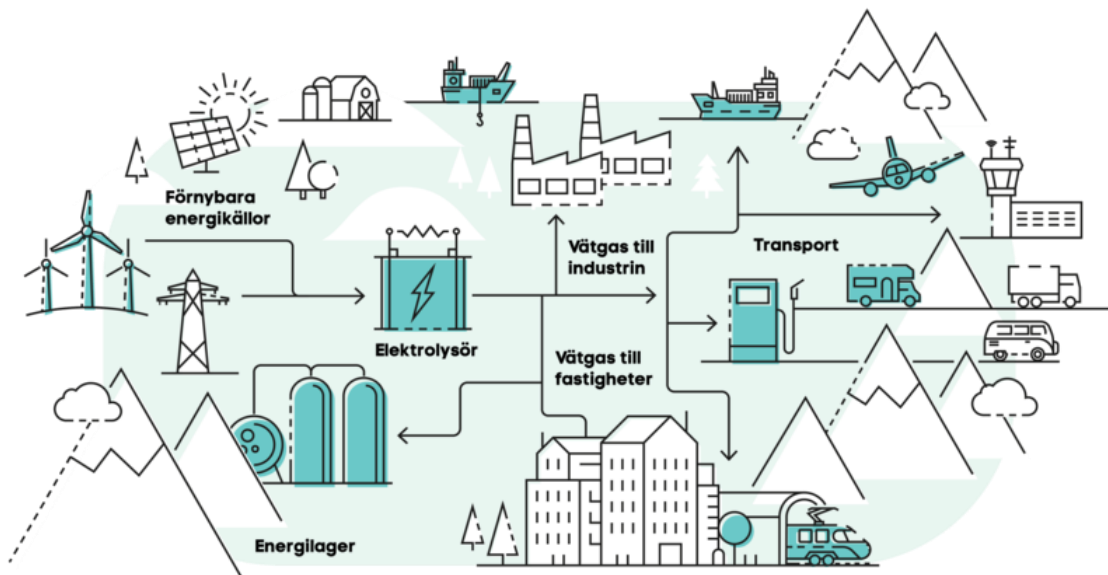


Värdekedjor för vätgas i Skåne



RISE Research Institutes of Sweden AB Elektrifiering och pålitlighet - Energiomvandling

Utfört av

RISE Research Institutes of Sweden:

Axel Nordin Fördös
Jenny Lindborg
Anna Tibbelin (projektledare)

Region Skåne:

Ola Solér
Henrik D Andersson



RISE Research Institutes of Sweden AB

Postadress	Besöksadress	Tfn / Fax / E-post
Box 857	Scheelevägen 17	010-516 50 00
501 15 BORÅS	223 63 Lund	033-13 55 02
		info@ri.se

Konfidentialitetsnivå
K1 - Öppen

Innehåll

Innehåll	2
Sammanfattning	3
Introduktion	4
Användning av vätgas	6
Produktion av vätgas i Skåne och närliggande regioner	10
Distribution av vätgas	14
Lagring av vätgas	15
Koppling till närliggande regioner	16
Del 2: Potential för synergier och kluster	17
Diskussion	22
Referenser	24
Bilagor	29

Sammanfattning

Värdekedjor för vätgas i Skåne var ett samverkansprojekt mellan RISE Research Institutes of Sweden och Region Skåne, mellan november 2021-april 2022. Syftet var att undersöka potentialen för vätgas inom Skåne, samt avgränsat för nordvästra Skåne där Höganäs AB och Kemira Kemi AB finns. Projektets målsättningar var bland annat att besvara frågor om vem som inom de närmaste 10 åren kan tänkas använda vätgas, vem som kan producera vätgasen och hur aktörer kan samarbeta. Fler än 30 olika aktörer har intervjuats inom studien.

Aktörer både inom industri och transport har visat intresse för att använda vätgas framöver. Inom industrin är det idag endast två industrier inom Skåne som använder vätgas storskaligt men möjligheten finns att fler ansluter sig i framtiden. Detta är dock ingen självklarhet då de industrier som idag inte använder vätgas även har andra alternativ till förfogande. Användning av vätgas inom transportsektorn är tänkbart i framtiden då Skåne är en viktig region för tunga transporter men det är ändå osannolikt att detta resulterar i ett mycket större vätgasbehov, även om tillväxten av vätgastrafik är kraftig. På längre sikt finns möjligheten till så kallad ”Carbon Capture and Utilization” (CCU) vilket har potential att mångdubbla användningen av vätgas. Detta är dock inte att betrakta som en garanti då det inom denna studie inte har utretts genomförbarhet och rimlighet för CCU.

För produktion av vätgas finns flera möjligheter. Elektrolys som oftast associeras med miljövänlig vätgasproduktion om det tillverkas från fossilfri el, har viss problematik på kort sikt på grund av höga elpriser och vid tillfällen bristande tillgång till effekt. Detta är något som på sikt kan lösas, bland annat med hjälp av utbyggnad av ny förnybar kraftproduktion som exempelvis havsbaserad vindkraft inom närområdet eller distribution av vätgas som producerats i områden med god tillgång på el. Det finns även flera andra möjligheter att framställa vätgas med lågt CO₂-avtryck i Skåne, bland annat från andra kolvätebränslen eller restströmmar.

Samarbetsmöjligheterna inom näringslivet är färre i Skåne än för andra ”vätgaskluster” (*Hydrogen Valley*) inom Sverige, men existerar. Ett exempel är hur vätgasproduktion från industri skulle kunna hjälpa tidiga etableringar av vätgastankstationer att få tag i billigare vätgas, något som bedöms som essentiellt för att få igång vätgastrafik för tunga transporter inom Skåne. Bedömningen överlag från denna studie är att Skåne inte har lika stor potential för vätgas så som det finns i de andra vätgasregionerna i Sverige. Författarna bedömer dock att ett nordvästskånskt vätgaskluster på kort sikt (fram till ca 2025) hade först och främst bestått av Höganäs AB och Kemira Kemi AB samt en eller flera vätgastankstationer, då andra industriella användare inte är redo att ställa om till vätgas än. På längre sikt (2030 och framåt) hade klustret möjligtvis kunnat utökats med ett par industriella användare, och andra aktörer i värdekedjan. Men det är inte heller helt självklart att dessa industrier skulle ställa om till vätgas då det också finns andra alternativ för dem att tillgå.

Den stora vågmästaren är dock CCU. Det är tänkbart att koldioxidutsläpp från industrier runt om i Skåne skulle kunna transporteras till nordvästra Skåne där vätgasen finns för att framställa e-bränslen så som metanol och metan. Detta skulle som tidigare diskuterat dramatiskt öka användningen av vätgas i Skåne. Även med CCU förväntas vätgasbehovet i Skåne vara betydligt lägre än för västkusten eller Norrbotten. Detta behöver dock inte nödvändigtvis innebära att en klusterbildning i Skåne inte är värd att genomföra, och det är intressant att undersöka saken vidare genom ett eller ett par dialogmöten.

Introduktion

Värdekedjor för vätgas i Skåne är ett samverkansprojekt mellan RISE (Research Institutes of Sweden) och Region Skåne. Projektet är samfinansierat av båda parter.

RISE är Sveriges forskningsinstitut och innovationspartner. I internationell samverkan med företag, akademi och offentlig sektor bidrar RISE till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. Nästan 3 000 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. RISE är ett oberoende, statligt forskningsinstitut som erbjuder unik expertis och ett 100-tal test- och demonstrations-miljöer för framtidssäkra teknologier, produkter och tjänster. Läs mer på ri.se

Region Skåne har ett permanent uppdrag från staten att samordna de regionala utvecklingsfrågorna kopplat till samhällsplanering, näringslivsutveckling, kollektivtrafik, kulturutveckling, miljöutveckling, folkhälsa och marknadsföring, samt att leda arbetet med att ta fram den regionala utvecklingsstrategin. Avdelningen för regional utveckling består av flera enheter med olika inriktning, till exempel samhällsplanering, samhällsanalys och internationella relationer. I avdelningen ingår även en ledningsstab, en administrativ enhet, och den regionala kollektivtrafikmyndigheten. [Läs mer.](#)

Projektet har verkat genom en styrgrupp, bestående av representanter från finansiärerna. Därtill har ett uppstartsmöte, och en presentation av preliminärt resultat med dialog om intressentkartläggning och resultat skett tillsammans med representanter från Höganäs AB och Kemira Kemi AB.

Projektet slutredovisades genom en rapport, som publicerats på ri.se/vatgas. Därtill hölls en resultatpresentation och ett nätverksmöte den 20 april 2022 med deltagare från de organisationer som bidragit med data till studien.

Bakgrund

Vätgas används idag i Skåne framför allt inom industrin för produktion av väteperoxid hos Kemira Kemi AB i Helsingborg och för användning vid produktion av metallpulver hos Höganäs AB. Den vätgas som används framställs genom reformering av naturgas, även om Höganäs AB innan dess under ett antal årtionden använde elektrolys. En rejäl teknikutveckling har under de senaste åren lett till en förbättring av elektrolysörer vad gäller kostnad och prestanda. Inom 5–10 år kan detta sätt att producera vätgas konkurrera med naturgas, särskilt om kostnaden för utsläppsrätter fortsätter öka. Med fördelaktiga styrmedel kan konkurrenskraftig vätgas även framställas genom reformering av biogas eller genom förgasning av biomassa. Infångning av fossil koldioxid (carbon capture) är ytterligare en variant för att uppnå klimatneutral vätgasframställning. Vätgas kan också användas som bränsle i fordon eller för elproduktion. Hur vätgasen ska produceras, lagras och distribueras är ännu oklart.

Syfte & Mål

Syftet med denna studie har varit att undersöka möjligheten till en större vätgasetablering i Skåne. Detta innefattar att undersöka intresset för att bidra till en eller flera värdekedjor för vätgas i Skåne, samt bedöma förutsättningarna för ett vätgaskluster.

Målen med projektet har sammanfattats som att besvara nedanstående frågor.

- Vem vill använda vätgas och till vad?
- Vem vill producera, samt var och hur?

- Vem vill distribuera?
- Vem vill lagra?
- Vem kan ha flera roller?
- Vilka tidsperspektiv har olika aktörer och vilka volymer handlar det om?
- Vilka möjliga synergier finns för att skapa lönsam produktion, distribution och användning?
- Hur är potentialen för ett vätgasnät?
- Vilka skånska aktörer utvecklar teknik relevant för området?
- Vad skulle ett vätgas-kluster i Skåne betyda för omställning av samhället och utveckling av näringslivet?
- Hur kan ett vätgas-kluster organiseras?

Studien har haft störst geografiskt fokus på Skåne, men även undersökt möjliga kopplingar kring vätgas med närliggande regioner som Blekinge, Halland, men framför allt Danmark.

Metod

Projektets genomförande är uppdelat i två arbetspaket enligt nedan.

- 1) Intressentkartläggning och beräkningar
- 2) Potentialstudie

Intressentkartläggningen startade med en kategorisering av intressenter. Kategoriseringen följdes därefter upp med en workshop i arbetsgruppen där intressenter kartlades med hjälp av Mindmap. Kartläggningen presenterades och justerades i samråd med styrgruppen samt Höganäs AB och Kemira Kemi AB. WSP har generöst delat med sig av det preliminära resultatet av en kartläggning av vätgasaktörer i Skåne, som kompletterat intressentkartläggningen. Därefter genomfördes intervjuer med företag och aktörer (i flera fall under sekretess) som har en koppling till vätgas i Skåne idag, eller som har, eller skulle kunna ha, planer inom detta område till 2025 och 2030. Frågeställningar under intervjuerna ses i Bilaga 3 - Intervjufrågor (urval), enskilda svar redovisas ej. Det finns även en del tidigare studier och rapporter som har legat till grund för arbetet, vilka listas nedan.

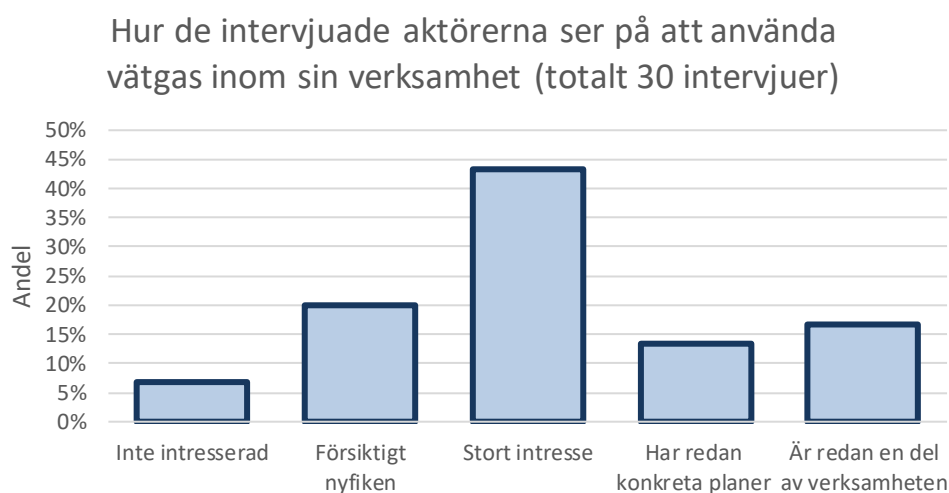
- *The Role of Gas and Gas Infrastructure in Swedish Decarbonisation Pathways 2020-2045*, Energiforsk [1].
- *Förnybar vätgas i Skåne – En utvärdering av praktisk genomförbar potential ur ett energisystemperspektiv*, exjobb från Lunds Tekniska Högskola [2].
- *Vätgas på Västkusten*, RISE och Chalmers [3].
- *Vätgas som möjliggörare för energiomställning och stadsutveckling*, Vätgas Sverige [4].
- *Färdplan för grön vätgas i Jämtlands län*, Peak Region AB [5].
- *Scenario för det Skånska Elsystemet – Elanvändning och effektbehov idag, 2030 och 2040* [6].
- *Strategi för fossilfri konkurenskraft - vätgas*, Fossilfritt Sverige [7].
- *Underlagsrapport: Förslag till nationell strategi för vätgas, elektrobränslen och ammoniak* [8].

Intressentkartläggningen innehåller även översiktliga beräkningar och analyser av förutsättningar för produktion och användning av vätgas i Skåne baserat på intervjuerna. Fokus i detta projekt har varit på storskalig produktion och användning av vätgas. Samtliga framkomna siffror i studien har aggregerats till större nivå och inga detaljer för till exempel en specifik aktör kommer därav synas.

Potentialstudien innehåller förslag kring hur ett vätgaskluster i Skåne skulle kunna bidra till utveckling av näringslivet och omställning av samhället, samt hur ett vätgaskluster kan organiseras.

Hur är intresset för vätgas?

Fler än 30 aktörer har intervjuats inom studien. I Figur 1 nedan sammanställs den uppfattade intressebilden av att använda vätgas inom sin verksamhet för de intervjuade aktörerna. Av dessa är de flesta idag inte verksamma inom vätgasområdet men är intresserade av att vara det. Anledningen till att intresset är så stort är att aktörer som har uppfattats som sannolikt intresserade har intervjuats före de som inte har uppfattats som intresserade. Aktörer som inte har eller vill ha någon vätgasrelaterad verksamhet är sannolikt inte relevanta för studien och har därför inte heller prioriterats i intervjuerna.



Figur 1: Intressebild gällande användning av vätgas, utifrån intervjuerna

Användning av vätgas

Insatsvara till industrin

Idag finns endast två industrier i Skåne som använder vätgas. Kemira Kemi i Helsingborg använder vätgas för produktion av väteperoxid och Höganäs AB använder vätgas vid produktion av metallpulver. Den vätgas som används idag framställs genom reformering av naturgas.

Under studien har det uppkommit fler industriaktörer i Skåne som skulle kunna ställa om och använda vätgas som insatsvara. Även kraftvärmeanläggningar har nämnts som möjlig användare av vätgas som energikälla. Detta ligger dock längre fram i tiden, 2030, med tanke på att eventuell ny utrustning skulle behövas samt att tillgången på vätgas måste säkerställas. På ett webinarium arrangerat av Energikontor Sydost den 16 februari 2022 ”Förnybar vätgas för transporter i Blekinge”, rekommenderades att vidare utreda vätgasens möjligheter inom industri i Blekinge. En uppskattning är att 72 GWh fossil gas per år kan ersättas i Blekinge [9].

Industrier ser grön vätgas som en miljömässigt konkurrenskraftigt alternativ jämte andra alternativ för att ställa om till ett fossiloberoende. En förutsättning är dock att klimatavtrycket för slutprodukten inte blir större genom att ersätta befintliga insatsvaror mot vätgas. Därav är ursprunget för vätgasen viktigt för att den ska vara konkurrenskraftig jämfört mot andra alternativ.

Carbon Capture and Utilization (CCU)

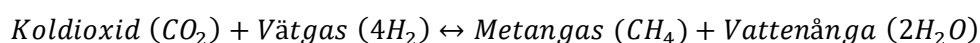
Ytterligare en möjlighet att använda vätgas är att tillverka elektrobränslen. Några av de intervjuade aktörerna (energibolag, gasbolag, kraftvärmeanläggningar, ägare till avfalls- och biogasanläggningar), pekade specifikt på möjligheten att fånga in koldioxid (CO₂) från rökgaser i skorstenar till sina anläggningar och antingen sälja vidare eller själva tillverka elektrobränslen (Carbon Capture and Utilization, CCU). Till dessa processer behövs vätgas.

I Skåne finns det många fler aktörer med stora CO₂-utsläpp än vad som intervjuats i denna studie. Inte heller alla aktörer som intervjuades angav storleken på sina CO₂-utsläpp. För att få en mer fullständig bild av potentialen för CCU inom Skåne krävs en vidare studie med fler intervjuer och att studien kompletteras med uppgifter från Naturvårdsverket och Länsstyrelsen Skåne.

Under de intervjuer där elektrobränslen nämndes, var metangas och metanol mest centralt, även om ammoniak nämndes av någon aktör. I denna studie har vi valt att räkna på vätgasbehovet av att vidareförädla till metangas eller metanol tillsammans med nämnda CO₂-utsläpp. En viktig poäng som framkom under intervjuerna vid tillverkning av elektrobränslen genom att nyttja infångad CO₂-utsläpp, är att kunna skilja om ursprunget till utsläppen är biogent eller fossilt. För att kunna sälja elektrobränsle som en grön produkt, behöver den ha ett fossilfritt ursprung och därav endast komma från biogena CO₂-utsläpp ihop med fossilfri vätgas. För de fossila CO₂-utsläppen finns utredningar gällande CCS (Carbon Capture and Storage), där en tank är att infångad CO₂ transporteras via fartyg för lagring på havsbotten.

Några aktörer nämnde det som mest troligt och fördelaktigt att tillverkning av elektrobränslen sker vid vätgasproduktionen och att CO₂ kan behöva fraktas dit. De siffror som i denna studie presenteras för vätgasbehov för CCU baseras endast på biogena CO₂-utsläpp som har nämnts under intervjuerna. För beräkning av vätgasbehov vid tillverkning av metangas eller metanol, se kemiska reaktionsformler nedan.

Tillverkning av metangas från vätgas och koldioxid (metanisering)



Tillverkning av metanol från vätgas och koldioxid (hydrering av CO₂)



CCU i större utsträckning i Skåne ligger troligen längre fram i tiden, mot 2030, då det kräver fler utredningar. Även utrustning för CO₂-avskiljning innebär stora investeringskostnader. Denna studie har påvisat att denna kategori har stor potential för att bidra till ett stort vätgasbehov i Skåne.

Aktörer med stora CO₂-utsläpp drivs av externa klimatmål och egna ambitioner om att sänka sina utsläpp och minska sin klimatpåverkan. Om det geografiska perspektivet utvidgas till hela Sverige finns projekt som planeras med koppling till CCU inom några år. Exempelvis Liquid Wind planerar 2024 produktion av förnybar e-metanol som fartygsbränsle från vindkraft och återanvänd biogen koldioxid från kraftvärmeverk i Örnköldsvik [10].

Vätgas som en del i en byggnads energisystem

Under genomförda intervjuer har det dykt upp projekt där vätgas ingår som en del i en byggnads energisystem. Exempel på byggnader har varit bostäder, kontor eller andra typer av lokaler i utbildningssyfte som naturum. Exempel på konkreta projekt idag finns i enstaka antal i Skåne

och är mer av typen demoanläggningar. Men framåt år 2025 finns det planer och ambitioner på fler. Det innefattar både nybyggnation och renoveringsobjekt där vätgas integreras i byggnadens energisystem, där vätgas aggregerar reservkraft och säsongslagring för energi. I många av dessa byggnader planeras även solceller, batterier och till exempel bergvärme. Tanken är att vätgasen produceras under sommartid (vid stort överskott på solel) och lagras, för att under vinterhalvåret konverteras tillbaka till el via en bränslecell och nyttjas i byggnaden. Någon aktör nämnde även att det i ett senare skede kan finnas planer på att eventuellt dimensionera upp vissa av dessa produktionsanläggningar så att det finns kapacitet för att även producera fordonsbränsle.

Huvudsyftet med dessa projekt är att skapa självförsörjande byggnader (off-grid) och därav kommer de inte att bidra till en större värdekedja för vätgas i Skåne, och kommer därför inte involvera flertalet aktörer. Dessutom bidrar systemen med små volymer, exempelvis handlar det ofta om elektrolysörer mindre än 1 MW och vätgaslager mindre än 500 kg. Siffror från projekten presenteras inte i denna studie.

Vätgas som energilager till elnätet

Ett potentiellt användningsområde för vätgas är som energilager för elnätet. Under intervjuerna framkom att det finns ett intresse hos aktörer som planerar vätgasproduktion och lagring att även hjälpa till elnätet vid exempelvis elbrist eller via frekvensreglering. Det kan ske både via Power-to-Gas (till exempel via elektrolys) och via Gas-to-Power (till exempel via vätgasturbin eller bränslecell).

Tunga vägtransporter

Vätgas är också ett potentiellt drivmedel, främst anses det vara en lösning för tunga transporter där batterier blir för tunga och otympliga. På grund av detta intervjuades flera skånska åkerier i studien.

Inget av åkerierna som intervjuades hade konkreta planer på att använda vätgas för sina transporter. Däremot var intresset för vätgas stort och många av åkerierna hade gjort sin egen efterforskning kring ämnet sedan tidigare. Allmänt kan det konstateras att omställning till fossilfritt står högt på agendan hos alla intervjuade transportbolag och att man är öppen för att testa nya möjliga lösningar som kan bidra till detta. Då handlar det inte endast om vätgas utan även andra fossilfria lösningar så som biogas, HVO¹ och batteridrift. Vätgas ses alltså som en av flera möjliga lösningar. Generellt sett behövs införandet av nya bränslen riskminimeras, exempelvis genom garantier att kunder är redo att betala den kostnad som de nya lösningarna medför och att lastbilarna fungerar som de ska.

I Skåne har tunga transporter en betydande roll. Bland de största varukategorierna för lastbilstransporter i Skåne är kylvaror, ofta i form av livsmedel. Det handlar då både om varor som hämtas in från jordbruk och andra anläggningar samt varor körs ut till kund. Mycket av den trafik som anländer från utlandet via Öresundsbron eller någon av hamnarna i Helsingborg, Malmö, Trelleborg eller Ystad leds norr ut via E6:an. Även flera skånska kommuner har en hög andel registrerade tunga fordon per invånare (se bilaga 1).

Studien har visat att det är svårt att kvantifiera åkeriernas körning på ett meningsfullt sätt för att kunna avläsa ett potentiellt framtida vätgasbehov. Alla åkerier uppger att de kör mycket varierade sträckor och rutter samt att de till stor del kör utanför både Skånes och landets gränser. Samtidigt gäller även det omvända då icke-skånska åkerier som kör och tankar sina fordon inom Skåne.

¹ HVO – Hydrotreated Vegetable Oils. Biobränsle som används för att ersätta diesel.

Elektrifieringen av tunga transporter inom Skåne och övriga Sverige har bara precis påbörjats och vätgas är helt nytt [11]. Trelleborgs kommun kommer få en vätgastankstation under 2022 och flera aktörer har uttryckt intresse för att upprätta fler vätgastankstationer i Skåne. Vätgasdrivna lastbilar är inte en ”standardprodukt” på marknaden. Det finns vissa företag så som nederländska Hyzon motors eller sydkoreanska Hyundai som har lanserat sådana lastbilar men andra tillverkare så som Volvo och Daimler ser inte att deras lastbilar kommer rulla på vägarna förrän om ett par år.

Det går därför inte att utgå från historiska data för att försöka tyda en framtida utveckling för vätgas eftersom det inte finns någon sådan data. När det kommer till andra hållbara alternativ har satsningar för batterielektriska lastbilar har börjat ta fart i Skåne [12], [13], [14] och flera åkerier rapporterar stort användning av HVO och ökande användning av biogas. I Tabell 1 nedan illustreras det hur en möjlig utveckling av vätgas för tung trafik i Skåne skulle kunna se ut. Det utgår från tänkta scenarion som bygger på verklig utveckling av hållbara transporter inom andra sektorer och regioner. En mer utförlig förklaring för varje scenario redovisas i bilaga 1.

Tabell 1: En möjlig utveckling för vätgasdrivna tunga transporter inom Skåne

Scenario	År	Vad	Förutsättningar	Vätgasbehov
Nuläge	2022	Nuläge, ingen vätgastrafik finns	-	0 kg H ₂ /dag
Första tankstationen	2023	Etablering av vätgastankstation med liten flotta vätgasfordon	Samarbete mellan tankstation, transportbolag och transportköpare inom Skåne	200 kg H ₂ /dag
Vätgas-korridor	2026	Flera vätgastankstationer längs E6:an med stor flotta lastbilar	Framgång av tidigare scenario. Samarbete mellan aktörer i flera orter inom och utanför Skåne	1750 kg H ₂ /dag
Organisk vätgastrafik	2030	Flera stora vätgastankstationer i Skåne. Runt 100 lastbilar stannar och tankar dagligen i Skåne	Framgång av tidigare scenarion. Samarbete mellan aktörer samt kommersiell framgång för vätgas inom transportsektorn.	5000 kg H ₂ /dag

Andra transportsektorer (maritimt och flygplatser)

Vätgas anses vara ett alternativ för att på sikt kunna uppnå fossilfria maritima och flygtransporter. Teknologin för detta är i allmänt mindre moget än för vägtransporter. Ingen av de intervjuade företagen hänvisade, eller ville inte hänvisa, till några planer att använda vätgas för luft- eller sjöfart. Dock planeras en vätgastankstation i Trelleborgs hamn, men inte för fartyg utan för lastbilar som passerar genom hamnen.

Under 2021 en förstudie för användning av vätgas för färjan som trafikerar Landskrona-Ven. Intresset för studien ska ha varit stort men det finns ännu inga bekräftade planer för att gå vidare med idén [15].

Inga flygplaster intervjuades i studien.

Totalt vätgasbehov

I Tabell 2 nedan sammanställs det högsta totala uppskattade vätgasbehovet i Skåne för 2022, 2025 och 2030. Värdena presenteras inom ett intervall för att inte avslöja exakt information.

Tabell 2: Potentiellt vätgasbehov i Skåne. Angivet som ton H₂/dag.

Användningsområde	2022	2025	2030
Insatsvara till industrin	10 – 15	15 - 25	25 – 35
Tunga transporter	0	1,5	5
CCU	0	0	150 – 200 ²
Totalt	10 – 15	16,5 – 26,5	180 - 240

Det framgår tydligt att det råder stora skillnader mellan de olika användningsområdena. Framförallt är det CCU som sticker ut. Skulle den fulla potentialen för CCU nyttjas i Skåne skulle vätgasbehovet i regionen mer än tiodubblas mot dagens nivåer. Det innebär även att det räcker med endast en industri som delvis eller helt implementerar CCU för att det totala vätgasbehovet skall påverkas kraftigt. Behovet för transporter är dock betydligt lägre och gör i det stora hela en nästan obetydlig skillnad.

När det kommer till geografisk fördelning sker majoriteten av användningen som insatsvara till industrin runt nordvästra Skåne. För transporter antas behovet vara koncentrerat främst runt Helsingborg, Malmö och Trelleborg. Potentiella CCU användare är mer utspridda över Skåne, men med en betoning på västra Skåne.

Produktion av vätgas i Skåne och närliggande regioner

I intervjuerna har olika möjligheter för att producera vätgas i Skåne tagits upp.

Elektrolytisk process

Vätgas kan produceras genom en elektrolytisk process. Då används elektrisk energi för att spjälka vattenmolekyler, varav vätgas och syrgas bildas. Många framtida planer gällande vätgasproduktion innefattar elektrolys, där en del av de intervjuade aktörerna planerar elektrolys tillsammans med förnybar elkraftproduktion, där vätgasen kan säljas som transportbränsle och/eller som reservkraft till elnätet.

De intervjuade har delgett elektrolys som en teknik med utmaningar; elpriserna är höga i SE4 och det råder kapacitetsbrist. Ytterligare en ståndpunkt gällande lönsamhet kring elektrolysörer som framkommit under många intervjuer är att de bör upprättas för att producera vätgas primärt för industriellt syfte där en stor och kontinuerlig avsättning kan garanteras, och överskottet kan tänkas säljas som transportbränsle.

I samband med elektrolys uttryckte en del aktörer möjligheterna med sektorkoppling, det vill säga att nyttja spillvärmen och syrgasen som uppstår i framställningen. Det poängterades att kopplingar mellan större energisystem troligen ligger längre fram i tiden och att fler utredningar kring detta behöver göras.

Det finns även exempel i Sverige på kärnkraftsproducerad vätgas. OKG ska leverera vätgas producerad från fossilfri kärnkraftsel. OKG har sedan 1992 haft en 0,7 MW elektrolys där kärnkraftsel har använts för att producera vätgas, vilken sedan kyler generator (numera är endast

² Notera att siffran gällande vätgasbehov för tillverkning av elektrobränslen (i denna studie metangas och/eller metanol) baseras på enbart biogena CO₂-utsläpp som framkommit under intervjuerna.

den på Oskarshamn 3 i drift och de två andra är permanent stängda). Det finns därför en överkapacitet på vätgas som nu ska säljas vidare till marknaden [16]. Det rekommenderas vidare utredningar för om denna affärsmodell även skulle kunna erbjudas från Ringhals kärnkraftverk, samt från Barsebäcks nedlagda kärnkraftverk i Öresund.

Författarna har utan framgång vid upprepade tillfällen kontaktat Uniper för en intervju. Uniper äger anläggningen i Barsebäck och ansvarar för nedmontering och rivning.

Notera att mindre siffror inte tas med i denna studie, då fokus är storskalighet.

Skåne

I studien framkom att det i dagsläget inte finns någon märkbar stor elektrolys-kapacitet installerad i Skåne. Det finns en hel del framtida planer och ambitioner om att investera i elektrolys i regionen, främst energibolag men även industrier. Till år 2025 finns sammanlagt i hela Skåne potential för mer än 10 MW installerad elektrolys-kapacitet och till år 2030 upp mot några hundra MW.

Det underströks i intervjuerna att en förutsättning för att komma upp i stora elektrolysörer krävs att planer på elektrolys ihop med havsbaserad vindkraft realiserar.

Danmark

I Danmark finns idag en elektrolys på Själland och tre elektrolysörer på Jylland med sammanlagd installerad kapacitet på några MW som levererar drygt 1 000 ton H₂ per dag [17]. Inom tidsintervallet 2025–2030 finns planer på att utöka detta, sammanlagt kan det röra sig om installerad kapacitet över några GW. I Danmarks nationella vätgasstrategi nämns en ambition på 4 – 6 GW elektrolyskapacitet till år 2030. Vidare kommer möjligheterna att dra kraftledningar direkt från sol- och vindkraftsparker till vätgasanläggningar att förbättras [18].

I Danmark sker även en hel del utveckling och tillverkning av högtemperatur elektrolysörer ”SOEC” (Solid Oxide Electrolyzer Cell) via företaget Haldor Topsoe. Bland annat planerar Haldor Topsoe att år 2023 tillverka högtempererade elektrolysörer med en total produktionskapacitet av 500 MW per år [19].

Blekinge

I Blekinge används vätgas vid AAK i Karlshamn, för tillverkning av växtbaserade fetter till livsmedelsindustrin [8]. Detta framkom även på ett webinarium arrangerat av Energikontor Sydost, 16 februari 2022, som har jobbat med förstudien ”Förnybar vätgas för transporter i Blekinge” [9]. Denna vätgas produceras via elektrolys och har en kapacitet på 2x600 Nm³/h [20].

Halland

I Halmstad finns en elektrolysör med kapaciteten 2x250 m³/h [20].

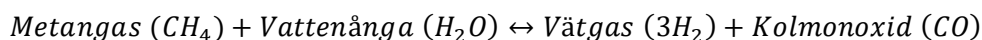
Termokemiska processer

Ångreforming av metan

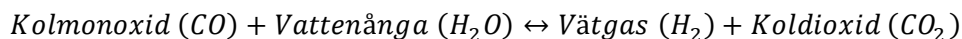
Globalt sett produceras idag största delen av all vätgas via ångreforming av metan [21]. Så är även fallet för undersökta områden i denna studie, vid kemiindustri, metallindustri och raffinaderi.

Genom ångreforming av metan separeras vätemolekylerna från kolmolekylen i metanmolekylen, varav vätgas och koldioxid bildas. Det är i ”princip” den omvända reaktionen av när metan bildas från vätgas vilket introducerades tidigare i rapporten.

Ångreforming av metangas till vätgas



Vidareförädling av kolmonoxid till vätgas via reaktionen "water gas shift" (WGS)



- I Danmark finns idag tre större anläggningar för ångreforming av metan (två på Själland och en på Jylland) som producerar 92 ton H₂/dag.
- I Sverige finns 11 större anläggningar, varav en på Halland, som totalt producerar 585 ton H₂/dag [17].
- Utöver dessa siffror finns anläggningar i Skåne som producerar mellan 10 - 15 ton H₂/dag.

Majoriteten av den metan som används i denna process kommer idag från naturgas, men i princip skulle biogas kunna användas till detta istället. Flera aktörer har uttryckt att de kan tänka sig att köpa in biogas från Skåne eller närliggande områden (till exempel Danmark) för att producera vätgas med denna. Fler utredningar efterfrågas kring möjligheter av ångreforming av biogas till vätgas.

Förgasning av biomassa till vätgas

Under intervjuerna har det dykt upp aktörer som utreder möjligheterna kring förgasning av biomassa till vätgas. Förgasning av fossilt råmaterial är en välbeprövad teknik, men att tillämpa tekniken på biomassa är under utveckling. I denna process kan många olika typer av biomassa användas som tex energigrödor, jordbruksavfall, skogsrester, industriellt eller kommunalt avfall och avloppsslam. I processen, som verkar under höga temperaturer, bryts biomassa ned till en gas som kallas för "syngas", vilken består av vätgas, kolmonoxid, koldioxid och metan.

Biologiska processer

Det är även möjligt att producera vätgas från biomassa på liknande vis som biogas framställs idag. Detta är inte en kommersiellt etablerad teknik men den undersöks på forskningsnivå. Det pågår en forskningsstudie i Skåne kring att producera vätgas från biologiska processer som rötning/fermentering [7]. Processen innefattar bakterier som producerar vätgas genom omvandling av organiskt material-

Det finns möjlighet till tvåstegrötning:

1. Mörk fermentation som ger bland annat H₂ och CO₂
2. Metanogenes som ger biogas (CH₄) och CO₂

Dessa två steg kräver olika temperaturer, pH och uppehållstider för att producera energibärare. I detta forskningsprojekt undersöks möjligheter för att nyttja restströmmar i form av industriellt avloppsvatten som näring till bakterierna, vilket skapar ytterligare resurseffektivitet.

Vindkraftsproduktion

Ny vindkraftsproduktion ses som en möjlighet för att hjälpa till att lösa delar av kapacitetsbrist och höga elpriser i SE4. Det kan i sin tur leda till att fler elektrolysörer installeras än de planer som nämnts, om mer billig el finns tillgänglig. Nedan presenteras historisk statistik för vindkraft för undersökta områden.

Tabell 3. Historisk statistik gällande vindkraft för olika områden år 2020. [22]

Region 2020	Antal vindkraftverk	Installerad effekt (MW)	Elproduktion (GWh/år)
Skåne	434	636	1 723
Blekinge	52	71	168
Halland	262	500	1 312
Sverige	4 333	10 084	27 525

Danmark hade 2019 en total installerad vindkraftkapacitet på 6 128 MW och en total produktion på 16,15 TWh. [23]

De framtidsplaner som nämnts i denna studie gällande ny vindkraft har störst fokus på havsbaserad vindkraft och planerna för driftsättning är lite längre fram mot år 2030 och senare, se sammanställning i tabell nedan. Notera att delar av dessa siffror kan vara ambitioner och mål, och inte klara tillstånd eller beslut. Notera även att dessa siffror är de som framkommit i denna studie och att fler planer kan finnas. Bland de intervjuade aktörer som planerar vindkraftsproduktion finns en del tankar om att utreda möjligheter för att även producera vätgas eller att sälja vindkraftsel till annan aktör som vill producera vätgas.

Tabell 4. Framtidsutsikter gällande installerad effekt på vindkraft för undersökta områden för tidshorisont 2030 och framåt. Majoriteten av siffrorna representerar planer på havsbaserad vindkraft. De siffror i tabell som anges utan källhänvisning är information som framkommit i intervjuerna. Notera även att detta är siffror som framkommit i denna studie och att fler planer kan finnas.

Region	Skåne	Blekinge	Halland	Danmark
Installerad effekt vindkraft år 2030 →	Upp till 3 GW	> 3 GW (möjlighet för 700 MW flexibel baskraft) ³ [24]	> 3,2 GW ⁴	> 4 GW [23]

Skånska aktörer som utvecklar teknik för vätgasproduktion

Två skånebaserade företag som utvecklar teknik för vätgasproduktion har intervjuats i studien. Dessa företag är Catator [25] och Plagazi [26].

Catator

Lundabaserade Catator specialiserar sig mot katalysatorer och katalytisk processdesign. En av Catators huvudsakliga affärsområden är vätgas och den teknik som Catator utvecklar kan användas för framställning av vätgas från olika bränslen så som etanol, metanol, biogas, ammoniak med mera. I deras produktkatalog ingår även kompletta systemlösningar med bränsleceller. Den huvudsakliga kundbasen för Catators har hittills varit större internationella företag men Catator ser även att det finns möjligheter för dem i Sverige. Catator anser att en fördel med deras teknik för vätgasproduktion jämfört mot elektrolys är att man inte är låst till tillgången på el och att man kan använda förnyelsebara biobränslen som biogas eller etanol istället.

³ Med flexibel baskraft menas att kombinera en vindkraftpark med vätgasturbin, vilket möjliggör förflyttning av elproduktion från tidpunkter med stor vindelproduktion för att balansera för perioden utan vind.

⁴ Denna siffra är framräknad utifrån en kapacitetsfaktor om 15 MW per installerat vindkraftverk [59].

Plagazi

Svenska Plagazi AB (publ) har utvecklat och patenterat en process baserad på plasmaförgasning, att framställa ren vätgas ur avfall, brännbart eller icke brännbart, grot, avloppsslam etcetera även farligt avfall. Plagazi uppger att de stora fördelarna med processen är att vätgas kan produceras på ett hållbart sätt till en mycket lägre kostnad än konkurrerande metoder och att processen är helt sluten och inte ger ifrån sig något miljöfarligt avfall och ingen CO₂; den tas om hand i flytande form. Man tar alltså bort all CO₂ ur kretsloppet och lagrar den enligt CCS metoden eller återanvänder den (CCUS). Processen kan också göras självförsörjande med el genom att man tar vara på överskottsenergin och producerar den el som behövs i processen. Plagazi uppger att produktionskostnaden för deras metod är 2 €/kg jämfört med 4 €/kg för SMR och 6 – 8 €/kg för elektrolys. Det Norske Veritas (DNV) har även analyserat Plagazi processen och konstaterat att koldioxidavtrycket är mycket mindre (eller negativt) än andra processer därmed kunnat certifiera vätgasen som produceras som ”grön” enligt EU taxonomin.

Distribution av vätgas

Distribution av vätgas kan komma att spela en viktig roll vid de tillfällen då det inte är möjligt eller praktiskt att ha vätgasproduktion vid samma plats som den används. Av de intervjuade företagen var det endast ett som såg vätgasdistribution som sin huvudsakliga verksamhet men flera såg det som en del av sin totala verksamhet. Det finns huvudsakligen två alternativ för distribution av vätgas inom Skåne, dessa är via lastbil eller pipeline. Det finns även andra alternativ att distribuera vätgas, till exempel via skepp eller räls [27], dessa har dock inte framkommit eller diskuterats under intervjuerna.

Lastbilstrailer för vätgas

En specialbyggd lastbilstrailer för trycksatt vätgas kan rymma ca 1000 kg vätgas vid ett tryck på upp till 500 bar. En sådan trailer kan vara ett lämpligt alternativ för vätgastankstationer men blir fort osmidigt för industrier som kan förbruka flera tusentals kilogram per dag⁵. Vid en av intervjuerna uppgav även en aktör att det är osannolikt att sådana transporter är lönsamma på avstånd över ca 20 mil. En fördel med en sådan trailer är att den även fungerar som mobilt lager. Genom att lämna trailern vid till exempel tankstationen krävs inget extra lager vid tankstationen.

Möjligheten finns även att använda trailers med flytande väte. En sådan trailer kan rymma ca 4000 kg flytande väte men medför andra nackdelar. Flytande väte kan endast framställas vid speciella förvätskningsanläggningar, varav den närmaste kända sådana anläggning befinner sig i närheten av Leipzig, Tyskland (ca 700 km körning från Malmö). I intervjuerna var det ingen aktör som nämnde, eller avslöjade, planer för flytande väte.

Pipeline

Det andra alternativet är att använda pipeline (gasledningar). Pipelines kan delas upp i två kategorier: distributions- och transmissionsledningar. Distributionsledningar är till för att transportera vätgas kortare sträckor och inom mindre områden, exempelvis inom ett industriområde eller mellan fastigheter. Exempel på sådana ledningar finns redan i Sverige, inne på Höganäs ABs industriområde och i Sandviken där vätgas transporteras från AGA Gas AB till ett industriområde cirka 4 km bort. En aktör uppgav att en sådan pipeline kan vara ett kostnadseffektivt alternativ för relativt stor vätgasproduktion på korta avstånd, runt ett par kilometer.

⁵ Se avsnitt ”Totalt vätgasbehov”

Transmissionsledningar är den typ av ledning som används för distribution mellan städer och är därför betydligt större i kapacitet och transportavstånd. Idag finns det inga transmissionsledningar av vätgas i Sverige och det ses framförallt som en lösning som kan komma att upprättas inom något längre tidsperspektiv. Möjligheten att upprätta transmissionsledningar för vätgas inom Sverige har undersökts i rapporter så som ”European Hydrogen Backbone Report” [28], ”Extending the European Hydrogen Backbone” [29], ”European Hydrogen Backbone” (2022) [30] och ”The role of gas and gas infrastructure in Swedish decarbonization pathways 2020 - 2045” [31].

I European Hydrogen Backbone påvisas möjligheten att en transmissionledning för vätgas som går genom Skåne hade kunnat koppla ihop svenska vätgaskluster med Danmark och övriga Europa. Rapporten visar att en direkt koppling mellan Nordjylland och den svenska västkusten som går genom Kattegatts hav (som alltså inte passerar Skåne) också är möjlig. I ”The role of gas and gas infrastructure in Swedish decarbonization pathways 2020 – 2045” bedöms inte behovet av vätgas inom SE4 till 2030 inte som stort nog för att rättfärdiga någon större infrastruktur för vätgas [31].

Under intervjuerna har det inte framkommit, eller avslöjats, några konkreta planer för pipelines. Varken distribution eller transmission.

Lagring av vätgas

Ingen av de intervjuade aktörerna såg lagring av vätgas som sitt huvudsakliga affärsområde, eller avslöjade sådana planer (det finns till exempel andra företag som driver naturgaslager som verksamhet). Lagring av vätgas har dock en viktig roll att spela för att stötta upp produktion, distribution och användning av vätgas. Till exempel kräver vätgastankstationer att vätgas lagras. Ett annat exempel är om vätgas produceras via elektrolys och vindkraft. Ett vätgaslager kan då innebära en garanti mot driftstörningar som skulle kunna uppstå som resultat i ojämn eller oregelbunden produktion eller leverans av vätgas. För en producent av vätgas innebär lagring att till exempel skillnaden i elpris kan nyttjas bättre.

Det finns flera sätt som vätgas kan lagras på. I Skåne saknas tyvärr förutsättningarna för ”naturliga” geologiska vätgaslager. Sådana lager finns redan på vissa orter fast för naturgas, exempel på sådana är Skallens naturgaslager i Halland (underjordiskt bergtrum⁶), Lille Torups naturgaslager på Jylland i Danmark (Underjordisk saltgrotta) och Stenlille naturgaslager på Själland i Danmark (Akviferlager). Fördelen med ett sådana naturliga lager är att de är ofta bland de mer kostnadseffektiva alternativen för lagring. När inte sådana lösningar finns tillgängliga består fortfarande möjligheten att konstruera lager från trycksatta cylindrar. Typiskt sett konstrueras dessa av stål, aluminium och/eller kompositmaterial och lagrar vätgas på tryck upp till 300 – 350 bar. Dessa cylindrar placeras sedan tillsammans, till exempel i en container. På Höganäs AB finns idag sådana vätgaslager. Ett buffertlager med kapacitet på 14 - 15 bar(g) tryck och ett reservlager där ca 20 000 Nm³ vätgas lagras vid 300 bar(g). [32]

En viktig aspekt med vätgaslager är säkerhet och tillstånd. En aktör uppgav att det är utmanade och tar lång tid att få tillstånd att upprätta större vätgaslager från berörda myndigheter. Denna erfarenhet delas också i stort av andra aktörer som har blivit tillfrågade vid tidigare tillfällen utanför denna studie.

⁶ Skallens bergtrum är en s.k. Lined Rock Cavern och rymmer 10 miljoner Nm³ gas och klarar ett tryck på mer än 200 bar. LRC finns ej ännu demonstrerad för vätgas men planeras att användas av Hybrit

Koppling till närliggande regioner

En möjlighet för framtiden är att importera vätgas från Danmark på liknande vis som metangas idag importeras. Flera aktörer (både danska och svenska) har intervjuats om ämnet. Den danska Power-to-X strategin [33] som accepterades av Danmarks regering den 15 mars [34] nämner export av vätgas till närliggande länder som ett viktigt mål. Framförallt presenteras Tyskland, Belgien och Nederländerna som föreslagna importnationer av dansk vätgas. Strategin uppmanar även till etablering av gemensam infrastruktur för grön vätgas med grannländerna och omnämner då även Sverige.

Möjligheter för export av dansk vätgas till Tyskland har utforskats i rapporten ”Pre-feasibility Study for a Danish-German Hydrogen Network” [35]. Även Energinet⁷ egen strategi för PtX [36] nämner Tyskland och Nederländerna som de mest uppenbara marknaderna. Export till Sverige har inte undersökts på samma nivå som till Tyskland men det finns argument som talar för att export till Sverige också skulle kunna vara intressant. En aktör uppgav att de tror att den tyska marknaden förväntas ha infrastrukturmassiga fördelar för export och vara mycket större än den svenska, men förväntas också vara mer konkurrensutsatt än den svenska. De misstänker även att Köpenhamnsområdet kommer kräva vätgasledningar vilket gör att steget att också gå över sundet till Skåne inte är så stort. Dock uttrycker intervjuade danska aktörer att export av vätgas till Sverige eller Tyskland inte är speciellt aktuellt innan 2030 – 2035.

Förutom Danmark finns även Halland, Småland och Blekinge som närliggande regioner till Skåne. Produktionspotential för vätgas i dessa regioner har presenterats tidigare i rapporten förutom för Småland som inte har undersökts i denna studie.



Figur 2: En jämförelse av vätgasbehov och dansk exportpotential i 2030. Cirkelns storlek representerar överskott/behov. Källor: Denna studie, [35] och [37]

⁷ Energinet är ett oberoende offentligt företag som ägs av det danska klimat- och energiministeriet. Energinet äger, driver och utvecklar överföringssystemen för el och naturgas i Danmark.

Del 2: Potential för synergier och kluster

Möjligheter till klusterbildning

Osäkert vätgasbehov

Data från intervjuerna har visat att vi som mest ser ett vätgasbehov på 240 ton H₂ per dag för hela Skåne i 2030. Detta motsvarar ungefär 2,9 TWh H₂/år⁸ vilket kan ställas i relation till de 4,9 – 6,4 TWh H₂/år som förväntas för västkusten 2030 [37] eller de 40 TWh H₂/år som LKAB på sikt kommer att behöva [7].

Den huvudsakliga förutsättningen för att vätgasbehovet i Skåne ska nå denna höga nivå är att flera större industriföretag i Skåne väljer att nyttja sina koldioxidutsläpp för att tillverka elektrobränslen genom CCU, något vilket inte görs idag. CCU-satsningar inom andra delar av Sverige har redan förslagits, bland annat som ett samarbete mellan ett kraftvärmeverk i Uppsala och kärnkraftverket Forsmark [38]. Värt att notera i detta fall är att man väljer att transportera koldioxiden till vätgasen istället för tvärtom. Vad det innebär för Skåne är att även om skånska industrier väljer att satsa på CCU är det ingen garanti att vätgasen förbrukas inom Skåne, det skulle kunna vara mer ekonomiskt att transportera koldioxiden till en annan ort istället. Utan CCU är vätgasbehovet, baserat på data från intervjuerna, i hela Skåne 2030 som högst 35 ton H₂/år (0,42 TWh H₂/år). Men möjligheten finns även att vätgasbehovet förblir nästintill oförändrat till 2030 och ligger kvar runt 15 ton H₂/år (0,18 TWh H₂/år).

Vätgaskluster i Skåne

Region Skåne har under många år arbetat med kluster inom, för Skåne, strategiskt prioriterade områden. Med kluster avses då samarbeten som syftar till att lokalt/regionalt utveckla näringslivet och främja uppkomsten av nya innovativa lösningar. Exempelvis finns kluster i Skåne inom life science, IT och telekom samt livsmedel. Se tidigare klusterprogram: [klusterprogram-svensk.pdf \(skane.se\)](https://www.skane.se/namnshandlingar/3512605/). Region Skåne arbetar numer via utlysning av verksamhetsfinansiering där organisationer får söka bidrag: <https://www.skane.se/namnshandlingar/3512605/>

I den här rapporten avses först och främst ett vätgaskluster med samarbeten som lokalt kopplar ihop flera delar av värdekedjan utan något egentligt syfte att utveckla nya lösningar för vidare export. Så här definierar EU Kommissionen ett vätgaskluster:

” A Hydrogen Valley is a defined geographical area where hydrogen serves more than one end sector or application in mobility, industry and energy. They typically comprise a multi-million-euro investment and cover all necessary steps in the hydrogen value chain, from production (and often even dedicated renewable electricity production) to subsequent storage and its transport & distribution to various off-takers. Whilst most of the projects are located in Europe, over the past years, Hydrogen Valleys have gone global, with new projects emerging worldwide.” [39]

Vätgaskluster motsvarar då begreppet Hydrogen Valley, och exemplifieras genom den utveckling som sker i Mid Sweden Hydrogen Valley, se kapitel ”Mid Sweden Hydrogen Valley” nedan. Med utgångspunkt i detta kluster-koncept förslås att skånska aktörer som är drivande kring etablering av vätgas inom sin verksamhet att arrangera några initiala möten, i samarbete med exempelvis RISE och Region Skåne. De som rekommenderas delta bör vara tydliga med på vilket sätt och var de vill och kan bidra i värdekedjan, dvs inom produktion, distribution,

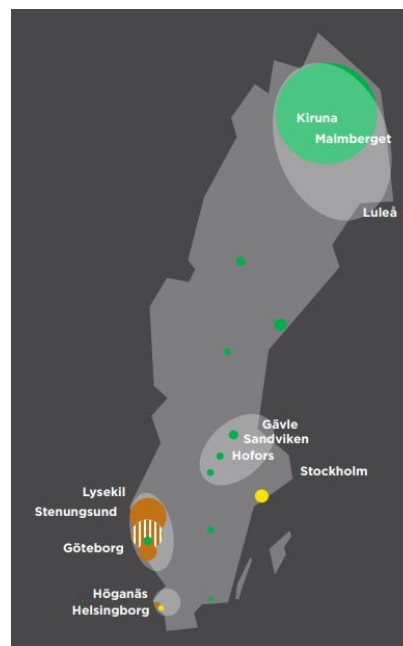
⁸ Räknat med lägre värmevärdet: 33,33 kWh/kg H₂

lagring eller användning. Efter detta kan ett kluster skapas, där sedan fler medlemmar bjuds in för att stödja en större vätgasimplementering i Skåne.

Klusterbildning i nordvästra Skåne

I Fossilfritt Sveriges vätgasstrategi pekades fyra svenska regioner ut som potentiella vätgaskluster: Norrbotten, västkusten, mellersta Sverige och nordvästra Skåne [7]. I mellersta Sverige och i Norrbotten är vätgasbehovet idag praktiskt taget noll men förväntas kunna bli mycket högt i framtiden på grund av det flertal företag inom stålindustrin som är verksamma inom dessa områden. På västkusten kommer vätgasbehovet från kemiindustrin som redan idag är det högsta i Sverige [7].

I nordvästra Skåne är det idag framför allt Höganäs AB och Kemira Kemi AB som är verksamma med vätgas. Denna studie har visat att det finns flera företag i Skåne som är potentiellt intresserade av att inkludera vätgas som del av sin verksamhet och på så sätt bli en del av den skånska vätgasvärdekedjan, med förutsättningar för ett skånskt vätgaskluster. Å andra sidan har studien också visat att trots att intresset är stort är det få företag som har konkreta planer på hur de skulle använda vätgas. Av de företag som uppger att de skulle kunna använda vätgas i sin verksamhet säger de flesta att det inte är aktuellt på närtid, utan något man snarare ser på sikt.



Figur 3: Potentiella vätgaskluster i Sverige. Bild från Fossilfritt Sveriges vätgasstrategi [7]

Bedömningen utifrån denna studie är att ett nordvästskånskt vätgaskluster på kort sikt (fram till ca 2025) hade först och främst bestått av Höganäs AB och Kemira Kemi AB samt en eller flera vätgastankstationer, då andra industriella användare inte är redo att ställa om till vätgas än. På längre sikt (2030 och framåt) hade klustret möjligtvis kunnat utökats med ett par industriella användare, och andra aktörer i värdekedjan. Men det är inte heller helt självklart att dessa industrier skulle ställa om till vätgas då det också finns andra alternativ för dem att tillgå. I *Underlagsrapport: Förslag till nationell strategi för vätgas, elektrobränslen och ammoniak* skriver Energimyndigheten att industrikluster för vätgas kommer innebära potential för andra aktörer. Exempelvis genom överkapacitet i vätgasproduktion kan det spridas till infrastruktur och transport. Även biprodukter från vätgasproduktion som syrgas och spillvärme kan skapa potential för samhällsfunktioner och ny industri [8].

Den stora vågmästaren är dock CCU. Det är tänkbart att koldioxidutsläpp från industrier runt om i Skåne skulle kunna transporteras till nordvästra Skåne där vätgasen finns för att framställa e-bränslen så som metanol. Detta skulle som tidigare diskuterat dramatiskt öka användningen av vätgas i Skåne. Även med CCU förväntas vätgasbehovet i Skåne vara betydligt lägre än för västkusten eller Norrbotten. Detta behöver dock inte nödvändigtvis innebära att en klusterbildning i Skåne inte är värd att genomföra, och det är intressant att undersöka saken vidare genom ett eller ett par dialogmöten.

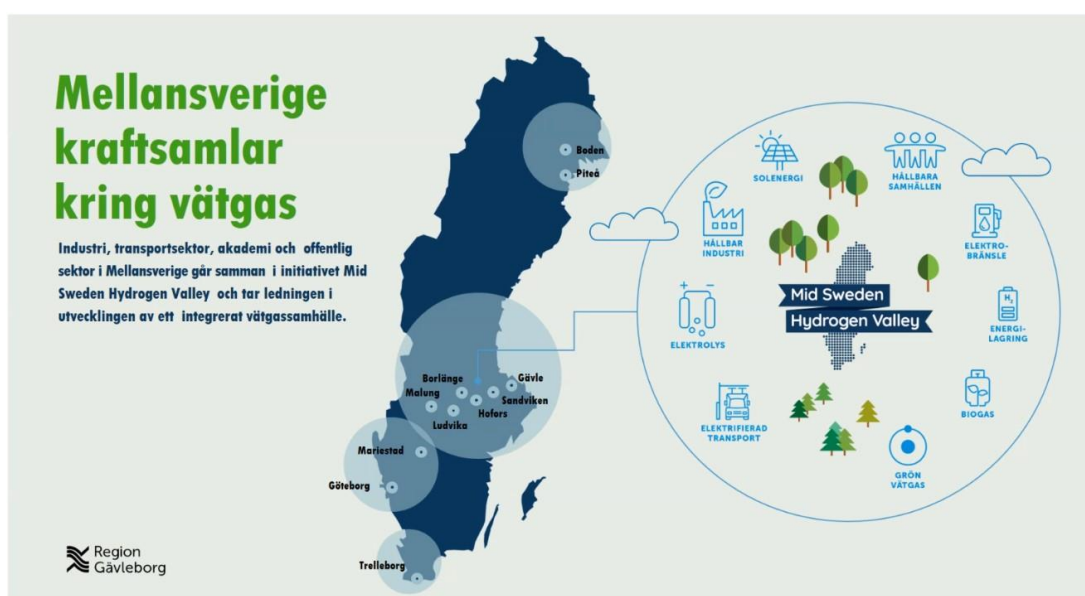
Hur kan ett vätgaskluster organiseras?

Mid Sweden Hydrogen Valley

Mid Sweden Hydrogen Valley (MSHV) bildades som ett vätgaskluster i februari 2021, det efter ett möte mellan regionala företrädare och näringslivsaktörer hösten 2020. I MSHV finns en strategigrupp vars funktion är att koordinera arbetsinsatser och peka ut riktningen för

medlemmarna. Gruppen (som leds av ordförande från Region Gävleborg) består av den regionala stålindustrin, logistikkluster, energiproducenter och de regionala samverkanssamordnarna. Totalt i MSHV ingår ett 30-tal företag/aktörer som kommer från tillverkningsindustri, transportsektor, energisektor, akademi och forskning, länsstyrelser och företrädare från regionförbunden i Dalarna och Gävleborg. I detta partnerskap jobbar man tillsammans för att integrera vätgas i samhället för fossilfri industriproduktion, gröna transporter och stabila, regionala energisystem. Syftet är att gå samman för att upprätta planer, dela erfarenheter och söka finansiering för innovativa och sektorsövergripande projekt inom vätgasområdet som ger samhällsnytta och synergieffekter. De arbetar genom samverkan och kommunikation. I figuren nedan illustreras MSHV.

För mer information hänvisas till hemsidan [Mid Sweden Hydrogen Valley - Region Gävleborg \(regiongavleborg.se\)](https://regiongavleborg.se).



Figur 4. Illustration om Mid Sweden Hydrogen Valley. Bilden har fått tillåtelse att användas och kan hämtas enligt referenskälla [40].

Vid stora och komplexa omställningsarbeten som dessa behövs kontinuerlig information till samtliga berörda samt ofta kunskapshöjande aktiviteter. För att andra intressenter som kan bidra på andra sätt än i något produktions- eller avsättningsled i värdekedjan, till exempel beslutsfattare på olika nivåer regionalt, har även en offentlig arbetsgrupp startats. Regioner, kommuner och andra aktörer behöver på bästa sätt stötta de satsningar som görs bland annat med politiska beslut och för att dessa ska baseras på bästa grund behövs en kontinuerlig dialog och inkludering.

Den offentliga arbetsgruppen fungerar som en mötesplats där RISE och MSHV presenterar vad som pågår i MSHV och omvärldsspaningar. Här arrangeras även workshops där det förs diskussioner kring vad som pågår i regionen och kring vätgas generellt. Där bjuds samtliga kommuner in (15 st i Dalarna, 10 st i Gävleborg), varav de inbjudna uppmanas sprida information vidare till de som har intresse för vätgasfrågor. På mötena sprids information och kunskap och MSHV får input från kommunerna, vad de har för utmaningar och behov.

Flera sätt att producera vätgas

I Tabell 5 nedan sammanställs hur mycket elektrolys och el som behövs för att förse vätgasklustret utefter dess vätgasbehov.

Tabell 5: Beräknat behov av effekt och energi till elektrolys i ett nordväst skånskt vätgaskluster⁹

Scenario	Vätgasbehov	Effektbehov elektrolys	Elförbrukning elektrolys
Oförändrad användning av vätgas mot idag	15 ton H ₂ /dag	40 MW	0,3 TWh/år
Ökad användning av vätgas inom industri och transport men utan CCU	35 ton H ₂ /dag	90 MW	0,6 TWh/år
Ökad användning av vätgas inom industri och transport med en del CCU	100 ton H ₂ /dag	260 MW	1,8 TWh/år
Ökad användning av vätgas inom industri och transport med en maximal CCU	240 ton H ₂ /dag	630 MW	4,4 TWh/år

Effekt- och energibehovet för att tillverka all vätgas är relativt stor. Under intervjuerna har Skånes effektproblematik diskuterats flera gånger. Flera aktörer menar att effektbristen i vissa delar av Skånes elnät gör det svårt för dem att använda elektrolys (men det bör också påpekats att denna mening inte delats av alla aktörer.) En lösning till denna problematik skulle vara att söka andra metoder för att producera vätgas. Några sådana metoder har introducerats tidigare i rapporten. I denna studie väljer vi att inte elaborera kring vilken produktionsmetod av vätgas som är att fördra, vi vill endast visa att det finns flera alternativ.

En liknande studie har tidigare genomförts i form av examensarbete, där det undersöktes praktisk genomförbar potential för förnybar vätgas inom Skånes energisystem till 2030. Där beräknades den största mängd vätgas som skulle kunna produceras i regionen vara 1,3 - 6,3 TWh/år genom elektrolys med förnybar el och 0,33 - 2,3 TWh/år genom reformering av biogas [41].

Skånsk vätgas kan hjälpa transportsektorns omställning

Överlag ser vätgasen ut att ha en mindre roll att spela i Skåne jämfört med andra regioner i Sverige, främst västkusten och Norrbotten. Detta innebär dock inte att vätgas inte har någon utökad roll, vätgasen är sannolikt fortfarande viktig för omställningen av transportsektorn.

För att uppnå Sveriges klimatmål om utsläppsminskningar skulle upprättandet av vätgastankstationer för tunga transporter inom Skåne vara ett strategiskt beslut på flera vis. Intervjuerna med skånska åkerier har visat att det finns ett behov och ett intresse av att testa nya drivmedel för att klara klimatomställningen. Statistiken över antal tunga lastbilar per capita (se bilagan) antyder också att transportsektorn har en viktig roll att spela i flera skånska kommuners näringsliv. Även ur ett nationellt och internationellt perspektiv är Skåne en viktig region för tunga transporter. Vätgastankstationer inom Skåne kan på sikt också möjliggöra att tung vätgastrafik kan färdas mellan städer som Köpenhamn, Malmö, Göteborg, Stockholm, Oslo med mera. För att lyckas med omställningen av tunga transporter både inom Skåne, Sverige och Europa är det därför viktigt att det inom Skåne finns möjlighet att tanka vätgas för tunga transporter.

Studien har dock tydligt visat att för att stärka Skåne som vätgaskluster har transportsektorn en relativt liten roll att spela, vätgasbehovet från andra användningsområden är helt enkelt mycket större. Det bör också poängteras att vätgas inte är den enda lösningen tillgänglig för att ställa om

⁹ Räknat med att elektrolys förbrukar 50 kWh/kg H₂ och har 7000 fullasttimmar om året.

transportsektorn, som tidigare konstaterat används redan idag HVO, biogas och batterielektrisk drift för att minska transportsektorns utsläpp.

Möjliga synergier för att skapa lönsam produktion, distribution och användning

Det finns flera sätt som skånska aktörer kan samverka för att få en större etablering av vätgas och bättre lönsamhet. Nedan föreslås några möjliga affärsmodeller som kopplar samman produktion, distribution och användning. Notera att detta endast är ett urval och att det kan finnas fler möjliga kopplingar.

- **Koppla utbyggnad av vindkraft med elektrolys**
Det finns planer på stor utbyggnad av havsbaserad vindkraft i Skåne, Blekinge, Halland och Danmark. Möjligheten finns att upprätta elektrolys som en del av vindkraftsparken. Då skulle vätgasen produceras vid vindkraftsparken och sedan behöva distribueras till användningsorten. Detta kan vara bättre än att distribuera elen till användaren då det är bekant att utbyggnaden av elnätet är kostsamt och tar tid. Dock finns det även frågetecken kring distribution av vätgas. I denna studie har vi inte hittat exempel på praktiska distributionsmöjligheter för vätgas som finns tillgängliga inom närtid. Undantaget för detta är möjligen en mindre distributionspipeline, likt den i Sandviken.
- **Öka vätgasbehovet genom att ta emot CO₂ för att producera e-bränslen**
Studien har visat att det finns stort potential för att öka användningen av vätgas genom CCU. Större användning av vätgas vid en och samma ort skulle sannolikt innebära mer kostnadseffektiv produktion och distribution av vätgas. En möjlighet för ett företag som vill öka sin användning av vätgas skulle vara att ta emot CO₂-utsläpp från andra företag för att sedan producera e-bränslen med CO₂-utsläppen.
- **Stötta transportsektorns omställning**
Det är sannolikt att någon form av vätgastankning kommer att behöva upprättas runt Helsingborgsområdet. Vätgasproducenter i nordvästra Skåne skulle kunna förse denna med vätgas. För tankstationsägaren kan detta vara bland de billigare sätten att få tag i grön vätgas. Denna etablering skulle även stötta vidare utbyggnad av vätgastankstationer runt om i Skåne och närliggande regioner.
- **Producera vätgas från restströmmar**
I de fall elektrisk energi inte finns att tillgå i den mängd det behövs eller om det helt enkelt är för dyrt, är det intressant att se vilka andra lösningar som finns för att producera vätgas. I Skåne skulle det till exempel kunna innebära att man producerar vätgas från avfall och restströmmar från stad, industri och lantbruk.

Hinder för etablering av vätgaskedjor i Skåne

- Via intervjuerna är det tydligt att aktörerna följer utvecklingen kring vätgas, både nationellt och internationellt. Många är beredda att investera i vätgasteknik så fort det blir mer kommersiellt och med lägre investeringskostnader så att det kan konkurrera med andra alternativ, som exempelvis naturgas. Inom många områden finns produktionsteknologier på marknaden idag, exempelvis elektrolysörer, men potentiella investerare väntar på att efterfrågan ska öka. Liksom producenter väntar på att användare ska räkna upp handen, likaså väntar användare av vätgas på att det ska finnas produktion redo. För att underlätta detta kan någon form av avtal vara att föredra som binder samman producenter och användare (om det inte är samma aktör). Exempel kan vara något liknande som de långsiktiga elköpsavtalen PPA "Power

Purchase Agreements” som används mycket inom vindkraft. Där binder producenter och säljare priset för en viss volym över en lång tidsperiod, vilket minskar pris- och leveransrisker.

- De aktörer som intervjuats efterfrågar subventioner och på vissa håll finns det oklarheter vad gäller regelverk och säkerhetsaspekter, vilket leder till långa tillståndsprocesser. Vätgas har länge använts inom industrier, men nu börjar fler möjliga användningsområden för vätgasen presenteras. Många aktörer efterfrågar fler faktiska vätgasprojekt och demoanläggningar, vilket anses viktigt för att det ska finnas exempel att se och känna på.
- Ytterligare ett hinder för större vätgasetablering i Skåne uttrycks vara för dyra elpriser, eller för liten variation i elpriser. Det finns flera studier som pekar på att det inte är lönsamt med vätgasproduktion om vätgasens enda syfte är att agera säsongslager och att hjälpa elnätet vid enstaka tillfällen per år. Detta blir ett problem i elområden som har kapacitetsproblem och överföringsbrist. Några av de intervjuade aktörerna menade på att en möjlighet för att lösa delar av ovanstående problematik kan vara att skippa det sista steget (med att konvertera vätgas till el) och istället ha som syfte att sälja vätgasen som transportbränsle eller till närliggande industri.
- Det finns även aktörer som ser möjligheter för sektorkoppling av vätgasproduktion mot fjärrvärme för att dra nytta av spillvärmens som uppstår i elektrolysen. Detta kan generera fler ekonomiska intäkter, men det är då viktigt med elektrolysörer som kan arbeta vid tillräckligt höga temperaturer.
- Vad gäller implementering av vätgas inom transportsektorn är mognadsgraden definitivt ett hinder. Gällande bränslecellsfordon finns idag endast serieproduktion av personbil, även där i relativt liten skala. De finns sällan att köpa direkt hos bilhandlare utan måste beställas. Det finns ingen större serieproduktion av tyngre bränslecellsfordon, de specialtillverkas efter beställning. Då det inte finns så många tillverkare av tyngre bränslecellsfordon är också ledtiderna långa. Volvo tror att de kan ha prototyper för lastbilar redo runt 2025, men att serietillverkning inte sker före 2027.

Diskussion

Denna studie genomfördes mellan november 2021 och april 2022. Energibranschen som helhet befinner sig just nu under stor omställning vilket gör att lägesbilden hela tiden förändras. Vätgas är för många ett helt nytt område som först nu, på allvar, utforskas av dem. Detta innebär att mycket av det som står skrivet i rapporten kan komma att ändra sig framöver, även inom relativt kort tid.

Studien har också haft vissa begränsningar. Mycket av den information som framkommit är sekretessbelagd och kan därför inte framföras direkt i rapporten. Totalt har cirka 30 aktörer intervjuats som del av studien men även fler har tillfrågats. Av de tillfrågade, som inte har intervjuats, är det flera som sannolikt skulle kunna påverka rapportens resultat och slutsatser.

Flera vidare studier är möjliga.

- Samma studie skulle kunna genomföras inom några år för att få en uppdaterad bild av läget då det är mycket som förväntas hända (alternativt inte hända) inom vätgassektorn de närmaste åren.
- Ett annat förslag till studie är en förstudie om hur vätgas kan exporteras från Danmark till Skåne och övriga Sverige, likt den studie som genomförts för export från Danmark till Tyskland.
- Ytterligare ett förslag är att utföra case-specifika studier för vätgasproduktion och användning inom Skåne, likt den studie som redan genomförts för Höganäs av RISE i

- 2021 [32] men möjligtvis för andra användare och med fler alternativ för vätgasproduktion.
- Potentialen för CCU bör utredas vidare, denna studie har visat att CCU skulle kunna bidra till ett stort vätgasbehov i Skåne. Idag är det dock osäkert vilka e-bränslen som är lönsamma att producera, hur stor efterfrågan är och var det är mest lämpat att producera dessa.
 - Det finns olika synsätt kring centraliserad och decentraliserad vätgasproduktion. Ett fall där vätgasen produceras vid en vindkraftspark och sedan transporteras till användning, kan innebära dyra transportkostnader. Att investera i många fler, mindre anläggningar kan också bli kostsamt i drift och underhåll jämfört med en stor och gemensam anläggning. Många aktörer i studien poängterade vikten av vätgasproduktion nära användaren, för att minimera stora transportkostnader som kan bidra till en mer olönsam vätgasproduktion. Om användaren finns centralt i en kommun, kan det även underlätta för fler aktörer att koppla in sig på vätgaskedjan om det till exempel finns överskott som kan säljas vidare. Det föreslås vidare studier kring tekniska och ekonomiska möjligheter kring detta.
 - Problematiken kring effektbrist och höga elpriser i Skåne och SE4 är något som uttryckts i många intervjuer. Det ses som ett hinder för implementering av elektrolysörer. Som har nämnts tidigare i studien så finns andra produktionsmetoder för vätgas. Det föreslås vidare studier kring tekniska och ekonomiska förutsättningar för dessa, för att kunna fastställa den mest implementerbara och lönsamma att investera i. Även vidarestudier föreslås kring jämförelser av att förstärka överföringskapaciteten mellan närliggande elområden med att bygga ut förnybar kraftförsörjning i SE4.

Författarna vill slutligen understryka att studien inte är en komplett bild av alla möjligheter som finns och planeras i Skåne, eller i närliggande regioner. Det urval av intervjuer som gjorts baseras på en intressentkartläggning som gjorts med hjälp av flera aktörer med insikt i vätgasmarknaden i Skåne, och närliggande regioner. Därtill är det viktigt att ha med sig att många av aktörerna har i intervjuerna uttryckt strategier, och inte tagna beslut, se Figur 1.

Referenser

- [1] A. Lara, D. Peters, T. Fichter och Guidehouse, "The role of gas and gas infrastructure in Swedish decarbonisation pathways 2020-2045," Energiforsk, Stockholm, 2021.
- [2] E. Ormegard och M. Särnbratt, "Förnybar vätgas i Skåne – En utvärdering av praktiskt genomförbar potential ur ett energisystemperspektiv," Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2020.
- [3] M. Edvall, L. Eriksson, S. Harvey, J. Kjärstad och Larfeldt, "Vätgas på Västkusten," RISE & Chalmers, Göteborg, 2022.
- [4] B. Aronsson, C. Blomberg, L. Weinreder, E. Wiberg, P. Seremark och H. Tillborg, "Vätgas som möjliggörare för energiomställning och stadsutveckling," Vätgas Sverige, Trelleborg, 2021.
- [5] L. Karlsson, "Färdplan för grön vätgas i Jämtlands län," Peak Region AB, Östersund, 2020.
- [6] A. Axelsson, J. Lundström och O. Solér, "Scenario för det Skånska Elsystemet Elanvändning och effektbehov idag, 2030 och 2040.," Region Skåne, Kristianstad, 2020.
- [7] Fossilfritt Sverige, "Strategi för fossilfri konkurenskraft - vätgas," Fossilfritt Sverige, 2021.
- [8] Energimyndigheten, "Underlagsrapport: Förslag till nationell strategi för vätgas, elektrobränslen och ammoniak," Arkitektkopia, Bromma, 2021.
- [9] J. Milton, K. Eriksson och P. Ståhl, Skribenter, *Webbinarium/workshop - Förnybar vätgas för transporter i Blekinge*. [Performance]. Energikontor Sydost, 2022.
- [10] Liquid Wind, "Liquid Wind får 151 miljoner kronor i investeringsbidrag från Klimatklivet," 2020. [Online]. Available: <https://www.liquidwind.se/news/liquidwind-klimatklivet-151miljoner-kronor>.
- [11] Vätgas Sverige, "Hyzon levererar vätgasbilar till den svenska logistikkoncernen MaserFrakt," Vätgas Sverige, 01 03 2022. [Online]. Available: <https://vatgas.se/2022/03/01/hyzon-levererar-vatgasbilar-till-den-svenska-logistikkoncernen-maserfrakt/>. [Använd 17 03 2022].
- [12] Einride, "Erikssons Åkeri in Tomelilla offering electric transport with Einride," Einride, 07 07 2020. [Online]. Available: <https://www.einride.tech/press/erikssons-akeri-in-tomelilla-offering-electric-transport-with-einride/>. [Använd 17 03 2022].
- [13] Dagens Logistik, "REKORDSTOR LADDSTATION FÖR LASTBILAR BYGGS I HELSINGBORG," Dagens Logistik, 22 11 2021. [Online]. Available: <https://dagenslogistik.se/rekordstor-laddstation-for-lastbilar-byggs-i-helsingborg/>. [Använd 17 03 2022].
- [14] M. O. Jeffery, "Familjeåkeri bygger Sveriges största laddpark i Malmö för tung trafik," Sydsvenskan, 08 02 2022. [Online]. Available: <https://www.sydsvenskan.se/2022-02->

- 08/familjeakeri-bygger-sveriges-storsta-laddpark-i-malmo-for-tung-
trafik?utm_content=buffer57f0b&utm_medium=sydsvenskan&utm_source=fb&utm_c
ampaign=bfr. [Använd 17 03 2022].
- [15] M. Sandelin, "Vätgasprojekt ledde till omfattande samarbete," Sjöfartstidningen, 18 02 2022. [Online]. Available: <https://www.sjofartstidningen.se/vatgasprojekt-ledde-till-omfattande-samarbete/>. [Använd 17 03 2022].
- [16] Uniper, "Oskarshamn – en liten stad med stora (vätgas)ambitioner," 14 Februari 2022. [Online]. Available: <https://www.uniper.energy/sverige/nyheter/oskarshamn-en-liten-stad-med-stora-vatgasambitioner/>.
- [17] Fuel Cells and Hydrogen Observatory, "Hydrogen Supply Capacity," 2022. [Online]. Available: <https://fchobservatory.eu/observatory/technology-and-market/hydrogen-supply-capacity>.
- [18] Klima-, Energi og Forsyningsministeriet, "Udvikling og fremme af brint og grønne brændstoffer (Power-to-X-strategi)," Regeringen, København, 2022.
- [19] U. Fröhlke, "Haldor Topsoe establishes focused green hydrogen organization to accelerate electrolysis business," Haldor Topsoe, 1 Juni 2021. [Online]. Available: <https://blog.topsoe.com/haldor-topsoe-establishes-focused-green-hydrogen-organization-to-accelerate-electrolysis-business>.
- [20] D. Johansson och S. Nilsson, "Förnybar vätgas i Kronoberg – en förstudie," Energikontor Sydost AB, 2020.
- [21] IEA, "Global Hydrogen Review 2021," IEA, 2021.
- [22] Energimyndigheten, "Vindkraftsstatistik," 2021. [Online]. Available: <https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/vindkraftsstatistik/>.
- [23] Wikipedia, "Wind power in Denmark," 24 01 2022. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power_in_Denmark.
- [24] Njordr Offshore Wind AB, "Vindkraft & Vätgasproduktion ger Grön Flexibel Baskraft," i *Förnybar vätgas för transporter i Blekinge, Webbinarium Energikontor Sydost*, 2022.
- [25] Catator, "Catator," Catator, 2022. [Online]. Available: <https://catator.se/>. [Använd 21 03 2022].
- [26] Plagazi, "Plagazi," Plagazi, 2022. [Online]. Available: <https://www.plagazi.com/>. [Använd 21 03 2022].
- [27] Pale Blue Dot, "Hydrogen Supply Chain Map for the North Sea Region," Pale Blue Dot, 2018.
- [28] Gasforeclimate2050, "European Hydrogen Backbone," 2020.
- [29] Gasforeclimate2050, "Extending the European Hydrogen Backbone," 2021.

- [30] eh2b, "European Hydrogen Backbone - A EUROPEAN HYDROGEN INFRASTRUCTURE VISION COVERING 28 COUNTRIES," eh2b, 2022.
- [31] D. P. T. F. G. ALVARO LARA, "The role of gas and gas infrastructure in Swedish decarbonisation pathways 2020-2045," Energiforsk, 2021.
- [32] A.-K. J. L. A. M. E. H. P. L.-O. N. Jens Wolf, "Detaljerad analys state-of-the-art industriell elektrolys - fallstudie," 2021.
- [33] Danish Ministry of Climate, Energy and Utilities, "The Government's strategy for Power-to-X," 2021.
- [34] Brintbranchen, "Brintbranchen: Dansk PtX-eventyr skudt i gang med solid PtX-strategi – nu haster implementeringen," Brintbranchen, 15 03 2022. [Online]. Available: <https://brintbranchen.dk/en/hydrogen-denmark-danish-ptx-adventure-kicked-off-with-solid-ptx-strategy-now-the-implementation-is-urgent/>. [Använd 21 03 2022].
- [35] Gasunie, Energinet, "Pre-feasibility Study for a Danish-German Hydrogen Network," 2021.
- [36] Energinet, "WINDS OF CHANGE IN A HYDROGEN PERSPECTIVE - PtX Strategic Action Plan," Energinet, 2019.
- [37] M. Edvall, L. Eriksson, S. Harvey, J. Kjærstad och J. Larfeldt, "Vätgas på västkusten," Göteborg, 2022.
- [38] H. S. Öberg, "Elektrobränsle en "räddare i nöden" för flyget," Dagens Nyheter, 16 03 2022. [Online]. Available: <https://www.dn.se/ekonomi/elektrobransle-en-raddare-i-noden-for-flyget/>. [Använd 28 03 2022].
- [39] EU Kommissionen, "European Commission: Funding & tender opportunities," [Online]. Available: Horizon Europe Framework Programme (HORIZON). [Använd 19 04 2022].
- [40] Region Gävleborg, "Mid Sweden Hydrogen Valley," u.å.. [Online]. Available: <https://www.regiongavleborg.se/globalassets/regional-utveckling/samhallsplanering-och-infrastruktur/elkraftsforsorjning/anders-lundell-mid-sweden-hydrogen-valley.pdf>.
- [41] E. Ormegard och M. Särnbratt, "Förnybar vätgas i Skåne: En utvärdering av praktisk genomförbar potential ur ett energisystemperspektiv," Lunds Tekniska Högskola, Lund, 2020.
- [42] Trafik Analys, "Fordon på väg," Trafik Analys, 2021. [Online]. Available: <https://www.trafa.se/vagtrafik/fordon/>. [Använd 17 03 2022].
- [43] SCB, "Befolkningsstatistik (2021)," SCB, 30 09 2021. [Online]. Available: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/befolkning/befolkningens-sammansattning/befolkningsstatistik/>. [Använd 17 03 2022].
- [44] Vätgas Sverige, "Trelleborg blir första staden att etablera en tankstation i den nordiska vätgaskorridoren," Vätgas Sverige, 26 08 2021. [Online]. Available: <https://vatgas.se/2021/08/26/trelleborg-bli-forsta-staden-att-etablera-en-tankstation-i-den-nordiska-vatgaskorridoren/>. [Använd 17 03 2022].

- [45] Vätgas Sverige, "Everfuel planerar 15 vätgasmackar i Sverige," Vätgas Sverige, 29 04 2021. [Online]. Available: <https://vatgas.se/2021/04/29/everfuel-planerar-15-vaetgasmackar-i-sverige/>. [Använd 17 03 2022].
- [46] H2Energy, "H2Energy," H2Energy, 2021. [Online]. Available: <https://h2energy.ch/en/>. [Använd 17 03 2022].
- [47] H2-View, "Norway to introduce hydrogen-powered heavy-duty transport with the H2 Truck initiative," H2-View, 06 12 2021. [Online]. Available: <https://www.h2-view.com/story/norway-to-introduce-hydrogen-powered-heavy-duty-transport-with-the-h2-truck-initiative/>. [Använd 17 03 2022].
- [48] Vätgas Sverige, "Karta över vätgastankstationer," Vätgas Sverige, 2022. [Online]. Available: <https://vatgas.se/>. [Använd 17 03 2022].
- [49] "Förslag till EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING om utbyggnad av infrastruktur för alternativa bränslen och om upphävande av Europaparlamentets och rådets direktiv 2014/94/EU," Europeiska Kommissionen, 14 07 2021. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0559&from=EN>. [Använd 17 03 2022].
- [50] Nordic Hydrogen Corridor, "Nordic Hydrogen Corridor," Nordic Hydrogen Corridor, 2022. [Online]. Available: <https://nordichydrogencorridor.com/>. [Använd 17 03 2022].
- [51] Stringnetwork, "Stringnetwork," Stringnetwork, 2022. [Online]. Available: <https://stringnetwork.org/>. [Använd 17 03 2022].
- [52] H2Accelerate, "Accelerating the Uptake of Green Hydrogen For Trucking," H2Accelerate, 2021. [Online]. Available: <https://h2accelerate.eu/>. [Använd 17 03 2022].
- [53] IEA, "Global EV Data Explorer," IEA, 19 04 2021. [Online]. Available: <https://www.iea.org/articles/global-ev-data-explorer>. [Använd 17 03 2022].
- [54] ACEA, "Fact sheet: trucks," ACEA, 26 08 2021. [Online]. Available: <https://www.acea.auto/fact/fact-sheet-trucks/>. [Använd 17 03 2022].
- [55] "Vägrafikflödeskartan," Trafikverket, 2021. [Online]. Available: <https://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation>. [Använd 17 03 2022].
- [56] Naturvårdsverket, "Utsläpp av växthusgaser från inrikes transporter," Naturvårdsverket, 31 03 2021. [Online]. Available: <https://sverigesmiljomal.se/etappmalen/utslapp-av-vaxthusgaser-fran-inrikes-transporter/>. [Använd 22 03 2022].
- [57] RISE, "Biobaserade energibärares bidrag till ett flexibelt energisystem," RISE, 18 01 2022. [Online]. Available: <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/biobaserade-energibarares-bidrag-till-ett-flexibelt-energisystem>. [Använd 30 03 2022].
- [58] 2022. [Online]. Available: <https://northsearegion.eu/hytrec2/deliverables-documents/>. [Använd 05 04 2022].

- [59] Vestas, "V236-15.0 MW(TM)," 2021. [Online]. Available: <https://www.vestas.com/en/products/offshore/V236-15MW>.

Bilagor

Bilaga 1 - Transporter

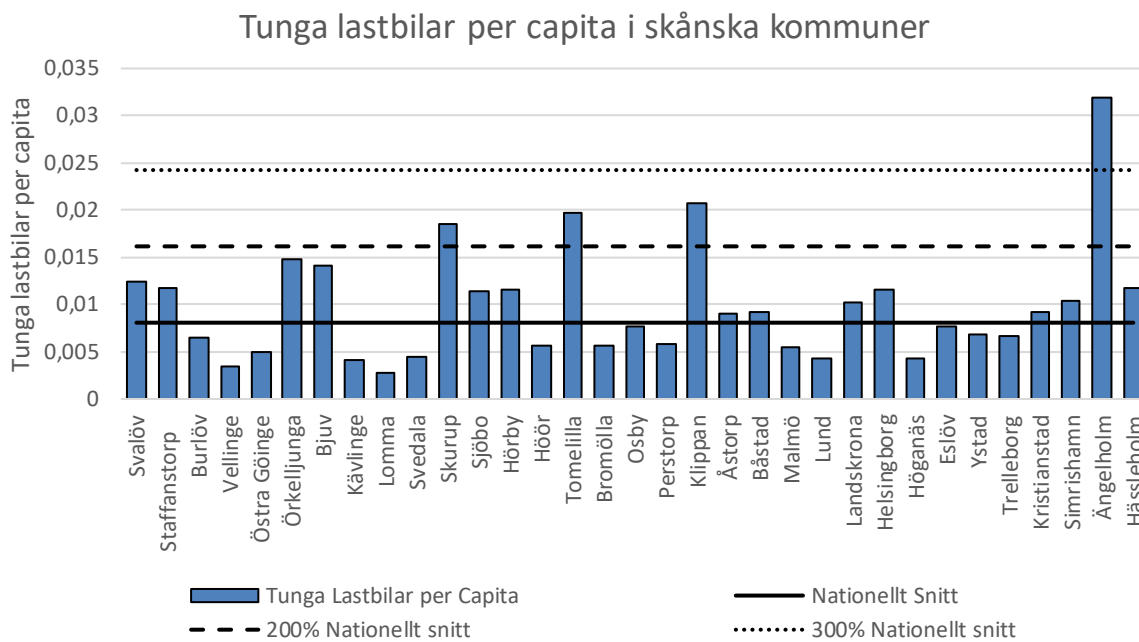
Statistik

För att komplettera studien har statistik från Trafikverket, Trafik Analys och SCB använts. Några intressanta insikter är:

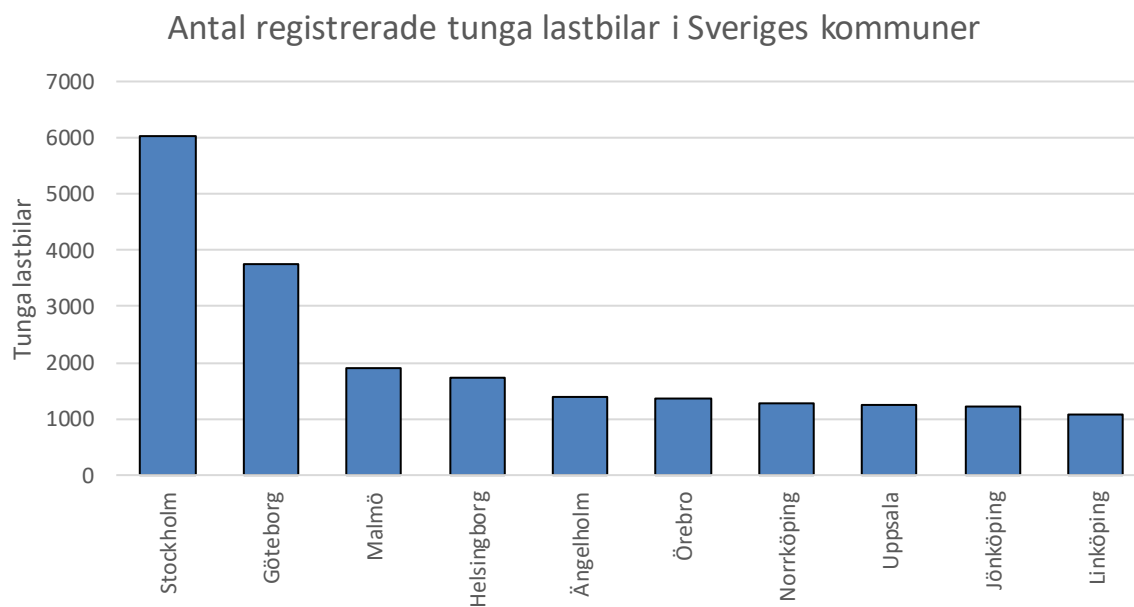
- I 2020 fanns det 12 045 tunga lastbilar i Skåne. Antalet har ökat med ungefär 1 – 2 % per år under de senaste åren.
- Av dessa lastbilar var endast 334 st biogaslastbilar och 5 st elektriska. Utöver dessa fanns det även 95 st bensin, 6st elhybrider 3 st etanol och 4 st övriga. Vätgas är inte en egen kategori i Trafikverkets statistik.
- Biogas är den kategori som växer stadigast (har ökat med 2 – 3 % sedan statistikföringen påbörjades i 2018). Detta stöds även av intervjuerna med åkerierna.
- Statistiken visar att tunga lastbilar spelar en stor roll i Skåne. Av de fem kommuner med flest tunga lastbilar registrerade i Sverige är tre av dessa skånska (Malmö, Helsingborg och Ängelholm).
- Framförallt Helsingborg och Ängelholm sticker ut ur. Helsingborg har ungefär 50 % fler tunga lastbilar per capita än det nationella genomsnittet och Ängelholm har nästan 4 gånger fler än det nationella snittet. Stockholm, Göteborg och Malmö ligger alla under det nationella snittet.
- Ängelholm är den svenska kommun som har näst-flest tunga lastbilar per capita (0.032 lastbilar/person) endast Arjeplog (en kommun på 2707 invånare) har fler (0.034 lastbilar/person)
- Längs E6:an mellan Helsingborg och Malmö passerar det dagligen cirka 8000 tunga lastbilar. Mellan 1500 – 5500 tunga lastbilar passerar dagligen längs övriga TEN-T vägar i västra Skåne.

Tabell 6: Sammanställning av Trafik Analys statistikföring över tunga lastbilar i Skåne 2015 - 2020. Gas syftar på biogas. Före 2018 statistikfördes det inte efter drivmedel. [42]

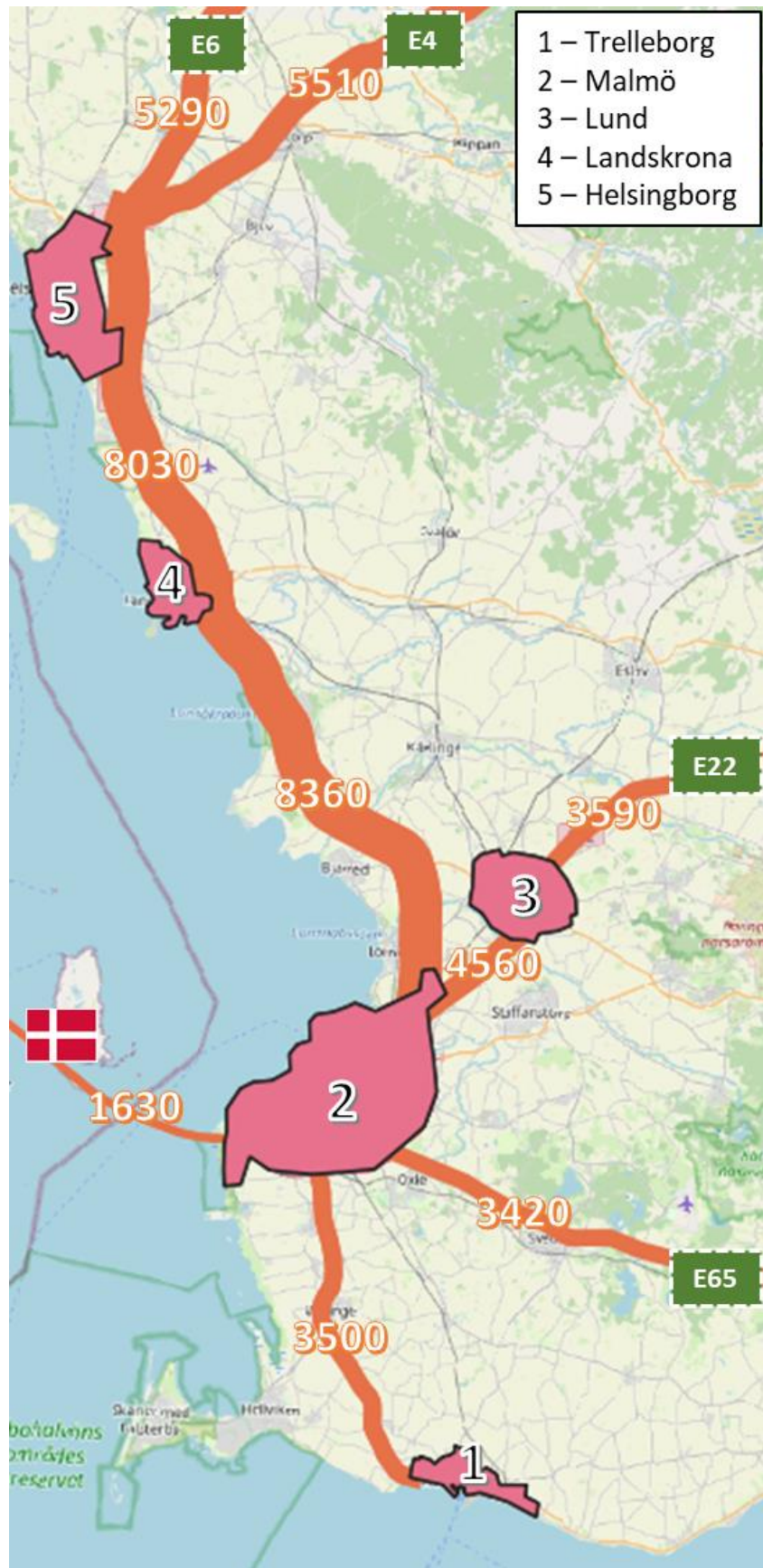
År	Bensin	Diesel	Biodiesel	El	Elhybrider	Etanol	Gas	Övriga	Totalt
2015									11 048
2016									11 576
2017									11 593
2018	113	11 270	38	0	3	0	253	5	11 682
2019	105	11 564		1	4	2	303	4	11 983
2020	95	11 598		5	6	3	334	4	12 045



Figur 5: Antal tunga lastbilar per capita i skånska kommuner (2020). [42], [43]



Figur 6: Svenska kommuner med flest registrerade tunga lastbilar (2020). [42]



Figur 7: ÅDT för lastbilstransporter längs europavägar i Öresundsområdet. ÅDT avser båda köriktningarna, (ÅDT = Årsdygnsmedeltransport) [55]

Scenarion för vätgas i tung trafik i Skåne

I detta kapitel illustreras ett exempel på hur tillväxten av vätgasdriven tung trafik skulle kunna se ut i Skåne. Det bör förtydligas att det endast handlar sig om ett exempel men att detta exempel är baserat på hur tillväxten av vätgas och andra drivmedel har sett ut historiskt i andra sektorer samt den information som har fåtts ut från intervjuerna.

Scenario 1: Den första tankstationen – 2023

Innan någon form av vätgastrafik kan uppstå måste en vätgastankstation först upprättas. Mycket få företag är villiga att upprätta en vätgastankstation med mindre än en viss garanti att den kommer att användas. På samma gång är inget transportbolag intresserat av att köra vätgaslastbilar utan garanti att dessa kommer användas och att kunderna är redo att betala för den extra kostnad det medför mot andra alternativ. För att de första vätgasdrivna transporterna skall komma på plats krävs det alltså minst tre saker:

- En aktör som är villig att upprätta en vätgastankstation för tunga transporter med en garanti att denna tankstation kommer användas.
- En aktör som är villig att införskaffa vätgaslastbilar och köra dessa men med garanti från kunderna att de kommer köpa transporter från dessa och betala vad det kostar.
- En eller flera kunder som garanterar att de köper vätgasdrivna transporter av bolaget med lastbilarna.

Ett tänkbart scenario är att man använder ett liknande upplägg som Erikssons Greenroad gör för batterielektriska lastbilar fast för vätgas istället. Ett sådant fall skulle kunna se ut som följande: En vätgastankstation och 4 stycken vätgasdrivna lastbilar som vardera kör en sträcka på 300 – 500 km/dag. En vätgaslastbil förväntas konsumera 7 – 9 kg H₂/100 km vilket gör att sammanlagt kommer dessa stå för ett vätgasbehov på ca 80 – 180 kg H₂/dag. Det är även tänkbart att andra fordon kan komma att använda tankstationen, till exempel personbilar. Upp till 200 kg H₂/dag är rimligt.

I Trelleborg är redan en vätgastankstation på gång och förväntas driftsättas i 2022. Upphandlingen där är något annorlunda, det är Trelleborgs kommun som ska äga och köra fordonen vilket även inkluderar lättare fordon. Everfuel som äger och driver tankstationen har en överenskommelse med Trelleborg på att Trelleborg skall använda minst 120 kg vätgas per dag men man jobbar även gemensamt för att komma upp i 500 kg vätgas per dag [44]. Everfuel har även uttryckt planer på att upprätta vätgastankstationer i Malmö och Helsingborg [45].

Ett hinder för detta scenario är tidsbegränsningar. Ledtider för tankstationer och lastbilar kan vara långt mer än ett år vilket betyder att även om upphandlingen skulle ske idag (mars 2022) kanske inte allt är på plats förens slutet av 2023. Innan trafiken är i fullt bruk kan det ta ännu längre tid.

Scenario 2: Vätgaskorridor – 2026

En naturlig fortsättning är att sammankoppla fler tankstationer till så kallade ”transportkorridorer”. Det bygger på att det skall finnas en viss mängd vätgastankstationer över en längre vältrafikerad väg. Till exempel i Schweiz [46] och i Norge [47] finns sådana initiativ där man i Schweiz redan idag har 50 st vätgaslastbilar i drift och i Norge siktar man på att ha 100 st lastbilar till 2025.

Det är tänkbart att liknande initiativ skulle kunna ta plats i Sverige. I det här scenariot föreställs det att ett sådant initiativ på 100 lastbilar äger rum längs E6:an mellan Köpenhamn och Oslo. Vätgastankstationer måste först upprättas längs denna sträcka. I Köpenhamn, Oslo och Göteborg finns det redan idag vätgastankstationer [48] och för Malmö och Helsingborg finns det redan planer från Everfuel [45]. Det finns även en ett förslag till en målsättning i Europeiska Kommissionens ”Alternative Fuel Infrastructure Regulation” som säger att till 2030 skall det finnas minst en vätgastankstation per 150 km längs TEN-T vägnätet [49]. För att uppnå denna målsättning skulle det utöver det tidigare tankstationerna även krävas vätgastankstationer i Strömstad och Varberg (eller i närheten av dessa städer).

Totalt sett skulle det alltså omfatta tankstationer i sju orter. Antar vi att alla 100 lastbilar kör en sträcka på 600 km/dag och har en bränsleförbrukning på 8 kg H₂/100 km är det totala gemensamma vätgasbehovet för dessa lastbilar 4800 kg H₂/dag. Om vi dessutom antar att det är lika sannolikt för alla orter att en lastbil väljer att tanka där är vätgasbehovet per ort 685 kg H₂/dag. Då två av dessa orter är i Skåne blir det totala vätgasbehovet för tunga transporter i Skåne således 1370 kg H₂/dag. Antas det att det även finns lite trafik från annat håll är det rimligt att komma upp i 1500 – 1750 kg H₂/dag.

Precis likt det tidigare scenariot krävs det en samverkan mellan flera aktörer fast på en mycket större skala för att idén skall bli till verklighet. I det här fallet krävs det att det går att hitta aktörer längs hela sträckan i flera städer och orter för att sammanlänka hela korridoren. Det krävs även att transportbolagen och deras kunder har intresse att varor skall transporteras längs denna korridor. Idag finns det i Sverige två initiativ som jobbar för att etablera vätgastankstationer längs denna och andra sträckor i Sverige. Dessa initiativ heter Nordic Hydrogen Corridor [50] och String [51].

Scenario 3: Organisk vätgastrafik – 2030

Skulle de tidigare scenarion vissa sig vara framgångsrika är det möjligt att vätgasdriven tung börjar tillkomma på ett mer naturligt vis, ungefär på det sätt som hur antalet biogas-lastbilar ökar just nu. Till 2030 finns det olika visioner och målsättningar för hur stor andel av den tunga trafiken skall vara vätgasdriven. Partnerskapet H2Accelerate [52] (där bland annat Shell, Volvo och Daimler ingår) har som målsättning att det skall finnas 60 000 tunga vätgaslastbilar i EU till 2030. IEA (International Energy Agency) [53] har i sitt senaste scenario för en hållbar utveckling av energisektorn sagt att 75 000 tunga vätgaslastbilar krävs i Europa. Idag finns det ca 6 miljoner tunga lastbilar i Europa [54], det innebär att skulle dessa målsättningar nås skulle ungefär 1 % av all tung lastbilstrafik i Europa vara vätgasdriven. Med största sannolikhet är dock dessa lastbilar inte jämnt fördelade mellan hela Europa utan mer sannolikt koncentrerat längs de sträckor och orter med väl utbyggd infrastruktur för vätgas (dvs. tankstationer). Fler än 8000 tunga lastbilar passerar längs E6:an mellan Malmö och Helsingborg varje dag och ytterligare passerar också längs E4, E20, E22, E65:an samt genom hamnarna i Helsingborg, Malmö, Trelleborg och Ystad. Därför är det inte orimligt att anta att upp till 200 vätgaslastbilar skulle köra inom Skåne dagligen.

Många av dessa lastbilar, men säkerligen inte alla, kommer att stanna för att tanka i Skåne. Hur stor andel som tankar i Skåne kan tänkas bero på flera faktorer, till exempel avstånd till nästa tankstation, hur mycket lastbilarna kör innanför respektive utanför Skåne, skillnader i bränslepriser mellan Sverige och utlandet, vart depå och terminal för lastbilarna är placerade, med mera. En vätgaslastbil med en tank på 60 kg H₂ uppskattas ha en räckvidd på ungefär 750 km. I Skåne finns det flera stora distributionscentraler (bland annat i Helsingborg) och mer än 350 km TEN-T väg. Därför görs antagandet att det finns en 50 % sannolikhet att en lastbil stannar för att tanka i Skåne och att de i genomsnitt tankar 50 kg H₂ per påfyllning. Dessa

antaganden tillsammans skulle innebära att vätgasbehovet för tunga transporter i hela Skåne skulle vara runt 5000 kg H₂/dag.

Sammanfattning transporter

Utvecklingen av vätgas inom transportsektorn är osäker. Det är fortfarande inte helt tydligt inom vilka segment som batterielektrisk eller vätgaselektrisk framdrift är att föredra eller hur lång tid det kommer ta för dessa att etablera sig. I detta exempel framställs en tänkbar framtid för vätgasen inom den skånska transportsektorn.

Bilaga 2 – Intervjuade organisationer

Air Liquide	Malmö Stad (rapportstudie)
BNL-transport	Nilsson Energy
Boliden Minerals	Norcarb Engineered Carbons
Bröderna Erikssons i Tomelilla AB	Nordion
Catator	OKQ8
Energinet	Perstorp
E.ON	Ohlssons
Eolus vind	Plagazi
Everfuel	Rabbalshede Kraft
Frigoscandia	Skånemejerier
Gasum	Statkraft
Helsingborgs stad	Stora Enso
Höganäs AB	Sysav
Kemira Kemi AB	Trelleborgs energi
Kraftringen	Vattenfall
Landskrona Energi	Vätgas Sverige
Lhyfe	Öresundskraft
Liquid Wind	

Bilaga 3 - Intervjufrågor (urval)

Nedan följer ett urval av de frågor som har ställts under intervjuerna. Författarna vill poängtera att varje samtal har anpassats efter den intervjuade aktören. Notera därför att detta endast är ett urval och att djupdykningar har förekommit inom områden där den intervjuade aktören är verksam eller har intresse inom.

1. Beskrivning av er verksamhet (namn, storlek, lokalisering, bransch)

2. Nuläge

- a. Har ni idag någon användning av vätgas eller andra elektrobränslen?
- b. Producerar ni idag egen vätgas eller elektrobränslen?
- c. Köper ni idag in vätgas eller andra elektrobränslen?
- d. Säljer ni idag vätgas eller andra elektrobränslen?

3. Framtida behov – år 2025 och år 2030

- a. Planerar ni för framtida användning, produktion, försäljning av vätgas eller andra elektrobränslen?

4. Hållbarhetsarbeten

- a. Ser ni vätgas eller vidareförädling till andra elektrobränslen som ett framtida steg mot minskade klimatutsläpp?
- b. Har ni tagit fram någon form av strategi för vätgas eller andra elektrobränslen?
- c. Vilken är er syn på olika typer av produktionsteknologier för vätgas för egen konsumtion?