



CHALMERS

Kompetensförsörjningens roll i förverkligandet av framtidens vätgassamhälle i Sverige

En fallstudie över den svenska stål- och kemiindustrins utmaningar i att fylla kompetensbehov för omställning

Kandidatarbete inom teknikens ekonomi och organisation

ELIN FOLKESSON
JACOB CLASE
VIKTOR ROSENBERG

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
Avdelningen för Miljösystemanalys

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2024
www.chalmers.se
Kandidatarbete TEKX18-VT24-26

KANDIDATARBETE TEKX18-VT24-26

Kompetensförsörjningens roll i förverkligandet av framtidens vätgassamhälle i Sverige

En fallstudie över den svenska stål- och kemiindustrins utmaningar i
att fylla kompetensbehov för omställning

The role of competence supply in the realization of a future Swedish hydrogen economy

A case study on the challenges of the Swedish steel and chemical
industries in meeting competence needs for transition

ELIN FOLKESSON
JACOB CLASE
VIKTOR ROSENBERG



CHALMERS

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation
Avdelningen för Miljösystemanalys
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2024

Kompetensförsörjningens roll i förverkligandet av framtidens vätgassamhälle i Sverige: En fallstudie över den svenska stål- och kemiindustrins utmaningar i att fylla kompetensbehov för omställning

ELIN FOLKESSON
JACOB CLASE
VIKTOR ROSENBERG

© ELIN FOLKESSON, 2024.
© JACOB CLASE, 2024.
© VIKTOR ROSENBERG, 2024.

Handledare: Hans Hellsmark, Teknikens ekonomi och organisation
Examinator: Martin Löwstedt, Teknikens ekonomi och organisation

Kandidatarbete TEKX18-VT24-26
Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg
Telefon +46 31 772 1000

Skriven i L^AT_EX
Göteborg 2024

The role of competence supply in the realization of a future Swedish hydrogen economy: A case study on the challenges of the Swedish steel and chemical industries in meeting competence needs for transition

ELIN FOLKESSON

JACOB CLASE

VIKTOR ROSENBERG

Department of Technology Management and Economics
Chalmers University of Technology

Abstract

In order for Sweden to transition and lessen its climate impact the entire industry must change and decrease its emissions. Hydrogen is seen as a key component in many industries' path to fossil-free operations. In businesses' transition to working with hydrogen new knowledge and competences will be needed. The supply of competences is critical since competence is a key factor in well-functioning businesses and in corporations' work with innovation. The dynamics in innovation processes have previously been investigated within the framework of Technological Innovation Systems (TIS). This project aims at investigating the role of competence supply within the Swedish industries' new use of hydrogen as a technological innovation system. The study has been done as a qualitative case study where two cases have been compared, the steel and the chemical industry. The steel industry as well as the chemical industry is understood as parts of the same TIS: the hydrogen economy. The functions presented within the framework will in this study be evaluated in their relation to competence supply. Information has been gathered by performing interviews with key actors in the transition of the industries, where both explorative and semi-structured interviews have been carried out. The industries expressed difficulties in succeeding with their competence supply. This had a negative impact upon the system's ability to mobilize resources as well as developing and diffusing knowledge. Legitimation had a positive impact on competence supply; while entrepreneurial experimentation, influence on the direction of search and market formation had limited or no impact on competence supply. The causes behind the challenges in competence supply are: the geographical location of the industries, a limited number of people completing technical and shorter vocational training as well as the high pace in which the transition has to take place. Multiple solutions will be needed in order for the transition of the industry to take place unhindered with a successful competence supply. Businesses and their local communities must appear as attractive and the supply of educations in demand by the labor market must be ensured, where educations also offers more flexibility and the possibility to carry out training after time in the work life. Future studies of the subject should be performed, where also quantitative data of advertising and recruiting is involved. Moreover, may future studies explore the potential of new structures of training.

The report is written in swedish.

Keywords: Industrial transition, Hydrogen, Competence supply, Technological innovation systems, Steel industry, Chemical industry

Kompetensförsörjningens roll i förverkligandet av framtidens vätgassamhälle i Sverige: En fallstudie över den svenska stål- och kemiindustrins utmaningar i att fylla kompetensbehov för omställning

ELIN FOLKESSON

JACOB CLASE

VIKTOR ROSENBERG

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation

Chalmers Tekniska Högskola

Sammanfattning

För att Sverige skall kunna ställa om och minska sin klimatpåverkan kräver det att hela industrin ställer om och minskar utsläppen. Vätgas anses vara en nyckelkomponent i flertal industriers väg mot en fossilfri verksamhet. I företags övergång till arbete med vätgas behöver nya kunskaper och kompetenser inhämtas. Denna kompetensförsörjning är kritisk då kompetens är en nyckelfaktor i välfungerande verksamheter och i företags arbete med innovation. Dynamiken i innovationsprocesser har tidigare undersökts utifrån ramverk för Teknologiska innovationssystem (TIS). Detta projekt åsyftar att undersöka kompetensförsörjningens roll inom den svenska industrins nya användande av vätgas som ett teknologiskt innovationssystem. Studien sker i form av en kvalitativ fallstudie där två fall jämförs, stål- och kemiindustrin. Såväl stål- som kemiindustrin förstås som delar av det teknologiska innovationssystemet vätgasekonomin. De funktioner som presenteras inom ramverket utvärderas i deras relation till kompetensförsörjning. Information har inhämtats genom intervjuer med nyckelaktörer i industriernas omställning, där både explorativa och semi-strukturerade intervjuer genomförts. Industrierna visade på svårigheter i deras kompetensförsörjning och detta hade en negativ inverkan på systemets förmåga att mobilisera resurser och utveckla kunskap. Legitimitet hade en positiv inverkan på kompetensförsörjning medan experimenterande hos företagen, systemets riktning och marknadsformationen hade begränsad inverkan på kompetensförsörjning. Grunden till industrins utmaningar med kompetensförsörjning ligger i geografisk placering av industrin, begränsat antal utbildade inom teknik och kortare yrkesutbildningar samt den höga hastighet omställningen behöver ske på. För att industrins omställning ska kunna ske obehindrat med lyckad kompetensförsörjning krävs flera lösningar. Företagen och deras lokalsamhällen behöver arbeta för att framstå som attraktiva och utbudet av utbildningar efterfrågade av arbetsmarknaden behöver säkerställas, där utbildningar erbjuder högre flexibilitet och möjligheten att utbildning efter tid i arbetslivet. Fortsatta studier inom området bör genomföras där även kvantitativ data över annonsering och rekrytering involveras. Därtill kan framtida studier utforska potentialen i nya strukturer på utbildningar.

Nyckelord: Industriomställning, Vätgas, Kompetensförsörjning, Teknologiska innovationssystem, Stålindustri, Kemiindustri

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	3
1.3	Frågeställningar	3
2	Teori	4
3	Metod	8
3.1	Forskningsansats	8
3.2	Fallkonstruktion	9
3.3	Intervjuer	9
3.3.1	Explorativa intervjuer	10
3.3.2	Semi-strukturerade intervjuer	10
3.4	Fallmotivering	12
3.5	Operationalisering av analytiskt ramverk	12
3.6	Avgränsningar	13
4	Fallbeskrivningar	14
4.1	Kemiindustrin	14
4.1.1	Perstorp	15
4.1.2	Preem	15
4.1.3	St1	16
4.1.4	IKEM	16
4.2	Stålindustrin	16
4.2.1	H2 Green Steel	17
4.2.2	LKAB	17
4.2.3	LTU	17
4.2.4	Lapplands lärcentra	18
5	Resultat	19
5.1	Stålindustrin	19
5.1.1	Utmaningar	19
5.1.2	Möjliga lösningar	21
5.1.3	Marknadens mognad & legitimitet	23
5.2	Kemiindustrin	24
5.2.1	Utmaningar	24
5.2.2	Möjliga lösningar	26

5.2.3	Marknadens mognad & legitimitet	28
5.3	Sektoröverskridande observationer	30
5.3.1	Utmaningar	30
5.3.2	Möjliga lösningar	32
6	Diskussion	35
6.1	Kompetensförsörjningens roll i innovationssystemet	35
6.2	Implikationer av studien	41
7	Slutsats och rekommendationer	43
	Referenser	44
A	Appendix	I
A.1	Intervjufrågor till explorativa intervjuer	I
A.2	Intervjufrågor till företag	II
A.3	Intervjufrågor till övriga organisationer	V

1

Inledning

1.1 Bakgrund

Idag har många av världens länder satt upp mål om att minska sina utsläpp och därigenom sin klimatpåverkan. Både EU och Sverige har satt upp ambitiösa mål om att nå nollutsläpp av växthusgaser till atmosfären redan inom de närmsta decennierna (Europeiska Kommissionen, u. å; Regeringskansliet, 2017). För att lyckas uppnå dessa mål krävs det att alla delar av samhället ställer om till att bli fossilfria. Där ingår allt från energisektorn till industrin såväl som transport och byggnader. En lyckad omställning av samtliga sektorer krävs för att nollutsläpp ska bli möjligt och att målen nås. För att lyckas kommer det krävas många olika typer av lösningar och att reducera utsläppen kommer vara olika svårt i de olika sektorerna. Att industrisektorn lyckas ställa om kommer att vara avgörande (Ottenhall m. fl., 2022).

Beroende på vilken väg Sverige väljer och vilken riktning omställningen tar kommer detta medföra både framtida möjligheter och utmaningar. Andersson och Hellsmark (2024) beskriver sex olika kategorier av tekniker som potentiellt kan bidra till en lyckad omställning. Av dessa lyfts koldioxidinfångning, elektrifiering och vätgas fram som nyckelteknologier. Även Fossilfritt Sverige (2021) nämner vätgas som en teknik som kan möjliggöra att flera branscher och sektorer lyckas med sina mål.

För att omställningen ska lyckas krävs implementering av dessa nya teknologier och i och med det är det också troligt att det kommer krävas ny kompetens. Redan nu har industrin i Sverige länge pratat om en växande kompetensbrist och även en förändring i kompetensbehov (Ottenhall m. fl., 2022). Det är då också möjligt att tänka sig att en utveckling av vätgasindustrin där vätgas även kommer användas på nya sätt och appliceras i nya branscher, kommer att leda till ett förändrat kompetensbehov. Att lyckas finna mönster och skillnader i kompetensbehov och rekrytering hos omställningens nyckelaktörer skulle kunna medföra att verktyg för att underlätta omställningen tas fram. Potentiellt skulle det även kunna vara verktyg som kan appliceras för omställning inom andra sektorer eller i andra länder.

Nästan all den vätgas som används idag i Sverige används i kemiindustrier eller raffinaderier och är av fossilt ursprung (Fossilfritt Sverige, 2021). Enbart en bråkdel av vätgasen som används produceras med hjälp av elektrolys. Enligt Naturskyddsföreningen (2021) framställs nästan all den vätgas som idag används inom industrin genom ångreformering av fossilgas. Fossil vätgas kallas även för grå vätgas och utöver grå finns även grön, blå och rosa vätgas (Fossilfritt Sverige, 2021). Om fossil

vätgas används i kombination med infångning av koldioxid sägs vätgasen vara blå. Grön vätgas framställs antingen med en förnybar råvara eller genom elektrolys med förnybar el där vatten spjälkas. Inkluderas även kärnkraft i elmixen till elektrolysen så kallas vätgasen rosa (Fossilfritt Sverige, 2021).

Fossilfritt Sverige (2021) beskriver vätgas både som en energibärare och en insatsråvara som redan idag ingår i flera värdekedjor men som i framtiden potentiellt kommer ingå i ännu fler. Några av de sektorer där vätgas kommer vara en del av värdekedjan är processindustrin, transportsektorn, energisektorn, fastighets- och byggsektorn samt jordbruks- och livsmedelssektorn. Det är inte heller bara i Sverige som vätgas kan komma vara en del av lösningen, utan satsningar görs även av EU och i andra delar av världen. Att lyckas med den fossilfria vätgasutvecklingen är inte bara viktigt för att lyckas nå klimatmålen utan även för att stärka det svenska näringslivets konkurrenskraft (Fossilfritt Sverige, 2021).

Energimyndigheten (2023) uttrycker att kompetens är en viktig faktor för att samhället och dess industrier och verksamheter ska kunna ställa om för att möta och förhindra de problem som kommer med klimatförändringar. Undersökningar har redan gjorts som utforskar de kompetenser som behövs för att energisektorn ska kunna ställa om och uppnå sina delar av Sveriges klimatmål (Energimyndigheten, 2023). Även Industrirådet (2024) har gjort undersökningar på industrins kompetensbehov och skriver i sin rapport att det är svårt och har blivit svårare att hitta kompetens. I rapporten beskrivs också kompetensbristen som ett omfattande tillväxthinder för svenska företag. Det har dock inte gjorts några undersökningar av kompetensbehovet för den framväxande vätgasekonomin. Däremot har andra barriärer till omställning och utveckling av användning av vätgas redan gjorts. Exempelvis lyfter RISE att kemiklustret på västkusten är i starkt behov av nya och större tillgångar till elektricitet för att de ska kunna genomföra sina satsningar på "Power to X", alltså omvandlingen av förnybar elektricitet till annan energiform så som vätgas (Jannasch m. fl., 2020). Dock har inte liknande undersökning ännu gjorts för kompetensförsörjningen inom kemisektorn, eller andra sektorer i Sverige.

För att lyckas förstå kompetensförsörjningens inverkan på innovation och omställning krävs att man förstår de mekanismer som driver och hindrar innovation. Av Bergek m. fl. (2008) lyfts att ett systemperspektiv ofta ses som användbart när innovation ska undersökas. Därtill nämns att konceptet "innovationssystem" har fått ett ökat intresse bland forskare som intresserar sig för de underliggande processerna av innovation, industriell transformation och ekonomisk tillväxt. I artikeln presenteras även ett ramverk för teknologiska innovationssystem (TIS) som inte bara beskriver de strukturella egenskaperna av ett innovationssystem utan även dynamiken i ett antal nyckelprocesser som påverkar hur systemet presterar. För att förstå vilken inverkan kompetensförsörjningen har på innovation och omställning, ämnar detta arbete att utifrån det nämnda ramverket analysera hur kompetens påverkar dynamiken i ett antal nyckelprocesser.

1.2 Syfte

Syftet med projektet är att utforska och jämföra kompetensförsörjningsbehovet hos kemi- och stålindustrin kopplat till den växande vätgasekonomin i Sverige. Projektet skall utvärdera hur kompetensförsörjning påverkar olika delar av systemet och hur det kan vara ett hinder eller en nyckel för omställningen. För de hinder som identifieras skall även möjliga lösningar undersökas.

1.3 Frågeställningar

- Vilken inverkan har kompetensförsörjning på sektorernas omställning och innovation?
- Vilka skillnader och likheter finns det i sektorernas förmåga till kompetensförsörjning?
- Vad ligger till grund för de utmaningar i kompetensförsörjning som sektorerna står inför?

2

Teori

I detta kapitel presenteras tidigare studier och litteratur inom ämnet. Först beskrivs innovationsstudier och dess roll i att påverka och stimulera förändring. Därefter lyfts tidigare forskning som är gjord inom kunskap och kompetensförsörjning samt hur detta påverkar innovation och utveckling.

Fenomenet innovation är inte något nytt, det kanske till och med är lika gammalt som mänskligheten, men det har på senare tid fått mer uppmärksamhet. Forskning på innovationens roll har ökat under 2000-talet och den har även gått mot mer tvärvetenskaplighet (Fagerberg, 2006). Det finns flera olika ramverk och flera olika sätt att se på innovation och hur dess utveckling kan främjas och dess riktning påverkas. Några av dessa presenteras nedan.

Ett ramverk som växte fram under sent 1980-tal var ”National Innovation System” (NIS) (Godin, 2009). Det konceptuella ramverket beskriver hur systemet är sammansatt av olika aktörer och dess miljö. Aktörerna kan till exempel vara myndigheter, universitet och industrin (Godin, 2009). Inspirerat av NIS har ytterligare två ramverk växt fram: ”Regional Innovation System” (RIS) och ”Sectoral Innovation System” (SIS). Zhiying Liu och Zhu (2018) beskriver hur båda dessa ramverk betonar kopplingarna mellan organisationer, såsom företag eller universitet, och hur innovation kan förstås som en interaktiv process. I artikeln beskrivs även hur institutioner påverkar innovationssystemets funktioner. Vidare nämns några av de saker som skiljer de båda ramverken åt. RIS utgår ifrån en geografisk plats medan SIS avgränsas utifrån systemets sektoriella egenskaper.

Bergek m. fl. (2008) beskriver hur innovation kan förstås utifrån ett TIS-perspektiv där teknologisk innovation ska förstås bestående av olika komponenter som tillsammans åsyftar att uppfylla särskilda uppgifter. I detta projekt skall kemi- och stålindustrins användande av vätgas analyseras som ett TIS. Systemets komponenter består av de aktörer som verkar för en omställning samt de regleringar som möjliggör den. Inom systemet finns ett antal funktioner som behöver uppfyllas (Bergek m. fl., 2008). Både Bergek m. fl. (2008) och Hekkert m. fl. (2007) beskriver sju olika funktioner inom teknologiska innovationssystem. Denna analys kommer grunda sig på de sju funktioner som presenterades av Bergek m. fl. (2008). Med utgångspunkt från artikeln följer en beskrivning av hur de olika funktionerna tolkas i detta projekt (se kort sammanfattning i tabell 2.1):

- **Kunskapsutveckling (Knowledge development and diffusion)**
Kunskapsutveckling handlar om vilken kunskapsbas som finns i systemet och

hur denna utvecklas över tid. Dessutom inkluderar det hur väl kunskap sprids inom innovationssystemet. Exempelvis hur väl industrin lyckas utveckla och sprida ny kompetens inom vätgas.

- **Resursmobilisering (Resource mobilization)**
Resursmobilisering handlar istället om hur väl systemet lyckas mobilisera olika typer av resurser. Det kan till exempel handla om finansiellt kapital, humankapital eller komplementära tillgångar. I detta projekt är det främst kompetens och humankapital som är de resurser som är av intresse. Till exempel industrins förmåga att mobilisera personal med vätgaskompetens.
- **Marknadsformation (Market formation)**
När det gäller marknadsformation blir dels marknadens fas viktig men även det som driver skapandet av marknaden. De olika faser som brukar diskuteras är uppstarts-/introduktionsfasen, tillväxtfasen och mognadsfasen. I denna studie innebär detta i vilken fas som marknaden för grön vätgas är i.
- **Riktningssinverkan (Influence on the direction of search)**
Funktionen riktningssinverkan handlar om de faktorer som påverkar ett TIS både invändigt och utvändigt. Utvändigt kan det handla om olika incitament och påtryckningar, medan det invändigt kan handla om konkurrerande tekniker eller applikationer med mera. Exempelvis kan det handla om ifall det finns konkurrerande tekniker till vätgas.
- **Legitimering (Legitimation)**
Legitimering beror på huruvida systemet har en social acceptans i samhället eller inte. Det inkluderar också vilken bild olika aktörer har av systemet. En stark legitimitet innebär att teknologin har stor acceptans. I denna studie är det legitimiteten hos teknologier relaterade till användning av grön vätgas som är av intresse.
- **Entreprenörsexperimenterande (Entrepreneurial experimentation)**
När ett nytt TIS växer fram sker det med mycket osäkerhet gällande teknik, applikationer och marknader. Denna osäkerhet kan finnas kvar även under senare faser av utvecklingen och inte enbart i den första fasen. För att minska osäkerhet används entreprenörsexperimenterande. För att skapa kunskap och för att undvika att systemets utveckling stagnerar blir detta experimenterande viktigt. Exempelvis kan detta innebära i vilken mån industrier testat nya tekniker inom vätgas.
- **Bildandet av positiva externa effekter (Development of positive external economies)**
Den sjunde funktionen tolkas i detta arbete som de effekter uppfyllandet av vissa funktioner kan ha på uppfyllandet av andra. Ett exempel kan vara ifall en förstärkt legitimitet kan gynna marknadsformationen. I detta projekt kommer både positiva och negativa effekter tas upp.

Tabell 2.1: Kort beskrivning av de sju funktionerna i TIS.

Systemfunktion	Beskrivning
Kunskapsutveckling	Systemets förmåga att utveckla och sprida kunskap.
Resursmobilisering	Hur väl systemet lyckas mobilisera olika typer av resurser. Exempelvis finansiellt kapital, humankapital, m.m.
Marknadsformation	Vilken mognadsgrad marknaden för teknologin har, samt vad som driver skapandet av marknaden.
Riktninginverkan	Riktning på innovationssystemet och faktorer som påverkar riktningen.
Legitimering	Den sociala acceptansen av teknologin i samhället och inom systemet.
Entreprenörsexperimentering	Förekomst av experiment och test av ny teknologi.
Bildandet av positiva externa effekter	Samspelet mellan funktioner. En funktion kan bidra till att en annan funktion uppfylls mer eller mindre.

Vid en första anblick kan det verka som att resursmobilisering är den funktion som på bästa sätt inkluderar ett systems kompetens. Det är dock flera av funktionerna som har en indirekt inverkan på om det uppstår kompetensbrist eller ej. Hekkert m. fl. (2007) beskriver hur funktionerna påverkar varandra och hur uppfyllandet av en funktion troligtvis har inverkan på uppfyllandet av andra funktioner. Ett exempel ges också där det beskrivs att en tydlig legitimitet kan ha en positiv inverkan på kunskapsskapande vilket i sin tur ökar legitimiteten. Det är alltså olinjära samband mellan funktionerna vilket kan göra dess samspel komplext.

Hekkert m. fl. (2007) beskriver också att funktionerna kan användas för att beskriva och förklara förändringar i ett TIS. Detta projekt avser att utifrån TIS-perspektivet studera två olika fall där strukturerna i dessa två system ska beskrivas och kompetensförsörjningen i de två fallen analyseras utifrån de nämnda sju funktionerna. I tidigare litteratur har ett stort antal TIS-studier utförts. Det finns även flera fall där TIS-ramverket applicerats på olika vätgassystem (Asna Ashari m. fl., 2024; Bach m. fl., 2020). Därtill utförde Kushnir m. fl. (2020a) en TIS-studie för användandet av vätgas till direktreduktion i den svenska stålindustrin. Det som däremot inte har lyckats identifieras i litteraturen är hur man kan undersöka kompetensförsörjning utifrån ett TIS-perspektiv.

Däremot finns det koncept inom litteraturen kring kompetens och kunskap som relaterar till utveckling och innovation. Exempelvis kunskapsutveckling, vilket är en av de sju funktionerna som nämndes ovan, har en koppling till detta och personalens kompetens. Mubarik m. fl. (2021) beskriver hur intellektuellt kapital (Intellectual capital) har visat sig vara viktigt för en verksamhets prestation och dess utveckling och spridning av ny kunskap. Intellektuellt kapital ska i detta sammanhang förstås som en kombination av strukturellt kapital, relationellt kapital och humankapital, där humankapital infångar personalens kunskap, färdigheter och förmågor (Mubarik m. fl., 2021).

Därtill tillägger Mubarik m. fl. (2021) att humankapital spelar en viktig roll i uppkomsten av innovation. De lyfter att organisationer med personal med djup kompetens presterar bättre än företag utan (Mubarik m. fl., 2021). Detta bekräftas även i en studie av Zemlyak m. fl. (2022), som visar att intellektuellt kapital (som i deras

fall även inkluderar socialt kapital) relaterar till teknologisk innovation. Zemlyak m. fl. (2022) konstaterar också att humankapital, eller personalens kompetens, är det som har störst inverkan på den teknologiska innovationen i jämförelse med resterande komponenter inom det intellektuella kapitalet. Detta påvisar vikten av att rätt kompetens mobiliseras och återfinns bland personalen för att en organisation ska kunna nå mål kring innovation och utveckling (Zemlyak m. fl., 2022).

Jain (2024) lyfter också att organisationers förändring och utveckling kan hämmas om personal med för ”avlägsen kunskap” (”distant knowledge”) anställs. Anställning av denna typ kan leda till kommunikationsproblem mellan den nyanställda och den befintliga organisationen, vilket hindrar spridningen av kunskap inom verksamheten. Nya anställningar kan förse organisationen med ny kunskap och personer med avlägsen kunskap har potentialen att förse med desto mer, förutsatt att dessa kunskaper lyckas bli kommunicerade. Men då kunskapen är för avlägsen kan det saknas ett gemensamt språk för att kunskapen ska kunna kommuniceras till den övriga organisationen. Detta problem kan särskilt ses när ett företag anställer en nyexaminerad person med önskad spetskompetens men som på grund av sin avlägsna kunskap inte lyckas förmedla detta vidare till andra inom organisationen (Jain, 2024).

Det framgår att det finns en koppling mellan kompetens och innovation. Det som återstår är att tydligare koppla samman hur kompetensförsörjning förhåller sig till de olika funktionerna i systemet. Denna lucka skall utforskas inom denna studie.

3

Metod

Följande avsnitt presenterar valet av metodik i studien. Studien genomfördes med en fallmetodik där information om kompetensnivån kring vätgas inom kemi- och stålindustrin inhämtats och analyserats. Först beskrivs forskningsansatsen följt av fallkonstruktion, intervjumetodik, fallmotivering och operationalisering av det teoretiska ramverket.

3.1 Forskningsansats

I syfte att besvara studiens frågeställning har en fallstudie genomförts där två sektorer inom svensk industri valts ut och undersökts. Eftersom vätgasekonmin är i ett tidigt skede är tillgången på kvantitativ data begränsad och därav genomfördes istället en kvalitativ studie. Dessutom, då utvecklingen förväntas behöva ske snabbt och spelplanen snabbt förändras, så passar fallstudien som metod, i enighet med Dubois och Gadde (2002).

Projektet undersökte och jämförde två fall för att öka resultatens generaliserbarhet. Dubois och Gadde (2002) nämner att det finns risker när enbart ett fall undersöks eftersom studiens resultat blir svårare att generalisera. Utgångspunkten i valet av fall var att dessa skulle ha skilda erfarenheter av vätgasanvändning. Detta för att på så vis fånga bredden av den svenska industrin och i enighet med Flyvbjerg (2006) öka möjligheten att generalisera resultaten från studien genom att undersöka olika extremer. Detta leder även till det Alvehus (2019) lyfter fram, om att möjligheterna till tolkningar utökas då jämförelser kan genomföras när två fall undersöks.

Studien bygger på information inhämtad från intervjuer med personer verksamma på olika organisationer som är aktiva i eller har god inblick i antingen kemi- eller stålindustrin. Intervju valdes som metod för informationsinhämtning eftersom att tillgången till litteratur över området är begränsad. Därtill beskriver Alvehus (2019) hur intervjuer är en effektiv metod för att inhämta förstahandsinformation och är därmed en god källa till primärdata.

Studien genomfördes i två delar, där den första bestod av explorativa intervjuer med personer med expertkunskap och god insikt i industrin för vätgas. Dessa intervjuer låg sedan till grund för val av och konstruktion av undersökta fall. Fallen som beslöts undersökas var kemiindustrin och stålindustrin, mer om detta återfinns i avsnitt 3.2.

Resterande intervjuer som genomfördes därefter höll en mer semi-strukturerad form,

men med utrymme för intervjupersoner att tala fritt. De semi-strukturerade intervjuerna låg till grund för förståelse av de fall som studerats under projektet för att besvara studiens frågeställningar.

3.2 Fallkonstruktion

För att inhämta en bredare bild av den svenska industrins omställning undersöktes två fall. Dessa fall var inte enskilda företag, utan olika sektorer. Utifrån sektorerna identifierades företag och branschorganisationer inom sektorerna som skulle intervjuas. Intervjuerna med personer på företagen var således den information som inhämtades och användes i förståelsen av de sektorer som företagen verkar i.

Baserat på den grundläggande kunskapen som inhämtades från de tre explorativa studierna beslöts vilka fall som skulle studeras. Det ena fallet skulle vara en sektor som haft tidigare erfarenheter av att arbeta med vätgas och därmed redan besitter erfarenhet av att kompetensförsörja inom kompetensområden relaterade till vätgas. Medan det andra fallet önskades vara en sektor med begränsad eller ingen tidigare erfarenhet av vätgas, där kompetensförsörjning inom området skulle vara helt nytt. Dessa skilda erfarenheterna skapar två extremer som på så vis utökar kunskapen som kan gagnas från studien. Därtill är det intressant att undersöka just skillnaden i om vätgas är en ny kunskap för sektorn eller inte i och med de fynd som Jain (2024) gjort om vilken effekt inhämtandet av avlägsen kunskap kan ha på verksamhetens effektivitet.

Fallen som beslutades att undersökas var kemiindustrin (inkluderat petrokemi och raffinaderi) samt järn- och stålindustrin. Motivering bakom valet av fall återfinns i avsnitt 3.4 samt vidare beskrivning om sektorerna återfinns i kapitel 4.

3.3 Intervjuer

Intervjuerna som genomfördes under studien var i stor grad explorativa i syfte att skapa en grundläggande förståelse över kompetensförsörjningens roll i industrins omställning. Dalen m. fl. (2015) beskriver hur mer öppna och mindre strukturerade intervjuer kan skapa möjlighet till större informationsinhämtning då det tillåter intervjupersoner att associera mer fritt och inte begränsas av snävt ställda frågor.

Alla intervjuer utom en av de första explorativa intervjuerna genomfördes med hjälp av digitala mötesverktyg. Dessa verktyg användes också för ljudinspelning av intervjuerna, vilket därefter användes för sammanfattning och anteckning av citat. Dalen m. fl. (2015) beskriver vikten av att samtycke inhämtas vid ljudupptagning, detta genomfördes med samtliga deltagare.

Tre explorativa intervjuer genomfördes innan fallen valdes ut. Därefter genomfördes fyra intervjuer riktade mot stålindustrin och fem med kemiindustrin. Avslutningsvis genomfördes en intervju med en fristående organisation. Därmed genomfördes totalt 13 intervjuer under studien. Information från intervjuerna kommer att refereras som "Organisation X" (se sammanställning av intervjuer i tabell 3.1 och 3.2). Mer om

detta i följande avsnitt.

3.3.1 Explorativa intervjuer

De explorativa intervjuerna genomfördes tillsammans med tre olika personer från olika organisationer i Sverige. Dessa tre valdes utifrån deras inblick i användningen av vätgas inom industrin idag och dess potentiella framtida användning. I tabell 3.1 återfinns de personer som intervjuades.

Tabell 3.1: I tabellen presenteras de organisationer som intervjuades under de explorativa intervjuerna. I tabellen återfinns personernas roll samt den organisation de tillhör. Namn exkluderas för bibehållen anonymitet. I rapporten refereras information från intervjuerna till det namn som står under Referens i tabellen.

Organisation	Roll	Referens
Energimyndigheten	Analytiker	Organisation A
Vätgas Sverige	Verksamhetsledare	Organisation B
Chalmers tekniska högskola	Forskningsprofessor	Organisation C

Under intervjuerna ställdes först allmänna frågor om vätgasens användning i Sverige idag och historiskt. Därefter diskuterades förekomsten av eventuella kluster, alltså geografiska samlingar av aktörer, av vätgasanvändning i Sverige och deras bild av hur kompetensförsörjningen skiljer sig mellan sektorer. Avslutningsvis efterfrågades förslag på vilka två fall som skulle vara intressant och möjligt att undersöka. De frågor och ämnen som diskuterades under intervjun återfinns i Appendix A.1.

Utifrån informationen som inhämtades under dessa intervjuer beslutades därefter de fall som har undersökts (se avsnitt 3.2 och kapitel 4). I enlighet med den snöbollsmetod som Alvehus (2019) presenterar så utnyttjades även de explorativa intervjuerna till att inhämta rekommendationer för vidare intervjupersoner som arbetar med frågor relaterade till vätgasekonomin.

3.3.2 Semi-strukturerade intervjuer

Tio semi-strukturerade intervjuer genomfördes, primärt med olika representanter från nyckelaktörer inom vardera sektor. Utöver personer från viktiga företag intervjuades även branschorganisationer, utbildningsenheter och en statlig myndighet. Samtliga organisationer återfinns i tabell 3.2. Dessa intervjuer låg till grund för förståelsen av de två undersökta fallen och studiens resultat.

För kemiindustrin som fall intervjuades fyra företag och en branschorganisation. Dessa företag var Preem, St1, Perstorp och Uniper. Preem och St1 valdes ut på grund av deras centrala roll inom den svenska petrokemiindustrin. Perstorp är lika så ett centralt kemiföretag där de har haft samarbete med Uniper i deras nya projekt, därav intervjuades även de. Innovations- och kemiindustrierna i Sverige (IKEM) intervjuades som branschorganisation med inblick i flera delar av kemiindustrin, under intervju med IKEM deltog två personer från organisationen.

Fallet stålindustrin undersöktes med intervjuer med två företag och två lärosäten. Företagen var Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag (LKAB) och H2 Green Steel (H2GS), där LKAB valdes ut för deras historiskt centrala roll i Sveriges stålindustri och H2GS intervjuades då de kommer in som en ny aktör i en ny nisch i en redan väletablerad industri. En forskare från Luleås tekniska universitet (LTU) intervjuades då de spelar en aktiv roll i att utveckla kunskap inom vätgas och som stöd till industrin i norr. På samma sätt valdes även Lapplands Lärcentra ut på grund av deras samarbete med företagen i konstruktionen av nya utbildningar.

Utöver de fallspecifika intervjuerna hölls även en intervju med Tillväxtverket. Denna intervju genomfördes för att inkludera en helhetsbild över hela industrin i Sverige med allmängiltig information som applicerar på båda fallen. Under intervjun deltog tre representanter med olika roller inom Tillväxtverket.

Tabell 3.2: I tabellen presenteras de organisationer som intervjuats i studien. Tabellen innehåller personernas roll samt vilken organisation de tillhör. Namn exkluderas för bibehållen anonymitet. I rapporten refereras information från intervjuerna till det namn som står under Referens i tabellen.

Organisation	Roll	Referens
LKAB	Avdelningschef	Organisation D
H2GS	Rekryterare	Organisation E
LTU	Verksamhetsledare	Organisation F
Lapplands Lärcentra	Utbildningsledare	Organisation G
Preem	HR-Chef	Organisation H
Perstorp	Platschef	Organisation I
St1	Avdelningschef	Organisation J
IKEM	Avdelningschef, Avdelningschef	Organisation K
Uniper	Projektledare	Organisation L
Tillväxtverket	Verksamhetschef, Strateg, Projektledare	Organisation M

Dalen m. fl. (2015) beskriver i sin bok om intervjumethodik att det är fördelaktigt att påbörja intervjuer med öppna frågor, därav inleddes samtliga intervjuer med frågor där intervjupersonerna fritt kunde berätta om sina egna och organisationens erfarenheter av vätgas och kompetensförsörjning. Därefter ställdes frågor med förankring i studiens teoretiska ramverk för att förstå industrins kompetensförsörjning utifrån ett perspektiv byggt på TIS. Mer om frågorna och förankringen i ramverket följer i avsnitt 3.5. Intervjufrågorna skrevs i två versioner, den ena var för företag med fokus på det specifika företaget, deras verksamhet och kompetensförsörjning. Den andra riktade sig mot övriga organisationer, dessa frågor belyste sektorerna eller industrin i stort. Frågorna som ställdes till företagen respektive övriga organisationer återfinns i Appendix A.2 respektive A.3

Intervjufrågorna som sammanställdes var förberedda att kunna avhandlas under 45 minuter. Även om alla frågorna hann behandlas under majoriteten av intervjuerna så förekom det i vissa fall tidsbrist å intervjupersonens sida, vilket resulterade i att förberedda följdfrågor inte fick utrymme att ställas under dessa intervjuer.

3.4 Fallmotivering

Efter de explorativa intervjuerna kunde två fall väljas: kemiindustrin och stålindustrin. Dessa valdes eftersom båda lyftes under alla explorativa intervjuer och poängterades som de viktigaste och mest aktuella sektorerna för vätgas just nu. Kemiindustrin och raffinaderierna har använt sig av vätgas länge och är enligt organisation C de enda som använder sig av vätgas i så stor skala att det har lönat sig att ha egna elektrolysörer, vilket definitivt gör dem till en av de största aktörerna. Stålindustrin har inte använt sig av vätgas tidigare men är nu högaktuella inom området då företagen inom stål kommer att bygga stora vätgasanläggningar inom snar framtid. Organisation A tog även upp transportsektorn som en intressant sektor men i och med batterifordonens framfart sågs denna sektor som krympande och därför inte lika aktuell. Eftersom det endast var två av fallen som nämndes tydligt av alla intervjupersoner samt även som de två viktigaste inom grön vätgas ansågs de som lämpliga att studera.

3.5 Operationalisering av analytiskt ramverk

För att kunna analysera kompetensförsörjningens roll för innovation och omställning hos de olika sektorerna utformades intervjufrågorna utifrån det teoretiska ramverket TIS. Utifrån de systemfunktioner som presenterades i teorikapitlet skapades intervjufrågorna på ett sådant sätt att kompetensförsörjningens påverkan på funktionerna senare skulle kunna utvärderas. Nedan följer en sammanfattning av vad som låg till grund för utformandet av intervjufrågorna till varje funktion. Intervjufrågorna i sin helhet återfinns för företagen i Appendix A.2 och för övriga organisationer i Appendix A.3.

- **Kunskapsutveckling**

Företagets kunskapsutveckling utvärderades utifrån frågor kring hur/om företaget internutbildar sin personal och ifall företaget har en forskningsavdelning som utvecklar ny kunskap och nya tekniker. Därtill frågades även om kompetensbrist är något som står i vägen för företagets utvecklande av kunskap.

- **Resursmobilisering**

För att förstå företagets förmåga till resursmobilisering ställdes frågor om dess kompetensbehov och hur väl företaget känner till vilka kompetenser de saknar eller behöver. Vidare fanns även frågor kring rekrytering och ifall rätt utbildningar finns för att lyckas få fram den kompetens som behövs.

- **Marknadsformation**

Kompetensförsörjningens inverkan på systemets marknadsformation bedömdes utifrån vilken fas marknaden befinner sig i i nuläget och om det finns en tydlig efterfrågan på de produkter som planeras att produceras. Även utifrån vilka kompetenser som behövs för att marknaden ska mogna mer samt om det är kompetensbrist som står i vägen för marknads fortsatta mognad.

- **Riktninginverkan**

För att förstå kompetensförsörjningens inverkan på riktningen ställdes frågor

om konkurrens och ifall denna har ökat på senare tid. Det frågades även kring alternativa lösningar och ifall företaget upplevt att de tappar kompetent personal som istället går till andra industrier.

- **Legitimering**

Företagen uppmanades att beskriva om de upplever att den nya teknologin besitter legitimitet i samhället. Även om de upplever att legitimiteten i samhället är något som påverkar dess tillgång till kompetent personal.

- **Entreprenörsexperimenterande**

För att kunna utvärdera systemets förmåga till entreprenörsexperimenterande ställdes frågor kring de nya lösningar/tekniker som företaget utvecklar. Frågorna handlade om huruvida det funnits kompetens internt eller om det behövt rekryteras samt om andra företag försökt med liknande lösningar och om lärdomar kunnat dras från dessa försök.

- **Bildandet av positiva externa effekter**

För att förstå kompetensens inverkan på denna funktion ställdes inga specifika frågor utan denna funktion utvärderades istället utifrån de andra funktionerna och deras interaktion.

3.6 Avgränsningar

De aktörer som utvärderades i detta projekt var begränsade till antalet för att undersökningen skulle gå att genomföra inom ramen av detta arbete. Dessa aktörer har valts utifrån de fall som etablerades efter de explorativa intervjuerna. Detta urval av företag är således grundat på hur stora aktörerna är inom vardera sektorfall.

Vätgassamhället som innovationssystem utvärderas inom detta arbete utefter de kompetenser som krävs för att uppfylla funktionerna inom ramen av TIS. Utöver detta är det flera andra faktorer och komponenter som bygger upp systemet och som påverkar huruvida det lyckas uppfylla dess funktioner. Dessa aspekter förbises i detta arbete för att begränsa analysens omfattning.

4

Fallbeskrivningar

I följande avsnitt beskrivs de två valda fallen: kemi- och stålindustrin. Inkluderat i avsnitten finns även en kort beskrivning av de största och mest relevanta aktörerna inom respektive sektor.

4.1 Kemiindustrin

Den svenska kemiindustrin kan förstås som en samling av olika företag, industrier och verksamheter som genom olika processer tillverkar kemikalier som därefter kan användas inom en bredd av olika användningsområden. Enligt IKEM kan den svenska kemiindustrin delas upp i fyra större branscher: kemikalier, läkemedel, gummi & plast samt raffinaderi (IKEM, u. å-d). Kemiindustrin är en central del av den svenska tillverkningsindustrin som med ca 70 000 anställda står för 23 % av den svenska exporten (IKEM, u. å-a). Utav de svenska utsläppen som sker på grund av industri så står IKEMs medlemmar för ungefär 40% (IKEM, u. å-c). I denna studie kommer kemiindustrin som fall förstås som de aktörer som är verksamma inom industrin. Detta är bland annat de företag som driver industri och produktion inom ramen för de branscher som IKEM beskriver.

I kemiindustrin kan vätgas komma att användas för framställning av metanol och ammoniak (Vätgas Sverige, u. å-b). I dagsläget produceras metanol med hjälp av fossilgas och ammoniak importeras. Båda dessa kemikalier används redan inom en mängd olika områden men kan också komma att bli viktiga för transportsektorn som drivmedel i förbränningsmotorer och bränsleceller. Samtidigt som att vätgas kan komma att spela en viktig roll som insatsvara för metanol och ammoniak så finns vätgas redan inom kemiindustrin som en biprodukt vid framställning av klor (Vätgas Sverige, u. å-b).

Kemiindustrin på västkusten har sedan flera år tillbaka visat intresse för användning av vätgas och "Power to X"-teknologier i olika processer och delar av produktionen (Jannasch m. fl., 2020). "Power to X"-lösningar kan användas till bland annat uppvärmning för processer, produktion av vätgas som ingångsmaterial i biodrivmedel eller elektrobränslen samt hydrokrackning. Där intresse har visats från Preem, St1, Liquid Wind, Borealis, Nouryon, Perstorp, samt även skogskoncernen Södra (Jannasch m. fl., 2020).

Elektrobränslen är en samling av olika bränslen som syntetiskt framställts utan biologiskt ursprung (Fossilfritt Sverige, 2020). Exempelvis kan de tillverkas utav

grön vätgas och infångad koldioxid. Dessa bränslen uppfyller samma egenskaper och kvalité som de fossila bränslen som används idag och därmed kan dessa bytas ut för att minska mängden ny koldioxid som släpps ut (Fossilfritt Sverige, 2020).

Inom detta projekt kommer aktörer begränsas till några av de företag som har projekt och planer för användning av grön vätgas i sina omställningsplaner. De aktörer från kemiindustrin som deltagit i denna studie är kemiföretaget Perstorp, petrokemiföretagen St1 och Preem samt branschorganisationen IKEM. Dessa företag är viktiga aktörer i systemet då de äger en stor del av marknaden inom kemi och raffinaderi i Sverige. På så sätt har dessa aktörer ett stort inflytande på systemet och dess förmåga att skapa innovation.

4.1.1 Perstorp

Perstorp är ett svenskt kemiföretag som primärt producerar djurfoder, konstruerade vätskor, beläggningar och hartser (Perstorp, u. å). De ska inom projektet ”Project Air” i samarbete med Uniper producera fossilfri metanol med hjälp av vätgas (Project Air, u. å). De har fått tillstånd att i Stenungsund bygga en anläggning med elektrolysörer och faciliteter för metanolproduktion. Uniper, ett internationellt energiföretag, har som partner till Perstorp i Project Air beställt 30 MW av elektrolysörer. Produktionen av metanol kommer att ske med hjälp av CCU-teknologi (Carbon Capture and Utilization) tillsammans med grön vätgas och restprodukter från kemiindustrin (Project Air, u. å).

Metanol är ett viktigt råmaterial för Perstorps verksamhet och för kemiindustrin i stort (Project Air, u. å). Eftersom metanolen har en sådan stor vikt inom kemiindustrin, som i sin tur producerar de material som ingår i tillverkning av merparten av alla producerade varor, så hoppas Perstorp att deras satsning ska få stor effekt på landets utsläpp. Tillsammans kommer projektet kunna minska utsläpp av koldioxid med 500 000 ton per år (Project Air, u. å).

4.1.2 Preem

Preem är Sveriges största drivmedelsproducent och driver raffinaderier samt säljer drivmedel och smörjmedel (Preem, u. å). De står för cirka 80% av raffinaderimarknaden i Sverige (Nurdiawati & Urban, 2022). Preems plan på utökad användning av vätgas förväntas dels tillverkas med elektrolys samt effektivisering av produktionen med fossila källor tillsammans med användning av koldioxidinfångning (Fossilfritt Sverige, 2020).

Preem har som målsättning att bli världens första företag inom drivmedelsproduktion som är klimatneutralt, genom utveckling av nya drivmedel så som elektrobränslen (Jannasch m. fl., 2020). De genomför tillsammans med Vattenfall en förstudie för att utforska möjligheten att använda havsbaserad vindkraft på västkusten för att tillverka vätgas som ska kunna nyttjas i produktion av fossilfria drivmedel (Vätgas Sverige, 2022).

4.1.3 St1

St1 bedriver raffinaderier och säljer drivmedel till olika sektorer (St1, u. å). De äger cirka 20% av den svenska raffinaderimarknaden (Nurdiawati & Urban, 2022). St1 har som mål att nå nettonollutsläpp till 2045, genom utveckling av elektro- och biobränslen (Jannasch m. fl., 2020).

St1 använder i dagsläget fossilgas i sin vätgasproduktion men planerar att byta ut denna med grön vätgas från elektrolys (Fossilfritt Sverige, 2020). De har tillsammans med Vattenfall undertecknat en avsiktsförklaring om att utveckla en fossilfri värdekedja för produktion av syntetiskt elektrobränsle (St1, 2022). Målet är att börja producera elektrobränsle med start 2029 med hjälp av vätgas producerad med elen från havsbaserad vindkraft. Elektrobränslet skall primärt vara avsett som drivmedel för hållbart flygande och den årliga produktionen ska uppgå till en miljon kubikmeter (St1, 2022).

4.1.4 IKEM

IKEM är en bransch- och arbetsgivarorganisation för Sveriges innovations- och kemiföretag (IKEM, u. å-b). IKEM består av 1250 medlemsföretag, där många kommer från kemi- och petrokemiindustrin. De arbetar för och driver frågor för sina medlemmar och påverkar politiken i syfte att skapa en hållbar och konkurrenskraftig kemi- och innovationsindustri i Sverige (IKEM, u. å-b). Vätgas kommer bli viktigt för alla sektorer inom IKEM och kommer kunna användas för bland annat uppvärmning och som insattsvara i nya produktionstekniker (Material Economics, u. å).

4.2 Stålintustrin

Jernkontoret (2024) skriver att det för närvarande finns tre malmbaserade järn- och stålverk samt elva skrotbaserade stålverk i Sverige. Den svenska exporten uppgick 2022 till 73,3 miljarder kronor och sysselsatte 2023 28 000 personer varav 16 600 var direkt sysselsatta av stålindustrin. De svenska utsläppen på grund av stålindustrin uppkom 2022 till 5,7 megaton koldioxid (Jernkontoret, 2024). Varje år använder vi i Sverige 400 kilo stål per person och behovet ökar stadigt enligt Vattenfall (u. å-a).

När stål tillverkas måste syre tas bort från järnmalmen vilket traditionellt görs i massugnar där kol eller koks används vilket resulterar i stora koldioxidutsläpp. Genom att istället använda vätgas som tillverkats genom elektrolys med fossilfria energikällor kommer koldioxidutsläppen bytas ut mot endast vatten (Vätgas Sverige, u. å-a).

Kushnir m. fl. (2020b) skriver i en rapport att Sverige står inför stora utmaningar när det gäller övergången från koks till vätgas. Där några av utmaningarna är kopplat till den tekniska infrastrukturen samt att behålla den legitimitet som industrin har idag. Det är även ett hinder att försöka få politiker att stödja en sådan omställning så att denna kan finansieras. Sverige har antagit en ny klimatlag som säger att de ska vara koldioxidneutrala till 2045 och stålindustrin står för en stor del av de totala koldioxidutsläppen i landet. Han menar vidare att användandet av vätgas i

direktreduktion istället för koks i massugnar är en lovande teknik för att nästan helt eliminera koldioxidutsläppen i stålindustrin (Kushnir m. fl., 2020b).

Vätgas Sverige (u. å-a) listar även ett antal projekt och företag som jobbar för att genom att använda sig av vätgas göra stålindustrin fossilfri. De företag som nämns är: Hybrit, LKAB, Höganäs, Ovako samt H2GS (Vätgas Sverige, u. å-a). Nedan följer en kort beskrivning av de aktörer från stålindustrin som deltagit i denna studie.

4.2.1 H2 Green Steel

H2GS planerar för att bygga en gigantisk elektrolysanläggning tillsammans med en produktionsanläggning för att kunna producera väte för att kunna tillverka 5 miljoner ton stål före år 2030 (H2 Green Steel, u. å). H2greensteel (2022) uppger att de jobbar med stålet genom hela processen och tillverkar allt från vätgasen som ska användas till den färdiga slutprodukten.

4.2.2 LKAB

LKAB är ett svenskt gruvbolag och bryter 80% av all järnmalm inom EU (LKAB, u. å-d). Deras gruvor finns belägna i Kiruna, Malmberget och Svappavaara (LKAB, u. å-b) och varje dag bryts ca 135 000 ton råmalm i deras gruvor som sedan förädlas och transporteras (LKAB, u. å-a). De har som mål att till 2045 vara helt koldioxidneutrala (LKAB, u. å-c). LKAB är med i HYBRIT-projektet sedan 2016 där de tillsammans med SSAB och Vattenfall vill tillverka fossilfritt stål med hjälp av fossilfri vätgas (LKAB, 2023).

Hybrit har som mål att minska Sveriges koldioxidutsläpp med 10 % genom sin nya teknologi vilket innebär att en tredjedel av utsläppen från industrin i Sverige skulle försvinna. De har också som mål att därefter kunna hjälpa andra länder att minska sina utsläpp i stålindustrin (HYBRIT, u. å). 2018 började en pilotanläggning att byggas i Luleå och 2022 invigdes bergumslagret för fossilfri vätgas i Luleå. Tanken är att den fullskaliga fossilfria processen ska vara klar år 2035 enligt Vattenfall (u. å-b).

4.2.3 LTU

Luleå tekniska universitet är ett universitet i norra Sverige som bedriver både forskning och utbildning bland annat inom energi, gruvor och mineraler (LTU, 2024b). De har gjort en satsning på vätgas genom sitt projekt ”Center for Hydrogen Energy Systems Sweden” (CH2ESS) som har som mål att ersätta fossila bränslen och på så sätt klara den globala klimatomställningen (LTU, 2024a). CH2ESS är en forsknings- och kunskapssatsning som inriktar sig på vätgasanvändning i industriella processer och energisystem. De jobbar nära med den svenska industrin och satsar på produktion, lagring och transport av vätgas. Luleå tekniska universitet skriver på sin hemsida att norra Sverige är i stort behov av civilingenjörer och annan kvalificerad personal och de har därför ett nära samarbete mellan sin forskningsavdelning och utbildningarna (LTU, 2024c).

4.2.4 Lapplands lärcentra

Lapplands lärcentra ger utbildningar och kurser på alla nivåer inom både teoretisk och yrkesinriktad karaktär för vuxna (Lapplands Lärcentra, u. å). Hösten 2024 startar de en utbildning som heter ”Processtekniker med vätgaskompetens” som är en utbildning på 64 veckor varav 16 av veckorna genomförs hos ett eller flera företag (Lapplands lärcentra, u. å). Personer efter avslutad utbildning kan jobba som drift- och underhållstekniker, processtekniker och processoperatör inom industri- och energibranschen. I ledningsgruppen för utbildningen sitter bland annat H2GS, LKAB samt ett antal energibolag (Lapplands lärcentra, u. å).

5

Resultat

I detta kapitel kommer resultatet från de genomförda intervjuerna att presenteras. Först kommer resultat kopplat till stålindustrins kompetensförsörjning presenteras, därefter kemiindustrin. Avslutningsvis kommer information som gäller allmänt för den svenska industrin att presenteras.

5.1 Stålindustrin

Eftersom vätgas inte tidigare använts inom stålindustrin är det ett nytt kompetensområde för industrin att bygga på. Detta kan ha inverkan på hur snabbt omställningen kan genomföras. I följande avsnitt lyfts de utmaningar och lösningar kopplat till kompetensförsörjning inom vätgas som framkommit av intervjuerna.

5.1.1 Utmaningar

Organisation D beskriver att de jobbar mycket med kompetensförsörjning för kunskaper specifikt inom vätgas. De har två spår i sin kompetensförsörjning där den ena bygger på utbildning och den andra på rekrytering av ny arbetskraft. Organisation D vet till viss del vilken kompetens det är som de kommer att behöva. De vet att de saknar och behöver ny kompetens relaterat till vätgas och de nya processer de ska använda sig av på de nya anläggningarna. Men de kommer först att behöva bygga upp en grundkompetens för att sedan förstå vilka detaljer det är som saknas. På frågan om Organisation D har svårt att hitta den personal och kompetens de behöver svarar de:

”Det kryllar inte av ingenjörer, så rent generellt är det lite utmanande. Men jag upplever att vi hittar roller och personer med ganska djupa tekniska kompetenser inom vätgasområdet. Sedan har vi inte påbörjat att rekrytera på en lite bredare front utan mer spetskompetenser än så länge. Men det kommer vara utmanande med en ny anläggning med 100-120 personer där alla har en viss nivå på kompetens inom vätgas så är det en kompetensproduktion. Att utbilda så många personer på en kort tid är en ganska stor apparat.”

Även organisation E har en viss utmaning att hitta folk till sin rekrytering. Organisation E planerar att behöva rekrytera drygt 1000 personer inom de närmaste 2 åren. På frågan om vilka hinder/utmaningar som organisation E står inför för att

lyckas med sin kompetensförsörjning svarar de:

”Det är så få personer som har gjort det tidigare. Att hitta dessa personer är en utmaning men sen också att försöka vara tillfreds med att rekrytera människor med potential. Alltså personer som inte gjort det tidigare men som vi tror på kan göra detta tillsammans med oss”

Inom vissa kompetensområden finns det en större konkurrens om samma personal. Organisation E beskrev hur de riskerar att förlora personer som istället dras till andra verksamheter:

”Speciellt inom project manager inom megaprojekt, då finns det många sådana i till exempel mellanöstern där man får extremt bra betalt och noll procent skatt. Så det är klart att där ser vi att det är svårt att hitta den typen av kompetens då det inte finns nog av dem och de får väldigt bra betalt i andra delar av världen”

Men organisation E listar även upp andra yrken som de är i behov av. På frågan om de vet vilka kompetenser de är i behov av svarar de:

*”Vi börjar få ganska bra förståelse för det: mestadels är det ingengör-
rer, processoperatörer, underhållsingenjörer och andra typer av ingenjör-
rer kopplade till tekniken, metallurger, kemister, kemi-fysik kopplade till
vätgasen och mycket andra typer av ingenjörer inom projektledning och
byggnationer.”*

Detta visar på att det finns en bredd i organisationens kompetensbehov. Det behövs såväl mer generella roller som de med spetskompetens. Behoven som beskrivs tycks också främst vara inom tekniska områden och projektledning.

Det framgick i flera intervjuer att stålföretagen har svårt att hitta den personal som de behöver. Alla de tillfrågade intervjuobjekten har indikerat på att det saknas kompetens i många olika led och att det i norra Sverige i allmänhet är svårt att få tag på arbetskraft. Exempelvis lyfter organisation D:

*”Var vi håller till, i norra Sverige, så är det lite mer glesbefolkat än de
sydliga regionerna så resurser är en utmaning.”*

Även Organisation G anser att det behövs mer kompetens än vad som finns. De menar att företagen behöver folk som kan hantera vätgas. Detta gäller alla stålbolag men speciellt de som aldrig tidigare hanterat någon typ av explosiva gaser. På frågan om de kan se några hinder eller utmaningar inom kompetens svarar de:

*”Vi har för lite folk här uppe i norr, vi måste få upp fler som bosätter
sig och som jobbar här annars kommer det inte att gå. Vi har en enorm
summa som behövs inom exempelvis industrin och de personerna har vi
inte.”*

Utöver geografiska faktorer lyfts även tidsaspekten. Exempelvis svarar organisation F på frågan om det finns några utmaningar med att få till kunskap och kompetens:

*”Tidsaspekten är väldigt viktig. Att man ser att detta är bråttom. Nu
har vi tre satsningar i norra Sverige där de ska bryta upp 700 megawatts*

produktion som ska vara klart och i drift till 2028 ... Hur ska man kunna hinna i kapp med att de som ska ge tillstånd och jobba med detta, de som ska svetsa? Det saknas till och med svetsare.”

De menar att företagets ambitioner när det gäller tid nästan är orimligt höga eftersom det saknas folk i alla led. Även mer lågutbildade yrken så som svetsare är det brist på. Därmed menar organisation F att det kommer bli svårt att hinna genomföra dessa typer av projekt på så kort tid. Organisation G menar att företag ofta tror att de behöver tex ingenjörer men sen visar det sig att det räcker med gymnasieutbildad personal:

”Oftast tror man att man behöver en kompetens som är högre än vad den behöver vara”

Även om det behövs flera olika typer av kompetenser så måste det finnas en balans. Organisation F uttrycker:

”Många pratar jättemycket om att kunskap behövs ... Men det är inte givet hur mycket som behövs. Stålindustrin har uttryckt ’att vi behöver inte så många, vi behöver bara några stycken som kan.’ Det är kanske också en utmaning att hitta en balans i hur mycket som behövs.”

Lösningen kanske inte kommer att vara att massutbilda personal som riskerar att bli arbetslösa om företagen inser att de överestimerat sina behov. Snarare än att det kommer behövas flertalet nya spetsutbildade kan det behövas en generell kunskaps-spridning om ämnet. Organisation F uttrycker:

”Alla, och då menar jag alla behöver veta vad vätgas är och vad det betyder för dem.”

5.1.2 Möjliga lösningar

Organisation D lägger stor vikt vid utbildning. Dels av den personal de redan har för att de ska kunna jobba med de nya anläggningarna. Men de har även samarbete med skolor för att det ska finnas utbildning för människor i norr för att de sedan ska kunna börja jobba hos organisation D. För att rekrytera jobbar de främst med att försöka göra det attraktivt att flytta upp till norr.

På frågan om organisation D genomför någon internutbildning för att täcka den kompetens som de inte hittar i rekrytering svarar de:

”Det är ett grundtänk vi har, att de resurser vi har, att hela tiden ha en utveckling av dem. Det är inte bara vätgas som är i ropet utan ökade automationskrav och digitalisering och sånt är sådant som pågår vilket gör att man behöver hänga med och utveckla de resurser vi har.”

Organisation E menar att de utbildningar med de kunskaper som de behöver redan finns men att det inte finns något som är ”klippt och skuret” för deras verksamhet. De har samarbeten med lärosäten och andra parter i norr om vilka kompetenser de behöver.

Eftersom den specifika användning av vätgas inom stålindustrin är ny så är det

svårt för organisation E att hitta rätt personal med önskad kompetens. Till skillnad från andra företag och samarbeten som har mycket personal att tillgå så behöver organisation E rekrytera från grunden. De beskriver hur de har inspirerats av andra företag som startat nya mega-projekt när det kommer till hur de rekryterar. Där de främsta lärdomarna ligger i hur uppskalning kan ske snabbt.

Flera av de intervjuade organisationerna har tillsammans tagit fram en utbildning, "Processtekniker med vätgaskompetens", som ska startas under hösten 2024. Organisation D har också tagit de delarna av utbildningen med koppling till vätgas och plockat ut för att erbjuda personal internt. Organisationen behöver bygga upp olika moduler för den kompetensutveckling som olika roller kan komma att behöva. Alla kommer inte behöva kunna lika mycket om allt, men alla kommer behöva kunna något. De driver just nu en utbildning internt som syftar till att skapa en grund som alla kommer att behöva inom företaget.

Organisation D håller i nuläget på att kartlägga vilka utbildningar som finns för att därefter kunna avgöra vilken typ av nya utbildningar som kommer behövas. De utvärderar sina behov och vad som redan erbjuds och vilka gap det finns däremellan. Men eftersom de inte riktigt har definierat sina behov än är det svårt att säga om det som finns räcker eller ej. Huruvida kompetensbrist kommer att stå i vägen för deras arbete menar de är ren spekulering i dagsläget.

Organisation E tar upp en plattform som genom ett samarbete har uppstått för företagen i norr. Denna jobbar med att attrahera människor som vill jobba med omställning från runt om i världen till norra Sverige. Både bred arbetskraft och spetskompetenser kommer behövas i norra Sverige och därför har flera företag gått ihop för att det ska kunna uppnås. Organisation E uttryckte:

"Vi kan inte enbart kannibalisera på varandra utan vi behöver, för att alla ska lyckas, få in arbetskraft i norr. Det gäller både bred arbetskraft men även spetskompetens."

De intervjuade företagen menar alla att de själva internutbildar personal vilket även styrks av utomstående parter. Organisation F beskriver att företagen är ganska bra på att fixa egna interna utbildningar för sin personal. Men för att kunna få ny personal kommer det också att krävas utbildning som gör att man inte behöver lära sig allt från grunden. När organisation G får frågan hur kompetensutmaningarna kan lösas svarar de:

"Företag ser över det här med internutbildning, att man bygger på underifrån och plockar in längst ned. Men företag måste då kunna internutbilda trots att det har en brist på personal."

Organisation G lägger även tyngd på att utbildningscenter och företagen måste ha en tydlig koppling så att människor förstår vem som har utbildning och till vilka jobb man kan gå efter avklarad utbildning. Den tydliga kopplingen mellan utbildning och jobb måste finnas.

Organisation D menar att samverkan behövs med olika utbildningsinstanser såsom yrkeshögskolor och universitet för att rätt kompetens ska finnas. Det är viktigt att utvecklandet av kompetenser börjar i tid, eftersom det är först när människor

utbildats som företagen ser vilka andra kompetenser som saknas. De påpekar att de viktigaste aktörerna för att kompetensen ska säkerställas är utbildningsinstanser. Därtill är det också viktigt att företagen jobbar med utveckling på området.

Under intervjuerna lyftes vikten av att samhället utvecklas med omställningen. På frågan om hur kompetenser ska kunna säkerställas svarar organisation D:

”Generellt med rekrytering, man behöver vara ett attraktivt företag i ett attraktivt samhälle också. En människa flyttar inte bara och tar jobb i ett företag utan måste bo och leva i ett samhälle också. Så samverkan med kommunen är av stor vikt för att det ska bli en attraktiv helhet.”

Även organisation G tar upp kommunerna som en viktig del i vätgasprojekten. På frågan om vem som ska agera för att vätgasprojekten ska kunna lyckas svarar de:

”Kommunerna måste steppa upp rent allmänt, det spelar ingen roll om det finns 100 jobb i Kiruna om det inte finns några bostäder. Det är ingen som kommer flytta upp”

Organisation F tar också upp kommunerna när de svarar på frågan inom vilka områden det saknas utbildning:

“Det industrin pekar på mest är att de som jobbar på kommunen med tillstånd eller räddningstjänst är prioriterade.”

Vätgassäkerhet är ett kunskapsområde som organisation F menar är viktigt att personer som arbetar på kommun och med tillståndprocesser har kännedom kring.

5.1.3 Marknadens mognad & legitimitet

Organisation D beskriver att vätgas är ”i ropet”. De menar att det är en fråga som många tror på exempelvis i energifrågan och att utveckling sker på flera områden såsom bättre elektrolysörer och vätgasfordon. De tycker att det är positivt att det är så många som ger sig in och är med och utvecklar teknik kring vätgas. De ser inte heller att det finns något alternativ till vätgas och direktreduktion som kan leda till fossilfritt stål.

Enligt organisation D är marknaden inte helt mogen när det kommer till de volymer av vätgas som kommer behöva produceras och användas. Tekniken som behövs finns i stort sett redan men har inte använts i den skala som det nu kommer handla om. Tekniken och vätgasen finns inte tillgänglig ”från hyllan” utan är ett utvecklingsområde de i nuläget jobbar med. Dock menar de att det står klart att efterfrågan på fossilfri stål gjord på vätgas är stor och att marknaden på så vis är mogen och redo för den produkten. De tror att vätgasen besitter legitimitet och kan genom stålindustrin radikalt minska utsläpp som finns idag då stålindustrin i dagsläget släpper ut väldigt mycket koldioxid. På frågan om teknologins legitimitet påverkar tillgången till kompetent personal svarade organisation E:

”Den tekniken vi använder snarare lockar kompetens än skrämmer bort. Folk är superintresserade.”

Därtill svarar organisation F på frågan om personer inställning till vätgas:

”Det har en positiv. Det kommer gå upp och ner, vi jobbar mycket med den sociala acceptansen och engagemanget för vätgas på olika sätt och jag upplever att det är en väldigt positiv tidsperiod men sen finns det orter som, till exempel Köping, som inte vill ha en vätgasproduktionsanläggning. Då säger man ifrån eftersom man inte vill ha en anläggning där man bor-”

Den allmänna bilden av vätgas ser ut att vara positiv i samhället och samtliga intervjuobjekt ansåg att bilden överlag är positiv. Dock finns det också motsättningar och personer kan känna en motvilja om att ha nya installationer nära där de bor.

5.2 Kemiindustrin

Många av företagen inom kemiindustrin anger att de har en lång erfarenhet av att arbeta med vätgas. I samtal med organisation K framgår det att hanteringen av vätgas inte är något nytt inom branschen, utan det som är nytt är produktionen av grön vätgas genom elektrolys.

5.2.1 Utmaningar

Att industrin har lång erfarenhet av att arbeta med vätgas innebär att det redan finns en hel del kompetens kring hanterandet av vätgas. Detta är även något som stämmer överens med flera utav företagens svar när de tillfrågades om de nya projekt företagen bedriver har krävt mycket ny kompetens eller om denna kompetens har funnits inom företaget. Organisation I nämner följande:

”...det är process engineering, det är inte vätgasrelaterat och där har vi god kompetens internt.”

På liknande vis svarar organisation H:

”Vi har nog haft mycket inom företaget. Sen har vi också satsat på att utveckla befintlig personal.”

Detta tyder på att kompetensförsörjning inte utgör något hinder vid utvecklandet av nya tekniker och lösningar utan att denna kompetens återfinns internt. Däremot motsäger svaret som gavs av organisation J detta. De menar att nya kompetenser behövs i övergången till användning av grön vätgas. När frågan om det finns något som är nytt med vätgas i projekten svarade organisation J:

”Elektrolytisk vätgas är en annan process. Det är helt andra volymer som vi pratar om, som vi kanske också måste till och med lagra, mellanlagra, för att ha en buffert för att kunna köra processerna. Så det handlar om kompetenser med både processingenjörer och ingenjörer som ska designa och det handlar om de som kör anläggningarna, operatörer och det handlar framförallt också väldigt mycket om säkerhet och ett tänk kring processsäkerhet som man ska jobba med både internt såklart men också där man behöver förklara för myndigheterna att man ska ha möjlighet att få ett tillstånd för att drifva sådanahär anläggningar.”

Detta tyder istället på att kompetensbrist kan utgöra ett hinder i flera av stegen som krävs när en ny teknik ska utvecklas och implementeras. Detta visar på en viss tvetydighet, men även om kompetensförsörjning inte utgör något hinder vid utvecklandet av nya tekniker, som de två första citaten tyder på, säger de däremot inget om ifall det utgör hinder när det kommer till att implementera de nya teknikerna eller när de har tagits i drift.

Alla de intervjuade aktörerna har på ett eller annat sätt nämnt att det finns utmaningar när det gäller kompetensförsörjning. En aktör nämner också att det inte bara funnits en nedåtgående trend för intresset av att jobba inom kemiindustrin utan att det även gäller annan industri i andra sektorer inom landet. Organisation K uttrycker följande:

”Vi ser att det finns ett behov och en efterfrågan på kompetens inom hela sektorn i princip. Som rör hela utbildningsväsendet också, som hela utbildningsväsendet måste svara emot. Får vi inte till denna kompetensförsörjning kommer det vara svårt att klara den gröna omställningen.”

Vidare beskriver de också:

”Det är en jättestor utmaning redan nu att hitta rätt kompetens ... 7 av 10 rekryteringsförsök misslyckas.”

Detta visar på att det finns utmaningar när det gäller kompetensförsörjning, det är däremot svårare att säga om det finns en tydlig koppling till att det är just vätgasrelaterad kompetens som det är brist på. Det breda behov av kompetens inom hela sektorn som beskrivs av organisation K är även något fler nämner. När yrkesroller det kan bli akut brist på diskuterades nämndes följande av organisation H:

...ingenjörer är ju alltid, där slåss vi ju om den kompetensen med alla andra bolag, men det vi faktiskt också ser är underhållspersonal: svetsare, svarvare, elektriker.”

När det kommer till vilka utmaningar som finns för att företagen ska lyckas med kompetensförsörjningen, nämndes framförallt följande: geografiskt läge, konkurrens med andra företag och svårighet att rekrytera erfaren personal. När organisation H tillfrågades vilka utmaningar de ser kopplat till kompetensförsörjning sades:

”De utmaningar vi ser är att vi konkurrerar med massa andra företag som också är intresserade av kompetensen.”

Även i intervjun med organisation K diskuterades utmaningen kring konkurrensen om kompetens:

”Det är inte bara vi som har en brist på kompetens inom industrin utan det är ju flera andra sektorer som också har larmat om det här. Inom OECD så står egentligen hela industrin inför ett ganska stort kompetensgap där vi kommer att konkurrera med varandra. Det beror på demografiska förändringar i huvudsak, en åldrande population framförallt, i hela EU och vi tar inte in lika mycket arbetskraftsinvandring ifrån länder utanför EU som vi gjorde förr. ”

Båda dessa citat visar på att det finns en brist på kompetens då det redan idag har

uppstått konkurrens. I och med denna konkurrens så blir även det geografiska läget något som kan upplevas som en utmaning när det kommer till att kompetensförsörja. Dessutom upplevs det svårare att lyckas rekrytera erfaren kompetens. Detta belystes i intervjun med organisation K:

”..det geografiska läget påverkar. Det är många som säger att det är otroligt svårt att hitta erfaren kompetens.”

Det krävs att vara ute i god tid för att kompetensförsörjningen ska kunna säkerställas, särskilt när det är ny produktion som ska anläggas där kompetensen inte tidigare funnits. Det behövs erfaren personal att bygga en organisation kring, detta lyfts i intervjun med organisation L:

”Redan nu så har vi utmaningar med att rekrytera rätt kompetens, för ska man kunna ta emot en nyutbildad ingenjör eller styr- och reglertekniker så måste du ha en kompetensbas, annars måste du plocka in någon som redan har erfarenhet. Du kan inte anställa fem stycken nyutbildade och tro att det löser sig själv utan du måste också ha en existerande kompetensbas inom företaget, och det är lite av en utmaning.”

Även i intervjun med organisation H belystes det geografiska lägets påverkan då det behöver rekryteras till anläggningar på mindre orter:

”Få tag på erfarna ingenjörer som är etablerade på marknaden redan som kanske har partner, familjer som också ska flytta med. Den är lite svår kan man säga, därför att utbudet på annan typ av tjänster inte är gigantiskt.”

Organisation H uttrycker att det är lättare att rekrytera nyexaminerade ingenjörer då de tycker det är kul att pröva på arbetet. Dock stannar de sällan kvar då det kan vara svårt att finna partner och bygga samliv på de mindre orterna. Därtill flyttar sällan familjer dit då det ofta saknas jobb för andra i familjen som inte ska jobba på industrianläggningen. Vikten av en fungerande samhällsstruktur beskrivs även i intervju med organisation K:

”Det är ju generellt också, att det finns bostäder, att det finns bra villkor. Många utav våra företag behöver rekrytera internationellt. Man kan inte heller tro att Sverige ska kunna kompetensförsörja inom alla specialområden, expertområden utan vi kommer vara en del utav ett globalt samhälle och vi kommer behöva rekrytera specialister ifrån andra länder, som förmodligen har familj/medföljande som man behöver ta hand om. Det behöver finnas möjlighet till inte bara bostad utan även förskoleplats eller skolplats och liknande. Det behöver finnas en samhällsstruktur runt omkring. ... Sen är det också såklart lagar och regler som behöver komma på plats. Det behöver bli enklare att få uppehållstillstånd.”

5.2.2 Möjliga lösningar

Många olika aktörer jobbar aktivt med att försöka se till att kompetensförsörjning inte ska utgöra något hinder för omställningen. I förra delen visades brist på kompetens inom industrin och för att lösa detta lyfts flera olika delar som kommer att

bli viktiga. En av dessa är internutbildning, något som flera av aktörerna nämner att de jobbar aktivt med. I intervjun med organisation K sades:

”Man går numera mot att försöka bredda sina rekryteringar. Man ser att det är ganska viktigt att försöka hitta möjliga vägar till att snabbutbilda, internutbilda personal, som kanske inte har exakt rätt teknisk kompetens men som då kan få rätt teknisk kompetens för att sen gå vidare till en annan yrkesroll.”

Utöver internutbildning var utbildning och samverkan med universitet och högskolor något som utpekades som en viktig del i lösningen. Vikten av att det finns rätt utbildningar var något som visades på när det av flera aktörer uttrycktes oro kring Chalmers planer på att slå ihop eller lägga ner flera utbildningar. I intervjun med organisation K sades:

”Vi ser en oroväckande utveckling där framförallt utbildningar inom högskoleingenjör mot kemiteknik nu läggs ner på grund utav bristande söktryck. Man ser att elever inte är intresserade av att söka de här utbildningarna. Men det är också ett söktryck som är generellt. Chalmers skrev nu i helgen en artikel i Dagens Nyheter kring att det är ett minskat söktryck också till civilingenjörsutbildningarna inom kemiteknik och att det är allvarligt eftersom vi ser att efterfrågan på utbildade inom dessa områdena ökar.”

Organisation H uttryckte liknande oro för det minskade söktrycket på kemiutbildningar. I tillägg till att det sker en oroväckande utveckling där utbildningar läggs ner nämndes också följande av organisation K:

”Övergripande skulle jag säga att det är en oroväckande utveckling. Vi ser också att det kanske inte är ett isolerat sammanhang utan det handlar om att man redan har tappat elever på gymnasienivå. De senaste fem åren så har söktrycket till natur- och teknikprogrammen droppat rejält. Så det är på något sätt ett helt system som måste till, där vi behöver få upp det här intresset igen.”

Flera av de andra aktörerna nämner också att de har en liknande upplevelse och flera av dem försöker hitta sätt för att lösa detta. I intervjun med organisation H diskuterades hur de måste jobba för att säkerställa sitt kompetensbehov:

”Vi behöver rikta oss redan mot grundskolan, högstadie. Prata om vad vi gör, vad man kan jobba med på ett raffinaderi. Kontakten med grundskola, kontakten med gymnasium för att visa vad vi gör. Få dem att söka vidare, utbilda sig inom de här yrkena. ... Ta emot praktikanter, prao den typen av aktiviteter för att stimulera att unga söker sig vidare inom teknikyrken.”

Att jobba med stimulans var även något som lyftes i intervjun med organisation J:

”...men om man tänker att det här är anläggningar som inte ligger inom befintlig processindustri, så måste man ju verkligen stimulera att folk utbildar sig inom den här genren och vill jobba med processanläggningar och den här typen av både projekt och driftanläggningar.”

Utöver att stimulera att folk utbildar sig finns det även andra sätt att påverka utbildningar. I intervju med organisation J svarades följande på frågan kring om det finns rätt utbildningar för att man ska lyckas med kompetensförsörjningen:

”Ja men jag tror att det är väldigt viktigt att behöva gå in och hjälpa kanske de som sätter ut utbildningsplaner och säga att det här, på detaljnivå, skulle vi behöva stärka upp kompetensen kring.”

Organisation K nämner också hur utbildningars uppbyggnad kan behöva förändras:

”Vi tror att man också behöver bryta upp utbildningar i moduler, så att man kan bygga på själv. Yrkesverksamma kommer behöva bygga på kompetens under hela livet. Även om man har en examen måste man få tillgång till kompetensutveckling och det kan inte bara företagen själva stå för. Speciellt inte när det är ny teknik och stora genomgripande teknikförändringar, utan då behöver även högskolor och universitet kunna tillhandahålla kurser som är lite mer flexibla.”

Det framgår tydligt att det inte finns en lösning som fungerar till allt och företag och andra aktörer kommer behöva jobba på olika sätt för att lyckas med utmaningen. I intervju med organisation K lyfts just detta:

”Det finns ju inte en silver bullet, utan det är ju väldigt mycket saker som behöver komma på plats på en och samma gång. Lite som jag sa inledningsvis, man behöver ha någon form utav ett helhetsperspektiv från grundskolan, nästan från förskola, upp till högre utbildning för att få barn och elever intresserade i naturvetenskap och i tekniska utbildningar.”

När det gäller högre utbildning, lyfts även forskarutbildning som något man behöver satsa på. Organisation K sade följande:

”Sen tror vi också att vi behöver få mer forskning, man behöver satsa mer på forskarutbildningarna, på doktorander, på samverkan mellan industrin och akademien, få fram mer industridoktorander. För då kan industrin också kliva in och samfinansiera och hjälpa till och det blir mer industrinära forskning.”

Sammanfattningsvis tycks det finnas många idéer kring lösningar och företagen verkar arbeta aktivt med att kompetensförsörjning inte ska bli ett stort hinder i framtiden.

5.2.3 Marknadens mognad & legitimitet

I inledningen av detta kapitel nämndes kemiindustrins långa erfarenhet av att arbeta med vätgas. I flera av de processer där vätgasen ingår finns det inte heller något alternativ till att använda just vätgas. För att alla de projekt som planeras att genomföras ska lyckas krävs också att marknaden är mogen och att tekniken besitter legitimitet. Organisation J beskrev följande under intervjun:

”Jag tror att mognadsgraden på själva tekniken är hög. Men att drifta den optimalt, om du tänker på många andra processer så har man under sekler energioptimerat och man har förbättrat osv. och den tiden har inte

vi nu i uppskalningen utan nu vill man att det här ska hända hyfsat snabbt... ”

Däremot höll organisation L ej med om marknadens mognadsgrad. Även om vätgas använts tidigare i kemiindustrin och att det snarare handlar om en förändring i produktionen av gasen samt i vilka områden den tillämpas så ansåg organisation L att marknaden för gasen inte är mogen:

”Den (marknaden) är extremt omogen. Det är ju ingen commodity idag, det är det faktiskt inte någonstans.”

Vätgas produceras och används inom kemin och petrokemin men existerar inte som en kommersiell produkt. Trots att marknaden för vätgas tycks enligt organisation L vara omogen i Sverige så kan tekniken besitta legitimitet, eftersom det bygger på befintlig existerande teknologi och processer som bara ska användas på nya sätt för att skapa fossilfria lösningar. I intervju med organisation L lyfts just vätgasens roll som en central del i industrins gröna omställning som en viktig faktor för vätgasens legitimitet:

”Jag tror att inom vissa branscher så kommer det här bli en hygienfaktor i framtiden. Du kommer inte kunna sälja en produkt om den inte har en grön profil.”

Men likväl lyfts det under samma intervju att legitimiteten hänger på att lösningen presenteras som lösning där den verkligen behövs:

”Man ska akta sig för att se vätgas som en universallösning. Då tror jag man är helt fel, då tror jag att man tappar den där legitimiteten. Det handlar om de här områdena där det är svårt att komma ifrån de fossila råvarorna, det är det man behöver fokusera på.”

Organisation I nämner i intervjun att deras projekt tros besitta legitimitet:

”Trovärdigheten kommer också från hur EU innovation funds har godkänt processen. Det betyder också att det finns något som är lite speciellt i projektet och som kan hjälpa oss i framtiden.”

Trots att legitimiteten är hög, nämnde organisation K följande om behovet av tydlighet från politiken:

”Tydlighet från myndigheter är en sådan grej som vi tror hjälper branschen snabbare framåt. Tydligare krav och hjälp med vägledning om implementering av krav och liknande.”

Därtill lyfter organisation K att det generellt önskas långsiktiga spelregler att förhålla sig till. Lärosäten tenderar att utbilda inom sådant som är mer långsiktigt och även det som tros komma nyttjas i arbetslivet. För att lyckas skapa kompetens behöver det också finnas lärare som kan undervisa inom ämnet och för att det ska finnas måste ämnet ha funnits ett tag. Att det saknas tillräckligt bra ämneslärare är något som kan vara ett hinder för kompetensförsörjningen.

5.3 Sektoröverskridande observationer

Här presenteras den information som framkommit under intervjuerna som inte rör något specifik sektor, utan som är allmängiltig för svensk industri i stort.

5.3.1 Utmaningar

Historiskt har användningen av vätgas varit begränsad i Sverige. Nationell användning av olika typer av gas har i stort varit mycket mindre än i övriga Europa, vilket i intervju med organisation L lyfts som en anledning till varför en del kompetens saknas i Sverige i dagsläget:

”Distribution och transmission av energigas, som vätgas är en del av, är inte riktigt nånting som existerar i Sverige idag, nationellt, utan det är vissa områden där den möjligheten finns då. Det finns ingen lång tradition av gasinfrastruktur i Sverige, så den utvecklingen kommer nog ta lite längre tid här.”

Utöver brist på tidigare hantering av vätgas så råder det redan i dagsläget brist på personal i industrin i stort. I intervjun med organisation M nämner de bland annat den allmänna bristen i norra Sverige:

”... de har väldigt många hål i sin kompetensförsörjning, flera av de (företagen) här i Norrbotten och även Västerbotten står inför stora pensionsavgångar. Och redan idag har de väldigt stor brist på drifts- och underhållselektriker, automationstekniker...”

Ett av de främsta hindrena för kompetensförsörjningen som behövs för att genomföra omställning är bristen på lågutbildade. Detta beskrivs av organisation M:

”Det är ju möjligt att omställningen nu också sammanfaller och krockar med en utbildningstrend som vi har haft i 20-30 år. Att fler och fler ska blir akademiker, oavsett egentlig inriktning. Vi ska ha en så stor andel av kullen som möjligt som ska in på universitet.”

Följaktligen finns det även ett behov av ingenjörer, men det är yrken med kortare utbildning som det kan bli än svårare att få tag på. Detta sträcker sig över flera olika kompetensområden. Dock lyftes ingenjörsbrist som en viktig bristfaktor under intervju med organisation L:

”Jag tror att ett område är absolut teknikkompetens, alltså olika typer av ingenjörskompetenser. Det tror jag är en samhällsfråga, det gäller inte unikt vätgas.”

Det framkommer således att denna brist på teknikkompetens sträcker sig över fler områden än vätgas. Därtill förtydligades det också att det är teknikkompetens på flera utbildningsnivåer som det kan komma att råda brist på. Utöver saknad teknikkompetens lyfts också under intervjun med organisation L att det råder brist på personer med kompetens inom projektering:

”För det behövs också den typen av individer som har erfarenhet med att genomföra stora komplexa projekt och de är svåra att rekrytera för det

finns en begränsad kompetenspool.”

Relaterat till utbildning så svarar organisation L positivt när tillfrågad om rätt utbildningar finns för att utbilda den personal som behövs. Snarare än rätt utbildning menar de att det är antalet platser som spelar roll:

”Det är lite av en missuppfattning, industrin har hanterat den här typen av gaser i 50-60 års tid. Nu är det då en tillväxt i Sverige och det gör ju att antalet utbildningsplatser och antalet individer behöver öka för att kunna möta den här tillväxten som sker i den här branschen”

Därtill lägger de till att det också handlar om var i Sverige som utbildningarna finns:

”De som läser driftutbildning med fokus mot liksom kemibranschen, det är ofta i Göteborgsområdet då det är där som den branschen är som störst. Det här kommer att vara en puckel när det är en tillväxt inom den här branschen i Sverige.”

Detta leder vidare till ett annat stort problem som lyfts i flera intervjuer, den geografiska förskjutningen av kompetens i Sverige. I intervju med organisation L lyfts det att det är enklare att rekrytera i områden där industri redan är väletablerad, som Luleå och Stenungsund:

”I den typen av frågeställningar är det lite enklare i ett område som Stenungsund där det finns en stor existerande kemiindustri idag, både kompetens och en pool av operatörer och underhållsingenjörer att rekrytera ifrån. Det är kanske en större utmaning om man bygger ett projekt i ett område där den här typen av industri inte riktigt existerar.”

Dock görs det en särskiljning mellan norr och syd på grund av populationsfördelningen över landet. Detta leder till en konkurrens om kompetens och i intervju med organisation L nämns en risk att industrier och anläggningar dränerar varandra på kompetens. Problemet blir värre då det är få människor som flyttar norrut och flera som studerar där återvänder hem. Detta diskuterades med organisation M:

”I Norrbotten och i Västerbotten så är det en väldigt stor del som åker tillbaka till där de har bott. De gör sommarjobb där och har sina kontaktnät... universiteten har ju inte något uppdrag att få studenterna att stanna kvar i regionen, utan de har ett nationellt uppdrag att göra en bra utbildning...”

Det lyfts vidare i intervjun med organisation M att det behövs fler program och initiativ där universiteten knyter ihop studenter med det lokala näringslivet. Något som dessvärre är kostsamt och som således skulle kunna behövas statligt stöd för.

Det är svårt för industrin att försörja den kompetens som behövs när utveckling sker i en för hög takt. I intervju med organisation M nämner de hur utvecklingens hastighet är ett hinder:

”Det går så väldigt väldigt fort. Vi har aldrig varit i en situation där kunskap har föråldrats så snabbt som det gör idag. Vi har också generell teknik som, särskilt förstås elektrifiering och AI är typiska tekniker som slår igenom på alla fronter.”

Det blir följaktligen en utmaning för industrin att vara ikapp med den utveckling som sker och svårt att få tag på kompetent personal, samt hinna vidareutbilda befintlig personal. Detta gör det svårt att få kompetens på bred front. Samtidigt som utvecklingen sker väldigt fort och en rådande brist på gymnasieutbildade yrken så står Sverige också inför en mängd nyetableringar som inte skett på ett flertal år. Detta blir då självklart ett problem då efterfrågan på liknande kompetenser ökar. Samtidigt som det framkommer i intervjun med organisation M att företag ofta misstar vilken mängd av ny personal de behöver inom olika yrkesgrupper, med ett exempel från annan industri:

"...i början så sa Northvolt att de behövde 80% civilingenjörer, men nu har de ändrat sig och säger att de behöver 80% gymnasieutbildade och 20% civilingenjörer, eller ingenjörer. Det är svårt för företagen att veta, man slår ofta lite över målet."

Problemet försvåras ytterligare då det, som tidigare nämnt, är färre som söker sig till yrkesutbildningar. Därtill skapar detta också en svårighet för lärosäten att veta och hinna ställa om och utveckla utbildningar som behövs.

Med nyetableringar tillkommer även projektering och planeringsarbete inför att anläggningar kommer på plats och kan sättas i drift. Då nyetableringar och att installationer av ny inmatning till industri skett så pass sällan i Sverige saknas det möjlighet att hålla den kompetensen. Detta lyfts i intervjun med organisation L där exempel ges på kemiindustrin:

"Jag tror att den här bulk-delen av projekteringsarbetet, det tror jag att i väldigt stor utsträckning kommer att gå till internationella spelare. Och så har kemiindustrin i Sverige jobbat traditionellt också... Och det är för att den typen av kompetens och vanan med den typen av stora projekt inom kemi och petrokemi, det är relativt sällan som det genomförs i Sverige så det finns inte bas för att hålla den typen av kompetens vid liv."

5.3.2 Möjliga lösningar

En lösning för att kompetensförsörjning ska kunna ske på stor skala som lyfts i intervjun med organisation M är att uppdrag behöver ges till myndigheter som Energimyndigheten. Då uppdrag ges till myndigheter kan de kartlägga det behov som finns och därefter stödja i utformandet av de utbildningar som behövs för att fylla behoven på arbetsmarknaden. Därtill framkommer även vikten att det finns grundutbildningar för de tjänster som industrin behöver. Detta lyfts i intervjun med organisation M:

"...och jag kan tycka att samhället bör kunna stå för en grundutbildning, alltså vi måste kunna göra en elektriker, en processoperatör, sen har ju varje industri specifika utrustningar och specifika flöden."

Därutöver kommer företagen behöva lära ut de exakta processerna som är unikt inom just deras verksamhet. De mer specifika kompetenserna kan vara bättre att företagen tar ansvar för att lära ut. Det är dock viktigt då att samhället kan säk-

ra tillgången på grundkompetensen, då det enligt organisation M annars kan ha negativa konsekvenser för produktionen:

"...som det är idag så får de (företagen) ta emot lärlingar med väldigt liten kunskap innan, och när hjulen snurrar för fullt och det blir de mest erfarna som ändå får ta hand om de nya, för liksom en blind kan inte leda en döv... Så idag så tror jag att produktiviteten hämmas mycket av att duktig personal, erfaren personal måste utbilda andra. Som hade varit mycket mer effektivt om samhället kunnat göra det i riktiga klasser..."

Detta är ett ansvar som landar både på individen och samhället, där individen bär ansvar att söka sig till utbildningar som kan leda till arbete. Därtill lyfts lösningen att begränsa de utbildningar som finns och organisation M nämner då förslag som gjorts politiskt:

"...nu ser vi vad den här utbildningsministern vill göra med utbudet på högskolan till exempel. Det vill säga att det måste vara mer, motsvara mer arbetsmarknadens efterfrågan."

Här åsyftas ett uttalande från utbildningsminister Mats Persson gällande minskat utbud av fristående- och distanskurser. Exempelvis nämndes "öl- och vinkunskap" som kurser som skall prioriteras bort så att mer resurser kan gå till tekniska utbildningar och andra utbildningar med starkare efterfrågan på arbetsmarknaden.

Därefter landar det på företagen att vidareutbilda sin personal. Då utvecklingen i samhället sker så fort behöver en del av ansvaret för att överföra kompetens också landa hos företagen som lättare kan se vilken kompetens som saknas. Dock skulle detta kunna underlättas om det vore lättare för företag att beställa uppdragsutbildningar, alltså utbildningspaket som företag beställer åt sina anställda från universitet och andra lärosäten, beskrivet av organisation M:

"... det är ganska svårt att köpa uppdragsutbildning. Alltså om du får ha ett stort företag som har flera inom samma yrkesgrupp som behöver en utbildning, då kan du köpa en uppdragsutbildning från ett universitet, under förutsättning att deras lärare kan avsätta tid då för detta... Men om en tänker sig ett mindre företag som har en eller två på den positionen, de kan liksom inte själva handla upp en uppdragsutbildning..."

Därtill nämner de hur det i dagsläget inte är möjligt för universitet att själva erbjuda uppdragsutbildningar:

"...för universiteten så är det för mycket administration att försöka sälja in sådana här uppdragsutbildningar som man kan va på från flera företag. För det blir för mycket administration och det betalar sig inte för dem..."

För att underlätta för universitet och företag med färre som behöver vidareutbildas skulle det behövas satsningar och finansiering utifrån för att öka lönsamheten för universiteten att bestå med utbildningspaket.

Vidare landar en del av fortbildningsansvaret även på individen. I intervjun med organisation M lyfts vikten av ett "livslångt lärande":

"...det har kommit mycket tänk kring livslångt lärande, det har varit på

väldigt mode de sista åren igen. Att det är någonting som ändrats, att man behöver kompetens från sitt arbetsliv som kanske ett svar på att det går fortare nu då. Och då har vi ju omställningsstudiestödet som en ny institution.”

Att sadla om till ett bristyrke är således en möjlighet som redan finns idag och det blir då i någon mån individens ansvar att också göra det. Personer behöver vara redo på att behöva lära sig nya kompetenser under sitt arbetsliv, särskilt då utvecklingen sker i sådan hög takt. Därtill kan det också finnas utrymme för nya typer av utbildningsplaner. I intervju med organisation M beskrevs:

”Jag är lite nyfiken på faktiskt när en första utbildning kommer som är kortare, alltså en ingenjörsutbildning på två år till att börja med och sedan kommer ytterligare ett år efter sex år i arbetslivet. Och ytterligare ett år efter 10 år i arbetslivet... Inte ens näringslivet vågar säga det högt. Men jag har hört, när man pratar med dem, att alla utbildningar borde vara 3-åriga på högskolenivå, och sen resten blir livslångt lärande.”

Denna typ av utbildningsstruktur samspelar bättre med konceptet ”ett livslångt lärande” och skapar en större flexibilitet i hur utbildningar genomförs och dess innehåll. Kortare utbildningar skulle resultera i att fler personer kommer ut i arbetslivet snabbare. Därtill om det vore norm att läsa kortare utbildningar som en därefter kan få tilläggsterminer i efter år i arbetslivet, skulle det kunna få en positiv inverkan på hur personer ser på kortare utbildning idag. Att kortare utbildningar skulle kunna ses som mer ”fina” skulle kunna locka fler till dessa utbildningar som det idag är lågt söktryck till.

6

Diskussion

Syftet med denna studie var att utforska vilken inverkan kompetensförsörjning har på stål- och kemiindustrins gröna omställning i deras arbete med vätgas. Detta kommer diskuteras i detta kapitel förankrat i de sju systemfunktioner som presenterats inom ramverket av teknologiska innovationssystem. I det första avsnittet utvärderas kompetensförsörjningens roll i uppfyllandet av systemets olika funktioner och de två sektorerna jämförs. En sammanfattande tabell med nyckelpunkter återfinns i tabell 6.1. Därtill illustreras systemfunktionernas interaktion och relation till kompetensförsörjning i figur 6.1. Därefter följer ett avsnitt om implikationerna av studien som inkluderar utvärdering samt rekommendationer för framtida forskning.

6.1 Kompetensförsörjningens roll i innovationssystemet

Genom analys av resultatet blir det tydligt att kompetensförsörjning är något som påverkar och påverkas av systemets förmåga till kunskapsutveckling. En skillnad som observerades när det gäller de två sektorernas kunskapsutveckling var att den befintliga kunskap som tidigare funnits inom sektorn när det kommer till vätgas var betydligt större i kemiindustrin jämfört med i stålindustrin. Inom stålindustrin är det en radikal förändring i tillverkningsprocessen medan kemiindustrin har lång erfarenhet av att arbeta med fossil vätgas och skillnaden där handlar istället om framställandet av grön vätgas. Denna skillnad är också något som har stor inverkan på den befintliga kompetensen inom sektorerna och hur mycket ny kompetens som krävs för att omställningen ska lyckas.

Därtill kan det även uppstå utmaningar när det gäller avlägsen kunskap, likt vad som nämnades i avsnitt 2. I detta fall är det vätgaskompetens som kan ses som den avlägsna kunskapen. Eftersom stålindustrin inte tidigare arbetat med vätgas kan det uppstå kommunikationsproblem när ny personal med ny kunskap anställs och försöker sprida denna nya kunskap inom organisationen. Detta kan då hämma kunskapsutvecklingen och spridningen inom stålindustrin. Kemiindustrin bör inte uppleva samma utmaning eftersom industrin har tidigare erfarenhet av att jobba med vätgas.

Det kan även tänkas att det krävs mer arbete för att generera kunskap inom stålindustrin eftersom att startsträckan där är längre. Därtill finns det också en skillnad i hur industrierna är belägna då merparten av företagen inom kemiindustrin idag

bildar ett kluster av närliggande, liknande industrier. Kemiklustret i Stenungsund är ett exempel på hur kunskapsspridning sker lättare då företagen runt om Stenungsund kan lära av varandra och på så vis förstärka kunskapsspridningen i systemet.

Givet denna skillnad är det också förväntat att stålindustrin jobbar mer specifikt mot kompetensförsörjning inom vätgas jämfört med kemiindustrin, vilket resultatet visade på. Det som främst nämns av kemiindustrin är utmaningar kopplat till produktionen av vätgas genom elektrolys. I stålindustrin finns däremot ett större fokus på att hitta personal som kan hantera vätgas och det nämns även att hela industrin kommer behöva ny kompetens relaterat till detta.

Det främsta sätt som företagen inom sektorerna jobbar med kunskapsutveckling och spridning av kunskap är genom internutbildning av befintlig personal. I resultatet framgick att de flesta av företagen jobbar med internutbildning och att det även är något de kommer fortsätta med i framtiden. Ett hinder för internutbildning är tillgången till uppdragsutbildningar. Detta diskuterades som en brist i resultatet och är även något som kan ha en negativ effekt på kunskapsspridningen. Om det är väldigt svårt att få tillgång till uppdragsutbildning kan det göra att sektorernas kunskapsspridning hämmas och detta kan i sin tur ha en hämmande effekt på utveckling och innovation.

Genom att göra uppdragsutbildningar mer lättillgängliga för företag kan internutbildningar underlättas och därmed säkerställa industriernas kunskapsspridning. Resurser skulle behöva tillhandahållas universitet, yrkeshögskolor och andra liknande utbildningsinstanser för att de ska kunna erbjuda uppdragsutbildningar till en större bredd av företag. Även om det i mångt och mycket landar på företagen att finansiera dessa uppdragsutbildningar kan stöd behövas för att utbildningar ska kunna genomföras med färre deltagare, alternativt resurser för att utbildningsinstanserna ska kunna genomföra det administrativa arbetet att koordinera utbildning med flera olika företag. Därtill skulle ansvaret att tillhandahålla uppdragsutbildningar kunna likställas med uppdraget att tillhandahålla övriga grundutbildningar på lärosätena.

Något som inte framkommit lika tydligt i resultatet är inom vilka andra organisationer som kompetens om vätgas kan komma att behövas. I rapporter av såväl Fossilfritt Sverige (2020) som Energimyndigheten (2024) framkommer ett behov av kompetens hos offentligt anställda. Energimyndigheten (2021) lyfter att det inte bara är industrin som behöver utveckla sin kompetens utan även offentliga aktörer då dessa utvecklar de regelverk och ramar som industrin behöver förhålla sig till samt tillhandahåller tillstånd. Fossilfritt Sverige (2020) konstaterar att regeringen bör arbeta med att effektiv koordinering sker mellan myndigheter för snabbare tillståndsprocesser.

I en delrapport från Energimyndigheten (2024) lämnar de som förslag på åtgärd att Myndigheten för Samhällskydd och Beredskap (MSB) behöver fylla en central roll i att uppdatera de regelverk kring säkerhet som finns för vätgas. Förutom detta behöver MSB även dels arbeta för kommunernas kompetensutveckling inom skydd mot olyckor, så att de ska kunna tillämpa regelverket och dels säkerställa att kommunernas räddningstjänster får utbildning i ämnet (Energimyndigheten, 2024). Således behövs både myndigheter som säkerställer att det finns regelverk för användning av

vätgas och effektivare samverkan så att tillståndsprocesser fortare kan avhandlas. Denna kunskapsspridning om vätgas som lyfts av Energimyndigheten och Fossilfritt Sverige har enbart framkommit kort i en intervju, trots att kunskapsspridningen inom den offentliga sektorn kan ha en stor inverkan på systemets innovation. Då exempelvis erhållandet av tillstånd kan ha inverkan på företags möjlighet att bygga anläggningar och testa nya tekniker.

Tabell 6.1: Följande tabell sammanfattar nyckelpunkter i kompetensförsörjningens relation till de sju funktionerna i TIS.

Funktion	Nyckelpunkter
Kunskapsutveckling	<ul style="list-style-type: none"> • Kemiindustrin ligger före i kompetens kring hantering av vätgas. • Båda industrierna saknar kompetens om grön vätgas. • Företagen jobbar mycket med internutbildningar av befintlig personal. • Stålindustrin arbetar mer specifikt med kunskapsutveckling inom vätgas. • Stenungsundsklustret tillhandahåller större kunskapsspridning inom kemiindustrin. • Bristen på uppdragsutbildningar är ett hinder för kunskapsutveckling. • Snabb utveckling inom AI, automation och digitalisering försvårar kunskapsspridning.
Resursmobilisering	<ul style="list-style-type: none"> • Snabb utveckling inom AI, automation och digitalisering försvårar resursmobilisering. • Brist på personer med teknisk kompetens och/eller kompetens inom projektledning är ett hinder. • Det begränsande antalet personer som läser kortare yrkesutbildningar är ett hinder. • Geografiskt läge försvårar mobilisering av ny personal, i såväl norra Sverige som på mindre orter i stort.
Marknadsformation	<ul style="list-style-type: none"> • Marknaden för grön vätgas är omogen inom både stål- och kemiindustrin. • Brist på tydlig framtida efterfrågan på arbetsmarknaden inom vätgas skapar osäkerhet i utvecklingen av nya utbildningar.
Riktninginverkan	<ul style="list-style-type: none"> • Företagen ansåg att det inom deras verksamhetsområde för tillfället inte finns någon konkurrerande teknik. • Tydlig riktning ökar konkurrensen på existerande kompetens.
Legitimering	<ul style="list-style-type: none"> • Vätgas har i stort hög legitimitet i samhället, vilket gynnar kompetensförsörjning. • Utbildningar inom teknik och kemi har en låg legitimitet vilket påverkat tillgången på kompetent personal.
Entreprenörsexperimenterande	<ul style="list-style-type: none"> • Båda sektorerna har behövt experimentera då tekniken inte funnits tidigare och ny kunskap och kompetens har utvecklats. • Kompetensbrist inte ett hinder för utveckling av ny teknik.
Bildandet av positiva externa effekter	<ul style="list-style-type: none"> • Teknologins höga legitimitet bör ha positiv inverkan på marknadsformationen och resursmobilisering. • Enhetlig riktning gynnar marknadsformation. • Enhetlig riktning skapar stor konkurrens som försvårar resursmobilisering.

Utöver internutbildning arbetar flera av de intervjuade företagen aktivt med att påverka utbildningars innehåll samt vilka utbildningar som ska finnas. I resultatet nämndes även vikten av att satsa på forskarutbildning och ett tydligare samarbete

mellan akademi och industri.

Utvecklingen av nya tekniker går i dagsläget väldigt fort. Inom ämnesområden som digitalisering, automation och artificiell intelligens händer många framsteg på kort tid. Detta försvårar kunskapsutvecklingen och spridningen av kunskap samt resursmobiliseringen för företagen och det är svårt för dem att utveckla och rekrytera den kompetens de behöver för att fortsätta vara konkurrenskraftiga.

Den svenska industrin tycks i allmänhet ha svårt att lyckas med sin resursmobilisering. Det framkommer att det under en längre tid funnits brist på tekniskt utbildade, särskilt de med kortare utbildningar så som drifttekniker, operatörer och underhållspersonal. Detta stämmer överens med rapporten av Fossilfritt Sverige (2020), där bristen på tekniska kompetenser lyfts.

Stålindustrin och kemiindustrin är trots sina olika användningsområden av vätgas ändå i behov av liknande kompetenser. Båda industrierna är i stort behov av ingenjörer med olika bakgrund och det är ett område där det förekommer mycket konkurrens mellan företag. Liknande uttrycker båda industrierna brist på projektplanerare och ledare av stora industriella projekt. Även Energimyndigheten (2021) lyfter i sitt förslag till svensk vätgasstrategi att industrins och omställningens snabba framväxt och utveckling kan skapa utmaningar för kompetensförsörjningen. Särskilt då användandet av vätgas sker över flera sektorer (Energimyndigheten, 2021).

Denna brist på flertalet yrkesgrupper leder till en hög konkurrens om de kompetenser som finns. Konkurrensen blir desto tydligare för stålindustrin som med sin primära verksamhet i norra Sverige har en mycket mer begränsad kompetenspool än vad som finns längre söderut. Få människor flyttar norrut och företagen i norra Sverige har en svårighet att rekrytera och locka folk till att flytta.

Även om den främsta geografiska faktorn som kommit fram i intervjuerna har kretsat kring norra Sverige så har även kemiindustrin uttryckt geografiska svårigheter bakom rekrytering. Något som tycks vara allmängiltigt är svårigheten att locka ny personal till mindre orter generellt. Stenungsund tycks lyckas bättre då det redan väletablerade kemiklustret både lyckas hämta kompetens och arbetskraft från den egna orten samt från Göteborg. Dock blir detta svårare på andra mindre orter då samhället runt industrierna inte är tillräckligt lockande. Exempelvis kom det fram i intervjuerna att kemiindustrin i mindre orter lyckas anställa nyexaminerade men att dessa sedan flyttar på grund av att de inte finner resterande faktorer för att stadga sig och bygga ett liv.

För att säkerställa att det finns humankapital tillgängligt för industrin har det i intervjuerna framkommit att fler personer behöver utbilda sig inom tekniska områden, och framförallt kortare mindre akademiska utbildningar. Detta ställer krav på såväl lärosäten som behöver erbjuda dessa utbildningar som på staten som behöver säkerställa att resurserna finns för att driva dessa utbildningar. Även i rapporten av Fossilfritt Sverige (2020) lyfts regeringens ansvar i att säkerställa att universitet och högskolor tillhandahåller och utvecklar de kompetenser som industrin behöver i omställningen. Därtill kan det behövas incitament för att locka personer till att läsa dessa utbildningar. För att kartlägga de exakta behoven och vilka utbildningar som krävs bör uppdrag ges till myndigheter som Energimyndigheten, något som även

Fossilfritt Sverige (2020) lyfter i sin nationella vätgasstrategi.

Därtill behöver även de samhällen där industrierna är belägna genomföra satsningar för att göra det mer eftertraktat att flytta dit och arbeta. Detta innebär såväl bostäder som utbyggnad av skolor och annan infrastruktur. Även detta blir ett uppdrag för myndigheter att kartlägga, därefter är det kommunernas uppdrag att skapa förutsättningarna för industrin att hämta in ny arbetskraft.

Mognadsgraden för vätgas skiljer sig en del mellan de olika sektorerna. Eftersom kemiindustrin har en längre erfarenhet av vätgas så är marknaden något mer mogen än stålindustrin. Dock är detta inte något som alla intervjuade organisationer var eniga om utan menade då att den var väldigt omogen även inom kemiindustrin på grund av skiftet till grön vätgas. Den gröna vätgasen är ny för båda sektorerna och mognadsgraden är låg. Det finns i dagsläget inte någon direkt marknad för grön vätgas utan de företag som vill använda sig av vätgas får starta en egen produktion av den. Detta kan resultera i att alla behöver samma typer av kompetens vilket kan skapa ännu mer konkurrens. Detta stämmer väl med de slutsatser som dras av Nurdawati och Urban (2022). Tekniken för att tillverka grön vätgas har funnits länge men det har aldrig tillverkats i så stor skala. Då marknaden för grön vätgas varit så pass liten tidigare kan det tänkas att det därmed tidigare funnits låg efterfrågan på kompetenser inom området på arbetsmarknaden. Trots att stora projekt finns planerade är marknaden fortfarande omogen vilket kan skapa en osäkerhet på arbetsmarknaden, detta orsakar i sin tur en osäkerhet i utvecklandet av utbildningar inom området.

Svaren på industrins riktning har varit relativt konsekvent mellan intervjuerna. Inget företag tycks se andra alternativ till de lösningar de implementerar inom deras verksamhetsområde. Intresset för användning av vätgas är stort och växande. Ett resultat av den gemensamma riktningen och de stora satsningarna på vätgasprojekt är att det uppstår stor konkurrens om samma kompetenser. Bland annat förekommer konkurrens av ingenjörer och tekniker.

Företagen inom både kemiindustrin och stålindustrin upplever att vätgas har en hög legitimitet i samhället och folk är i stort sett positiva till det. Företagen uttrycker att folk dras till vätgas snarare än att skrämmas av den vilket tyder på att det ses som något positivt. Det finns dock en rädsla för att ha gasen i sitt närområde, vilket kan göra att det går långsamt att anlägga till exempel ett nytt vätgaslager då befolkningen i närliggande stad vill att det ska byggas någon annanstans.

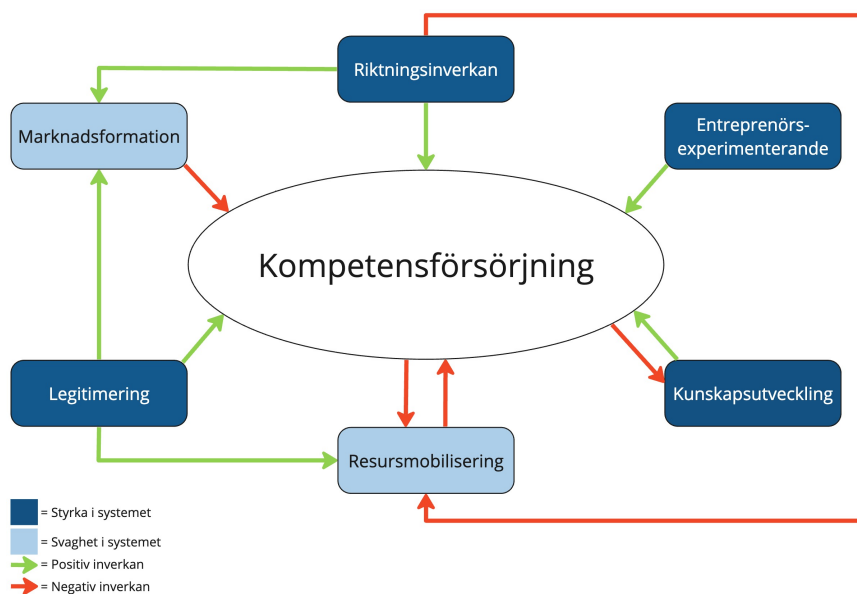
Ett annat område vars legitimitet framkom i intervjuerna var den hos vissa utbildningar och yrken. Färre personer vill i dagsläget läsa kemistutbildningar och yrkesutbildningar. Denna avsaknad av legitimitet för dessa utbildningar i samhället resulterar i en klar begränsning i vätgasekonomins framväxt och innovationspotential. Framförallt då det har en negativ inverkan på sektorernas resursmobilisering.

När det gäller entreprenörsexperimenterande framstod inte kompetensbrist som ett hinder för utvecklandet av nya teknologier. Båda sektorerna har experimenterat mycket och båda tar fram nya lösningar. Från resultatet framgick det även att det till stor del funnits intern kompetens för att lyckas med att ta fram nya lösningar, även om det från en organisation belystes att det krävts ny kompetens. Själva expe-

rimiterandet kan också ses som ett sätt att bygga kompetens och på så vis kan det argumenteras för att denna funktion har en inverkan på kompetensförsörjningen. Kopplingen att kompetensförsörjningen har en inverkan på entreprenörsexperimentandet var dock inget som kunde belysas i detta projekt. Detta var förvånande då kompetens inom vätgas borde vara en förutsättning för testande av nya tekniker inom området. Eftersom kompetensbrist observerades som ett hinder för kunskapsutveckling och resursmobilisering förväntades det på liknande sätt inverka på entreprenörsexperimentandet.

Gällande bildandet av positiva externa effekter är legitimiteten den funktionen som tydligast kan ses ha inverkan på andra funktioner. Den höga legitimiteten bör ha en positiv effekt på marknadsformationen. Även om mognadsgraden konstaterat är låg i dagsläget så behöver det nödvändigtvis inte vara ett hinder för systemets innovationskapacitet då det kompenseras av legitimitet som i längden kan tänkas bidra till en mer mogen marknad. Därtill bör även den konsekventa riktningen för systemet gynna mognaden av marknaden.

Däremot kan riktningen försvåra resursmobilisering då det uppstår hög konkurrens om de begränsade tillgångarna på kompetens. Detta skulle kunna balanseras ut av hur resursmobilisering bör gynnas av den höga legitimiteten av vätgas. Det beskrivs bland annat i intervjuerna just hur den höga legitimiteten underlättar rekrytering. Detta kan även ha en omvänd effekt om legitimiteten istället skulle vara låg, vilket syns när det gäller den minskade legitimiteten för vissa utbildningar.



Figur 6.1: Karta över kompetensförsörjningens relation till systemfunktionerna. Mörk färg på systemfunktion indikerar att det är en styrka medan ljus färg indikerar på svaghet i funktionen. Därtill visar riktning på pil om kompetensförsörjning har inverkan på systemfunktionen eller det omvända. Pilar går även mellan funktioner för att visa på uppkomsten av externa effekter. Grön pil indikerar en positiv inverkan och röd pil visar på en negativ inverkan.

Sammantaget visade det sig att några av funktionerna uppfylls mer och agerar som styrkor i systemet, medan andra brister. Marknadsformation och resursmobilisering har visat sig vara funktioner som har brister. Samtidigt som legitimering, entreprenörsexperimenterande, kunskapsutveckling och riktningssinverkan är funktioner som fungerar bra. Därtill har de funktioner som uppfylls väl en förhållandesvis positiv inverkan på kompetensförsörjningen, medan de funktioner med brister istället har en negativ inverkan. Merparten av funktionerna observerades inte påverkas mycket av kompetensförsörjning. Enbart resursmobilisering och kunskapsutveckling påverkades klart av kompetensförsörjning. Funktionerna påverkar även varandra på olika sätt vilket bidrar till bildandet av positiva eller negativa externa effekter. Där riktningssinverkan har en negativ inverkan på resursmobilisering men det har en positiv inverkan på marknadsformation. Samtidigt som legitimering har en positiv inverkan på såväl marknadsformation som resursmobilisering.

6.2 Implikationer av studien

En brist i studien var att inte alla företag och organisationer som kontaktades kunde eller ville delta vilket har begränsat antalet intervjuer som genomförts. Detta kan ha påverkat generaliserbarheten av studien då slutsatser har dragits utan en fullständig bild av industrin. Därtill var det inte heller alltid personer insatta i användningen av vätgas som hade möjlighet att delta utan vissa intervjupersoner hade en mer övergripande bild över företaget. Därav kunde inte alla prata specifikt om kompetensförsörjning inom vätgas utan mer generellt om kompetens i deras verksamhet.

Även ordningen på intervjuerna borde ha varit annorlunda då det visade sig att det var lättare att få värdefull information från organisationer som jobbar direkt med kompetensförsörjning. Detta då företagen själva inte hade full koll på vad de faktiskt behövde för kompetenser. Att intervjua organisationer som jobbar direkt med kompetensförsörjning är något som borde lagts mer tyngd på tidigare i studien eller till och med varit en del av de explorativa intervjuerna.

Att genomföra semi-strukturerade intervjuer har gjort att information som annars inte hade kommit fram kom med i studien. Detta då specifika frågor troligtvis inte hade fångat hela bredden av information. Dock kan den erhållna informationen ha påverkats av att intervjuerna hölls av olika personer. Detta skulle kunna göra att frågorna ställts på olika sätt och på så vis påverkat vilka svar som mottagits. En konsekvens av detta kan vara att det framstått som att företagen är längre ifrån varandra i sin kompetensförsörjning än vad de faktiskt är. Även intervjuernas längd var varierande på grund av hur lång tid den intervjuade hade att lägga på intervjun. Detta resulterade i att mängden information från varje organisation varierat.

Det som talar för att studien kan generaliseras är att två fall användes och att dessa fall var olika varandra. Fördelarna var att skillnader tydliggjordes samt att det möjliggjorde en jämförelse. Det som istället kunde ses som en nackdel med att undersöka två fall var att inte samma djup kunde uppnås i analysen som om endast ett fall hade undersökts.

Det som däremot talar mot generaliserbarheten är antalet intervjuer som genomför-

des. För att med större säkerhet kunna generalisera resultatet hade fler intervjuer med fler aktörer varit önskvärt. Dessutom hade användandet av mer kvantitativ data kunnat göra resultatet mer tillförlitligt. Eftersom företagen inte kunde delge någon säker information om de kompetenser de behövde hade det istället kunnat vara mer informativt att undersöka annonsering och antal rekryteringar av personer med olika kompetenser. Detta skulle kunnat ställas i perspektiv till statistik av tillgängliga utbildningar, utbildningsplatser och hur många som utbildar sig inom olika kompetensområden.

Det teoretiska ramverk som användes i denna studie var ett sätt att kunna analysera vilken inverkan kompetensförsörjning har på sektorernas omställning och innovation. Det kan däremot vara så att studien hade kunnat bli mer framgångsrik ifall fler ramverk inkluderats och andra aspekter tagits i hänsyn.

I framtida studier hade det varit intressant att göra en mer kvantitativ analys av kompetensförsörjningens påverkan på innovation och omställning. Därtill upptäcktes i samband med denna studie vikten av att det finns ett attraktivt samhälle runtomkring industrianläggningarna där det rekryteras. Det hade därför varit intressant att vidare utforska samhällsomställningen som kommer krävas för att kompetensförsörjningen, och då även omställningen, ska lyckas. Utöver detta så var utbildningar något som diskuterades mycket under många av intervjuerna. Det handlade dels mycket om ifall rätt utbildningar finns och hur man kan stimulera att människor söker sig till de utbildningar där industrin efterfrågar kompetens. I framtida studier hade även strukturen och utformandet av utbildningar kunnat vara något som skulle vara av intresse att utvärdera och studera.

7

Slutsats och rekommendationer

Kompetensförsörjning har en varierande inverkan på de olika systemfunktioner som presenteras inom TIS-ramverket. Det har en stor inverkan på såväl resursmobilisering som kunskapsutveckling. Inom dessa områden står det klart att innovation inom vätgasekonomin i dagsläget hämmas av bristande kompetens och misslyckad kompetensförsörjning. Kompetensförsörjning tycks däremot ha en mindre klar inverkan på entreprenörsexperimentering och riktninginverkan. Företagen lyckas genomföra tester av metoder och vätgasteknik står inom de undersökta industrierna utan stor konkurrens. Likaså tycks kompetensförsörjning inte ha någon större inverkan på varken marknadsformationen eller teknikens legitimering. Däremot har vätgasens legitimitet en positiv inverkan på kompetensförsörjning. Industrier som arbetar med vätgas blir tack vare hög legitimitet mer eftertraktade och på så vis underlättas kompetensförsörjningen. Även om kompetensförsörjning inte har en klar inverkan på alla systemfunktioner inom innovationssystemet står det klart att omställningen är fullständigt beroende av att kompetensförsörjningen lyckas.

Den främsta skillnaden mellan sektorerna är deras erfarenhet av användning av vätgas. Kemiindustrin har en från start större kunskap inom området och därmed syns det att stålindustrin arbetar mer aktivt med att utveckla sin kompetens inom vätgas och rekrytera personer med sådan kompetens. En klar likhet är att båda sektorerna har stora utmaningar i att lyckas rekrytera ny och utbilda befintlig personal. Det råder stor brist på ett flertal kompetenser, främst inom projektledning och teknik.

Det framkommer tre tydliga orsaker bakom de utmaningar som industrin har med kompetensförsörjning. Den första är den geografiska faktorn och den begränsade tillgången av kompetens på mindre orter. Anläggningar som är belägna närmare större städer eller i kluster med andra liknande verksamheter har det lättare att lyckas med sin kompetensförsörjning. I mindre orter är det svårare att locka ny personal, vilket är desto tydligare i norra Sverige där brist på arbetskraft är ett fenomen i stort. En annan orsak till bristen på rätt kompetenser beror på att för få personer utbildar sig till de yrken som behövs. Tekniska utbildningar och icke-akademiska utbildningar är mindre eftertraktade i Sverige, vilket resulterar i att färre examineras och därmed begränsas tillgången på arbetskraft. Den sista orsaken som kommit fram i studien är hur snabbt omställningen sker. Det resulterar både i att företagen behöver rekrytera i en väldigt hög takt, parallellt med att lärosäten inte hinner ställa om utbildningars innehåll och examinera tillräckligt med personer.

För att kompetensförsörjningen inom industrin skall gå att genomföra faller ansvaret

på flera aktörer i systemet. Företagen behöver arbeta med att vara attraktiva arbetsplatser med goda förmåner. Därtill behöver de visa upp sig och skapa ett intresse för teknik i yngre åldrar. De behöver också samverka med olika nivåer av utbildningsinstanser. Detta för att dels tydligt visa vilka kompetenser som efterfrågas och dels för att skapa tidiga jobbmöjligheter för studenter på olika nivåer. Om personer även innan slutförda utbildningar kommer in på företagen är det större chans att de stannar kvar även efter utbildningen. Därtill behöver kommuner och regioner mer aktivt arbeta med att skapa attraktiva samhällen. Även staten behöver komma med ekonomiskt stöd och samordning för att infrastruktur ska kunna utvidgas i norra Sverige och på glesbygden. För att möta industrins efterfrågan behöver universitet och yrkeshögskolor tydligare anpassa utbildningar och antal utbildningsplatser utefter arbetsmarknadens behov. Dessutom behöver utbildningarna, inklusive uppdragsutbildningar, vara mer flexibla med möjlighet att läsa på distans men även i deras struktur. Möjligheten till att utveckla kortare utbildningar med tilläggsterminer efter några år i arbetslivet bör också undersökas.

Sammanfattningsvis har vätgasen och tekniken kring den en hög legitimitet, vilket är en styrka som gynnar hela systemet. Trots detta är kompetensförsörjning en utmaning för såväl stålindustrin som kemiindustrin. Detta har en stor inverkan på systemets kunskapsutveckling och resursmobilisering. Industrierna står inför liknande utmaningar och kompetensförsörjning är avgörande för deras verksamheter. Det finns inte enbart en lösning för de hinder som industrin står inför. Ansvaret faller därför på flera aktörer som behöver samverka för att såväl väcka intresse för industrin, utforma de utbildningar som behövs samt skapa attraktiva samhällen nära industrin. Allt detta för att industrins, och Sveriges, omställning ska lyckas.

Referenser

- Alvehus, J. (2019). *Skriva uppsats med kvalitativ metod : en handbok*. Liber. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat09075a&AN=clpc.oai.edge.chalmers.folio.ebsco.com.fs00001000.ab7ee37a.30d6.4f79.a4da.9a70154dd4bd&site=eds-live&scope=site&authtype=guest&custid=s3911979&groupid=main&profile=eds>
- Andersson, J., & Hellsmark, H. (2024). Directionality in transformative policy missions: The case of reaching net zero emissions in the Swedish process industry. *Journal of Cleaner Production*, 437, 140664. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140664>
- Asna Ashari, P., Oh, H., & Koch, C. (2024). Pathways to the hydrogen economy: A multidimensional analysis of the technological innovation systems of Germany and South Korea. *International Journal of Hydrogen Energy*, 49, 405–421. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.08.286>
- Bach, H., Bergek, A., Bjørgum, Ø., Hansen, T., Kenzhegaliyeva, A., & Steen, M. (2020). Implementing maritime battery-electric and hydrogen solutions: A technological innovation systems analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 87, 102492. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102492>
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, 37(3), 407–429. <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V77-4RTCPMT-1/1/ea7b4c64eeb27822649378bf4117a6ec>
- Dalen, M., Kärnekull, B., & Kärnekull, E. (2015). *Intervju som metod*. Gleerups utbildning. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat09075a&AN=clpc.oai.edge.chalmers.folio.ebsco.com.fs00001000.a88a98e7.2533.4fd1.8a18.8d2cc790c835&site=eds-live&scope=site&authtype=guest&custid=s3911979&groupid=main&profile=eds>
- Dubois, A., & Gadde, L.-E. (2002). Systematic combining: an abductive approach to case research [Markets as Networks]. *Journal of Business Research*, 55(7), 553–560. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(00\)00195-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0148-2963(00)00195-8)
- Energimyndigheten. (2021). *Förslag till Sveriges nationella strategi för vätgas, elektrobränslen och ammoniak* (tekn. rapport).
- Energimyndigheten. (2023). Kompetensförsörjning för elektrifiering: Kartläggning och analys [ER 2023:21].

- Energimyndigheten. (2024). *Vätgas och vätgasinfrastruktur i det svenska energisystemet* (tekn. rapport).
- Europeiska Kommissionen. (u. å). *Långsiktig strategi för 2050*. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_sv
- Fagerberg, J. (2006 januari). 1 Innovation: A Guide to the Literature. I *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0001>
- Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings About Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219–245. <https://doi.org/10.1177/1077800405284363>
- Fossilfritt Sverige. (2020). *Vätgasstrategi för fossilfri konkurrenskraft* (tekn. rapport). Fossilfritt Sverige.
- Fossilfritt Sverige. (2021). Strategi för fossilfri konkurrenskraft, vätgas. <https://fossilfritt sverige.se/wp-content/uploads/2021/01/Vatgasstrategi-for-fossilfri-konkurrenskraft-1.pdf>
- Godin, B. (2009). National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective. *Science, Technology, & Human Values*, 34(4), 476–501. <https://doi.org/10.1177/0162243908329187>
- H2 Green Steel. (u. å). Segments [Hämtad [2024-03-18]]. <https://www.h2greensteel.com/segments>
- H2greensteel. (2022, 7. juli). Green Steel production [Hämtad [2024-03-18]]. <https://www.h2greensteel.com/articles/green-steel-production>
- Hekkert, M., Suurs, R., Negro, S., Kuhlmann, S., & Smits, R. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), 413–432. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>
- HYBRIT. (u. å). Fossil-free steel – a joint opportunity! [Hämtad [2024-03-18]]. <https://www.hybritdevelopment.se/en/>
- IKEM. (u. å-a). Om kemiindustrin [Hämtad 2024-03-21]. <https://kemikarriar.se/om-kemiindustrin/>
- IKEM. (u. å-b). Om oss [Hämtad 2024-03-30]. <https://www.ikem.se/om-oss/>
- IKEM. (u. å-c). Omställning till en klimatneutral och cirkulär industri [Hämtad 2024-03-21]. <https://www.ikem.se/fragor-vi-driver/klimatneutral-industri/>
- IKEM. (u. å-d). Våra branscher [Hämtad 2024-03-21]. <https://www.ikem.se/var-industri/fakta-om-vara-branscher/>
- Industrirådet. (2024). Industrins kompetensbehov 2024–2027: Efterfrågade yrkesroller och kompetenser. https://www.industriradet.se/wp-content/uploads/Industrins-kompetensbehov-2024%E2%80%932027_v2.pdf
- Jain, A. (2024). The diffusion of recruit knowledge and core technological change in organizations. *Journal of Knowledge Management*, 28(3), 874–894. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/JKM-06-2022-0504>
- Jannasch, A.-K., Pihl, H., Persson, M., Svensson, E., Harvey, S., & Wiertzema, H. (2020). *Opportunities and barriers for implementation of Power-to-X (P2X) technologies in the West Sweden Chemicals and Materials Cluster's process industries* (tekn. rapport). RISE.

- Jernkontoret. (2024, 21. februari). Fakta om den svenska järn- och stålindustrin [Hämtad [2024-03-18]]. <https://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/branschfakta-och-statistik/fakta-och-nyckeltal/>
- Kushnir, D., Hansen, T., Vogl, V., & Åhman, M. (2020a). Adopting hydrogen direct reduction for the Swedish steel industry: A technological innovation system (TIS) study. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118185. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118185>
- Kushnir, D., Hansen, T., Vogl, V., & Åhman, M. (2020b). Adopting hydrogen direct reduction for the Swedish steel industry: A technological innovation system (TIS) study. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118185. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118185>
- Lapplands Lärcentra. (u. å). Lapplands Lärcentra [Hämtad [2024-03-05]]. <https://www.lapplands.se/sv/-lapplands-larcentra/>
- Lapplands lärcentra. (u. å). Processtekniker med vätgaskompetens [Hämtad [2024-05-03]]. <https://www.lapplands.se/sv/-lapplands-larcentra/vara-utbildningar/Yh/processtekniker-med-vatgaskompetens/>
- LKAB. (u. å-a). En ny världsstandard för hållbar gruvbrytning [Hämtad [2024-04-26]]. <https://lkab.com/vad-vi-gor/var-omstallning/en-ny-varldsstandard-for-hallbar-gruvbrytning/>
- LKAB. (u. å-b). Från gruva till hamn [Hämtad [2024-04-26]]. <https://lkab.com/vad-vi-gor/fran-gruva-till-hamn/>
- LKAB. (u. å-c). LKAB och klimatet [Hämtad [2024-04-26]]. <https://lkab.com/vad-vi-gor/var-omstallning/lkab-och-klimatet/>
- LKAB. (u. å-d). Vad vi gör [Hämtad [2024-04-26]]. <https://lkab.com/vad-vi-gor/>
- LKAB. (2023, 16. oktober). HYBRIT: Vätgaslager sänker kostnaden med upp till 40 procent [Hämtad [2024-04-26]]. <https://lkab.com/nyheter/hybrit-vatgaslager-sanker-kostnaden-med-upp-till-40-procent/>
- LTU. (2024a, 24. april). Centre for Hydrogen Energy Systems Sweden [Hämtad [2024-05-03]]. <https://www.ltu.se/forskning/centrumbildningar-och-samarbeten/centre-for-hydrogen-energy-systems-sweden>
- LTU. (2024b, 24. april). Fakta om Luleå tekniska universitet [Hämtad [2024-05-03]]. <https://www.ltu.se/om-universitetet/fakta-om-universitetet/#h-Forskningochforskarutbildning>
- LTU. (2024c, 24. april). Om Centre for Hydrogen Energy Systems Sweden [Hämtad [2024-05-03]]. <https://www.ltu.se/forskning/centrumbildningar-och-samarbeten/centre-for-hydrogen-energy-systems-sweden/om-ch2ess>
- Material Economics. (u. å). Vägar till klimatneutral produktion för kemi- och innovationsindustrierna: En genomlysning av IKEMs medlemmars förutsättningar och behov för koldioxidneutralitet [Hämtad 2024-03-30]. <https://www.ikem.se/globalassets/media-ikem/dokument/rapporter/vagar-till-klimatneutral-produktion.pdf>
- Mubarik, M. S., Uziene, L., & Khan, M. M. (2021). The Effect of Intellectual Capital on Firm's R&D Performance: Role of Absorptive Capacity. *2021 IEEE International Conference on Technology and Entrepreneurship (ICTE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICTE51655.2021.9584735>

- Naturskyddsforeningen. (2021). Hur fungerar vätgas? [Hämtad 2024-03-25]. <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/hur-fungerar-vatgas/>
- Nurdiawati, A., & Urban, F. (2022). Decarbonising the refinery sector: A socio-technical analysis of advanced biofuels, green hydrogen and carbon capture and storage developments in Sweden. *Energy Research & Social Science*, 84, 102358. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102358>
- Ottenhall, A., Ramsten, A.-C., Langborg, I., Engström, R., & Nilsson, R. (2022). Uppdrag genomförandet av ett kompetenslyft för klimatomställningen, slutrapport [Diarienummer: 2022-01006]. <https://www.vinnova.se/contentassets/41641cacf8a24d0782c88fb18259fd3b/2022-01006-slutrapport.pdf>
- Perstorp. (u. å). About Perstorp [Hämtad 2024-03-24]. <https://www.perstorp.com/>
- Preem. (u. å). Vad vi gör: Från råvara till kund [Hämtad 2024-03-29]. <https://www.preem.se/om-preem/om-oss/vad-vi-gor/>
- Project Air. (u. å). About Project Air [Hämtad 2024-03-24]. <https://projectair.se/en/>
- Regeringskansliet. (2017). *Det klimatpolitiska ramverket*. <https://www.regeringen.se/artiklar/2017/06/det-klimatpolitiska-ramverket/>
- St1. (u. å). Game Changer 2022: St1 Nordics hållbarhetsrapport [Hämtad 2024-03-30]. https://www.st1.se/om-st1?_gl=1*3md07d*_up*MQ..*local__ga*NzA3NTQ4MjMyLjE3MTEwMjgwOTc.*local__ga__M0SM2QCDJE*MTcxMTAyODA5Ni4xLjAuMTcxMTAyODA5Ni4wLjAuMA
- St1. (2022, 30. juni). Vattenfall och St1 ingår nytt partnerskap inom fossilfritt e-flygbränsle [Hämtad 2024-03-30]. <https://www.st1.se/vattenfall-och-st1-i-nytt-fossilfritt-samarbete>
- Vattenfall. (u. å-a). HYBRIT är en osynlig revolution [Hämtad [2024-03-18]]. <https://www.vattenfall.se/fokus/trender-och-innovation/hybrit-fossilfri-stalproduktion/>
- Vattenfall. (u. å-b). Minska industrins koldioxidutsläpp [Hämtad [2024-03-18]]. <https://group.vattenfall.com/se/var-verksamhet/vagen-mot-ett-fossilfritt-liv/minska-industrins-koldioxidutslapp/hybrit>
- Vätgas Sverige. (u. å-a). Vätgas i industrin - stålindustrin [Hämtad [2024-03-18]]. <https://vatgas.se/vatgas-i-stalindustrin/>
- Vätgas Sverige. (u. å-b). Vätgas i industrin – kemiindustrin [Hämtad 2024-03-21]. <https://vatgas.se/vatgas-i-kemiindustrin/>
- Vätgas Sverige. (2022, 29. juni). Vattenfall och Preem ska undersöka storskalig utfasning av fossila bränslen med hjälp av havsbaserad vindkraft och vätgas [Hämtad 2024-03-29]. <https://vatgas.se/2022/06/29/vattenfall-och-preem-ska-undersoka-storskalig-utfasning-av-fossila-branslen-med-hjalp-av-havsbaserad-vindkraft-och-vatgas/>
- Zemlyak, S. V., Kiyashchenko, L. T., & Ganicheva, E. V. (2022). Driving Technological Innovation through Intellectual Capital: Industrial Revolution in the Transportation Sector. *Economies*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/economies10050100>
- Zhiying Liu, J. C., Xiafei Chen, & Zhu, Q. (2018). Industrial development environment and innovation efficiency of high-tech industry: analysis based on the framework of innovation systems. *Technology Analysis & Strategic Management*, 30(4), 434–446. <https://doi.org/10.1080/09537325.2017.1337092>

A

Appendix

A.1 Intervjufrågor till explorativa intervjuer

Inledande frågor

- Vilken relation har du till vätgas?
- Inom vilka områden av vätgas är det du fokuserat eller varit mest verksam inom?
- Hur skulle du beskriva att värdekedjan för vätgas ser ut i Sverige?
- Vilka olika sektorer ser du som relevanta?
- Använder sig olika sektorer av olika typer av vätgas?

Kluster

- Vilka stora aktörer ser du och kan du identifiera några kluster?
- Är några aktörer tydligare inom vissa delar av värdekedjan/sektorer?
- Ser du en skillnad i värdekedjan i de olika områdena?

Kompetensförsörjning

- Vilka sektorer/regioner tror ni har lättare/svårare att fylla sina kompetensbehov?

Förslag på fall

- Vad tror du skulle vara intressant att kolla på?
- Kan du se några fall som skulle kunna vara möjliga/intressanta att undersöka?

Avslut

- Är det något du skulle vilja tillägga?
- Vet du/kan du rekommendera någon/några andra som vi skulle kunna prata med?

A.2 Intervjufrågor till företag

Inledande frågor

- Berätta gärna om din bakgrund, vad du gjort innan och vad du gör just nu?
- Vad jobbar ni med på FÖRETAGET?
- Vilken roll har du?
- Var kommer vätgas in i ert arbete?
- I vilken fas är ni i ert arbete med vätgas?
- I hur stor utsträckning är ni beroende av vätgas?
- Hur jobbar du och ni med kompetensförsörjning inom vätgas?
- I vilka sammanhang är kompetensförsörjningen kritisk för ert arbete med vätgas?
- Vilka hinder/utmaningar ser du i er möjlighet att lyckas med er kompetensförsörjning?

Entreprenörsexperimenterande

- Ni testar och utvecklar en ny teknologi/lösning - har ni redan haft de kompetenser och kunskaper inom företaget för att genomföra dessa nya lösningar?
 - Har ni behövt rekrytera ny personal med den kompetens som behövs?
- Finns det några andra företag som försökt med de lösningar ni gör nu?
 - Har ni tagit med er några lärdomar från dessa försök?

Resursmobilisering

- Vet ni vilka kompetenser som ni är i behov av?
 - Vilka typer av kompetenser är det ni behöver för verksamhetens utveckling?
- När ni rekryterar, har ni svårt att hitta personal med de kompetenser som behövs för ert arbete med vätgas?
- Finns rätt universitets/yrkes-utbildningar för att få fram personal med den kompetens som ni behöver?
- Inom vilka områden saknas det utbildning?
- Lyckas ni mobilisera det human- och kunskapskapital som ni behöver för er verksamhet?

Kunskapsutveckling

- Genomför ni mycket internutbildning för att täcka den kompetens som ni inte hittar i rekrytering?
- Har ni någon typ av forskningsavdelning som utvecklar ny kunskap och nya tekniker?
- Är kompetensbrist i rekrytering något som står i vägen för att ni ska kunna utveckla ny kunskap inom er verksamhet?

Riktninginverkan

- Har ni märkt ifall det är fler företag nu som ger sig in i att arbeta med vätgas än när ni började med er verksamhet?
 - Vad tror ni det kan bero på?
- Finns det andra konkurrerande lösningar istället för vätgas som ni ser att andra företag satsar på?
- Tappar ni kompetent personal eller förlorar de i rekryteringen på grund av att de går till andra industrier?

Marknadsformation

- Vilken fas/mognadsgrad skulle ni säga att marknaden för användning av vätgas är?
 - Ung och utvecklande marknad/ Stadigt växande marknad/ Mogen marknad?
- Finns det i nuläget en tydlig efterfrågan på den produkt som ni vill producera (relaterat till vätgasen)?
- Vilka kompetenser behövs för att marknaden skall mogna mer?
- Är det kompetenser som står i vägen för marknadens mognad?

Legitimering

- Upplever ni att den teknologi ni vill använda besitter legitimitet i samhället?
- Upplever ni att teknologins legitimitet i samhället påverkar tillgången till kompetent personal?

Avslutande frågor

- Om det finns brist i kompetens/det är ett hinder för fortsatta utvecklingen
 - Varför tror ni att ni inte får tag på de kompetenser som ni behöver?
 - Vad tror ni skulle kunna lösa/bidra till en lösning?

- Vem/vilka behöver agera för att säkerställa att den kompetens som behövs för omställningen ska finnas?
- Vilka kompetenser är mest akut brist på?
- Om inte
 - Vilka framtida behov av kompetens ser ni?
 - Finns dessa? Tror ni de kommer finnas?
 - Vad skulle behöva göras för att säkerställa dem?
- Finns de samhälleliga strukturerna för att er verksamhet ska fungera?
 - Infrastruktur?
 - Samhällsfunktioner?
 - Befolkning?

A.3 Intervjufrågor till övriga organisationer

Entreprenörsexperimenterande

- De lösningar som nu testas, har de testats tidigare?
 - Hur har det då gått för de som testat det innan?
 - Kan du se att företagen som utvecklar TEKNOLOGIN nu tagit lärdom av tidigare försök?
- Har kompetensen funnits tillgänglig för företagen att experimentera med TEKNOLOGIN?

Resursmobilisering

- Finns rätt utbildningar för att få fram personal med den kompetens som behövs?
- Inom vilka områden saknas det utbildning?

Kunskapsutveckling

- Hur ser kunskapsutvecklingen av användningen av TEKNOLOGI ut?
- Finns den kompetens som behövs för denna TEKNOLOGI?
- Utbildar universiteten/yrkeshögskolor de kompetenser som behövs för TEKNOLOGI?
 - Hur mycket behöver företagen själva fylla kunskapsluckor?

Riktning inverkan

- Har du märkt ifall det är fler företag nu som ger sig in i att arbeta med vätgas än tidigare?
- Konkurrerar dessa företag om samma personal/kompetens som andra teknologier?
- Finns det flera företag som konkurrerar om att använda TEKNOLOGIN?

Marknadsformation

- Hur bedömer du marknadens mognadsgrad?
- Finns det en tydlig efterfrågan på vätgas?
- Finns det efterfrågan på produkter tillverkade med vätgaslösningar?
- Vilka kompetenser behövs för att marknaden skall mogna mer?
- Är det kompetenser som står i vägen för marknadens mognad?

Legitimering

- Vilken legitimitet har teknologin i samhället?
 - Vad skulle behövas för att öka legitimiteten?
- Upplever ni att teknologins legitimitet i samhället påverkar tillgången till kompetent personal?

Avslutande frågor

- Om det finns brist i kompetens/det är ett hinder för fortsatta utvecklingen
 - Varför tror ni att företagen inte får tag på de kompetenser som de behöver?
 - Vad tror ni skulle kunna lösa/bidra till en lösning?
 - Vem/vilka behöver agera för att säkerställa att den kompetens som behövs för omställningen ska finnas?
 - Vilka kompetenser är mest akut brist på?
- Om inte
 - Vilka framtida behov av kompetens ser ni?
 - Finns dessa? Tror ni de kommer finnas?
 - Vad skulle behöva göras för att säkerställa dem?
- Finns de samhälleliga strukturerna för att er verksamhet ska fungera?
 - Infrastruktur?
 - Samhällsfunktioner?
 - Befolkning?

INSTITUTIONEN FÖR TENIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION

Avdelningen för Miljösystemanalys

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige

www.chalmers.se



CHALMERS