

Institutionen för Tema  
Campus Norrköping

---

# **Bio-CCS metoden i Sverige - kvalitativ innehållsanalys av samhällsaktörer**

*Clara Fors  
Felicia Arnsbjer*

C-opsats från Miljövetarprogrammet, 2021

---



Linköpings universitet, Campus Norrköping, 601 74 Norrköping

**Institution, Avdelning**

Department, Division  
Tema Miljöförändring,  
Miljövetarprogrammet  
Department of Thematic Studies – Environmental change  
Environmental Science Programme

**Datum**

2021-05-11

**Språk**

Language

- Svenska/Swedish  
 Engelska/English

**Rapporttyp**

Report category

- Licentiatavhandling  
 Examensarbete  
AB-uppsats  
 C-uppsats  
 D-uppsats  
 Övrig rapport

**ISBN**

ISRN LIU-TEMA/MV-C—21/02--SE

**ISSN**

Serietitel och serienummer  
Title of series, numbering

**URL för elektronisk version**

<http://www.ep.liu.se/index.sv.html>

**Handledare**

Anders Hansson

**Titel**

Bio-CCS metoden i Sverige - kvalitativ innehållsanalys av samhällsaktörer

**Title**

Bio-CCS method in Sweden- qualitative content analysis of societal actors

**Författare**

Clara Fors & Felicia Arnsbjer

**Sammanfattning**

Denna studie syftar till att undersöka berörda samhällsaktörers inställning till att uppnå klimatneutralitet inom Sverige med bio-CCS som åtgärd. En kvalitativ innehållsanalys av remisser från klimatpolitiska vägvalsutredningens betänkande *Vägen till en klimatpositiv framtid* genomfördes med ett multi-level perspektiv för att studera dessa aktörers ståndpunkt. Aktörernas synpunkter identifieras och analyseras för att därefter ställas mot tidigare forskning. Resultatet av studien visar att det finns delade uppfattningar hos aktörerna angående bio-CCS och vad som behövs för att främja tekniken. De största hindren till att implementera bio-CCS som åtgärd anses vara ekonomiska och politiska aspekter, men att det även finns andra faktorer som har en betydande roll för att bio-CCS ska kunna ha ett inflytande till att Sverige ska uppnå klimatneutralitet till 2045.

**Abstract**

This study aims to investigate the approach of relevant actors to achieving climate neutrality within Sweden with bio-CCS as a measure. A qualitative content analysis of referrals from the climate policy inquiry report *Vägen till en klimatpositiv framtid* carried out with a multi-level perspective theory to study the position of these actors. The actors' views are identified and analyzed and compared to previous research. The results show that there are divided opinions among actors regarding bio-CCS and what is needed to promote the technology. The main obstacles to implementing bio-CCS as a measure are considered to be economic and political aspects, other factors also have a significant role in influencing Sweden to achieve climate neutrality by 2045.

**Nyckelord**

Bio-CCS, klimatneutralitet, MLP,

**Keywords**

Bio-CCS, climate neutrality, MLP

## **Förord**

Vi vill framför allt tacka vår handledare Anders Hansson som har varit till stor hjälp med sin kompetens inom området och har kommit med betydande och värdefulla inputs som har hjälpt vårt arbete framåt. Vi vill också passa på att tacka våra familjemedlemmar som har tagit sin tid med korrekturläsning och som har funnits där som stöd.

Clara Fors & Felicia Arnsbjer

Norrköping 2021-04-22

## **Sammanfattning**

Denna studie syftar till att undersöka berörda samhällsaktörers inställning till att uppnå klimatneutralitet inom Sverige med bio-CCS som åtgärd. En kvalitativ innehållsanalys av remisser från klimatpolitiska vägvalsutredningens betänkande *Vägen till en klimatpositiv framtid* genomfördes med ett multi-level perspective för att studera dessa aktörers ståndpunkt. Aktörernas synpunkter identifieras och analyseras för att därefter ställas mot tidigare forskning. Resultatet av studien visar att det finns delade uppfattningar hos aktörerna angående bio-CCS och vad som behövs för att främja tekniken. De största hindren till att implementera bio-CCS som åtgärd anses vara ekonomiska och politiska aspekter, men att det även finns andra faktorer som har en betydande roll för att bio-CCS ska kunna ha ett inflytande till att Sverige ska uppnå klimatneutralitet till 2045.

## **Abstract**

This study aims to investigate the approach of relevant actors to achieving climate neutrality within Sweden with bio-CCS as a measure. A qualitative content analysis of referrals from the climate policy inquiry report *Vägen till en klimatpositiv framtid* carried out with a multi-level perspective theory to study the position of these actors. The actors' views are identified and analyzed and compared to previous research. The results show that there are divided opinions among actors regarding bio-CCS and what is needed to promote the technology. The main obstacles to implementing bio-CCS as a measure are considered to be economic and political aspects, other factors also have a significant role in influencing Sweden to achieve climate neutrality by 2045.

## Innehållsförteckning

Förord .....	3
Sammanfattning & Abstract .....	4
Förkortningar & begrepp .....	7
1. Inledning .....	8
2. Syfte & Frågeställningar .....	9
3. Bakgrund .....	9
3.1 Parisavtalet .....	9
3.2. Vägen till en klimatpositiv framtid.....	10
3.3 Bio-CCS.....	10
3.4 Bio-CCS i Sverige & dess potential .....	12
3.5 CCS & Bio-CCS Globalt.....	13
4. Metod.....	14
4.1 Remisser .....	14
4.2 Teori - Multi-level perspective.....	14
4.2.1 Nischnivå.....	16
4.2.2 Regimnivå .....	16
4.2.3 Landskapsnivå .....	17
4.3 Kvalitativ innehållsanalys .....	17
4.3.1 Materialdiskussion .....	19
4.4 Metoddiskussion .....	19
5. Tidigare forskning .....	20
6. Resultat & analys .....	22
6.1 Nischnivå .....	22
6.1.2 Teknikutveckling .....	22
6.1.3 Lagring .....	24
6.1.4 CCS utan bioenergi .....	24
6.2 Regimnivå .....	25
6.2.1 Nationellt centrum .....	25
6.2.2 Styrmedel .....	26
6.2.3 Omvänd auktion .....	27
6.2.4 EU:s handelssystem .....	28
6.2.5 EHR & CCS .....	28
6.2.6 Insamling av data .....	29
6.3 Landskapsnivå .....	29
6.3.1 Londonprotokollet, Helsingforskonventionen & CCS-direktivet .....	29
6.3.2 Strävan efter klimatneutralitet .....	30
7. Diskussion & slutsatser .....	31
Referenser.....	34

Bilaga .....38

## **Förkortningar & Begrepp**

Bio-CCS            Avskiljning, transport och lagring av koldioxid av biogent ursprung.

CCS                Avskiljning, transport och lagring av koldioxid.

CCU                Avskiljning och användning av koldioxid.

EU ETS            EU:s utsläppshandelssystem, EU emissions trading system.

IPCC               FN: s klimatpanel, Intergovernmental Panel on Climate Change.

### **Kompletterande åtgärder**

Begreppet kompletterande åtgärder innebär ökat nettoupptag och minskade utsläpp i mark och skog, verifierade utsläppsminskningar i andra länder och ytterligare tekniska åtgärder samt bio-CCS.

### **Nettonollutsläpp**

Begreppet nettonollutsläpp innebär så låga utsläpp som möjligt där resterande utsläpp kompenseras på annat vis, vilket leder till att de totala utsläppen blir "noll".

### **Negativa utsläpp**

Begreppet negativa utsläpp innebär när mänsklig aktivitet leder till en större mängd koldioxid tas bort från atmosfären, utöver de upptag som sker naturligt i kolcykeln.

## 1. Inledning

Det finns i dagsläget ett stort behov av att minska mängden växthusgaser som finns i atmosfären för att den globala uppvärmningen inte ytterligare ska fortsätta (Emenike, Michailos & Finney m.fl., 2020). Dessa utsläpp av växthusgaser bidrar till negativa effekter för bland annat olika ekosystem och människors hälsa. Enligt de senaste huvudrapporterna från IPCC, 2017, var koldioxidkoncentrationen i atmosfären uppemot 400 ppm och forskningen visar på att koncentrationen bör ligga under 350 ppm för att anses säkert för miljön (Rahman, Aziz & Saidur m.fl., 2017). För att detta inte ska fortgå har det tagits fram flera IPCC-rapporter för att beskriva klimatförändringarna där det nämns att nettonollutsläpp av koldioxid (CO<sub>2</sub>), eller till och med så kallade negativa utsläpp, behövs för att begränsa den globala temperaturökningen till 2 respektive 1,5 °C. Detta är ett så kallat temperaturmål som flera länder har enats om att nå genom Parisavtalet (Emenike, Michailos & Finney m.fl., 2020). IPCC:s femte utvärderingsrapport om klimatförändringar visar att mänskliga aktiviteter är den dominerande orsaken till klimatförändringar och för att motverka dessa allvarliga klimatförändringar behövs nettonollutsläpp nås före år 2100 genom en långvarig minskning av utsläppen (Scott, Hall & Gössling, 2015).

CCS, som innebär avskiljning och lagring av CO<sub>2</sub>, anses vara en potentiell teknik för att kunna nå 2 °C-målet, i synnerhet i kombination med biomassa som bränsle eftersom det öppnar upp för nettonegativa utsläpp (Emenike, Michailos & Finney m.fl., 2020). Dock har denna teknik inte fått något större utrymme på marknaden ännu och detta beror på bland annat tekniska utmaningar, politik- och finansrelaterade faktorer, men även bristen på allmänhetens acceptans för tekniken. Brist på den allmänna acceptansen beror främst på omedvetenheten och vad teknikens förespråkare bedömer vara missuppfattningar av CCS (Romanak, Fridahl & Dixon, 2021).

Sveriges klimatmål är att 2045 vara klimatneutrala, det vill säga inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären för att därefter ha negativa utsläpp. Växthusgaserna ska inom Sverige vara minst 85% lägre år 2045 än var utsläppen var år 1990. För att uppnå dessa mål så anses kompletterande åtgärder vara användbart (Naturvårdsverket, 2020 b).

Kompletterande åtgärder är något som nämns i klimatpolitiska vägvalsutredningen betänkande *Vägen till en klimatpositiv framtid* som sammanställs i syfte för att föreslå en strategi för hur landet skall kunna uppnå negativa utsläpp av växthusgaser efter 2045. Här nämns bio-CCS som en potentiell åtgärd för att minska utsläppen, men som med CCS finns det även många osäkerheter kring bio-CCS (SOU, 2020).

Sverige har som ambition att vara ett föregångsland inom klimatområdet och är även ett av de länder som har kommit längst i sina förberedelser kring negativa nettoutsläpp. Sverige anses ha goda förutsättningar för användning av bio-CCS genom bland annat en stor tillgång till biomassa på grund av deras massa- och pappersindustri. Men projekt för bio-CCS har långa ledtider och tar många år att upprätta och därmed är det behövt att agera i närtid. För att bio-CCS ska kunna ha en betydande påverkan på klimatpolitiken 2045 behövs de första anläggningarna tas i drift under 2020-talet. Det framtida klimatpolitiska handlingsutrymmet



minskar allt mer och av det skälet behöver osäkerhet kring tekniken utredas för att kunna uppnå de uppsatta globala målen (ibid).

Bio-CCS har en stor potential i Sverige, men det är många åsikter som behöver tas i beaktande och behov som behöver fyllas för att tekniken ska kunna etableras på marknaden i Sverige, men även internationellt. Till den tidigare nämnda regeringsrapporten finns det relaterade remissvar från olika berörda samhällsaktörer där de tar ställning till bio-CCS som en åtgärd för negativa utsläpp. I dessa remissvar uttrycker de sig både positivt och negativt mot bio-CCS, alltså finns det delade meningar mellan aktörerna. Därmed är utgångspunkten med vår studie att undersöka hur de berörda samhällsaktörerna ställer sig till bio-CCS som en kompletterande åtgärd för att bemöta 2 °C-målet. Detta kommer göras med hjälp av teorin multi-level perspective (MLP) som är uppdelad i tre olika nivåer som nisch, regim och landskap. Teorin är användbar för att förstå förändringsdynamiken inom sociotekniska övergångar och i detta fall varför bio-CCS inte genomgått en teknisk övergång och vad som krävs för att det ska ske.

## 2. Syfte & Frågeställningar

Syftet med denna uppsats är att studera hur centrala aktörer förhåller sig till Sveriges nationella mål om klimatneutralitet. Studien baseras på samhällsaktörers remissvar från klimatpolitiska vägvalsutredningens betänkande *Vägen till en klimatpositiv framtid* (SOU, 2020) genom en analys som vägleds av ramverket multi-level perspective (MLP). För att precisera syftet formulerades följande frågeställningar:

- Hur är inställningen till bio-CCS bland berörda samhällsaktörer och hur avspeglas strävan efter bio-CCS i remissvaren?
- Vilka tekniska, ekonomiska samt politiska förutsättningar anser de berörda samhällsaktörerna behövs för att implementera eller främja bio-CCS i Sverige?
- Hur ser samhällsaktörerna på möjligheterna till en implementering av bio-CCS generellt i Sverige och för egen del?

## 3. Bakgrund

### 3.1 Parisavtalet

Klimatkonferensen i Paris 2015 hade som mål att anta ett rättsligt instrument som alla parter skulle kunna tillämpa och genomföra till år 2020 med uppföljningar därefter. Parisavtalet är formellt bindande för parterna, dock skiljer sig omfattningen för parternas agerande. Avtalet ger ett stort underlag för hur parterna ska vidta åtgärder för att kunna arbeta mot klimatförändringar. För första gången skrivs det i en fördragstext att ett globalt åtagande måste ske för att "nä en global topp av växthusgasutsläppen så snart som möjligt" med en specifik hänvisning till 2 °C-målet och en ambitiös hänvisning till 1,5 °C-målet (Savaresi, 2016). Avtalet handlar även om att öka förmågan kring anpassningen av klimatförändringarnas effekter, skador och förluster. För att uppnå detta ambitiösa avtal behöver det ske en balans mellan antropogena utsläpp och upptaget av växthusgaser i andra hälften av detta sekel i form av nettonollutsläpp (Naturvårdsverket, 2021). Konceptet för nettonollutsläpp av växthusgaser kräver att de antropogena utsläppen måste minska i så stor

utsträckning som möjligt, medan resten ska bestå av att borttagning av växthusgaser. Parterna i avtalet ska sträva efter att genomföra långsiktiga utvecklingsstrategier för att främja det långsiktiga temperaturmålet (Rajamani, 2016).

### **3.2. Vägen till en klimatpositiv framtid**

Regeringen beslutade 2018 att utse flera dussin utredare för att ta fram ett förslag på en strategi hur Sverige ska uppnå negativa utsläpp av växthusgaser till 2045, där bland annat Åsa-Britt Karlsson var en av dem. Strategin konkretiserar hur Sverige kan arbeta med åtgärder för negativa utsläpp, och innehåller principer och mål för en politik om kompletterande åtgärder och en handlingsplan för att uppnå målet. Utredningen som antagit namnet Klimatpolitiska vägvalsutredningen, undersökte åtgärder som ökad kolsänka, bio-CCS och verifierade utsläppsminskningar. Strategins övergripande syfte är att bidra till att Sverige når målet till 2045 genom användningen av kompletterande åtgärder utan att miljö kvalitetsmålen påverkas. Utredningen innehåller en handlingsplan vars ändamål är att uppfylla strategins syfte angående kompletterande åtgärder. Handlingsplanen består av generella förutsättningar för att främja de kompletterande åtgärderna, information angående de föreslagna kompletterande åtgärderna, samt en beskrivande del av de mest betydande förutsättningarna för varje åtgärd. Utredningen nämner att den framtagna handlingsplanen bör genomföras så snart som möjligt för att inte bara uppnå de satta målen utan även öka Sveriges trovärdighet som föregångsland inom klimatområdet, det skulle därmed tydliggöra att Sverige avser att göra sin del i Parisavtalets mål och agera i enlighet med vetenskapen (SOU, 2020).

### **3.3 Bio-CCS**

Bioenergi med avskiljning och lagring (bio-CCS) är en delmängd av CCS (carbon capture storage). Med denna teknik utnyttjas växternas förmåga att absorbera CO<sub>2</sub> från atmosfären genom fotosyntes. Dessa växter används sedan för att utvinna bioenergi från förbränningen av biomassa som i sin tur frigör CO<sub>2</sub>. Energin som utvinns kan bland annat användas som elektricitet och drivmedel till fordon. CO<sub>2</sub> fångas, transporteras och lagras under marken istället för att släppas ut i luften (Hansson, Hansin & Gustafsson m.fl., 2018). Denna kedja består av tre länkar: avskiljning, transport och lagring av CO<sub>2</sub>. Bio-CCS ger upphov till negativa koldioxidutsläpp genom metodens upptag av CO<sub>2</sub> från atmosfären under förutsättningen att biomassan är hållbart producerad (SOU, 2020). Hållbart framställda biobränslen anses som utsläppsneutrala när det kommer till CO<sub>2</sub>, då biomassan under en lång tid tagit upp CO<sub>2</sub> från atmosfären som avges vid förbränningen. Med en implementation av bio-CCS förhindras CO<sub>2</sub> att återgå till atmosfären, vilket resulterar i negativa utsläpp. Biomassa som används för kraft och värme kommer ibland, och i synnerhet i svensk kontext, från en av dessa alternativa källor: skogsrester (från sågverk och skogsbruk), jordbruksrester eller energigrödor, och biologiskt nedbrytbara avfallsprodukter till exempel matavfall och avloppsslam. Globalt står biomassa för 10 % av det totala primära energibehovet. Biomassan som nyttjas idag används främst för värme och elproduktion, där avfallsprodukterna främst härstammar från skogs- och jordbruk (Gough & Upham, 2011).



Figur 1: Bio-CCS-kedjan

### Avskiljning

Det finns tre huvudsakliga tillvägagångssätt för att fånga in och avskilja CO<sub>2</sub> från fossilt bränsle, biomassa eller blandningar av dessa bränslen.

*“Post-combustion process”*: Denna metod använder ett organiskt lösningsmedel där 85–90 % av CO<sub>2</sub> fångas upp, där lösningsmedlet som är koldioxidfylld sedan frigörs genom upphettning. Fördelar med denna metod är att den i efterhand kan installeras på befintlig anläggning, dock är tekniken energikrävande.

*“Pre-combustion”*: Denna metod innefattar att kolets tillstånd måste omvandlas innan det kan fångas in, sedan ingår kolet i en process med syre och ånga vid en hög temperatur vilket resulterar i syntesgas som består av väte och kolmonoxid. När föroreningarna har försvunnit omvandlas syntesgasen i en process med vattenånga till väte och CO<sub>2</sub>, där en lösning fångar upp CO<sub>2</sub> och en fångar upp väten som sedan kan användas för att producera el.

*“Oxy-combustion system”*: Denna metod är relativt ny där rent syre används vid förbränningen istället för luft. Genom att använda rent syre finns det inget kväve kvar i slutresultaten, utan det som finns kvar är vattenånga, föroreningar och CO<sub>2</sub>. Vattenångan avlägsnas tillsammans med föroreningarna och det som finns kvar blir rent CO<sub>2</sub> (Rosell, 2015).

Avskiljning efter förbränningsprocessen kan i många situationer tillämpas på anläggningar utan betydande modifikationer i de redan befintliga processerna. Avskiljning efter förbränningen går att tillämpa på samtliga utsläppskällor och är idag en kommersiellt tillämpad teknik. I nuläget finns det begränsningar för vilka avskiljningstekniker som kan komma att bli aktuella i framtiden. De olika metoderna har styrkor och svagheter där val av metod kommer ske efter platsspecifika förutsättningar (SOU, 2020).

## **Transport**

Den avskilda CO<sub>2</sub> behöver transporteras till en lagringsplats vilken kan ske genom fartygstransport och rörledningar. I nuläget anses fartygstransporter som det enda realistiska alternativet i Sverige, då avståndet för rörledningar bedöms vara för långt i förhållande till volymerna. Avstånden mellan punktutsläppskällan och lagringsplatsen har signifikant betydelse om bio-CCS kan implementeras eller inte. Transport mellan avskiljningsanläggning och hamn kan ske via lastbil eller tåg under vissa förutsättningar (SOU, 2020).

## **Lagring**

Det finns flera olika alternativ i nuläget för lagring av CO<sub>2</sub>, där geologisk lagring anses passande för bio-CCS. Denna lagring har möjlighet att ske på flera olika sätt till exempel djup lagring i akviferer som anses ha störst potential samt mineralisering av CO<sub>2</sub> genom injektering av CO<sub>2</sub> under tryck i porösa geologiska formationer med en stabil bergart ovanför. Detta leder till att CO<sub>2</sub> gradvis blir hårdare bunden i formationen. Denna process leder till permanent lagring och risken för framtida läckage minskar. De två nämnda alternativen har potential från ett globalt perspektiv, dock visar dagens forskning att Sverige inte har dem geologiska förutsättningarna för dessa metoder och att ytterligare forskning behövs (SOU, 2020).

### **3.4 Bio-CCS i Sverige & dess potential**

I Sverige anses bio-CCS ha potential att tillämpas, då de biogena koldioxidutsläppen inom industrisektorn stod för cirka 23 miljoner ton CO<sub>2</sub> år 2019 (Naturvårdsverket, 2020 a). Dock saknas det information och kunskap kring hur bio-CCS skulle kunna implementeras inom landet. På så sätt ses bio-CCS som en kompletterande åtgärd som skulle kunna ha en större påverkan på lång sikt. Men på kort sikt anses det inte att vara möjligt, på grund av den tid utvecklingen tar, att bidra i någon större utsträckning för att nå utsläppsmålet som är uppsatt till 2030. Vilket innebär att senast år 2030 ska Sveriges växthusgasutsläpp vara minst 63% lägre än utsläppen år 1990 från sektorer utan EU ETS. En anledning till detta är att det tidigare inte funnits något incitamentssystem eller några drivkrafter eller andra styrmedel att främja bio-CCS inom utsläppshandelssystemet (SOU, 2020).

Sverige har som mål att nå nettonollutsläpp senast 2045 och för att nå det satta målet kan en implementering av bio-CCS bidra. En framtagen plan av kraft-värmebranschen har lämnats in till regeringen och har som vision att fjärrvärmesektorn år 2045 ska leverera 5 miljoner ton i negativa koldioxidutsläpp med hjälp av bio-CCS och biokol. Planen omfattar först en demonstrationsanläggning för bio-CCS vid Värtaverken som ska vara i drift till 2025 och därefter vid 2035 ska den första storskaliga anläggningen tas i drift för avskiljning av en miljon ton CO<sub>2</sub>. Den teoretiska lagringskapaciteten i Sverige har uppskattats till 3 400 miljoner ton. Dock finns det en stor osäkerhet kring lagring av CO<sub>2</sub> gällande de faktiska geologiska förutsättningarna. Det krävs väl utförda undersökningar för att kunna peka ut en plats som skulle kunna vara möjlig för lagring. Att lagra CO<sub>2</sub> i Sverige är något som anses kunna ske på längre sikt medan på kort sikt bör koldioxidlagringen ske utomlands där Norge

ses som ett lämpligt val på grund av redan etablerade lagringsplatser, samt att avståndet för transport omfattar mindre sträckor (ibid).

Inga storskaliga forskningsprogram för bio-CCS finns idag i Sverige, men Linköpings universitet är en av många universitet som bedriver forskning kring detta ämne.

Forskningsintresset för bio-CCS har ökat vilket i sin tur kan leda till en bredare forskning i Sverige (ibid). Det finns även stora industrisatsningar, exempelvis har Stockholm Exergi AB planer på att utveckla en fullskalig anläggning för bio-CCS vid Värtaverken. Under 2019 startades deras forskningsanläggning, vilket har gett goda resultat och under 2020 har de fått ett beviljat stöd från Energimyndigheten att expandera anläggningen som gör att de kan utvidga sina tester inom olika områden. Målsättningen är att dessa resultat ska fungera som underlag för att Stockholm Exergi AB därefter ska kunna investera i en storskalig anläggning (Stockholm Exergi AB, u.å. a) och under 2025 fånga in det första kilot CO<sub>2</sub> (Stockholm Exergi AB, u.å. b). Ett annat exempel är Lantmännen Agroetanol som tar vara på CO<sub>2</sub> som annars skulle släppas ut i atmosfären. Händelöverket som drivs av E.ON i Norrköping bränner avfall som omvandlas till el och värme till staden, vilket anses som biobränsle. Ångan som bildas används inom Lantmännens Agroetanol som processenergi och CO<sub>2</sub> som uppstår under tillverkningen transporteras till en koldioxidfabrik som i sin tur gör om CO<sub>2</sub> till kolsyra (Lantmännen, u.å. a). En möjlig framtidsplan är att CO<sub>2</sub> även ska kunna användas till industriella applikationer och växthusodling (Lantmännen, u.å. b).

### **3.5 CCS & Bio-CCS Globalt**

År 2018 fanns det 18 projekt inom koldioxidinlagring som var i drift i världen, av dessa fanns 12 i Nordamerika, tre i Asien, två i Norge och en i Brasilien, där den totala mängden lagrad CO<sub>2</sub> år 2018 uppskattas till 40 miljoner ton. 2017 i Illinois gick det första Bio-CCS projektet i drift, där projektet avskiljer och lagrar cirka en miljon ton CO<sub>2</sub> per år, vid tillverkningen av etanol från majs (Mortensen, Erlström & Nordström m.fl., 2017). Global CCS Institute räknar med att cirka fyra storskaliga projekt kommer att etableras mellan 2019 och 2020, där Australien planerar ett av det största lagringsprojekten med en injektering på cirka 3–4 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år (SOU, 2020). I Norden finns den enda industriella kommersiella CCS-kedjan i Norge inom olje- och gasindustrin. CO<sub>2</sub> används inom olje- och gasfält för en ökad utvinning av kolväten enhanced hydrocarbon recovery (EHR), en del av CO<sub>2</sub> binds i olje reservoaren och följer med upp till ytan, där den avskiljs och återanvänds. Sedan 1996 har Norge lagrat CO<sub>2</sub> djup i akviferen i nordsjön vid naturgasfältet Sleipner, där lagringen sker i samband med naturgasproduktion, detta var det första CCS-projektet där CO<sub>2</sub> injekterades i en djup akvifer. Norge har en kontinuerlig övervakning av den injekterade CO<sub>2</sub> och vid naturgasfältet Sleipner har en övervakning pågått under 20 år och resultaten tyder på att CO<sub>2</sub> är permanent bunden. En ytterligare plats där avskiljning av CO<sub>2</sub> förekommer är vid Snøhvitfältet där avskiljningen sker i samband med att naturgasen bearbetas. Lagringen sker också djup i akviferen under havsbotten, denna transport sker via rörledningar och injektion. De nämnda projekten är idag fortfarande i drift och har sammanlagt lagrat cirka 20 miljoner ton CO<sub>2</sub>. Norge är i processen av att starta upp ett ytterligare CCS-projekt vid namn Fullskaleprojektet vars syfte är att lägga grunden för den kommande CCS-infrastrukturen i Nordsjö- och Östersjöområdet (Mortensen, Erlström & Nordström m.fl., 2017). Projektet

innefattar att CO<sub>2</sub> från ett kraftvärmeverk och/eller en cementfabrik ska avskiljas och fartygsstransporteras med en mellanlagring på en ytterligare plats. Sedan sker en lagring i akviferen på cirka 3000 meter djup i Nordsjön med hjälp av rörledningar (SOU, 2020).

## 4. Metod

### 4.1. Remisser

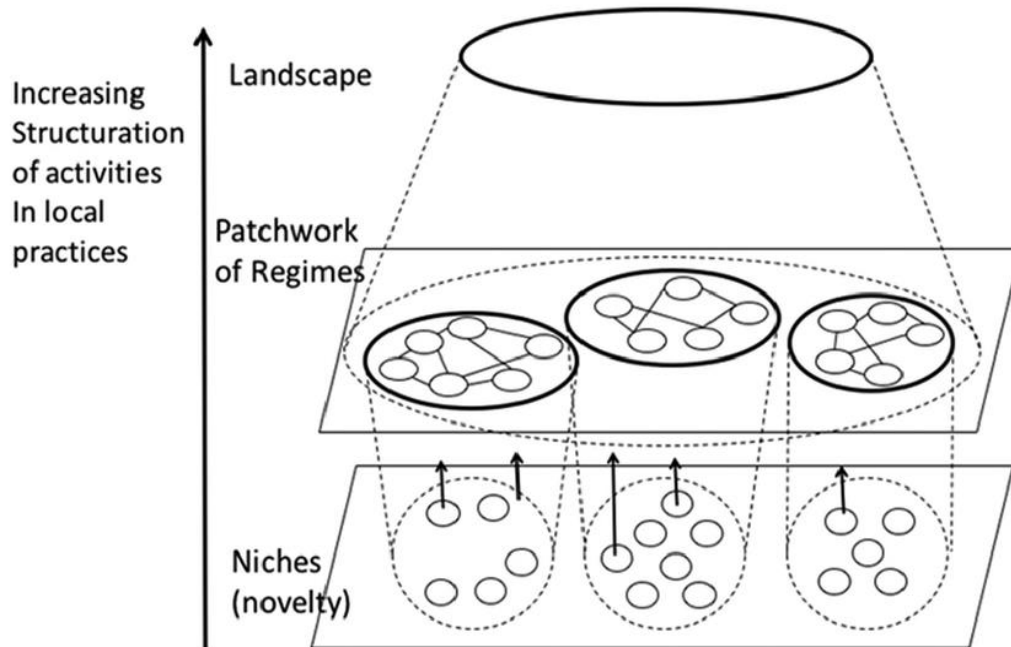
I denna studie har remissvar från betänkandet *Vägen till en klimatpositiv framtid* (SOU, 2020) från berörda samhällsaktörer använts som analysmaterial. Innan regeringen tar ställning till ett förslag så får organisationer, myndigheter och övriga intressenter möjlighet att yttra sig om betänkandet för att främja ett brett deltagande i samhällsdebatten. För att få ett brett perspektiv på samhällsaktörer och deras åsikter kring ett fenomen är remissvar ett givande material att analysera. I aktörernas remissvar får de möjligheten att kommentera och i många fall komma med förslag angående förbättringar som sedan kan tas i beaktning. I detta fall skickade regeringen ut utredningen till 138 samhällsaktörer som ansågs betydande i denna fråga, där de har ombetts att ge sin syn på utredningens förslag i betänkandet. Sammanlagt fick de 119 remissvar där 8 avstod från att yttra sig och av alla dessa svar var det 13 som inte hade fått en inbjudan. Bland remissvaren bestod 20 av länsstyrelser, 18 centrala myndigheter, 18 kommuner, 18 bransch- och näringslivsorganisationer, 11 forskningsinstitut, 11 enskilda företag och statliga bolag, 9 intresseorganisationer och nätverk samt 6 regioner. Utöver dem som fick inbjudan att svara bestod 6 av enskilda företag, 5 intresseorganisationer och nätverk och 2 av bransch- och näringslivsorganisationer (Regeringen, u.å.). Det fanns sammanlagt 106 remisser tillgängliga att ta del av, dessa remisser granskades med en kvalitativ innehållsanalys och MLP-teori.

### 4.2 Teori - Multi-level perspective

I denna studie kommer Multi-level perspective (MLP) teorin användas, då teorin ger ett övergripande samhällsperspektiv där fokus ligger på olika innovations- och övergångsprocesser, och används i stor utsträckning för att förklara och förstå förändringsdynamiken inom storskaliga sociotekniska system. Genom denna teori kan en djupare förståelse uppnås i varför bio-CCS inte genomgått en teknisk övergång och vad som krävs för att detta ska ske. Teorin presenteras här i metodkapitlet eftersom den främst har en strukturerande funktion i vår uppsats. Vårt material sorteras in i perspektivets olika kategorier och hjälper till att åskådliggöra och kontextualisera ståndpunkterna. Perspektivet är även en teori i den mening att förklaringar av hur transitioner brukar gå till och deras dynamik.

Med en teknisk övergång menas det att en transformering har gjorts av ett komplext system, där den tekniska övergången bygger på flera processer. MLP-teorin tyder på att denna övergång som skett i ett etablerat infrasystem bygger på ett samspel av de olika nivåerna (Geels, 2004). MLP-teorin beskriver att transformeringen grundas i interaktionen mellan tre olika strukturella nivåer: nisch (micro), regim (meso) och landskap (maso). Landskapsnivån påverkas av heterogena faktorer såsom ekonomisk tillväxt, pris på råvaror, politiskt läge och miljöproblematik. Regimnivån motsvarar det tekniska systemet som utgörs av utnyttjade teknologier, processer, infrastruktur, institutioner, erfarenheter, ekonomiska och sociala

aspekter. Inom regimen verkar aktörer som förvaltar och bygger systemet. På nischnivån skapas innovationer som utmanar och skiljer sig från den befintliga regimen, aktörer på denna nivå består oftast av nystartade företag och entreprenörer (Geels, 2002). Dessa nivåer ingår i en kapslad hierarki, där regimstrukturen beskrivs som kärnan och relationen mellan de olika nivåerna är en kapslad hierarkisk struktur, där regimen är inkaplad i landskapet och nischen är inkaplad i nischen.



Figur 2. Multiple levels as a nested hierarchy (Geels, 2004, p.913)

### **Förändringar & Socioteknisk övergång**

Förändringar sker när landskapsnivån skapar påtryckningar på regimnivån vilket kommer exempelvis från strukturella problem och globala trender. Detta kan sedan leda till att den nuvarande strukturen i regimen blir ostabil och en lucka kan då öppnas. Geels beskriver det som “window of opportunity”, där radikala innovationer får möjlighet att få fäste i regimnivån. Förändringar sker inte enbart av användningen av ny teknik eller marknadsandelar, utan även av reglering- och infrastrukturella förändringar. När den radikala innovationen fått fäste på regimnivån kan den sedan bidra till att landskapsnivån utvecklas och förändras (Geels, 2002).

### **Aktörsmönster, Användarmönster & kulturmönster**

Geels (2005) menar att det går att identifiera mönster över hur företag och aktörer väljer att reagera och agera på de framtagna innovationerna, där flera väljer att avvakta och vissa väljer att ta första steget. Denna strategi benämns som vänta-och-se. När en ny innovation hotar den befintliga tekniken går det att se ett mönster hos flera aktörer där de försöker förbättra den redan befintliga tekniken, vilket kan resultera i att den nya innovationen blir borttryckt av en förbättring hos den gamla tekniken och leder till en fördröjning av ny teknik. Det är aktörernas stöd och engagemang som får processen i rullning, därför anses MLP-metoden

sakna ett tydligare aktörsrelaterat mönster. Aktörer på marknaden kan även missa potentialen för den nya tekniken vilket Geels beskriver som att missa vågen. Användarmönstret spelar en stor roll när ny teknik ska introduceras, det finns rädsla inför produktens användning, prestanda och säkerhet. Geels ger ett exempel angående amerikanska flygbolag där det länge fanns tveksamheter om att köpa jetliners då det fanns många osäkerheter om deras prestanda vilket ledde till att inget flygbolag ville ta det första steget på grund av riskerna. Det vill säga att så länge inget flygbolag introducerade jetplan på den amerikanska marknaden behövde ingen köpa dem. Situationen när flera företag kollar på varandra men ingen agerar kan snabbt leda till en acceleration där en aktör gör ett drag och bryter dödläget, i exemplet ovan bestämde ett flygbolag sig för att beställa jetplan och i rädsla för att bli efterlämnad följde andra flygbolag snabbt efter. Detta ledde till en dominoeffekt (Geels, 2005).

När ny teknik knyts samman med breda kulturella värderingar och visioner skapas ett skyddat legitimerat utrymme för arbetsprocessen av tekniken. Geels menar att flygplan på 1920-talet gav en stor folklig service och ansågs som ett hjälpmedel till en bättre värld. Allmänheten kan främja tillväxten av en bättre värld, vilket leder till att företag och aktörer lockas till en vidareutveckling (ibid).

#### **4.2.1 Nischnivå**

Nischer fungerar som en "inkubatorsrum" för radikala innovationer eftersom nischerna är skyddade och isolerade från den övriga marknaden (Geels, 2004). Nischinnovationer enligt MLP måste bygga upp en intern drivkraft genom inlärningsprocesser, prisförbättringar och stöd från aktörer för att få en övergång till regimnivån (Kern, 2012). Nischer är platser där ett avvikande från reglerna i det befintliga systemet är möjligt, där framväxten av nya vägar beskrivs som en "process av medveten avvikelse". Detta betyder att reglerna inom tekniska nischer är mindre tydliga och ledande, det kan förekomma osäkerheter angående tekniska designregler och nischer ger utrymme att forska kring detta. Nisch går att identifiera i form av innovationer, där innovationstekniken antingen integreras med den redan befintliga regimstrukturen eller väljer att avvika från den befintliga tekniken. Nischer går att igenkänna som en ny teknik vars utveckling fortfarande sker och inte är integrerad på den befintliga marknaden. Nischer omfattar inte bara själva innovationen (tekniken), den omfattar även politiska och socioekonomiska möjligheter till en tidig uppbyggnad. Nischinnovationer är ofta inriktad på problem inom den befintliga regimen, och att ersätta den redan befintliga regimen är i många fall inte lätt, då den befintliga ordningen oftast redan är stabil. Aktörer kan investera och stödja nischer om de upplever att det finns höga förväntningar på en möjlig framtid för tekniken (Geels, 2004). Det är regimnivån som skapar möjligheter för nischinnovationerna att bryta igenom (Kern, 2012).

#### **4.2.2 Regimnivå**

Denna nivå som kallas regim beskrivs som ett sammanlänkat nätverk där en uppsättning av regler följs, där nätverket i socio-teknisk regim går att beskriva med sju dimensioner; infrastruktur, teknologi, symbolik, kultur, nätverk, industristruktur, teknikvetenskaplig kunskap, sektoriell policy och marknad samt dess användningsprocesser. Dessa dimensioner är gemensamt utvecklade och sammanlänkade, dock har varje dimension en individuell intern



dynamik. När dimensionernas dynamik förändras skapas osäkerheter i regimnivån vilket leder till att kopplingarna och strukturen försvagas och kan brytas isär. En identifiering av exempelvis teknik på regimnivå går att se genom att tekniken är accepterad och har implementerats i den nuvarande regimen, den finns alltså på marknaden. När ett regimskifte sker har det skett påtryckningar under en längre tid vilket sedan resulterar i att landskapsnivån förändras. Negativa externa effekter som sker på landskapsnivån t.ex. miljöpåverkan och hälsorisker kan leda till eventuella påtryckningar i regimnivån. Aktörerna inom regimen tenderar att tona ner dessa externa effekter, detta leder till att de externa effekterna måste plockas upp och problematiseras av utomstående aktörer. Påtryckningar på regimnivån kan även komma ifrån kulturella förändringar, värderingar och ideologier. När dessa påtryckningar sker kan radikala innovationer ta nytta av situationen och bryta igenom på massmarknaden, där de sedan konkurrerar med det befintliga systemet och till slut kan ersätta det. Detta åtföljs sedan av större förändringar som till exempel infrastruktur och politik, som resulterar i en period av förändring och omstrukturering. Politiskt stöd är en viktig del av ny teknikspridning där ekonomiska stöd till forskning kan ges samt att styrmedel kan främja utvecklingen till en implementering inom regimnivån (Geels, 2002). Geels (2005) tar upp flygplansexemplet återigen där den nationella regeringen gav ett enormt ekonomiskt stöd till flygbolagen under 1920-talet och framåt för bland annat sponsring av forskning. Detta var möjligt genom politiskt stöd och kulturell entusiasm för luftfart.

#### **4.2.3 Landskapsnivå**

Landskapsnivån är svårare att förändra än regimen och sker väldigt långsamt. Nivån består av marknader, institutioner och beskriver befintliga element som infrastruktur och städer. Funktionerna inom denna nivå är fundamental för att de andra nivåerna ska kunna fungera (Geels, 2002). Landskapsnivån som har likheter med begreppet *lounge durée* som föreslagits av historikern Braduel, belyser inte bara den materiella och tekniska bakgrunden som upprätthåller samhället, utan inkluderar politiska ideologier, demografiska trender, samhällsvärden, makroekonomiska mönster samt miljöproblem. Denna varierande uppsättning av faktorer kombineras i landskapsnivån (Geels, 2011). Till skillnad från regimnivån som tar hänsyn till regler som möjliggör och begränsar aktiviteter i samhället så tar landskapsnivån hänsyn till dem bredare tekniska externa faktorerna (Geels, 2002). Landskapet är bortom aktörernas inflytande och därmed kan inte en direkt påverkan ske (Geel, 2004). En ny regim kan dock så småningom påverka en utveckling på landskapsnivån. Geels (2006) ger ett exempel på övergången från segelfartyg till ångfartyg. Denna övergång ledde till expansionen av den globala handeln, där den ökade importen av spannmål till Europa ledde till en bättre levnadsstandard, detta påverkade europeiska jordbrukarna negativt och följden blev 1890-talets jordbrukskris. Denna övergång bidrog till många bredare sociala och ekonomiska omvandlingar.

#### **4.3 Kvalitativ innehållsanalys**

För att besvara frågeställningarna och syftet i denna studie så användes en kvalitativ innehållsanalys. Innehållsanalysen i allmänhet utvecklades för att hantera en stor mängd data och kan delas upp som en kvantitativ och kvalitativ metod. Den kvalitativa innehållsanalysen

anses vara lämplig för detta arbete eftersom den fokuserar på tolkningen av olika textdata vilket gör denna metod användbar inom olika forskningsområden. Textdata kan till exempel vara fokusgrupper, intervjuer, dokumentationer eller observationer. I detta fall används remissvar som sedan analyserats och tolkats. Med denna typ av analys så undersöks själva språket för att därefter klassificera texterna i ett antal kategorier (Hsieh & Shannon, 2005). Motiveringarna till det mer kvalitativa vägvalet kommer fördjupas i följande avsnitt.

Tolkningen inom det kvalitativa kan anses vara subjektiv eftersom här anses betraktarens ögon vara "sanningen" (Granskär & Höglund, 2008). Men den kvalitativa analysen betraktas samtidigt vara mer fri och utforskar hela materialet för att hitta lämpliga kategorier medan den kvantitativa blir begränsad vid frekvensräkning och därav kan missa meningsfull information (Stemler, 2000). I detta fall så är den kvalitativa innehållsanalysen mer lämplig för att ge materialet som används rättvisa genom öppenheten kontra att till exempel ha förutbestämda riktlinjer med hjälp av kategorier (Granskär & Höglund, 2008). Den kvalitativa forskningen handlar om tolkning och förståelse snarare än förklaring (Levin, 2008), vilket gör den passande för studien då syftet består av att tolka en metod i offentliga remisser. När det kommer till tolkning av materialet så nämner Krippendorff att en text kan ses på olika sätt och därmed fortfarande vara giltig trots att den tolkas olika. Men också att det är viktigt att tolkningen görs med en viss medvetenhet (Granskär & Höglund, 2008). Kritik som kvalitativ innehållsanalys får utstå är att användning av metoden kan resultera i förenklade resultat om det saknas analysfärdigheter (Elo & Kyngäs, 2008). Detta problem kan uppstå i detta fall då det kan finnas bristande kunskap inom området vilket kan påverka resultatet.

En innehållsanalys är även uppdelad utefter ett induktivt eller deduktivt sätt. I detta fall har en induktiv ansats använts då den stämmer överens med hur vårt tillvägagångssätt har gått till. Med induktiv data går det från det specifika till det allmänna (Elo & Kyngäs, 2008), alltså från data till en teoretisk eller mer generell förståelse. Här studeras likheter och skillnader i datan som beskrivs i både kategorier och teman eller enbart en av dessa. Genom att använda sig av denna metod kan det finnas en risk för att fastna på "ytan" och inte fördjupa sig i materialet och få nya insikter (Graneheim, Lindgren & Lundman, 2017). Men vilket sätt som används kan även bestämmas utifrån studiens syfte vilket i denna uppsats är, "att studera hur centrala aktörer förhåller sig till Sveriges nationella mål om klimatneutralitet". Ett induktivt tillvägagångssätt anses lämpligt när det inte finns tillräckligt med tidigare kunskap om fenomenet eller om kunskapen är splittrad vilket gör den lämplig för studien (Elo & Kyngäs, 2008). En analys av texter inom denna ansats är förutsättningslös som till exempel skulle kunna vara baserat på människors berättelser om sina upplevelser (Granskär & Höglund, 2008). Vilket anses relevant då materialet som används i denna uppsats studeras med öppenhet för att inte missa eventuella väsentliga delar och utgår därför inte från någon specifik hypotes. Vid en deduktiv ansats görs analysen utefter en modell, mall eller teori som är utarbetad i förväg såsom granskning av dokumentationer, vilket styr läsningen. Dock används en teori, MLP, i detta fall men den styr inte analysen utan den sorterar endast materialet efter de olika nivåerna. Den induktiva används ofta när forskaren önskar att

ompröva den redan existerande datan i en ny kontext (Elo & Kyngäs, 2008), vilket gör att den induktiva ansatsen anses lämplig för denna studie.

#### **4.3.1 Materialdiskussion**

I detta fall är remisserna studiens analysenhet. De utvalda remisserna analyserades för att därefter sortera ut delar som skulle kunna passa under de olika nivåerna i MLP-teorin som är nisch-, regim- och landskapsnivå. När alla remisser hade analyserats samt att det relevanta materialet hade satts under de olika nivåerna så studerades materialet ytterligare för att skapa lämpliga kategorier. Först var tanken att ingen kodning av materialet var nödvändig men under ett senare skede ansågs det vara behövande för att få struktur på textdatan. Därefter kodades materialet in under de underrubrikerna som nämns i "Resultat & analys", vilket underlättade när det kodade materialet skulle skrivas om till nya stycken. Kodningen som har gjorts ses som ett redskap för att hjälpa forskaren att reflektera över sin data på nya sätt. En kod fungerar som en etikett och beskriver kort och koncist dess innehåll. En kategori utgör flera koder som har ett liknande innehåll (Graneheim & Lundman, 2003). I detta fall färgkodades materialet i olika tydliga slumpmässiga färger. När kodning och kategorisering görs så sker det en kondensering som innebär att texten kortas ner som gör den mer lätthanterlig, men att det centrala och väsentliga samtidigt behålls. Efter att en kondensering har skett så abstraheras den kondenserade texten. Genom att abstrahera så lyfts innehållet till en högre logisk nivå (Granskär & Höglund, 2008). Detta är det slutgiltiga som gjordes i analysen av materialet från remisserna.

#### **4.4 Metoddiskussion**

Validitet och reliabilitet diskuteras utifrån boken *Samhällsvetenskapliga metoder* (Bryman, 2006) för att styrka begrepp som trovärdighet, pålitlighet och tillförlitlighet i denna kvalitativa forskning.

Begreppet validitet handlar om studiens metod och om den är lämpad för att uppfylla syftet, där validiteten handlar om hur man mäter, identifierar och observerar det som man uttrycker sig göra i studien - kort sagt om man mäter det man utger sig för att mäta. Bryman (2006) menar att validitet nästan enbart rör metoder där mätning ingår, det vill säga kvantitativa studier. Validitetdiskussionen i denna studie berör hur lämpad metoden är för att uppfylla syftet. För att besvara syftet kunde annat material användas som analys, intervjuer kunde genomföras med berörda politiker, andra rapporter och enkätundersökningar m.m. Remissvaren ansågs kunna uppfylla denna studies syfte då regeringen skickat ut förfrågningar till vilka de ansåg var centrala aktörer i Sverige. Genom att regeringen redan hade valt ut aktörerna minskar möjligheten att valet av aktörer blivit vinklat av oss, vilket ökar tillförlitligheten. För att bibehålla studiens argumentkvalité bearbetas validiteten kontinuerligt genom att återkoppla till syftet.

Begreppet reliabilitet handlar om resultatens pålitlighet där de ska vara tillförlitliga och strukturerade. Studien ska kunna vara reproducerbart av andra forskare med liknande resultat, genom att beskriva tillvägagångssättet av det insamlade materialet samt bearbetningen

(Bryman, 2006). Eftersom Geels Multi-level perspective består av tre fasta nivåer kan analysen bli svår att reproducera då tydliga linjer vart material kan passa in saknas. Många aspekter ligger i gränslandet mellan två nivåer, men vi menar att det slutligen inte behöver vara själva kategoriseringen som blir mest avgörande för reliabiliteten utan snarare att materialet presenteras och sedan att det analyseras transparent. Dock finns kodning och kategorisering av materialet vilket kan hjälpa tillvägagångssättet för liknande forskning och ge liknande resultat.

## 5. Tidigare forskning

Haerens (2017) har i sin studie från Belgien undersökt varför aktörer inom industrin ännu inte har etablerat CCS och CCU-teknologin (carbon capture utilization) på en större skala och vilka åtgärder som behövs för att ändra den nuvarande situationen. Men även att utvärdera effektiviteten av möjliga ekonomiska incitament som kan stimulera uppskalning av CCS- och CCU-tekniken. Studien använder sig av en kvalitativ analys (MLP och intervjuer), där de undersöker vad som anses vara de största hindren och behandlar dem sedan i en kvantitativ analys för att se vad det finns för möjligheter att övervinna dessa. Resultatet från den kvalitativa analysen visar att en huvudanledning till att CCS/CCU inte finns storskaligt är på grund av ekonomiska skäl som till exempel produktionskostnaden. Därefter ansågs marknadsbaserade styrmedel vara mer effektiva för att uppmuntra ett beteende mot mer hållbara lösningar istället för att sätta regler. Resultatet visar även att FoU-utgifter (forskning och utveckling) sätter fart på inlärningen och på så sätt indirekt påskyndar kostnads- och prissänkningen för ny teknik, som i sin tur ökar konkurrenskraften hos CCS/CCU-tekniken. Dock är det svårt att hitta finansiering för detta och därmed anses subventioner kunna lösa detta genom att det påskyndar en sänkning av kostnaderna och samtidigt locka investerare och potentiella kunder.

Georgieva (2018) har i sin studie syftet att identifiera kunskapsluckan angående CCS och de rättsliga och regulatoriska miljöer som är nödvändiga för en utbyggnad av CCS på en stor skala. Analysen sker genom att tillämpa en socioteknisk övergångstrategi med en MLP-analys för att kunna klargöra och härleda en särskild kombination av politiska regleringsinstrument. Syftet inkluderar även att förstå varför CCS-tekniken ännu inte har lett till en teknisk omställning med tanke på flertalet fördelar som tekniken har utöver de andra förnybara teknikerna. Studiens resultat visar på att anledningen för att vissa länder har lyckats lansera storskaliga CCS-projekt medan andra inte har beror på två olika utvecklingsvägar som tekniken tagit. Det två vägarna är en "Bottom-Up/Profit"-väg och "Top-Down/Precautionary"-väg, där en väg leder till framgång i kommersialiseringen av CCS och den andra hindrar detta och saktar ner utvecklingen och uppskalning av tekniken menar Georgieva. "Top-Down/Precautionary"-vägen anses som överdriven och medvetet förhindrar processen för CCS-utvecklingen menar Georgieva (2018). Länder som har tagit "Bottom-Up/Profit"-vägen har likheter som att CCS i första hand regleras av kombinationen av redan befintliga lagar för olja och gas, samt att åtgärden är stat och provins specifik. Länder som har tagit "Top-Down/Precautionary"-vägen har även gemensamma trender där CCS-reglering sker på en nationell nivå och sedan på lokal nivå. Georgieva anser att det finns fokus på olika

aspekter av CCS mellan de två tillvägagångssätten, där ett tydligt fokus på “Bottom-Up/Profit”-vägen finns hos tekniken. Integrering av CCS i den redan befintliga tekniken som EHR och en återanvändning av koldioxidströmmen för ytterligare vinstgenerering är en tydlig trend för denna väg. Medan den andra vägen har en tydlig betoning på hela kedjan och infrastrukturen, där den bredare aspekten av CCS kräver centraliserad planering och forskning. Georgieva (2018) menar att resultaten kan tolkas på så sätt att majoriteten av innovationer sker i länder som har flest “nischade” aktörer och utvecklingen av CCS-tekniken inom dessa länder har ingen större framgång. Det går att se att de länder som har störst framgång med CCS-tekniken har integrerat CCS i den redan befintliga regimstrukturen, där innovationer inom CCS sker via etablerade nätverk och aktörer i regimnivå. Georgieva (2018) anser att innovationer inte bryter igenom på “Top-Down/Precautionary” lika fort och rekommenderar att länder som försöker driva utvecklingen av CCS-tekniken anpassar sig till “Bottom-Up/Profit”-vägen.

Rodriguez m.fl. (2021) har i deras kvalitativa intervjustudie belyst svenska och finska företagsperspektiv på bio-CCS för att besvara studiens syfte: vilka är hindren och drivkrafterna för att implementera bio-CCS, inklusive deras syn på tekniska och politiska aspekter. Resultaten från Rodriguez m.fl. (2021) studie kommer ge en fördjupad förståelse i vad fler viktiga aktörer i Norden anser behövas för att implementera bio-CCS, för att sedan kunna dra kopplingar och se mönster med våra egna resultat. Studiens resultat visar på att majoriteten av företagen poängterar den ekonomiska aspekten som det största hindret för att investera i bio-CCS, samtidigt menar många av företagen att de prioriterar andra teknologier. Ytterligare nämnde flera företag frågan om hur EU:s inflytande skulle se ut för potentialen av bio-CCS och betonar vikten av att införliva bio-CCS i EU:s utsläppshandelssystem. Flera företag menar att skatter påverkar deras prioriteringar, där energiföretagen i studien har gett förslag om en negativ koldioxidskatt eller kredit mot en koldioxidskatt. Detta innebär att den som släpper ut CO<sub>2</sub> får lika mycket betalt för att fånga in CO<sub>2</sub> som det skulle vara för dem att släppa ut den. Även fast flera av företagen är villiga att bidra till att minska koldioxidutsläppen så poängterar de att det inte är deras ansvar att finansiellt prioritera bio-CCS, vilket kan påverka deras egen miljöpolicy. Rodriguez m.fl. (2021) menar att de största hindren för företagen att implementera bio-CCS är bristen av en politik kring negativa utsläpp både nationellt och internationellt. Bland majoriteten av företagen anses inte bio-CCS som en realistisk åtgärd inom det kommande årtiondet, tekniken ses som en dyr framtidsteknik och flera av företagen är inte villiga att kompromissa med andra hållbarhetsprioriteringar för att minska de biogena koldioxidutsläppen. Detta kan innebära en längre väntan för att uppnå de nationella och internationella klimatmålen. Rodriguez m.fl. (2021) menar att resultaten visar på att det finns grundläggande hinder för att implementera bio-CCS, och för att övervinna dessa hinder krävs det ett samarbete mellan myndigheter, branschaktörer och deras kunder för att främja en minskning av koldioxidutsläppen på ett hållbart sätt.

Fuss och Johnsson (2021) har i sin studie studerat hindren och potentialen med implementering av bio-CCS på en nationell nivå och använder Sverige som en fallstudie, vilket kan vara relaterbart för att fördjupa diskussionen i denna uppsats. I studien visas det att

Sverige geologiskt har en stor potential att fånga in CO<sub>2</sub> med bio-CCS, men en större begränsning att lagra den. Dock anses inte tekniken vara problemet utan den stora osäkerheten ligger snarare på ekonomin, politiken samt styrningen som påstås vara anledningen till att en implementering av bio-CCS ej har skett. Inom politiken är det bland annat viktigt att finna någon slags enighet gällande prissättningen för koldioxidavskiljning och fossila bränslen. Kritik som bio-CCS har fått utstå är att vid en implementering av tekniken så skulle det kunna leda till att försöken att fasa ut och minska fossila utsläpp uteblir. Därmed behövs en samhörig politik för att öka acceptansen för bio-CCS. Men samtidigt anses inte, till skillnad från andra europeiska länder, acceptansen vara ett större hinder. Ytterligare åtgärder för att kunna implementera tekniken och nå målen är exempelvis att ekonomiska incitament införs som omvänd auktion och att kunskaps- och kapacitetssuppleering sker för att avskiljningsprocesserna ska hållas tillförlitliga och kunna kontrollera kostnader. Men även att det utvecklas en lagringsinfrastruktur inom de närmaste åren i Norge. Bio-CCS anses vara en av de åtgärderna som behöver antas brådskande för att uppnå de uppsatta målen som finns nationellt inom Sverige och internationellt. Det är nödvändigt att ta fram nationella studier för bio-CCS som tar transport- och lagringsinfrastruktur, ekonomiska effekter, utsläppskällor, miljöeffekter samt social acceptans i beaktning.

## **6. Resultat & analys**

De 106 analyserade remisserna som har analyserats skilde sig åt på många sätt där mängden information och utförlighet var den största skillnaden, vilket har lett till att vissa aktörer fått ett större utrymme än andra i analysen. Det första intrycket på remisserna var utförligheten i dem, där majoriteten kommenterade alla åtgärder som regeringsrapporten gav som förslag. Remisserna från Göteborgs Universitet, Naturvårdsverket, Energimyndigheten, Vattenfall AB och Sveriges geologiska undersökning (SGU) ansåg vi ha utförliga svar som var lämpliga att använda i analysen, de resterande aktörernas remisser bestod av mindre utförliga svar men la fram flera frågor som problematiserade bio-CCS, vilket gav analysen flera perspektiv. Skillnaden på remissvaren bland de olika aktörerna kan bero på flera faktorer, bland annat vilken typ av aktör det är och dess kunskap. Deras remissvar kommer att nedanför presenteras under nisch-, regim- och landskapsnivå.

### **6.1 Nischnivå**

#### **6.1.2 Teknikutveckling**

Botkyrka kommun, Göteborgs universitet och Naturskyddsföreningen menar att idag är de alternativa teknikerna för negativa utsläpp oprövade, vilket gör uppfattningen om potentialen svårbedömd. Ytterligare menar Naturskyddsföreningen, som även konstateras i regeringsrapporten, att ett fåtal anläggningar i världen faktiskt tillämpar denna teknik där flera tidigare försök har misslyckats och avbrutits där Vattenfall tas upp som exempel. Naturskyddsföreningen nämner även att det är riskabelt att förlita sig på en teknik som inte är fullt utvecklad än, vars implementering kan leda till risker i en global kontext.

Energiföretagen och Helsingborgs stad menar dock på att kunskapen om bio-CCS är god och att ytterligare forskning inte behöver införas.

Göteborgs Universitet menar att det finns betydande risker med att staten förbinder sig till en särskild teknik och inte flera potentiella lösningar eller innovationer, i händelse av att tekniken inte skulle lyckas leverera vad som utlovas. Göteborgs universitet menar även att teknikutvecklingen inte bara bör binda sig till bio-CCS utan även undersöka vidare på innovationer under produktionsprocessernas alla led. De nämner vidare att Sverige är ett litet land som inte har råd med att investera i alla möjliga tekniker, och att förlita sig på en typ av teknologi är fortfarande en riskfylld strategi. Botkyrka kommun, Göteborgs Universitet och Naturskyddsföreningen menar att tekniken för både CCS och bio-CCS är en obeprövad teknik där tekniska och ekonomiska garantier saknas, samt att tekniken i dagsläget förknippas med politiska, juridiska och tekniska risker. Västra Götalandsregionen nämner att det saknas information om hur långt bio-CCS-tekniken har kommit och en bedömning saknas när den kan börja användas i en större skala. De framför även att det behövs mer information för vilka branscher som bio-CCS skulle kunna bli aktuellt för, samt nämner att det finns frågetecken kvar vilka punktkällor av biogena utsläpp som kommer finnas kvar framöver. Västra Götalandsregionen poängterar även att biomassan är en viktig komponent för att fasa ut den fossila energin och anses vara en begränsad produkt. De tycker att en analys saknas angående biomassa vilket inte är en oändlig resurs. Göteborgs Stad menar även att CCS-tekniken innebär höga drift- och investeringskostnader. Det finns ett tydligt behov hos flera samhällsaktörer att en kartläggning angående risker måste tas fram, då flera poängterar att tekniken inte är säker och en fortsatt forskning behövs. Geels (2005) menar att användarmönstret hos aktörer spelar en stor roll när en introduktion av ny teknik ska introduceras, rädsla inför produktens prestanda, användning och säkerhet är exempel på mönster, detta går tydligt att se hos flera av de berörda samhällsaktörerna. Här menar Geels att flera aktörer står och bevakar varandra men ingen agerar, en aktör behöver bryta dödläget vilket sedan kan leda till en dominoeffekt. Göteborgs Universitet menar att erfarenheterna av bio-CCS som teknik är relativt låga hos aktörer i Sverige och är en av flera anledningar till att ett dödläge uppstår.

Naturvårdsverket menar att en kraftig ambitionshöjning behöver ske i Sverige gällande teknikutveckling och forskning kring bio-CCS, där ett tekniskt kompetenscenter behöver framtas för alla sorters CCS-tekniker. De nämner Norges CCS-centrum för forskning och testning som exempel. Liknande finns i Sverige men för andra industrigrenar, där man sammanlänkar grundforskningen på universitet och en tillämpad industriforskning. Energiföretagen Sverige, svenskt näringsliv och Stockholm Exergi AB menar att det krävs en utredning av incitamentsstruktur för att främja teknikutveckling och skapar långsiktiga ekonomiska förutsättningar för projekt inom bio-CCS. För att ytterligare främja teknikutvecklingen menar Energiföretagen Sverige att ett investeringsstöd för negativa utsläpp är viktigt för att möjliggöra förstudier och genomförbarheten för tekniken. De menar även att investeringsstödet skulle vara samhällsekonomiskt fördelaktigt och minska riskerna som finns. Region Skåne nämner att de har stor potential till att använda bio-CCS då de har större kraftvärmeverk och massabruk som använder sig av biobränsle. De nämner dock att det

finns ett behov av nya förbränningsteknologier som skulle minska kostnaderna. Stockholm Energi menar att den behövda tekniken idag finns tillgänglig för bio-CCS, men ekonomiska incitament och lagändringar behövs för att bio-CCS ska kunna tas i drift i mitten av 2020-talet.

### **6.1.3 Lagring**

Fem berörda samhällsaktörer menar att det finns brist på kunskap angående inhemsk lagring av CO<sub>2</sub> från bio-CCS och CCS i Sverige. Greenpeace menar att det innebär ett stort risktagande att lagra CO<sub>2</sub> och är långt ifrån säkert. Den Kungliga vetenskapsakademien nämner dock att 99 % av den CO<sub>2</sub> som injekteras finns kvar efter 1000 år, men de vill förtydliga att det finns en begränsad lagringskapacitet i Sverige och att det långsiktiga förvaret av CO<sub>2</sub> inte är 100 % självklar. SGU menar att lagring i akviferer är en mogen teknik som bedöms ha stor potential. Naturvårdsverket instämmer att Sverige har dåliga förutsättningar för att få i drift en inhemsk lagringsplats inom kort och ett samarbete med andra länder bör ske för att säkerställa andra potentiella lagringsplatser. Naturvårdsverket menar även för att Sverige ska kunna lagra CO<sub>2</sub> från bio-CCS måste antalet lagringsbrunnar utökas med ett tiotal under de kommande tio åren och ett par hundratals under 2030-talet. Vattenfall förtydligar att om en svensk lagringsplats inte kommer i drift tills 2040-talet så bör det inte påverka Sveriges vision om att leverera fem miljoner ton negativa koldioxidutsläpp med bio-CCS till 2045. Gotlands länsstyrelse, Energiföretagen Sverige och Naturvårdsverket menar att ytterligare undersökningar krävs för att kunna bedöma om lämpliga platser finns tillgängliga i Sverige för koldioxidlagring i berggrunden, utan läckage och andra negativa effekter. En förtydligad kunskap om miljöpåverkan och hälsorisker behöver utvecklas menar länsstyrelsen i Gotland, de tillstyrker även förslaget om att SGU ska vidare utreda vad en svensk lagringsplats bör innehålla. Länsstyrelsen i Västerbotten och Västra Götaland poängterar vikten av att skilja på kortlivad och långlivad kolinlagring, vilket är avgörande för försäkringen om att effekterna blir permanenta över tid. CCS-projektet vid namn Fullskaleprojektet i Norge undersöker nu potentiella lagringsplatser i Nordsjön vilket kan innebära att lagringsalternativ finns tillgängligt för Sverige menar svenskt näringsliv. Vidare nämner de att ett avtal med Norge i första hand behöver förhandlas fram, sedan lösa de tekniska problemen kring lagringen och internationella hinder. Naturvårdsverket instämmer och menar att fokus behöver hållas på att garantera en lagringsplats i andra länder, vilket Helsingborgs stad även poängterar.

### **6.1.4 CCS utan bioenergi**

SGU antyder att CCS är en klimatåtgärd som är till för att minska utsläpp och Preem AB nämner att tekniken är hjälpsam för verksamheter som använder sig av fossilt för att successivt ställa om till förnybart. Vidare nämner SGU att trots detta så anses CCS ha en låg status jämfört med de likvärdiga utsläppsminskande åtgärderna. Denna åtgärd med CCS-teknik är ett behövligt verktyg för att uppnå klimatmålet senast 2045 som handlar om att nå nettonollutsläpp. Några av de berörda samhällsaktörerna såsom länsstyrelsen i Gotland och Västra Götaland, tycker inte att det anses som lämpligt att separera på kunskapsbyggandet och satsningar inom bio-CCS och fossilt CCS. Länsstyrelsen i Gotland fortsätter att förklara att industrier i nuläget på Gotland [Cementa] planerar för pilotprojekt med teknik för CCS. På



Gotland anses förutsättningarna för CCS vara relativt god. Länsstyrelsen i Västerbotten nämner att fossilt CCS inte ska betraktas som negativa utsläpp eftersom CCS är en teknik för att minska fossila utsläpp, vilket även det ger ett bidrag, men att det inte går att se det som negativa utsläpp på grund av det fossila. Dock uttrycker länsstyrelsen i Gotland att trots detta så blir CCS-tekniken viktig på så sätt att den kommer vara till hjälp vid en temporär eller permanent omställning för flera industrier i Sverige. Genom att expandera inmatningen av bioråvara så leder det till att allt fler industrier kan övergå från CCS till bio-CCS för att därefter nå de negativa utsläppen. Detta är en anledning till att inte behandla kunskapsbyggandet och satsningar enskilt för bio-CCS och CCS i omställningsarbetet. Länsstyrelsen i Västra Götaland uttrycker ytterligare att utformningen av styrmedel dock bör ske på så sätt att CCS och bio-CCS skiljer sig åt så att incitament för bio-CCS även blir åtkomliga för industrier som fasar ut det fossila i deras verksamhet mot biomaterial. LRF-skogsägarna tycker att det är för stort fokus på bio-CCS i direktivet och i klimatpolitiska vägvalsutredningen, och att det leder till att de fossila industrierna som måste satsa eller ställa om till CCS inte får något fokus. I princip så är nästan hela den svenska skogsindustrin redan fossilfria i sina processer. Dock så finns det fortfarande kostnader som behöver tas för att utveckla den nya CCS-tekniken så att den är väl anpassad och fullt utvecklad för industrin.

## **6.2 Regimnivå**

### **6.2.1 Nationellt centrum**

Klimatpolitiska vägvalsutredningen föreslår att Energimyndigheten ska få det övergripande ansvaret för CCS-frågor som 23 berörda samhällsaktörer står bakom. Flera aktörer menar att det behövs ett nationellt centrum för CCS-frågorna och att Energimyndigheten bör bidra till ett sådant centrum. Helsingborgs stad poängterar dock vikten av att CCS formuleras lika detaljerat som för bio-CCS för det nationella centrumet. Länsstyrelsen i Skåne menar att ett nationellt centrum är ett väsentligt mellansteg hos Energimyndigheten och för företag som kan vara aktuella för bio-CCS. Detta centrum ger möjlighet för aktörer att dela med sig av kunskap. För att kunna främja utvecklingen till en implementering inom regimnivån spelar det politiska stödet en viktig roll av ny teknikspridning, där ett ekonomiskt stöd till forskning kan ges samt styrmedel menar Geels (2002). Den kungliga vetenskapsakademien menar att centrumets huvuduppgift bör vara att framställa analysverktyg som ska användas för att kvantifiera påverkan som växthusgaserna har på atmosfären. Hänsyn bör även tas till alla möjliga åtgärder som påverkar utsläpp och upptag av växthusgaser, tekniklösningar, förändringar i konsumtionsmönster, styrmedel, sociala normer och lagstiftning. Detta verktyg skulle kunna bidra med väsentlig kunskap som kan främja åtgärder för att nå klimatmålen. Länsstyrelsen i Uppsala menar dock att en tillsynsmyndighet borde få uppgiften att framställa ett nationellt centrum, då Energimyndigheten kommer granska brister som kan bero på deras egna beslut. De anser att en tillsynsmyndighet som är skild från prövningsmyndigheten kommer ha bättre kontroll, besluten bör även ske av en annan part. Sveriges geologiska institut föreslår att sätta Naturvårdsverket som en ansvarig myndighet då de är en självklar myndighet gällande ansvaret för ett nationellt centrum menar de. De menar också att Energimyndigheten bör samverka med SGU och bör tas in vid frågor som rör deras

kompetensområden. Ytterligare bör en utveckling av en nationell forskningsstrategi utföras med syftet att optimera forskningen.

Energimyndigheten menar att det behövs ytterligare medel för att kunna uppnå genomförandet av klimatpolitiska vägvalsutredningens förslag. Ett exempel är att det finns stora osäkerheter kring kostnaderna för utsläppsreduktionerna i andra länder och ytterligare medel behövs för att minska kunskapsbristen. Energimyndigheten menar att de ser positivt på att både CCS och bio-CCS ingår i det nationella centret. Energimyndigheten menar att ett förarbete av tecknade avtal måste ske med projektägare angående utsläppsreduktioner för att kunna säkerställa att utsläppsreduktioner kommer ske till 2030. Det finns idag ingen marknad för verifierade utsläppsminskningar från andra länder, och det finns osäkerheter kring de kommande priserna, vilket måste hanteras av myndigheterna. Energimyndigheten anser här att tiden är en viktig faktor eftersom överenskommelser med övriga länder är en tidskrävande process speciellt när det finns ekonomiska centrala faktorer. Energimyndigheten ser positivt på förslaget om ett nationellt centrum, dock menar de att finansieringen som regeringen ger som förslag i form av program för stöd och utveckling är mindre lämpligt då det betyder att de själva måste söka medel.

### **6.2.2 Styrmedel**

Av de berörda samhällsaktörerna instämmer 24 av dem att väl utformade styrmedel behövs för att främja bio-CCS. Vattenfall menar att sätta upp nödvändiga styrmedel, regelverk, rapporteringar och tillståndprocesser är ytterst tidskrävande och detta arbete bör initieras inom kort. En bred politisk uppslutning och stabila och långsiktiga spelregler menar Vattenfall AB är viktigt för att enskilda aktörer ska våga investera i bio-CCS. Ett väl utformat styrmedel bidrar till mindre politiska risker för dem som vill bidra till negativa utsläpp. Vattenfall AB menar att aktuella styrmedel för att stimulera bio-CCS bör anpassa sig efter följande faser; marknadsintroduktion; från teknisk utveckling till demonstration och tillämpning. Energiföretagen menar att Sverige bör verka för att EU skapar ett kollektivt långsiktigt styrmedel för bio-CCS, då klimatfrågan inte är nationell. De poängterar att ett gemensamt styrmedel kan få en högre samhällsekonomisk effektivitet till skillnad från ett fåtal nationella styrmedel. Energiföretagen poängterar att om Sverige inför ett väl fungerande styrmedelsystem för negativa utsläpp kan de driva på för ett gemensamt EU-styrmedel, och en dialog bör redan inledas med EU kommissionen. Utformningen av ett gemensamt styrmedel måste vara kostnadseffektivt och teknikneutralt menar Energiföretagen. 12 berörda samhällsaktörer uttrycker sitt stöd för att Sverige bör verka för att främja ett teknikneutralt styrmedel med en gemensam EU-finansiering, dock menar LRF-skogsägarna att utformningen av ett EU-styrmedel inte får påverka den cirkulära ekonomin på ett negativt sätt. Fores poängterar att parallellt bör Sverige verka för en nordisk marknad och på längre sikt bör regeringen verka för ett EU-styrmedel. Därför bör regeringen inleda ett samförståndsavtal med de nordiska länderna, speciellt Norge då de ligger i framkant inom CCS-fronten. Länsstyrelsen i Gotland och Västra Götaland uttrycker att utformningen av styrmedlen bör skilja på CCS och bio-CCS så det blir tillgängligt för fossila industrier, så de successivt kan ställa om till bioråvaror.

### 6.2.3 Omvänd auktion

17 berörda samhällsaktörer uttrycker sig positivt till omvända auktioner. Idag finns styrmedel för att minska utsläppen från diffusa källor, subventioner och frivilliga program. Dessa instrument anses baseras på bristfällig kunskap samt att de inte är tillräckligt kostnadseffektiva. Det är problematiskt att minska utsläppen från diffusa källor, dessa källor är utspridda på ett stort geografiskt område vilket gör det dyrt att identifiera källorna vilket försvårar regleringen. Med dessa problem i beaktning förespråkas alternativa marknadsbaserade styrmedel där omvänd auktionering anses väl lämpad. En omvänd auktion kännetecknas genom att det är många säljare och en köpare, till skillnad från en traditionell auktion där det finns många köpare och bara en säljare. Det finns flera exempel där en omvänd auktion har använts och lett till positiva effekter. I Australien användes omvänd auktion i The Bush Tender Trial som skapades för att förbättra biodiversiteten och naturreservat. Genom omvänd auktion fick myndigheterna en objektiv möjlighet att kvantifiera utfall medan markägarna fick mer flexibilitet i hur de kunde bidra, vilket i sin tur ledde till att flera markägare ville bidra till projektet. På ett liknanden sätt kan omvänd auktion användas i Sverige (Naturvårdsverket, 2010).

Vattenfall AB menar att det föreslagna styrmedlet omvänd auktion liknar de upphandlingar som de deltar i angående vindkraft, och menar att auktionsbaserat styrmedel är för staten kostnadseffektiva då den som lämnar lägst bud vinner auktionen och upphandlingen. Vattenfall AB ser positivt på omvänd auktionering då det skapas kontinuerliga incitament för aktörerna att sträva efter kostnadsreduceringar. Genom användningen av auktionsbaserat system inom vindkraft har priset per installerad effekt minskat drastiskt. När en implementering av omvänd auktion sker behöver investerare tydliga och stabila spelregler, vilket i sin tur minimerar affärsrisken och ökar även viljan för nya aktörer att investera. Ett flertal berörda samhällsaktörer poängterar vikten av att teknikneutralitet är i fokus där de står bakom idén av omvända auktioner. Fores menar att det mest logiska steget i nuläget skulle vara att utveckla en nordisk omvänd auktion för negativa utsläpp, där den som vinner blir den aktör som åtar sig fånga och lagra mest till lägsta bud. Fores poängterar att auktionen måste bli så marknadsmässig som möjligt och åtnjuta större skalfördelar utöver den nationella marknaden. Fores menar även att en utveckling av en nationell omvänd auktion bör ske så snart som möjligt så Sverige kan agera som föregångsland och bidra till klimatomställningen. Om Sverige etablerar ett styrmedel som omvänd auktion kan EU använda det som utgångspunkt för att skala upp ett sådant styrmedel på EU-nivå. I utredningen ges förslaget att Energimyndigheten ska få ansvaret för eventuella omvända auktioner. För att detta ska ske menar Energimyndigheten att ett inledande arbete bör ske omgående och att nödvändiga resurser kan utges för detta ändamål. Omvända auktioner kan skapa bra förutsättningar för att skapa kostnadseffektiva lösningar menar Energimyndigheten, dock poängterar de att omvänd auktionering är ett oprövat styrmedel inom den svenska energipolitiken och behöver analys- och grundläggande arbete. Fyra berörda samhällsaktörer uttrycker sig skeptiska till om en omvänd auktion är det mest kostnadseffektiva styrmedlet, och tycker att detta borde utredas ytterligare. Svenska petroleum- och biodrivmedel institutet (SPBI) menar att en auktion bör ske med öppna anbud vilket kan vara lättare att implementera i EU:s utsläppshandelssystem (ETS-systemet). De menar även att en stor mängd styrmedel bör undvikas.

#### **6.2.4 EU:s handelssystem**

EU ETS är ett handelssystem med utsläppsrätter inom Europaunionen och är ett styrmedel med syfte att minska utsläppen av växthusgaser på ett kostnadseffektivt sätt och omfattar alla EU:s medlemsländer samt Island, Norge och Liechtenstein. Under år 2020 ingick det ungefär 13 000 europeiska anläggningar som har en satt kvantitetsgräns för utsläpp. Denna gräns kallas för "utsläppstak" och är den högsta tillåtna gränsen för företagets totala utsläpp. Gränsen kommer successivt sänkas för att uppnå syftet med systemet, vilket är att minska utsläppen. På grund av handel av utsläppsrätter kan företag som har höga kostnader för att minska sina utsläpp köpa utsläppsrätter inom handelssystemet, likaväl kan företag sälja sitt överskott av utsläppsrätter till andra företag (Gunnarsson, 2020). I dagsläget ingår inte bio-CCS i EU:s utsläppshandelssystem och Sollentuna kommun tycker att den mest hållbara strategin på längre sikt är att göra en förändring i systemet för att kunna inkludera bio-CCS. Detta skulle kunna göras genom att bio-CCS ger upphov till utsläppskrediter som sedan skulle kunna användas inom utsläppshandelssystemet. Därmed skulle det kunna främja bio-CCS och även öka kostnaderna för fossila utsläpp. Dock ställer sig Kungliga vetenskapsakademien (KVA) ifrågasättande till att införa bio-CCS i EU ETS eftersom det bland annat inte kommer finnas tillräckliga investeringar på grund av att prisnivån inte anses räcka. EU:s utsläppsmarknad har idag ett pris kring cirka 200 kronor per ton och för avskiljning och lagring av ett ton CO<sub>2</sub> så ligger summan på 1000 kronor. Därmed påstår KVA att det är ett vettigt förslag att rikta stöd till svenskbaserad bio-CCS genom exempelvis omvänd auktionering, men att det behövs en marknad för bio-CCS för att det ska hållas på lång sikt. Dock anser KVA att det är rimligt med kollagring genom bio-CCS som införs under EU ETS, men att detta är något som regeringsrapporten avvisar. Detta är oförståeligt enligt KVA som nämner att denna ändring skulle snarare skulle kunna leda till att bio-CCS genererar utsläppsrätter. För att det ska finnas ett liknande system för bio-CCS som EU ETS så behöver den processen börja så snart som möjligt eftersom ledtiderna är långa antyder Vattenfall AB. De fortsätter hävda att det finns svårigheter med att inkludera negativa utsläpp (bio-CCS) i EU ETS, vilket även nämns i utredningsrapporten. Men Vattenfall AB tycker inte att det har någon betydelse hur högt priset på utsläppsrätterna för bio-CCS blir av den orsaken att EU ETS är till för att minska de fossila koldioxidutsläppen. Trots att det finns svårigheter att få in bio-CCS i EU ETS så skulle en möjlig lösning vara att tilldela gratis utsläppsrätter till de verksamheter som avskiljer och lagrar CO<sub>2</sub> med biomassa menar Vattenfall AB. Viktigt i detta fall är att den totala mängden utsläppsrätter inte ökar på grund av det. Men som tidigare nämnt finns det svårigheter att införa negativa utsläpp i EU ETS och därav delar utredningen och Vattenfall AB åsikt att bio-CCS troligtvis kommer att behöva ett separat EU-gemensamt styrmedel. Här kan Sverige ha en stor inverkan vid bildning av styrmedel för negativa utsläpp inom EU om de snabbt agerar med egna nationella styrmedel.

#### **6.2.5 EHR & CCS**

I den framtagna utredningsrapporten har förslag på kompletterande åtgärder framförts. Länsstyrelsen i Gotland, -Västra Götaland samt Stockholms Exergi AB anser att CCS för enhanced hydrocarbon recovery (EHR) inte kan ses som en kompletterande åtgärd eftersom det bidrar till en ökad utvinning av naturgas eller olja. Världsnaturfonden (WWF) och

länsstyrelsen i Gotland tycker inte att EHR heller bör få ta del av statligt stöd utan endast projekt som använder sig av permanent koldioxidlagring. Medan andra berörda samhällsaktörer som Preem AB och SPBI vill att EHR ska förbjudas och att det är något regelverket behöver säkerställa. Preem AB fortsätter med att CCS som åtgärd endast får användas för att minska utsläppen av CO<sub>2</sub> och ej för att få en ökad produktion och utvinning av fossila produkter och råvaror.

### **6.2.6 Insamling av data**

I dagsläget saknas det ett nationellt system för att samla in data, beräkna och redovisa negativa utsläpp och detta är något flera aktörer anses behövas. Stockholms stad antyder att detta behövs för att EU och Sverige ska kunna följa upp klimatmål och på ett transparent sätt redovisa de negativa utsläppen av CO<sub>2</sub>. I Sverige är det främst systemfrågor som sätter det stora hindret för tillämpning av koldioxidlagring nämner SGU. I utredningsrapporten föreslås Naturvårdsverket skapa detta nationella system och i detta håller länsstyrelsen i Västra Götaland och Stockholms stad med om. Detta nationella system bör enligt Sollentuna kommun innefatta statistik på lokal nivå så att kommunerna kan följa upp och därmed bidra till arbetet med negativa utsläpp, men även visa vad kommunerna kan tillgodoräkna sig genom arbetet med negativa utsläpp. För att detta ska fungera och bli användbart på lokal nivå beskriver Region Skåne att kommunerna kommer att behöva statistik med tillräckligt hög upplösning. WWF vill att systemet även bör innehålla utveckling och genomförande av rapportering och övervakning av risker samt negativa effekter som kan uppstå på andra miljömål. Dock så trycker länsstyrelsen i Västerbotten på att det skulle kunna vara relevant med ett generellt system eftersom det underlättar och visar mer hänsyn till andra länder om/när de skulle kunna välja att implementera ett liknande system. Eftersom Sverige är ett av de första länderna som kan ta fram ett system för att bland annat beräkna negativa utsläpp och rapportering så kan valen som görs ha stor påverkan eftersom det i sin tur blir vägledande för andra länder. Ett system som kan användas av flera länder leder till att införandet av metodiken underlättas i det internationella rapporteringssystemet som skulle resultera i ökad klimatnytta och på så sätt bidra till nuvarande miljömål. För att skapa trovärdiga och väl fungerande system krävs det att rapporteringsriktlinjer även utvecklas inom FN och EU och inte enbart för Sverige påpekar länsstyrelsen i Västra Götaland. Gällande rapporteringen yttrar sig Stockholms Exergi AB att de negativa utsläppen bör rapporteras inom ramen för internationella standarder som exempelvis Green House Gas Protocol och Global Reporting Initiative eftersom detta är en förutsättning för att affärsmodeller ska kunna utvecklas för bio-CCS. Stockholms stad menar att det är viktigt att redovisningen i systemet skiljer på lång-, kortlivad eller permanent kollagring eftersom det annars kan leda till dubbelräkningar och därmed blir det fel i statistiken.

## **6.3 Landskapsnivå**

### **6.3.1 Londonprotokollet, Helsingforskonventionen & CCS-direktivet**

Det finns flera internationella konventioner som idag hindrar implementeringen av CCS, speciellt transporten och lagringen av CO<sub>2</sub>. Klimatpolitiska vägvalsutredningen tar upp att Londonprotokollet och Helsingforskonventionen måste ses över, ytterligare konventioner och

protokoll måste även tas hänsyn till. Londonkonventionen skrevs under 1972 av 87 länder vars mål var att förhindra havsföroreningar där ett förbud sattes in mot dumpning av specifika farliga ämnen. Konventionen moderniserades 1996 och blev Londonprotokollet, där all havsdumpning är förbjudet förutom några specifika ämnen. Ett tillägg gjordes till protokollet 2006 där geologisk lagring blev tillåtet, där lagringen bara får ske under havsbotten och inga andra ämnen får lagras tillsammans med CO<sub>2</sub>. Londonprotokollet innehöll ett förbud mot export av havsdumpning vilket förhindra transporten av CO<sub>2</sub> som skulle lagras, detta ledde 2009 till en ändring och undantag kan nu ges gällande exportförbud. Om de tidigare kraven som nämnts följs så har de länder som berörs av Londonprotokollet möjlighet att lagra CO<sub>2</sub> (Mortensen, Erlström, & Nordström m.fl., 2017). Sju berörda samhällsaktörer instämmer i bedömningen som utredningen tillstyrker angående brister och hinder som idag finns i lagstiftningen. Fores poängterar att Sverige ännu inte har ratificerat Londonprotokollets tillägg som gjordes 2006 och 2013 vars tillägg gör det möjligt att exportera och lagra CO<sub>2</sub> under havsbotten. De menar att detta ledde till en rad osäkerheter angående negativa utsläpp vilket inte har gynnat utvecklingen av nya tekniker. Fores menar att Sverige har mycket att ta igen för att minska brister och hinder i lagstiftningen. Stockholms stad tycker även att Sverige bör skynda på processen hos andra parter ratificering av Londonprotokollet.

Helsingforskonventionen skrevs på 1992 av bland annat Sverige, Finland, Estland och Lettland vars syfte är att skydda de marina miljöerna i Östersjöområdet och Kattegatt och bevara dess ekologiska balans. För att kunna uppnå konventionens mål har dumpning förbjudits i dessa områden som konventionen berör utan några undantag och till skillnad från ändringarna i Londonprotokollet har Helsingforskonventionen inte ändrats och det finns idag inga möjligheter till att injektera och lagra CO<sub>2</sub> på havsbotten (ibid). Fores menar att Sverige bör ta initiativ till att parterna inom Helsingforskonventionen ändrar konventionen så geologisk lagring tillåts, vilket gör att konventionen är i linje med CCS-direktivet.

CCS direktivet 2009/31/EG uppstod 2009 av Europaparlamentets och rådets direktiv och behandlar geologisk lagring av CO<sub>2</sub>, där syftet är att skapa en rättslig ram och säkra förutsättningar för lagringen. Direktivet sträcker sig inom medlemsländernas territorium men även deras ekonomiska zoner och kontinentalsocklar, och lagring utanför dess områden är inte tillåtet. Det finns dock möjlighet för medlemsstaterna att förhandla med varandra och komma överens om lagring utanför sina gränser genom den vägen. Detta direktiv gör det möjligt för medlemsländerna att bestämma vart det är tillåtet att lagra CO<sub>2</sub> vid respektive territorium, det innehåller även tillstånd för undersökningar av lagringsplats och verksamhet (ibid). Stockholms stad menar att dessa export- och lagringshinder måste undanröjas så snabbt som möjligt för att Sverige ska kunna uppnå klimatneutralitet till 2040.

Världsnaturfonden vill dock poängtera att eventuella ändringar i de nämnda direktiven och protokollen inte ska avvika från parternas skyldigheter och målet att skydda de marina miljöerna.

### **6.3.2 Strävan efter klimatneutralitet**

För att uppnå Regeringens mål att nå noll nettoutsläpp till 2045 som grundar sig i Parisavtalets mål om att hålla den globala uppvärmningen väl under 2 °C står Sverige inför

en stor utmaning att på några decennier behöva fasa ut de fossila bränslena och minska växthusgasutsläppen till noll. De berörda samhällsaktörerna menar att det krävs betydande kompletterande åtgärder utöver utsläppsminskningarna. Flera samhällsaktörer har poängterat att i stort sett nästan all användning av fossila bränslen behöver upphöra. Det råder en konsensus hos majoriteten av de berörda samhällsaktörerna att Sverige har potential för att implementera koldioxidinfångning, dock finns det flera hinder i vägen. CCS och bio-CCS beskrivs hos många aktörer som en potentiell åtgärd för nå det nationella klimatmålet till 2045 och för att uppnå Sveriges åtagande i Parisavtalet. Geels (2002) menar att de globala trenderna som sker på landskapsnivån skapar en öppning för en implementering på regimnivån. Utifrån MLP-teorin går det att se en första tendens till att en förändring på landskapsnivån har börjat då det tydligt går att se en medvetenhet hos de berörda samhällsaktörerna. Utifrån MLP-teorin går det att se att påtryckningar nu sker på regimnivån från landskapsnivån, vilket grundar sig i att negativa effekter påverkar nu landskapsnivån i form av miljöpåverkningar och flera ändringar i internationella överenskommelser och konventioner. Det går att se att dessa påtryckningar har satt press på regimnivån, men någon större förändring på teknik- och politiksektorn har ännu inte skett annat än en uttalad vilja till förändring och ett mindre antal demonstrationer och pilotprojekt. När dessa påtryckningar sker får radikala innovationer möjlighet att bryta igenom till regimnivån och konkurrera med det redan befintliga systemet och i slutändan ersätta det, vilket i slutändan leder till en ny regim menar Geels (2002). Det går ännu inte att se om dessa påtryckningar som kommer ifrån landskapsnivån angående CCS och bio-CCS kommer leda till en möjlighet för dem att bryta igenom från nisch till regimnivå.

## **7. Diskussion & slutsatser**

Analysen av remisserna visar på att inställningen till bio-CCS är delad hos majoriteten av de berörda samhällsaktörerna. Detta kan bero på att det saknas incitament för teknik, politik och ekonomi, vilket är områden som ännu inte är utvecklade för att främja bio-CCS på grund av att tekniken fortfarande är på nischnivå. Detta liknar Rodriguez m.fl. (2021) slutsatser där majoriteten av de svenska och finska företagen i deras studie inte såg bio-CCS som en realistisk åtgärd inom den närmaste framtiden. I analysen av remisserna går det att se osäkerheter speglas i aktörernas inställning, dock finns en tydlig strävan efter att hitta en åtgärd som kan bidra till att uppnå klimatneutralitet till 2045, men vilken åtgärd som är mest lämplig är oklart. Detta skiljer sig från Rodriguez m.fl. (2021) slutsatser där de flesta företagen inte var villiga att implementera andra åtgärder för att minska utsläppen. I vår studie är det tydligt att det finns en strävan att uppfylla klimatneutralitet till 2045 hos aktörerna och vikten av att fasa ut de fossila bränslena bemöts även. Ett fåtal aktörer uttrycker sig dock positiva till bio-CCS och framför en strävan efter tekniken, där de poängterar hur viktig denna åtgärd är i arbetet mot att Sverige ska bli klimatneutrala.

Tekniken kring bio-CCS anses oprövad bland ett flertal aktörer medan andra aktörer inte håller med och anser att tekniken inte behöver ytterligare forskning. Flera aktörer nämner att tekniska och ekonomiska garantier saknas, vilket är fallet när en teknik befinner sig på nischnivå utan institutionellt stöd i de andra nivåerna. Dock anser aktörerna att de största hindren är de ekonomiska och politiska vilket Fuss och Johansson (2021) också identifierat i

deras studie. När en ny teknik introduceras finns en rädsla hos aktörer, vilket leder till att ingen agerar och i sin tur leder till att tekniken inte introduceras in till regimnivå. Analysen av remisserna visar på att de mest betydande drivkrafterna för att implementera bio-CCS på regimnivån är väl utformade styrmedel, att bio-CCS ska vara med i EU:s utsläppshandelssystem, ett nationellt system för att samla in data behöver utformas och ett system för att beräkna och redovisa negativa utsläpp behöver utvecklas. Styrmedel anses nödvändiga både på en nationell och internationell nivå där ett gemensamt teknikneutralt EU-styrmedel med en gemensam EU-finansiering kan få högre samhällsekonomisk effektivitet. Ett nationellt centrum anser majoriteten av de berörda samhällsaktörerna kan bidra till att främja bio-CCS och andra klimatåtgärder. I utredningen *Vägen till en klimatpositiv framtid* gavs förslaget om att Energimyndigheten bör ha huvudansvaret över ett sådant centrum vilket majoriteten av aktörerna höll med om, vilket även Energimyndigheten ser positivt på. Dock finns det många hinder som står i vägen för att kunna uppnå detta genomförande såsom kunskapsbrist inom utsläppsreduktioner för andra länder och idag finns det ingen marknad för verifierande utsläppsminskningar i andra länder.

Omvända auktioner anses vara ett styrmedel som flera aktörer ställer sig bakom, då omvända auktioner är kostnadseffektiva genom att det kontinuerligt skapas incitament för kostnadsreduceringar vilket Fuss och Johnsson (2021) har fått liknande resultat där omvänd auktion anses som ett bra ekonomiskt incitament för att kontrollera kostnader. Sverige kan även bli ett föregångsland om utvecklingen av en nationell omvänd auktion sker inom kort, vilket EU sedan kan använda som utgångspunkt när ett sådant styrmedel skalas upp. För att främja bio-CCS behövs betydande drivkrafter och utformningen av ett nationellt centrum vars uppgift blir att bidra med väsentlig kunskap, lagstiftning och styrmedel, där styrmedlen anses nödvändiga på nationell och internationell nivå med en gemensam EU-finansiering.

En betydande del för att främja bio-CCS anser majoriteten av aktörerna vara ett nationellt system för att samla in data, beräkna och redovisa negativa utsläpp vilket behövs för att Sverige och EU på ett transparent sätt ska kunna redovisa de negativa utsläppen. För att kommunerna ska kunna bidra till arbetet bör ett sådant system även innehålla statistik på en lokal nivå. Sverige har även här chansen att bidra med ett system som flera länder kan implementera och använda som utgångspunkt. Ett gemensamt system kan underlätta för införandet av metodiken och kan resultera i en ökad klimatnytta och bidra till nuvarande klimatmål. En av huvudanledningarna varför bio-CCS inte har implementerats är de ekonomiska skälen och flera av aktörerna menar att bio-CCS måste gå in i EU:s handelssystem (EU ETS) för att minska utsläppen på ett kostnadseffektivt sätt. Det skulle främja bio-CCS samtidigt som kostnaderna för fossila bränslen skulle öka, vilket stämmer överens med Haerens (2017) och Rodriguez m.fl. (2021) resultat där marknadsbaserade styrmedel anses effektiva och flera företag poängterar vikten av att införliva bio-CCS i EU ETS.

Det finns delade meningar hos aktörerna kring möjligheterna att implementera bio-CCS både generellt och för de enskilda samhällsaktörerna. Detta kan bero på att tekniken ännu inte är på regimnivå och därmed finns det en saknad av de politiska och ekonomiska förutsättningarna.



Det finns flera hinder som påverkar möjligheten för att implementera bio-CCS, det finns konventioner och protokoll vars syfte är att reglera exporten av CO<sub>2</sub> och dess lagring. Om Sverige ratificerar tillägget i Londonprotokollet blir det möjligt att exportera och lagra CO<sub>2</sub> utanför Sveriges gränser, dock blir inhemsk lagring inte aktuellt förrän Helsingforskonventionen ändrar sin lag angående lagring. Många aktörer anser att CCS-tekniken utan bioenergi är en betydande teknik för att uppnå klimatmålet 2045, och kan ge flera industrier möjligheten att temporärt ställa om till CCS och därefter byta till bio-CCS. Dock anser många att CCS med enhanced hydrocarbon recovery (EHR) inte bör få vara en kompletterande åtgärd då det bidrar till utvinning av olja och naturgas.

Det finns två olika utvecklingsvägar att ta när det kommer till lansering av ny teknik, "Bottom-Up/Profit" eller "Top-Down/Precautionary"-vägen. För närvarande följer Sverige en "Top-Down/Precautionary" väg genom påbörjade planer på implementering av bio-CCS på en nationell nivå och därefter på en lokal nivå. Georgievas (2018) resultat tyder på att innovationer sker i länder vars aktörer är "nischade" vilket har kunnat uttydas vara en väg som flera länder inte nått en framgång med när de försökt implementera CCS. Genom "Bottom-Up/Profit"-vägen regleras CCS-tekniken av redan befintliga lagar inom den befintliga regimstrukturen exempelvis inom olja och gas, där implementeringen sker på lokal nivå. Denna väg enligt Georgievas (2018) studie anses ha störst framgång när det kommer till implementeringen av CCS. Genom att bio-CCS just nu i Sverige tar "Top-Down/Precautionary"-vägen kan det betyda att implementeringen av bio-CCS kommer ta en längre tid.

## Referenser

Bryman, A (2006). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö: Liber.

Elo, S., Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*. Vol.62 (1), 107-115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>

Emenike, O., Michailos, S., Finney, K.N., Hughes, K.J, Ingham, D., Pourkashanian, M. (2020). Initial techno-economic screening of BECCS technologies in power generation for a range of biomass feedstock. *Sustainable Energy Technologies and Assessment*. Vol.40. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100743>

Fuss, S., Johnsson, F. (2021). The BECCS Implementation Gap - A Swedish Case Study. *Frontiers in Energy Research*. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2020.553400>

Geels W, F. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration process: a multi-level perspective and a case study. *Research Policy*. Vol.31 (8), 1257-1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)

Geels, F.W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*. Vol.33 (6-7), 897-920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>

Geels, F.W. (2005). Processes and patterns in transitions and system innovations: Refining the co-evolutionary multi-level perspective. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol.72 (6), 681-696. [doi:10.1016/j.techfore.2004.08.014](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2004.08.014)

Geels, F.W. (2006). *Multi-Level Perspective on System Innovation: Relevance for industrial Transformation*. Olsthoorn, X., Wieczorek, A (red) Understanding Industrial Transformation. Environment & Policy, vol 44. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/1-4020-4418-6\\_9](https://doi.org/10.1007/1-4020-4418-6_9)

Geels, F.W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. Vol.1 (1), 24-40. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>

Georgieva, S.Z. (2018). *Regulatory Limitations and Global Stakeholder Mapping of Carbon Capture and Storage Technology - a Legal and Multi-Level Perspective Analysis*. PhD-avh., Imperial College London. <https://doi.org/10.25560/80906>

Gough, C., Upham, P. (2011). Biomass energy carbon capture and storage (BECCS or Bio-CCS). *Greenhouse Gases: Science and Technology*. Vol.1 (4), 324-334. [DOI:10.1002/ghg.34](https://doi.org/10.1002/ghg.34)

- Graneheim, U.H, Lindgren, B-M., Lundman, B. (2017). Methodological challenges in qualitative content analysis - A discussion paper. *Nurse Educ Today*. Vol.56, 29-34. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.06.002>
- Graneheim, U.H, Lundman, B. (2003). Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today*. Vol.24 (2), 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2003.10.001>
- Granskär, M., Höglund, B. (2008). *Kvalitativ innehållsanalys*. Lund; Studentlitteratur
- Gunnarsson, K. (2020). *Utsläppshandel*. Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Utslappshandel/> (Hämtad 2021-04-05)
- Haerens, J. (2017). *The breakthrough of CCS/CCU: An analysis of drivers and hurdles*. [https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/351/202/RUG01-002351202\\_2017\\_0001\\_AC.pdf](https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/351/202/RUG01-002351202_2017_0001_AC.pdf) (Hämtad 2021-03-24)
- Hansson, A., Hansin A, A., Gustafsson, K., Lehtveer, M., Fridahl, M (red.), Bellamy, R., Haikola, S. (2018). *Bioenergy with carbon capture and storage*. Bryssel: ELF
- Hsieh, H., Shannon, S.E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research*. Vol.15, No 9, 1277-1288. [DOI:10.1177/1049732305276687](https://doi.org/10.1177/1049732305276687)
- Jakobsson, E. (2020). *Undersökning av möjligheten till utveckling av kommersiellt tillgänglig koldioxidlagring i Sverige*. <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1461441/FULLTEXT01.pdf> (Hämtad 2021-03-25)
- Kern, F. (2012). Using the multi-level perspective on socio-technical transitions to assess innovation policy. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol.79 (2), 298-310. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.07.004>
- Lantmännen. (u.å. a) *Agroetanol i industriell symbios på Händelö*. <https://www.lantmannenagroetanol.se/hallbarhet/eco-industrial-park/> (Hämtad 2021-04-19)
- Lantmännen. (u.å. b). *Vi skapar lösningar för en hållbar framtid*. <https://www.lantmannenagroetanol.se/#> (Hämtad 2021-04-19)
- Levin, C. (2008). *Att undersöka "det sociala" - några ingångar*. Meeuwisse, A., Swärd, H., Eliasson-Lappalainen, R., Jacobsson, K (red). *Forskningsmetodik för socialvetare Stockholm: Natur och Kultur*.
- Mortensen, G.M., Erlström, M., Nordström, S., Nyberg, J. (2017). *Geologisk lagring av koldioxid i Sverige - Lägesbeskrivning avseende förutsättningar, lagstiftning och forskning*

samt olja- och gasverksamhet i Östersjöregionen. Sveriges geologiska undersökning.  
<http://resource.sgu.se/produkter/rm/rm142-rapport.pdf> (Hämtad 2021-04-05)

Naturvårdsverket. (2010). *Omvänds auktion för att minska utsläpp från diffusa källor*.  
<http://www.naturvardsverket.se/documents/publikationer/978-91-620-6369-6.pdf> (Hämtad 2021-04-05)

Naturvårdsverket. (2020 a). *Fördjupad analys av den svenska klimatomställningen 2020*.  
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publ-filer/6900/978-91-620-6945-2.pdf?pid=27859> (Hämtad 2021-04-19)

Naturvårdsverket. (2020 b). *Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk*.  
<http://naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/Sveriges-klimatlag-och-klimatpolitiska-ramverk/> (Hämtad 2021-04-13)

Naturvårdsverket. (2021). *Vad är Parisavtalet?* <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/EU-och-internationellt/Internationellt-miljoarbete/miljokonventioner/Klimatkonventionen/Parisavtalet/Vad-ar-Parisavtalet/>  
(Hämtad 2021-04-19)

Onarheim, K., Mathisen, A., Arasto, A. (2015). Barriers and opportunities for application of CCS in Nordic industry - A sectorial approach. *International Journal of Greenhouse Gas Control*. Vol.36, 93-105. DOI: [10.1016/j.ijggc.2015.02.009](https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2015.02.009)

Rahman, F.A., Aziz, M.M.A., Saidur, R., Abu Bakar, W.A.W., Hainin, M.R., Putrajaya, R., Hassan, N.A. (2017). Pollution to solution: Capture and sequestration of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and its utilization as a renewable energy source for a sustainable future. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol.71, 112-126. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.011>

Rajamani, L. (2016). Ambition and differentiation in the 2015 Paris agreement: Interpretative possibilities and underlying politics. *International & Comparative Law Quarterly*. Vol.65 (2), 493-514. doi:[10.1017/S0020589316000130](https://doi.org/10.1017/S0020589316000130)

Regeringen. (u.å.) *Vägen till en klimatpositiv framtid - remissammanställning*.  
<https://www.regeringen.se/48f846/contentassets/e5369df3a1374d3789addf21e7128539/vagen-till-en-klimatpositiv-framtid---remissammanstallning.pdf> (Hämtad 2021-04-20)

Rodriguez, E., Lefvert, A., Fridahl, M., Grönkvist, S., Haikola, S., Hansson, A. (2021). Tensions in the energy transition: Swedish and Finnish company perspectives on bioenergy with carbon capture and storage. *Journal of Cleaner Production*. Vol.280.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124527>

Romanak, K., Fridahl, M., Dixon, T. (2021). Attitudes on Carbon Capture and Storage (CCS) as a Mitigation Technology within the UNFCCC. *Energies*. Vol.14 (3).

[DOI:10.3390/en14030629](https://doi.org/10.3390/en14030629)

Rosell, E. (2015). Är koldioxidavskiljning och lagring nödvändigt för att uppnå klimatmålen? - en översikt ur ett globalt, europeiskt och svenskt perspektiv. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:851425/FULLTEXT01.pdf>

(Hämtad 2021-03-17)

Savaresi, A. (2016). The Paris Agreement: a new beginning? *Journal of Energy & Natural Resources Law*. Vol.34 (1), 16-26. <https://doi.org/10.1080/02646811.2016.1133983>

Scott, D., Hall, M., Gössling, S. (2015). A review of the IPCC Fifth Assessment and implications for tourism sector climate resilience and decarbonization. *Journal of Sustainable Tourism*. Vol.24 (1), 8-30. <https://doi.org/10.1080/09669582.2015.1062021>

SOU 2020:4. (2020). Vägen till en klimatpositiv framtid. Statens offentliga utredningar. [https://www.regeringen.se/492966/contentassets/e5369df3a1374d3789addf21e7128539/sou-2020\\_4-vagen-till-en-klimatpositiv-framtid.pdf](https://www.regeringen.se/492966/contentassets/e5369df3a1374d3789addf21e7128539/sou-2020_4-vagen-till-en-klimatpositiv-framtid.pdf) (Hämtad 2021-03-09)

Stemler, S. (2000). An overview of content analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*. Vol.7. DOI: <https://doi.org/10.7275/z6fm-2e34>

Stockholm Exergi AB. (u.å. a). *Bio-CCS*.

<https://www.stockholmexergi.se/minusutslapp/beccs/> (Hämtad 2021-04-19)

Stockholm Exergi AB. (u.å. b). *En fullskalig anläggning är målet*.

<https://www.stockholmexergi.se/minusutslapp/beccs/fullskalig-anlaggning/> (Hämtad 2021-04-19)

## Bilaga 1

Aktörer vars remisser vi analyserats

Botkyrka	Naturskyddsföreningen
Cementa AB	Naturvårdsverket
Energiföretagen	Preem AB
Eskilstuna kommun	Region Skåne
Fores	Svenskt näringsliv
Greenpeace	Skogsindustrierna
Göteborgs stad	Sollentuna kommun
Göteborgs universitet	Statens energimyndighet
Helsingborgs stad	Stockholm Exergi AB
Kommerskollegium	Stockholm stad
Kungl. skogs- och lantbruksakademien	Svenska bioenergiföreningen
Kungl. vetenskapsakademien	Svenska Petroleum och Biodrivmedels Institutet
LRF-skogsägarna	Sveriges geologiska undersökning
Länsstyrelsen i Gotland	Sveriges lantbruksuniversitet
Länsstyrelsen i Gävleborg	Uppsala kommun
Länsstyrelsen i Skåne	Vattenfall AB
Länsstyrelsen i Uppsala	Västra götalsregionen
Länsstyrelsen i Västerbotten	Världsnaturfonden WWF
Länsstyrelsen i Västra Götaland	