

Energimyndighetens titel på projektet – svenska	
Sundsvall som nod för infångning och mellanlagring av koldioxid (SIMCO2)	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska	
Sundsvall as an intermediate storage node for CO2 (SIMCO2)	
Universitet/högskola/företag	Avdelning/institution
Sundsvall Energi AB	
Adress	
851 85 Sundsvall	
Namn på projektledare	
Hans-Erik Olsson	
Namn på ev övriga projektdeltagare	
Linnea Mothander, Bertil Carlsson, Tomas Widenfalk, Anders Nordström	
Nyckelord: 5-7 st	
Koldioxidavskiljning, koldioxidlagring, CCS	

Förord

Sundsvall som nod för infångning och mellanlagring av koldioxid (SIMCO2) är ett gemensamt projekt som drivits av Sundsvall Energi AB, Sundsvalls Kommun, Sundsvall Logistikpark AB och Sundsvalls Hamn AB. Finansiering har skett genom deltagande verksamheter samt genom Energimyndigheten. Huvuddelen av arbetet har skett av SWECO.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning/Bakgrund	2
Genomförande	3
Resultat	5
Diskussion.....	8
Publikationslista.....	8
Referenser, källor	8
Bilagor	8

Sammanfattning

Med koldioxidlagring kan Sundsvall nå sitt mål att bli klimatneutral till 2030 och lösa plastproblematiken på riktigt.

Den framtagna koldioxidbudgeten visar att Sundsvall behöver minska sina utsläpp med ca 11 000 ton CO₂/år från och med år 2022.

Hela kedjan med koldioxidavskiljning, förvätskning, mellanlager och uttransport med fartyg till slutförvaring beräknas till ca 1700 SEK/ton CO₂.

Kostnadsnyttoanalysen visar att det inte är lönsamt med koldioxidavskiljning till dagens pris på utsläppsrätter som är marknadsdrivet och sannolikt inte fångar alla indirekta och inducerade samhällsvärden, såsom minskade kostnader för klimatanpassning till följd av reducerade utsläpp.

Att använda det befintliga gasolberggrummet i anslutning till förbränningsanläggningen genom att kyla ned berget så att vatten i sprickorna fryser till is och tätar berget, är ekonomiskt intressant. Annars ökar kostnaden för lagring med ett par hundra kronor/ton CO₂. Lagring av koldioxid medför risker för kvävning, kylskador och sprängverkan om komprimerad läcker ut och expanderar kraftigt.

Northern Light, som är den europeiska aktör som kommit längst i arbetet att möjliggöra en slutförvaring av koldioxid, gör bedömningen i dagsläget att våra utsläpp är i minsta laget för att få till en effektiv logistisk lösning.

Summary

Carbon Capture and Storage could be one part of the solution for Sundsvall to achieve their goal to be Climate neutral to year 2030.

The estimated carbon dioxide budget shows that Sundsvall needs to reduce their emissions of carbon dioxide with 11 000 tons per year from 2022.

The cost of the chain of carbon capture, liquefaction, storage and infrastructure in the harbour for delivery by ship to final storage is estimated to approximately 1700 SEK/ton CO₂.

The cost benefit analysis that is produced shows that it's not profitable with carbon capture and storage to today's price of emission rights. But the price is market driven and do not take into account all external costs that are decreased, for example the cost of climate adaptation.

The survey shows that the existing underground storage for propane could be interesting to use to reduce costs. A new storage would increase the cost of carbon capture with approximately 200 SEK/ton CO₂. There are risks of suffocation, freezing and boiling liquid expanding vapor explosion to consider when you store carbondioxide.

Northern Light, that is the leading organisation of storage of carbon dioxide in Europe, estimate that our amount of carbondioxide is too small to establish an effective logistic solution in the near future.

Inledning/Bakgrund

Sundsvalls Kommun har ambitionen att bli klimatneutral till 2030, vilket är ambitiöst och svåruppnåeligt utan klimatkompenserande åtgärder.

Sundsvall Energi AB tar fram ett klimatkortslut varje år som visar att verksamheten har en tydlig klimatnytta, jämfört med om verksamheten inte bedrivits. Samtidigt släpper verksamheten ut ca 80 000 ton fossil koldioxid varje år som nästan uteslutande kommer från plasten i avfallsbränslet. Trots att Sverige haft producentansvar för förpackningar sedan 1994, så är återvinningsgraden för plast låg i Sverige. Av förpackningarna så återvinns ca 20 % och av all plast som används i samhället så återvinns endast ca 8 %. Resten energiutvinns hos Sundsvall Energi eller i någon annans förbränningsanläggning. Det bedöms realistiskt att materialåtervinningen skulle öka väldigt kraftigt de närmaste åren. En påtaglig ökning är trolig, men ska vi bli klimatneutrala i närtid så är det mycket som talar för att koldioxidlagring är nödvändig.

I anslutning till Sundsvall Energis avfallsförbränningsanläggning så finns ett befintligt bergtrum som tidigare använts som ett gaslager och det fanns ett intresse av att utreda möjligheten att lagra koldioxid i bergtrummet. Det finns även flera andra bergtrum som använts som oljelager i anslutning till det avfallsbaserade kraftvärmeverket, men det fd gaslagret bedömdes ha bäst förutsättningar för att lagra koldioxid.

Projektet har drivits av Sundsvall Energi AB, Sundsvalls Kommun, Sundsvall Logistikpark AB och Sundsvalls Hamn AB under perioden 2021-09-01 och 2022-08-31. Finansiering har skett genom deltagande verksamheter samt genom Energimyndigheten. Huvuddelen av arbetet har skett av SWECO, med stöd av projektgruppen som bestått av Hans-Erik Olsson (Projektledare, Sundsvall Energi AB), Bertil Carlsson (Sundsvalls Kommun, Sundsvall Logistikpark AB), Linnea Mothander (Sundsvalls Kommun), Tomas Widenfalk (Sundsvall Logistikpark AB), Anders Nordström (Sundsvalls Hamn AB).

Genomförande

Arbetet har bestått av sex olika arbetspaket.

AP1 Koldioxidbudget för Sundsvalls Kommunkoncern, se bilaga 2 och 3 (AP1 KoldioxidbudgetFramtagning av koldioxidbudget för Sundsvall-kommunkoncernen, AP1 Koldioxidbudget- Kostnadsnyttoanalys av CCS)

En koldioxidbudget har räknats fram till Sundsvalls kommunkoncern som baseras på metod utvecklad vid forskningscentrumet CEMUS vid Uppsala universitet. En workshop genomfördes med syfte att bedöma om Koldioxidbudget kan vara ett bra verktyg för Sundsvalls Kommun för att styra mot att bli klimatneutrala till år 2030.

Utifrån resultat från AP 2 genomfördes en kostnadsnyttoanalys. Det finns olika metoder för att värdera koldioxidreduktion ur ett samhällsekonomiskt perspektiv i en kostnadsnyttoanalys. I denna analys användes en indirekt metodik där värdet tas fram genom ett inducerat skuggpris från styrmedel för koldioxid, såsom EU:s system för handel med utsläppsrätter.

AP2 CCS-nod Sundsvall, se bilaga 4 (SIMCO₂ Arbetspaket 2, Konceptutveckling CCS-nod Sundsvall, teknisk och ekonomisk utvärdering Version 1.0)

Studien omfattar en utredning kring koldioxidavskiljning, förvätskning, mellanlagring och utlastning vid Sundsvall Energis kraftvärmeanläggning Korstaverket vid panna F5. En teknisk och ekonomisk analys har genomförts. Arbetet omfattar en analys av olika alternativ för koldioxidavskiljning. Vidare i rapporten följer en mer omfattande beskrivning av två avskiljningsalternativ där förutsättningar för teknisk integrering har undersökts. Slutligen utvärderas koldioxidavskiljningsalternativen och en rekommendation ges för val av koldioxidavskiljningsteknik.

Nyckeltal och kostnader som använts i tekniska och kostnadsräkningar är hämtade från tidigare studier, teknikleverantörer och Swecos egna erfarenhet. Under projektet som pågått under 2021 och 2022 har Sweco haft en kontinuerlig dialog med Sundsvall Energi för diskussion kring antaganden och vägval i processen.

AP3 Utredning berggrum, se bilaga 5 (SIMCO₂, SIMCO₂ Arbetspaket 3- Utredning berggrum)

Möjligheter att utnyttja befintligt berggrum har bedömts utifrån tillgängliga beskrivningar av berggrum och geologiska och hydrogeologiska förutsättningar som beskrivits i ett flertal tidigare rapporter av olika aktörer, samt erfarenheter utifrån svenska berggrum. Sedan har ett flertal beräkningar utförts för att bedöma kostnader och möjligheten att frysa ned berget.

AP4 Deltagande i Northern Lights Project of Common Interest (PCI) och dess europeiska nätverk

Deltagandet har skett genom deltagande i två digitala konferenser och ett avstämningsmöte, med alla deltagare i nätverket. På så sätt har vi fått uppdaterad information från främst Northern Light, men även från ett flertal andra i nätverket.

AP5 Sundsvall som nod, se bilaga 6 (Översiktliga kalkyler intressenter CCS-nod)

Intressenter för CCS och mellanlagring av koldioxid i Sundsvall identifierades utifrån Utsläppsregistret. Kostnader för egna mellanlager för respektive aktör beräknas indikativt utifrån koldioxidmängder och kostnad för ovanjordlager i AP2.

Kostnader för att transportera kyl, komprimerad koldioxid med tankbil beräknas översiktligt för att jämföra med kostnad för eget lager. Erfarenhetsutbyte skedde med CCS-projektet för Oslos avfallsförbränningsanläggning.

Ett avslutande seminarium genomfördes med bland andra utsläppare i regionen, där intresse för samarbete diskuterades.

AP6 Projektledning och kommunikation

Sundsvall Energi är huvudprojektledare. Projektet hade gemensamma avstämningsmöten varannan månad. Resultatspridning har skett genom avstämning med Northern Light, ett avslutande seminarium där kunder, ägare, kollegor och andra utsläppare i regionen bjöds in och resultat presenterades. Resultat har även presenterats för fastighetskunder via vår ”Klimatdialog”.

Resultat

AP1

Sundsvalls kommunkoncerns koldioxidbudget är beräknad till 582 000 ton CO₂. Med en nuvarande årlig utsläppstakt om 97 000 ton CO₂e motsvarar budgeten alltså 6 år med ”business as usual”, innan budgeten är slut. För att klara av att både hålla sig inom den beräknade koldioxidbudgeten och att klara målet om klimatneutralitet 2030 behöver utsläppen minska med ungefär 11 000 ton CO₂ årligen. Om detta inte efterlevs redan från år 2022 kommer utsläppsminskningarna under åren 2023–2030 behöva vara ännu större.

Resultatet av kostnadsnyttoanalysen av CCS i Sundsvalls kommunala kontext visar på att en implementering inte är lönsam under de antagna grundförutsättningarna, med ett nettonuvärde om -2,2 miljarder. Det ska noteras att priset på utsläppsrätter är marknadsdrivet och sannolikt inte fångar alla indirekta och inducerade samhällsvärden, såsom minskade kostnader för klimatanpassning till följd av reducerade utsläpp, vilket i så fall innebär att priset inte motsvarar det egentliga samhällsekonomiska värdet av utsläppsreduktionen. Känslighetsanalysen visar att om värdet av koldioxid överstiger 1560 kr/ton uppnås ett positivt nettonuvärde om övriga grundantaganden behålls.

AP2

Studien visar att båda koldioxidavskiljningsteknikerna, en aminbaserad och en HPC-FE baserad anläggning (Kaliumkarbonatlösning), kan vara möjlig att installera vid Korstaverket. Tittar man utifrån ett energiperspektiv bedöms HPC-FE vara den lämpligaste avskiljningstekniken för Korstaverket.

Då det gäller förvätskningsteknik så förordas att förvätskning sker via högtrycksförvätskning genom expansion. Detta baseras främst på att man slipper hantera stora volymer kylmedia, såsom ammoniak på anläggningen.

För mellanlagring av förvätskad koldioxid finns möjlighet att utnyttja det befintliga bergrum som är beläget mellan Korstavverket och hamnen. Bergrummet har tidigare använts för lagring av gasol. Bergrummet har en lagringskapacitet på ca 60 000 m³ om det utnyttjas fullt ut. Lagringen av koldioxiden kan ske vid låg temperatur och lägre tryck eller vid omgivningstemperatur och högt tryck. I det första alternativet hålls koldioxiden i inne genom att skapa en naturlig barriär genom att frysa grundvattnet i spricksystemet runt bergrummet. För andra alternativet måste bergrummet kläs in med stålplåt. En separat utredning har gjorts kring bergrumslagring och kan läsas i sin helhet i Arbetspaket 3. Ett alternativ till mellanlagring i bergrum är lagring i tankar ovan jord. Mellanlagring av koldioxid innebär risker för kvävning, kylskador och sprängverkan pga expansion vid avläckande komprimerad gas.

Sundsvalls hamn är tillräcklig stor för att ta emot fartyg med lagringskapacitet på 7500 m³, eventuellt även större fartyg. Sundsvall behöver en så kallad "ice class vessel" vilket är cirka 10 % dyrare än ett vanligt fartyg. I hamnen sker utlastningen av koldioxiden med lastarmar. Minst två lastarmar är nödvändigt. En för lastning av koldioxid och en för att leda bort boil off gas. Det ger en lastningskapacitet om max 800 m³/h, vilket innebär att en 7 500 m³ båt fylls på runt 10 timmar (till detta får man lägga till ca 2 timmar för anslutning och bortkoppling så totalt ca 12 timmar). Oftast projekteras fyra lastarmar för redundans och snabbare fyllning. Utöver lastarmar bör det finnas arbetsytor, servicestation, mätstation etc. Det finns idag ett flertal europeiska initiativ som syftar till att etablera storskaliga lager för koldioxid. Northern lights, det norska initiativet för storskalig lagring av koldioxid och en del av det norska Langskip-projektet som syftar till att utveckla en fullständig värdekedja för CCS, är det projekt som hittills har kommit längst och förväntas sättas i bruk år 2024. Northern Light bedömer att vår mängd koldioxid är i minsta laget för att uppnå effektiv logistiklösning.

Totalt kräver det cirka 3 600–4 000 m². Där till tillkommer ytbehov för kylanläggning och eventuell mellanlagring om bergrumsalternativen ej blir aktuella.

Aminalternativet har en kostnad per ton avskild och förvätskad koldioxid om cirka 1 722 kronor per ton koldioxid, medan HPC-alternativet har en motsvarande kostnad om 1 642 kronor per ton koldioxid.

AP3

Sweco föreslår två koncept för att säkerställa tätheten. Det första alternativet är förvaring vid moderat tryck och låg temperatur (15 bar (g) och -26,5 °C), och att man använder det frysta grundvattnet i berggrunden runt bergrummet som ett naturligt tätskikt. Det andra alternativet är förvaring vid högt tryck och omgivningstemperatur (39 bar (g) och +5 °C), vilket bedöms kräva en stålinklädning av bergrummet. För det kylda lagret har energiförlusten på grund av uppvärmning från omgivande berg beräknats till cirka 930 MWh/år. Detta kräver

en kyleffekt på cirka 160 kW de första åren, men effektbehovet avtar med åren efter hand som det angränsande berget kyls av.

Det mest kostnadseffektiva bedöms vara lagring vid låg temperatur och moderat tryck. Då behöver ingen omfattande ombyggnation av bergrummet utföras. Konceptet är att koldioxidens låga temperatur gör att grundvattnet i berggrunden runt bergrummet kommer att frysa, vilket förhindrar att koldioxid läcker ut genom sprickor i berggrunden. Det förhindrar också att grundvatten läcker in i bergrummet, vilket innebär att inget läckvatten behöver bortledas. Detta är annars vanligt vid förvaring av petroleumprodukter. Det är viktigt att bergrummet inte belastas med ett högt tryck innan grundvattnet är ordentligt fruset, varför ett antal observationsbrunnar behöver borrar runt bergrummet, så att det går att säkerställa hur långt frysfronten har rört sig.

Beräkningar visar att det tar cirka 3 månader för frysfronten att sträcka sig 5 meter bort från bergrummet, om temperaturen i bergrummet hålls på $-26,5$ °C. Efter ett år visar beräkningarna att frysfronten har spridit sig cirka 10 meter. Därefter avtar spridningshastigheten tills att stationära förhållanden nås.

Det är viktigt att påtala att så vitt vi vet är frysning för att hålla inne koldioxid i bergrum är en oprövad teknik. Frysning är dock en beprövad teknik vid underjordsbyggande där den används för att stabilisera berg av dålig kvalitet och för att förhindra inläckage av grundvatten.

AP4

Uppdateringar av tidplan, beställda skeppsstorlekar med mera har inarbetats i AP2.

AP5

De översiktliga beräkningarna visar att ett eget mellanlager blir dyrt för oss som är små utsläppare och att det finns en drivkraft för oss att samarbeta. Den förenklade fordonskalkylen visar att det kan vara rimligt att köra till ett gemensamt lager. Slutsatsen blir att det kan viktigt för små utsläppare och stora utsläppare med svårighet att skapa ett mellanlager att samarbeta kring ett lager. Det fanns ett intresse från flera andra utsläppare att fortsätta dialogen på något sätt. Planen är att detta blir en del i det gemensamma projektet med Liquid Winds kommunikationsplan.

AP6

Projektet hade löpande avstämningar av nedlagd tid och resultat och dialog om fortsatt arbete. Seminarium spred information som uppskattades av deltagare och visade att det fanns ett intresse för fortsatt dialog.

Diskussion

Koldioxidavskiljning är dyrt, men ger oss möjligheten att lösa plastproblematiken på riktigt. Sedan behövs uppströmsåtgärder i alla fall. För att förverkliga anläggningar för avskiljning av koldioxid krävs troligen höga nivåer av utsläppsrätter, att de tidiga anläggningar behöver betydande bidrag samt att det finns en kundefterfrågan då betydande prisökningar inte kan uteslutas.

Plastproblematiken är främst ett avfallsproblem och Fjärrvärmeleveranser främst en del av lösningen. Skulle hela kostnaden tas på Renhållningsavgiften skulle det medföra en kostnad på några tiotusentals kronor per person och månad. Tar man ut kostnaden vid köp av en plastpåse som vi nu vant oss kan kosta 7 kr/st, så räcker det med ca 20 öre för att finansiera CCS och lösa plastproblematiken på riktigt.

Men ur slutkundsperspektiv så är ju den totala kostnaden för att bli klimatneutral som är den intressanta (elektrifiering av samhälle, lokal matproduktion med låg klimateffekt, CCS m.m) inte bara CCS för att klara plastproblematiken.

Men vi behöver även identifiera alla kostnader som uppstår om vi inte gör något, samtidigt som vi behöver hantera de geopolitiska utmaningar som ser ut att bli då vi går från ett fossilberoende till ett mineralberoende samhälle.

Publikationslista

Ej aktuellt i detta projekt.

Referenser, källor

Referenser och källor finns i respektive bilaga.

Bilagor

- | | |
|----------|---|
| Bilaga 1 | Administrativ bilaga till Slutrapport |
| Bilaga 2 | AP1 Koldioxidbudget
Framtagning av koldioxidbudget för Sundsvall
Kommunkoncernen |
| Bilaga 3 | AP1 Koldioxidbudget
Kostnadsnyttoanalys av CCS |
| Bilaga 4 | SIMCO2
Arbetspaket 2
Konceptutveckling CCS-nod Sundsvall
Teknisk och ekonomisk utvärdering |

	Version 1.0
Bilaga 5	SIMCO2
	SIMCO2 Arbetspaket 3-Utredning bergrum
Bilaga 6	Översiktliga kalkyler intressenter CCS-nod

