

Cirkulär och biobaserad ekonomi – Industriell koldioxidåtervinning

Slutrapportering Etapp 1 Genomförbarhetsstudie

1. Sammanfattning

Etapp 1 genomfördes som en fallstudie för koldioxidutvinning från Höganäs AB för ett tänkt växthus med en odlingsyta på 9 hektar, driven av projektparten Kullatomater. Behovet av koldioxid för ett växthus angavs till 370 ton per hektar och år, alltså 3 300 ton om året i den aktuella tillämpningen. Som jämförelse är de identifierade tillgängliga utsläppen från fabriken 120 000 ton om året.

Behovet av koldioxid är mycket ojämnt. I studien angav Kullatomater ett behov som varierar från noll till 2,2 ton per timme, att jämföra med snittbehovet 0,36 ton/h. Behovet varierar med mängden solljus (inklusive artificiellt ljus vid en belyst anläggning). Se **Bild 1**.

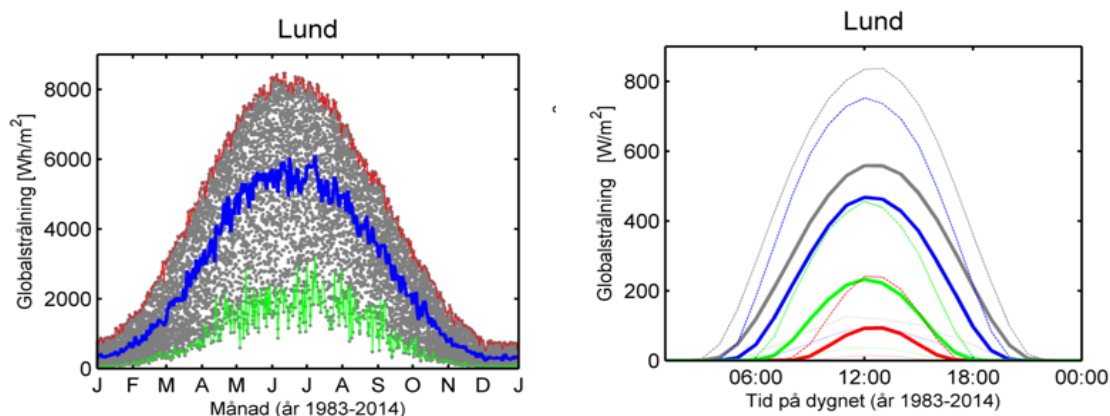


Bild 1: Solinstrålningsvariation över år och dygn. Källa: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/solstralning-i-sverige-1.89984>

Det varierande behovet ger upphov till ett optimeringsproblem - avvägning mellan överkapacitet eller lagring. I ena extrempolet måste utvinning och rör dimensioneras efter maxbehovet – vilket då representera en årskapacitet på 19 tusen ton eller 640% överkapacitet. En arbetshypotes är att dygnslagring skulle kunna utgöra optimum. Om solinstrålningen är koncentrerad till en tredjedel av dygnets timmar, fås ett maximalt lagringsbehov på 11 ton och produktionskapacitet på 0,73 ton i timmen, drygt dubbla snittbehovet.

Vid projektet start var rådande marknadspris ca 800 kr/ton för leverans till växthus. Sommaren 2018 rådde stor brist på koldioxid i Europa vilket ledde till problem för tillverkare av öl och läsk (vars försäljning också varierar med mängden sol!). Vid projektets slut framgick att nya kunder på koldioxid offererades på nivå 1500 kr/ton, vilket naturligtvis påverkar förutsättningarna för projektet.

En grund för att lokal koldioxidutvinning ska vara en poäng är att slippa kostnaden för att förvandla koldioxiden till vätskeform för lastbilstransport genom att distribuera gasformigt, rörbundet, tillsammans med värmen som återvinns parallellt.

Kostnaden för förvätskning brukar uppskattas till runt 30€/ton, varav bara ca 5€/ton är rörliga kostnader. På grund av skalnackdelar, visade de två olika konsulterna i projektet att totalkostnaden för volymen i projektet skulle snarare vara 40–60 €/ton, vilket bekräftar ansatsen med gasformig distribution. Kostnaden för rördragning uppskattades i projektet till 1500–2000 kr/m, att jämföra med kostnaden för värmerören som uppskattas till 5000 kr/m. Avståndet i fallstudien är 1500 m.

WA3RM anlätade RISE som konsulter för att göra en översikt av teknologier för återvinning av koldioxid. En sammanställning av metodiken visas i **Bild 2**. Direkt användning av rökgaser i växthus är det mest attraktiva alternativet, men kräver att rökgaserna är tillräckligt rena från framförallt svavel- och kväveoxider. I fallstudien fanns sådana gaser, men mängden var otillräcklig för maxbehovet; alltså måste sådana gaser lagras. Tyvärr så kräver lagring en ren fraktion koldioxid, eftersom stora förekomster av vattenånga och luft skulle göra lagringen oekonomisk.

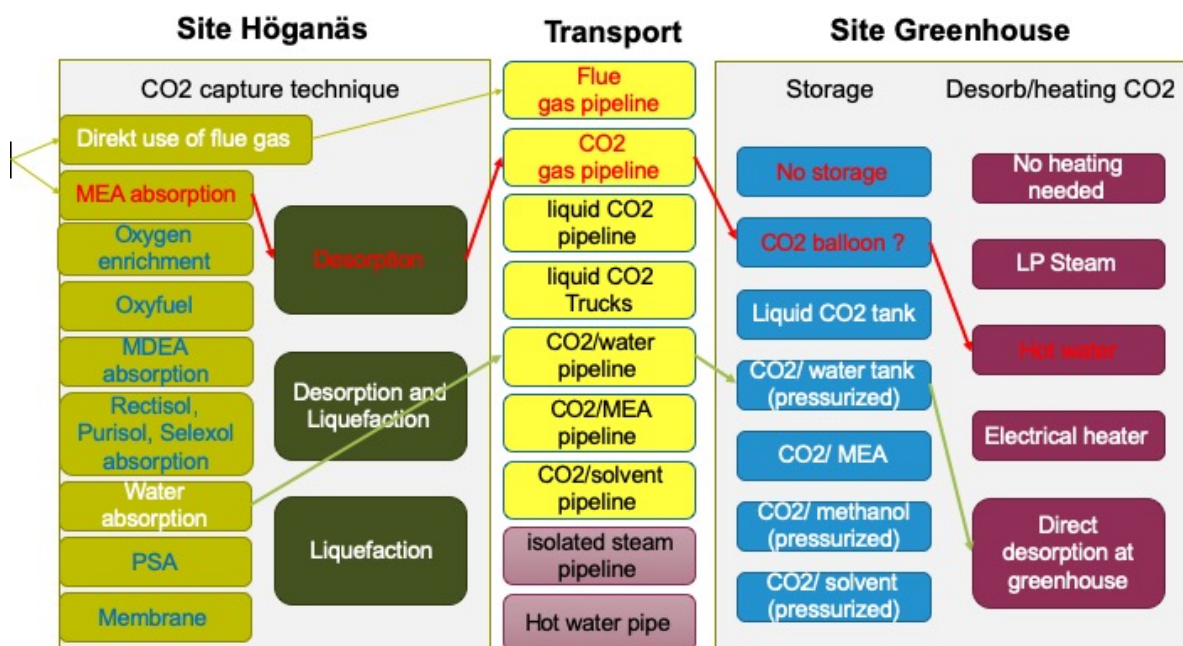


Bild 2: Technical solutions for CO₂-delivery from Höganäs to Kullatomater, Jens Wolf, PhD, RISE

2. Identifierad och analyserad lösning

Kullatomaters konsult föreslog en anläggning anpassad för en källa med ett relativt rent och höghaltigt koldioxidflöde på 1,65 ton per timme. Anläggningen skulle prestera en återvinningsgrad på 80–85% för en investering på 23 Mkr. Driftskostnaden för lösningsmedel, el och värme beräknades till 30 öre per kg återvunnen koldioxid. Totalkostnaden för detta ansågs överstiga marknadspriset och lösningen förkastades av Kullatomater till förmån för en storskalig lösning med förvätskning och vidaredistribution till andra odlare.

Emellertid är förslaget från konsulten inte optimerad (eller prutad för den delen). Två väsentliga möjligheter att få ner kostnaden kan omedelbart identifieras. För det första utgör återvinning av 80% av ett flöde på 1,65 ton per timme en överkapacitet på minst 80%. För det andra har konsulten inkluderat en schablonmässig värmekostnad på 0,50 kr/kWh. I en

lösning integrerad med värmeåtervinning är detta orimligt högt, särskilt som koldioxidförbrukningen motvarierar mot behovet av fjärrvärme. Detta gör att värme till koldioxidutvinning kan tas från samma källa som fjärrvärme till en mycket låg kostnad.

5430

Environ Sci Pollut Res (2014) 21:5427–5449

Fig. 2 Process flow diagram for amine-based CO₂ capture from flue gas (Rackley 2010)

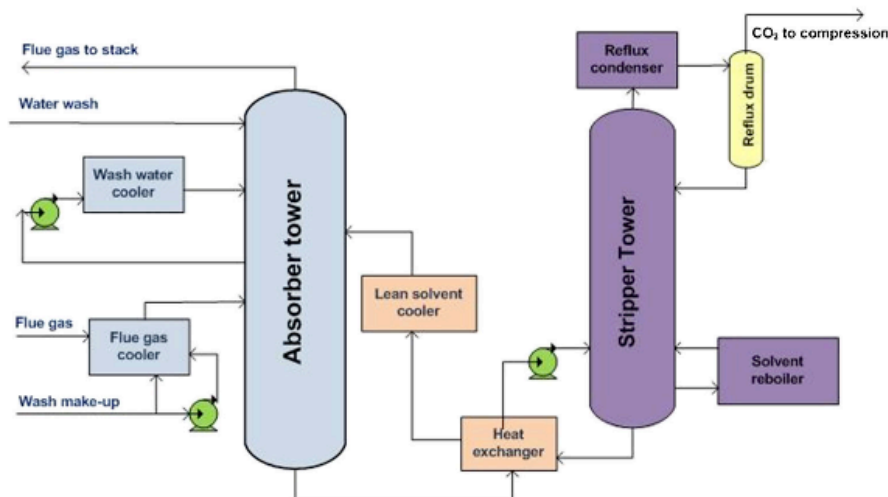


Bild 3: Skiss över en aminbaserad anläggning för fångst av koldioxid (Källa: se text i bild)

En skiss på en aminbaserad koldioxidåtervinning, liknande det som föreslogs av konsulten visas i **Bild 3**. En alternativ möjlighet undersöks efter avslutat Etapp 1 istället baserat på membranteknik. Aminbaserade lösningar är 'state-of-the-art' men membranteknik kan ha fördelar för liten skala. Om det visar sig intressant, tas alternativet med i ansökan till Etapp 2.

Potentialen för själva fallstudien är 3 300 ton återvunnen koldioxid till ett värde av 2,6 Mkr årligen. En konkurrenskraftig försörjning med värme och koldioxid skulle kunna göra Sverige självförsörjande på tomater, en ökning av inhemsk odlingsomsättning med 2,1 miljarder kronor om året, försörjt med drygt 90 000 ton koldioxid till ett totalt värde av 72 mkr per år. Till detta tillkommer odling av gurka (idag 26 800 ton), paprika, blommor, kryddor o s v.

Den globala potentialen drivs inte av en önskan att odla tomater utan av nödvändigheten att fånga CO₂ för att förhindra klimatförändring. Behovet av att fånga CO₂ är enormt och därmed inte gränssättande, utan det är avsättningen lokalt som avgör. Lokal användning undviker energikrävande förvätskning, lastbilstransporter, och pumpkraft till havsbotten för slutförvaring. Det är dock inte rimligt med tomater på alla ställen. Alger är mångfacetterade och dessutom en bra kombination med fiskodling. Se projekt Fiskbajs! För att öppna en europeisk marknad är det viktigt att upplysa beslutsfattare i Bryssel för att skapa en möjlighet att tillgodoräkna sig utsläppsrätter skulle ha helt avgörande betydelse (dagspris 25€/ton).

AWA skriver i sin rapport att:

"Det finns ... inga aktörer som jobbar med att kommersialisera och förenkla tillämpningen av småskaliga restströmmar från industrin in I växthus. Just förenklingen av köpprocessen kan

troligtvis komma att vara den avgörande framgångsfaktorn för skalbarhet, vilket i sig är den tyngsta bäraren av värde... ”

AWA jämför sedan med Uber och AirBnB som inte bidrar med någon banbrytande teknik, utan bara gör befintlig teknik tillgänglig. AWA bedömer att det går att skapa ”mycket goda förutsättningar att bygga in IP” genom varumärkesskydd, upphovsrätt mm.

3. Knutit nya relevanta aktörer till projektet

Projektägande part **WA3RM** ser stort värde i projektet och är gärna fortsatt projektägare. Värden för fallstudien **Höganäs AB** medverkar gärna i en fortsättning i den del som rör förverkligande på Höganäs. WA3RM har under tiden etablerat ett samarbete med **BillerudKorsnäs Frövi** som föreslås bli ett andra fallstudie för Etapp 2. **Kullatomater** har starka band med odlarorganisationen Odlarlaget. En möjlighet inför etapp 2 är att genom detta samarbete särskilt fokusera på möjlighet att försörja även andra, befintliga växthus med koldioxid. **AWA** har gjort bedömningen att de inte kan vara projektpart i Etapp 2, på grund av risk för intressekonflikt, men skulle kunna vara tillgängliga som konsulter. Omvänt var **RISE** konsult i Etapp 1 och bidrag med värdefull kunskap och analys, och är i fortsättningen intresserat av att vara projektpart. Inför Etapp 2 skulle det även vara intressant med en projektpart som arbetar med algodling, samt en teknikleverantör.

4. Projektets måluppfyllelse

Måluppfyllelse beskrivs i **Tabell 1**. Se även Projektreferat.

Projekt mål	Uppfyllelse
En ekonomisk hållbar teknisk lösning för att återvinna CO ₂ från rökgaser till ett växthus	En teknisk lösning har identifierats som med optimering ser ut att vara ekonomisk
En affärsmodell för investering, anläggningsdrift och leverans av koldioxid	Två affärsmodeller övervägs, en småskalig lokal och en storskalig med distribution, båda bör studeras vidare i Etapp 2
En plan för vidare teknisk utveckling för att utvinningen ska drivas med spillvärme	Planen omfattar att ta värme som vintertid går till fjärrvärme, således ett överskott, där investeringar redan gjorda för fångst. I andra hand återvinns värmen sedan till växthus

Tabell 1: Måluppfyllelse - Alla projektmål har uppfyllts

5. Lärdomar

En oväntad utmaning är en svår konkurrens om spetskompetens för växthus på världsmarknaden, orsakad av legalisering av cannabis, framförallt i Kanada och delstater i USA. En viktig slutsats är att kostnaden för energi är helt centralt för kostnadsbilden för koldioxiden, vilket stärker samordningseffekterna med spillvärmeåtervinning. Ett viktigt medskick är den avgörande betydelse som möjligheten att tillgodogöra sig utsläppsätter skulle ha. Den avgörande framgångsfaktorn för projektet har varit parternas starka intresse i en framgång.