

UKM

Karl-Emil Videbris

Ärendet

Under varje mandatperiod eller vid behov ska en översyn av samtliga policys göras. Klimatstrategin ska genomgå en översyn under 2021. Gryaab har därför tagit fram en klimatutredning och håller nu på att uppdatera klimatstrategin. Gryaab vill inhämta styrelsens synpunkter på ett utkast till klimatstrategi vid kommande styrelsemöte i februari.

Beskrivning av ärendet

Göteborgs Stad ska driva på omställningen till ett ekologiskt hållbart samhälle och vara en av världens mest progressiva städer när det kommer till att förebygga och åtgärda miljö- och klimatproblem. För att lyckas med detta är samverkan mellan Göteborg Stad och näringsliv, invånare, akademi, andra städer och andra aktörer en förutsättning. Gryaab behöver som en viktig samhällstjänst bidra till denna omställning. Gryaabs styrelse har i inriktningsdokumentet för 2021 angivit dels att "Gryaab ska utveckla sitt uppdrag och vara nytänkande för att minska miljö- och klimatpåverkan" och dels att "Gryaab ska kunna möta förväntad utveckling av regionen och förväntade villkor i miljötillstånd efter 2036". För att genomföra omställningen behöver Gryaab ta fram en klimatstrategi för att sätta en tydlig ambition och kurs för hur vi ska hantera våra största klimatmässiga utmaningar, samtidigt som avloppsvatten renas på ett bra sätt för en förväntad framtida befolkning.

Bedömning av ärendets principiella beskaffenhet

Ärendet bedöms inte utgöras av principiell beskaffenhet

Bolagets bedömning

Utsläppen från driften av Ryaverket uppgick 2018 till omkring 33 000 CO₂e och de undvikna utsläppen till ca 20 000 ton CO₂e, netto ca 13 000 ton. Klimatpåverkan från konstruktionen av bassänger och utrustning har ännu inte beräknats, men ger ett visst tillskott eftersom exempelvis betong har en klimatpåverkan vid produktion. Med cirka 780 000 anslutna (2018) personer innebär det en netto klimatpåverkan från driften av reningsverket på ca 14,3 kg CO₂e/person. För att nå 1,5-gradsmålet behöver de globala utsläppen minska med 7,6 % per år mellan 2020 och 2030. Göteborgs Stad ämnar vara föregångare och reducera utsläppen ännu mer: från 3,9 ton CO₂e per person i nuläget till 1,4 ton CO₂e per person 2030. Reningen på Ryaverket står alltså för cirka 0,4 % av en persons klimatbelastning i dagsläget. Om Gryaabs utsläpp var oförändrade år 2030 skulle de stå för drygt 1 % av en persons hållbara utsläpp och till någon eller några procent under decennierna efter 2030 på grund av förväntade strängare villkor i kombination med fortsatt höga flöden.

Hur mycket växthusgaser som Gryaabs rening orsakar beror på hur god rening som ska uppnås och hur mycket vatten som ska renas. Rening kräver både energi och kemikalier som ger upphov till utsläpp vid produktion och ju bättre rening som krävs desto större bassänger behövs det. Vid framtida strängare villkor kommer alltså Gryaabs klimatpåverkan snarare att öka än minska om inte Gryaab och ägarna aktivt vidtar åtgärder för att minska klimatbelastningen. Ett sätt att konkretisera visionen att Gryaab bidrar med klimatsmart avloppshantering till en region med klimatavtryck nära noll år 2030 kan vara att Gryaabs nuvarande andel på 0,4 % ska kvarstå fast vid den nivå som anses hållbar 2030. Det skulle motsvara ca 5,1 kg/person för driftutsläppen. Därtill skulle

tillkomma den påverkan från produktion av betongbassänger med mera som idag inte beräknats, men som ger en klimatpåverkan. Det innebär en skärpning både sett till att vi utgår från en nivå som bedöms som hållbar samt att vi dessutom har strängare utsläppsvillkor att förhålla oss till. Varje strategi för att minska klimatpåverkan kommer att ha såväl ekologiska som ekonomiska och sociala konsekvenser. Identifierade konsekvenser för de föreslagna strategierna redovisas nedan.

Bilaga 1

Klimatstrategi

Vision

Gryaab bidrar med klimatsmart avloppshantering till en region med klimatavtryck nära noll år 2030.

Strategier

Gryaab arbetar strategiskt på olika sätt för att nå vår vision. De två första strategierna ger inriktningen för Gryaabs klimatarbete för huvuduppdraget, att transportera och rena avloppsvatten med nuvarande anläggningar och i samband med väsentliga förändringar. Strategi tre och fyra visar vägen för Gryaabs bidrag till och deltagande i regionens samlade klimatresa.

1) Stora poster i Gryaabs huvuduppdrag, transport och rening av avloppsvatten

Vi prioriterar att minimera påverkan från stora klimatpåverkande poster i huvuduppdraget.

2) Utbyggnader och andra vägval i Gryaabs framtida utveckling

Vid investeringar och andra viktiga vägval prioriterar Gryaab lösningar med låg klimatpåverkan.

3) Gryaab som arbetsplats i regionen

Genom medvetna val bidrar Gryaab som arbetsplats till regionens klimatomställning.

4) Gryaab som aktör i det regionala avloppssystemet.

Gryaab samverkar med ägarna och andra viktiga aktörer för att utveckla långsiktiga lösningar för avloppsvattenhantering med låg klimatpåverkan.

Bilaga 2

Konsekvenser av klimatstrategin

Utsläppen från driften av Ryaverket uppgick 2018 till omkring 33 000 CO₂e och de undvikna utsläppen till ca 20 000 ton CO₂e. Klimatpåverkan från konstruktionen av bassänger och utrustning har ännu inte beräknats, men ger ett visst tillskott eftersom exempelvis betong har en klimatpåverkan vid produktion. Med cirka 780 000 anslutna (2018) personer innebär det en netto klimatpåverkan från driften av reningsverket på ca 14,3 kg CO₂e/person. För att nå 1,5-gradsmålet behöver de globala utsläppen minska med 7,6 % per år mellan 2020 och 2030. Göteborgs Stad ämnar vara föregångare och reducera utsläppen ännu mer: från 3,9 ton CO₂e per person i nuläget till 1,4 ton CO₂e per person 2030. Reningen på Ryaverket står alltså för cirka 0,4 % av en persons klimatbelastning i dagsläget. Om Gryaab's utsläpp var oförändrade år 2030 skulle de stå för drygt 1 % av en persons hållbara utsläppsnivå.

Hur mycket växthusgaser som Gryaab's rening orsakar beror på hur god rening som ska uppnås och hur mycket vatten som ska renas. Rening kräver både energi och kemikalier som ger upphov till utsläpp vid produktion användning. Ju bättre rening som krävs desto större bassänger och/eller mer energi och kemikalier behövs. Vid framtida strängare villkor, ökade flöden och idag använda tekniska lösningar kommer Gryaab's klimatpåverkan i framtiden att öka från dagens nivå. Detta innebär att utan kraftfulla förändringar eller åtgärder från Gryaab och ägarkommunerna så kommer avloppsvattenrensningens andel att ha ökat från 0,4 % av klimatpåverkan från Göteborgssamhället till någon eller några procent under decennierna efter 2030. Varje strategi för att minska klimatpåverkan kommer att ha såväl ekologiska som ekonomiska och sociala konsekvenser. Identifierade konsekvenser av de föreslagna strategierna redovisas nedan.

För de två första strategierna, som hanterar stora poster i huvuduppdraget är kostnaderna för åtgärder potentiellt betydande liksom merarbetet och den ökade komplexiteten av utredningar och beslut. Antas strategin blir konsekvensen att Gryaab behöver fastställa en nivå för hur stor det ekonomiska mervärdet av minskad klimatpåverkan ska vara när alternativa lösningar jämförs med varandra.

Klimatklivet är ett investeringsstöd till lokala och regionala åtgärder som minskar utsläppen av koldioxid och andra gaser som påverkar klimatet. Satsningen är en del av statsbudgeten beslutad av riksdagen. Naturvårdsverket och Länsstyrelsen ansvarar gemensamt för att fördela bidragen. De investerade medlen ska ge största möjliga utsläppsminskning per investerad krona. Klimatklivet beviljar stöd för åtgärder som ger minst 0,75 kg CO₂ minskning i utsläpp per investerad krona. En investering på 100 miljoner kr måste alltså minst ge en reduktion på 75 000 ton CO₂. Omräknat motsvarar detta att man tagit en kostnad på ca 1 300 kr /ton CO₂. Göteborgs kommuns betalningsvilja för klimatinvesteringar har visat sig ligga på ca 1 500 kr/minskat ton CO₂ utifrån värdet på de åtgärder som politiskt drivits igenom med utgångspunkt från rapporten Fossilfritt Göteborg – vad krävs (R2018:13).

Eftersom såväl Gryaab och ägarkommunerna är i början av sin klimatresa kan det antas att ett rimligt beräknat mervärde för klimatvinst kan vara väl över de 1500 kr/ton CO₂ som kommunernas klimatinvesteringar ligger på idag. Särskilt med beaktan av att vi bara börjat plocka de lågt hängande frukterna men måste göra mycket mer än så för att nå 1,5 graders målet. Om Gryaab ska ligga i fas med ägarkommunernas ambitioner är det dock tveksamt om nivån 7000 kr/ton CO₂, som trafikverket börjat arbeta med, är en nivå som motsvarar kommunernas VA-abonnenters betalningsvilja för klimatåtgärder.

Konsekvensen av en sådan nivå skulle vara att Gryaab skulle investera betydligt mer än ägarkommunerna och då potentiellt ta utrymme från mer klimateffektiva åtgärder som ägarkommunerna själva kunde genomföra. En möjlighet är att Gryaab inledningsvis fokuserar på åtgärder som bedöms vara lönsamma om klimatnyttan värderas till upp till 3000 kr/kg CO₂, dvs ungefär dubbelt så mycket som de historiska investeringarna. Siffran kan justeras när såväl Gryaab som ägarkommunerna har en större bank av klimatåtgärder att värdera.

1) Vi prioriterar att sänka stora klimatpåverkande poster i huvuduppdraget

De tre största, idag kända, posterna i termer av utsläpp av växthusgaser från Ryaverket är lustgasutsläpp från biobäddarna, koldioxidutsläpp från produktion och respiration av kolkälla samt metangasutsläpp från slamlagret. Dessa uppgick 2018 till 7000, 4100 respektive 3000 ton CO₂e. Att fokusera på stora klimatpåverkande poster i huvuduppdraget innebär stora minskningar i utsläpp som också blir varaktiga. Konsekvensen av att istället lägga fokus på externa kompensatoriska poster, så som användning av biogas som fordonsbränsle istället för diesel, är att åtgärderna får mindre klimatnytta efterhand som samhället blir mer klimatneutralt. I ett framtida klimatneutralt samhälle kommer mindre diesel eller naturgas användas. Då kommer man inte längre kunna tillgodoräkna sig åtgärder som ersätter dessa fossila bränslen

De konkreta möjligheterna att åtgärda de tre utsläppen är olika, liksom konsekvenserna.

- Ombyggnad av biobäddarna behöver snart göras av åldersskäl och genom riktade utvecklingsinsatser kan ombyggnaden göras så att såväl klimatnytta som reningskapacitet förbättras. Vid rätt vald process behöver enbart delar av ombyggnadskostnaden belasta klimatkontot.
- Byte till fossilfri kolkälla kräver ett aktivt beslut och merkostnaden är direkt kopplad till klimatnyttan.
- Ombyggnad av slamhanteringen, inklusive lagringen, med syfte att minska avgången av metan ger en stor merkostnad om den enbart görs av klimatskäl och så länge den framtida lagstiftningen för användning av slam är okänd riskerar varje ombyggnad att bli en felsatsning.

Tabell 1 Åtgärdsalternativ för stora kända klimatpåverkande poster i Gryaab's huvuduppdrag

Åtgärd	Uppskattad kostnad för åtgärd kr /ton CO ₂ e	Andra synergier och andra kommentarer	Uppskattad merkostnad som klimatåtgärd kr/ton CO ₂ e
Bygga om biobäddsbassängerna till en reningsprocess som avger mindre lustgas.	2000 till 4000	Teknisk livslängd uppnådd och ombyggnad behövs oavsett. Arbetsmiljöproblem (smittrisk på grund av mygg) kan byggas bort. Integrerat med Nya Rya kan processer övervägas som ger högre flödeskapacitet för biologisk rening, lägre behov av kolkälla	-2000 till 2000

Åtgärd	Uppskattad kostnad för åtgärd kr /ton CO _{2e}	Andra synergier och andra kommentarer	Uppskattad merkostnad som klimatåtgärd kr/ton CO _{2e}
		och/eller bättre rening avseende även fosfor och BOD (och inte bara kväve). Bidrar till teknikutveckling.	
Byte av kolkälla till fossilfri metanol.	2400 till 4800	Bidrar till utveckling av en marknad för icke fossila kolkällor. Vid minskad förekomst av höga flöden minskar användningen av kolkälla och i så fall kommer årskostnaden att minska. Detsamma gäller vid processutveckling som leder till att det organiska materialet i avloppsvattnet används bättre eller kompletterande användning av kolkällor som utgör restprodukter.	2400 till 4800
Bygga slamsilos istället för öppen slamlagring.	3400	Frigjord markyta kan användas för andra ändamål. Om processen byggs om för att i sig ge lägre utsläpp ger slamsilos mindre effekt.	Upp till ca 3400 (eller högre om processförändringar sänker utsläppen.)

Utsläppen av **lustgas från biobäddarna** orsakas av anläggningens konstruktion och de varierade förhållanden som mikroorganismerna utsätts för när vattnet strilar ner genom ett fast bärrmaterial. Bärrmaterialet är från 1997 dess livslängd är uppnådd och både funktion och teknik behöver ses över. Anläggningsdelen dras även med problem med aerosoler (luftburna partiklar) och insekter, vilka påverkar arbetsmiljön och utgör en störning för omgivningen. En ombyggnad eller reinvestering måste göras inom de närmaste åren och det är då möjligt att välja lösningar som ger större eller mindre klimatpåverkan. Att bygga om biobäddarna till bassänger med rörliga bärare likt de anläggningsdelar som togs i drift 2017 antas leda till en halvering av utsläppen till en merkostnad som översiktligt beräknats till 21 Mkr/år i form av avskrivningar samt ränta för investeringar. Använd rakt av i kombination med antagandet att utsläppen av lustgas skulle halveras skulle den siffran generera en relativ kostnad av ca 4000 kr/ton CO₂. Vid en fördjupad utredning kan en ändamålsenlig lösning ge en lägre kostnad samtidigt som effekten i form av minskad klimatpåverkan blir större. Förutom detta alternativ finns det andra processmöjligheter som innebär att bassängerna som idag innehåller biobäddar kan användas på ett sätt som ger utökad reningskapacitet fram till 2036, som utgör en värdefull del av Nya Rya efter 2036 och som har lägre klimatpåverkan. Konsekvensen av en inriktning mot alternativ teknik kan bli kostnadseffektiva ombyggnader som ger större reningskapacitet och lägre klimatpåverkan men förutsätter tidskrävande utvecklingsinsatser. Merkostnaden för klimatnyttan skulle i så fall bli väsentligt lägre än de 4000 kr per ton CO₂ som byte till rörliga bärare översiktligt beräknats till i

kombination med antagandet om halvering av klimatpåverkan. Vid en ombyggnation finns goda förutsättningar att förbättra arbetsmiljön och begränsa störningen för omgivningen. Andra sociala effekter uppstår i form av att alla steg av utvecklings-, besluts- och ombyggnadsprocessen blir mer komplexa för de inblandade parterna vilket kräver mer resurser.

Klimatpåverkan från den **fossila kolkällan metanol** som behövs för kvävereningen kan minskas på flera olika sätt och konsekvenserna blir också olika. Byte till bio-metanol leder till en merkostnad på ca 5 - 12 Mkr/år eller cirka 1900 - 2900 kronor per ton CO_{2e} beroende på tillverkare. Sociala konsekvenser kan uppkomma, exempelvis i form av undanträngning av livsmedelsgrödor eller odling under socialt olämpliga förhållanden. Detta kan hanteras genom hänsyn till detta vid upphandlingen. Väljs en väl producerad produkt så stöds utvecklingen av en marknad för fossilfria kolkällor. Att byta till processalternativ som kräver mindre extern kolkälla förutsätter att det organiska materialet i avloppsvattnet kan ersätta en del av den köpta kolkällan. Konsekvenser av en sådan inriktning är ett behov av utvecklingsarbete och större eller mindre ombyggnader. Å andra sidan kan en lösning, där reningsprocessen optimeras så att mindre kolkälla behöver köpas, ge såväl långsiktigt sänkta driftkostnader som lägre utsläpp. Färre tillfällen med höga flöden skulle innebära att kolkälla mer sällan behöver tillsättas. Ägarkommunernas insatser för minskat tillskottsvatten kommer per automatik att innebära mindre användning av kolkälla. Dock är inte sänkt behov av kolkälla ensamt tillräckligt ekonomiskt incitament för omfattande åtgärder mot tillskottsvatten.

Utsläppen av **metan från slamlagret** kan sänkas genom att lagringstiden kortas ner, metangasen tas omhand eller genom riktade optimeringar av slambehandlingen. Alternativa sätt att sänka klimatpåverkan utreds till följd av ett villkor i Gryaab's nya miljötillstånd. Skulle exempelvis slamsilos byggas enbart för att sänka lagringstiden och ta hand om gasen blir kostnaden nästan 3400 kronor per ton CO_{2e}. Det finns flera alternativ, exempelvis torkning eller kylning av slammet som skulle ge lägre metanutsläpp. Även dessa alternativ ger höga kostnader per ton CO_{2e} om de genomförs enbart för att sänka klimatpåverkan. Dessa investeringar kan emellertid även ge andra nyttor som i detta sammanhang inte ännu värderats, exempelvis högre biogasproduktion, lägre kostnader för slamdisponering eller frigjorda ytor inne på verket som kan användas för annat ändamål. Vilken slambehandlingsmetod som är mest hållbar i framtiden är beroende av den framtida lagstiftningen för slam användning i jordbruk. Konsekvensen av detta är att investeringar som görs i alternativ slamhantering innan ett långsiktigt regelverk för slam användning fastställts riskerar att bli värdelösa och behöva skrivas av i förtid i det fall de inte kan användas i kombination med det fastställda regelverket.

En del av resonemanget ovan har sammanställts i Tabell 1. De specifika kostnaderna för alla åtgärderna är högre än de 1500 kr/ton CO₂ som beräknats för beslutade åtgärder i Göteborgsregionen men lägre än de 7000 kr/ton CO₂ som börjat användas av Trafikverket vid bedömning av åtgärder. Konsekvensen av att välja nivån 1500 kr/ton CO₂ skulle vara att åtgärder för att minska utsläppen från biobäddar och slamlager skulle genomföras först när anläggningarna behöver åtgärdas av andra skäl t.ex. livslängden överskrids eller krav från miljömyndigheterna. Åtgärderna som har en potential att sänka klimatpåverkan med maximalt ca 10 000 ton CO₂/år skjuts i detta scenario på framtiden samt att kolkällan inte skulle bytas ut till fossilfri vilket motsvarar ca 4 000 ton CO₂/år. Med en värdering av klimatnyttan till 3000 kr/kg CO₂ så skulle såväl biobäddar som slamlager byggas om i de fall man finner alternativ som även ger andra nyttor. Processförändringar som innebär att mindre kolkälla förbrukas skulle genomföras beroende på deras andra för- och nackdelar och beroende på marknadsläget kunde fossil kolkälla bytas ut mot ickefossil. Skulle nivån 7000 kr/ton CO₂ väljas så skulle alla tre åtgärderna kunna motiveras enbart med hänvisning till den minskade klimatpåverkan. Då vore den maximala klimatförbättringen ca 14 000 ton CO₂/år.

Sammantaget är konsekvensen av att anta den här strategin att Gryaab aktivt behöver lägga tid och resurser på att finna klimatsmarta lösningar/åtgärder för dessa och andra stora poster som kan komma att identifieras framöver. Vid värdering av lösningar/åtgärder behöver Gryaab ta ställning till vad klimatnyttan får kosta extra jämfört med andra alternativa lösningar samt sätta det i relation till åtgärder i övriga delar av samhället. Vid ett sådan ställningstagande behöver kostnaderna för åtgärden fördelas på de olika nyttorna som följer av investeringen t.ex. driftsäkerhet, arbetsmiljö, retningsseffekt m.m. Byte till annan kolkälla är en åtgärd som kan göras relativt snart när beslut väl tagits. Ny lösning för biobäddarna och ändrad slamlagring får minst ekonomiska konsekvenser om de hanteras i samband med Nya Rya respektive när de långsiktiga förutsättningarna för slamdisponeringen är klarlagda. De åtgärderna möjliggörs troligen av andra omständigheter, även om inte det tas beslut att sätta igång med dem enbart av klimatskäl. Även direkta krav från tillsynsmyndigheten, Länsstyrelsen, kan medföra att vissa åtgärder behöver genomföras tidigare.

2) Vid investeringar och andra viktiga vägval prioriterar Gryaab lösningar med låg klimatpåverkan

Vid investeringar i nya anläggningsdelar eller val av exempelvis slamdisponeringsmetod eller reningsteknik styr valen klimatpåverkan under väldigt lång tid. Den tekniska och ekonomiska livslängden för utrustning och anläggningar som tunnlar och reningsverk är lång och när livslängden är slut för en del av systemet är det ofta lättast att ersätta den med liknande nya tekniker eller utrustning. Därför styrs Gryaab's klimatpåverkan idag av beslut som togs för flera decennier sedan för reningsverket och ledningsnäten. När Gryaab inom Nya Rya bygger ut Ryaverket 2036 dimensioneras anläggningen efter de antagna förutsättningarna för 2055, och anläggningen förväntas vara i bruk i många år efter det. Ett beslut om ändrad slamdisponering eller återanvändning av renat avloppsvatten kommer på samma sätt att resultera i investeringar med lång ekonomisk och teknisk livslängd, som styr klimatpåverkan under lång tid framöver. Beslut om investeringar och andra viktiga vägval kommer alltså fortfarande att avgöra avloppssystemets klimatpåverkan i en framtid då samhället som helhet förutsätts vara klimatneutralt. Historiskt har få systemavgörande beslut för VA-systemets utveckling tagit hänsyn till klimatpåverkan, varken för dess utformning utifrån ett systemperspektiv, byggskedet (betong, transporter mm) eller driftskedet (energi, kemikalier mm).

Det utvecklas allt fler alternativa reningsprocesser som använder mindre kemikalier och energi än dagens standardprocesser eller genererar vatten och värme och andra produkter som kan ingå i ett lokalt kretslopp. En del processer är i utvecklingsskeden och några finns redan i full skala, särskilt i områden med mindre tillskottsvatten och ett större behov av vatten i kretslopp. Numera uppmärksammas även klimatpåverkan vid byggnation allt mer, då exempelvis betong och stål har stor klimatpåverkan vid produktionen. I inga eller få fall har dock klimatpåverkan från byggskedet räknats med när vägval för avloppssystem gjorts, vare sig i Sverige eller i världen. Strategi 2 skulle för Gryaab innebära att även denna klimatpåverkan ingår i avvägningen, vilket skulle missgynna system med exempelvis väldigt stora bassänger. De ekonomiska konsekvenserna och konsekvenserna i form av förhöjda utsläpp och badwill av att välja alltför oprövad teknik i stor skala kan bli stora om oväntade hinder uppstår. Å andra sidan kan de ekonomiska och klimatomfattiga konsekvenserna av att välja alltför konventionell teknik dimensionerad för osäkra flödesprognoser bli stora om Gryaab och ägarkommunerna blir fastlåsta i föråldrade lösningar under lång tid framöver.

Eftersom dessa val är långsiktiga skulle konsekvensen av denna strategi vara att Gryaab tillät ett beräknat mervärde för alternativ som ger lägre klimatpåverkan på nivån 3000

kr/ton CO₂, eller en annan nivå som styrelsen väljer. Och att de slutliga valen som görs av styrelsen efter hand visar vad den faktiska betalningsviljan är. Antas strategin blir merkostnaden för lägre utsläpp maximalt det värderingstal som styrelsen fastställt (exempelvis 3000 kr/ton CO₂). Hur stor den årliga merkostnaden blir och därmed påverkan på avgifterna går inte att veta innan alternativen utretts inom Nya Rya. Om vi antar att klimatpåverkan från driften i framtiden på grund av fortsatt höga flöden och strängare villkor skulle fördubblas om inga aktiva åtgärder genomförs så skulle det innebära en ökad klimatpåverkan på ca 13 000 ton CO₂/år. Om det merutsläppet skulle helt kompenseras med hjälp av åtgärder som kostar 3000 kr/ ton CO₂ innebär det en extra årskostnad på maximalt ca 40 Mkr/år. Finner vi åtgärder eller alternativ som både har bättre klimatprestanda och andra fördelar så blir merkostnaden för klimatvinsten mindre.

Konsekvenser av den föreslagna strategin är inom Nya Rya att Gryaab lägger fokus på att finna kombinationer av bassänger och annan långlivad utrustning som fungerar väl med säkra processval från start, men också kan förväntas kunna anpassas till framtida klimatsmarta processer i den takt dessa når teknisk mognad och/eller tillflödena når en viss nivå. Konsekvenser som i dessa sammanhang brukar räknas som sociala uppstår på det arbetsmässiga planet i och med att det behövs mycket kunskap, ett strukturerat arbetssätt och verktyg för att göra medvetna val utifrån hållbarhetsaspekterna. Det kommer också att behövas läggas vikt på att inkludera klimatpåverkan från byggskedet i övervägandena. Detta har konsekvenser för den nödvändiga arbetsinsatsen, liksom beslutsprocessen, bland annat i och kring projekt Nya Rya. Andra ekonomiska, sociala och miljömässiga konsekvenser är att klimatsmarta val baserade på lägre resursåtgång och återvinning vanligen också är såväl långsiktigt kostnadseffektiva och ger annan samhällsnytta. Samhällsnyttan kan exempelvis utgöras av tillgång till återvunnet vatten eller värme eller biogas eller kretslopp av slam. För att undvika suboptimering, både inom reningsverkets och regionens gränser, behöver klimatpåverkan också vägas mot annan miljöpåverkan, monetära kostnader och sociala konsekvenser. Med anledning av detta utvecklar Gryaab för närvarande ett verktyg för att utföra hållbarhetsanalyser, som är tänkt att användas i projekt framöver.

Sammanfattningsvis får den föreslagna strategin sociala konsekvenser när klimatpåverkan införs som ett viktigt inslag i beslutsunderlaget. Det blir mer arbete när fler alternativ behöver tas fram, med tydlig prioritering av klimatsmarta alternativ. Besluten blir mer komplexa när alternativen ska värderas systematiskt och styrelsen ska ges möjlighet att ta väl avvägda beslut där klimatpåverkan ingår som ett av flera kriterier. Å andra sidan kan det antas vara bra för företaget att ta beslut med tydlig klimathänsyn. När klimatpåverkan vägs in i besluten på samma villkor som exempelvis utsläpp av närsalter kan det resultera i lösningar som är dyrare eller billigare än standardlösningen. Det är heller inte självklart att det mest klimatsmarta valet är det val som ger lägst utsläpp, vilket innebär att den samlade ekologiska dimensionen kan påverkas negativt eller positivt.

3) Med medvetna val bidrar Gryaab som arbetsplats till regionens klimatomställning

Utöver utsläpp från processen står Gryaab för utsläpp på medarbetar- och organisationsnivå, t.ex. i form av utsläpp från tjänsteresor och resor till och från jobbet. De här utsläppen är små i förhållande till utsläppen från processen.

I Göteborgsregionen finns också ambitiösa och konkreta mål angående bland annat resande och bespisning. I Göteborgs Stads miljö- och klimatprogram anges till exempel att alla fordon som tillhör Göteborgs Stad skall vara fossilfria 2023 och att alla måltider som finansieras av Göteborgs Stad skall vara 'miljömåltider' med låg klimatpåverkan år

2025. Det är att förvänta att såväl Göteborgs stad som Gryaabns ägarkommuner även fortsatt inför fler rekommendationer, riktlinjer och program för transporter, måltider, energi, avfall, återanvändning av möbler med mera.

Sammantaget innebär den föreslagna strategin att Gryaab fortsatt går i takt med ägarkommunerna så att Gryaab som arbetsplats tillsammans med ägarkommunerna aktivt bidrar till regionens klimatomställning. På så sätt bidrar Gryaabns medarbetare tillsammans med tiotusentals andra kommunanställda till att införa klimatsmarta arbetsätt som kan få ett reellt genomslag i form av sänkt klimatpåverkan och genom sitt stora antal inspirera övriga medborgare att delta i klimatomställningen. Konsekvenser kan vara att arbetet i en del fall försvåras eller utförs annorlunda när exempelvis de fordon som hittills använts inte bör användas eller när resande för kunskapsutbyte försvåras. Gryaab kommer att behöva ta aktiva beslut om vilka resor, aktiviteter, inköp och investeringar som behöver göras i en avvägning mot klimatpåverkan. En fördel med att göra dessa åtgärder i samma takt som ägarkommunerna är att Gryaab kan få stöd och råd från andra kommunala organisationer samt att det stöds av de gemensamma strukturerna i form av upphandlingar, rapporteringar med mera. Sociala konsekvenser av detta kan vara missnöje hos medarbetare när invanda arbetsätt förändras eller stolthet över att delta i regionens klimatomställning. Inställningen hos medarbetarna påverkas av hur förändringarna samverkas, kommuniceras och genomförs samt hur ledningen inklusive styrelsen agerar som förebilder.

För denna strategi är den ekonomiska konsekvensen svårberäknad. Gryaab får förutsätta att ägarkommunerna gör en gemensam avvägning mellan klimatnytta och kostnad och merarbete för alla de kommunala verksamheterna.

4) Gryaab samverkar med ägarna och andra viktiga aktörer för att hitta långsiktiga lösningar för avloppsvattenhantering med låg klimatpåverkan

Ett samhälle med klimatavtryck nära noll år 2030 kan svårligen uppnås genom att varje del av samhället individuellt ska reducera sitt klimatavtryck till noll utan mycket stora ekonomiska insatser. För avloppssystemet är reningsverkets klimatpåverkan en direkt konsekvens av flödena och belastningen som ledningsnätet och befolkningen genererar. De första tre strategierna innebär att Gryaab minimerar sin egen verksamhets klimatpåverkan och bidrar till regionens pågående klimatarbete. Konsekvensen av den här strategin är att Gryaab genom samverkan med lokala, regionala och nationella aktörer ger dessa kunskap om Gryaabns del av avloppssystemet och därmed ger dem möjlighet att ta långsiktiga beslut som leder till att avloppshantering som helhet blir klimatteffektiv.

Aktuella exempel på detta är när Gryaab deltar i Göteborgs stads arbete kring att uppnå miljö kvalitetsnormer för vatten, eventuellt införande av avfallskvarnar eller som stöd till Kretslopp och Vattens industridoktorandprojekt angående tillskottsvatten. Konsekvensen av detta är att ägarkommunerna får bättre möjlighet att ta beslut ur ett helhetsperspektiv där klimatpåverkan från avloppsvattenreningen ingår. Ett annat exempel är när Gryaab bidrar till underlaget för den nationella lagstiftningen eller EUs regelverk. Genom samarbeten inom forskning och utveckling stöttas projekt och utvecklingsidéer som på sikt ger praktiska lösningar för klimatsmart avloppshantering.

Konsekvenser av den föreslagna strategin är att Gryaab lägger tid och resurser på att samverka med ägarna och andra viktiga aktörer och att fokus mot gemensamma lösningar för avloppshantering med låg klimatpåverkan förstärks. Utfallet av en sådan strategi avgörs dock av beslut inom den organisation som har rådighet inom det aktuella området. Strategin förutsätter stöd från såväl politisk ledning som den egna organisationen. En annan konsekvens av en strategi med fokus på klimatpåverkan är mindre fokus på andra inriktningar, alternativt att de samlade ramarna utökas.

Även för den här strategin är de långsiktiga ekonomiska konsekvenserna svårberäknade och kan innebära såväl merkostnader som besparingar för ägarkommunerna. Det beror på att man idag inte kan veta vilka alternativ som kommer att långsiktigt övervägas av ägarkommunerna. Dock förutsätter vi att dessa besluten bara kan bli bättre och mer kostnadseffektiva av att Gryaab bidrar med kunskap och indata till ägarkommunernas beslut i den mån detta efterfrågas.

Klimatutredning och förslag på åtgärder – ver 2



Gryaabrapport 2021:X

Susanne Tumlin, Karl-Emil Videbris, Ann Mattsson, Dag Lorick
Granskad av Emma Ringström och Charlotta Boweden, Ramböll

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	2
Sammanfattning	5
1. Introduktion	7
1.1. Bakgrund	7
1.2. Metodik	7
2. Definition av systemgränser	8
2.1. Organisatoriska gränser	8
2.2. Operativa gränser	8
2.3. Introduktion av begreppet ”scope”	9
2.4. Temporal systemgräns	10
3. Metodik	10
3.1. Dataunderlag och datainsamlingsprocess	10
3.1.1. Scope 1	10
Utsläppskälla	10
Enhet	10
2010	10
2014	10
2018	10
3.1.2. Scope 2	12
Kategori	12
Enhet	12
2010	12
2014	12
2018	12
3.1.3. Scope 3	12
Klimatpåverkan	12
Enhet	12
2010	12
2014	12
2018	12
3.1.4. Undvikna utsläpp	15
Kategori	15
Enhet	15
2010	15
2014	15

2018.....	15
3.2. Emissionsfaktorer vid beräkning av växthusgasutsläpp.....	16
3.2.1. Scope 1.....	16
Växthusgas.....	16
GWP.....	16
Enhet.....	16
Referens.....	16
Värde.....	16
Enhet.....	16
Referens.....	16
3.2.2. Scope 2.....	16
Typ av fjärrvärme.....	17
2010.....	17
2014.....	17
2018.....	17
3.2.3. Scope 3.....	17
Kemikalie.....	19
Värde.....	19
(kg CO _{2e} /ton).....	19
Referens.....	19
3.2.4. Undvikna utsläpp.....	19
Ämne.....	20
Värde.....	20
Enhet.....	20
Referens.....	20
3.3. Granskning.....	20
4. Resultat och resultatanalys.....	20
4.1. Övergripande resultat.....	20
Klimatbelastning.....	21
2010 (ton CO _{2e}).....	21
2014 (ton CO _{2e}).....	21
2018 (ton CO _{2e}).....	21
% av total klimatbelastning.....	21
Kategori.....	21
Enhet.....	21

2010.....	21
2014.....	21
2018.....	21
Klimatpåverkan	21
Enhet.....	21
2010.....	21
2014.....	21
2018.....	21
4.1.1. Undvikna utsläpp.....	21
Kategori.....	22
2010 (ton CO _{2e}).....	22
2014 (ton CO _{2e}).....	22
2018 (ton CO _{2e}).....	22
4.1.2. Skillnader mellan olika år.....	22
Utsläppskälla	24
Utsläpp (ton CO _{2e}).....	24
4.1.3. Scope 1	25
Kategori.....	25
2010 (ton CO _{2e}).....	25
2014 (ton CO _{2e}).....	25
2018 (ton CO _{2e}).....	25
4.1.4. Scope 2	25
Kategori.....	26
2010 (ton CO _{2e}).....	26
2014 (ton CO _{2e}).....	26
2018 (ton CO _{2e}).....	26
4.1.5. Scope 3	26
Kategori.....	26
2010 (ton CO _{2e}).....	26
2014 (ton CO _{2e}).....	26
2018 (ton CO _{2e}).....	26
4.2. Tjänsteresor per medarbetare	27
Kategori.....	27
Enhet.....	27
2010.....	27

2014.....	27
2018.....	27
4.3. Vidtagna åtgärder för att reducera klimatbelastningen.....	27
Åtgärd.....	28
Genomfört år	28
Minskning (ton CO _{2e} /år).....	28
Uppskattad tillkommande årskostnad (kr/år)	28
Kostnad (kr/ton CO _{2e})	28
Kommentar.....	28
4.4. Åtgärder inklusive kostnader för att ytterligare reducera klimatbelastningen.....	29
4.4.1. Åtgärder relaterade till processen på Ryaverket.....	29
4.4.2. Identifierade möjligheter för att minska klimatbelastningen från processen.....	32
Åtgärd.....	33
Minskning (ton CO _{2e} /år).....	33
Uppskattad tillkommande årskostnad, kr/år	33
Kostnad i kr/ton minskad CO _{2e}	33
Kommentar.....	33
4.4.3. Möjligheter att bidra till minskad klimatbelastning som samhällsinstitution.....	36
4.5. Bedömning av kostnader ur ett samhällsperspektiv	36
4.6. Förbättringsmöjligheter.....	37
5. Slutsatser	37
6. Referenser.....	39
Om Gryaab	42

Sammanfattning

Syftet med denna rapport är att sammanställa de tidigare kartläggningarna som har gjorts av den direkta och indirekta klimatpåverkan som är kopplad till Gryaabs verksamhet samt att identifiera åtgärder och exemplifiera hur klimatbelastningen för driften av Ryaverket kan minskas rejält. Rapporten är framtagen som underlag till arbetet med att ta fram en ny klimatstrategi.

I denna rapport användes det så kallade Greenhouse Gas Protocol (GHG-protokollet), vilket är den mest använda internationella redovisningsstandarden som används av regeringar, företag och organisationer. Enligt GHG-protokollet redovisas utsläppen i olika scope (områden): scope 1, 2 och 3. I denna rapport inkluderas också undvikna emissioner som ett eget område. Att dela in utsläppen i scope ger en tydlig bild och bidrar till ökad transparens av vilka utsläpp som är direkta och indirekta. Även om de indirekta utsläppen inte kontrolleras direkt av Gryaab går de att påverka genom att välja varor och tjänster som har mindre klimatbelastning.

Underlagsdata för scope 1, 2 och 3 samt undvikna emissioner är hämtat från bland annat miljörapporterna och beräkningsverktyget för klimatpåverkan. Denna rapport redovisar i kapitel två enheterna för respektive utsläppskälla, därefter i kapitel tre, de emissionsfaktorer som används vid beräkning och i kapitel fyra redovisas resultaten i motsvarande koldioxidekvivalenter (CO_{2e}).

Resultatet visar att klimatbelastningen från Gryaabs verksamhet ligger kring 35 000 ton CO_{2e}/år med en del variationer från år till år. Gryaabs verksamhet bidrar också till undvikna utsläpp med produktion av biogas och användning av slam på åkermark med ca 20 000 ton CO_{2e}/år.

Slutsatser från denna klimatutredning

- Många tidigare identifierade åtgärder har lyfts fram som signifikant skulle minska klimatbelastningen från Gryaabs verksamhet om de genomfördes.
- De största bidragande faktorerna till klimatbelastningen från Gryaabs verksamhet är:
 - lustgasemissioner från biobädden
 - fossil kolkälla som används vid efterdenitrifikation
 - metanemissioner från slamhögen
- Det är nästan möjligt att nå netto noll klimatpåverkan med de identifierade åtgärderna.
- Det finns ett behov av att säkerställa dataunderlaget som används i beräkningsverktyget för klimatpåverkan.

1. Introduktion

Syftet med denna rapport är att sammanställa de tidigare kartläggningarna som har gjorts av den direkta och indirekta klimatpåverkan som är kopplad till Gryaabs verksamhet samt att identifiera åtgärder och exemplifiera hur klimatbelastningen för driften av Ryaverket kan minskas rejält. Rapporten är framtagen som underlag till arbetet med att ta fram en ny klimatstrategi.

Rapporten omfattar en redogörelse för Gryaabs klimatpåverkan 2010, 2014 och 2018 och redan vidtagna åtgärder samt en nulägesanalys av klimatpåverkan baserad på 2018 års data. Ytterligare åtgärder inklusive uppskattade kostnader och rekommendationer föreslås också.

1.1. Bakgrund

Gryaab gjorde en första kartläggning av klimatpåverkan från driften av Ryaverket år 2011 och presenterade den för tekniska utvecklingsgruppen (TUG), Gryaabs styrelse, Miljöförvaltningen och Länsstyrelsen. Då föreslogs bland annat att byta konventionell elmix till lokal vindel, använda fossilfri kolkälla och att åtgärda metanutsläppen från slamhögen. Det som genomfördes direkt var byte till lokal vindel (från 1/1 2014). Gryaabs klimatstrategi antogs av styrelsen år 2014 med målet att nå klimatneutralitet till 2018. Första versionen av de betydande miljöaspekterna, som följer med ISO 14001 certifieringen, antogs också år 2014. Under 2015 gjordes en tillrunda med presentationer på TUG, för ledningsgruppen och på styrelsens policydagar och då föreslogs återigen att använda fossilfri kolkälla, att åtgärda metanutsläppen från slamhögen och att utreda att ta den nitrifierande biobädden ur drift (pga de höga lustgasutsläppen som då hade uppmätts). Rötkamrarna började köras i seriedrift istället för parallellt under 2016 vilket bidrog till minskning av metanutsläpp från slamhögen och en liten del (15 % 2020, 20% som mål 2021) av den fossila metanolen har bytts ut till fossilfri metanol sedan 2017. Gryaabs styrelse antog 2016 den nuvarande versionen av klimatstrategi där visionen var att Gryaab ska sträva efter att bli klimatneutrala. Det betyder att koldioxidavtrycket per ansluten person ska vara noll eller lägre. Till strategin togs ett systematiskt åtgärdsprogram för klimatpåverkan fram. Klimatstrategin och tillhörande systematiskt åtgärdsprogram finns att läsa i verksamhetshandboken. Önskemål om uppdatering av klimatstrategin och åtgärdsprogrammet lyftes in som en aktivitet till Gryaabs övergripande mål för 2019 vilket föranledde denna klimatutredning.

I inriktningsdokumentet för år 2020 konstateras att ”Gryaab ska utveckla sitt uppdrag och vara nytänkande för att minska miljö- och klimatpåverkan”.

1.2. Metodik

I samarbete med VA SYD gjordes 2011-2012 en rejäl genomgång av kunskapsläget kring klimatpåverkan och en jämförelse med andra avloppsreningsverk, detta publicerades vetenskapligt (Gustavsson & Tumlin, 2013). I samband med detta togs också ett beräkningsverktyg fram i ett Svenskt Vatten Utveckling (SVU) projekt som drevs av utvecklingsavdelningen på Gryaab i samarbete med VA Syd (Tumlin et al., 2014). Detta beräkningsverktyg finns fritt tillgängligt att ladda ner på VA-teknik Södras hemsida (forskningsklustret som Gryaab medverkar) via följande länk: <https://va-tekniksodra.se/klimatpaverkan-berakningsverktyg/>. Beräkningsverktyget ses över och uppdateras av utvecklingsavdelningen på Gryaab i samband med att resultatet för klimatpåverkan rapporteras i hållbarhetsredovisningen och miljörapporten varje år.

I denna rapport användes det så kallade Greenhouse Gas Protocol (GHG-protokollet), vilket är den mest använda internationella redovisningsstandarden som används av regeringar, företag och organisationer. Standarden används för att förstå, kvantifiera och hantera utsläppen av växthusgaser.

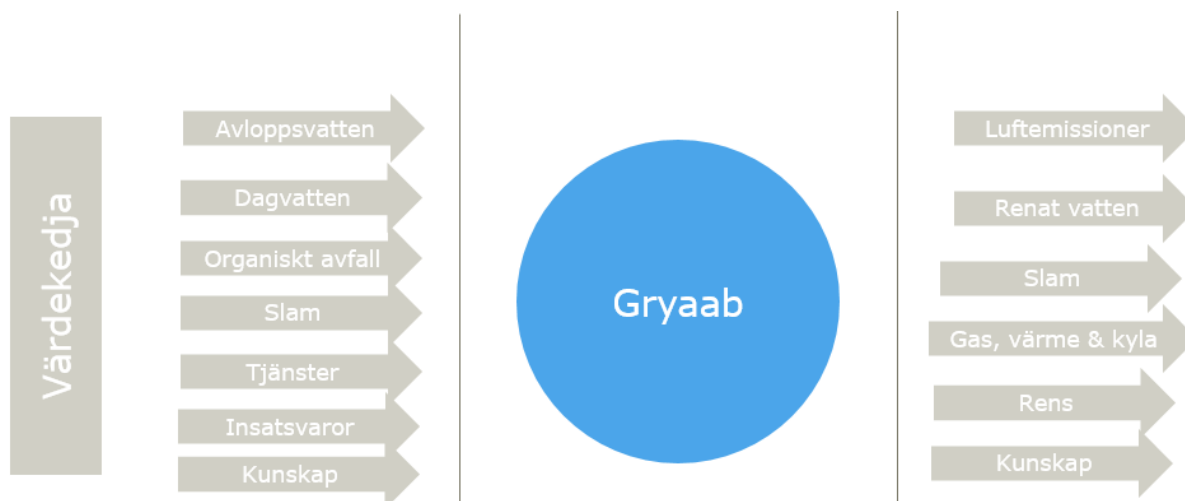
Enligt GHG-protokollet redovisas utsläppen i olika scope (områden): scope 1, 2 och 3. I denna rapport inkluderas också undvikna emissioner som ett eget område.

GHG Protokollet, GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard, sätter krav och ger stöd till företag och verksamheter som vill beräkna och rapportera direkta och indirekta utsläpp av växthusgaser. Protokollet togs fram av WRI (World Resources Institute) och WBCSD (World Business Council on sustainable Development) år 2001 som en global standard.

2. Definition av systemgränser

2.1. Organisatoriska gränser

För rapportering av klimatutsläpp enligt GHG-protokollet ska först organisatoriska gränser definieras. För detta kan två separata metoder användas för att beräkna och allokera växthusgasutsläpp: aktieandel- eller kontrollmetoderna. Gryaab har inga hel- eller delägda dotterbolag. Detta innebär att 100 % av klimatpåverkan i denna rapport tillhör Gryaab AB. Figur 1 illustrerar Gryaab's värdekedja och de aktiviteter som är kopplade till verksamheten.



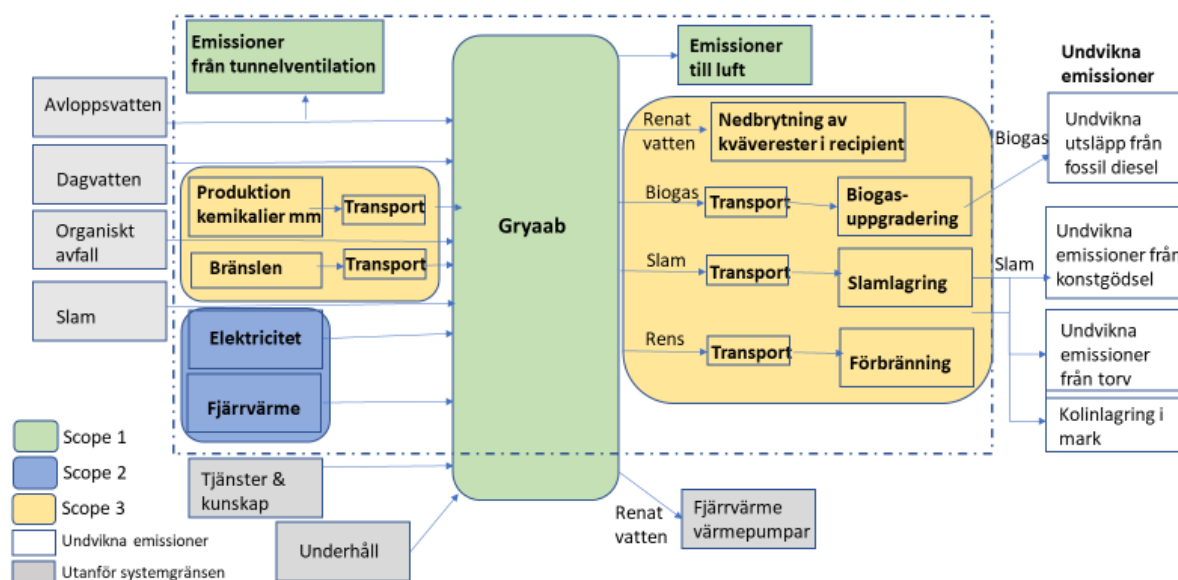
Figur 1. Gryaab's värdekedja. Figuren visar de fysiska flöden och aktiviteter som representerar värden för Gryaab.

2.2. Operativa gränser

När ett företag har fastställt sina organisatoriska gränser, fastställs även dess operativa gränser. Detta innebär att utsläpp identifieras som hör samman med verksamheten, kategoriserar dem som direkta och indirekta utsläpp och väljer omfattning (systemgräns) av redovisning och rapportering för indirekta utsläpp.

Direkta växthusgasutsläpp är utsläpp från källor som ägs eller kontrolleras av företaget. Indirekta växthusgasutsläpp är utsläpp som är en följd av företagets verksamhet men förekommer i källor som ägs eller kontrolleras av ett annat företag. De undvikna emissioner som uppstår till följd av att Göteborg Energi omvandlar energin i Gryaab's utgående, rena avloppsvatten i sin värmepumpsanläggning till fjärrvärme ligger utanför systemgränsen för Gryaab's klimatpåverkan. Detta togs beslut om under 2016 med motiveringen att det inte är variabelt för Gryaab, till skillnad

mot t.ex. hanteringen av biogasen, där Gryaab har större rådighet över produktionen. Den systemgräns som har använts illustreras i Figur 2.



Figur 2. Systemgräns i föreliggande klimatutredning med scope 1-3 innanför den streckade rektangeln och de undvikna emissionerna som det redogörs för till höger.

2.3. Introduktion av begreppet "scope"

GHG-protokollet definierar tre "scopes" för redovisning och rapportering. Ett "scope" är en kategorisering av växthusgasutsläpp beroende på dess ursprung och verksamhetens koppling till aktiviteten som ger upphov till utsläppen. Det är ett krav utifrån standarden att företagen ska redovisa och rapportera scope 1–3 separat.

Scope 1: Direkta växthusgasutsläpp

I scope 1 redovisas direkta växthusgasutsläpp som uppstår från källor som ägs eller kontrolleras av företaget, för Gryaab innebär detta till exempel direktutsläpp av metangas från Ryaverket.

Scope 2: Indirekta utsläpp av växthusgaser

I scope 2 redovisas växthusgasutsläpp från produktion av till exempel inköpt el och värme. Scope 2 utsläpp uppträder fysiskt vid anläggningen där el eller värme produceras och är därmed indirekta utsläpp.

Scope 3: Övriga indirekta växthusgasutsläpp

Scope 3 är en rapporteringskategori som möjliggör hantering av alla andra indirekta utsläpp. Scope 3 utsläpp är en konsekvens av företagets verksamhet men uppstår från källor som inte ägs eller kontrolleras av företaget. Några exempel på scope 3 är utvinning och produktion av inköpta material, transport och produktion av inköpta kemikalier och bränslen.

Att dela in utsläppen i scope fyller flera olika syften:

- Det ger en tydlig bild och bidrar till ökad transparens av vilka utsläpp som är direkta och indirekta. Även om de indirekta utsläppen inte kontrolleras direkt av företaget går de att påverka genom att välja varor och tjänster som har mindre klimatpåverkan.

Möjlighet ges att jämföra olika företag med varandra. Enligt GHG-Protokollet ska företag minst redovisa scope 1 och 2, men kan välja att redovisa utsläpp från olika delar av deras indirekta utsläpp under scope 3 beroende på verksamhet och ambitioner.

2.4. Temporal systemgräns

Utredningen och inventeringen avser växthusgasutsläpp för Gryaab AB mellan första januari och sista december för åren 2010, 2014 och 2018.

3. Metodik

3.1. Dataunderlag och datainsamlingsprocess

Utvecklingsavdelningen på Gryaab har i ett Svenskt Vatten Utveckling (SVU) - projekt år 2013 utvecklat ett verktyg för att beräkna direkta och indirekta utsläpp från avloppsreningsverk (SVU-rapport 2014-02, Tumlin et al., 2014). Detaljerad information, komplett underlag och material kopplad till bearbetning av data och sammanställning av växthusgasutsläpp finns i detta verktyg. SVU-rapporten och tillhörande manual och beräkningsverktyg finns fritt tillgängligt att ladda ner från forskningsklustret VA-teknik Södras hemsida via följande länk: <https://va-tekniksodra.se/klimatpaverkan-berakningsverktyg/>. Gryaab har i samband med föreliggande utredning gått igenom beräkningsverktyget och uppdaterat det med nya data. Intern sökväg för att hitta senaste års versioner finns enligt följande länk: R:\UKM\Uppdrag\Carbon Footprint\Carbon Footprint Ryaverket\Carbon footprint utökad systemgräns

Underlagsdata för scope 1, 2 och 3 samt undvikna emissioner som redovisas i kommande tabeller är hämtat från bland annat miljörapporterna och beräkningsverktyget för klimatpåverkan. I detta kapitel redovisas enheterna för respektive källa och i kapitel 4 redovisas resultaten i motsvarande koldioxidekvivalenter (CO_{2e}).

3.1.1. Scope 1

Kategorierna som ingår i scope 1 redovisas i en sammanfattande tabell först och därefter kommer en förklaring till respektive kategori, se **Fel! Hittar inte referenskälla.**

Tabell 1. Utsläpp som ingår i scope 1 och dess värde för åren 2010, 2014 och 2018. Motsvarade utsläpp i termer av koldioxidekvivalenter redovisas i Tabell 15.

Utsläppskälla	Enhet	2010	2014	2018
Direktutsläpp av metan på Ryaverket	Ton CH ₄	254	255	148
Direktutsläpp av lustgas på Ryaverket	Ton N ₂ O	29	29	32
Direktutsläpp av koldioxid från fossil kolkälla vid nedbrytning i efterdenitrifikationsprocessen.	Ton CO ₂	1745	3483	2874

Utsläppskälla	Enhet	2010	2014	2018
Direktutsläpp av metan från tunnelventilation (Bräcke och Flöjelbergsgatan)	Ton CH ₄	29	29	29
Direktutsläpp av lustgas från tunnelventilation (Bräcke och Flöjelbergsgatan)	Ton N ₂ O	0,6	0,6	0,6
Fackling av biogas	Miljoner Nm ³	0,8	3,5	1,7

Direktutsläpp av metan, lustgas och fossil koldioxid på Ryaverket

Vid reningsprocesserna på Ryaverket uppstår växthusgaser; metan, lustgas och koldioxid. De metangasutsläpp som inkluderas i denna kartläggning är direktutsläpp av biogas till atmosfären (utan förbränning i fackla), läckage från biogasreaktorn (analysinstrument och säkerhetsventiler) samt diffusa utsläpp från vattenreningsprocesserna och slamhanteringen. Mätningar av dessa utsläpp har gjorts i olika projekt, en heltäckande kartläggning av både metan- och lustgasemissioner gjordes senast år 2014/2015 tillsammans med FluxSense och DTU (Danmarks Tekniske Universitet), det publicerades vetenskapligt i Samuelsson et al., 2018 och Delre et al., 2019 samt i en extern rapport: R:\Gemensam\Information om Gryaab\Externt skrivna rapporter\2016\2016_8 Emissionsmätningar 2015 FluxSense. Mätningarna 2014/2015 anses vara representativa även för år 2010 och 2018 och dessa värden används även för de åren. Kompletterande lustgasmätningar gjordes 2019/2020 tillsammans med RISE på de nya anläggningsdelarna efternitrifikation (EN) och rejektvattenrening, som tagits i drift under 2017 och 2018. Då dessa lustgasutsläpp tillkom innebär det att värdet för 2018 är högre än 2010 och 2014. Ingen rapport från mätningarna utförda av RISE finns i skrivande stund sammanställd, men projektmappen med resultat finns internt: R:\UKM\Uppdrag\Emissionsmätningar 2019

Utsläpp av fossil koldioxid uppkommer till följd av den fossila metanol som tillsätts i efterdenitrifikationsprocessen (ED). Dessa utsläpp har beräknats baserat på mängden metanol som tillsätts per år. Allt annat organiskt material (BOD) som bryts ner vid avloppsvattenreningen antas i dessa beräkningar vara av icke fossilt ursprung.

Direktutsläpp av metan och lustgas från tunnelventilation.

Enligt mätningar 2014 (och som antas vara desamma 2010 och 2018) utförda av DGE Mark & Miljö, vid tunnelventilationerna vid Bräcke och Flöjelbergsgatan är det en del metan- och lustgasemissioner som ventileras ut från avloppstunnlarna. Mestadels är det metangas (87%) som släpps ut här. Resultaten från tunnelventilationsmätningarna finns beskrivna i en extern rapport: R:\Gemensam\Information om Gryaab\Externt skrivna rapporter\2015\2015_1 Luftemissionsmätningar från tunnelventilation DGE Mark & Miljö.

Fackling av biogas

Fackling av biogas sker när det inte finns kapacitet att uppgradera gasen på Göteborg Energis anläggning i Arendal, volymen biogas uppmäts varje år. Facklingen ger upphov till emissioner av både metan och lustgas som beräknas enligt litteraturvärden.

3.1.2. Scope 2

Kategorierna som ingår i scope 2 redovisas i sammanfattande tabell först och därefter kommer en förklaring till respektive kategori, se Tabell 2.

Tabell 2. Utsläpp som ingår i scope 2 och dess värde för åren 2010, 2014 och 2018. Motsvarande utsläpp i termer av koldioxidekvivalenter presenteras i Tabell 16.

Kategori	Enhet	2010	2014	2018
Inköpt fjärrvärme	MWh	16 010	14 390	13 006
Inköpt el	MWh	36 200	38 200	41 060

Inköpt fjärrvärme

Fjärrvärme köps in från Göteborg Energi och dessutom kommer en del av värmehovet från återvinning från kompressorerna på Ryaverket. Fjärrvärme används framförallt till biogasreaktorerna på Ryaverket (drygt 50%), men även till att värma upp lokalerna (ca 30%).

Inköpt el

El märkt med lokal vindel köps in från E.ON. El används till alla reningsprocesser på Ryaverket och inloppspumpningen utgör en stor andel, ca 35%.

3.1.3. Scope 3

Kategorierna som ingår i scope 3 redovisas i sammanfattande tabell först och därefter kommer en förklaring till respektive kategori, se **Fel! Hittar inte referensälla.**

Tabell 3. Utsläpp som ingår i scope 3 och dess värde för åren 2010, 2014 och 2018. Motsvarade utsläpp i termer av koldioxidekvivalenter presenteras i tabell 17.

Klimatpåverkan	Enhet	2010	2014	2018
Avfallshantering (rens)	ton	802	1007	911
Biogasuppgradering: läckage, energianvändning, propan- och naturgastillsats. Samt emissioner vid användning i fordon.	ton CO _{2e}	3290	3733	5017
Växthusgasemissioner från jordproduktion, kompostering och slamspridning på åkermark.	ton CO _{2e}	2882	3580	1852
Lustgasemissioner från slamlagring före användning	ton N ₂ O	0,02	0,8	1,8
Metanemissioner från slamlagring före användning	ton CH ₄	0,1	3,8	9,4
Transport av slam-, rens- och kemikalier	antal mil	16 261	26 271	21 055
Lustgasemissioner i recipient	ton kväve till recipient	1240	1137	730
Metangasemissioner i recipient	ton BOD ₇ till recipient	1123	1173	848

Klimatpåverkan	Enhet	2010	2014	2018
Produktion av fossil kolkälla	ton	761	1520	1254
Produktion av övriga processkemikalier	ton	4668	3838	3680
Produktion och användning av bränsle till interna fordon	liter	2000	2800	650
Produktion och användning av bränsle till nödkraft och reservaggregat	liter	-	6970	6850
Tjänsteresor med egen bil (utsläpp från tillverkning av drivmedel, antar bensin)	liter	1337	898	586
Tjänsteresor i tjänstebil (utsläpp från tillverkning av drivmedel)	liter	Underlag saknas	Bensin (1669 L) naturgas (5681 Nm3)	Diesel (1666 L) bensin (1929 L) naturgas (2487 Nm3)
Tjänsteresor med flyg (utsläpp från produktionen av flygbränsle)	liter	3 544	2 433	1 922
Tjänsteresor med egen bil (utsläpp från fordonen)	km	22 278	14 969	9760
Tjänsteresor med flyg (utsläpp från transporten)	km	80 549	55 291	43 686
Tjänsteresor i tjänstebil (utsläpp från fordonen)	liter	Underlag saknas	Bensin (1669 L) naturgas (5681 Nm3)	Diesel (1666 L) bensin (1929 L) naturgas (2487 Nm3)

Avfallshantering (rens)

I de första reningsstegen avskiljs skräp i 20 mm galler (grovrems) och därefter i 2 mm galler (finrens). Utsläpp från förbränning av grov- och finrensavfall inkluderas här. Uppgifter saknas om avfallentreprenörens hantering av de övriga avfallsslagen till exempel verksamhetsavfall.

Biogasuppträdning och användning av biogas i fordon

Vid biogasuppträdningen på Arendal behövs en hel del fossila insatsvaror för att uppträda biogasen till fordonsgas. Detta inkluderar bland annat propan och naturgas. Det uppstår även ett visst metanläckage från anläggningen. Uppgifter för detta hämtas årligen från miljörapporten för Arendals biogasanläggning som Göteborg Energi utger.

Växthusgasemissioner från jordproduktion, kompostering och slamspridning på åkermark

Denna kategori inkluderar både koldioxid-, metan- och lustgasemissioner från jordproduktion, kompostering och slamspridning på åkermark och beräknas teoretiskt enligt litteratordata.

Lustgas- och metanemissioner från slamlagring

Slammet som produceras vid Ryaverket korttidslagras öppet i stora högar på Gryaabs tomt, i genomsnitt i 3 veckor. Dessa emissioner har i ett projekt på Gryaab i samarbete med DTU och FluxSense under 2014 och 2015 uppmätts både före och efter implementering av serierötning vid sammanlagt 5 olika tillfällen (Samuelsson et al., 2018).

Innan slammet används på åkermark så långtidslagras det i 6 månader (av entreprenör på extern plats utanför Ryaverket). Då uppstår också metan- och lustgasemissioner, dessa beräknas enligt litteraturdata.

Transport av slam-, rens- och kemikalier

Slammet transporteras i lastbilar som drivs med MK1-diesel med 7% inblandning av RME (RapsMetylEster). Diesel av MK1 innehåller också HVO (Hydrogenated Vegetable Oil), vilket i Sverige består av HVO av många olika restprodukter. Vanligast är slaktavfall, ca 40 %, och PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) vilket är en biprodukt från palmolja, ca 40 %, men även tallolja, palmolja, teknisk majsolja och rapsolja. Importen görs framförallt från Indonesien. Vad gäller rens och kemikalietransporter har det antagits att de använder samma bränsle som slamtransporterna. Jämfört med slamtransporterna är kemikalie- och renstransporterna väldigt få och skillnaden blir marginell om det antas fossil diesel, förnybara bränslen eller en blandning därav.

Emissioner av lustgas och metan i recipient

I recipient sker viss nedbrytning av det kväve som kvarstår i avloppsvattnet när det släpps ut från Ryaverket, vilket kan resultera i lustgasutsläpp. Organiskt material bryts också ned, vilket kan resultera i metangasutsläpp. Både lustgas- och BOD-utsläpp i recipient beräknas enligt litteraturvärden.

Utsläpp från produktion av fossil kolkälla

Fossil kolkälla, i dagläget metanol, används vid efterdenitrifikationsprocessen på Ryaverket. En liten del, upp till 15%, av metanolen som används har sedan 2017 varit fossilfri. Det har antagits att den fossila metanolen tillverkas ur naturgas och inte från olja (vilket skulle ge ca 50 % högre utsläpp).

Utsläpp från produktion av övriga processkemikalier

En hel del olika processkemikalier används på Ryaverket. I mängd är det framförallt järnsulfat och metanol som används i stor utsträckning. Användningen av järnsulfat har minskat tack vare optimeringar i doseringen. Övriga kemikalier som används är bland annat polymerer, polyaluminiumklorid, natriumhypoklorit och fosforsyra.

Utsläpp från produktion och användning av bränsle för interna fordon, nödkraft och reservaggregat

En del av Gryaabs interna fordon körs på fossil diesel, medan den diesel som används till reservaggregat och nödkraft är EcoPar A (paraffinolja).

Resor i tjänsten

Underlag från utsläpp från resor i tjänsten har erhållits från Trafikkontorets sammanställning avseende Gryaabs resor med tåg, flyg, bil och taxi. För år 2014 saknas data för resor med tjänstebil, 2015 års

data har då använts istället. För drivmedel för tjänsteresor med egen bil finns inga uppgifter, det har istället antagits att det är bensin som används och en förbrukning på i snitt 0,6 liter per mil.

Uppgifter saknas för utsläpp från personalens resor till och från arbetet samt utsläpp från besökarens resor till och från Ryaverket, till exempel den omfattande studiebesöksverksamheten. Just studiebesöksverksamheten för mellanstadiet kan dock antas ha marginell påverkan eftersom skolungdomarna åker kollektivt till Gryaab.

Exkluderade uppgifter

Uppgifter saknas för utsläpp från tillverkning av varor och material som köps in, till exempel byggmaterial, reservdelar och dyl.

3.1.4. Undvikna utsläpp

Kategorierna som ingår i undvikna utsläpp redovisas i sammanfattande tabell först och därefter kommer en förklaring till respektive kategori, se Tabell.

Tabell 4. Undvikna utsläpp och dess värde för åren 2010, 2014 och 2018. Motsvarande utsläpp i termer av koldioxidekvivalenter presenteras i Tabell 13.

Kategori	Enhet	2010	2014	2018
Biogas ersätter fordonsdiesel	miljoner Nm ³	8,7	7,9	10
Slam ersätter mineralgödsel	ton slam	330	11 468	30 118
Slam ersätter torv	ton slam	49 945	43 141	24 642
Kolinlagring i mark	ton slam	42 671	41 667	47 367
Förbränning av rens ger fjärrvärme och el	ton rens	802	1007	911

Biogas ersätter fordonsdiesel

Vid rötning produceras biogas vilken leds till Göteborg energi där den uppgraderas till fordonsgas. Den producerade biogasen antas ersätta fordonsdiesel. Detta gör att fossila utsläpp undviks när istället biogas används.

Slam ersätter mineralgödsel och torv

Klimatbelastning undviks då slam ersätter konstgödsel vid slamgödsling på åkermark eller då slam ersätter torv vid inblandning i jordprodukter.

Kolinlagring i mark

När slammet används på mark uppkommer så kallad kolinlagring då kolinnehållet binds in i marken, vilket ger undviken klimatbelastning.

Förbränning av rens ger fjärrvärme och el

Förbränning av det rens som uppstår på Ryaverket ger upphov till fjärrvärme och el, vilket tillgodoräknas som undvikna utsläpp.

3.2. Emissionsfaktorer vid beräkning av växthusgasutsläpp

Vid bearbetning av underlag har specifika emissionsfaktorer använts för beräkning och rapportering av växthusgasutsläpp under scope 1, 2 och 3 samt undvikna utsläpp. Data har till övervägande del använts från vetenskapliga artiklar och egna mätningar. En utförlig lista med vetenskapliga referenser finns i beräkningsverktyget för klimatpåverkan.

Där underlag och information saknas har kvalificerade antaganden gjorts för att möjliggöra dataanalys och beräkning av växthusgasutsläpp. En beskrivning av metodiken och antaganden för de olika kategorier under scope 1, scope 2 och scope 3 samt undvikna emissioner presenteras nedan.

3.2.1. Scope 1

Vad gäller direktutsläpp av metan, lustgas och fossil koldioxid har omvandlingsfaktorer, så kallade global warming potentials (GWP) använts. GWP är ett mått på förmågan hos en växthusgas att bidra till växthuseffekten och den globala uppvärmningen. Skalan är relativ och jämför den aktuella gasens klimatpåverkan med effekten av motsvarande mängd koldioxid. Utsläppen av olika växthusgaser kan med hjälp av gasernas GWP-värden räknas om till koldioxidekvivalenter, vilket gör det lättare att jämföra dem med varandra. Se Tabell 5.

Tabell 5. Global warming potentials (GWP), dvs. förmågan hos en växthusgas att bidra till växthuseffekten och den globala uppvärmningen jämfört med koldioxid.

Växthusgas	GWP	Enhet	Referens
Koldioxid - 100 år	1	kg CO _{2e} /kg CO ₂	Forster et al. (2007)
Metan - 100 år	34	kg CO _{2e} /kg CH ₄	IPCC (2013)
Lustgas - 100 år	298	kg CO _{2e} /kg N ₂ O	Forster et al. (2007)

Fackling av biogas har antagits ge upphov till samma lustgasemissioner som vid förbränning av biogas i gasmotor/gaspanna. Flera värden finns enligt litteraturen men ett medelvärde enligt Brown et al., 2010 har använts. Se

Tabell. Facklingen ger också upphov till metanemissioner, vilket har antagits uppgå till 0,02 kg CH₄/kg förbränd CH₄ i enlighet med det schablonvärde IPCC anger (IPCC, 2019)

Tabell 6. Litteraturvärden för lustgasemissioner vid fackling.

Värde	Enhet	Referens
0,00 (min)	g N ₂ O/kg förbränd CH ₄	Fruergaard och Astrup (2010)
0,004 (medel)	g N ₂ O/kg förbränd CH ₄	Brown et al. (2010)
1,56 (max)	g N ₂ O/kg förbränd CH ₄	Doka (2003) enligt Foley et al. (2010b)

3.2.2. Scope 2

Elektricitet

Gryaab köper sedan år 2014 in el märkt med lokal vindel. Det innebär att den emissionsfaktor som används för 2014 och 2018 är 10 ton CO_{2e}/GWh (Elforsk, 2008) jämfört med nordisk elmix på 58 ton CO_{2e}/GWh (Elforsk, 2008) som används för 2010 års klimatpåverkan.

Fjärrvärme

I dagsläget köper Gryaab in konventionell fjärrvärme som till 12 % är fossil. Göteborg Energi erbjuder att köpa fjärrvärme märkt med Bra Miljöval som då är 0 % fossil. Dessutom har Göteborgs Energi som miljömål att deras generella fjärrvärme enbart ska baseras på återvunnen och förnybar energi. En jämförelse av emissionsfaktorerna för de olika typerna av fjärrvärmeavtal kan ses i Tabell. Göteborg energi har som miljömål till 2025 att fjärrvärmerna enbart ska baseras på återvunnen och förnybar energi, vilket kommer att innebära att den konventionella fjärrvärmerna kommer att orsaka lägre klimatpåverkan i framtiden.

Tabell 7. Emissionsfaktorer för fjärrvärme i g CO_{2e}/kWh. Data tagen för 2018 (Göteborg Energi, 2020a).

Typ av fjärrvärme	2010	2014	2018
Konventionell fjärrvärme	96	56	73
Fjärrvärme märkt Bra Miljöval	-	11	10

3.2.3. Scope 3

Avfallshantering (rens)

Utsläpp från förbränning av grov- och finrensavfall på Renovas anläggning i Göteborg inkluderas här. Enligt uppgift från Renova så ger gallerrenset från Ryaverket upphov till 0,6 ton fossil koldioxid per ton gallerrens som kommer in (Detterfelt, 2020). Uppgifter saknas om avfallentreprenörens hantering av de övriga avfallsslagen, till exempel verksamhetsavfall.

Biogasuppgradering och användning av biogas i fordon

Vid biogasuppgraderingen på Arendal behövs en hel del fossila insatsvaror för att uppgradera biogasen till fordonsgas. Detta inkluderar bland annat propan och naturgas. Det uppstår även ett visst metanläckage från anläggningen. Uppgifter för detta hämtas årligen från miljörapporten för Arendal biogasanläggning som Göteborg Energi utger (Göteborgs Energi, 2020b).

Växthusgasemissioner från jordproduktion, kompostering och slamspridning på åkermark

Denna kategori inkluderar både koldioxid, metan- och lustgasemissioner från jordproduktion, kompostering och slamspridning på åkermark. Teoretiska emissionsfaktorer används för alla kategorier som innefattar: lastning och spridning av slam, direkta och indirekta lustgasemissioner och metanemissioner för de olika användningsområdena: jordproduktion, kompostering och slamspridning på åkermark. För ytterligare detaljer hänvisas till beräkningsverktyget för klimatpåverkan där alla referenser för respektive användningsområde finns listade.

Lustgas- och metanemissioner från slamlagring

Slammet som produceras vid Ryaverket korttidslagras öppet i stora högar på Gryaab's tomt, i genomsnitt i 3 veckor. Dessa emissioner har i ett projekt på Gryaab under 2014 och 2015 uppmätts både före och efter implementering av serierötning vid sammanlagt 5 olika tillfällen (Samuelsson et al., 2018). Förändringen från parallell till seriell rötning verkar ha haft en signifikant effekt på metanutsläppet från slamhögen. Emissionen var i medeltal ca 22 kg CH₄/timme när parallell rötning

kördes, att jämföra med 9,9 kg CH₄/timme vid seriedrift av rötkamrarna. Sedan 2016 körs rötkamrarna i serie och det värde som används är 9,9 kg CH₄/timme.

Innan slammet används på åkermark så hygieniseras det genom långtidslagring i 6 månader (av entreprenör på extern plats utanför Ryaverket). Då kan både metan- och lustgasemissioner uppstå. Dessa har inte uppmätts av Gryaab utan beräknas teoretiskt utifrån värden som anges av Willén et al. (2011).

Transport av slam, rens och kemikalier

Slammet transporteras i lastbilar som drivs med MK1-diesel med 7% inblandning av RME (RapsMetylEster). Diesel av MK1 innehåller också HVO (Hydrogenated Vegetable Oil), vilket i Sverige består av HVO av många olika restprodukter. Vanligast är slaktavfall, ca 40 %, och PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) vilket är en biprodukt från palmolja, ca 40 %, men även tallolja, palmolja, teknisk majsolja och rapsolja. Importen görs framförallt från Indonesien. Vad gäller rens och kemikalietransporter har det antagits att de använder samma bränsle som slamtransporterna. Jämfört med slamtransporterna är kemikalie- och renstransporterna väldigt få och skillnaden blir marginell om det antas fossil diesel, HVO eller en blandning därav. Emissionsfaktorn som används är 2,61 CO_{2e}/liter, sammanräknad utifrån de emissionsfaktorer som miljöfordon.se/bilar/miljoepaaverkan anger. Miljöfordon.se rekommenderas som källa av Göteborgs stad.

Lustgas- och metanemissioner i recipient

I recipient sker gradvis nedbrytning av det kväve som kvarstår i avloppsvattnet när det släpps ut från Ryaverket. Det kan antas resultera i lustgasutsläpp, vilka beräknas med 0,003 kg N₂O/kg N i utgående avloppsvatten (Foley et al., 2008). Utsläppt organiskt material bryts också ned, vilket kan resultera i metangasutsläpp. Detta beräknas enligt vad IPCC anger, d.v.s. 0,021 kg CH₄/kg BOD i utgående avloppsvatten (IPCC, 2019).

Produktion av fossil kolkälla

För produktion av fossil metanol används emissionsfaktorn 600 kg CO_{2e}/ton där det antas att den produceras från naturgas. För den fossilfria metanolen (Vulcanol), som till viss andel användes under 2018, används emissionsfaktorn 150 kg CO_{2e}/ton. Dessa emissionsfaktorer uppdaterades under 2019 i beräkningsverktyget i samband med projektet fossilfri kolkälla 2030, intern länk: R:\Projekt\800-konton\D2003 Fossilfri kolkälla 2030\7. Rapport.

Produktion av övriga processkemikalier

För övriga processkemikalier föreligger stora osäkerheter då vissa använda emissionsfaktorer är gamla och teoretiska och inte nödvändigtvis speglar just den typ av kemikalie som Gryaab använder. Andra emissionsfaktorer har fått direkt från producenterna själva, vilket skulle kunna vara problematiskt eftersom det kan föreligga incitament att ange låga utsläpp. De emissionsfaktorer som används listas i Tabell. För järnsulfat anger vissa leverantörer att det är en restprodukt som därmed inte utgör någon klimatbelastning. Kronos Titan, från vilka Gryaab köper järnsulfat, allokera en del av totalutsläppen från produktionen av titandioxid (d.v.s. processen som järnsulfaten är en biprodukt från) till järnsulfatproduktionen, och det värdet de anger är vad som använts i beräkningarna. Propan används på biogasuppgaderingsanläggningen vid Arendal som drivs av Göteborg Energi.

Tabell 8. Emissionsfaktorer för produktion av övriga kemikalier som ingår i kartläggningen av klimatpåverkan.

Kemikalie	Värde (kg CO _{2e} /ton)	Referens
Polymerer	2260	BTC Europe (2020)
Järnsulfat	303	Kronos Titan (2020)
PAC (PAX-18, Ekoflock 90)	536	INCOPA (2014)
Fosforsyra	1417	EcoInvent Databas 2.0
Propan	602	EcoInvent Databas 2.0
Natriumhypoklorit	890	IPCC AR5

Utsläpp från produktion och användning av bränsle till interna fordon, nödkraft och reservaggregat

En del av Gryaabs interna fordon körs på fossil diesel, medan den diesel som används till reservaggregat och nödkraft är EcoPar A (paraffinolja). Emissionsfaktorn (80 g CO_{2e}/MJ) som använts för diesel är med 5 % inblandning av RME och inkluderar produktion, distribution och användning enligt Miljöfaktaboken (Gode et al., 2011). EcoPar A minskar utsläppen av koldioxid med 30–50 % enligt tillverkarna själva (EcoPar, 2020). Det har antagits 30 % minskning i denna kartläggning.

Tjänsteresor

Underlag från utsläpp från resor i tjänsten har erhållits från Trafikkontorets sammanställning avseende Gryaabs resor med tåg, flyg, bil och taxi. För drivmedel för tjänsteresor med egen bil finns inga uppgifter, det har istället antagits att det är bensin med 5% etanol som används och en förbrukning på i snitt 0,6 liter per mil. Emissionsfaktorer har använts från Miljöfaktaboken (Gode et al., 2011). För år 2014 saknas data för resor med tjänstebil, 2015 års data har då använts istället.

Utsläpp från produktion av flygbränsle finns inte heller några uppgifter för utan det har antagits att det går åt 0,044 liter per säte och km i ett genomsnittligt flygplan som används vid tjänsteresa (Boeing 737). Emissionsfaktorer har använts från Miljöfaktaboken (Gode et al., 2011).

Uppgifterna om flygresor 2015 kommer från resebyrån Via Egencia som Gryaab använde tidigare. Beräkningen av klimatpåverkan gjordes då av trafikkontoret. För år 2018 kommer uppgifterna om flygresor och klimatpåverkan från resebyrån Via Egencia.

3.2.4. Undvikna utsläpp

Biogas ersätter fordonsdiesel

I scope 3 antas att den producerade biogasen ersätter fordonsdiesel. Detta gör att fossila utsläpp undviks när istället biogas används. Emissionsfaktorn för undviken produktion och användning av diesel är 291 ton CO_{2e}/GWh enligt Miljöfaktaboken av Gode et al. (2011).

Slam ersätter mineralgödsel och torv

Den andel av slammet som används på åkermark antas ersätta produktion av konstgödsel, dvs. kväve (N), fosfor (P) och kalium (K). Detta beräknas utifrån hur mycket av N, P och K som finns i slammet (uppmäts på Gryaab) och hur mycket som finns kvar efter 6 månaders lagring (4% minskning av totalkväve antas baserat på Sommer et al. 2001) och därefter att en klimatbelastning undviks enligt Tabell 9.

Tabell 9. Undviken klimatbelastning då slam ersätter konstgödsel.

Ämne	Värde	Enhet	Referens
Kväve	3,9	kg CO _{2e} /kg	Yara (2013); Jenssen & Kongshaug (2003)
Fosfor	0,51	kg CO _{2e} /kg	Jenssen & Kongshaug (2003)
Kalium	0,38	kg CO _{2e} /kg	Jenssen & Kongshaug (2003)

Den andel av slammet som används till jordprodukter har antagits ersätta användningen av torv med 30% och att då 400 kg CO_{2e}/ton torv kan undvikas enligt Boldrin et al. (2009).

Kolinlagring i mark

När slammet används på mark binds också det kol som finns i slammet ner i marken, vilket ger undviken klimatpåverkan. Med den metod som valts för att beräkna effekten av olika växthusgasemissioner (GWP 100) måste det kol som finns kvar i slammet vara lagrat under en tidsperiod på minst 100 år för att kunna anses utgöra en kolinlagring. I beräkningarna baseras kolinlagringen på mängden VS i slammet vid spridning, dvs. förluster under lagring beaktas. VS-mängden omräknas till kol, baserat på omvandlingsfaktorerna 1,48 kg COD/kg VS och 0,37 kg C-tot/kg COD (University of Cape Town, 1984). Här antas sedan att en viss andel av det kol som appliceras på jordbruksmark inte omsätts utan lagras över en 100-årsperiod. Omsättningen av kol i mark påverkas av en rad faktorer, bland annat temperatur och mikrobiologisk aktivitet i jorden och kan därför variera stort från område till område och dessutom påverkas av den form som kolet föreligger i slammet. Liksom i Foley et al. (2010) görs här antagandet att 10 % av kolinnehållet finns kvar som ett kollager i jorden efter 100 år.

Förbränning av rens ger fjärrvärme och el

Förbränning av det rens som uppstår på Ryaverket ger upphov till fjärrvärme och el, vilket tillgodoräknas som undvikna utsläpp. Förbränning av ett ton rens ger 1,8 MWh värme och 0,3 MWh el (Detterfelt, 2020). Den producerade värmen och elen antas ersätta genomsnittlig värme och el från Göteborgs Energi och därmed leda till undvikna utsläpp om 73 g CO_{2e}/kWh samt 58 g CO_{2e}/kWh, respektive. Därtill återvinns metall från rensset, vilket innebär ytterligare en klimatnytta. Denna är emellertid inte kvantifierad i denna rapport.

3.3. Granskning

För att säkerställa kvalitet har rapporten genomgått intern granskning på Gryaab. Extern granskning av den första versionen av rapporten har utförts av Ramböll.

4. Resultat och resultatanalys

4.1. Övergripande resultat

Gryaabs klimatbelastning under verksamhetsåren 2010, 2014 och 2018 har beräknats till ca 36 000, ca 38 000 respektive ca 33 000 ton CO_{2e} per år. Det har alltså varierat relativt mycket mellan dessa år. Den något högre klimatpåverkan år 2014 beror på flera saker, bland annat att mer fossil kolkälla användes och att en stor del av slammet komposterades och användes till jordprodukter istället för på åkermark. Det kan därför sägas att 2014 inte är ett representativt år, utan att klimatbelastningen ligger kring 35 000 ton CO_{2e}/år för driften av Ryaverket ett "normalår" för Gryaab. Scope 1 står för den

största påverkan alla år och därefter scope 3. Gryaabs klimatbelastning per ansluten person har beräknats för respektive år och är mellan 43–54 kg CO_{2e}/person, år. Se Tabell och Tabell.

Tabell 10. Klimatbelastning under verksamhetsåren 2010, 2014 och 2018 fördelat på scope 1, 2 och 3.

Klimatbelastning	2010 (ton CO _{2e})	2014 (ton CO _{2e})	2018 (ton CO _{2e})	% av total klimatbelastning
Scope 1	20 344	22 908	18 980	57–60 %
Scope 2	3 637	1 189	1 366	3–10 %
Scope 3	11 676	13 892	12 889	33–39%
Totalt	35 657	37 989	33 235	100 %

Tabell 11. Klimatbelastning, antal anslutna till Ryaverket och klimatpåverkan per ansluten person respektive år.

Kategori	Enhet	2010	2014	2018
Klimatbelastning	ton CO _{2e}	35 657	37 989	33 235
Anslutna personer till Ryaverket	Antal	658 114	725 617	778 790
Totalt per ansluten person	kg CO _{2e}	54	52	43

I Tabell redovisas även klimatpåverkan i relation till volymen avloppsvatten och reningen av kväve och fosfor. Det kan utläsas att det är stora skillnader beroende på vilken funktionell enhet klimatbelastningen divideras med.

Tabell 12. Klimatbelastning omräknat för andra funktionella enheter.

Klimatpåverkan	Enhet	2010	2014	2018
Totalt	ton CO _{2e}	35 657	37 989	33 235
Per avlägsnat kväve	ton CO _{2e} /ton N _{tot}	16	18	12
Per avlägsnat fosfor	ton CO _{2e} /ton P _{tot}	89	98	75
Per m ³ behandlat vatten	kg CO _{2e} /m ³	0,26	0,28	0,27

4.1.1. Undvikna utsläpp

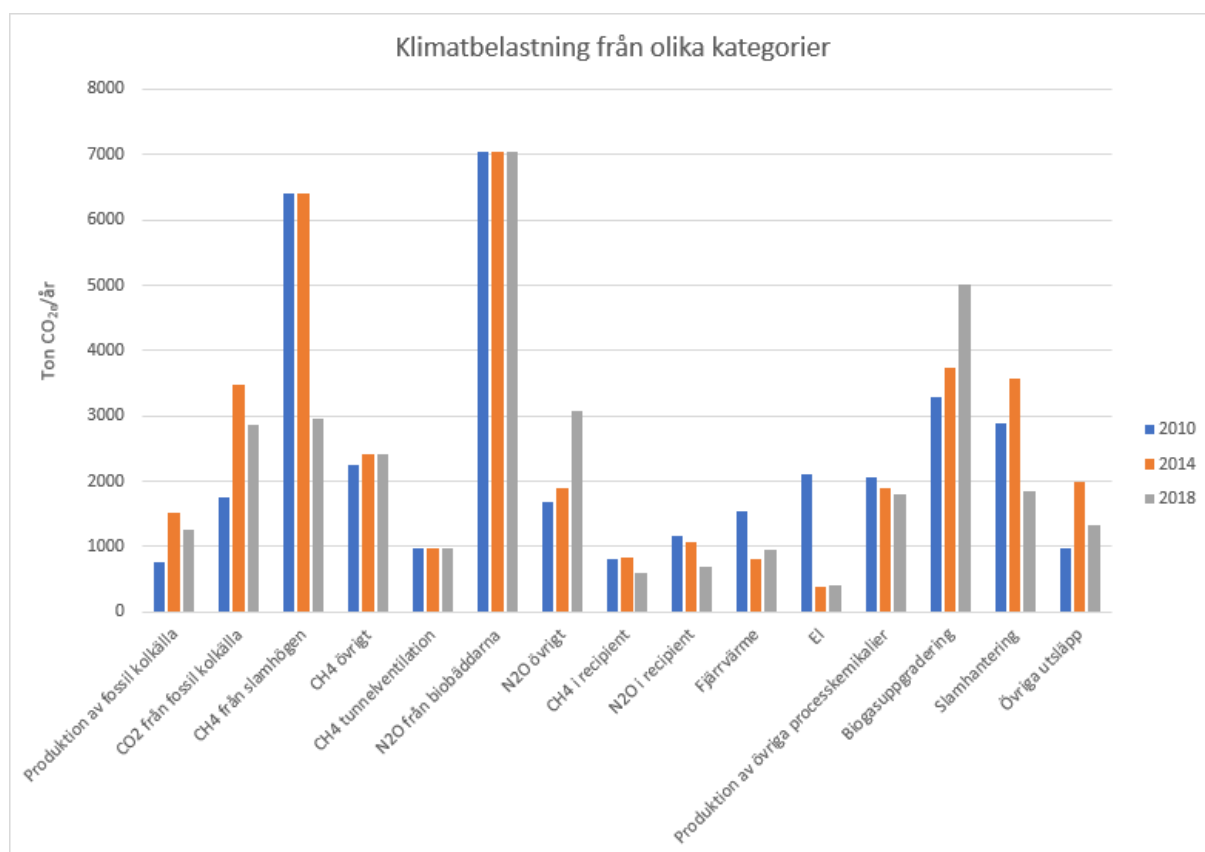
När den producerade biogasen används som fordonsgas och slammet ersätter mineralgödsel och torv samt bidrar till kolinlagring, kan emissioner motsvarande 16 000–20 000 ton CO_{2e} undvikas. Tabell.

Tabell 13. Undvikna emissioner respektive år.

Kategori	2010 (ton CO _{2e})	2014 (ton CO _{2e})	2018 (ton CO _{2e})
Biogas ersätter fordonsdiesel	-15 950	-14 330	-18 270
Slam ersätter mineralgödsel	-5	-206	-510
Slam ersätter torv	-1336	-689	-374
Kolinlagring i mark	-1476	-742	-1083
Förbränning av rens ger värme och el	-119	-150	-136
Totalt undvikna emissioner	-18 886	-16 117	-20 373

4.1.2. Skillnader mellan olika år

Den totala klimatpåverkan har kategoriserats utifrån de största utsläppsposterna för år 2010, 2014 och 2018, se Figur 3.



Figur 3. Klimatbelastning för respektive år uppdelat i olika kategorier.

För kategorin "CH₄ från slamhögen" ses en substantiell nedgång mellan 2014 och 2018. Det beror på att rötningskamrarna nu opererar i serie snarare än parallellt, vilket har visat sig sänka utsläppen markant (Samuelsson et al., 2018).

Kategorin ”CH₄ övrigt” inkluderar läckage från online-instrument och säkerhetsventiler samt uppmätta metanemissioner från biobäddar, slambyggnad, sandfång, försedimentering, aktivt slam, efterdenitrifikation och eftersedimentering enligt resultat från ett utvecklingsprojekt som drevs 2014/2015 (Samuelsson et al., 2018). Den största posten i denna kategori är uppmätta metanemissioner från slambyggnaden och sandfånget som sammanlagt utgör ca 1200 ton CO_{2e}/år. Det har dock inte gjorts några nya mätningar av metanemissioner från slambyggnaden efter byte av slamavvattningsprocess från centrifuger till skruvpressar (2016). Det kan antas att metanemissionerna nu är likvärdiga eller högre med de nya skruvpressarna då det är större mängd slam (som potentiellt producerar gas) i varje skruvpress.

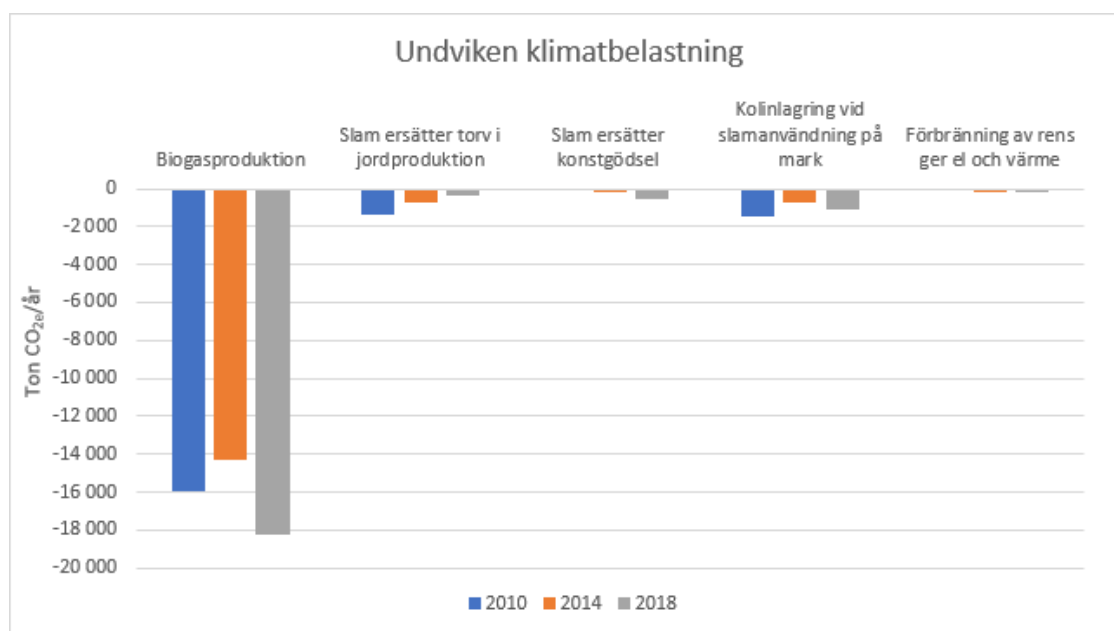
Kategorin ”N₂O övrigt” inkluderar uppmätta lustgasemissioner från efterdenitrifikation och rejektivattenrening enligt resultat från ett utvecklingsprojekt 2019/2020, dessa nya processer gör att lustgasemissionerna ökade med ca 900 ton CO_{2e}. I kategorin ingår också lustgasemissioner från slamlagring hos entreprenör före användning samt uppmätta lustgasemissioner från tunnelventilation, slambyggnad, sandfång, försedimentering, aktivt slam, efterdenitrifikation och eftersedimentering enligt resultat från ett utvecklingsprojekt som drevs 2014/2015, se tidigare angivna referenser.

Kategorin ”biogasuppgradering” inkluderar metanläckage, energianvändning, propan- och naturgastillsats vid uppgradering samt emissioner vid användning av biogasen i fordon. Den största påverkan fås från tillsats av propan (ca 3000 ton CO_{2e} år 2018) och tillsatt naturgas (ca 1700 ton CO_{2e} år 2018).

Kategorin ”slamhantering” inkluderar både metan- och lustgasemissioner från jordproduktion, kompostering och slamspridning på åkermark. Den största delen utgörs av direkta och indirekta lustgasemissioner vid kompostering och användning av kompost för jordproduktion (ca 1200 ton CO_{2e} år 2018).

Kategorin ”övriga utsläpp” inkluderar fackling av biogas, tjänsteresor, förbränning av rens, drivmedel till slam- och kemikalietransporter samt diesel till nödkraft och reservaggregat. Den största delen utgörs av förbränning av rens (ca 600 ton CO_{2e} år 2018), fackling av biogas (ca 500 ton år 2018) och tjänsteresor (ca 100 ton CO_{2e} år 2018).

Undviken klimatbelastning illustreras i Figur 4.



Figur 4. Undviken klimatbelastning för respektive år.

Kategorin ”biogasproduktion” står som synes för den absoluta merparten av de undvikna utsläppen.

De olika utsläppskällorna som kartlagts presenteras i storleksordning i Tabell.

Tabell 14. Utsläppskällorna från Ryaverket 2018.

Utsläppskälla	Utsläpp (ton CO ₂ e)
Direkta lustgasutsläpp från biobädden	7048
Fossil kolkälla till efterdenitrifikation	4128
Varav produktion av fossil kolkälla	1254
Varav direkta koldioxidutsläpp vid respiration av fossil kolkälla i efterdenitrifikationsbassängerna	2874
Emissioner relaterade till biogasuppträdning	5017
Övriga lustgasutsläpp	3082
Direkta metanutsläpp från slamhögen	2949
Övriga metanutsläpp	2407
Emissioner från jordproduktion, kompostering och slamspridning på åkermark.	1852
Produktion av övriga processkemikalier	1811

Utsläppskälla	Utsläpp (ton CO _{2e})
Övriga utsläpp	1316
Metanemissioner från tunnelventilation	970
Indirekta utsläpp vid produktion av fjärrvärme	949
Lustgasemissioner i recipient	683
Metangasemissioner i recipient	605
Emissioner från elproduktion och distribution	417

4.1.3. Scope 1

Direkta utsläpp under scope 1 har beräknats till ca 20 300 ton, ca 22 900 ton och ca 19 000 ton CO_{2e} under respektive år, se Tabell. Utsläpp under scope 1 utgör 57% av Gryaabs klimatbelastning under 2018. Lustgasemissioner från de nitrifierande biobäddarna har den enskilt största påverkan på klimatet och det uppskattas i ett projekt 2014/2015 att 87% av alla lustgasutsläppen härstammade från biobäddarna. Detta resultat baserades dock på ett fåtal mätningar och har inte verifierats med ytterligare mätningar sedan dess. Av metangasutsläppen kom ca 80 % från slamhögen och knappt 20 % från tunnelventilation enligt samma projekt från 2014/2015.

Tabell 15. Klimatpåverkan under scope 1 angivet i ton koldioxidekvivalenter (ton CO_{2e}) respektive år.

Kategori	2010 (ton CO _{2e})	2014 (ton CO _{2e})	2018 (ton CO _{2e})
Direktutsläpp av metangas	8650	8676	5036
Direktutsläpp av lustgas	8547	8547	9414
Direktutsläpp av fossil koldioxid från fossil kolkälla i efterdenitrifikationsbassängerna	1745	3483	2874
Direktutsläpp av metan från tunnelventilation (Bräcke och Flöjelbergsgatan)	970	970	970
Direktutsläpp av lustgas från tunnelventilation (Bräcke och Flöjelbergsgatan)	170	170	170
Fackling av biogas	262	1063	517
Totalt	20 344	22 908	18 980

4.1.4. Scope 2

Indirekta utsläpp under scope 2 omfattar produktion av elektricitet och värme och har beräknats till ca 3600, ca 1200 och ca 1400 ton CO_{2e} för respektive år. Klimatbelastningen härstammar primärt från produktion och distribution av fjärrvärme.

Fjärrvärmeanvändningen har minskat från 2010 till 2018, tack vare optimeringar och att biogasprocessen kan köras vid en lägre temperatur, 35 grader, jämfört med tidigare 37 grader. Eftersom konventionell fjärrvärme köps in är klimatbelastningen ändå relativt stor från fjärrvärmen då ca 12% av fjärrvärmen kommer från fossila källor.

Totalt används mycket el på Ryaverket och ökar stadigt, från 36 GWh år 2010 till 41 GWh år 2018, dock innebar bytet från konventionell el till vindel år 2014 att klimatbelastningen för elanvändningen sjönk rejält mellan 2010 och 2014. Se Tabell.

Tabell 16. Klimatpåverkan under scope 2 angivet i ton koldioxidekvivalenter (ton CO_{2e}) respektive år.

Kategori	2010 (ton CO _{2e})	2014 (ton CO _{2e})	2018 (ton CO _{2e})
Fjärrvärme	1537	806	949
El	2100	383	417
Totalt	3637	1189	1366

4.1.5. Scope 3

Utsläpp under scope 3 har beräknats till ca 11 800, ca 14 000 och ca 13 000 ton CO_{2e} respektive år. Klimatbelastning härstammar främst från biogasuppträdning, produktion av fossil kolkälla och övriga processkemikalier samt emissioner från jordproduktion, kompostering och slamspridning på åkermark. Se Tabell.

Tabell 17. Klimatpåverkan under scope 3 angivet i ton koldioxidekvivalenter (ton CO_{2e}) respektive år.

Kategori	2010 (ton CO _{2e})	2014 (ton CO _{2e})	2018 (ton CO _{2e})
Avfallshantering (rens)	481	604	547
Biogasuppträdning: läckage, energianvändning, propan- och naturgastillsats. Samt emissioner vid användning i fordon.	3290	3733	5017
Växthusgasemissioner från jordproduktion, kompostering och slamspridning på åkermark.	2882	3580	1852
Lustgasemissioner från slamlagring före användning	6	224	546
Metanemissioner från slamlagring före användning	4	130	320
Transport av slam-, rens- och kemikalier	169	285	226
Lustgasemissioner i recipient	1160	1064	683
Metanemissioner i recipient	802	838	605

Kategori	2010 (ton CO _{2e})	2014 (ton CO _{2e})	2018 (ton CO _{2e})
Produktion av fossil kolkälla	761	1520	1254
Produktion av övriga processkemikalier	2070	1883	1811
Produktion och användning av diesel till interna fordon	6	8	2
Produktion och användning av bränsle till nödkraft och reservaggregat	-	1,1	1,1
Tjänsteresor med egen bil (utsläpp från tillverkning av drivmedel, antar bensin)	0,3	0,2	0,1
Tjänsteresor i tjänstebil (utsläpp från tillverkning av drivmedel)	-	1,0	1,1
Tjänsteresor med flyg (utsläpp från produktionen av flygbränsle)	0,7	0,5	0,4
Tjänsteresor, egen bil (utsläpp från fordonen)	4,3	2,2	1,5
Tjänsteresor flyg (utsläpp från transporten)	20	14	11
Tjänsteresor i tjänstebil (utsläpp från fordonen)	20	4,5	10
Totalt	11 676	13 891	12 889

4.2. Tjänsteresor per medarbetare

Klimatpåverkan för tjänsteresor är måttlig för Gryaab jämfört med påverkan från verksamheten, avloppsvattenrening och den har minskat sedan 2010. Klimatpåverkan från tjänsteresor per person anställd på Gryaab upptar dock år 2018 17 % av den antagna framtida hållbara nivån för en persons hela klimatpåverkan (enligt remissversionen av Göteborgs Stads miljö- och klimatprogram (Göteborgs Stad, 2020)). Denna beräkning visar att varje resa behöver motiveras och övervägas noga om samhällets totala klimatmål för 2030 ska uppnås. Se Tabell.

Tabell 18. Tjänsteresor som genomförs på Gryaab och andel av definierad hållbar utsläppsnivå per anställd som går åt till tjänsteresor.

Kategori	Enhet	2010	2014	2018
Total klimatpåverkan från tjänsteresor	ton CO _{2e}	46	22	24
Anställda på Gryaab	antal	80	93	98
Totalt resor per anställd	ton CO _{2e} /anställd	0,6	0,2	0,2

4.3. Vidtagna åtgärder för att reducera klimatbelastningen

Sedan den första kartläggningen 2011 har ett antal åtgärder genomförts som direkt eller indirekt har syftat till att minska klimatbelastningen. De viktigaste är övergång till vindel, att driva rötkastrarna i

serie (i stället för parallellt), täckning av slamsilo och att mer slam används i jordbruk. Dock kan inte alla summeras eftersom de delvis överlappar varandra.

Att det totalt sett blir en blygsam minskning av klimatpåverkan från 2010 till 2018 trots genomförda åtgärder beror i huvudsak på att kvävereningen förbättrats genom utökad denitrifikation, där fossil kolkälla används, se Tabell.

Tabell 19. Tidigare genomförda åtgärder som reducerat Gryaabbs klimatpåverkan. Investeringskostnader är omräknade till årskostnader via annuitetsmetoden med antagen ränta på 3%.

Åtgärd	Genomfört år	Minskning (ton CO _{2e} /år)	Uppskattad tillkommande årskostnad (kr/år)	Kostnad (kr/ton CO _{2e})	Kommentar
Ombyggnad av slamsilo och tillhörande gasinstallationer	2013	1 860	2 900 000	1559	Med en investeringskostnad på 50 MSEK och en avskrivningstid på 25 år blir årskostnaden cirka 2,9 MSEK/år.
Byte av inköpt el till lokal vindel	2014	8886	188 000	21	
Byte av returslampumpar och ledningar	2014	147	560 000	3810	Med en investeringskostnad på 15 MSEK, en avskrivningstid på 25 år och elbesparingar om cirka 300 000 kr/år blir årskostnaden cirka 560 000 SEK/år
Ökad mängd Revaq-slam från 6 till 21%	2012–2014	585	Ej kvantifierat	-	
Ökad biogasproduktion från 71 till 73 GWh	2016	575	Ej kvantifierat	-	Den ökade biogasproduktionen uppskattas leda till besparingar om närmare 500 000 SEK per år. Totalkostnader för åtgärder är ej kvantifierade.
Rötkammare drivs i serie istället för parallellt	2016	3455	Ej kvantifierat	-	
Byte av ca 593 belysningsarmaturer	2017	38	38 000	1000	Med en investeringskostnad på 0,9 MSEK, en avskrivningstid på 25

Åtgärd	Genomfört år	Minskning (ton CO _{2e} /år)	Uppskattad tillkommande årskostnad (kr/år)	Kostnad (kr/ton CO _{2e})	Kommentar
					år och besparingar om ca 14 000 kr/år blir årskostnaden cirka 38 000 SEK/år.
Byte av 250 ton fossil metanol till fossilfri	2017	456	2 135 000	4682	
Ökad mängd Revaq-slam från 21 till 55%.	2014–2018	1097	Ej kvantifierat	-	

Det är tydligt från Tabell att kostnaden, i termer av kr/ton CO_{2e}, har varierat kraftigt för de olika åtgärderna. Det bör dock understrykas att flera av åtgärderna inte hade som huvudsyfte att minska utsläpp av växthusgaser, varför det inte nödvändigtvis är meningsfullt eller rimligt att allokeras hela kostnaden till denna minskning. Till exempel byttes returslamporna ut 2014 delvis för att spara el och därmed kostnader, för att förlänga livslängden, ge bättre flexibilitet för driften och för att förbättra arbetsmiljön. Minskad klimatpåverkan från denna åtgärd bör betraktas som en bonus.

För de åtgärder som för vilka det explicita syftet var att minska kolfotavtrycket skiljde sig också kostnaderna kraftigt: mellan drygt 20 kr/ton CO_{2e} för byte till vindel och nästan 5000 kr /ton CO_{2e} för byte till fossilfri kolkälla för denitrifikationsprocessen.

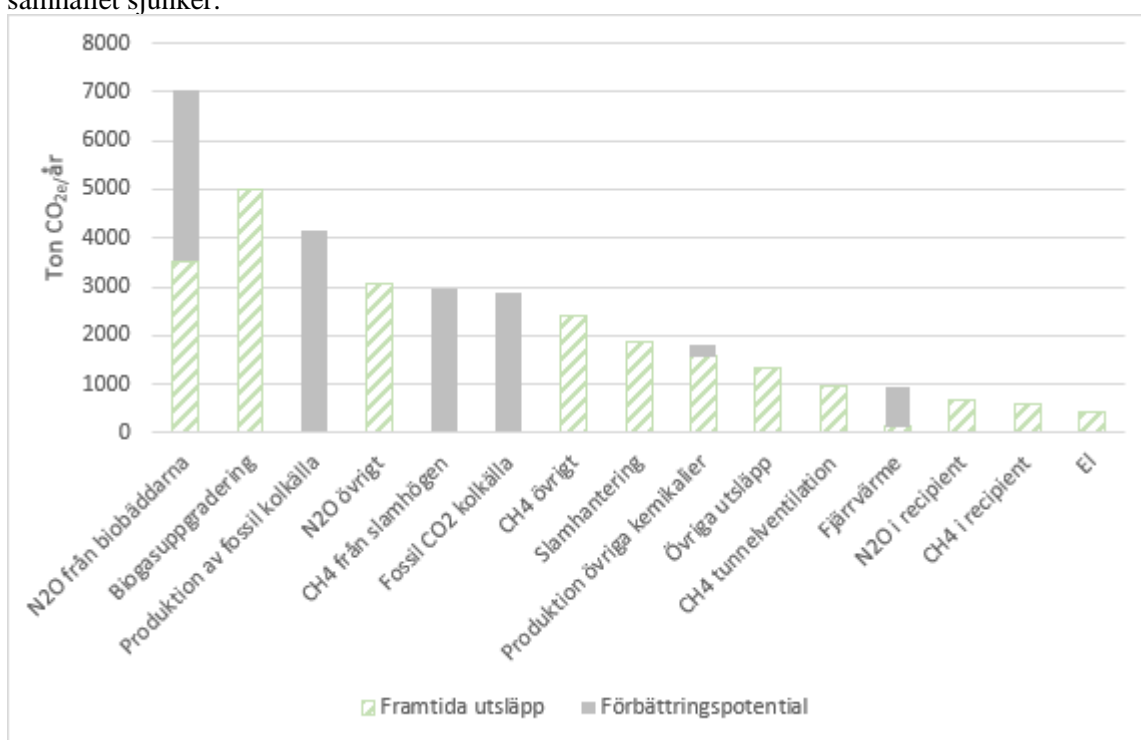
4.4. Åtgärder inklusive kostnader för att ytterligare reducera klimatbelastningen

4.4.1. Åtgärder relaterade till processen på Ryaverket

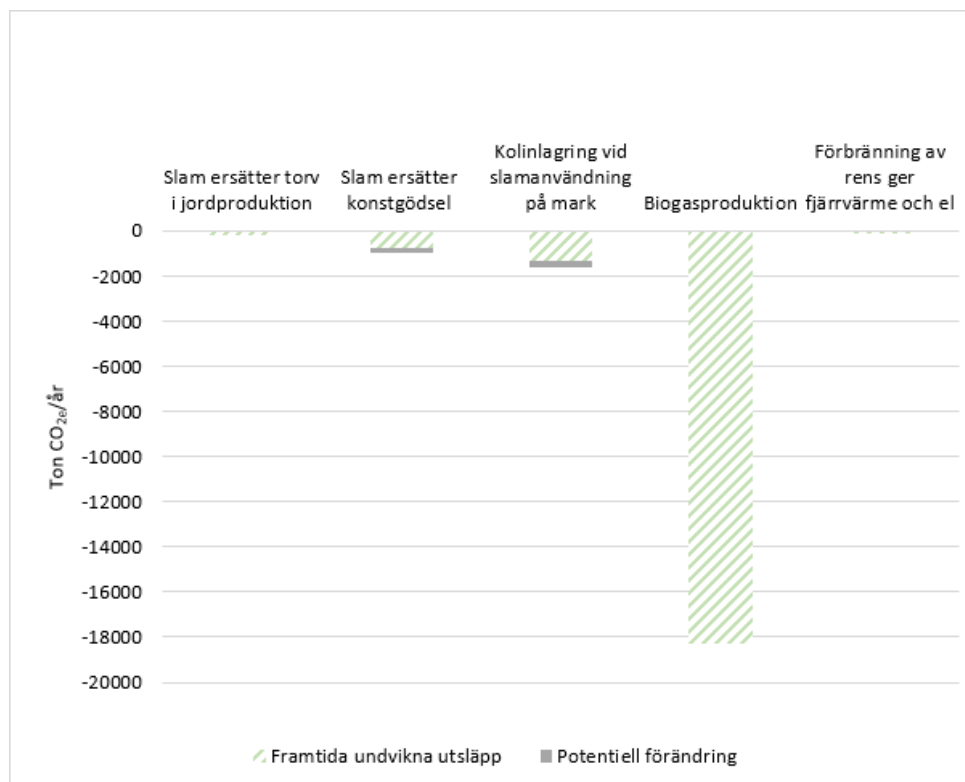
Flera åtgärder som redan 2011 identifierades skulle innebära en signifikant reduktion av klimatbelastningen från driften av Ryaverket. I Figur 5 presenteras dagens klimatbelastning som total höjd på staplarna, den möjliga minskningen av klimatbelastning i grått, och kvarvarande klimatbelastning med grönstreckad stapel. För flera kategorier har det bedömts möjligt att komma ner till noll klimatbelastning och ingen stapel syns alltså. Vad gäller undviken klimatbelastning så kan denna också förbättras genom att mer av slammet återförs till åkermark, vilket gör att mer kolinlagring kan ske och mer konstgödsel kan ersättas.

De identifierade åtgärderna för att minska Gryaabs klimatbelastning uppgår till ca 15 000 ton/år vilket innebär att det nästan går att nå klimatneutralitet med nuvarande beräkningsgrunder. I ett framtida scenario med ökade flöden, fler anslutna personer och skärpta utsläppskrav är det inte säkert att det är tekniskt möjligt att nå netto noll klimatpåverkan. I en framtida värld när fordonsdriften sker utan fossila bränslen och gödsel framställs med enbart förnybar energi kan Gryaab inte heller tillgodoräkna sig de externa undvikna klimatutsläppen. I det fallet blir heller inte Gryaabs verksamhet ”klimatneutral” om inte alla de egna emissionerna av fossila växthusgaser kan reduceras. Se Figur 5, Figur 6 och Figur 7. Detta visar hur det nuvarande målet om att bli ”klimatneutralt” är ett svårt mål att

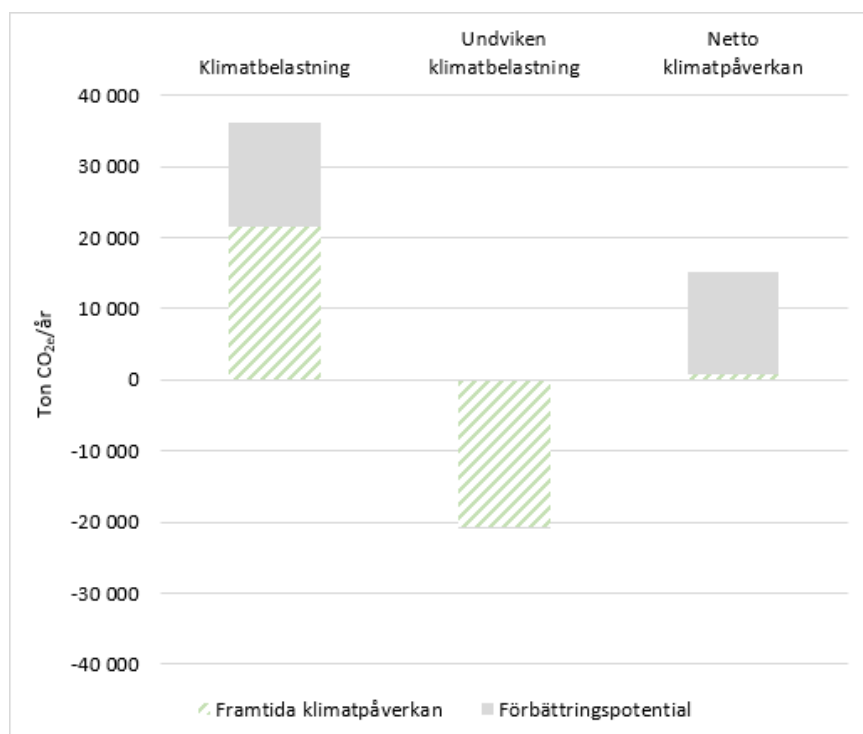
uppnå. I ett samhälle där övriga utsläpp är små finns det inga eller små undvikna utsläpp utanför den egna verksamheten att tillgodoräkna sig. Ett tydligt dilemma är hur användning av biogas ska tillgodoräknas. Ska det antas ersätta diesel, som idag, eller naturgas, eller användas för produktion av el och värme som används istället för förnybar el och värme? Biogas blir fortsatt värdefull som resurs, men värdet för att minska klimatpåverkan kommer att minska efterhand som klimatpåverkan från samhället sjunker.



Figur 5. Nuvarande klimatbelastning (2018) som total höjd på staplarna, möjlig framtida klimatbelastning som grönrandiga staplar. För t.ex. kategorin produktion av fossil kolkälla är det alltså möjligt att komma ner till nollutsläpp.



Figur 6. Undvikna klimatbelastning i dagsläget (2018) och potential till förbättring. Förbättringspotentialen är beräkningsmässigt jämnt fördelad över två kategorier men innefattar i verkligheten också utökad kolinlagring.



Figur 7. Nuvarande klimatbelastning, undvikna utsläpp samt förbättringspotential. Om de klimatbelastade emissionerna minskar enligt möjliga åtgärder kan "netto" klimatpåverkan bli nära noll.

4.4.2. Identifierade möjligheter för att minska klimatbelastningen från processen

Ett antal åtgärder eller förändringar som skulle påverka Gryaabs klimatpåverkan har identifierats i olika sammanhang. För några av dem har kostnadsberäkningar av varierande kvalitet och omfattning genomförts. Åtgärderna och eventuella kostnadsuppskattningar redovisas i Tabell.

I den första delen av tabellen listas ombyggnader och processförändringar som har utretts i olika sammanhang och som är kostnadsuppskattade. Var för sig har åtgärderna betydande potential att sänka Gryaabs årliga växthuspåverkan med motsvarande 2000 till drygt 7000 ton CO₂/år. Flera av åtgärderna är överlappande, det vill säga att om exempelvis slamsilos byggs för att undvika att släppa ut metan från slamhögen så blir den tillkommande vinsten av att dessutom torka slammet lägre. Kostnaderna skiljer sig mycket mellan de olika åtgärderna. Den tillkommande kostnaden kan reduceras för åtgärder som har andra nyttor för Gryaab. Detta gäller exempelvis om biobäddarna kan byggas om till processanläggning som ger bättre rening eller om slamsilos dessutom antas ha nyttan att frigöra mark som kan användas för annat ändamål. I nedre delen av tabellen listas några förändringar och möjligheter där en viss klimatförbättring kan uppstå, ibland samtidigt som en besparing görs, genom att exempelvis mindre resurser används. I dessa fall kan små förbättringar uppstå samtidigt som besparingar görs. För några av åtgärderna kan en fossilbaserad produkt eventuellt bytas mot en förnybar. Här återstår att utreda till exempel lagringsbarhet, funktion, prisskillnader och leveranssäkerhet för att ett informerat beslut om byte av produkt ska kunna tas.

Tabell 20. Uppskattade kostnader per år och beräknade minskningar i koldioxidekvivalenter per år för identifierade möjliga framtida ombyggnader och processförändringar som utretts i olika sammanhang. Investeringskostnader är omräknade till årskostnader via annuitetsmetoden med antagen ränta på 3%.

Åtgärd	Minskning (ton CO _{2e} /år)	Uppskattad tillkommande årskostnad, kr/år	Kostnad i kr/ton minskad CO _{2e}	Kommentar
Bygga slamsilos för att minska direktutsläppen av metan till atmosfär	2949 (max)	<14 000 000 kr/år	<4800	Investeringskostnad har antagits vara 271 MSEK. Med en avskrivningstid på 30 år blir då årskostnaden cirka 14 MSEK/år. Om kostnad motsvarande övriga nyttor avräknas blir den kostnad som belastar klimatnyttan lägre.
Torka slammet för att minska direktutsläppen av metan till atmosfär	2949 (max)	<20 000 000 kr/år	<6 800	Översiktlig kostnadsuppskattning i samband med framtagande av slamstrategi. Investeringskostnad för en torkanläggning bedöms bli ca 230 MSEK. Med en driftkostnad på 6,7 MSEK/år och en avskrivningstid på 25 år blir årskostnaden cirka 20 MSEK/år. Nyttor utöver klimatnyttor ej inräknade.
Bygga om biobäddar till nitrifikation med rörliga bärare.	7048 (max) (hälften antas)	<21 000 000 kr/år	<4 000	Investeringskostnaden har antagits vara 420 MSEK i enlighet med Gryaabs remissvar till Göteborgs Miljö och Klimatplan 2020. Enbart kapitalkostnader inkluderas eftersom driftkostnaden för nitrifikation är oberoende av ombyggnaden. Med en avskrivningstid på 30 år blir årskostnaden cirka 21 MSEK/år. Inga övriga nyttor tillgodoräknade. Vid förnyad utredning kan en mindre komplex lösning ge lägre kostnad.
Byta ut fossil metanol mot biobaserad metanol som kolkälla	2348 (BioMCN) / 3999 (Södra)	4 600 000 (BioMCN) / 11 700 000 (Södra) kr/år	1960 (BioMCN) / 2920 (Södra)	Kostnadsbedömning enligt Fossilfri kolkälla 2030. Enligt detta projekt finns två huvudalternativ till dagens kolkälla: biometanol från BioMCN och biometanol från Södra. Biometanol från Södra är dyrare än den från BioMCN, men har också ett lägre kolfotavtryck, och därmed högre potential för minskning av koldioxidutsläpp.

Åtgärd	Minskning (ton CO _{2e} /år)	Uppskattad tillkommande årskostnad, kr/år	Kostnad i kr/ton minskad CO _{2e}	Kommentar
Investera i uppgraderingsanläggning för biogasen som facklas.	2542	4 200 000 kr/år	1650	Investeringskostnad för en uppgraderingsanläggning med en total kapacitet av 4 MW beräknas bli ca 34 MSEK och ger en årskostnad av ca 4,2 MSEK/år med en återbetalningstid av 10 år. Det bör noteras att detta inte nödvändigtvis är ett realistiskt alternativ i dagsläget eftersom det saknas både anslutning till gasnät och lagringskapacitet för den producerade gasen.
Tillskottsvattenmängd minskar med 10 %.	110	- 505 000 kr/år	-4 500	Besparing av fällningskemikalier för direktfällning ingår. Övriga kostnader och vinster för Gryaab och Gryaabs ägarkommuner när åtgärder för att minska tillskottsvatten ingår inte.
Byta till ej fossilbaserade polymerer	234	<i>Ej kvantifierat</i>	-	
Byte av fjärrvärme till 0 % fossilt Bra Miljöval	819	320 000 kr/år	390	
Byta bränsle till Ecopar Bio i nödkraft/reservaggregat och tjänstebilar	10	<i>Ej kvantifierat</i>	-	
Ytterligare öka slam till jordbruk från ca 55 % till 80 %.	782	<i>Ej kvantifierat</i>	-	Ingår i Gryaabs långsiktiga mål och är beroende av lagstiftning och fortsatt minskat föroreningsinnehåll i slammet.
Utreda att minska dricksvattenförbrukningen för polymerberedning för att istället använda till	8,7	- 1 150 000 kr/år	-132 000	Eventuell effektivitetsminskning för polymeren eller arbetsmiljörisiker är inte kvantifierade.

Åtgärd	Minskning (ton CO_{2e}/år)	Uppskattad tillkommande årskostnad, kr/år	Kostnad i kr/ton minskad CO_{2e}	Kommentar
spolvatten (renat avloppsvatten).				

4.4.3. Möjligheter att bidra till minskad klimatbelastning som samhällsinstitution

Utöver processtekniska åtgärder på Ryaverket har Gryaab även möjlighet att bidra till minskad klimatbelastning via åtgärder på medarbetar- och organisationsnivå. Sådana åtgärder specificeras bland annat i Göteborgs Stads miljö- och klimatprogram 2021 – 2030. T.ex. nämns här åtgärder såsom att flygresor bör undvikas i möjligaste mån, och att maten som serveras skall kunna klassas som 'miljömåltider'. Gryaab har inte kvantifierat miljönyttan av sådana åtgärder.

4.5. Bedömning av kostnader ur ett samhällsperspektiv

Värderingen av kostnaderna för minskade CO₂-utsläpp är till stor del beroende på vilken värderingsmodell som används. Till exempel vilken diskonteringsränta man använder, om man tar med alla risker för större katastrofer, ackumulerade effekter på ekonomin m.m. Det finns många värderingsmetoder till exempel skadekostnad till följd av koldioxidutsläpp, metod som utgår ifrån att fastställda politiska mål eller marknadspriser. Om man använder en skadekostnadsansats så beräknas värderingen utifrån marginalkostnaden för de långsiktiga skadeverkningarna av koldioxidutsläpp. Beroende på bland annat vilka effekter och vilka etiska val som görs har ekonomer kommit fram till värderingar av kostnaden mellan 100 kr och 12 000 kr per ton utsläpp av koldioxid. Gryaab har undersökt om andra bolag och förvaltningar i Göteborgs staden har nyckeltal för skadeverkningarna av CO₂-utsläpp. Följande aktörer inom staden har kontaktats:

- Stadshus AB
- Framtiden AB
- Göteborgs Spårvägar AB
- Göteborgs Hamn
- Göteborg Energi
- Göta Lejon
- Grefab
- Renova AB
- Liseberg AB
- Business Region
- Intraservice
- Miljöförvaltningen

Undersökningen innehöll följande frågeställningar:

1. Har ni genomfört motsvarande riktade satsningar på klimatåtgärder? Ange gärna några exempel.
2. Har ni i era investeringsbeslut vägt investerings- och driftkostnad mot årligt minskat CO₂-utsläpp?
3. Vad anser ni är en rimlig kostnad per ton minskat/undviken CO₂-utsläpp?

Av de tillfrågade svarade bara 5 aktörer, ingen har vägt in vilka kostnader de är beredda att ta per minskat ton CO₂-utsläpp.

Klimatklivet är ett investeringsstöd till lokala och regionala åtgärder som minskar utsläppen av koldioxid och andra gaser som påverkar klimatet. Satsningen är en del av statsbudgeten beslutad av riksdagen. Naturvårdsverket och Länsstyrelsen ansvarar gemensamt för att fördela bidragen. De investerade medlen ska ge största möjliga utsläppsminskning per investerad krona. Klimatklivet

beviljar stöd för åtgärder som ger minst 0,75 kg CO_{2e}-minskning i utsläpp per investerad krona. En investering på 100 miljoner kr måste alltså minst ge en reduktion på 75 000 ton CO_{2e}. Omräknat motsvarar detta att man tagit en kostnad på ca 1 300 kr/ton CO_{2e}.

Göteborgs kommuns betalningsvilja för klimatinvesteringar har visat sig ligga på ca 1 500 kr/ton CO_{2e}-minskning utifrån värdet på de åtgärder som politiskt drivits igenom med utgångspunkt från rapporten Fossilfritt Göteborg – vad krävs (R2018:13).

Blickar vi mot Trafikverket har de gjort en uppskattning i rapport ”Åtgärder för ökad andel godstransporter på järnväg och med fartyg – redovisning av regeringsuppdrag, s 32 där följande finns angivet

”I ett europeiskt perspektiv har skadeverkningarna av CO₂-utsläpp historiskt varit relativt högt värderade i Sverige och bedöms idag ligga på en jämförbar nivå. Tyskland har emellertid nyligen uppgraderat och kraftigt höjt värderingen av Co₂ till nuvarande 0,18 euro/kg, vilket kan jämföras med den nuvarande svenska värderingen som är 1,14 kr/kg. Nyligen har en översyn av CO₂-värderingen i ASEK gjorts och en ny värdering kommer att gälla från och med den 1 april 2020. Den nya värderingen uppgår till 7 kr/kg utsläpp och baseras på den maximala nivån på reduktionspliktsavgiften istället för som tidigare på koldioxidskatten. Tillämpningen av den nya värderingen kommer att gälla från och med den 1 april 2020. Utöver översynen av CO₂-värdering pågår också ett arbete kopplat till värderingen av kostnaderna för luftföroreningar, där bland annat slitagepartiklar ingår.”

4.6. Förbättringsmöjligheter

Resultatet i denna utredning påverkas direkt av datatillgänglighet och beräkningsfaktorer. Följande förbättringsmöjligheter har identifierats som skulle öka kvalitén på utredningen ytterligare och säkerställa att resultatet än bättre representerar verkliga utsläpp.

- Uppdatering av beräkningsverktyget för klimatpåverkan:
 - Gå igenom referenser och nya studier
 - Uppdatera emissionsfaktorerna utifrån ovan genomgång
 - Genomgång av beräkningar och antaganden gjorda i verktyget
 - Benchmark mot andra avloppsreningsverk
- Göra fler mätningar vad gäller direktutsläpp av metan och lustgas från Ryaverket.
- Kartlägga och inkludera fler delar t.ex. avfallsfraktioner, inköp, nyinvesteringar
- Kartlägga och inkludera utsläpp från tillverkning av material som köps in t.ex. byggmaterial, underhåll och reservdelar, arbetsmaskiner.

5. Slutsatser

Följande slutsatser kan dras:

- Klimatbelastningen från Gryaabs verksamhet ligger kring 35 000 ton CO_{2e}/år. Gryaabs verksamhet bidrar också till undvikna utsläpp i dagens system, kring 20 000 ton CO_{2e}/år.
- Flera åtgärder har identifierats som signifikant skulle minska klimatbelastningen från Gryaabs verksamhet om de genomfördes.
- En del åtgärder kräver att utredningar startas medan andra kan genomföras omedelbart.

- Det är möjligt att nå mycket låg klimatpåverkan, nära klimatneutralitet, från driften av Ryaverket med de identifierade åtgärderna och aktuella beräkningsgrunder.
- Det finns ett behov av att säkerställa dataunderlaget.
- Det finns åtgärder i Göteborg Stads miljö- och klimatprogram som kan implementeras på Gryaab.

6. Referenser

- Boldrin, A., Andersen, J.K., Møller, J., Christensen, T.H. och Favoino, E. (2009). Composting and compost utilization: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. *Waste Management and Research*. 27, pp. 800-812
- BTC Europe, 2020. Personlig kommunikation Stefan Sjögren. 2020-04-15.
- Brown, S., Beecher, N. och Carpenter, A. (2010). Calculator tool for determining greenhouse gas emissions for biosolids processing and end use. *Environmental Science & Technology*, vol. 44(24), pp. 9509-9515
- Delre, A., ten Hoeve, M., Scheutz C. (2019). Site-specific carbon footprints of Scandinavian wastewater treatment plants, using the life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production* 211 pp. 1001-1014
- Detterfelt L. (2020). Mailkommunikation 2020-11-18. Renova AB.
- Ecoinvent Databas 2.0
<https://www.ecoinvent.org/>
- EcoPar (2020). <https://www.ecopar.se/drivmedel/ecopar-a/> Hämtat 2020-03-27
- Elforsk (2008). Miljövärdering av el – med fokus på utsläpp av koldioxid. EME Analys AB och Profu i Göteborg AB, med stöd från Elforsk AB.
- Foley, J., Lant, P. och Donlon, P. (2008). Fugitive Greenhouse Gas Emissions from Wastewater Systems. *Water*, 38, 2, ss.18-23.
- Foley, J., de Haas D., Hartley, K. och Lant, P. (2010). Comprehensive life cycle inventories of alternative wastewater treatment systems. *Water Research*, vol. 44(5), ss.1654-1666.
- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Fruergaard, T. och Astrup, T. (2011). Optimal utilization of waste-to-energy in an LCA perspective. *Waste Management*, vol. 31, 3, ss. 572-582.
- Gode, J., Martinsson, F., Hagberg, L., Öman, A., Höglund, J. och Palm, D. (2012). Miljöfaktaboken 2011 – uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter. Värmeforsk, Stockholm, Sweden.

Gustavsson, D. J. I. och Tumlin, S. (2013). Carbon Footprints of Scandinavian Wastewater Treatment Plants. *Water Science and Technology* 68(4), ss. 887-893.

Göteborgs Energi, 2020a. Miljövärden för fjärrvärme och fjärrkyla.
<https://www.goteborgenergi.se/kundservice/dokument-blanketter/miljovarden-for-fjarrvarme-och-fjarrkyla>

Göteborgs Energi, 2020b. Miljörapporter.
<https://www.goteborgenergi.se/kundservice/dokument-blanketter/miljorapporter>

Göteborgs Stad, 2020. Göteborgs Stads Miljö- och klimatprogram 2021-2030.
<https://goteborg.se/wps/wcm/connect/d4253b12-96ba-48c9-88f1-a0596b54603b/G%C3%B6teborgs+Stads+milj%C3%B6-+och+klimatprogram+2021-2030.pdf?MOD=AJPERES>

Henriksen, L., Bak, J. och Andersen, H. (1995). Ammoniakfordampning fra landbruget – Behov og muligheder for regulering, Miljøprojekt 283, Miljøstyrelsen.

Hüther, L., F. Schuchardt och T. Wilke (1997). Emissions of Ammonia and Greenhouse Gases during Storage and Composting of Animal Manures, in: Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities, Proceedings of the International Symposium, 327-334. AB Rosmalen, the Netherlands: NVTL.

Incopa, 2014. Life Cycle Analysis of Leading Coagulants.
https://www.incopa.org/wp-content/uploads/2019/02/INCOPA_LCA_Executive_Summary_web.pdf

IPCC (2013). Working group 1 contribution to the IPCC fifth assessment report: Climate change 2013: The physical science basis. Draft Underlying Scientific-Technical Assessment.
http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5_WGI-12Doc2b_FinalDraft_All.pdf

IPCC (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge.
https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/5_Volume5/19R_V5_6_Ch06_Wastewater.pdf

Jenssen, T. K. och Kongshaug, G. (2003). Energy consumption and greenhouse gas emissions in fertiliser production. In: Proceedings No. 509. The International Fertiliser Society, London, UK.

Kronos Titan, 2020. Personlig kommunikation Oeivind Gundersen. 2020-10-20.

Samuelsson J., Delre A., Tumlin S., Hadi S., Offerle B., Scheutz C. (2018). Optical technologies applied alongside on-site and remote approaches for climate gas emission quantification at a wastewater treatment plant. *Water Research* 131, 299-309.

Sommer, S. G., H. B. Møller och S. O. Petersen: Reduktion af drivhusgasemission fra gylle og organisk affald ved biogasbehandling, DJF, Nr. 31, 2001

Tumlin, S., Gustavsson, D., Schott, A.B.S. (2014) Svenskt Vatten Utveckling - Klimatpåverkan Från Avloppsreningsverk. SVU-rapport 2014-02.

Yara (2013). Klimatavtryck. http://www.yara.se/doc/30031_Klimatavtryck_broschyr.pdf

Willén, A., Rodhe, L., Jönsson, H. And Pell, M. (2011). Comparison of reduction potential of greenhouse gases from storage of different types of sewage sludge under Swedish conditions. Presenterat vid konferensen IWA Holistic Sludge i Västerås, Sverige maj 2013.

Om Gryaab

Gryaab jobbar för ett renare hav och en bättre miljö! Det är vi på Gryaab som tar hand om avloppsvattnet från Ale, Bollebygd, Göteborg, Härryda, Kungälv, Lerum, Mölndal och Partille. Förutom vatten från hushåll tar vi också emot vatten från industrier och andra verksamheter. Gryaabs reningsverk Ryaverket ligger på Hisingen i Göteborg. Här renar vi avloppsvattnet och tar bort en stor del av de näringsämnen som bidrar till övergödningen i havet och återför det i kretsloppet i form av biogas och behandlat slam. Det renade vattnet släpps ut Göta älv och får rinna vidare till havs. Sedan starten 1972 har bolaget gjort miljösatningar för miljarder kronor i tunnlar och reningsverk. Det har gjort att regionens vattendrag befriats från utsläpp av avloppsvatten och har bidragit till ett renare hav.

Fler Gryaab rapporter finns tillgängliga på Gryaabs webbplats gryaab.se eller kan fås efter förfrågan till info@gryaab.se.