
Svenskt Vatten

UTVECKLING

Rapport

Nr 2025-14

Från teori till praktik på vägen mot klimatneutral VA

Anna Maria Sundin

Marcus Ahlström

Sebastian Schwede

Svenskt Vatten

UTVECKLING

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området.

Författarna är ensamt ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 167 14 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 167 51 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se

RAPPORTENS TITEL	Från teori till praktik på vägen mot klimatneutral VA
TITLE OF THE REPORT	From theory to practice on the path towards a climate-neutral water and wastewater sector
FÖRFATTARE	Anna Maria Sundin, RISE, Marcus Ahlström, RISE, Sebastian Schwede, Mälardalens universitet
RAPPORTNUMMER	2025-14
ANTAL SIDOR	61
SAMMANDRAG	Syftet med projektet var att stärka kompetensen och skapa ett gemensamt ramverk för att minska klimatpåverkan från VA-sektorn. Projektet genomfördes som ett samverkansprojekt mellan forskare, konsulter och åtta VA-organisationer. En viktig slutsats är att samverkan, tydliga mål och systematisk uppföljning tillsammans med mätning, kartläggning och prioritering av åtgärder är avgörande för att lyckas på vägen mot klimatneutral VA. Projektet har tagit fram ett åtgärdsbibliotek baserat på de deltagande VA-organisationernas erfarenheter samt en serie minifilmer som stöd för andra VA-organisationer.
SUMMARY	The purpose of the project was to strengthen competence and to co-create a framework to reduce the climate impact of the public water sector. The project was carried out as a collaboration between researchers, consultants, and eight public water utilities. An important conclusion is that collaboration, clear goals, and systematic follow-up – along with measurements, mapping, and prioritisation of actions – are crucial steps towards creating a climate-neutral water sector. The project has compiled a library of actions based on the experiences of participating organisations, as well as a series of short films to support other utilities.
SÖKORD	Klimatneutral VA, klimatneutralitet, klimatmål, växthusgasemissioner, växthusgasutsläpp, växthusgaser, emissioner, mätning, lustgasmätning, metanmätning, lustgas, metan, energieffektivisering, energineutralitet, åtgärdsbibliotek, GHG-protokollet, samverkan
KEYWORDS	Climate-neutral water and wastewater services, climate neutrality, climate targets, greenhouse gas emissions, greenhouse gases, emissions, measurement, nitrous oxide measurement, methane measurement, nitrous oxide, methane, energy efficiency, energy neutrality, library of actions, GHG Protocol, collaboration
MÅLGRUPPER	VA-huvudmän, myndigheter, konsulter, leverantörer och entreprenörer
RAPPORT	Finns att hämta hem som pdf från Vattenbokhandeln. https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/
UTGIVNINGÅR	2025
UTGIVARE	© Svenskt Vatten AB
REFERENS	Sundin A. M., Ahlström M. och Schwede S. (2025). <i>Från teori till praktik på vägen mot klimatneutral VA</i> . SVU-rapport 2025-14. Stockholm: Svenskt Vatten.

Om projektet

PROJEKTNUMMER	24-106
PROJEKTETS NAMN	Från teori till praktik på vägen mot klimatneutralitet
PROJEKTETS FINANSIERING	Svenskt Vatten Utveckling, Enköpings kommun, Kretslopp och Vatten (Göteborgs stad), Nodra, Roslagsvatten, SYVAB, Uppsala Vatten och Avfall, Växjö kommun, Örebro kommun och Mistra Inframaint

Förord

Världen står inför betydande klimatutmaningar, och VA-branschen har stora möjligheter att bidra till att minska våra städers och samhällens utsläpp av växthusgaser. Det är inte lätt att minska utsläppen samtidigt som det finns utmaningar med åldrad infrastruktur, stora investeringsbehov, ökade reningskrav och omfattande regelverk som resulterar i komplexa regulatoriska processer. Fler och fler VA-organisationer använder Svenskt Vattens klimatberäkningsverktyg vilket är en bra start för att identifiera möjliga källor till växthusutsläpp, men dessa behöver sedan följas upp med faktiska mätningar för kartläggning och prioritering och uppföljning av utsläppsminskande åtgärder. Projektet skapades efter initiativ från VA-kluster Mälardalen med ambitionen att sammanställa exempel på konkreta åtgärder som kan bidra till en mer klimatneutral VA-bransch. Detta för att utgöra inspiration och beslutsstöd för de VA-organisationer som vill komma vidare i sitt åtgärdsarbete.

Projektet är ett samverkansprojekt som genomfört en workshopserie med fyra workshoppar under hösten och vintern 2024/2025. Inför varje workshop har de deltagande VA-organisationerna fått förberedelseuppgifter som har presenterats och diskuterats under workshoppen, och detta material utgör en viktig del av projektets leverans och gemensamma lärande. Inbjudna experter har bidragit till såväl workshoppar, rapport och resultatsammanställning. Projektet genomfördes under perioden juni 2024 till september 2025 i samverkan mellan RISE, Mälardalens universitet, Norconsult, Enköping kommun, Kretslopp och Vatten (Göteborgs stad), Nodra, Roslagsvatten, SYVAB, Uppsala Vatten och Avfall, Växjö kommun och Örebro kommun. Projektet finansierades med medel från Svenskt Vatten Utveckling och projektparterna. Mistra Inframaint har bidragit till finansiering av framtagandet av minifilmer. Projektets resultat redovisas dels i denna rapport, dels som ett åtgärdsbibliotek som tillgängliggörs via VA-kluster Mälardalens webbplats, samt via en serie informativa minifilmer.

Projektgruppen utgjordes av Anna Maria Sundin, Marcus Ahlström, Sebastian Schwede, Madelen Malm, Anna Norström, Magnus Holmgren, Theo Voulgaridis, Lova Lundquist Baumgartner, Maja Lundell, Maria Wadsborn, Diana Arvidsson, Per Wollin, Simon Keminsky, Louise Boisen, Sara Stake, Tiina Kluge, Patrik Nilsson, Frida Vourinen, Bodil Widell, Niclas Carlborg och Erik Sellgren. Utöver den huvudsakliga projektgruppen deltog andra kollegor från de deltagande VA-organisationerna samt de inbjudna experterna Christian Baresel, Kristina Stark Fujii, Mattias Westerlund, Karin Sundström, Maria Neth, Kalle Pelin och Lars C Johansson.

Projektgruppen vill rikta ett stort tack till Svenskt Vatten Utveckling, Mistra Inframaint och alla medverkande, projektinterna såväl som externa, som har bidragit till genomförandet av projektet. Ert gedigna engagemang och bidrag till projektet ända fram till mål har varit ovärderligt.

Anna Maria Sundin, projektledare

Innehåll

Förord	2
Sammanfattning	4
Summary	5
1 Bakgrund	6
1.1 Om projektet	7
1.2 Syfte och mål	8
2 Teori	9
2.1 Klimatneutralitet – vad menas egentligen?	9
2.2 Utsläppskategorier (scopes) inom GHG-protokollet	10
2.3 Bokförings- och konsekvensperspektivet som verktyg	12
2.4 Utsläppspriser kontra kostnad för åtgärder	13
3 Resultat	14
3.1 Klimatmål	14
3.2 Direkta utsläpp Scope 1 (drift och ledningsprojekt)	16
3.3 Indirekta utsläpp Scope 2 (energi)	22
3.4 Indirekta utsläpp Scope 3 (uppströms och nedströms VA-organisationen)	28
3.5 Upphandling som verktyg	30
3.6 Strategier och åtgärder för klimatneutralitet	31
4 Sammanfattande slutsatser och diskussion	35
Referenser	37
Bilaga A Åtgärdsbibliotek	41

Sammanfattning

Syftet med projektet var att stärka kompetensen och skapa ett gemensamt ramverk för att minska klimatpåverkan från VA-sektorn. Projektet genomfördes som ett samverkansprojekt mellan forskare, konsulter och åtta VA-organisationer. En viktig slutsats är att samverkan, tydliga mål och systematisk uppföljning tillsammans med mätning, kartläggning och prioritering av åtgärder är avgörande för att lyckas på vägen mot klimatneutral VA. Projektet har tagit fram ett åtgärdsbibliotek baserat på de deltagande VA-organisationernas erfarenheter samt en serie minifilmer som stöd för andra VA-organisationer.

För att möta EU:s och Sveriges klimatomål behöver VA-sektorn minska sina växthusgasutsläpp. Projektet har fokuserat på att tydliggöra VA-branschens utsläpp enligt en global standard i det som kallas GHG-protokollet (*Greenhouse Gas Protocol*). Standarden har tre utsläppskategorier (scopes): Scope 1 – direkta utsläpp från den egna verksamheten, Scope 2 – indirekta utsläpp från inköpt energi, och Scope 3 – indirekta utsläpp från aktiviteter uppströms och nedströms den egna verksamheten.

VA-sektorn bidrar till växthusgaser i alla tre kategorierna. Utsläpp i Scope 1 sker bland annat genom direkta utsläpp av lustgas från reningsprocesser, utsläpp av metan vid biogasproduktion och slamlagring, samt utsläpp av koldioxid från transporter och arbetsmaskiner. Indirekta utsläpp i Scope 2 kommer från inköpt energi som behövs för pumpning, reningsprocesser, drift och underhåll. Indirekta utsläpp i Scope 3, dvs. upp- och nedströms den egna verksamheten, kommer bland annat från inköp av utrustning, material, kemikalier och transporter.

Fyra workshoppar genomfördes under 2024–2025 där deltagarna delade erfarenheter, identifierade utsläppskällor och diskuterade åtgärder. Resultaten från workshopserien visar att det finns stor potential att minska branschens utsläpp av växthusgaser genom bättre mätning, processoptimering, energieffektivisering och klimatsmarta upphandlingar. Exempel på viktiga åtgärder inkluderar minskade metan- och lustgasutsläpp genom förbättrad slamhantering och rejektvattenrening, byte till fossilfria bränslen i fordonsflottor, energieffektivisering genom utbyte av blåsmaskiner, klimatsmarta materialval i anläggningsprojekt (som grön betong och bioplaströr), samt upphandling med klimatkrav på drivmedel, kemikalier och entreprenader.

Projektet har tagit fram ett åtgärdsbibliotek och en serie minifilmer. Filmerna ska fungera som stöd för VA-organisationer som inte har deltagit i projektet. Åtgärdsbiblioteket finns som bilaga i rapporten och publiceras dessutom på VA-kluster Mälardalens webbplats där det kan utvecklas vidare, och där även minifilmerna visas. En viktig slutsats är att samverkan, tydliga mål och systematisk uppföljning är avgörande för att lyckas på vägen mot klimatneutral VA. Det krävs också bättre mätmetoder, särskilt för lustgas och metan, samt ökad förståelse och samverkan för att minska Scope 3-utsläpp.

Trots utmaningar som varierande systemgränser, olika kommunala mål och brist på tydliga definitioner av klimatneutralitet visar projektet att det finns många genomförbara åtgärder. Flera ger dessutom synergier i form av minskade kostnader, ökad resurseffektivitet och förbättrad miljöprestanda. Projektet visar att vägen mot klimatneutral VA kräver både strategiska beslut och praktiska åtgärder – från teori till praktik.

Summary

The purpose of the project was to strengthen competence and to co-create a framework to reduce the climate impact of the public water sector. The project was carried out as a collaboration between researchers, consultants, and eight public water utilities. An important conclusion is that collaboration, clear goals, and systematic follow-up – along with measurements, mapping, and prioritisation of actions – are crucial steps towards creating a climate-neutral water sector. The project has compiled a library of actions based on the experiences of participating organisations, as well as a series of short films to support other utilities.

To meet the climate goals of the EU and Sweden, the public water sector needs to reduce its greenhouse gas emissions. The project focused on clarifying the sector's emissions according to the GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard). The standard includes three emission categories (scopes): Scope 1 – direct emissions from the organisations' operations, Scope 2 – indirect emissions from purchased energy, and Scope 3 – indirect emissions from upstream and downstream activities related to the organisations' operations.

The water sector contributes to emissions in all three categories. Scope 1 emissions include direct emissions of nitrous oxide from treatment processes, methane emissions from biogas production and sludge storage, and carbon dioxide emissions from transport and machinery. Emissions in Scope 2 include purchased energy used for pumping, treatment processes, operations, and maintenance. Emissions in Scope 3 include emissions upstream and downstream the utilities' operation, e.g. from the purchase of equipment, materials, chemicals, and transportation.

Four workshops were held during 2024–2025, where participants shared experiences, identified emission sources, and discussed measures. Results from the workshops show potential to reduce the sector's emissions through improved measurements, process optimisation, energy efficiency, and climate-smart procurement. Key measures include reducing methane and nitrous oxide emissions through improved sludge management and reject water treatment, switching to fossil-free vehicles fleets, improved energy efficiency through the replacement of blowers, climate-smart materials choices in construction projects (e.g. green concrete and bioplastic pipes), and procurements with climate requirements for fuels, chemicals, and construction contracts.

The project has compiled a library of climate actions and a series of short films intended to support the sector as a whole. The measures are included in the report and are also published on VA-kluster Mälardalens website, where it can be further developed. A key conclusion is that collaboration, clear goals, and systematic follow-up are essential for success on the path toward climate-neutral water sector. Improved measurement methods, especially for nitrous oxide and methane, and increased understanding and collaboration are also needed to reduce Scope 3 emissions.

Despite challenges such as varying system boundaries, differing municipal goals, and a lack of clear definitions of climate neutrality, the project shows that many feasible measures exist. Several also offer synergies in the form of reduced costs, increased resource efficiency, and improved environmental performance. The project shows that the path to a climate-neutral water sector requires both strategic decisions and practical actions.

1 Bakgrund

Enligt EU:s Green Deal ska Europa vara klimatneutralt 2050, med delmål för 2030 och 2040 (Europeiska kommissionen u.å.). Städer och deras VA-system spelar en central roll i detta, eftersom de kan bidra till att minska klimatavtrycket. Sverige har också nationella och lokala mål som stöder detta arbete, inklusive det klimatpolitiska ramverket från 2017. EU:s paket för klimatlagstiftning, *Fit for 55*, kräver stora utsläppsminskningar i Sverige. VA-systemet utgör en viktig komponent i samhällets infrastruktur där det finns stora möjligheter att bidra till att minska stadens klimatavtryck. Detta eftersom VA-systemet konsumerar stora mängder energi i form av el och värme. Delar av verksamheterna innebär också direkta utsläpp.

Greenhouse Gas Protocols Corporate Standard (GHG-protokollet) är en frivillig men vedertagen standard och ramverk för att mäta och rapportera växthusgasutsläpp för såväl privat som offentlig sektor. GHG-protokollet skapades och drivs av World Resources Institute (WRI) och World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Inom protokollet delas utsläppen upp i tre olika kategorier, så kallade *scopes*:

- Direkta utsläpp (Scope 1)
- Indirekta utsläpp från energi (Scope 2)
- Indirekta utsläpp upp- och nedströms verksamheten (Scope 3)

VA-sektorn bidrar till stadens klimatavtryck i alla dessa kategorier. Det sker bland annat genom direkta utsläpp av lustgas från reningsprocesser, utsläpp av metan vid biogasproduktion och slamlagring, samt utsläpp av koldioxid från transporter och arbetsmaskiner. Vidare har verksamheterna indirekta utsläpp från energi genom energibehovet för pumpning, reningsprocesser, drift och underhåll. VA-verksamheterna bidrar också till indirekta utsläpp upp- och nedströms verksamheten genom bland annat tillverkning och inköp av utrustning, material, kemikalier och transporter.

I linje med nationella och internationella mål för klimatneutralitet, samt andra hållbarhetsinitiativ, kan VA-branschen demonstrera sitt engagemang för att minska klimatpåverkan, anpassa sig till förändringar och stödja en resurshantering som är i linje med samhällets övergripande hållbarhetsmål. Svenskt Vatten startade 2021 ett initiativ för en branschgemensam klimatambition, *Klimatneutral VA-bransch* (Svenskt Vatten u.å.). För att stödja VA-organisationerna i detta arbete genomförs olika insatser. En av de första aktiviteterna inom initiativet var att IVL Svenska Miljöinstitutet utvecklade ett klimatberäkningsverktyg som fokuserar på drift av VA-anläggningar i alla tre *scopes* enligt GHG-protokollet. Syftet är att verksamheterna ska få en bild av sina största årliga utsläpp, och en komplettering av verktyget gällande klimatpåverkan från ledningsnät är på gång.

Det finns flera tidigare samt pågående SVU-projekt som fokuserar på kvantifiering och minskning av direkta utsläpp, exempelvis genom utveckling av styrstrategier för minskade lustgasemissioner (SVU-projekt 23-109), utveckling och testning av mätutrustning för lustgasmätningar (Baresel et al. 2024), metodutveckling för energi- och klimatberäkningar (SVU-projekt 24-112), framtagning av vägledning kring hur VA-organisationer kan minimera utsläpp för ledningsnätsprojekt (Voulgaridis et al. 2025) samt vägledning för hållbara VA-upphandlingar (Losman & Göthe 2025). Både identifiering av delar av verksamheten med störst klimatpåverkan och styrstrategier för att minimera direkta utsläpp från reningsprocesserna är viktiga delar i klimatneutralitetsarbetet. Återstår gör dock att lyfta blicken och se till faktiska åtgärder i hela verksamheten och att implementera de åtgärder som är effektiva för att minska klimatpåverkan.

1.1 Om projektet

1.1.1 Deltagare

Projektet har genomförts i samverkan mellan RISE Research Institutes of Sweden, Mälardalens universitet, Norconsult och följande VA-organisationer: Örebro kommun, Växjö kommun, Nodra, Enköpings kommun, Uppsala Vatten och Avfall, Syvab, Roslagsvatten samt Kretslopp och vatten (Göteborgs stad).

1.1.2 Metod

Att uppnå klimatneutralitet inom Sveriges VA-bransch, med utmaningar såsom åldrad infrastruktur, stora investeringsbehov, behovet av energiintensiva processer samt ökande miljökrav och komplexa regelverk, är inte lätt. Det upplevs inte vara finansiering som är den primära utmaningen, utan snarare efterfrågas kunskap för att kunna motivera handlingsalternativ. Inom VA-kuster Mälardalen efterfrågar deltagande VA-organisationer stöd för att kunna motivera prioriteringar och kostnader för åtgärdsförslag inom sina egna verksamheter. Stödet som efterfrågas är dels erfarenhetsåterföring från branschkollegor, dels experthjälp. *Från teori till praktik på vägen mot klimatneutralitet* är därför ett samverkansprojekt.

Metoden *samverkansprojekt* är inte ny utan har blivit en relativt vanlig benämning på projekt med flera deltagande parter, bland annat för olika typer av EU-projekt. Det upplägg som detta projekt inspirerats av är utvecklat av universitetet LNEC i Portugal, avsedd för kompetensbyggande inom VA och har tillämpats under ett tjugotal år med goda erfarenheter (Alegre et al. 2015). I Sverige genomfördes ett liknande samverkansprojekt på temat ”smart underhåll VA” under 2023 inom ramen för forskningsprogrammet *Mistra InfraMaint*. Deltog gjorde fem VA-organisationer och utvärderingen visar att deltagarna upplevde ökad trygghet att ta nästa steg i arbetet med smart underhåll, och att de ansåg att denna typ av samarbeten borde göras mer och i fler utmaningar som VA står inför.

Idén och projektplanen för detta projekt har utvecklats tillsammans med medlemmar från VA-kuster Mälardalen. Den har utgått från medlemmarnas efterfrågan på ett gemensamt ramverk för klimatneutralitetsarbetet inom VA-sektorn, tydliga riktlinjer för åtgärder i olika delar av verksamheten, samt svar på följande frågor:

- Vad är effekten av olika vägval mot minskad klimatpåverkan från vatten- och avloppsbranschen?
- Vilka åtgärder för minskad klimatpåverkan har hög potential i VA-sektorn?
- Var i verksamheten bör dessa åtgärder göras?
- Vad är kostnaden och energibehovet för olika åtgärder?

Inom ramen för projektet genomfördes sammanlagt fyra workshoppar under perioden september 2024 till och med januari 2025. Dessa workshoppar var:

- *Workshop 1:* Introduktionsworkshop, där fokus låg på klimatmål och introduktion.
- *Workshop 2:* Scope 1 (direkta utsläpp), där fokus låg på mätning, kartläggning och åtgärder för att minska direkta utsläpp av växthusgaser.
- *Workshop 3:* Scope 2 (indirekta utsläpp från energianvändning), där fokus låg på energi, energieffektivisering, strategier och energineutralitet.
- *Workshop 4:* Scope 3 (andra indirekta utsläpp), där fokus låg på indirekta utsläpp vid användning av kemikalier, tjänster, produkter och anläggningsprojekt. Upphandling som verktyg för att minska klimatpåverkan samt andra möjliga åtgärder presenterades. Workshoppen avslutades med framtagandet av en sammanfattande strategi för klimatneutral VA.

1.1.3 Angränsande projekt

Detta projekt kompletteras av SVU-projekteten *Klimatpraktika för ledningsprojekt inom VA* (Voulgaridis et al. 2025) där fokus ligger på klimatpåverkan av VA-ledningsprojekt, och *Beslutstöd för energi- och klimatåtgärder i VA-sektorn* (SVU-projekt 24-112) där en metodik för framåtblickande analys av energi och klimatpåverkan vid åtgärder i VA-system utvecklas.

1.2 Syfte och mål

Det övergripande syftet för projektet är det gemensamma kompetensbyggandet som gör VA-organisationerna tryggare i att införa åtgärder för minskad klimatpåverkan i hela verksamheten. Genom samverkan skapas en samsyn vad gäller vilka åtgärder som är mest effektiva för att nå klimatneutralitet genom minskad klimatpåverkan, och således en strategi som är relevant för hela VA-Sverige.

Målet med samverkansprojektet är att bidra med beslutsunderlag genom att tydliggöra effekten av olika vägval för att minska klimatpåverkan och att inspirera andra organisationer och aktörer. Resultaten sammanfattas i denna rapport, ett åtgärdsbibliotek i Bilaga A samt informativa minifilmer som publiceras i ett digitalt åtgärdsbibliotek på VA-kluster Mälardalens webbplats (<https://www.va-malardalen.se/>).

2 Teori

Begreppet *klimatneutralitet* har blivit centralt i det globala klimatarbetet, men vad innebär det egentligen? I grunden handlar det om att uppnå en balans mellan de växthusgaser vi släpper ut och de som tas upp av naturliga eller tekniska sänkor. Målet att nå klimatneutralitet är förankrat i internationella överenskommelser som Parisavtalet från 2015 och konkretiseras genom nationella och regionala strategier, såsom EU:s klimatlag (EU 2021/1119) och Sveriges klimatmål (Sveriges klimatlag 2017:720). För VA-sektorn innebär klimatneutralitet inte bara att minska utsläppen, utan också att identifiera möjligheter till energiåtervinning, effektivisering och cirkulära lösningar samt att prioritera rätt åtgärder. I detta kapitel presenteras viktiga definitioner, regelverk och standarder som ger sammanhanget för det praktiska arbetet med klimatneutralitet inom VA-sektorn i Sverige.

2.1 Klimatneutralitet – vad menas egentligen?

Den ursprungliga utgångspunkten för definitionen av klimatneutralitet har varit den globala nivån, där målet är att en balans mellan utsläpp och upptag av växthusgaser. Detta bygger på den vetenskapliga samstämmigheten att växthusgasutsläpp måste begränsas för att motverka klimatförändringarna och minska riskerna för allvarliga konsekvenser som ökande global temperaturökning medför samt för en hållbar global utveckling.

En viktig milstolpe i det internationella klimatarbetet var etableringen av *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), ett internationellt avtal som trädde i kraft 1994 (United Nations Climate Change u.å.). UNFCCC syftar till att stabilisera växthusgashalterna i atmosfären på en nivå som förhindrar farlig mänsklig påverkan på klimatsystemet. En central del av detta arbete är att alla medlemsländer ska utveckla, uppdatera och publicera nationella växthusgasinventeringar, vilket utgör grunden för deras klimatstrategier och åtgärder. Globala riktlinjer och metoder för kvantifiering av växthusgasutsläpp som används i inventeringarna tas fram av expertpanelen *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC).

Ett avgörande steg framåt togs år 2015 när parterna inom UNFCCC enades om Parisavtalet (United Nations Climate Change u.å.). Enligt avtalet ska alla länder ta fram, kommunicera och upprätthålla successiva nationellt bestämda bidrag (NDCs), som anger deras åtaganden för utsläppsminskningar och klimatanpassning (United Nations Climate Change u.å.). Dessa bidrag ska uppdateras vart femte år, och länderna är skyldiga att rapportera sina framsteg. Dock är de specifika utsläppsmålen inte juridiskt bindande, utan avtalet fokuserar på transparens och ansvarsskyldighet genom regelbunden uppföljning.

På europeisk nivå har klimatmålen konkretiserats genom den europeiska klimatlagen (EU 2021/1119), som fastställer juridiskt bindande mål för EU:s medlemsstater. Denna lag anger att EU ska uppnå klimatneutralitet senast år 2050, samt minska utsläppen med minst 55 % till år 2030 jämfört med 1990 års nivåer. Dessa mål understöds av en rad styrmedel och lagstiftning på både EU- och nationell nivå.

Sverige har implementerat ambitiösa klimatmål genom Klimatlagen (SFS 2017:720) som trädde i kraft år 2018. Lagen anger att Sverige ska nå nettonollutsläpp senast år 2045, och därefter uppnå negativa utsläpp genom ytterligare åtgärder och upptag av koldioxid. För att säkerställa att målet uppnås krävs det att regeringen presenterar en årlig klimatpolitisk handlingsplan, där framsteg och nya åtgärder redovisas. I EU:s omarbetade avloppsdirektiv (EU 2024/3019) som trädde i kraft den 1 januari 2025, finns inga specifika krav för klimatneutralitet, däremot tillkommer nya krav om att minska

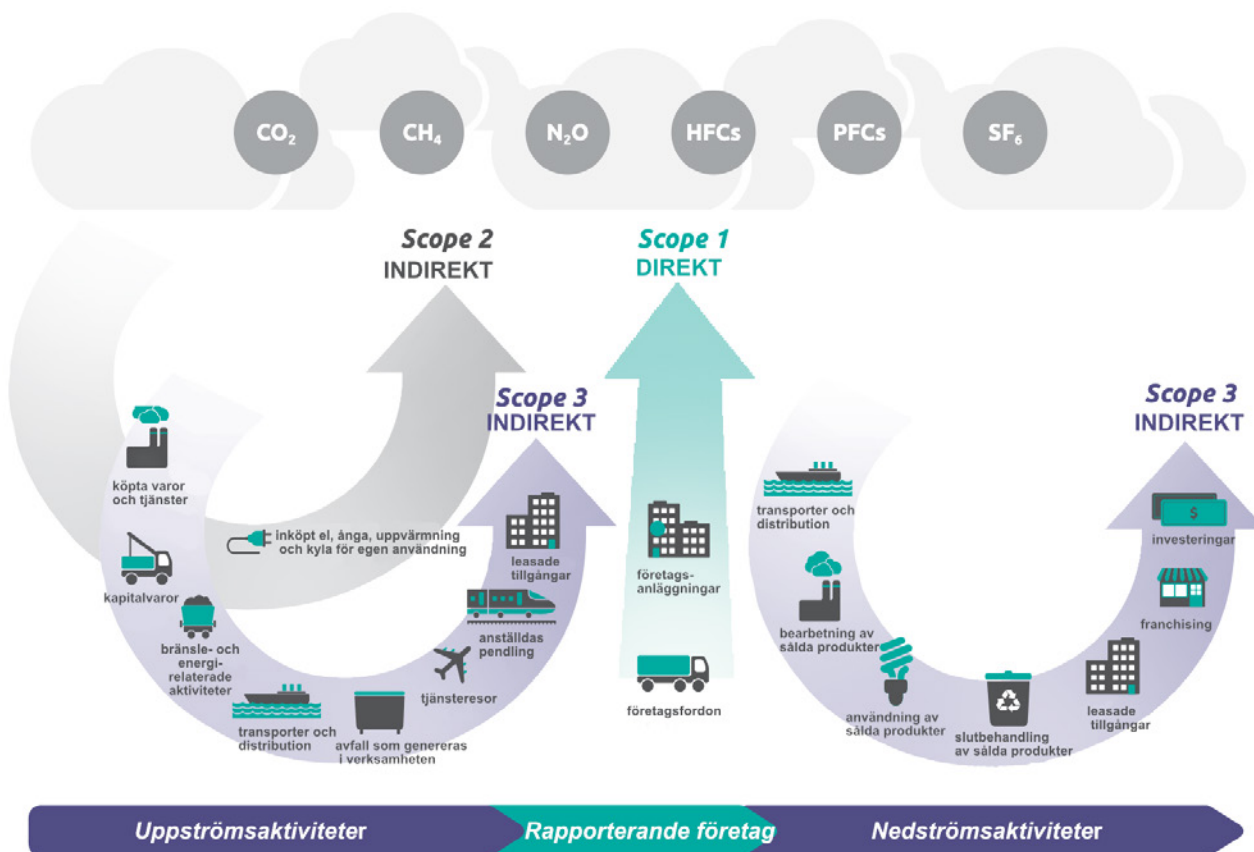
utsläpp av växthusgaser och om energineutralitet som är kopplade till klimatneutralitetsmål. Enligt avloppsdirektivet innebär energineutralitet att avloppsreningsverk med en belastning på minst 10 000 personekvivalenter senast år 2045 (med olika etappmål) ska producera lika mycket energi från förnybara källor som de använder i sin verksamhet. Särskilt fokus ligger på att identifiera och utnyttja potentialen för biogasproduktion eller återvinning och användning av spillvärme, och samtidigt minska utsläppen av växthusgaser.

Branschorganisationen Svenskt Vatten har sedan år 2022 etablerat ett gemensamt arbete för att minska VA-organisationernas klimatavtryck. Initiativet *Klimatneutral VA-bransch* innebär att den gemensamma klimatpåverkan från VA-organisationernas anläggningar ska vara nettonoll. I samband med initiativet har Svenskt Vatten utvecklat klimatberäkningsverktyg för att hjälpa VA-organisationer att kvantifiera och minska sin klimatpåverkan. Dessa verktyg omfattar både drift av VA-anläggningar och anläggningsprojekt för ledningsnät. I SVU-projektet *Klimatpraktika för ledningsprojekt inom VA* (Voulgaridis et al. 2025) har en handbok som ska hjälpa VA-organisationer att arbeta strukturerat och processbaserat utvecklats för att minska klimatpåverkan vid utbyggnad eller förnyelse av VA-ledningsnät. Handboken ska ge vägledning i att optimera klimatpåverkan i dessa projekt och belysa hur klimatarbetet kan ge ytterligare fördelar för VA-organisationerna.

I Svenskt Vatten-rapporten *Begränsad klimatpåverkan från vattentjänster: Begrepp och tillåtna klimatpåståenden* (Svenskt Vatten 2025) utredas olika tolkningar och definitioner av begreppet ”klimatneutralitet” samt närliggande begrepp som ”nettonollutsläpp”. Enligt rapporten bygger klimatneutralitet på en balans mellan utsläpp och upptag av alla växthusgaser (koldioxid, metan, lustgas med mera) omräknade till koldioxidekvivalenter (CO₂e). Klimatneutralitet kan uppnås både genom egna utsläppsminskningar och genom externa kompensationsåtgärder (till exempel klimatkompensation via skogsplantering eller koldioxidinfångning). Däremot handlar nettonollutsläpp om att minska de egna utsläppen så mycket som möjligt inom hela värdekedjan och kompensera kvarvarande växthusgasutsläpp med permanenta negativa utsläpp. Begreppen klimatneutral och nettonoll är komplexa och används på olika sätt och på olika nivåer. Ofta används nettonoll som ett mål på nationell eller global nivå, medan klimatneutralitet används mer flexibelt av företag och organisationer.

2.2 Utsläppskategorier (scopes) inom GHG-protokollet

Vatten- och avloppssektorn bidrar till utsläpp av växthusgaser både genom sin betydande energiförbrukning och genom direkta utsläpp av växthusgaser såsom koldioxid (CO₂), metan (CH₄) och lustgas (N₂O). Enligt GHG-protokollet (Greenhouse Gas Protocol) delas utsläpp av växthusgaser in i tre olika kategorier, så kallade *scopes* (Figur 2.1).



GHG-protokollet är den mest använda standarden globalt för att beräkna och rapportera utsläpp av växthusgaser (GHG). Det är utvecklat av World Resources Institute (WRI) och World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) och används av företag, städer och regeringar för att mäta och hantera sina klimatavtryck på ett systematiskt sätt genom att täcka hela värdekedjan (Greenhouse Gas Protocol u.å.):

Scope 1 – Direkta utsläpp

- Utsläpp från källor som ägs eller direkt kontrolleras av organisationen, exempelvis:
 - Förbränning av fossila bränslen i företagets egna fordon och anläggningar
 - Industriella processutsläpp
 - Läckage av köldmedier och andra gaser
 - Exempel inom VA: Ett avloppsreningsverk släpper ut metan och lustgas direkt från sina processer (t.ex. aktivslamprocessen, eller slamlagringen om den sköts i egen regi).

Scope 2 – Indirekta utsläpp från inköpt energi

- Utsläpp från produktionen av el, värme eller ånga som organisationen köper och förbrukar
- Även om utsläppen sker vid kraftverket där energin produceras, räknas de till den organisation som använder energin
- Exempel inom VA: Ett avloppsreningsverk köper el för att driva pumpar.

Scope 3 – Andra indirekta utsläpp

- Utsläpp från aktiviteter i organisationens värdekedja, både uppströms (leverantörer) och nedströms (kunder). Kan inkludera:
 - Transport av inköpta varor

Figur 2.1

Översikt över GHG-protokollets kategorier, "scopes", och utsläpp längs värdekedjan. CO₂ = koldioxid; CH₄ = metan; N₂O = lustgas; HFCs = fluorkolväten; PFCs = perfluorkarboner; SF₆ = svavelhexafluorid.

-
- Anställdas pendling och affärsresor
 - Användning och kassering av produkter
 - Exempel inom VA: En VA-organisation har utsläpp från produktionen av de kemikalier och rörsystem de köper in, samt transport av slam från reningsverket.

Inom VA-sektorn förväntas det att Scope 2-utsläpp kommer att minska betydligt genom högre grad av energiåtervinning och energieffektivisering av vattenreningsprocesser samt utökning av förnybar energiproduktion inom grindarna på den egna anläggningen. Eftersom majoriteten av den CO₂ som genereras i avloppsreningsprocesser har ett biogent ursprung, domineras Scope 1-utsläppen från urbana avloppssystem av metan (CH₄) och lustgas (N₂O). Dessa gaser har betydligt högre uppvärmningspotential än CO₂, där CH₄ och N₂O är 25 respektive 265 gånger mer kraftfulla (Ye et al. 2022). Särskilt N₂O har stor klimatpåverkan och kan stå för upp till 80 % av ett avloppsreningsverks totala koldioxidavtryck (Daelman et al. 2013). Samtidigt är bildandet av CH₄ och N₂O väldigt komplext och specifikt för enskilda system men kvantifieras oftast genom allmänna emissionsfaktorer.

2.3 Bokförings- och konsekvensperspektivet som verktyg

Bokförings- och konsekvensperspektivet är två olika metoder för att analysera och följa en verksamhets klimatpåverkan och används för att ge en mer heltäckande bild av utsläpp och möjligheter till reduktioner.

Bokföringsperspektivet fokuserar på att mäta och rapportera faktiska utsläpp som uppstår inom en organisations direkta och indirekta verksamhet. Det följer etablerade standarder som GHG-protokollet. Syftet med detta perspektiv är att skapa en standardiserad och transparent redovisning av utsläpp för att möjliggöra jämförelser över tid, följa upp klimatmål och rapportera till myndigheter och investerare. Det är värt att notera att dubbelräkningar inom GHG-protokollet är en medveten del av systemet och uppstår när samma utsläpp redovisas av flera aktörer i värdekedjan, exempelvis som Scope 1 för en leverantör och Scope 3 för en kund. Detta är inte ett misstag, utan ett medvetet sätt att fördela ansvar och skapa incitament för samarbete och utsläppsminskningar genom hela värdekedjan.

Konsekvensperspektivet handlar i stället om att analysera de långsiktiga effekterna av beslut och åtgärder på klimatet, snarare än att enbart redovisa nuvarande utsläpp. Det innebär att man undersöker hur en förändring i verksamheten påverkar utsläpp globalt, samt vilka indirekta konsekvenser val av teknik, policyer och investeringar har (Ekvall & Weidema 2004). Om en industri till exempel investerar i sol- eller vindkraft i stället för kolkraft minskar inte bara de egna utsläppen, utan det kan också minska den totala efterfrågan på fossila bränslen och på lång sikt påverka energimarknaden. Syftet med detta perspektiv är att förstå vilka beslut och strategier som ger störst klimatnytta på lång sikt, även utanför organisationens direkta kontroll.

Tillsammans ger dessa perspektiv en mer komplett bild av klimatpåverkan och möjligheter till utsläppsminskningar. Bokföringsperspektivet används främst för rapportering och målsättning, medan konsekvensperspektivet är viktigt för strategiska beslut och policyutveckling.

En metodik för framåtblickande analys av energi och klimatpåverkan vid åtgärder i VA-system utvecklas inom det pågående SVU-projektet *Beslutstöd för energi- och klimatåtgärder i VA-sektorn* (VAKLIM).

2.4 Utsläppspriser kontra kostnad för åtgärder

För VA-organisationer finns inga lagkrav att implementera åtgärder med syfte att uppnå klimatneutralitet. Däremot kan det finnas övergripande mål, strategier eller handlingsplaner på verksamhets- eller kommunalnivå där bidrag till de nationella målen formaliseras.

Att bedöma kostnaderna för åtgärder som minskar växthusgasutsläpp är avgörande för att beslutsfattare ska kunna prioritera de mest kostnadseffektiva lösningarna. Detta säkerställer att investeringarna ger största möjliga klimatnytta per spenderad krona. Ur ett större systemperspektiv skapar en tydlig kostnadsanalys incitament för investeringar och styrmedel. Företag, kommuner och regeringar kan använda kostnadsuppskattningar för att utforma ekonomiska incitament, såsom subventioner, skatter eller handelssystem för utsläppsrätter, som gör det mer attraktivt att investera i klimatåtgärder. För att bedöma nyttan i förhållande till kostnader för åtgärder som minskar växthusgasutsläpp kan olika typer av kalkyler för utsläppskostnader användas som utgångspunkt.

Trafikverket tillämpar exempelvis en internaliserad värdering av koldioxidutsläpp som ökar från 1,38 kr/kg CO₂e år 2019 till cirka 5 kr/kg CO₂e år 2045 (Trafikverket 2024). Inom EU:s utsläppshandelssystem EU ETS, som är världens första större handelssystem för växthusgaser, nådde utsläppspriset nästan 100 € per ton CO₂e, men föll till under 70 € per ton CO₂e i samband med geopolitiska händelser som Rysslands invasion av Ukraina (Tekin et al. 2024).

Den sociala kostnaden för koldioxid (SCC) kvantifierar de skador som ett ton koldioxid orsakar på samhället och ekonomin, inklusive effekter på livsmedelsproduktion, folkhälsa, egendomsskador till följd av naturkatastrofer och påverkan på naturliga ekosystem. SCC-beräkningar används i stor utsträckning inom policyanalys, särskilt för att värdera fördelarna med att minska utsläppen av växthusgaser. USA, Tyskland, Kanada och flera andra stater har alla officiella SCC-estimat som används i beslutsfattande. I medeltal ligger SCC:n på 132 \$ per ton CO₂e men uppskattas att ligga runt 280 \$ om effekterna av klimatförändringar på välfärden inkluderas (Moore et al. 2024).

Att både ta hänsyn till effekter och kostnader av åtgärder och utsläpp kan stötta prioritering i beslutsprocesser.

3 Resultat

Inom ramen för projektet genomfördes sammanlagt fyra workshoppar under perioden september 2024 till och med januari 2025. Dessa workshoppar var:

- *Workshop 1:* Introduktionsworkshop, där fokus låg på klimatmål och introduktion
- *Workshop 2:* Scope 1 (direkta utsläpp), där fokus låg på mätning, kartläggning och åtgärder för att minska direkta utsläpp av växthusgaser
- *Workshop 3:* Scope 2 (indirekta utsläpp från energianvändning), där fokus låg på energi, energieffektivisering, strategier och energineutralitet
- *Workshop 4:* Scope 3 (andra indirekta utsläpp), där fokus låg på indirekta utsläpp vid användning av kemikalier, tjänster, produkter och anläggningsprojekt. Upphandling som verktyg för att minska klimatpåverkan samt andra möjliga åtgärder presenterades. Workshopen avslutades med framtagandet av en sammanfattande strategi för klimatneutral VA.

Eftersom ett viktigt syfte med projektet var att samla erfarenheter och exempel på åtgärder för minskad klimatpåverkan ombads de deltagande VA-organisationerna att svara på förberedande uppgifter inför träffarna. Detta användes sedan som underlag vid workshopparna. Resultaten presenteras i denna rapport dels som sammanfattningar av respektive workshop, dels i en bilaga med ett urval av åtgärdsbeskrivningar. Sammanfattning av resultaten från workshop 1, 2, 3 och 4 presenteras i avsnitt 3.1, 3.2, 3.3 respektive 3.4. Projektet har även resulterat i ett åtgärdsbibliotek på VA-kluster Mälardalens webbplats där förslag på åtgärder inom respektive scope presenteras i text tillsammans med informativa minifilmer.

3.1 Klimatmål

3.1.1 Workshop 1 – syfte och upplägg

Syftet med workshop 1 var att bekanta oss med projektet och projektgruppen samt att diskutera nuvarande status och praxis för klimatarbetet. Målet var att skapa en helhetsbild över organisationernas arbete med och mot klimatneutralitet och att diskutera skillnader och likheter. Workshopen hade 20 deltagare på plats och tre på länk. Theo Voulgaridis, Norconsult, och Lars Johansson, RISE, var inbjudna för att dela erfarenheter; Theo Voulgaridis från SVU-projektet *Klimatpraktika för ledningsprojekt inom VA* och Lars Johansson från det strategiska innovationsprogrammet *Viable Cities*.

Workshopen resulterade i en dokumenterad kartläggning av organisationers klimatarbete, kunskap om organisationernas klimatmål, klimatmål i Sverige, EU och Parisavtalet, samt en samsyn gällande systemgränser.

3.1.2 Organisationernas klimatarbete – kartläggning och jämförelse

Klimatmål

Flera kommuner och VA-organisationer inom projektet arbetar aktivt för att uppnå klimatneutralitet, med målsättningar som sträcker sig från 2030 till 2045. Exempelvis har Växjö och Uppsala satt upp målet att bli klimatneutrala till 2030, medan andra kommuner och organisationer strävar efter fossilfrihet och minskad klimatpåverkan genom olika delmål och strategier. En del kommuner, såsom Enköpings, har tagit fram en koldioxidbudget som kräver en årlig utsläppsminskning på 17,6 % fram till 2045 för att uppnå klimatneutralitet. Systemgränserna för klimatmålen varierar, där vissa kommuner inkluderar hela kommunkoncernen medan andra avgränsar sig geografiskt. Örebro kommun

har till exempel beslutat en klimatstrategi där kommunkoncernen är klimatneutral och klimatpositiv 2030 respektive 2040 och där Örebro kommun som geografiskt område är klimatneutral 2045 och klimatpositiv 2050. Örebro, Växjö Enköping och Uppsala har undertecknat Viable Cities klimatkontrakt med syfte att snabba på omställningsarbete genom långsiktigt samarbete med många olika aktörer och politisk förankring.

Klimatarbetet är nära kopplat till Agenda 2030, särskilt delmålen 6 (Rent vatten och sanitet), 7 (Hållbar energi för alla), 9 (Hållbar industri, innovationer och infrastruktur), 12 (Hållbar konsumtion och produktion), 13 (Bekämpa klimatförändringarna) och 14 (Hav och marina resurser).

Inom VA-sektorn har många verksamheter satt upp egna klimatmål. Exempelvis har vissa bolag som mål att halvera sina utsläpp inom Scope 1, 2 och 3 i hela värdekedjan till 2030, och andra som mål att utsläppen från slamhanteringen ska minska med 90 % jämfört med 2023, eller att schaktfria metoder ska användas vid minst hälften av alla ledningsförnyelser. Målsättningen för flera bolag är att alla bränslen som används ska vara förnybara senast 2030. För att säkerställa att dessa mål uppnås krävs att samtliga varor, tjänster och entreprenader upphandlas med klimatkrav. Det långsiktiga målet är att minska VA-sektorns totala klimatpåverkan och uppnå klimatneutralitet senast år 2045.

Möjligheter och utmaningar

Trots de ambitiösa klimatmålen finns det flera utmaningar kopplade till genomförandet och uppföljningen av åtgärder. Ett av de största problemen är att begreppet klimatneutralitet är otydligt och tolkas på olika sätt av olika aktörer. Det saknas också en tydlig vägledning för hur klimatneutralitet ska uppnås i praktiken, vilket skapar osäkerhet i genomförandet. Ytterligare en utmaning är att VA-organisationer ofta ägs av flera kommuner som har olika klimatmål och strategier, vilket försvårar en enhetlig styrning. Dessutom utgör VA-verksamheten ofta en relativt liten del av kommunens övergripande klimatarbete, vilket gör att den ibland får lägre prioritet i beslutsfattandet. En annan osäkerhetsfaktor är systemgränserna, där det exempelvis råder otydlighet kring hur utsläpp från slamhantering vid lagring och användning ska beräknas och hanteras.

För att kunna uppnå de uppsatta klimatmålen krävs tydligare mandat och krav, där åtgärder prioriteras och följs upp på ett strukturerat sätt. Ökad samverkan mellan kommuner och VA-organisationer kan bidra till att skapa en enhetlig strategi och mer effektiva insatser. En viktig del av detta arbete är att integrera klimatmål i VA-planer och affärsplaner, vilket skapar en tydligare koppling mellan strategiska beslut och operativa åtgärder. För närvarande saknas rapportering av klimatrelevanta utsläpp i den årliga miljörapporten, eftersom det sällan ställs krav på detta i tillståndprocessen för avloppsreningsverk. För att stärka mandatet och säkerställa tillräckliga resurser för klimatarbetet skulle ökad samverkan med länsstyrelsen och högre krav på minskad klimatpåverkan kunna ingå som en del av miljöprövningen och fastslås i miljötillstånd för verksamheten.

En annan central åtgärd är att säkerställa att upphandlingar innehåller tydliga klimatkrav, vilket kan bidra till att minska utsläppen längs hela värdekedjan. Förbättrad systematik kring beräkning och uppföljning av Scope 3-utsläpp, samt kravställning vid upphandlingar, är avgörande för att minska den totala klimatpåverkan. Det handlar dels om att tillsammans med leverantörer definiera gemensamt realistiska och mätbara krav, dels om att etablera rutiner för hur dessa krav ska följas upp i praktiken. En praktisk uppföljning kan exempelvis innebära att leverantörer regelbundet rapporterar sina utsläppsdata enligt erkända standarder (t.ex. GHG-protokollet), att dessa data granskas och jämförs med fastställda mål samt att dialog förs om förbättringsåtgärder vid avvikelser. På så sätt kan organisationen både säkerställa kvaliteten i rapporteringen och driva på en kontinuerlig minskning av utsläppen i leverantörsledet.

Sammanfattningsvis krävs en kombination av tydligare styrning, bättre samarbete med andra aktörer upp- och nerströms samt konkreta åtgärder för att uppnå klimatneutralitet inom de uppsatta tidsramarna.

ÅTGÄRDER SOM KOPPLAR TILL DETTA AVSNITT OCH FINNS BESKRIVNA I ÅTGÄRDSSAMLINGEN I BILAGA A:

- Bolagsövergripande LCA som verktyg för att beräkna klimatpåverkan (Uppsala Vatten och Avfall AB)
- Miljöspendanalys som verktyg (Örebro kommun och Nodra AB)

3.2 Direkta utsläpp Scope 1 (drift och ledningsprojekt)

3.2.1 Workshop 2 – syfte och upplägg

Workshop 2 syftade till att genom samverkan och inbjudna experter öka kunskapen kring direkta utsläpp av växthusgaser från verksamheten och möjligheter till kartläggning, mätning och identifiering av åtgärder. Dagen delades upp i två block där det första hade fokus på kartläggning och mätning av lustgas och metan, och det andra på möjliga åtgärder för att förebygga och minska utsläppen. Workshopen hade 23 deltagare på plats och tre på länk och med Christian Baresel (IVL) Magnus Holmgren (RISE) och Kristina Stark Fujii (Stockholm Vatten och Avfall, SVOA) som inbjudna experter och inspirationsföreläsare.

3.2.2 Behovet av mätningar av utsläpp för prioritering av åtgärder

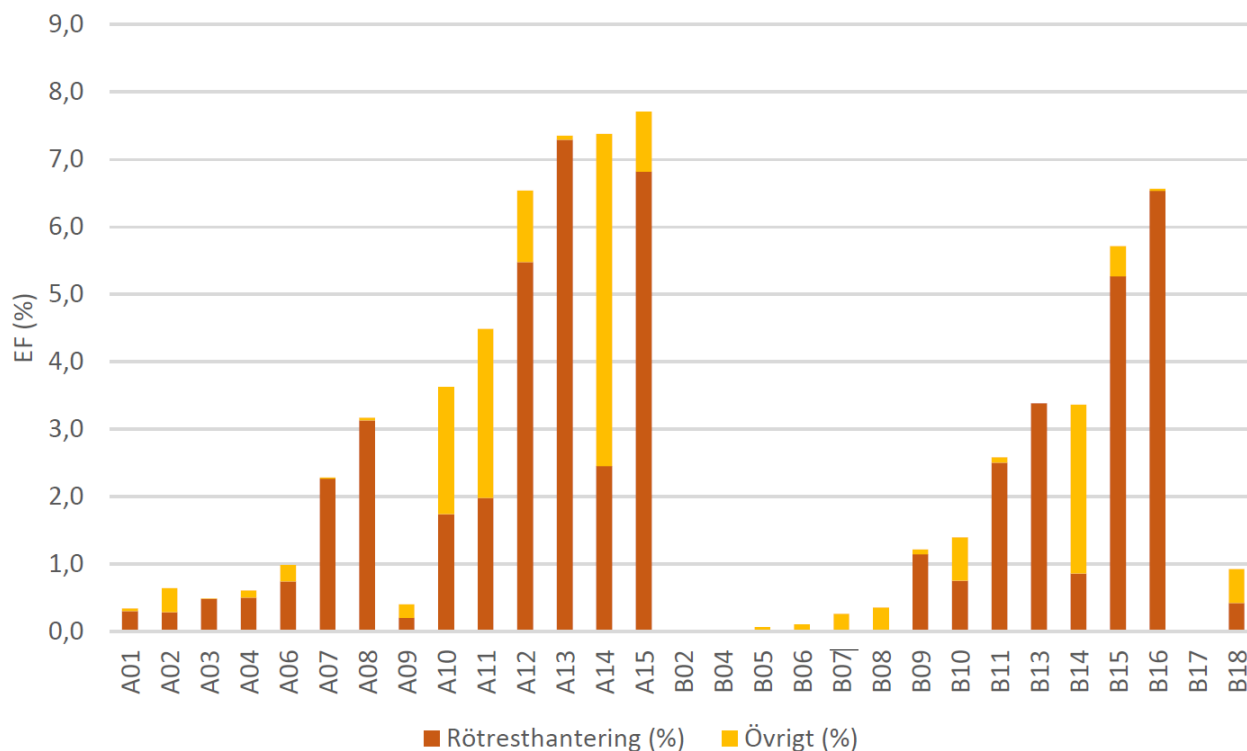
Workshopen inleddes med inspirations- och kunskapshöjande föredrag kring lustgasmätning. Christian Baresel berättade om erfarenheter och exempel från mätningar av växthusgasutsläpp och koppling till hur data används, och vikten av kunskap om genomförandet av lustgasmätningar. Hans viktigaste budskap att ta med sig var:

- Mätning av växthusgaser är möjligt och bör övervägas i stället för användandet av litteraturbaserade emissionsfaktorer.
- Mätningar bidrar till ökad kunskap och data för åtgärdsplanering, uppföljning och rapportering.
- Vikten av att mäta rätt – göra val av plats, tidpunkt (säsong, belastning, temperatur, nederbörd, snö, etc.), mätperiod och sekvens/intervall för att kvalitetssäkra mätningarna. Kontinuerliga mätningar är att föredra. Ju kortare mätperioden desto större osäkerhet kring korrektheten av utsläppskvantifieringen.
- Osäkerheter behöver beaktas vid användning av data både från utsläppsmätningar, och data för luftflödet och processbelastning som används för beräkningar. Olika upplösning kan medföra stora osäkerheter.
- Att mäta direkta utsläpp av växthusgaser är fortfarande resurskrävande (tid och pengar) och att mäta på rätt i relation till det önskade syftet blir därför extra viktigt. För stora reningsverk är det motiverat med kontinuerliga mätningar. Ifall sådana inte är implementerbara rekommenderas en flerstegsraket: 1) inledande kort kartläggning, 2) utvärdering och strategi för minskning, och 3) uppföljande mätningar på hotspots över längre perioder.

Magnus Holmgren har under lång tid arbetat med mätning av metanutsläpp inom systemet EgMet (Egenkontroll Metanemissioner) och höll en presentation om sina erfarenheter. EgMet är ett frivilligt åtagande som syftar till att arbeta systematiskt med läcksökning och inventering av metanutsläpp och förluster vid biogas- och uppgraderingsanläggningar. EgMet drivs av Avfall Sverige och Svenskt Vatten tillsammans och tillhandahåller checklistor för läcksökning, en handbok för metanmätning och sammanställningsrapporter av data från metanmätningar. I maj 2023 var 17 avloppsreningsverk anslutna till EgMet liksom ett antal gasuppgraderingsanläggningar och samrötningsanläggningar.

Magnus lyfte hur mätning av metanemissioner kan användas för att identifiera såväl läckor som mer systematiska utsläpp. Typiska utsläppsobjekt på en biogasanläggning är avluftning av tankar och bräddavlopp på rötchammare, slamlager och slamavvattning. På en gasupptraderingsanläggning är restgas (t.ex. stripperluft, skrubbevatten), ventilation och analysinstrument de typiska utsläppskällorna.

I Figur 3.1 redovisas resultat från mätningar inom EgMet (omgång 5, år 2019–2022) som illustrerar utsläpp från medverkande produktionsanläggningar som förlust uttryckt i procent av den totala biogasproduktionen.



Workshop 2, del 1: Kartläggning och mätning

Fråga: Vilken typ av mätningar har genomförts i verksamheten och var har ni identifierat era Scope 1-utsläpp? Erfarenheter och tankar kring mätning och uppföljning?

Många av de deltagande VA-organisationerna har använt Svenskt Vattens klimatberäkningsverktyg för att göra en kartläggning och uppskatta sina direkta utsläpp genom att använda schablonvärden. Utöver det har flera gjort enstaka mätningar av lustgas och metan men ofta fått dålig överensstämmelse mellan schablonen och mätresultaten. Lustgasutsläpp har följts upp i kampanjer och projekt där man mätt med olika metoder, såväl med huvar som med sensorer i vattenfas. Mätare från Unisense har använts för att mäta lustgasbildning i rektvattenreningen vid en anläggning men mätningarna har pausats på grund av att de krävde för mycket underhåll för att motivera fortsatt drift. Unisensemätare finns installerat i biosteget på Kungsängsverket i Uppsala sedan sommaren 2024 för mätning och kartläggning av lustgasutsläpp.

Flera av deltagarna är med i det frivilliga åtagandet EgMet. Inom EgMet sker en återkommande läcksökning vanligen månadsvis och mätning av metanhalter vart tredje år i till exempel utflöden från gasupptradering och ventilation i gasproduktion (Växjö kommun, Uppsala Vatten och Avfall AB, Syvab). En deltagarorganisation har villkor i

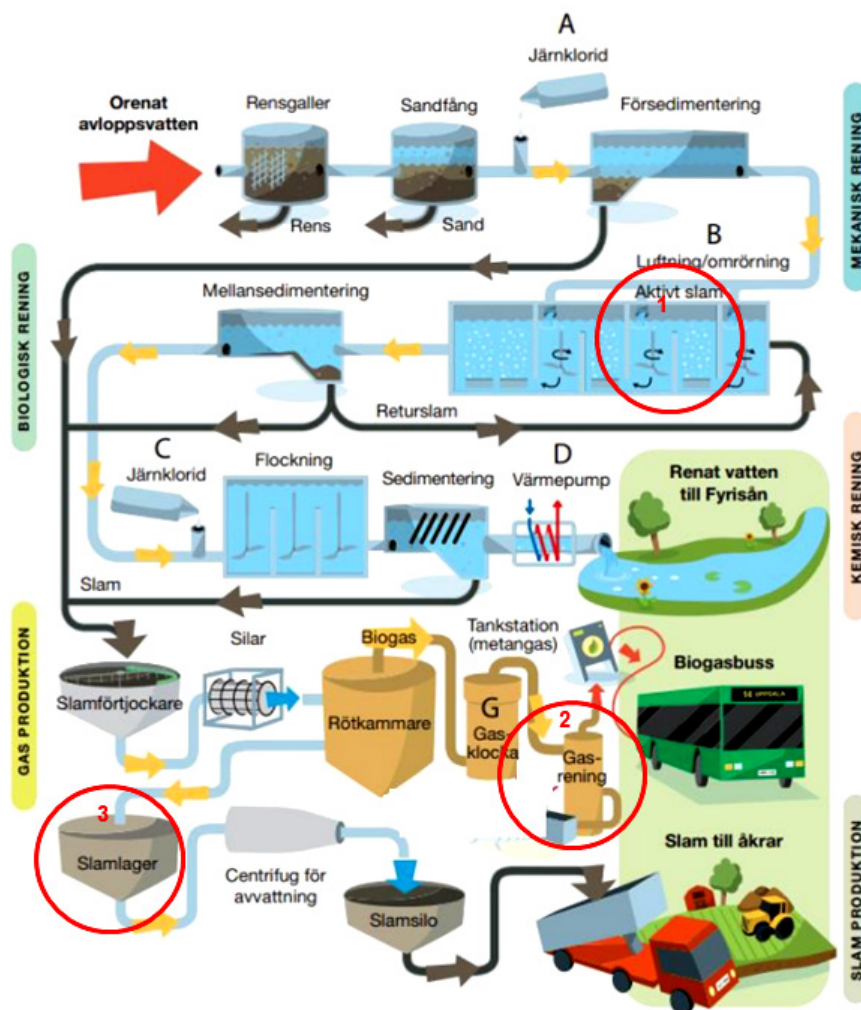
Figur 3.1

Metanutsläpp från röttningsanläggningar uttryckta som emissionsfaktorer (EF) i procent av producerad biogas från anläggningar inom EgMet omgång 5. A = Avloppsreningsverk och B = samröttningsanläggningar. "Rötresthantering" inkluderar rötrestlager och avvattning med kringutrustning, "Övrigt" inkluderar resterande delar av biogasproduktionen, från mottagning, rötning och gasutrustningar (Avfall Sverige 2022).

sitt miljötillstånd på maximalt metanutsläpp på 0,5 % från gasuppgraderingen baserat på en årlig mätning. Utsläppen har legat lägre än detta, men om det överskrids ställs krav på tätare mätning och vidtagande av åtgärder. I det pågående SVU-projektet *Metanemissioner från reningsverkens slamhantering* som leds av Nitoves har en mer systematisk kartläggning av slambehandling och slamlager skett över längre tid. Resultaten har varit i samma storleksordning som EgMet och enligt schablon för slamlagring i Svenskt Vattens klimatberäkningsverktyg.

Sammanfattningsvis planerar flera av de deltagande VA-organisationerna för att arbeta mer systematiskt med fler och mer regelbundna mätningar. Klimatberäkningsverktyget har gett en överblick av var utsläppen finns men man upplever att avsaknaden av mätningar gör att det saknas en kvantifiering och bild av det faktiska läget. Skillnaden mellan anläggningar och olika mättillfällen kan vara stor. Resultaten från kartläggningen behöver kvalitetssäkras för att kunna användas som underlag för beslut, prioritering av åtgärder och utvärdering av deras effekt. Mätningar upplevs resurskrävande och är svårare i en öppen anläggning, där det är mest aktuellt med stickprover. Större anläggningar, och slutna anläggningsdelar, kan motivera kontinuerlig mätning med onlinemätning vilket genererar mer data och möjliggör ökad förståelse för utsläppens variation över tid. Nya krav på övervakning av växthusgaser i det reviderade avloppsdirektivets artikel 21 kommer förändra kravbilden och medföra att fler kommer behöva mäta, beräkna och modellera utsläpp från spillvatten. Direktivets krav är minimikrav och omfattar avloppsreningsverk från 10 000 pe och uppåt, och implementeringen i svensk lagstiftning kvarstår.

I Figur 3.2 illustreras en översikt över de större källorna till Scope 1-utsläpp som identifierades av workshopdeltagarna. De större källorna till direkta utsläpp inom Scope 1 härrör till stor del från spillvattenhanteringen och utgörs av emissioner av metan från slambehandling, slamlager och gasuppgradering, lustgasutsläpp från den biologiska reningen och rejektivattenrening samt användning av bränsle för egna fordon.



Figur 3.2

Illustration över de huvudsakliga Scope 1-utsläpp som projektdeltagarna identifierat vid avloppsreningsverk, här markerat med röda ringar: aktivslamprocessen (1), gasreningen (2) och slamlager (3) (bild från Uppsala Vatten och Avfall).

3.2.3 Exempel på åtgärder

Under sin inspirationsföreläsning presenterade Kristina Stark Fujii SVOA:s erfarenheter av kontinuerlig mätning av lustgasemissioner, åtgärder och nätverkande. SVOA installerade lustgasmätare för nästan tio år sedan i frånluften från Henriksdals reningsverk som kompletterades med en vattenfasmätare för fyra till fem år sedan. Nu senast installerades en lustgasmätare på frånluften från Bromma reningsverk förra året. Tack vare att anläggningarna till största del är i berg eller byggnader kan lustgasutsläppen mätas i ventilationsluften. Uppföljning av 2023 års mätningar indikerade emissioner motsvarande 42 ton N_2O från Henriksdal och 12 ton N_2O från Bromma, totalt motsvarande cirka 14 300 ton CO_2e per år. Kristinas viktigaste medskick var att lustgasmätning är komplext och tar tid. Det första steget är att kunna mäta, och där det är viktigt med kontinuerliga mätningar för att kunna använda data för att förstå vid vilka betingelser lustgas produceras. När detta är på plats är det sista steget att hitta åtgärder och strategier för att minska risken för lustgasemissioner. SVOA har sett ett samband mellan nitrit (NO_2^-) och lustgas där variationer i nitrithalt i stort sett följer lustgasproduktionen där en förhöjd nitrithalt ger ökad risk för lustgasbildning. Betingelser som ökar risken för nitritbildning är processtörningar, varierande syrenivåer eller en låg C/N-kvot. SVOA och VA SYD koordinerar ett lustgasnätverk där man delar erfarenheter inom området gällande mätningar, data och åtgärder.

Magnus Holmgren, presenterade sina erfarenheter av att mäta metan inom ramen för EgMet och potentiella åtgärder för minskat metanutsläpp. Enligt Magnus kan åtgärder för att minska metanutsläpp vara dels av förebyggande karaktär, där uppkomst till

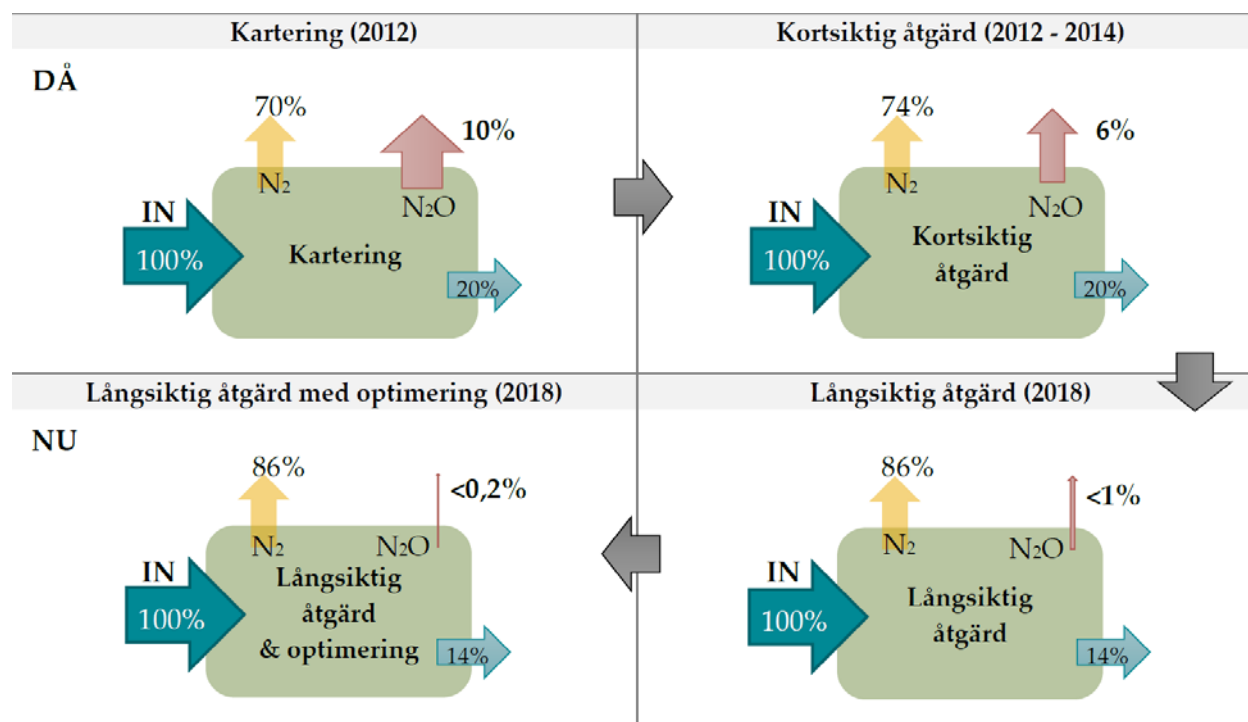
utsläpp motverkas (primära åtgärder), dels vara åtgärder för att behandla utsläppet (sekundära åtgärder). Magnus berättade om ett antal exempel på åtgärder som kan vidtas:

- Åtgärda läckor
- Avluftning av slamschakt – genom att installera en svanhals med vattenlås kan förlust i storleksordningen 2 % motverkas
- Rötrestlager – bygg in i slutet system inklusive omhändertagande eller destruktion av metan
- Gasuppgraderingsanläggningar:
 - Ställ krav på låga metanförluster vid upphandling
 - Åtgärda läckor
 - Justera anläggning
 - Destruera utsläpp

Christian Baresel presenterade sina erfarenheter av att genomföra GHG-mätningar och åtgärder vid Nodras avloppsreningsverk Slottshagen baserat på en fallstudie från 2019 (Baresel et al. 2019). På Slottshagens avloppsreningsverk i Norrköping var man bland de första att genomföra lustgasmätningar i Sverige. Rejektvattenreningen identifierades redan 2012 som en stor källa till direkta lustgasutsläpp. Genom åtgärder som implementerades direkt och som omfattade bland annat en anpassad processtyrning, samt att på lång sikt ändra processen från en satsvis nitrifikation/denitrifikation (N/DN) till deammonifikation med optimerad styrning kunde lustgasutsläppen från processen minskas med totalt > 98 % (Figur 3.3). Dessutom medförde projektet förbättrad och mer resurseffektiv rening.

Figur 3.3

Förenklad schematisk redovisning av arbetet med att minska lustgasutsläppen genom implementering av olika åtgärder. Flödesbalansen baseras på medelvärden under olika mätperioder för lustgasutsläpp och kväveflöden in och ut från reningsprocessen (Baresel et al. 2019).



Workshop 2, del 2: Åtgärder för att minska emissioner hos deltagarna

I Tabell 3.1 redovisas en sammanställning av de deltagande VA-organisationernas genomförda åtgärder med uppskattad effekt och kostnad som presenterades på workshoppen. Åtgärderna är anläggningsspecifika varför effekt och kostnad påverkas av de lokala förutsättningarna.

Vid Slottshagens reningsverk kunde lustgasutsläppen minskas med 90 % genom att införa åtgärder i rejektvattenreningen till en kostnad av 25 Mkr, detta tack vare ökad kunskap genom mätning och processtyrning.

Inom Uppsala Vatten och Avfall har åtgärder vidtagits för att minska de direkta utsläppen från den egna fordonsflottan med 200 ton CO₂e/år genom att gå över till fossilfria alternativ.

I Växjö kunde metanutsläppet från slambehandlingen minska med cirka 30 % genom att vidta enkla åtgärder som minskade läckaget vid produktion från slambehandlingen. Även detta exempel visar att ökad mätning och kunskap bidrog till att åtgärder kunde vidtas för att minska växthusgasutsläppen. I Växjö investerades 1,2 Mkr i en ny gasklocka på Sundets reningsverk vilket förutom att ge en jämnare drift av rötkammare och gasupptradering även minskade de direkta utsläppen av metan eftersom den gamla gasklockan inte var tät.

Åtgärd	Uppskattad effekt	Uppskattad kostnad	Kommentar
Rejektvattenrening	90 % minskning av lustgasutsläpp	25 Mkr	Nodra AB
Bränsle för egen fordonsflotta	Minskning 200 ton CO ₂ e/år	HVO 1 kr/kg CO ₂ e. El billigare och mindre utsläpp	Biogas, el och vätgas, HVO 100, FAME 100, etanol (Uppsala Vatten och Avfall AB)
Minskat metanutsläpp vid avloppsreningsverk	30 % minskat metanutsläpp vid produktion	Låg.	Åtgärd flänsar, ventiler m.m. (Växjö kommun)

Tabell 3.1

Sammanställning av genomförda åtgärder, uppskattad effekt och kostnad.

I Tabell 3.2 redovisas en översikt av de deltagande VA-organisationernas planerade och möjliga framtida åtgärder. Utöver de planerade åtgärderna i tabellen är det flera deltagare som planerar åtgärder i slambehandlingen som inte kunnat kostnadsuppskattas ännu. Exempel på åtgärder som förväntas minska metanutsläppen är: byggnationen av nya rötkammare (minskat läckage), efterrötkammare för att minska metanutsläppet vid slamlagring, övertäckning av slamlager och omhändertagande och/eller destruktion av restgas. Även övergång från mesofil till termofil rötning med värmeväxling förväntas minska metanutsläppen. Roslagsvatten bygger en pyrolysanläggning för produktion av slambiol vilket förväntas bidra till minskade växthusgasutsläpp från slamlagring. I Växjö planerar man för att avveckla vassbäddar vid mindre reningsverk och i stället övergå till central behandling av slam vilket förväntas bidra till en grovt uppskattad minskad klimatpåverkan motsvarande cirka 100–150 ton CO₂e per år genom minskade metanutsläpp.

Åtgärd	Uppskattad effekt	Uppskattad kostnad	Kommentar
Byte gasuppgraderingsanläggning	90 % minskning av metanutsläpp	40 Mkr	Nodra AB
Slamutlastning och lagring	Minskar direkta utsläpp (men har indirekta)	100 Mkr	Nodra AB
Slamtorkning	Cirka 1000 ton CO ₂ e/år (35% minskning av totala direkta metanutsläppen)	33 Mkr	Se Baresel et al. (2017) (Syvab)
Avgasningsteknik slam	Minskning med 50–250 ton CO ₂ e/år	Investering 2–5 Mkr	ELOVAC (Uppsala Vatten och Avfall AB)
Tillsats av urea i slam	Minskning med cirka 1 600 ton CO ₂ e/år	Cirka 0,6 kr/kg CO ₂ e	Tillsats av 1,6 % urea avbryter metanproduktion och hygieniserar (Uppsala Vatten och Avfall AB)

Tabell 3.2:

Planerade och möjliga framtida åtgärder för att minska Scope 1-utsläpp.

ÅTGÄRDER SOM KOPPLAR TILL DETTA AVSNITT OCH FINNS BESKRIVNA I ÅTGÄRDSSAMLINGEN I BILAGA A:

- Byte till fossilfritt bränsle i egen fordonsflotta (Uppsala Vatten och Avfall AB)
- Lustgasemissioner och åtgärder vid rejektvattenrening (Nodra AB)
- Lustgasmätning som underlag för åtgärder (Stockholm Vatten och Avfall AB)
- Minskat metanläpp från rötrestlager genom vakuumbehandling (Uppsala Vatten och Avfall AB)
- Planerad ombyggnation av slambehandling bidrar till minskade metanemissioner (Örebro kommun)

3.3 Indirekta utsläpp Scope 2 (energi)

3.3.1 Workshop 3 – syfte och upplägg

Workshoppen syftade till att samverka kring hur energianvändningen hos VA-organisationerna kan optimeras och därmed minska de indirekta Scope 2-utsläppen. Scope 2-utsläpp är alla indirekta växthusgasutsläpp från inköp av energi som el, ånga, värme eller kyla. För att redovisas som Scope 2-utsläpp måste energin produceras externt och förbrukas av det rapporterande företaget.

På workshoppen diskuterades bland annat:

- Vad har VA-verksamheten för inköpt eller anskaffad energi?
- Vad kan göras för att minska energibehovet och således minska de indirekta utsläppen?
- Hur kan avloppsdirektivets målsättning kring energineutralitet uppnås?

På workshoppen deltog 13 personer på plats och sju digitalt. Workshoppen inleddes med erfarenhetsåterföring från Mattias Westerlund, energistrateg på SVOA, gällande bolagets systematiska energiarbete. Stockholm Vatten och Avfalls årliga energianvändning är cirka 180 GWh, där avloppsvattenreningen förbrukar mest energi, 52 %, och dricksvatten 31 %. Bolaget cirkulerar restenergi till samhället i form av fjärrvärme och fjärrkyla från avlopp, biogas, matavfall till biogas med mera. Mattias menade att energikartläggningen är en förutsättning för det systematiska energiarbetet. SVOA har tagit fram ett årshjul för det systematiska energiarbetet och har energidialoger med olika delar av verksamheten där åtgärdsplaner är ett viktigt verktyg. I ägardirektivet

finns en energieffektiviseringsplan och en solcellsplan vilket ger mer tyngd i arbetet. Exempel på energieffektiviseringsåtgärder är utbyte av gammal utrustning, drift- och processoptimering och magasinering av avloppsvatten i inloppstunneln för att jämna ut effektoppar. Mattias avslutade med att betona att det i strävan att bidra till energineutralitet behöver vara fokus på energieffektivitet och cirkularitet där cirkulerad restenergi betraktas som en klimatnytta i linje med GHG-protokollet.

3.3.2 Kartläggning

Val av inköpt/införskaffad energi

VA-branschen förbrukar betydande mängder energi för att producera dricksvatten och rena avloppsvatten, men den är samtidigt en leverantör av stora mängder återvunnen energi i form av fjärrvärme och fjärrkyla från avloppsvatten, samt av biogas från rötning av avloppsslam. VA-systemen är energikrävande och runt 1,2 TWh elenergi används för att driva befintliga VA-system i Sverige (Lingsten et al. 2013), vilket motsvarar drygt 1 % av Sveriges totala årliga elförbrukning (Hagman et al. 2024). Avloppsrening och dricksvattenproduktion står för den största energianvändningen, och energianvändningen för ledningsnät och pumpstationer står vanligtvis för en mindre andel av den totala användningen. För avloppsreningen är de största förbrukningsposterna typiskt blåsmaskiner, pumpar och uppvärmning av rötkammare, och för dricksvattenproduktionen är det typiskt pumparna.

Eftersom energianvändningen för tillhandahållandet av vattentjänsterna är stor har VA-verksamheternas val av inköpt energi betydande påverkan på deras övergripande koldioxidavtryck. Genom att säkerställa att inköpt energimix innehåller en hög andel förnybara eller fossilfria energislag med låg kolintensitet (Tabell 3.3) går det att med relativt enkla medel uppnå stora utsläppsminskningar för hela verksamheten ur bokföringsperspektivet, och detta bör kombineras med åtgärder som minskar verksamhetens energianvändning för att minska det övergripande koldioxidavtrycket.

Energislag	Kolintensitet [g CO ₂ e/kWh]	Referens
Biomassa	230	Schlömer et al. (2014)
Vatten	24	Schlömer et al. (2014)
Sol	45	Schlömer et al. (2014)
Vind	11	Schlömer et al. (2014)
Kärnkraft	12	Schlömer et al. (2014)
Kol	820	Schlömer et al. (2014)
Olja	650	UK POST (2006)
Gas	490	Schlömer et al. (2014)
Mix	Kolintensitet [g CO ₂ e/kWh]	Referens
Sverige elområde 1 (2023)	16	Electricity Maps (2025)
Sverige elområde 2 (2023)	17	Electricity Maps (2025)
Sverige elområde 3 (2023)	23	Electricity Maps (2025)
Sverige elområde 4 (2023)	40	Electricity Maps (2025)
Nordisk residualmix (2023)	524	Energimarknadsinspektionen (2025)
Fjärrvärme (2023)	54	Energiföretagen (2024)

Tabell 3.3

Exempel på kolintensitet ur ett livscykelperspektiv (g CO₂e/kWh) för olika energislag och energimixar. Det kan förekomma betydande variationer i energislagens kolintensitet mellan olika energileverantörer beroende på energikällans eller -mixens ursprung, framställningsprocesser och sammansättning (t.ex. fjärrvärme).

Dagens energimix och åtgärder för minskat koldioxidavtryck

Inom ramen för workshop 3 diskuterades vilka olika åtgärder deltagarna hade undersökt eller implementerat inom sina egna organisationer för att minska koldioxidavtrycket till följd av sin energianvändning.

Flera workshopdeltagare uppgav att de i sina elavtal bland annat har ställt krav på och säkerställt inköp av vindkraftsel (med ursprungsgarantier för hela leveransen) eller vattenkraft (som har en försumbar klimatpåverkan i produktionsskedet), medan andra deltagare uppgav att de hade avtal gällande fossilfri el (inklusive kärnkraft), eller avtal med krav på 100 % förnybar energi (vatten, vind och bioenergi). Några deltagare lyfte också att de styrdes av och följde den egna kommunens policyer gällande krav på miljöcertifierad el (från förnybara källor), eller att de till och med upphandlade elavtal tillsammans med kommunen. I de fall där VA-organisationen hade samma upphandlade avtal som kommunen uppgav deltagarna att de hade begränsad möjlighet att styra mot en energimix med ett lägre koldioxidavtryck, men att kommunens arbete med energiplaner (och deras översyn) kunde vara en möjlighet att påverka valet av el.

Utöver att minimera koldioxidavtrycket från den inköpta energin är tillvaratagandet av resurser ur restströmmar och egen energiproduktion en möjlighet att minska utsläppen från inköpt energi. Flera deltagare uppgav att de bland annat köper in fjärrvärme (standardprodukt eller klimatkompenserad) för att värma anläggningarna. Flera uppgav också att de har egen elproduktion med solceller på anläggningarnas tak, att de använder egenproducerad biogas antingen i gasmotorer eller i gaspannor för el- och värmeproduktion, eller att de använder luftvärmepumpar med direktverkande el.

3.3.3 Exempel på åtgärder för energieffektivisering

Genomförda energieffektiviseringsåtgärder – uppskattad effekt, kostnad, besparing

I Tabell 3.4 redovisas exempel på genomförda energieffektiviseringsåtgärder från de deltagande VA-organisationerna. Åtgärderna handlar dels om att byta ut och effektivisera befintlig utrustning där stor potential finns för blåsmaskinerna i den biologiska reningen som står för en stor andel av den totala energianvändningen vid avloppsreningsverk. Flera av deltagarna har deltagit i SVU-projektet *Rent Blås* där man undersökt hur luftningssystem kan bli mer resurseffektiva (Bengtsson et al. 2024; VA-kluster Mälardalen 2025).

Flera organisationer i projektet har optimerat temperaturen i lokaler, pumpstationer och slambehandling där en sänkning bidragit till lägre energiförbrukning. En organisation har tagit fram bolagsövergripande temperaturriktlinjer som används för att effektivisera och sänka energiförbrukningen för uppvärmning av lokaler och utrymmen.

Genom åtgärder för att minska läckaget på dricksvattennätet och minska andelen tillskottsvatten in till avloppsreningsverk kan energiförbrukningen för såväl dricksvattenproduktion som avloppsvattenrening sänkas genom mer resurseffektiv dricksvattenproduktion och avloppsvattenrening.

Åtgärd	Uppskattad effekt	Uppskattad kostnad	Kommentar
Byte av blåsmaskin	20 % minskad energi-användning (260 MWh/år)	4 Mkr, 3 st. blåsmaskiner	Från 0,027 kWh/Nm ³ till 0,0205 kWh/Nm ³ luft (Växjö)
Sänkning av temperatur i rötkammare	13 % besparing, 400 MWh	Ingen skillnad i biogasproduktion, avvattningsstabilitet	37 °C till 35 °C (Uppsala, Enköping)
Byte av uppvärmningssystem (elbjörn till luftvärmepump)	20 % besparing	Återbetalning 2,5 år	Vattentorn, vattenverk m.m. (Enköping)
Nya spiral slam-slamvärmväxlare ersätter gamla	10 % besparing, 300 MWh eller 45 ton CO ₂ e/år	500 000 kr (2020)	Uppsala Vatten och Avfall AB
Solceller på tak och ny försedimentering	250 kW, 230 MWh/år, besparing	2 Mkr (1,25 kr/kWh, återbetalning 10 år)	Uppsala Vatten och Avfall AB
Åtgärder pumpar inkl. styrning (t.ex. utbyte av äldre pumpar, mer anpassad pumpkapacitet, installation av frekvensomformare och förbättrad styrning)	12–37 % besparing		Nodra
Piggbrunnar dricksvattenledning	18 % besparing, 300 MWh/år	1,5 Mkr	Förenkla piggning för att minska friktion och därmed energianvändning för pumpar (Växjö)
Värmeåtervinning	260 MWh/år, besparing		Gasuppgredning m.m. (Växjö)

Planerade och möjliga framtida åtgärder

Exempel på möjliga energieffektiviseringsåtgärder presenteras som fallstudier i avsnitt 3.3.4.

3.3.4 Strategi – energineutralitet

Eva Thorin, professor i energiteknik vid Mälardalens universitet (MDU) bidrog med en inspirationsföreläsning med titeln *Vägen mot energineutralitet och framtidens energisystem* under workshopen. Presentationen omfattade trender i energisystemet, Sveriges energianvändning, elproduktion och elanvändning, energilager, flexibilitet, vätgas och solceller, samt energimöjligheter vid avloppsreningsverk (vatten och slam som resurs, plats för förnybar energi, sektorkoppling/industriell symbios).

Nuläge och framtid för det svenska energisystemet

Eva Thorin presenterade det nuvarande och framtida läget för det svenska energisystemet samt aktuella trender med relevans för VA-organisationernas arbete med energieffektivitet och energineutralitet, baserat på statistik och information från Energimyndigheten (Energimyndigheten 2023; Energimyndigheten 2024). Viktiga aspekter i energisystemets utveckling, såsom övergången till förnybara energikällor, elektrifiering, kapacitetsbrist, energilagring, flexibilitet och digitalisering, togs upp. En tydlig trend i Sverige är utfasningen av petroleumprodukter som ersätts av ökad användning av biobränslen samt en växande kapacitet för vind- och solenergi. Elanvändningen, särskilt inom industrin och transportsektorn, förväntas öka markant. Denna utveckling medför även ett ökat behov av energilagring, där batterier, vätgas, biobränslen och värmelager lyfts fram som potentiella lösningar. Dessutom betonas flexibilitetens roll i både elmarknadens och energianvändningens framtida utveckling.

Tabell 3.4

Exempel på energieffektiviseringsåtgärder från de deltagande VA-organisationerna.

VA-branschens möjligheter att stärka energiförsörjningen

Vidare diskuterades energimöjligheter kopplade till avloppsreningsverk, såsom att använda vatten och slam som resurser för energitillförsel (till exempel värmepump, biogas och vätgas), samt möjligheter att utnyttja dessa anläggningar för förnybar energitillförsel. Specifika exempel på solcellsanläggningar vid reningsverk i Sundsvall, Tjörn och Skara lyfts fram (Energi & Miljö 2023; Mitt Sverige Avfall & Vatten 2024; Skara energi u.å.). Vätgas kan framställas genom elektrolys, från rötgas eller genom förgasning av slam. Vätgasproduktion vid avloppsreningsverk erbjuder flera fördelar som gör den till en attraktiv lösning för ett klimatneutralt VA-system (Holmström 2022). Reningsverken är strategiskt placerade över hela landet och har en etablerad infrastruktur samt personal med erfarenhet av gashantering, vilket säkerställer en trygg och effektiv produktion. Dessutom har anläggningarna hög säkerhetsstandard, vilket gör dem väl lämpade för hantering av vätgas. En ytterligare fördel är möjligheten att ta tillvara biprodukten syrgas från elektrolysisprocessen, syrgas som kan användas inom andra industriella tillämpningar. Slutligen har reningsverken tillgång till flöden av kol och väte, vilket skapar goda förutsättningar för produktion av vätgas och metanol och stärker kopplingen mellan olika sektorer i energisystemet.

Två etablerade exempel för sektorkoppling, Umeå Eco Industrial Park (INAB 2024) och Kalundborg Symbiosis (Kalundborg symbios 2024), visar på samarbete mellan olika aktörer för ökad resurseffektivitet. Lokal samverkan mellan olika aktörer och avloppsreningsverk kan minska hantering av restflöden och öka energieffektivitet tillsammans med ekonomiska besparingar, minskad miljöpåverkan och möjlighet för ökad resiliens och krisberedskap. Samverkansmöjligheter i industriella nätverk är i högsta grad beroende av lokala förutsättningar. Samtidigt kan implementeringen av åtgärder som bidrar till energineutralitet för en organisation försämra förutsättningarna på en större systemnivå (kommunal, regional eller nationell) där målkonflikter kan uppstå. Till exempel kan användningen av biogas i gasmotorer för produktion av el och värme påverka tillgången på biogas för lokaltrafik, tunga transporter eller industrin. Strategier mot energineutralitet bör därför diskuteras och utvecklas i regionalt samråd med berörda aktörer. Även frågan om VA-kollektivets uppdrag och planering och finansiering av nya produktionsvägar (till exempel vätgasproduktion) behöver besvaras, i samråd med nya aktörer som medför den nödvändiga kompetensen och erfarenhet för eventuella sektorkopplingar.

Möjligheter att bidra till energineutralitet?

På workshoppen samlades exempel på hur VA-organisationerna kan bidra till energineutralitet, vilket i mångt och mycket även är energieffektiviseringsåtgärder.

Några exempel från de deltagande organisationerna i projektet:

- Solceller
- Solceller i kombination med batterier
- Röta slam för biogasproduktion som kan användas för produktion av el, värme eller fordonsgas
- Optimera processer (styrning och ev. utbyte av äldre blåsmaskiner och pumpar)
- Ta tillvara alla olika spillvärmeflöden från blåsmaskiner, kompressorer m.m.
- Värmeväxla rötat slam
- Återvinning av värme från renat spillvatten med värmepumpar lokalt (internt)
- Återvinning av värme från renat spillvatten med externt samarbete (fjärrvärme-export)
- Sänka temperaturer (i lokaler).

Fallstudier energistrategi – exempel från de deltagande VA-organisationerna

Exempel har tagits fram på energistrategier från de deltagande VA-organisationerna med fallstudier kopplat till t.ex. vattenverk, ledningsnät/pumpstationer och

avloppsreningsverk. Hur ser energianvändningen ut? Nuläge och strategier för energi-
produktion, lagring och effekttstyrning?

VA är en integrerad del av samhället och de strategier och vägval de deltagande
VA-organisationerna gjort då det gäller energi skiljer sig åt eftersom de lokala förut-
sättningarna och omvärlden påverkar.

Det finns många gemensamma drivkrafter och synergier kopplat till klimatpåverkan,
energi- och kostnadseffektivitet. Det rådande omvärldsläget har bidragit till perioder
med kraftigt ökade elpriser vilket motiverat energieffektivisering och därmed minskad
klimatpåverkan. Ett ökat fokus och behov av resiliens och beredskap har för flera av
VA-organisationerna inneburit ökat intresse för att installera gasmotorer för att kunna
producera egen el och värme. Biogasen som produceras vid avloppsreningsverk utgjorde
år 2023 cirka 32 % (715 GWh) av den totala biogasproduktionen i Sverige (Energigas
Sverige 2025). Biogasen kan förutom att användas i gasmotorer även uppgraderas till
fordonsgaskvalitet eller användas i värmepannor för produktion av värme.

Himmerfjärdsverket (Syvab, Botkyrka) har sedan driftsättning 1974 producerat
biogas av avloppsslammet samt tagit emot externmaterial i form av fettavskiljarslam,
matavfall m.m. för samrötning. Sedan 2009 har gasen haft tre användningsområden:
pannor för uppvärmning av verket, gasmotor för drift av blåsmaskiner samt en upp-
graderingsanläggning för produktion av fordonsgas. När uppgraderingsanläggningen
började uppnå sin livslängd behövde beslut tas om framtiden av Syvabs biogas. Hösten
2022 gjordes en bred utredning kring biogasen på Syvab med konsultbistånd. Utredningen
tittade på huvudsakliga användningsområden för biogasen: uppgradera befintlig for-
donsgasanläggning, bygga ny anläggning för flytande biogas eller vätgasproduktion
samt installation av gasmotorer för elproduktion. Beslut togs våren 2023 att avveckla
nuvarande fordonsgasanläggning samt gasmotor och investera 22,5 Mkr i två nya gas-
motorer; dessa tas i drift hösten 2025.

Värmen i det utgående renade avloppsvattnet är även det en möjlig energikälla. I
Uppsala är Kungsängsverket, det största avloppsreningsverket, påkopplat på fjärr-
värmenätet vilket dels möjliggör leverans av värme från utgående renat avloppsvatten,
dels möjliggör användning av fjärrvärme för uppvärmning, ett exempel på s.k. industriell
symbios.

I Örebro samarbetar kommunen med Navirium (E.On) som återvinner värme och
kyla från utgående renat avloppsvatten med värmepumpar som är lokaliserade på E.On:s
anläggning.

Andra VA-anläggningar hos de deltagande VA-organisationerna ligger för långt ifrån
fjärrvärmenätet för att motivera investering i ny fjärrvärmeinfrastruktur vilket medför
att de behöver använda andra metoder för uppvärmning, t.ex. biogas eller pellets. Val av
metod är i hög grad beroende av vilken avsättning och marknad det finns för el, biogas
och fjärrvärme.

**ÅTGÄRDER FRÅN DETTA AVSNITT SOM FINNS BESKRIVNA I ÅTGÄRDSSAMLINGEN
I BILAGA A:**

- Energieffektivisering vid byte av blåsmaskiner (Växjö kommun)
- Biogasstrategi med avvägningar kring klimatpåverkan, ekonomi och marknadsaspekter (Syvab)
- Periodiskt underhåll av spiralvärmväxlare (Uppsala Vatten och Avfall AB)
- Solceller och batteri på pumpstation (Roslagsvatten AB)
- Solceller och solcellspan (Uppsala Vatten och Avfall AB)
- Temperaturriktlinjer (Nodra AB)

3.4 Indirekta utsläpp Scope 3 (uppströms och nedströms VA-organisationen)

3.4.1 Workshop 4 – syfte och upplägg

Workshopen syftade till att identifiera utsläpp upp- och nedströms och möjliga strategier för att minska Scope 3-utsläppen inklusive möjligheten att påverka aktörer man är beroende av. Workshopen anordnades i Göteborg på Kretslopps och Vattens kontor i Alelyckan och samlade 21 deltagare på plats och fem digitalt.

Inspiration Maria Neth och Karin Sundström, Gryaab: Gryaabs arbete med fossilfri kolkälla och kostnadsvärdering av klimatpåverkan

Workshopen inleddes med ett inspirerande föredrag från Gryaab. Gryaab ägs av 8 kommuner och driver ett av Sveriges största avloppsreningsverk, Ryaverket i Göteborg med drygt 800 000 personer anslutna. Gryaab har en klimatstrategi med tillhörande handlingsplan (Gryaab 2021) och klimatåtgärder har hög prioritet i styrelsens inriktningsdokument. De poster med störst klimatpåverkan är lustgas från kvävereningen (cirka 10 000 ton CO₂e), metan från slamlagring (cirka 10 000 ton CO₂e) och koldioxid från extern fossil kolkälla (cirka 7 000 ton CO₂e). Det bedöms finnas stor potential att minska metanutsläppen, mellan 30–70 %, genom att bygga slamsilo med vocidizer som förbränner restmetan i stället för öppen hantering och/eller övergå till termofil drift i stället för mesofil. Klimatpåverkan från den fossila kolkällan metanol som behövs för efterdenitrifikationen (del av kvävereningen) kan minskas genom att byta ut kolkällan mot ett mer hållbart alternativ vilket i hög grad är en kostnads- och kvalitetsfråga. Flera olika alternativa kolkällor har undersökts, till exempel återvunnen kemikalie, restprodukter och kemikalier tillverkade från icke fossila råvaror, där viktiga aspekter i jämförelsen är denitrifikationskapacitet, renhetsgrad, pålitliga leveranser och jämn kvalitet. År 2025 är målsättningen att handla upp 25 % av kolkällan som biometanol vilket är ett fossilfritt alternativ men med en betydande kostnadsökning. Merkostnaden jämfört med fossil metanol ligger mellan 1,5–6 SEK/kg COD, men kan vara så hög som 10 SEK/kg COD. Kostnaden beror på flera aspekter till exempel typ av produkt och variationer på marknaden. På workshopen lyftes även alternativet att använda intern kolkälla, t.ex. genom att hydrolysera och fermentera primärslam eller bioslam. Genom att producera VFA (Volatile Fatty Acids, flyktiga fettsyror) och lättillgänglig kolkälla erhålls mer stabila biologiska processer för fosfor- respektive kväverening (Ossiansson 2025).

Inspiration Kalle Pelin, Feralco AB: Vattenindustrins arbete inom fokusområdet Klimatneutral VA

Vattenindustrin är en branschorganisation för leverantörer (konsulter, entreprenörer och produktleverantörer) till vattenrening och vattenbehandling (Vattenindustrin u.å). Vattenindustrin har flera fokusområden, varav ett handlar om Klimatneutral VA. Kalle Pelin från Feralco bjöds in som Vattenindustrins representant för att ge en inspirationsföreläsning med en kemikalieleverantörs perspektiv.

Klimataspekter behöver tillföras i upphandlingar av kemikalier och för att lyckas är det viktigt med tidig dialog, ökad transparens och medvetenhet. Genom att synliggöra kostnaderna för klimatbättre produkter kan det skapas budgetutrymme, där betalningsviljan i dag upplevs begränsad ute hos kund. Genom att värdera klimatnyttan i pengar, kan ökade kostnader för produkter med lägre klimatpåverkan få budgetutrymme. I dag upplever leverantörsledet att man i kundledet frågar ganska ostrukturerat efter lägre klimatpåverkan. I förfrågningsunderlagen saknar sedan klimat och andra hållbarhetsaspekter utvärderingskriterier och upphandlingen uppvisar dessutom helt, eller har en klart begränsad, betalningsvilja för det man lägger till. Därför får inte alternativ med lägre klimatavtryck genomslag då dess ibland lite högre pris inte viktas mot värdet av lägre klimatpåverkan.

Det är dessutom viktigt att jämföra mot relevant bas. Vid jämförelse av emissionsfaktorer för produkter från olika leverantörer är det viktigt att jämföra på lika villkor, det vill säga med samma utgångspunkt och prestanda (ämnesmängd, Al och Fe, Al³⁺ och polyaluminiumklorid (PAC), Fe²⁺ respektive Fe³⁺ etc.). Erfarenhetsmässigt är det lätt att det blir fel varför en tidig dialog med leverantörerna, helst innan förfrågningsunderlaget går ut, skulle minska risken för denna typ av felaktiga jämförelser av pris per ton.

Pelin hade ett antal ytterligare åtgärder för att minska Scope 3-utsläppen i närtid. Dels finns mycket att göra genom att arbeta med processoptimering för att få mer resurs-effektiv användning av kemikalier. Även en översyn av logistik, transporter och lagring kan bidra till minskade utsläpp där mer högkoncentrerade produkter kan hålla kostnader och utsläpp från transporter nere.

Budskap i korthet: ta dialogen med leverantörerna och gör det som går att göra nu! Transporter och applikationer/processoptimering är relativt lågt hängande frukter. Kom även ihåg att VA-branschen är leverantörernas Scope 3-utsläpp och tvärtom.

3.4.2 Kartläggning

Vilka är VA-organisationernas Scope 3-utsläpp?

De huvudsakliga Scope 3-utsläppen vid de deltagande VA-organisationerna sammanställs i punktlistan nedan och utgörs av kemikalier, aktivt kol, slamlagring och slamspridning i extern regi, ledningsnät, anläggningsprojekt och transporter:

- Kemikalier på avloppsreningsverk (järnklorid, kolkälla (t.ex. metanol), lut)
- Kemikalier på vattenverk (kalk, PAC, lut)
- Aktivt kol för dricksvattenproduktion och spillvattenrening
- Slamspridning/slamhantering om den sker i extern regi
- Ledningsnät (bergkross, deponi schaktmassor, asfalt, rör (PE), bränsle, transporter)
- Anläggningsprojekt (transporter, deponi schaktmassor, bränsle, betong, armering, stålrör)
- Transporter

3.4.3 Exempel på åtgärder

Strategier för att minska Scope 3 – åtgärder och kostnader

En stor del av Scope 3-utsläppen härrör från användning av kemikalier. Processoptimering för att minska kemikalieanvändningen och att byta ut fossil kolkälla till kolkälla med icke-fossilt ursprung (t.ex. ekoetanol) är exempel på åtgärder som vidtagits eller planeras. Genom att minska kemikalieanvändningen kommer även en kostnadssänkning kunna åstadkommas. Roslagsvattens satsning på pyrolys för produktion av slambiokol beräknas bidra till kraftigt minskade Scope 3-utsläpp från den externa slamhanteringen.

Scope 3-utsläpp från transporter har minskats på Roslagsvatten genom att vissa av transporterna för kemikalieleverans är fossilfria, och utsläpp från fordonsbränsle i vissa mindre entreprenader har minskats genom att ställa krav på förnybara bränslen (t.ex. biogas, el, HVO 100 eller etanol). På Kretslopp och Vatten har ett pilotprojekt för elektrifiering av arbetsmaskiner i en anläggningsentreprenad genomförts med lyckade resultat.

Genom att ställa interna krav på mer återbruk och underhåll av produkter kan livslängden förlängas vilket ger lägre Scope 3-utsläpp. Även materialval vid rörläggning bidrar där bioplaströr används för minskade klimatutsläpp.

I anläggningsprojekt kan ”grön” eller ”klimatsmart” betong användas för att minska klimatpåverkan. Klimatförbättrad betong har mindre andelar cement och en inblandning av alternativa bindemedel så som flygaska eller slaggprodukter från till exempel stålindustrin som minskar klimatpåverkan (Voulgaridis et al. 2025). På Roslagsvatten har kravställning vid upphandling av byggnationen av ett nytt avloppsreningsverk

resulterat i att den betong som valts ut för bygget är den med lägst klimatpåverkan. Man har även använt mer klimatsmarta pelare vid markstabilisering vilket beräknas ge 43 % minskade koldioxidutsläpp och en kostnadsbesparing på 1,7 Mkr. Utöver det har man tagit fram ett mer strukturerat arbetssätt och logistik för hantering av schaktmassor vilket varit en kostnadseffektiv åtgärd. Schaktmassor transporteras till platser i närområdet samt återanvänds i så stor utsträckning som möjligt. Transporterna optimeras dessutom med avseende på bilarnas fyllnadsgrad.

Flera av de deltagande VA-organisationerna använder metoden miljöspendanalys som verktyg för kategorisering och uppföljning i ekonomisystemet för att beräkna klimatpåverkan från organisationernas inköp (Nodra, Örebro) (se fördjupning i Bilaga A Åtgärdsbibliotek).

3.5 Upphandling som verktyg

Upphandling och tydligt ställda krav kan användas som verktyg för att minska utsläppen vid inköp av varor och tjänster. Samtidigt kan upphandling också bidra till utvecklingen av mer miljövänliga lösningar när det tydliggörs att det finns efterfrågan, marknad och betalningsvilja för alternativen.

I försök att minska sina Scope 3-utsläpp uppgav flera av deltagarna på workshopen att de hade ställt krav på drivmedelsanvändning för transporter och anläggningsmaskiner vid upphandlingar. Exempelvis hade Uppsala Vatten och Avfall lyckats ställa krav på användandet av enbart förnybara bränslen för upphandlade transporter, medan Växjö kommun hade försökt att ställa krav på användande av miljöbränslen vid transport av insatskemikalier, men där fick de ta bort dessa för att få in ett tillräckligt antal anbud. I anläggnings- och entreprenadupphandlingar hade både Göteborg Stad Kretslopp och vatten och Örebro kommun börjat ställa krav på användandet av anläggningsmaskiner utan fossila drivmedel, och Örebro kommun hade även lyckats teckna ett ramavtal med leverantör(er) där det hade specificerats att enbart biogas, el, vätgas, bioetanol och biodiesel var godkända drivmedel i deras avrop.

Flera deltagare uppgav också att deras organisationer ställde olika typer av klimat- och hållbarhetskrav på insatsvaror och material vid upphandling och inköp. Göteborg Stad Kretslopp och vatten uppgav att de vid inköp av material (rör, ventiler etc.) och kemikalier aktivt jobbade med att välja varor med lägre klimatpåverkan, och att de vid kravställan vid upphandlingar kvantifierar nyttan med hjälp av miljövarudeklarationer (EPD:er) och byggvarudeklarationer (eller motsvarande) för att kunna göra klimatberäkningar och klimatkalkyler. Roslagsvatten uppgav att de tillämpar kravställning om användandet av grön betong, vilket har avsevärt minskat deras utsläpp i bygg- och anläggningsskedet.

Utöver att specificera tydliga krav på insatsvaror (till exempel drivmedel och material) lyfte flera deltagare vikten av att upphandla leverantörer med välfungerande system för aktivt miljöarbete och som tillåter korrekt redovisning av exempelvis bränsle- och materialförbrukning, och som möjliggör uppföljning av (miljö-)kraven som har satts upp inom ramen för upphandlingen. Örebro kommun har exempelvis krav med i sina upphandlingar gällande att leverantörer ska bedriva "systematiskt miljöarbete". Vikten av att tydligt utarbeta vem som ska följa upp upphandlingskraven, hur, och med vilken frekvens poängterades också som särskilt viktigt för att säkerställa att miljökraven i upphandlingen når önskad effekt, och att repressalier ges om kraven inte efterlevs.

Behovet av tidig dialog och samarbete kring upphandling som verktyg för att ställa miljö- och hållbarhetskrav diskuterades. På workshopen presenterades kort information om det parallellt pågående SVU-projektet *Hållbarhetskriterier för VA-specifika upphandlingar* (SVU 24-107), där flera av de deltagande VA-organisationerna också deltar. Inom projektet genomförs marknadsdialoger inom prioriterade områden

(betong, plaströr, processkemikalier, rör av stål och segjärn, bioplaströr, flexibla foder och entreprenader).

ÅTGÄRDER FRÅN DETTA AVSNITT SOM FINNS BESKRIVNA I ÅTGÄRDSSAMLINGEN I BILAGA A:

- Elektrifierade rörspräcknings- och infodringsentreprenader (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten)
- Miljöspendanalys som verktyg (Nodra AB och Örebro kommun)
- Klimatsmart betong och materialval vid anläggningsprojekt (Roslagsvatten AB)
- Pyrolys av avloppsslam (Roslagsvatten AB)
- Fossilfri kolkälla (Gryaab AB)

3.6 Strategier och åtgärder för klimatneutralitet

Projektets sista workshopdel syftade till att ta fram ett förslag till projektgemensam strategi för att gå från teori till praktik i vägen mot klimatneutral VA baserat på erfarenheter och resultat från workshopserien. Workshopen genomfördes vid det fjärde workshop-tillfället, på eftermiddagen, på Kretslopp och vattens kontor i Göteborg. Workshopen inleddes med en gemensam post-it-lappövning där de viktigaste åtgärderna för att nå klimatneutralitet sammanställdes (avsnitt 3.6.1) varpå en gemensam diskussion följde kring vilka delar och resultat från projektet som är de viktigaste att ta med i vår projektgemensamma färdplan mot klimatneutralitet (avsnitt 5.6.2).

3.6.1 De viktigaste åtgärderna för att nå klimatneutralitet

Workshopen resulterade i en lång rad förslag på åtgärder för att nå klimatneutralitet som redovisades på post-it-lappar. Dessa har sedan sammanställts och grupperats utifrån ett antal underrubriker nedan.

Mål, strategi, systematik och samverkan

Verksamhetsövergripande målsättningar, strategier, angreppssätt och uppföljning av klimatmål behövs för att hela verksamheten ska röra sig i samma riktning. Det är också viktigt att förankra nya arbetssätt hos medarbetarna och identifiera samt prioritera intressekonflikter. Uppföljning inom organisationerna är nödvändig för att säkerställa framsteg.

Påverkansarbete, som att sätta klimatneutralitet på agendan, är viktigt, liksom politiska beslut om strategier och handlingsplaner. En aktiv roll i samhället, inklusive utbildning och folkbildning, är också nödvändig för att alla ska kunna bidra till målet. Ökad kunskap om vattenanvändning och vattnets värde i samhället, samt effektiv kommunikation, är viktiga komponenter.

Klimataspekten bör integreras proaktivt i planeringen av projekt och åtgärder. Bättre och standardiserad klimatreddovisning samt klimatberäkningar är viktiga för att identifiera utsläppen och klimatnyttan. Resurser måste avsättas för att genomföra dessa beräkningar.

Hållbarhetskrav i upphandlingar, exempelvis gällande masshantering, bränslen och klimatavtryck från kemikalier, bör inkluderas. Samverkan mellan tillverkare, leverantörer och beställare är nödvändig för att få fram bättre klimatneutrala produkter. Samarbeten både uppströms och nedströms VA-verksamheten är viktiga.

De största utsläppen och de mest lättillgängliga åtgärderna, till exempel metan från slamhantering och lustgasutsläpp, bör prioriteras och kommuniceras. Börja med de ”låg hängande frukterna” samtidigt som mer omfattande åtgärder utreds.

Kartlägg och minska emissioner

För avloppsreningsverk utgörs de största Scope-1-utsläppen ofta av metan och lustgas. Kartläggning och mätning är viktiga steg för att nå klimatneutralitet. Genom att förbättra

mätning och läcksökning kan organisationer optimera åtgärder och minska utsläppen mer effektivt.

En viktig åtgärd är fortsatt forskning kring lustgasutsläpp från kväverening. För att optimera kvävereningsprocessen med avseende på växthusgasutsläpp behövs bättre och billigare mätutrustning, som både är kontinuerlig och online.

När det gäller slamhanteringen är minskade metanutsläpp en målsättning, både från själva rötningen och från lagringen. Exempel på åtgärder från projektet är termofil rötning och avkylning av det rötade slammet, torkning och stabilisering, produktion av slambiolol, täcka slamlager, destruera eller omhänderta restgaser, samt söka läckor.

Transporter och maskiner

För att nå klimatneutralitet är det viktigt att använda fossilfria drivmedel i alla led. Elektrifiering och eldrivna verktyg och maskiner är nyckelkomponenter i denna övergång. Vid elektrifiering av fordonsflottan är det viktigt att överväga hur stor del av flottan som kan behöva undantas ur ett beredskapsperspektiv (vid händelse av elbrist eller skador på kritisk infrastruktur).

Resurseffektiva, hållbara VA-system och anläggningar

För att skapa resurseffektiva och hållbara VA-system och anläggningar är det viktigt att arbeta för att minska såväl utläckage från dricksvattennätet som mängden tillskottsvatten till spillvattennätet. Genom åtgärder på ledningsnätet kan man minska användningen av el och kemikalier och få mer resurseffektiva processer när mängden vatten som behöver behandlas hålls nere. Effektivt omhändertagande av dagvatten är också en viktig del av detta arbete.

Processoptimering och val av kemikalier

En viktig del på vägen mot klimatneutral VA är processoptimering, styrning och processval. En mer effektiv användning av insatsvaror tillsammans med hållbara val av kemikalier påverkar de indirekta klimatutsläppen och den totala klimatpåverkan.

Energi och energistrategier

Energi och energistrategier är viktiga delar i arbetet med att nå klimatneutral VA. Nedanstående åtgärder är exempel som bidrar till både energineutralitet och klimatneutralitet genom att minska energianvändningen och öka effektiviteten i VA-system och anläggningar:

- *Ökad egen energiproduktion* genom att till exempel installera solceller och utveckla en solcellsplan för att minska indirekta utsläpp.
- *Optimering av värmeanvändning genom aktiva temperaturval och effektivare värmeväxling* och val av rätt el- och värmekälla är faktorer som bidrar till att effektivisera uppvärmningen.
- *Processoptimering* genom rengöring, underhåll, byte och styrning av luftningsutrustning i det biologiska reningssteget för att minska elförbrukningen på avloppsreningsverk.
- *Minskning av energiförbrukning i ledningsnätet* genom minskade effektoppar i pumpning, utbyte av pumpar och förbättrad styrning för att öka energieffektiviteten.

Materialval och klimatsmarta anläggningsprojekt

För att skapa klimatsmarta anläggningsprojekt är det viktigt att göra medvetna materialval. Att få kunskap om kvalitetsskillnader i rörmaterial är avgörande för att välja rätt material. Minskad användning av plast och betong bidrar till att minska miljöpåverkan liksom ökad grad av återbruk och förlängd livslängd.

Vid val av produktionsmetod för ledningsnätsprojekt bör schaktfria tekniker som infodringar och rörspräckning prioriteras för att minimera störningar och miljöpåverkan.

Grön asfalt kan användas om den är tillräckligt bärande, och grön betong bör väljas om den har tillräckligt bra kvalitet, tillgången är god och om betongen har ett rimligt pris.

Sammanfattande förslag på stegvis upplägg "Från teori till praktik"

Genom att följa dessa steg kan verksamheten effektivt gå från teori till praktik och arbeta mot klimatneutralitet:

1. *Göra en klimatberäkning* för hela VA-verksamheten, för att identifiera utsläppskällor.
2. *Definiera klimatmål och klimatstrategi* samt avsätta resurser för att nå dessa mål.
3. *Identifiera utsläppskällor* inom Scope 1, 2 och 3, och engagera fler avdelningar såsom inköp, drift och process.
4. *Minska metanutsläpp från slamhantering*, som är en stor Scope 1-källa, genom läcksökning och åtgärder för att minska metanavgång vid slamlagring.
5. *Minska påverkan från kväverening* genom att minska lustgasemissioner. Välj nya processlösningar och optimerar befintliga processer, gärna baserat på erfarenheter från lustgasmätning.
6. *Minska påverkan från energianvändning genom energieffektivisering och val av energimix*.
7. *Minska påverkan från kemikalier*, som kan vara en betydande utsläppskälla inom Scope 3. Processoptimering, val av mer klimatsmarta alternativ och logistik kan minska utsläppen.
8. *Minska påverkan från anläggningsprojekt* genom att göra aktiva val av metod och material tidigt vid planering och genomförande. Detta kan exempelvis vara schaktfria metoder, logistik och hantering av schaktmassor vid masshantering och val av betong och material med lägre klimatavtryck.
9. *Minska påverkan från de lättaste åtgärderna*, de lågt hängande frukterna. Vilka dessa är kommer att vara verksamhetsberoende, men kan till exempel handla om att ställa krav på fossilfritt bränsle i egna fordon och vid entreprenader, genomföra energieffektiviseringsåtgärder, läcksökning vid slambehandling, optimering av kemikalieanvändning och aktiva klimatval vid inköp till personalverksamhet (t.ex. förbrukningsartiklar).

3.6.2 Projektets resultat och strategi för vägen mot klimatneutralitet

Som avslutning på den sista workshopen fick deltagarna möjligheten att utifrån sina perspektiv och erfarenheter lyfta upp vilka som är de viktigaste pusselbitarna och resultaten från workshopserien då vi går från teori till praktik. Sammanfattningsvis var gruppens slutsats att:

- *Strategier och mål är avgörande för att lyckas med klimatarbetet.* Det är viktigt att arbetet är förankrat högt upp i organisationen, med rätt mandat, driv och kompetens. Samarbete mellan olika delar av organisationen, som har olika perspektiv, är nödvändigt för att alla ska kunna vara delaktiga i klimatarbetet, inklusive ledningsnätssidan. Klimatnyttan bör tydliggöras i ett större perspektiv, och benchmarking kan användas för att sporra verksamhetsutveckling.
- Det är värdefullt att *samla tankar och konkreta exempel* från branschkollegor som kan tillämpas i den egna organisationen.
- *Kartläggning* av vilken del av verksamheten som är den största källan till utsläpp är viktigt, inklusive avloppsreningsverkens, vattenverkens och ledningsnätens bidrag. Det kan vara svårt att mäta metan och lustgas, men kontinuerlig lustgasmätning kan vara en bra åtgärd att inkludera.
- *Att utmana tankesätt och tänka nytt* kan öppna upp för nya möjligheter. Till exempel att täcka slamlager för att minska metanslipp samtidigt som mängden biogas som produceras ökar, eller att se över möjligheter till att använda alternativa kolkällor, såväl internt som externt, för en mer resurseffektiv process. Processoptimering, från

pumpar till styrning, kan leda till både klimatförbättringar och kostnadsbesparingar genom minskad resursanvändning. Minskad vattenförbrukning genom att använda tekniskt vatten där rätt vattenkvalitet används till rätt ändamål kan också bidra. Val av energislag påverkar de totala utsläppen, och betalningsvilja för CO₂e påverkar den sammantagna hållbarhetsbedömningen och vilka åtgärder som faktiskt blir genomförda.

- *Samverkan med leverantörer och utveckling av upphandling som verktyg*, inklusive att vara kreativ och ta dialog med leverantörer, är viktigt. Våga testa gränserna för att hitta nya lösningar.

4 Sammanfattande slutsatser och diskussion

Projektets syfte har varit att genom samverkan med de deltagande VA-organisationerna samla åtgärdsförslag som tillsammans ger ett stöd i arbetet att gå från teori till praktik på vägen mot klimatneutral VA. Tillsammans med inbjudna experter har projektet genomfört fyra workshoppar som sammanfattas i denna rapport, i ett åtgärdsbibliotek i Bilaga A och som informativa minifilmer som publiceras i ett digitalt åtgärdsbibliotek på VA-kluster Mälardalens webbplats. Projektet visar på kraften i att samarbeta och byta erfarenheter mellan verksamheter som ett sätt att bygga kunskap och engagemang.

Det har visat sig vara utmanande att kvantifiera kostnader och nyttor för såväl genomförda som planerade åtgärder eftersom det inte alltid har beräknats eller redovisats. Dessutom är såväl kostnader som möjlig minskning av växthusgasutsläpp verksamhetsberoende vilket gör att resultatet av projektet bör ses som ett beslutsstöd och inspiration för verksamheter och aktörer i arbetet mot en klimatneutral VA.

Synergier och målkonflikter

Vägen mot klimatneutral VA underlättas genom att beakta klimatpåverkan vid till exempel processval, investeringar och i långsiktigt strategiskt arbete parallellt med ökad medvetenhet kring behoven av att i den dagliga driften ha bättre mätning och uppföljning av emissioner. En lärdom från projektet är att det inte behöver krävas merarbete eller större kostnader för att minska klimatpåverkan i ett byggnadsprojekt. Därför finns det mycket att vinna på att aktivt leta efter och jämföra olika alternativ och material. Projektet har visat att det ofta finns synergier och mervärden i strävan mot minskad klimatpåverkan. Ett exempel på detta är att åtgärder för att minska metanutsläpp medför att mer gas kan tas tillvara och användas för energiproduktion eller som fordonsgas. Ett annat exempel är energieffektivisering och processoptimering som resulterar i mer resurseffektiva lösningar med lägre klimatpåverkan (Scope 2 respektive Scope 3) samtidigt som kostnaden för inköp av energi och kemikalier kan minskas.

Utöver synergier finns även målkonflikter som behöver beaktas vid strategiska val. Ett exempel på detta är när det finns affärsmässiga osäkerheter i avsättningen av fordonsgas som medför att det kan vara svårt att fatta beslut om en nyinvestering för att minska metanutsläpp. Ett annat exempel är biogasstrategier som påverkas av politiska beslut och har resulterat i intern användning av biogasen i stället för att bidra till samhällets minskade användning av fossila bränslen. Ytterligare ett exempel är avvägningar mellan mesofil och termofil rötning, där termofil rötning med ökade temperaturer i rötkammaren kan ge ökad nedbrytningsgrad, ökad gasproduktion och minskat metansläpp vid mellanlagring av slam, samtidigt som de indirekta utsläppen riskerar att öka om energibehovet för uppvärmning är stort och värmeåtervinningen inte är tillräcklig.

För att kunna uppnå uppsatta klimatmål krävs tydliggörande av mandat och krav, där åtgärder prioriteras och följs upp på ett strukturerat sätt. Krav i miljötillstånd och gällande och förväntade lagkrav är drivkrafter vid implementeringen av åtgärder och bedöms även öka betalningsviljan.

Verksamheter hänger ihop och påverkar varandras utsläpp

Beräkning och uppföljning av växthusgasutsläpp med scope-perspektivet skapar förutsättningar för att gemensamt ta ansvar och samverka för minskningen av utsläppen. Genom att företag både är och har kunder och leverantörer skapas ett tätt sammanvävt nätverk av aktörer som alla påverkar varandras verksamheter, och därigenom också bidrar till varandras totala utsläpp av inköpta och levererade varor och tjänster

(Figur 4.1). Upphandling har visat sig vara ett bra praktiskt exempel för detta där realistiska men ändå progressiva krav kan formuleras gemensamt och där krav hos kunder och leverantörer kan spridas genom hela nätverket.



Figur 4.1

Illustration över hur olika aktörer bidrar till varandras direkta och indirekta utsläpp i ett ganska komplext och otydligt aktörsnätverk. Leverantörer påverkar kunders utsläpp och vice versa. Jämför med Figur 2.1, där den enskilda organisationens utsläpp enligt GHG-protokollet illustreras.

Arbetet med energieffektivisering och mot energineutralitet är viktiga steg på vägen mot klimatneutralitet. Medan energieffektivisering är viktig på individuell organisationsnivå, behöver energineutralitet ses i ett större sammanhang där egna val och beslut påverkar andra aktörer och samhällsmål (till exempel användning av biogas i transportsektorn, energiberedskap eller återvinning från slam). Det behövs nya partnerskap och affärsmodeller samt anpassning av befintlig lagstiftning där utvecklingar som visar stor potential och nyttan överstiger VA-organisationernas uppdrag (t.ex. gällande återvinning av växtnäringsämnen eller vätgasproduktion).

Vikten av styrning, tydliga mål och uppföljning

Inom VA-sektorn har många verksamheter satt upp egna klimatmål. Exempelvis har vissa bolag som mål att halvera sina utsläpp inom Scope 1, 2 och 3 i hela värdekedjan till 2030. Trots de ambitiösa klimatmålen finns det flera utmaningar kopplade till genomförandet och uppföljningen av åtgärder. Ett av de största problemen är att begreppet klimatneutralitet är otydligt och tolkas på olika sätt av olika aktörer. Ytterligare en utmaning är att VA-organisationer ofta samögs av flera kommuner som har olika klimatmål och strategier, vilket försvårar en enhetlig styrning. Dessutom är VA-verksamheten ofta en relativt liten del av kommunens övergripande klimatarbete, vilket gör att den ibland får en lägre prioritet i beslutsfattandet. Sammantaget krävs en kombination av tydligare styrning, bättre samarbete med andra aktörer upp- och nerströms och konkreta åtgärder för att uppnå klimatneutralitet inom de uppsatta tidsramarna.

Referenser

- Alegre H., Coelho S. T., Feliciano J. F. och Matos, R. (2015). Boosting innovation in the water sector – the role and lessons learned from collaborative projects. *Water Science & Technology*, volume 72 (9), ss. 1516–1523. doi: <https://doi.org/10.2166/wst.2015.362>
- Avfall Sverige (2025). Egenkontroll metanemissioner (EgMet). <https://www.avfallsverige.se/fakta-statistik/avfallsbehandling/biologisk-atervinning/egenkontroll-metanemissioner/> (2025-06-19)
- Avfall Sverige (2022). Sammanställning av data från metanmätningar enligt Egenkontroll metanemissioner åren 2019–2021 samt jämförelse med tidigare år. https://www.avfallsverige.se/media/ooxfpggm/bu120-statistikrapport-metan_omga-ng-5.pdf (2025-06-19)
- Baresel C., Ludtke M., Berg M., Åfeldt E. och Aronsson A. (2017). *Slamtorkning som en del av slamhantering vid Syvab Himmerfjärdsverket*. IVL rapport B 2275. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1552346/FULLTEXT01.pdf>
- Baresel C., Bornold N., Yang J., Kanders L. och Eliasson M. (2019). *Lustgasutsläpp från behandlingen av rejektvatten vid Slottshagens reningsverk i Norrköping*. IVL rapport B 2338. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1552291/FULLTEXT01.pdf>
- Baresel C., Bornold N., Lundwall T., Björk A., Borzooei S., Tuveesson M. och Kanders L. (2024). *Ny teknik för mätning av lustgasutsläpp vid avloppsreningsverk. Vid behandling av kallt avloppsvatten och vid avsaknad av kväverening*. SVU-rapport 2024-6. Stockholm: Svenskt Vatten. <https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/wp-content/uploads/2024/06/svu-rapport-2024-06.pdf>
- Bengtsson S. och Samuelsson O. (2024). *Övervakning och underhåll av luftarsystem. Tillståndsbaserat underhåll för ökad energieffektivitet på avloppsreningsverk*. SVU-rapport 2024-12. Stockholm: Svenskt Vatten. <https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/wp-content/uploads/2024/11/svu-ra2412a.pdf>
- Electricity Maps (2025). Sweden 2023 Yearly Carbon Intensity Data (Version January 27, 2025). Electricity Maps. <https://www.electricitymaps.com>
- Energiföretagen (2024). Energiåret 2023. https://www.energiforetagen.se/48e6bc/globalassets/energiforetagen/statistik/energiaret/2023/energiaret-2023_20250115.pdf (2025-03-26)
- Energimarknadsinspektionen (2025). Residualmix. <https://ei.se/bransch/ursprungsmarkning-av-el/residualmix> (2025-03-26)
- Energimyndigheten (2024). Energiåret i siffror (version 2024-07-05).
- Energimyndigheten (2023). *Scenarier över Sveriges energisystem 2023 Med fokus på elektrifieringen 2050*. Energimyndigheten rapport ER 2023:07. Bromma: Energimyndigheten. <https://www.energimyndigheten.se/49428c/globalassets/statistik/prognoser-och-scenarier/langsiktiga-scenarier/langsiktiga-scenarier-over-sveriges-energisystem-2023.pdf>
- Energi & Miljö (2023). Reningsverk får solceller. <https://www.energi-miljo.se/reningsverk-far-solceller/> (2025-06-19)
- Europeiska kommissionen (u.å.) EU:s gröna giv - EU vill bli världens första klimatneutrala region. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_sv (2025-06-19)

Greenhouse Gas Protocol (2011). Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard - Supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard_041613_2.pdf

Greenhouse Gas Protocol (u.å.). Standards & Guidance. <https://ghgprotocol.org/standards-guidance> (2025-06-19)

Gryaab (2021). Gryaabs klimatstrategi. https://goteborg.se/wps/PA_Pabologshandlingar/file?id=32369

Hagman M., Pelin V., Iggström D., Lindblom D., Possling B. och Spännare J. (2024). *Dricksvattensystemets möjliga bidrag till stadens elförsörjning*. SVU-rapport 2024-10. Stockholm: Svenskt Vatten. <https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/wp-content/uploads/2024/10/svu-rapport-2024-10.pdf>

Holmström H. (2022). Vätgasproduktion vid avloppsreningsverk. *Cirkulation*, 3 oktober. <https://cirkulation.se/ivu/vaetgasproduktion-vid-avloppsreningsverk/> (2025-06-19)

INAB (2024). Umeå Eco-Industrial Park - Ett världsledande centrum för grön innovation. <https://inab.umea.se/vad-vi-gor/projekt/umea-eco-industrial-park> (2025-06-19)

Kalundborg Symbiosis (2024). Kalundborg Symbiosis. <https://www.symbiosis.dk/en/> (2025-06-19)

Lingsten A., Lundkvist M. och Hellström D. (2013). *VA-verkens energianvändning 2011*. SVU-rapport 2013-17. Stockholm: Svenskt Vatten. https://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2013-17.pdf

Losman M. och Göthe L. (2025). *Vägledning för hållbara VA-upphandlingar*. SVU-rapport 2025-13. Stockholm: Svenskt Vatten.

Moore F.C., Drupp M.A., Rising J. och Wagner, G. (2024). *Synthesis of evidence yields high social cost of carbon due to structural model variation and uncertainties*. Proceedings of the National Academy of Sciences. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.2410733121>

MittSverige Avfall & Vatten (2024). Solcellsanläggning invigd i Essvik. <https://msva.se/nyheter/nyheter/2024-10-15-solcellsanlaggning-invigd-i-essvik> (2025-06-19)

Ossiansson E. (2025). *Ideal carbon utilisation in wastewater treatment for enhanced nutrient removal – Primary filtration with filter sludge fermentation as primary treatment for a novel biofilm process*. Doktorsavhandling, Chalmers. https://research.chalmers.se/publication/546148/file/546148_Fulltext.pdf

Schlömer S., Bruckner T., Fulton L., Hertwich E., McKinnon A., Perczyk D., Roy J., Schaeffer R., Sims R., Smith P. och Wiser R. (2014) Annex III: Technology-specific cost and performance parameters. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer O., Pichs-Madruga R., Sokona Y., Farahani E., Kadner S., Seyboth K., Adler A., Baum I., Brunner S., Eickemeier P., Kriemann B., Savolainen J., Schlömer S., von Stechow C., Zwickel T. och Minx J.C. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf#page=7

Svenskt Vatten (2025). *Begränsad klimatpåverkan från vattentjänster: Begrepp och tillåtna klimatpåståenden – En analys av innebörden av internationella standarder, vägledningar och lagstiftning*. Svenskt Vatten rapport R02-2025. Stockholm: Svenskt Vatten.

-
- Svenskt Vatten (u.å.). Klimatneutral VA-bransch. <https://www.svensktvatten.se/vara-sakomraden/klimat-och-hallbarhet/klimatneutral-va/> (2025-06-19)
- Skara energi (u.å.). Nu producerar vi vår egen el. <https://skaraenergi.se/nyheter/nu-producerar-vi-var-egen-el/> (2025-06-19)
- Tekin, E., Gillich, A., och Hufendiek, K. (2024). Impact of different CO₂ price paths on the development of the European electricity system. *Energy Strategy Reviews*, volume 55, ss. 101499. doi: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101499>
- Trafikverket (2024). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn ASEK 8.0 (2024-04-02). <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/oe5777a6301e4134a6e8365fc20coe0e/asek-8.0-2-april-2024.pdf>
- UK POST (2006). Carbon footprint of electricity generation. *Postnote* Number 268 . <https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/POST-PN-268/POST-PN-268.pdf>
- United Nations Climate Change (u.å.). What is the United Nations Framework Convention on Climate Change? <https://unfccc.int/process-and-meetings/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change> (2025-06-19)
- United Nations Climate Change (u.å.). The Paris Agreement – what is the Paris agreement? <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement> (2025-06-19)
- VA-kluster Mälardalen (2025) VA-kluster Mälardalen: Kortrapport #2 – mars 2025 <https://www.va-malardalen.se/download/18.3df8261b19546019eb13a949/1742311215881/VAKM%20kortrapport%20nr%202%20-%20Rent%20bl%C3%A5s.pdf>
- Vattenindustrin (u.å.) Om oss Vattenindustrin – Samlad kompetens för framtidens vatten. <https://vattenindustrin.se/om-oss/> (2025-06-26)
- Voulgaridis T., Wollin P., Trinh Y., Ramstedt S., Gäfvert L., Bodin A., Gärdeklint H., Wallberg J. och Lubera, J. (2025). *Klimatpraktika för ledningsnätsprojekt inom VA*. SVU-rapport 2025-4. Stockholm: Svenskt Vatten.
- Ye L., Porro J. och Nopens I. (Eds.). (2022). *Quantification and Modelling of Fugitive Greenhouse Gas Emissions from Urban Water Systems*. IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781789060461>

Bilagor

Bilaga A Åtgärdsbibliotek

I denna bilaga presenteras de åtgärder som sammanställts som inspirationsunderlag för dem som vill ha mer information. Dessa fördjupade åtgärdsbeskrivningar kommer även ligga till grund för projektets åtgärdsbibliotek som kommer sammanställas på VA-kluster Mälardalens webbplats. En lista på de presenterade åtgärdsexemplen finns i Tabell A1.

Tabell A.1

Fördjupade
åtgärdsbeskrivningar som
presenteras här i Bilaga A.

Åtgärd	Åtgärdsbeskrivning	Organisation
1	Bolagsövergripande LCA som verktyg för att beräkna klimatpåverkan	Uppsala Vatten och Avfall AB
2 a)	Miljöspendanalys som verktyg	Örebro kommun
2 b)	Miljöspendanalys som verktyg	Nodra AB
3	Byte till fossilfritt bränsle i egen fordonsflotta	Uppsala Vatten och Avfall AB
4	Lustgasemissioner och åtgärder vid rejektivattenrening	Nodra AB
5	Lustgasmätning som underlag för åtgärder	Stockholm Vatten och Avfall AB
6	Minskat metansläpp från rötrestlager genom vakuumbehandling	Uppsala Vatten och Avfall AB
7	Planerad ombyggnation av slambehandling som bidrar till minskade metanemissioner	Örebro kommun
8	Energieffektivisering vid byte av blåsmaskiner	Växjö kommun
9	Biogasstrategi med avvägningar kring klimatpåverkan, ekonomi och marknadsaspekter	Syvab
10	Periodiskt underhåll av spiralvärmewäxlare	Uppsala Vatten och Avfall AB
11	Solceller och batteri på pumpstation	Roslagsvatten AB
12	Solceller och solcellsplan	Uppsala Vatten och Avfall AB
13	Temperaturriktlinjer	Nodra AB
14	Elektrifierade rörspräcknings- och infodringsentreprenader	Göteborg stad, Kretslopp och Vatten
15	Klimatsmart betong och materialval vid anläggningsprojekt	Roslagsvatten AB
16	Pyrolys av avloppsslam	Roslagsvatten AB
17	Fossilfri kolkälla	Gryaab AB

1. Bolagsövergripande LCA som verktyg för att beräkna klimatpåverkan

Författare och kontaktperson: Johan Nilsson, Uppsala Vatten och Avfall AB

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Att beräkna klimatpåverkan från bolagets verksamheter, uppdelat enligt GHG-protokollets Scope 1, 2 och 3.
- *Tillvägagångssätt:* IVL Svenska Miljöinstitutet anlitas för att utföra beräkningarna baserat på data från bolaget.
- *Tid för implementering:* ca 130 h

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* Vi har fått bättre förståelse för bolagets totala klimatpåverkan och tagit fram en tydlig metod för att följa upp varje år. Det gör det enklare att jämföra utsläpp mellan olika år och skapar bra förutsättningar för att förbättra oss löpande och styra arbetet i rätt riktning.
- *Budgeterad effekt:* -

Kostnad:

- *Totalkostnad:* ca 130 000 SEK

Drivkrafter:

- *Huvudsakliga drivkrafter:* Att beräkna bolagets totala klimatpåverkan och identifiera de mest betydande utsläppskällorna. Resultatet används som underlag för att följa upp målet om att halvera bolagets klimatutsläpp till år 2030, med 2021 som basår.

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Identifiering av klimatomåttliga hotspots inom verksamheten samt ökad förståelse för osäkerheter i både primära och sekundära data. Vi har också ökat vår kunskap om den klimatnytta verksamheten bidrar med. Till exempel genom att producera biogas, biogödsel och ta tillvara spillvärme, som kan ersätta mer klimatbelastande alternativ som fossila bränslen och mineralgödsel.

2. a) Miljöspendanalys som verktyg

Författare och kontaktperson: Sara Stake, Örebro kommun

Beskrivning av åtgärden:

- **Syfte:** Att få kunskap om vad i verksamheten som genererar utsläpp inom de olika scopen, och storleken på utsläppen. Detta kan sedan användas som underlag för prioritering av åtgärder för minskad klimatpåverkan.
- **Tillvägagångssätt:** Miljöspendanalysen gjordes i två steg, först en övergripande och sedan en fördjupad analys. I den fördjupade analysen valde VA-verksamheten att analysera ett konto med höga utsläpp samt ett ledningsprojekt. Inköpskategorier och emissionsfaktorer (kg CO₂e/köpt SEK) från Upphandlingsmyndigheten användes.
Spenddata är data som kommer från en organisations ekonomisystem och som redovisar inköpta varor och tjänster för en specifik tidsperiod, vanligtvis ett år. Genom en så kallad 'miljöspendanalys' analyseras spenddata (exkl. moms) och omvandlas till växthusgasutsläpp. Inköpen fördelas i inköpskategorier (liknande typer av varor, tjänster och entreprenader) och kopplas till emissionsfaktorer (kg CO₂e/köpt SEK). På så sätt kan växthusgasutsläppen från inköp kvantifieras.
- **Tid för implementering:** Analysen genomfördes 2022 i steg 1. Den fördjupade analysen genomfördes under 2023. Analysen gjordes som ett konsultuppdrag. Verksamheten deltog i workshops och tillhandahöll nödvändigt material.

Effekt:

- **Uppnådd effekt:** Kunskap om att största klimatpåverkan i VA-verksamheten kommer från Scope 3; Inköp varor och tjänster (35 % av 18 200 ton), Inköp kapitalvaror (45 %). Fördjupningen visar att rör av olika slag och förbrukningsmaterial är stora källor till utsläpp. Kontot Förbrukningsmaterial visade sig dock innehålla allt möjligt t.ex. IT-mjukvara, byggmaterial, VA-ledningar och labbutrustning.
- **Budgeterad effekt:** Vi gick från noll koll till mer koll.

Kostnad:

- **Totalkostnad:** Miljöspendanalysen gjordes för hela Tekniska förvaltningen i steg 1 och för 3 av 5 verksamheter inom förvaltningen i steg 2 (fördjupningen). Total kostnad ca 350 000 kr exkl. moms, varav VA:s del uppskattas till ca 90 000 kr.

Drivkrafter:

- **Huvudsakliga drivkrafter:** Örebro kommuns klimatmål initierade det hela. Vid tiden för fördjupningen hade VA-verksamheten anslutit sig till Svenskt Vattens initiativ Klimatneutral VA.

Praktiska erfarenheter:

- **Lessons learned:** Det är viktigt att enkelt kunna följa upp vilka kostnader som finns i de olika kontogrupperna. Om kontogrupperna är för stora är det svårare att göra en analys. Analysen har gjort att förbättringar nu skett inom förrådsverksamheten för att ha bättre koll på vad som faktiskt beställs.
- Fördelen med spenddata är dess fullständighet. Utsläppsberäkningar baserade på spenddata ger en god fingervisning om storleken på utsläppsmängder kopplade till inköp av tjänster och produkter. Syftet är dock inte att jämföra de olika klimatindikatorerna i sig utan att jämföra den totala klimatpåverkan från olika inköpskategorier under ett år.

Nackdelen med spenddata är att 'emissionsfaktorerna' blir grova och inte är specifika för de exakta produkter och varor som köps in. En annan nackdel är att en spendanalys enkelt kan tolkas fel. Ett lägre pris på en produktgrupp kan resultera i

lägre utsläpp även om den specifika produkten som köps in är utsläppsintensiv. På samma sätt kan en minskning av priset i en produktgrupp under ett år resultera i minskade utsläpp i miljöspendanalysen följande år även om samma produkter köps in, med exakt samma faktiska klimatpåverkan.

- **Medskick:** Engagera leverantörer och entreprenörer i klimatarbetet. Ställ krav på klimatförbättrade materialval, lokaltillverkade produkter samt ökad andel återvunnet material i produkterna. Identifiera möjligheter att jobba vidare med cirkulär ekonomi.
- Samarbete mellan verksamheten, upphandlingsenheten och ekonomiavdelningen är A och O för att skapa relevanta konton som möjliggör uppföljning.

2. b) Miljöspendanalys som verktyg

Författare och kontaktperson: Frida Vourinen, Nodra

Beskrivning av åtgärden:

- **Syfte:** Beräkna och följa upp de indirekta växthusgasutsläppen från inköpta varor, tjänster och kapitalvaror. På sikt fånga upp de kategorier där utsläppen är störst och sätta in riktade åtgärder för att sänka utsläppen inom dem.
- **Tillvägagångssätt:** Alla Nodras inköpta varor och tjänster listas i ekonomisystemet i olika kategorier. I listan kan man läsa ut hur mycket pengar som har spenderats inom varje kategori. Nodra använde data från Upphandlingsmyndigheten för att beräkna hur mycket CO₂e/SEK varje kategori gav upphov till.
- **Tid för implementering:** Endast administrativt i samband med klimatberäkning som görs årligen.

Effekt:

- **Uppnådd effekt:** Första beräkningen gjordes för 2023 och vi har inte börjat arbeta med riktade åtgärder än.
- **Budgeterad effekt:** -

Kostnad:

- **Totalkostnad:** Ingår i klimatberäkningen som handlas upp och genomförs av konsult. Kostnad för hela klimatberäkningen är ca 100 000 SEK per år.

Drivkrafter:

- **Huvudsakliga drivkrafter:** Nodra har ett mål att minska sina växthusgasutsläpp och bli klimatneutrala senast 2045. Som del i bolagskoncern omfattas vi dessutom av CSRD och kraven på uppföljning av utsläpp i värdekedjan därifrån.

Praktiska erfarenheter:

- **Lessons learned:** Miljöspendanalys är inte den optimala metoden för att beräkna växthusgasutsläpp från inköpta varor och tjänster. I många fall är miljöval dyrare, vilket i miljöspend ger högre utsläpp. Miljöspend är dock ett bra sätt att få en överblick över allt som köps in och visar i vilka kategorier de största utsläppen sker.
- **Medskick:** Gör en så noggrann och tydlig kategorisering som möjligt så att metoden är lätt att upprepa årligen.

3. Byte till fossilfritt bränsle i egen fordonsflotta

Författare och kontaktperson: Johan Nilsson, Uppsala vatten och avfall

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Minska utsläppen från verksamhetens egen fordonsflotta.
- *Tillvägagångssätt:* Bolagsmål och prioritering av fordon, successivt utbyte av ägda och leasade fordon. I första hand prioriterades biogas, el och vätgas och i andra hand HVO100, FAME100 eller etanol som bränsle.
- *Tid för implementering:* 3-5 år

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* 1 000 MWh drivmedel per år används i egna fordon genom utbytet har utsläppen minskat med ca 200 ton CO₂e/år.
- *Budgeterad effekt:* -

Kostnad:

- *Totalkostnad:* Svåruppskattad, utbyte har skett successivt.
- *Kostnad per reducerad CO₂:* Drift: 1 kr/kg CO₂e vid drift med HVO100 i stället för diesel. El eller biogas är billigare än diesel.

Drivkrafter:

- *Huvudsakliga drivkrafter:* Klimatmål

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Viktigt att sprida kunskap inom organisationen om exempelvis hybridbilar, hur klimatsmart drift ska prioriteras med mera samt hur och var man tankar olika bränslen. Se till att det finns el-laddstolpar på alla anläggningar.
- *Medskick:* Bra att blanda bränslen i bolagets fordonsflotta ur beredskapshänseende.

4. Lustgasemissioner och åtgärder vid rejektivattenrening

Författare och kontaktperson: Magnus Eliasson, Nodra

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Minimera utsläpp av växthusgaser
- *Tillvägagångssätt:* Ombyggnad av rejektivattenrening från nitrifikation/denitrifikationsprocess till deammonifikationsprocess.
- *Tid för implementering:* Från idé till fungerande anläggning ca 2 år.

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* Från 10 % lustgasemissioner av inkommande kväve till under 1 % lustgasemissioner av inkommande kväve. (90 % minskning)
- *Budgeterad effekt:* Minska lustgasemissioner med 86 %

Kostnad:

- *Totalkostnad:* 7,2 Mkr

Drivkrafter:

- *Huvudsakliga drivkrafter:* Miljömål, minskade lustgasutsläpp.

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* -
- *Medskick:* Genomföra noggranna mätningar före och efter projektgenomförandet. Samarbeta med institutioner, läroverk och andra kommuner.

5. Lustgasmätning som underlag för åtgärder

Författare och kontaktperson: Kristina Stark Fujii, Stockholm Vatten och Avfall AB

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Mäta lustgasemissioner för att öka kunskap om lustgasproduktion för att kunna hitta åtgärder för att minska dessa så en optimal balans mellan reningsresultat, driftkostnader och klimatpåverkan erhålls.
- *Tillvägagångssätt:* Utredning av lämplig utrustning, därefter projekt för inköp och installation av utrustning i frånluft och vattenfas.
- *Tid för implementering:* 2–3 år

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* Mätutrustning på plats, databas med lustgasutsläpp.
- *Budgeterad effekt:* De dominerade orsakerna till lustgasproduktion ska fastställas
- *Kostnad:* ca 300 tkr/instrument
- *Totalkostnad:* ca 1 Mkr (uppskattat enbart instrument)
- *Drivkrafter:* Vilka utsläpp förekommer från reningsverket, vad orsakar lustgasutsläpp? Verifiera mätningar i frånluften med mätningar i vattenfasen.
- *Huvudsakliga drivkrafter:* Stadens klimatmål och bolagsmål.

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Viktigt att mätutrustning tas omhand och att data utvärderas, att det finns resurser för detta.
- *Medskick:* Mätning behövs kontinuerligt. Lustgasproduktion är komplex. Gå med i Lustgasnätverket för att ta del av erfarenheter inom och utanför Sverige.

6. Minska metanutsläpp från rötrestlager genom vakuumbehandling

Författare och kontaktperson: Diana Arvidsson, Uppsala Vatten och Avfall AB

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Minska metanslipp från rötrestlager och slamhantering
- *Tillvägagångssätt:* I förstudie för ny slamhantering utreda tekniker för avgasning av rötresten och genom leverantörskontakt samt litteraturreferenser sammanställa hur mycket löst metangas som finns i rötrest för att motivera ett beslut om att inkludera av avgasningsteknik i slamhanteringen.
- *Tid för implementering:* Installation av tekniken bör ta ett par månader beroende på inkopplingens komplexitet.

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* Ingen kvantifierbar effekt uppnådd än.
- *Budgeterad effekt:* Faktiskt metanutsläpp från slamhantering efter rötammare motsvarar i dag drygt 500 ton CO₂e/år vilket förhoppningsvis kan minskas kraftigt. Enligt leverantör kan 0,15 Nm³ löst metan avlägsnas per m³ slam vilket för referensanläggningen innebär drygt 400 ton CO₂e/år. Litteraturreferenser anger spann på minskade utsläpp om 50–250 ton CO₂e/år. Tekniken kan även ge förbättrade avvattningsegenskaper vilket minskar slamtransporterna och kostnader för avsättning av slammet.

Kostnad:

- *Totalkostnad:* Uppskattningsvis ett par miljoner SEK, be om offert från leverantör för aktuellt pris.

Drivkrafter:

- *Huvudsakliga drivkrafter:* Klimatmål. Förbättrad arbetsmiljö, minskade slamtransporter samt ökad gasproduktion är sidoeffekter.

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Genom att delta i EgMet-mätningar samt genomföra klimatberäkningar är det enklare att motivera åtgärder för metanslip då det är den största källan till klimatutsläpp på reningsverk.
- *Medskick:* Det kan vara enklare att få till åtgärder i samband med ombyggnationsprojekt, men ett vakuumavgasningssteg ska inte vara komplicerat att lägga till som steg för befintlig process.

7. Planerad ombyggnation av slambehandling som bidrar till minskade metanemissioner

Författare och kontaktperson: Tiina Kluge, Örebro kommun

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Minska metanslipp från rötning- och slamprocessen
- *Tillvägagångssätt:* Genom ny-, om- och tillbyggnation av rötning- och slamprocessen är målet att.

Planerade åtgärder:

- Öka uppehållstiden och därmed utrötningsgraden i rötkamrarna. Nya rötkammare möjliggör utökning av rötkammarvolymen samt att en av de gamla rötkamrarna kan användas som efterrötkammare.
- Bygga slutna lagervolymer för rötat slam både före och efter avvattningen.
- *Tid för implementering:* 2025-2029

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* Ombyggnation av processen är ännu inte påbörjad så det finns inga uppmätta värden.
- *Budgeterad effekt:* 30 % minskning av metanemissioner. Detta motsvarar 1 200 CO₂e. Enligt Svenskt Vattens klimatberäkningsverktyg hade Reningsverket Örebro år 2023 ca 4 062 CO₂e direkta emissioner av CH₄. Dessa emissioner kommer huvudsakligen från rötningprocessen och långtidslagring av slam.

Enligt en genomförd metangasmätningen från 2022 skulle utsläppen från rötningprocessen (exkl. långtidslagring) årligen vara 2 173 CO₂e. Med slutna lagringsutrymmen och ett effektivt omhändertagande av ventilationsluft skulle en stor del av dessa emissioner kunna elimineras. En ny mätning av metansemmissioner från den nuvarande processen kommer att genomföras under 2025.

Kostnad:

- *Totalkostnad:* Tas fram under projekteringsfas.

Drivkrafter:

- *Huvudsakliga drivkrafter:* Nuvarande processen är gammal och har kapacitetsbrist, arbetsmiljön behöver förbättras samt kommunens miljömål ställer krav på minskade metanemissioner.

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Inga att dela ännu.
- *Medskick:* Inga att dela ännu.

8. Energieffektivisering vid byte av blåsmaskiner

Författare och kontaktperson: Simon Kempinsky, Växjö kommun

Beskrivning av åtgärden:

- **Syfte:** Dåvarande blåsmaskiner som försedde Sundets avloppsreningsverks biologiska reningssteg med syre hade varit i drift i 25 år och var i behov av ett utbyte. Maskinerna var underhållskrävande och brister i form av reservdelar var påtagliga samtidigt mycket energikrävande och stod för ca 35 % av energibehovet för hela avloppsreningsverket inkl. fordonsgasproduktion.
- **Tillvägagångssätt:**
 1. **Förstudie:** Marknadsundersökning för att jämföra kostnader och energiförbrukning för nya blåsmaskiner.
 2. **Planering:** Utbyte av luftflödesmätare och framtagning av driftfall för förfrågningsunderlag som skulle ligga till grund för kommande prestandaprov.
 3. **Anbudsöförfarande:** Förhandlad direktupphandling.
 4. **Installation och driftsättning:** Etablering på plats påbörjades vecka 34, 2020 med successivt byte av blåsmaskiner, maskin för maskin. De tre blåsmaskinerna var på plats och intrimmade ihop med det nya och tillhörande lokala styrskaåpet den 5 november 2020. Sedan genomfördes flera prestandaprov mellan december 2020 och december 2021 för att säkertställa energiförbrukning och funktionalitet enligt upphandlade krav.
 5. **Slutbesiktning:**
 - Första planerade slutbesiktning den 27 januari 2021.
 - Slutbesiktning godkändes den 2 juni 2022.
- **Tid för implementering:** Från startmöte 2020-04-15 till godkänd slutbesiktning (utefter energibesparingskrav) 2022-06-02.

Effekt:

- **Uppnådd effekt:** Minskad energiförbrukning med cirka 24%.
- **Budgeterad effekt:** Förväntad minskning av energiförbrukning med 20%.

Kostnad:

- **Totalkostnad:** 3 721 tkr (mot budgeterade 4 500 tkr). Resultatet är kopplat till bortförhandlad 4:e mindre blåsmaskin i början av projektet och utbetalt vite till oss som beställare.

Drivkrafter:

- **Huvudsakliga drivkrafter:** Höga reparationskostnader, brist på reservdelar, hög energiförbrukning, kunna säkertställa drift av biosteget vid anläggningen samt en betydligt bättre arbetsmiljö.

Praktiska erfarenheter:

- **Lessons learned:** Förhandlad direktupphandling kan vara nödvändig om anbudet inte uppfyller alla skalkrav enligt FFU och för att inte en eventuell överklagan skall vara giltig. Behovet av att optimera kringliggande styrsystem och dess ventilation för att uppnå överenskomna energibesparingar.
- **Medskick:**
 - Tänk igenom vilka förutsättningar som ska gälla vid kommande prestandaprov. Vilka mätningar ska vara referensmätare? Externa luftflödesmätare eller om det finns mätare i inbyggda i blåsmaskinerna? Vilka representativa flöden ska gälla?
 - Finns det bra mätplatser för extern energimätning, annars förbered detta.

-
- Var i styrning vill man lägga driftoptimeringen som bestämmer när man vill köra endast med 1 eller flera maskiner? Vi valde en lösning med lokal styrning från leverantören med tanken att kunna fortsätta driften även om vårt överordnade styrsystem skulle gå ned. Skulle även denna lokala styrning gå ned så finns det förberett att kunna kringgå även detta.
 - Kommer all tilluft till maskinen in på samma ställe? En del blåsmaskiner kan ta en del av blåsluften för kylning av frekvensomformare/elektroniken och vidare in i blåsmaskinens insug vilket kan skapa obalans/andra förutsättningar än tänkt för lokalen/uppställningsrummet.
 - Klarar BEF reservkraft startströmmen för maskinerna?
 - Som i vårt fall kan det behövas extra ljuddämpare på blåsluften.
 - Plocka hem så mycket av värdena som möjligt från respektive maskin till överordnat system så att man får ett bra underlag till leverantörens rapport för kommande prestandaprov.
 - Granska leverantörens beräkningar för prestandaproven och vilka omvandlingar och hänsynstagande som är gjorda (relativ fukt för insugsluften till exempel).

9. Biogasstrategi med avvägningar kring klimatpåverkan, ekonomi och marknadsaspekter

Författare och kontaktperson: Maja Lundell, Syvab

Beskrivning av åtgärden:

- **Syfte:** Himmerfjärdsverket (Botkyrka) har sedan driftsättning 1974 producerat biogas av avloppsslammet samt tagit emot externmaterial i form av fettavskiljarslam, matavfall, mm för samrötning. Sedan 2009 har gasen haft tre användningsområden: Pannor för uppvärmning av verket, Gasmotor för drift av blåsmaskiner samt en Uppgraderingsanläggning för produktion av fordonsgas. När uppgraderingsanläggningen började uppnå sin livslängd behövde beslut tas om framtida användning av Syvabs biogas.
- **Tillvägagångssätt och tid för implementering:** Hösten 2022 gjordes en bred utredning kring biogasen på Syvab med konsultbistånd. Utredningen tittade på huvudsakliga användningsområden för biogasen: uppgradera befintlig fordonsgasanläggning, bygga ny anläggning för flytande biogas eller vätgasproduktion samt installation av gasmotorer för elproduktion. Samtidigt utreddes relaterade anläggningsdelar i behov av reinvestering såsom rötkammare och fackla, samt potentialen för nya tekniker, såsom en ny slamtork. Beslut togs våren 2023 att avveckla nuvarande fordonsgasanläggning samt gasmotor och investera i två nya gasmotorer. Gaspannorna behålls som reserv, men den huvudsakliga värmen ska komma från överskottsvärmen från gasmotorerna. Samtidigt ska en ny fackla byggas samt renoveringsbehovet av resterande slamsystem utredas. Byggarbetet startade hösten 2024 och gasmotorer samt fackla ska driftsättas hösten 2025.

Effekt:

- **Uppnådd effekt:** Detta återstår att se då gasmotorerna inte ännu är i drift. Det som kan påverka den budgeterade effekten från gasmotorerna är: 1) Verkningsgrad, 2) Drifttimmar och driftstopp, och 3) Hanteringen av överskottsvärmen.
- **Budgeterad effekt:** 2023 använde Syvab 25 071 MWh inköpt el, vilket resulterade i 394 ton CO₂ eq i Scope 2-utsläpp. Samma år producerades och såldes 12 600 MWh fordonbränsle, som vid ersättning av fossilt drivmedel resulterade i 4 259 ton CO₂ eq som tillgodoses som potentiell klimatnytta. Totalt facklades gas motsvarande 4 402 MWh samt 9 641 MWh användes i pannor för uppvärmning, medan gasmotorn förbrukade 10 015 MWh. Dessa uppskattas totalt att bidra med 155 ton CO₂ eq i metanslip. Om vi antar att all gas som gick till dessa anläggningsdelar istället används i installerade gasmotorer, med en förväntat verkningsgrad av 43% skulle de generera 15 762 MWh el. Ett byte till gasmotorer skulle alltså innebära minskade utsläpp om 403 ton CO₂ eq i Scope 2 samt Scope 1 metanslip, förutsatt att gasmotorerna inte har något metanslip. Den potentiella nyttan från sålt fordonbränsle försvinner, vilket innebär att Syvabs klimatavtryck från gasanvändningen egentligen kommer att öka med 3 856 ton CO₂ eq. Förutsatt att all överskottsvärme används och driftstoppen på gasmotorerna är få kommer däremot energibalansen bli bättre, då den gas som tidigare facklats kommer att användas av gasmotorerna.

Kostnad:

- **Totalkostnad:** Den totala investeringskostnaden för gasmotorerna var ca 22,5 Mkr.

Drivkrafter:

- **Huvudsakliga drivkrafter:** Den huvudsakliga drivkraften har varit stabil åtgång av den producerade rågasen. Eftersom Himmerfjärdsverket inte är anslutet till något gassystem måste den uppgraderade gasen hämtas på flak. Detta gör att åtgången på

gas påverkas av såväl driftstopp på den egna anläggningen som av logistik hos kunden. Eftersom rågasproduktionen varierar över tid blir det också svårt för kunden att planera hämtning på ett sätt som matchar den faktiska tillgången. Vid tiden för beslutet kunde också en vikande efterfrågan på fordonsgas konstateras och försäljningen uppfyllde inte ägarnas avkastningskrav. Med gasmotorer säkerställs konstant förbrukning av den producerade gasen som endast är beroende på driftstopp internt. Detta säkrar en effektiv användning av den rågas som produceras på anläggningen. Det bidrar även till en förhöjd beredskap vid kriser som kan äventyra den externa elförsörjningen.

I samband med utredningen av den framtida gashanteringens underkände EU Sveriges skattebefrielse för biogas. Detta gjorde att bedömningen var att efterfrågan på och lönsamheten för fordonsgasen skulle sjunka ytterligare. När skattebefrielsen sedan återinfördes var investeringsbeslutet redan taget och upphandlingarna påbörjade och det var därför inte möjligt att ändra inriktning. Detta visar vilken påverkan olika styrmedel har på investeringsbeslut och vikten av långsiktiga och stabila styrmedel för att industrin ska kunna fatta väl underbyggda beslut.

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Politiska beslut får stor påverkan. Ett mer optimalt utformat gas-system är mer positivt än vad siffrorna för CO₂-utsläpp indikerar. Dessa fall visar vikten av att se på beräkningsresultat nyanserat och ifrågasätta ytterligare konsekvenser av förändringar. Är modellen optimal? Hur länge kan man säga att man tränger undan fossilbränsle, ersätts verkligen fossilbränsle eller är det el eller HVO som ersätts?
- *Medskick:* Överskottsvärmen måste tas med i planeringen och användas för att energibalansen ska bli gynnsam. Viktigt att ta ett helhetsgrepp kring energiflöden och hitta synergier med exempelvis slamsystem.

10. Periodiskt underhåll av spiralvärmewäxlare

Författare och kontaktperson: Diana Arvidsson, Uppsala Vatten och avfall

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Öka effektöverföringen mellan kallt och varmt slam i slam/slamvärmewäxlare för att kunna minska inköp av fjärrvärme.
- *Tillvägagångssätt:* Noggrann rengöring av råslamsidan i växlaren med hetvatten. Efter rengöringen värmdes att slam till rötkammaren 3 grader mer än före rengöringen samt färre driftstopp. Inlagt som Periodiskt underhåll 2 gånger/år i underhållssystemet.
- *Tid för implementering:* 1–2 arbetsdagar vid rengöring, 2 gånger/år.

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* 350 MWh/år mindre fjärrvärmeförbrukning vilket innebär ca 50 ton CO₂ ekv/år.
- *Budgeterad effekt:* Gjordes första gången främst för att minska driftproblem/igensättningar, så någon budgeterad effekt av energibesparingen finns inte.

Kostnad:

- *Totalkostnad:* Endast arbetstid. Både kostnads- och utsläppsreducerande åtgärd.

Drivkrafter:

- *Huvudsakliga drivkrafter:* Stabilare drift och minskat behov av tillförd värme

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Tidigare rengöringsmetod med att backköra med slam var inte tillräcklig för att få loss den fettbeläggning som minskade värmeöverföringen.
- *Medskick:* Det är viktigt att periodiska underhåll läggs in i system så att det inte uteblir.

11. Solceller och batteri på pumpstation

Författare och kontaktperson: Lova Lundquist Baumgartner, Roslagsvatten AB

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Från början var tanken att genomföra en ”vanlig” renovering av pumpstationen med utbyte av styrning och el. Idén föddes att sätta solceller på stationen då läget är ypperligt och byggnaden har ovanligt stor area. Det blev en pilot då Roslagsvatten inte haft någon liknande lösning innan. Därefter kom även idén om batterier – vore det möjligt att kapa ”effekttopparna” och därmed sänka elkostnaderna? I en pumpstation är det främst pumparna som drar energi, men efter detta kommer uppvärmning. Därav testades även luftvärmepumpar (uppkopplade).
- *Tillvägagångssätt:* Projektet växte under arbetets gång och tillvägagångssättet var därför inte helt konventionellt. Stationen hade ett gammalt och slitet styrsystem samtidigt som stationen är stor och viktig. Bräddning har stor påverkan på omgivningen och därför var det första som gjordes att installera permanent reservkraft för att säkerställa driften. Därefter installerades styrschåp och ställverk av underentreprenör, som även hade kompetens för att ta fram förslag för solceller. De kunde i sin tur ta in en samarbetspartner för att få fram en lösning gällande batterier och smart styrning på luftvärmepumpar.
- *Tid för implementering:* Från att själva renoveringen påbörjades till att stationen var helt klart tog detta ca ett halvår.

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* För tidigt att säga - i augusti har anläggningen rullat ett år och då ska data granskas närmare.
- *Budgeterad effekt:* 36 st solpaneler a´ 540W st, sammanlagt 19 440W.

Kostnad:

- *Totalkostnad:* ca 2,5 Mkr

Drivkrafter:

- *Huvudsakliga drivkrafter:* Ett test för att avgöra om detta kan vara värt att göra vid fler pumpstationer. Finns det flera aspekter än ekonomin som kan gynnas av detta (t.ex. miljö/klimat)?

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Då projektet växte fram fanns ingen färdig plan från början. Detta gjorde att el och styrning behövde anpassas under tiden, samt att IT-avdelningen upptäckte risker med uppkopplade luftvärmepumpar och växelriktare. Samtidigt är det inte säkert att ett så stort projekt hade beviljats från början, eller att driften fått göra det i egen regi vilket var mycket lärorikt.
- *Medskick:* Planera ordentligt och ta hjälp! Dels internt, få med alla som kan bidra, t.ex. för att inte missa saker som IT-säkerhet. Men även att ta in kunniga och kompetenta underentreprenörer att bolla med.

12. Solceller och solcellsplan

Författare och kontaktperson: Anna Karlsson, Uppsala Vatten och Avfall AB

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Med solceller på de egna anläggningarna minskar mängden köpt el.
- *Tillvägagångssätt:* Uppsala Vatten och Avfall AB har målet 5 % egenproducerad el via solceller 2030. Solceller läggs på lämpliga befintliga takytor och nya byggnader, med fokus där den producerade elen kan användas lokalt på anläggningen till så stor del som möjligt momentant.
- *Tid för implementering:* Målet avser 2030, men stora om- och utbyggnadsprojekt pågår till 2035 och bortom det.

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* I april 2025 kopplades den hittills största anläggningen in, vilket gör att egen sol-elproduktion nu är 300–350 MWh/år. Detta innebär 130–150 ton CO₂e/år mindre än motsvarande inköp av nordisk residualmix. Sol-elproduktionen motsvarar idag 1 % av hela verksamhetens elanvändning.
- *Budgeterad effekt:* Producerad el följer relativt väl den budgeterade.

Kostnad:

- *Totalkostnad:* ca 5 Mkr.

Drivkrafter:

- *Huvudsakliga drivkrafter:* De viktigaste drivkrafterna bakom åtgärden är företagets mål för egenproducerad sol-el.

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Välj leverantör med omsorg, som vanligt. Större anläggningar kan behöva kopplas in via högspänningsställverk vilket inte är standard ännu, kan ge ett utdraget projekt. Kan vara svårt att få reparationer om leverantören efter ett par år gått i konkurs eller lagts ner av andra orsaker.
- *Medskick:* Tänk igenom elektrisk inkoppling och cybersäker koppling mot övriga anläggningen. Växelriktare ska placeras i rum som inte har korrosiv eller smutsig miljö. Olika leverantörer har olika filosofi angående optimerare, kan vara en komponent som har kort livslängd, ibland behövs de inte.

13. Temperaturriktlinjer

Författare och kontaktperson: Frida Vourinen, Nodra

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Tydliggöra vilka temperaturer som bör råda i kontorslokaler och i anläggningar för att hindra att energi förbrukas till onödig uppvärmning.
- *Tillvägagångssätt:* Ta fram ett internt dokument med beskrivning av vilken temperatur som ska råda i specifika anläggningar. Förankra dokumentet hos driftpersonal som ställer in temperaturen i anläggningarna.
- *Tid för implementering:* Succesiv genomförande. Genomfört efter ca ett halvår.

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* Svårt att genomföra uppföljning. Men riktlinjerna har gjort det enklare t.ex. vid dimensionering av värmepumpar och oenigheter kring hur varmt det bör vara där termostater förut stått på max har undvikits.
- *Budgeterad effekt:* -

Kostnad:

- *Totalkostnad:* Intern tid.

Drivkrafter:

- *Huvudsakliga drivkrafter:* Kommunens mål i energiplanen att effektivisera energi-användningen med 30 % till år 2030 jämfört med 2005.

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Väldigt viktigt med en dialog och involvering med driftpersonal för bästa genomförande.
- *Medskick:* Temperaturövervakning i styrsystem har underlättat.

14. Elektrifierade rörspräcknings- och infodringsentreprenader

Författare och kontaktpersoner: Patrik Nilsson och Malin Sjöbeck, Kretslopp och Vatten (Göteborgs stad)

Beskrivning av åtgärden:

Elektrifierad rörspräckningsentreprenad med syfte att minska förvaltningens miljö- och klimatpåverkan. Genom att elektrifiera bidrar förvaltningen till Göteborgs Stads elektrifieringsplan samt stadens mål om att bli en ekologiskt hållbar stad till 2030.

För att få mer kunskap om vad som var möjligt så genomfördes studiebesök i Oslo. Oslo var tidiga när det gäller elektrifierade bygg- och anläggningsmaskiner. I Oslos fall har man till en början i stor utsträckning använt sig av ombyggda maskiner där förbränningsmotorn har tagits ut och en batterielektrisk lösning installerats.

Förvaltningen hade också möten med Exploateringskontoret i Stockholm och Skanska som hade påbörjat bygget i Slakthusområdet där man använde elektrifierade lastbilar samt bygg- och anläggningsmaskiner. Genom mötet fick vi veta hur upphandlingen hade gått till, vilka krav som hade ställts, hur de tänkte följa upp kraven samt vilka möjligheter och svårigheter som de hade stött på och som vi borde tänka på.

Därefter togs kontakt med entreprenörerna på ramavtalet för att göra en marknadsdialog och få deras perspektiv av vad som var möjligt, deras kunskapsbild och vilka utmaningar de såg.

Kontakt togs även med nätägaren Göteborg Energi Nät AB för att få reda på vilka laddmöjligheter som var möjliga i det tilltänkta projektområdet.

Därefter började arbetet internt med att ta fram ett underlag med en mängdförteckning som fungerade för en elektrifierad rörspräckning samt definiera i vilken omfattning olika moment skulle vara elektrifierat samt vad som var tillåtet i de fall ett arbetsmoment inte var möjligt att elektrifiera. För att kvantifiera miljö- och klimatpåverkan så gjordes en klimatberäkning med hjälp av en konsult.

Tidplanen från det att arbetet påbörjades internt till dess att entreprenaden påbörjades var 6–10 månader.

Effekt: Internt och bland entreprenörerna så är det många som har varit positiva till att vi har tagit steget och börjat elektrifiera. Innan projektstart så var det många som var lite tveksamma till huruvida det var möjligt att elektrifiera eller ej. Det fanns vid tidpunkten för entreprenaderna inte så många produkter på marknaden samt att den batterielektriska grävmaskinen var en ombyggd version där förbränningsmotorn byttes ut mot en batterielektrisk lösning. Arbetsmiljön blir bättre för medarbetare som arbetar runt maskiner som är elektrifierade.

Eftersom det vid tidpunkten för genomförandet inte fanns så många produkter på marknaden och det var nytt så ökade kostnaderna. Det är svårt att komma med en exakt siffra men uppskattningen är att det blev 35–60% dyrare än vid ett traditionellt projekt.

Medskick: det är inte så svårt att elektrifiera och branschen behöver öka takten i omställningsarbetet mot en lägre påverkan på miljö och klimat. Om inte beställarna ställer kraven och efterfrågar produkter med mindre miljö- och klimatpåverkan blir det svårt för branschen att ställa om.

15. Klimatsmart betong och materialval vid anläggningsprojekt

Författare och kontaktperson: Lova Lundquist Baumgartner, Roslagsvatten AB

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Vid markstabilisering inför bygget av ett nytt reningsverk valdes ett recept för betonginblandningen med lägre klimatpåverkan än traditionell.
- *Tillvägagångssätt:* Gjorde provborrningar med olika blandningar (recept) och valde det med lägre klimatpåverkan där det tekniskt var möjligt.
- *Tid för implementering:* Provbörningar behöver göras och när fokus nu också blev på att hitta alternativ som var bra ur klimatpåverkan är vår bedömning att det inte tog så mycket extra tid. Då det varit en integrerad del av projektet sedan starten är det svårt att veta om det haft någon påverkan på tidplanen.

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* Projekterat från början var totalt drygt 62 000 m KC-pelare fördelat över 9 750 pelare. Av dessa ändrades 6 150 från traditionell KC till MC-pelare vilka är bättre ur klimatsynpunkt. Att endast använda KC-pelare gav ett beräknat klimatavtryck på ca 4 400 ton CO₂ e. Att i stället använda ca 63 % MC-pelare gav då ett klimatavtryck på 2 500 CO₂ e. Detta ger en beräknad besparing på ca 1 900 ton CO₂ e. Beräkningen baseras på TRV:s klimatkalkylverktyg samt EPD för Multicem och inkluderar transport samt installation. Förutom bytet av KC till MC pelare har även ca 250 pelare kunnat utgå där möjligheten att skifta ur lera har funnits. Även valt armering med lägsta GWP (A1-A4) kgCO₂/ton (varierade från 384–723 från olika tillverkare och produkter), samt betong - tog in offerter på "grön betong", valde leverantör med bäst kombination av kvalitet, klimat och pris. (Bland de lägsta ur CO₂ perspektiv).
- *Budgeterad effekt:* Betonginblandningen sparade pengar.
- *Kostnad:* MC-pelarna var billigare än KC-pelarna och det blev en besparing på 1,7 miljoner sek.

Drivkrafter:

- *Huvudsakliga drivkrafter:* Byggnationen av det nya reningsverket vid Margretelund var från första planeringsstadiet tänkt att bedrivas med hållbarhet i fokus. I detta fall var det både miljö och ekonomi som påverkades positivt.

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Jämförelse mellan olika material kan visa att det finns enkla besparingsåtgärder som kan göras både med avseende på pengar och koldioxidutsläpp. Det behöver inte krävas merarbete eller större kostnader för att minska klimatpåverkan i ett byggnadsprojekt.
- *Medskick:* En kravställning om att klimatpåverkan ska vägas in i besluten under byggfasen gör att alternativ till konventionella material och metoder utvärderas löpande. Det visade sig i det här fallet att det var mycket enkelt att göra ett val som var koldioxidbesparande, genom att helt enkelt byta ut en typ av pelare mot en annan. Det krävde ingen extra tid och var till och med billigare. Med andra ord kan det finnas mycket att vinna på att aktivt leta efter och jämföra olika alternativ.

16. Pyrolys av avloppsslam

Författare och kontaktperson: Aleksandra Lazic, Roslagsvatten AB

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Produktion av slambiolol; minskning av klimatpåverkan, lukt och transporter från reningsverket
- *Tillvägagångssätt:* Vi bygger ett nytt avloppsvattensreningsverk och för det verket har vi valt pyrolys som en slambehandlingsmetod. Läs mer om projektet här: [Startsida](#) | [Nytt reningsverk i Margretelund](#)
- *Tid för implementering:* Första utredningen för att välja en slambehandlingsmetod för det nya reningsverket påbörjades under 2020. Slambiolol kommer att börja produceras vid årsskiftet 2025/2026.

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* Pyrolysanläggningen är ännu inte i drift.
- *Budgeterad effekt:* Total beräknad utsläppsminskning jämfört med dagens slamhantering är ca 6 640 ton CO₂e/år. Den siffran inkluderar inte kolsänkapotentialen.

Kostnad:

- *Totalkostnad:* Den totala kostnaden för åtgärden är uppskattat till ca 133 Mkr.

Drivkrafter:

- *Huvudsakliga drivkrafter:* En av de viktigaste drivkrafterna bakom åtgärden är våra miljömål att minska utsläppen av växthusgaser, lukt och transport från reningsverket. Den osäkra framtiden för spridningen av Revaq-certifierat slam hade också stark inverkan på valet av teknik, eftersom vi bygger ett nytt reningsverk och behövde välja en slambehandlingsmetod som kan uppfylla både dagens och framtida krav. Det fanns också ekonomiska incitament eftersom slamavyttringskostnaderna är den största driftkostnaden för vårt reningsverk.

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Pyrolysanläggningen är ännu inte i drift så det är svårt att beskriva lärdomar.
- *Medskick:* Det är svårt att ge rekommendationer och tips för andra som överväger liknande åtgärder när anläggningen ännu inte är i drift.

17. Fossilfri kolkälla

Författare och kontaktperson: Karin Sundström, Gryaab

Beskrivning av åtgärden:

- *Syfte:* Minska klimatpåverkan genom att ersätta fossilbaserad extern kolkälla för efter-denitrifikation.
- *Tillvägagångssätt:* Identifiera möjliga alternativa kolkällor genom en marknadsundersökning. Beroende på process kan även återvunna kemikalier och restprodukter vara aktuella.
- *Tid för implementering:* 3–24 mån (beroende på ev. ombyggnad som behövs, test av kolkälla)

Effekt:

- *Uppnådd effekt:* Ej helt genomförd ännu.
- *Budgeterad effekt:* Möjlighet att minska klimatpåverkan med 1–1,6 kg CO₂e/kg COD.

Kostnad:

- *Totalkostnad:* Merkostnaden jämfört med fossil metanol ligger mellan 1,5-6 SEK/kg COD, men kan vara så hög som 10 SEK/kg COD. Kostnaden beror på flera aspekter t.ex. typ av produkt och variationer på marknaden.
- Eventuell ombyggnad eller tester av kolkälla är exkluderad då detta är mycket anläggningsspecifikt.

Drivkrafter:

- *Huvudsakliga drivkrafter:* Minska klimatpåverkan från avloppsvattenrening.

Praktiska erfarenheter:

- *Lessons learned:* Priser förändras snabbt och att kunna vara flexibel kan vara en fördel. Det är svårt att hitta en billig restprodukt som är tillräcklig ren för en efter-denitrifikationsprocess och extern kolkälla med lägre klimatpåverkan kommer sannolikt att innebära en merkostnad. Process och nuvarande anläggning har stor inverkan på val av kolkälla.
- *Medskick:* Definiera genomförbara klimatåtgärder med störst effekt på aktuell anläggning och en betalningsvilja för att lättare identifiera mest relevanta åtgärder.

Svenskt Vatten

UTVECKLING

Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 167 14 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 167 51 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se