

# VA-KLUSTER MÄLARDALEN

## VERKSAMHETSBERÄTTELSE

### 2024



# Sammanfattning

VA-kluster Mälardalen är en del av Svenskt Vatten Utvecklings (SVU:s) satsning på projektprogram inom VA-forskning för högskolor och universitet. Syftet med högskolesatsningen är att samla en kritisk massa av forskare från akademi och institut ämnesmässigt och geografiskt för att säkerställa VA-organisationernas kompetens och kunskapsbehov på kort och lång sikt.

Klustret har under året ansökt om en sjätte programperiod (2025–2028) som beviljades av Svenskt vatten i december 2024. Verksamhetsåret har därför präglats av det förberedande arbete som har krävts för att ta fram ansökan. Under vintermötet som genomfördes i februari hölls en workshop för att alla medlemsorganisationer skulle få möjlighet att prioritera vilken typ av forskningsprojekt som är av intresse för dem. Diskussioner angående finansieringsformer hölls under våren, parallellt med att lärosätena tog fram förslag på HP-projekt. Möten med de tre andra klustren har hållits regelbundet under åren för att synkronisera respektive klusters ansökan.

Under år 2024 har mycket fokus och tid lagts på kommunikation, inte minst genom att uppdatera hela hemsidan grafiskt och innehållsmässigt samt öka närvaro på sociala medier såsom LinkedIn genom kontinuerliga nyhetsuppdateringen samt utskick av nyhetsbrev varje kvartal. Bland annat har nya exjobbförslag, samt publikationer och rapporter publicerats för att underlätta tillgång till aktuell information. Klustret har arrangerat webinarier regelbundet för att öka kunskapsöverföringen mellan medlemsorganisationerna. Totalt lyckades klustret arrangera sju webinarier, varav det sista webinariet om PFAS som hölls i december har publicerats på YouTube och är tillgängligt för allmänheten. Den första kortrapporten om digitala tvillingar har också publicerats och sammanfattar viktiga insikter från två HP-projekt inom området. Utöver webinarierna har kunskapsöverföring också skett i form av presentationer i samband med vintermötet och internatet.

Det löpande arbetet i klustret har handlat om att fortsätta, och i vissa fall avsluta, de projekt som drivs inom våra huvudsakliga forskningsområden A) System och reningstekniker med närings- och resursåterföring; B) Metodik, teknik och kunskap för uppströmsarbete och hållbara kretslopp; och C) Digitala tekniker för resurseffektiva avloppssystem. Ett av målen i Verksamhetsplanen var att öka den gemensamma projektutvecklingen mellan klustrets medlemmar och skicka in fler ansökningar i samverkan. Nu när programperioden har nått sitt slut kan vi konstatera att 19 av 20 medlemsorganisationer deltagit i KSP-projekt. Projektutveckling ses som ett stort värde med klustersamverkan och att öka detta har varit efterfrågat av klustrets medlemmar.

30 examensarbeten har examinerats under år 2024. Utöver ordinarie grundutbildning på lärosätena har klustret gett kurser för forskarstuderande och yrkesverksamma genom AquaClim, Vattenforskarsskolan och Svenskt Vattens utbildningskatalog.



## VA-kluster Mälardalens medlemmar

### Fem lärosäten

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| Kungliga Tekniska Högskolan   | KTH |
| Lunds universitet             | LU  |
| Mälardalens universitet       | MDU |
| Sveriges lantbruksuniversitet | SLU |
| Uppsala universitet           | UU  |

### Två forskningsinstitut

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| IVL Svenska miljöinstitutet        | IVL  |
| RISE Research Institutes of Sweden | RISE |

### Tretton VA-organisationer

|                             |     |                             |      |
|-----------------------------|-----|-----------------------------|------|
| Enköpings kommun            | EK  | Stockholm Vatten och Avfall | SVOA |
| Eskilstuna Energi och Miljö | EEM | SYVAB                       | SYV  |
| Falu Energi och Vatten      | FEV | Tekniska Verken i Linköping | TVAB |
| Käppalaförbundet            | KF  | Uppsala Vatten och Avfall   | UVAB |
| Mälarenergi                 | ME  | Växjö kommun                | VK   |
| NODRA                       | NOD | Örebro kommun               | ÖK   |
| Roslagsvatten               | RV  |                             |      |

# Innehållsförteckning

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Sammanfattning.....                          | 2  |
| Innehållsförteckning.....                    | 4  |
| Verksamhetsuppföljning .....                 | 1  |
| Verksamhetsledning och organisation.....     | 3  |
| Utmärkelser.....                             | 3  |
| Kommunikation.....                           | 4  |
| Webinarier .....                             | 4  |
| Konferenser och seminarier .....             | 4  |
| Samverkan.....                               | 7  |
| Uppströmsarbete för hållbara kretslopp ..... | 8  |
| Ämnesgrupp processmodellering .....          | 8  |
| Utbildning.....                              | 9  |
| Forskningsverksamhet .....                   | 13 |
| Ekonomi.....                                 | 18 |

# Verksamhetsuppföljning

VA-kluster Mälardalens vision är att vara en katalysator för tillämpad VA-forskning och på lång sikt bidra till ett antal positiva effekter för hela branschen, så att klustret på 10–20 års sikt bidrar till:

- **Tillämpad VA-forskning.** Forskningsresultat tillämpas och forskningen sker tillämpat vid verkliga förutsättningar. Resultaten ger lösningar för att effektivisera avloppssystem och säker näringsåterföring utifrån ett helhetsperspektiv för en bättre miljö.
- **Stärkt VA-utbildning och kompetens.** Högskoleutbildningar inom VA får en högre relevans och attraktivitet vilket försörjer branschen med kompetent personal och vidareutbildade yrkesverksamma.
- **Utökad finansiering till VA-forskning.** VA-kluster Mälardalens är en bas för att attrahera nationella och internationella forskningsmedel. Detta möjliggörs genom starka nätverk och kunskaps- och erfarenhetsutbyte inom VA-kluster Mälardalen, nationellt och internationellt.
- **Tekniksprång möjliggörs** genom forskning och innovation i samverkan mellan universitet, institut och VA-organisationer och tack vare en kritisk massa av VA-forskning.
- **Nätverk och samarbetsprojekt** som främjar kontinuerliga samarbeten och kunskapsutbyten oavsett organisationsstorlek. VA-kluster Mälardalen är ett stöd för klustrets medlemmar och möjliggör kunskaps- och erfarenhetsutbyte inom VA-området i Mälardalen, nationellt och internationellt.

Alla delar av klustrets verksamhet syftar till att uppnå dessa långsiktiga mål. Merparten av de forsknings- och utvecklingsprojekt (FoU-projekt) som kan knytas till klustret sker i samverkan mellan VA-organisationer och forskande parter utifrån verkliga problemställningar.

De långsiktiga målen översätts årligen i mer preciserade delmål och/eller aktiviteter för var del av klustrets verksamhet. De övergripande verksamhetsmålen utvärderas i Tabell 1. I efterföljande avsnitt utvärderas respektive verksamhetsområde.

Tabell 1. Utvärdering av de övergripande verksamhetsmålen utifrån nivåerna G = god nivå, A = acceptabel nivå och IU = inte uppfyllt.

| Nr | Mål                                                                                                                                                                   | Nivå | Kommentar/referens                                                                                                                                                                  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Bedriva högkvalitativ forskning enligt de utarbetade målen i <b>Bilaga 1–12.</b> (Forskning)                                                                          | G    | Se separat utvärdering i <b>bilaga 1-12.</b>                                                                                                                                        |
| 2  | Ansöka om en ny programperiod för VA-kluster Mälardalen hos Svenskt Vatten Utveckling                                                                                 | G    | Ansökan har tagits fram under året och skickats till Svenskt Vatten Utveckling. Ansökan beviljades i december 2024 och säkrar finansieringen för programperioden 2025-2028.         |
| 3  | Vidareutveckla VA-kluster Mälardalens kommunikation genom bl.a. webinarier (Kommunikation och samverkan)                                                              | G    | Aktiviteten inom kommunikation har varit hög under året, inte minst med uppstart av LinkedIn-sida. Se detaljerad utvärdering av målet i avsnitt <b>Kommunikation och samverkan.</b> |
| 4  | Arbeta med utbildningsfrågor inom grundutbildning, forskarutbildning och utbildning för yrkesverksamma enligt de specificerade utbildningsmålen för 2024 (Utbildning) | A    | Se separat utvärdering i avsnitt <b>Utbildning.</b>                                                                                                                                 |



# Verksamhetsledning och organisation

Klustret har i huvudsak fyra grupper; Klustergrupp (KG), Styrgrupp (SG), Ledningsgrupp (LG) och Arbetsgruppen för utbildning, där klustrets medlemmar är representerade. Utöver det ansvarar klustret för två ämnesgrupper; Uppströmsarbete för hållbara kretslopp och Processmodellering. Klustret deltar även i Processingenjörsnätverket Processingenjörer i Mälardalen (PIM). VA-kluster Mälardalen samverkar med övriga kluster genom Klusterledargruppen (KLG). Dessa gruppers huvudsakliga arbetsuppgifter beskrivs i *Rutiner och arbetssätt*. Gruppernas sammansättning vid utgången av verksamhetsåret redovisas i Bilaga 1.

Under år 2024 har ett viktigt arbete varit att ta fram ansökan för kommande programperiod. I arbetet har fler möten, workshops och diskussioner hållits för att ansökan ska vara förankrad hos klustrets medlemmar. Ett annat viktigt arbete har varit att säkerställa att de FoU-projekt som beskrevs i SVU-ansökan har fortskridit enligt plan och att nya personer inom klustrets olika grupper introduceras till verksamheten. Möten i klustret (LG, SG, etc.) har genomförts både digitalt och på plats. Mål och deras uppfyllelse för verksamhetsledning ses i Tabell 7. Målen har utvärderats utifrån nivåerna G = god nivå, A = acceptabel nivå och IU = inte uppfyllt.

Tabell 2. Utvärdering av aktiviteter kopplade till verksamhetsledning utifrån nivåerna G = god nivå, A = acceptabel nivå och IU = inte uppfyllt.

| Nr | Aktiviteter                                                                                                  | Nivå | Kommentar/referens                                                                                                        |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Ta fram och lämna in ansökan till Svenskt Vatten Utveckling för VA-kluster Mälardalen för perioden 2025–2028 | G    | Ansökan har tagits fram under året och skickats till Svenskt Vatten Utveckling i tid. Ansökan beviljades i december 2024. |
| 2  | Genomföra planerade möten enligt mötesplan                                                                   | G    | Alla möten genomfördes enligt plan.                                                                                       |

## Utmärkelser

Bengt Carlsson, professor emeritus i reglerteknik vid Uppsala universitet, blev i samband med sin avtackning i april utnämnd till hedersmedlem i VA-kluster Mälardalen.

# Kommunikation

En viktig del av VA-kluster Mälardalens arbete är att synliggöra och kommunicera forskningsresultat, både inom klustret och till övriga VA-Sverige. Delar som har varit, och även fortsättningsvis är de viktigaste kommunikationsverktyg är: klustrets hemsida, klustrets LinkedIn-sida, nyhetsbrev samt internationella- och nationella konferenser. Under året har hemsidan uppdaterats både grafiskt och innehållsmässigt kontinuerligt, och närvaron på sociala medier, såsom LinkedIn, har stärkts genom regelbundna nyhetsuppdateringar och utskick av nyhetsbrev varje kvartal. Det första webinariet om PFAS har publicerats på klustrets YouTube-kanal och är tillgängligt för allmänheten. En första kortrapport om digitala tvillingar har också publicerats, där resultat från två HP-projekt sammanfattas. Även om mycket har hänt inom kommunikationsområdet under året, behöver rapporteringen av nyheter fortsatt stärkas genom kontinuerliga bidrag från samtliga medlemmar.

## Webinarier

Det har totalt arrangerats sju webinarier under året, tre på vårterminen och fyra på höstterminen. De var relativt välbesökta, med ca 20–40 deltagare vid varje tillfälle. Webinarierna i juni och i oktober avsattes för exjobb. I juni fick studenter möjlighet presentera resultat från sina examensarbeten, och i oktober bjöds studenter in för att få ta del av VA-kluster Mälardalens medlemmars exjobbsidéer. Webinariet i december genomfördes i samarbete med MDU och har publicerats på klustrets Youtube-kanal för allmänheten. Temat för webinariet var PFAS, utmaningar och rening.

- Mars: Presentation av nya HP-projekt
- Maj: Resultat från strategiska satsningar, Madelene Malm (RISE), Andriy Malovnyy (IVL)
- Juni: Exjobbspresentationer, Lovisa Björkman, Greta Schweitzer, Eyerusalem Abadii, Julia Wadefjord
- September: Presentation av ansökan
- Oktober: *Exjobbsförslag*, flera presentatörer
- November: Heidi Ivan, Hanna Molin - Två presentationer om Felddetektion (MDU/IVL)
- December: Yahya Jani, John Wilson - Två presentationer om PFAS och rening (MDU/SciDev)

## Konferenser och seminarier

Årets vintermöte genomfördes i Västerås i januari. Det gavs mycket tid för att pitcha projektidéer och att utveckla dem under en workshop. Internatet genomfördes 28–29 augusti på Vildmarkshotellet i Kolmården med två huvudsakliga teman; Dag ett inleddes med temat "Avancerad rening och klimatpåverkan". Under dag två fokus har varit på "Klimatförändringar, -anpassningar och -åtgärder". På schemat fanns inspirationsföreläsning, workshops om barriärer, gaps och goda exempel, och snabbpresentationer från alla medlemsorganisationer. Internatet var uppskattat av deltagarna. Ett viktigt medskick från internatet var att bjuda in fler aktörer till

klustersamverkan såsom industrier, teknikutvecklare och kravställare. Enbart VA-branschen kommer inte att räcka för att uppnå en bättre systemförståelse av såväl processer som ansvarsfördelning och lagkrav.

Konferenser är en viktig del i att kommunicera och informera om den forskning som utförs inom klustret. VA-kluster Mälardalens medlemmar, både lärosäten och VA-organisationer, deltog bland annat på följande nationella och internationella konferenser under verksamhetsåret:

- Klustrets vintermöte, 31 januari 2024
- Klusterkonferens, Uppsala, 6-7 feb 2024
- IWA WRRMod 6-10 april 2024, Notre Dame, USA
- Water and Nutrient Recovery Strategies, Thessaloniki, Grekland, 8-9 April 2024
- Vattenstämman, 13-14 maj 2024
- IWA World Conference on Anaerobic Digestion, Istanbul, Turkey, 2-6 Juni 2024
- IWA World Water Congress & Exhibition, Toronto, 12-15 augusti, 2024
- Central and Eastern European Conference on Physical Chemistry & Materials Science, Kaunas, Litauen, 16-19 September 2024



Tabell 3. Utvärdering av aktiviteter inom kommunikation och samverkan utifrån nivåerna G = god nivå, A = acceptabel nivå och IU = inte uppfyllt.

| Nr | Aktiviteter                                                                                                                    | Nivå | Kommentar/referens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Revidera kommunikationsplanen                                                                                                  | G    | Kommunikationsplanen reviderades i mars 2024.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2  | Genomföra planerade aktiviteter i kommunikationsplanen                                                                         | A    | Alla aktiviteter förutom två har genomförts enligt plan. Det var planerat att göra reportage om VA-organisationer och publicera på hemsidan, men det har varit svårt att få tag på personer att intervjua. Det var också planerat att hålla enskilda möten med alla medlemmar men detta genomfördes aldrig.                                                        |
| 3  | Uppdatera hemsidan med nyheter minst en gång per månad och skicka ut minst 4 nyhetsbrev                                        | G    | Hemsidan har uppdaterats med nyheter kontinuerligt under året. Nyheter har publicerats varje månad förutom juli (pga semester). Totalt har 4 nyhetsbrev skickats under året.                                                                                                                                                                                       |
| 4  | Planera och genomföra Internat och Vintermöte                                                                                  | G    | Vintermötet hölls i januari på Mälardalens universitet i Västerås. Vintermötet var välbesökt. Det innehöll såväl presentationer som tid för workshop och diskussioner. Internatet hölls i augusti i Kolmården. Presentationer och diskussioner blandades fokuserat kring Avancerad rening och klimatpåverkan samt Klimatförändringar, -anpassningar och -åtgärder. |
| 5  | Delta i planeringen av en klusterkonferens 2024                                                                                | G    | Klusterkonferensen hölls i februari i Uppsala. VA-kluster Mälardalen var aktiva i planering och genomförande, bland annat med deltagande i programkommitté.                                                                                                                                                                                                        |
| 6  | Medverka vid nationella och internationella konferenser och seminarier för att sprida forskningsresultat, t.ex. Vattenstämman. | G    | Klustret deltog på Vattenstämman med monter och presentation där Oscar Samuelsson, IVL, presenterade resultat från projektet Rent Blås. Utöver det har våra forskande parter varit aktiva på internationella och nationella konferenser. Den klustergemensamma FoI-konferensen var välbesökt av klustermedlemmar och många fanns med i programmet.                 |
| 7  | Planera och genomföra minst 6 webinarier varav ett i samverkan med något av de andra klustren.                                 | A    | VA-kluster Mälardalen genomförde 7 webinarier under året. Dock genomfördes inget tillsammans med något annat kluster vilket sänker målnuppfyllnaden något.                                                                                                                                                                                                         |
| 8  | Ta fram populärvetenskaplig publikation för en initierad målgrupp från ett projekt                                             | G    | En populärvetenskaplig rapport, s.k. kortrapport, publicerades i september. Den publicerades på VA-kluster Mälardalens hemsida. Fler rapporter planeras för nästa verksamhetsår.                                                                                                                                                                                   |

## Samverkan

Samverkan mellan VA-kluster Mälardalen och de övriga klustren är viktigt. Det pågår en diskussion rörande hur samverkan kan göras så bra som möjligt. Samarbeten när det gäller t.ex. Vattenforskarskolan eller gemensamma bidrag till konferenser och mässor är något som numer är en naturlig del av klustrets verksamhet. Klustrens ämnesgrupper är också ett exempel på tydliga samverkansområden. Målet med ämnesgrupperna är att vidga interaktion och öka FoU-interaktion bland VA-kluster Mälardalens medlemmar, medlemmar i övriga högskoleprogram samt intresserade VA-organisationer och andra intressenter utanför högskoleprogrammen. VA-kluster Mälardalen leder två ämnesgrupper: *Ämnesgrupp processmodellering* samt *Uppströmsarbete för hållbara kretslopp*.

Utöver detta samarbetar VA-kluster Mälardalen med övriga högskoleprogram inom olika forskningsprojekt. Löpande dialog förs mellan klustren, bland annat genom de återkommande klusterledarmöten och en gemensam klusterkonferens som genomfördes i februari 2024.



## Uppströmsarbete för hållbara kretslopp

Syftet med ämnesgruppen är att tillsammans kartlägga och sammanställa kunskap om samhällets tillförsel av oönskade ämnen till avloppsvatten och miljön. Fokus är att finna lösningar som minimerar spridningen av miljöfarliga ämnen via såväl vattenvägar till recipient som genom växtnäringsresursen slam.

Ämnesgrupp för uppströmsarbete för hållbara kretslopp träffas regelbundet, utbyter erfarenheter och diskuterar aktuella frågor samt planerar för och bedriver gemensamma forskningsprojekt. Uppströmsgruppen har drivit under 2024 ett gemensamt projekt vilket även presenterades på ett webinarium i december. Projektet heter Kemisk screening i avloppsnätet som stöd för uppströmsarbete och syftar till att förbättra förståelsen för mikroföroreningar som sprids från olika verksamheter kopplade till avloppsnätet för att kunna förbättra möjligheterna till riktade uppströmsåtgärder för olika samhällsaktörer.

Arbetsgruppen består av representanter från VA-organisationerna: Käppalaförbundet, Stockholm Vatten och Avfall, Uppsala Vatten och Avfall och Mälarenergi, lärosäten: SLU/UU och MDU samt institut: IVL Svenska Miljöinstitutet och RISE. Dessutom ingår det representanter från två organisationer utanför klustret, nämligen uppströmsansvariga på MittSverige Vatten och Avfall (MSVA) och Norrvatten. Möten har skett kontinuerligt under året för att deltagande organisationer att kunna dela med sig av pågående arbete och prioriterade frågor.

## Ämnesgrupp processmodellering

Syftet med ämnesgruppen för processmodellering är att samla kompetens och utbyta erfarenheter. Ämnesgruppen för processmodellering består av modelleringsintresserade personer från VA-kluster Mälardalens medlemsorganisationer men träffarna har historiskt varit öppna för alla intresserade.

# Utbildning

Klustrets lärosäten arbetar med att utbilda framtidens anställda inom VA-branschen. Målsättningen har sedan starten varit att bidra till VA-utbildningar i toppklass och att lyfta fram VA som ett viktigt och intressant ämne med många samhälls- och miljötillämpningar. På **grundnivå** finns master- och civilingenjörsprogram, samt ett flertal fristående universitetskurser. Årligen utförs ett trettiotal VA-relaterade examensarbeten vid klustrets lärosäten. Examensarbeten är en projektform som lätt går att anpassa till VA-organisationernas behov, samtidigt som de förbereder studenterna för ett arbete inom VA-branschen.

Flera av klustrets organisationer medverkar i kurser för **yrkesverksamma** inom VA, bland annat genom framtagandet av, och undervisning i, Svenskt Vattens kurser. Klustret samarbetar med övriga forsknings- och utbildningskluster och Sweden Water Research inom forskarskolan Vattenforskerskolan (Water Research School) och AquaClim. Forskarskolan erbjuder kurser såväl för de ca 20 personer som bedriver sina **doktorandstudier** vid klustrets lärosäten som för yrkesverksamma.

## Grundutbildning

Ett särskilt ansvar för att genomföra de aktiviteter som finns definierade för utbildning på grundnivå vilar på de lärosäten som bedriver VA-utbildningarna inom klustret. Vid klustrets lärosäten ges följande grundutbildningar med direkt koppling till VA-kluster Mälardalen:

- Terminsblocket Uthålliga VA-system inom civilingenjörsprogrammet miljö- och vattenteknik (UU och SLU),
- Masterprogrammet i vattenteknik (UU),
- Masterprogrammet Environmental engineering and sustainable infrastructure (EESI; KTH), samt
- Masterprogrammet i miljöteknik för hållbar utveckling (MDU)

Aktuell forskning integreras kontinuerligt i utbildningsprogram och kurser. Gästföreläsningar och studiebesök är viktiga för att ge studenterna insyn i VA-organisationernas verksamhet. Examensarbeten är viktiga projekt för att göra kortare delstudier och länka samman forskning med frågeställningar på reningsverken. Under verksamhetsåret genomfördes totalt 30 examensarbeten inom VA-området hos klustrets lärosäten. Två av webinarierna under året avsattes för exjobbspresentationer och exjobbsmatchning (se avsnitt *Kommunikation*). De planerade aktiviteterna för år 2024 utvärderas i Tabell 4.

Tabell 4. Utvärdering av aktiviteter för Grundutbildning utifrån nivåerna G = god nivå, A = acceptabel nivå och IU = inte uppfyllt.

| Nr | Aktiviteter                                                                                                                                                                                                                 | Nivå | Kommentar/referens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | I samråd med deltagande VA-organisationer, forskningsinstitut och andra intressenter definiera lämpliga examensarbeten inom klustrets prioriterade områden samt biträda med handledning/ämnesgranskning av examensarbetare. | G    | Aktuell forskning integreras kontinuerligt i program och kurser vid de fem universiteten.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2  | Ge gästföreläsningar, bjuda in gästföreläsare och göra studiebesök vid reningsverk hos klustrets deltagande VA-organisationer.                                                                                              | A    | KTH har involverat VA-organisationer genom två gästföreläsningar samt studiebesök på Hammarby Sjöstadsverket (studenter från Masterprogrammet EESI). Vid UU genomfördes sex gästföreläsningar i kursen Kommunal och industriell avloppsreningsteknik, varav en från ett av klustrets VA-organisationer genom Jesper Olsson och Jonas Helander från Uppsala Vatten och Avfall som hade en föreläsning om hållbarhet i avloppsvattenrening i Uppsala. Studiebesök har genomförts på Kungsängsverket (UVAB). I kursen Processreglering gavs två gästföreläsningar; en från Käppalaförbundet och en från IVL/LU. |

## Forskarutbildning

Vattenforskarskolan är fortsatt en viktig del i VA-kluster Mälardalens verksamhet. Den erbjuder högklassiga kurser för både doktorander och yrkesverksamma och fungerar som ett bra nätverk för framför allt de fyra klustrens ca 80 doktorander. VA-kluster Mälardalen har varit aktiva med såväl studenter som lärare i Vattenforskarskolan. AquaClims årliga seminarium blev inställd pga kolliderande tid med konferensen IWA European Young Water Professionals. Doktorandkursen Qualitative Research Methods genomfördes enligt plan i april 2024 vid Uppsala universitet. Kursen Automation in the Water Sector ställdes in och ersätts av en ny kurs som planeras för perioden 2025–2027. En ny doktorand har anställts på KTH och totalt tre disputationer har genomförts under 2024, 2 på KTH och en på MDU. Klustrets doktorander har även bidragit med presentationer och postrar på Svenskt Vattens FOI-konferens i Uppsala. Under verksamhetsåret har klustrets representant i Vattenforskarskolan och Aquaclim varit Sahar Dalahmeh (UU). Under verksamhetsåret har klustrets representant i Vattenforskarskolan varit Sahar Dalahmeh (UU). De planerade aktiviteterna inom området *Forskarutbildning* utvärderas i Tabell 5.

Tabell 5. Utvärdering av aktiviteter för Forskarutbildning utifrån nivåerna G = god nivå, A = acceptabel nivå och IU = inte uppfyllt.

| Nr | Aktiviteter                                                                                                                                                                                                                          | Nivå | Kommentar/referens                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Medverka till att klustrets doktorander i möjligaste mån deltar i Vattenforsarskolan. Medverka vid forskarskolans möten och seminarier.                                                                                              | A    | VA-kluster Mälardalens doktorander deltar i kurser men är generellt inte särskilt aktiva i möten och seminarier. Forsarskolans årliga seminarium ställdes in pga en schemakrock med konferensen IWA European Young Water Professionals, där många av doktoranderna förväntades delta. |
| 2  | Genomföra doktorandkursen Qualitative Research Methods VT 2024 inom ramen för vattenforsarskolan AquaClim. Kursansvarig: professor Miguel A. Martínez (UU). Kursen planeras att genomföras 22–26 april 2024 vid Uppsala universitet. | G    | Kursen gavs enligt plan. Totalt deltog 6 studenter.                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3  | Genomföra doktorandkursen Automation in the Water Sector HT 2024 inom ramen för vattenforsarskolan AquaClim. Kursansvarig: Ulf Jeppsson (LU). Kursen ges vid Uppsala universitet 4 november och 12–14 November 2024.                 | IU   | Kursen genomfördes inte. Kursen är inställd och en annan kurs kommer att utvecklas för att ges i perioden 2025-2027.                                                                                                                                                                  |
|    | Starta upp doktorandprojektet Användning av renat avloppsvatten: användningsområde, möjligheter, strategier och utmaningar inom AquaClim vid Uppsala universitet.                                                                    | G    | Doktranden Shruti Jagtap har börjat som doktorand den 2024-10-01 vid SEED avdelning vid KTH                                                                                                                                                                                           |
|    | Bidra med presentationer eller postrar vid workshop, seminarium och konferenser inom VA-området.                                                                                                                                     | G    | Flera doktorander deltog på Svenskt vattens FOI-konferens 2024 i Uppsala och presenterade postrar från sina forskningsprojekt.                                                                                                                                                        |
|    | Nå experter och inspirerande personer bland klustermedlemmarna som kan medverka som mentorer till doktorander inom AquaClim.                                                                                                         | IU   | Mentorsprogrammet ställdes in under 2024.                                                                                                                                                                                                                                             |

## Utbildning för yrkesverksamma

Utbildning för yrkesverksamma ges i form av kurser genom Vattenforsarskolan och genom presentationer vid konferenser, möten och seminarier. De relativt nystartade regelbundna webinarerna har varit välbesökta av framför allt yrkesverksamma. Ledningsgruppen har etablerat en rutin med en s.k. inspirationskvart i början av sina möten för att hålla kortare presentationer från forskningsprojekt eller dylikt. Detta för att på ett enkelt sätt utbyta erfarenheter mellan ledningsgruppens ledamöter. Ämnesgrupperna och processingenjörsnätverket (PIM) är viktiga för kunskapsutbyte mellan klustrets medlemmar. De planerade aktiviteterna för år 2024 utvärderas i Tabell 6.

Tabell 6. Utvärdering av aktiviteter för Utbildning för yrkesverksamma utifrån nivåerna G = god nivå, A = acceptabel nivå och IU = inte uppfyllt.

| Nr | Aktiviteter                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nivå | Kommentar/referens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Erbjuda kursen Introduktion till Processreglering till yrkesverksamma under VT 2024 via Uppsala universitetets satsning Livslångt Lärande. Kursen ger tillämpningsexempel på hur reglertekniska metoder kan användas för att bidra till en resurseffektiv rening av avloppsvatten. | G    | Kursen gavs under vårterminen 2024. Totalt deltog 14 studenter.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2  | Bidra med presentationer eller poster vid workshop, seminarium, konferenser och möten där yrkesverksamma är inbjudna. Undersöka möjligheter att ge utbildning i form av mikrolärande och webinarier.                                                                               | A    | Flera yrkesverksamma deltog i de lunchwebinarier och årliga möten som har hållits under året. Aktiviteten på konferenser likt Svenskt vattens FOI-konferens, Vattenstämman har varit god för klustrets räkning. Möjligheter för mikrolärande och webinarier har inte undersökts vilket sänker betyget något.                                            |
| 3  | Marknadsföra vattenforskarskolan AquaClim mot klustrets VA-organisationer för att öka deltagandet bland klustrets yrkesverksamma.                                                                                                                                                  | A    | Inbjudan till de kurser som ges inom AquaClim har delats med VA-organisationer löpande. I Kursen Avancerad avloppsvattenrening deltog mer än 15 personer från VA-verksamheter. I Kursen Automation i VA-sektorn var 4 personer från verksamhet intresserade i att delta i kursen (obs, kursen gavs ej). Mer riktade insatser bör övervägas i framtiden. |

# Forskningsverksamhet

Klustrets medlemmar har gemensamt enats om tre prioriterade forsknings- och utvecklingsområden för programperioden 2022–2024:

- A** Cirkulära system och reningstekniker för avloppsreningsverk
- B** Metodik, teknik och kunskap, uppströms och nedströms, för hållbara kretslopp
- C** Digitala tekniker för hållbara avloppssystem

Inom varje forskningsområde bedrivs såväl projekt som direkt finansieras med SVU-medel från klustret, som projekt som helt och hållet har annan finansiering. För att ge en rättvisande och heltäckande bild av den nytta som klustret gör för forskning och utveckling (FoU) i VA-Sverige görs en årlig uppskattning av den totala projektvolymen, genom en sammanställning över VA-kluster Mälardalens medlemmars projekt. Tre olika typer av projekt redovisas i Bilaga 3:

- högskoleprogramsprojekt (HP) som är projekt som direkt finansieras av SVU via VA-kluster Mälardalens ansökan inom det s.k. högskoleprogrammet,
- klustersamverkansprojekt (KSP) som är projekt där minst två medlemmar från VA-kluster Mälardalen deltar, varav minst en projektpartner är från akademi eller forskningsinstitut och minst en projektpartner är en VA-organisation, samt
- övriga projekt (ÖP) som är projekt som exempelvis enbart har en av klustrets medlemmar som projektpartner, men ändå bidrar med relevant FoU inom klustrets prioriterade forskningsområden,

Vid utgången av år 2024 fanns 37 seniora forskare och 19 doktorander vid klustrens universitet. Den del av forskningen som direkt finansieras med SVU-medel redovisas i Tabell 4 och Tabell 5. Den fakultetsfinansierade VA-forskningen uppskattas till 5,505,000 Mkr för år 2024.

## KLUSTRETS FORSKANDE PARTER

**Kungliga tekniska högskolan**  
Institutionen för hållbar  
utveckling, miljövetenskap  
och teknik  
*Avdelningen för vatten- och  
miljöteknik*

**Lunds universitet**  
Institutionen för  
biomedicinsk teknik  
*Avdelningen för industriell  
elektroteknik och automation*

**Mälardalens universitet**  
Akademin för ekonomi,  
samhälle och teknik  
*Forskningsinriktningen  
Framtidens energi*

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
Institutionen för energi och  
teknik  
*Forskningsgruppen för  
kretsloppsteknik*

**Uppsala universitet**  
Institutionen för  
informationsteknik  
*Avdelningen för systemteknik*

Institutionen för  
geovetenskaper  
*Programmet för luft-, vatten-  
och landskapslära*

**IVL Svenska Miljöinstitutet**  
Processmodellering och  
digitalisering  
Miljöteknik, vatten och  
avlopp

**RISE**  
Cirkulära avloppssystem

Tabell 4. Kostnader lärosäten.

|                               | KTH        | LU         | MDU        | SLU        | UU         | Summa        |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| <b>Direkta kostnader</b>      |            |            |            |            |            |              |
| Senior forskning              | 301        | 95         | 0          | 89         | 305        | 790          |
| Doktorandhandledning          | 0          | 240        | 20         | 0          | 0          | 260          |
| Doktorandforskning            | 0          | 0          | 326        | 0          | 0          | 326          |
| Samordning utbildning         | 35         | 35         | 35         | 35         | 35         | 175          |
| Övrigt (analyser, resor etc.) | 64         | 30         | 0          | 6          | 60         | 160          |
| <b>Överfört från 2023</b>     | 0          | 0          | 28         | 87         | 0          | 115          |
| <b>Resultat</b>               | <b>400</b> | <b>400</b> | <b>409</b> | <b>217</b> | <b>400</b> | <b>1,826</b> |

Tabell 5. Fördelning av SVU-medel.

|                             | Reningstekniker |     |    | Uppströms & kretslopp |     |     |    |    | Digitala tekniker |     |    |    | Utbildning | Kluster gemensamma kostnader | Summa |
|-----------------------------|-----------------|-----|----|-----------------------|-----|-----|----|----|-------------------|-----|----|----|------------|------------------------------|-------|
|                             | A1              | A2  | A3 | B1                    | B2  | B3  | B4 | B5 | C1                | C2  | C3 | C4 |            |                              |       |
| <b>KTH</b>                  |                 |     |    |                       |     |     |    |    |                   |     |    |    |            |                              |       |
| Budget                      |                 | 182 |    |                       |     | 183 |    |    |                   |     |    |    | 35         |                              | 400   |
| Utfall                      |                 | 182 |    |                       |     | 183 |    |    |                   |     |    |    | 35         |                              | 400   |
| <b>LU</b>                   |                 |     |    |                       |     |     |    |    |                   |     |    |    |            |                              |       |
| Budget                      |                 |     |    |                       |     |     |    |    | 155               | 155 | 35 |    | 35         | 20                           | 400   |
| Utfall                      |                 |     |    |                       |     |     |    |    | 150               | 150 | 30 | 5  | 35         | 30                           | 400   |
| <b>MDU</b>                  |                 |     |    |                       |     |     |    |    |                   |     |    |    |            |                              |       |
| Budget                      | 365*            |     |    |                       |     |     |    |    |                   |     |    |    | 35         | 28                           | 409*  |
| Utfall                      | 346             |     |    |                       |     |     |    |    |                   |     |    |    | 35         | 0                            | 381   |
| <b>SLU</b>                  |                 |     |    |                       |     |     |    |    |                   |     |    |    |            |                              |       |
| Budget                      |                 |     |    | 452**                 |     |     |    |    |                   |     |    |    | 35         |                              | 487** |
| Utfall                      |                 |     |    | 95                    |     |     |    |    |                   |     |    |    | 35         |                              | 130   |
| <b>UU</b>                   |                 |     |    |                       |     |     |    |    |                   |     |    |    |            |                              |       |
| Budget                      |                 |     |    |                       | 365 |     |    |    |                   |     |    |    | 35         |                              | 400   |
| Utfall                      |                 |     |    |                       | 365 |     |    |    |                   |     |    |    | 35         |                              | 400   |
| <b>Gemensamma kostnader</b> |                 |     |    |                       |     |     |    |    |                   |     |    |    |            |                              |       |
| Budget                      |                 |     |    |                       |     |     |    |    |                   |     |    |    |            | 600                          | 600   |
| Utfall                      |                 |     |    |                       |     |     |    |    |                   |     |    |    |            | 600                          | 600   |
| Summa utfall                | 528             |     |    | 643                   |     |     |    |    | 335               |     |    |    | 175        | 737                          | 2311  |

\* Inkluderar 28 tkr tidigare ej upparbetade medel.

\*\* Inkluderar 87 tkr tidigare ej upparbetade medel.

De forskande parterna, universitet och forskningsinstitut, är viktiga för att få till stånd mycket av den forskning och utveckling som bedrivs inom klustret. Faktum är dock att endast en liten del av den totala forskningen hade kunnat genomföras om inte VA-organisationerna medfinansierade projekten. VA-kluster Mälardalen har som målsättning att samtliga VA-organisationer ska medfinansiera projekt motsvarande minst 1 kr/ansluten person (obs, i verksamhetsplanen står det personekvivalent men enligt överenskommelse mellan VA-organisationerna i samband med ansökan ska detta vara ansluten fysisk person).

Tabell 6. VA-organisationernas medfinansiering.

| Medfinansiering VA-organisationer | Kontant (tkr) | In-kind* (tkr) | Antal anslutna (tusental) |
|-----------------------------------|---------------|----------------|---------------------------|
| Enköping kommun                   | 26            | 48             | 30                        |
| Eskilstuna Energi och Miljö       | 1 046         | 53             | 97                        |
| Falu Energi och Miljö             | 0             | 0              | 45                        |
| Käppalaförbundet*                 | 907           | 49             | 749                       |
| Mälarenergi                       | 1 031         | 0              | 172                       |
| Nodra                             | 0             | 98             | 138                       |
| Roslagsvatten                     | 20            | 443            | 115                       |
| Stockholm Vatten och Avfall*      | 2 786         | 1 189          | 1 266                     |
| Syvaab                            | 1 323         | 395            | 347                       |
| Tekniska verken i Linköping       | 363           | 211            | 155                       |
| Uppsala Vatten och Avfall         | 210           | 104            | 202                       |
| Växjö kommun                      | 55            | 53             | 75                        |
| Örebro kommun                     | 55            | 96             | 138                       |
| <b>Summa</b>                      | <b>7 821</b>  | <b>2 736</b>   | <b>3 529</b>              |

\* Käppalaförbundet och Stockholm vatten och avfall har fler anslutna än vad som anges. Det har dock beslutats om att deras medfinansiering ska uppgå till minst 500 000 kr årligen, dvs. inte baserat på antal anslutna.



Övergripande aktiviteter för forskning och projektfinansiering togs fram i verksamhetsplanen för år 2024 och uppföljningen av dessa redovisas i Tabell 7. Aktiviteter och mål för år 2024 för HP-projekten presenteras för respektive projekts i Bilaga 2.

Tabell 7. Utvärdering av aktiviteter för Forskningsverksamhet utifrån nivåerna G = god nivå, A = acceptabel nivå och IU = inte uppfyllt.

| Nr | Aktiviteter                                                                                | Nivå | Kommentar/referens                                                                                                                             |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Starta upp och driva HP-projekt i enlighet med ansökan.                                    | A    | Projekten löper på enligt plan. Se Bilaga 2 för fullständiga redogörelser. Minst ett planerat projekt blev inte av pga saknad medfinansiering. |
| 2  | 3 godkända gemensamma KSP-ansökningar.                                                     | G    | Minst tre KSP-projekt har beviljats medel under 2024. Se Bilaga 3.                                                                             |
| 3  | Involvera alla medlemsorganisationer i ansökningar för KSP-projekt under en 3-årsperiod    | A    | 19 organisationer har deltagit i KSP projekt. Prel. Falun var inte med i nåt projekt så länge.                                                 |
| 4  | Uppnå minst 1 kr/fysisk person (inte p.e) i medfinansiering för samtliga VA-organisationer | IU   | Minst 5 organisationer uppnår inte 1 kr/fysisk person i medfinansiering.                                                                       |

# Ekonomi

De klustergemensamma kostnaderna redovisas i Tabell 8. Här följer några kommentarer gällande utfallet:

- Klusterledaren och koordinatören har bytts ut under 2024 vilket även avspeglas i upparbetningen av gemensamma medel.
- Under år 2024 delades inga medel ut för strategiska satsningar (dessa har delats ut under 2023).

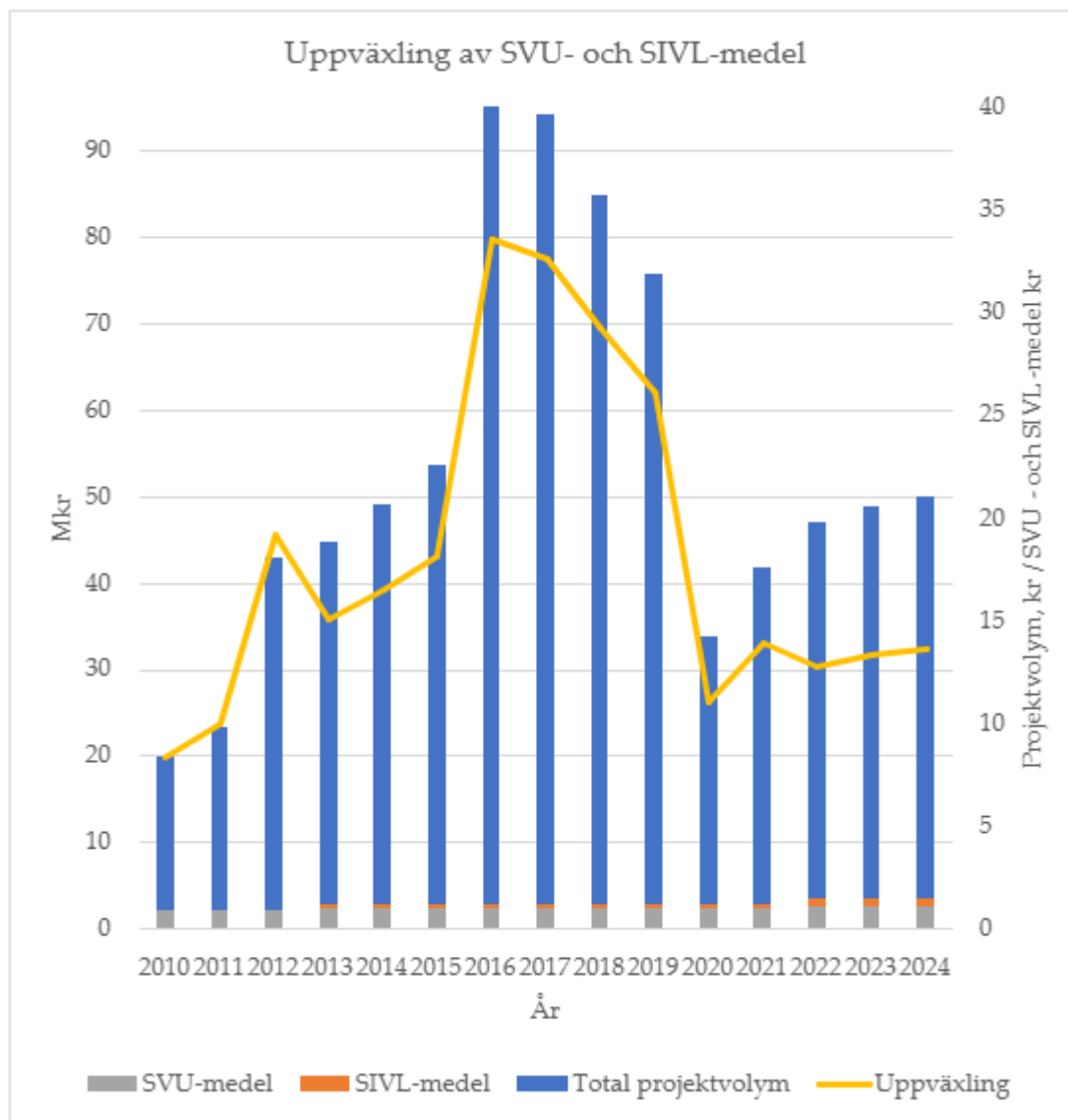
Tabell 8. Redovisning av klustergemensamma kostnader.

|                                    | Budget 2024          | Utfall 2024          | Differens         |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| <b>INTÄKTER</b>                    |                      |                      |                   |
| SVU                                | 2 600 000 kr         | 2 600 000 kr         | 0 kr              |
| Stiftelsen IVL                     | 803 000 kr           | 803 000 kr           | 0 kr              |
| Medlemsavgifter                    | 580 000 kr           | 580 000 kr           | 0 kr              |
| Överskott från 2023                | 357 200 kr           | 357 200 kr           | 0 kr              |
| Överfört HP-projekt 2023           | 115 000 kr           | 115 000 kr           | 0 kr              |
| <b>SUMMA INTÄKTER</b>              | <b>4 455 200* kr</b> | <b>4 455 200 kr</b>  | <b>0 kr</b>       |
| <b>UTGIFTER</b>                    |                      |                      |                   |
| Administration                     | 926 000 kr, varav:   | 1 100 000 kr, varav: | -174 000 kr       |
| Administrationsavgift SIVL         | 64 000 kr            | 64 000 kr            | 0 kr              |
| Klusterledare                      | 300 000 kr           | 300 000 kr           | 0 kr              |
| Sekreterare                        | 562 000 kr           | 736 000 kr           | -174 000 kr       |
| Kommunikation                      | 460 200 kr           | 418 065 kr           | 42 135 kr         |
| Forskning och utbildning lärosäten | 2 115 000 kr, varav: | 1 759 000 kr, varav: | 356 000 Kr        |
| Forskningsområde A                 | 547 000 kr           | 528 000 kr           | 19 000 kr         |
| Forskningsområde B                 | 1 000 000 kr         | 643 000 kr           | 357 000 kr        |
| Forskningsområde C                 | 345 000 kr           | 335 000 kr           | 10 000 kr         |
| Utbildning                         | 175 000 kr           | 175 000 kr           | 0 kr              |
| Klustergemensamma kostnader        | 48 000 kr            | 78 000 kr            | -30 000 kr        |
| Ämnesgrupper                       | 245 000 Kr           | 245 000 kr           | 0 kr              |
| Vintermöte & internat              | 535 000 kr           | 535 000 kr           | 0 kr              |
| Strategiska satsningar             | 174 000 kr           | 0 kr                 | 174 000 kr        |
| <b>SUMMA UTGIFTER</b>              | <b>4 455 200* kr</b> | <b>4 057 065 kr</b>  | <b>398 135 kr</b> |
| <b>RESULTAT</b>                    | <b>0 kr</b>          | <b>398 135 kr</b>    |                   |

\* Enligt VP2024 summan på intäkter ligger på 4 368 200, det som saknades var 80 000 kr till MDU, som är överfört från 2023

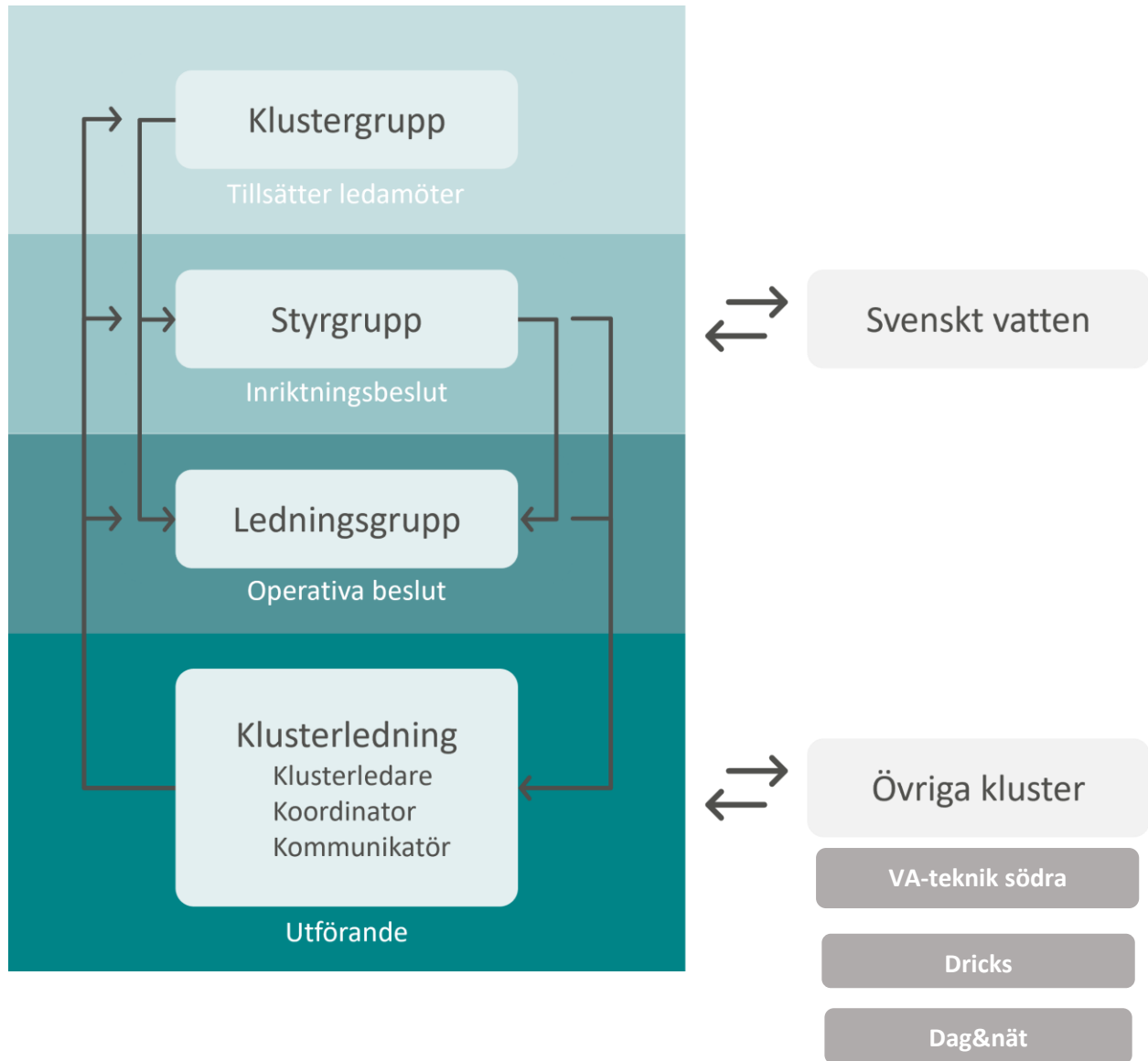
En uppskattning av total finansieringen av VA-relaterade projekt för klustrets medlemmar presenteras i Bilaga 3. Klustrets medlemmars totala projektvolym för VA-relaterade projekt var ca 46,4 miljoner kr under 2024 (45,5 miljoner kr 2023). Av dessa medel var ca 5,5 miljoner kr fakultetsfinansierad forskning inom VA-området, vilket har beräknats utifrån en schablonkostnad för en doktorand på 750 000 kr och senior forskare på 1 500 000 kr. VA-organisationernas bidrag uppgick år 2024 till ca 10,6 miljoner kr (inklusive in-kind). Syftet med projektsammanställningen är att ge en bild av den totala omfattningen av FoU inom VA-relaterade projekt för klustrets

medlemmar. Det är svårt att göra en exakt sammanställning av olika projektpartners delar i projektbudgeter som dessutom löper över flera år och sammanställningen ska därför ses som en grov uppskattning. Vad som dock blir tydligt genom de årliga sammanställningarna är att de medel, totalt 3,4 Mkr, som SVU och SIVL går in med i VA-kluster Mälardalen växlas upp ordentligt av klustrets medlemmar och externa finansiärer. År 2024 var den totala projektvolymen inom klustret drygt 14 gånger större än de initiala 3,4 Mkr (Figur 1).



Figur 1. Redovisning av total projektvolym, SVU-medel, SIVL-medel samt uppväxling av SVU- och SIVL-medel.

## Organisationsschema VA-kluster Mälardalen



## Styrgrupp

Tabell 1. Styrgruppens sammansättning vid utgången av år 2024. Personer i kursiv stil valdes in under verksamhetsåret.

| Namn                        | Organisation                       | Roll                           |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Linda Åmand                 | Käppalaförbundet                   | Ordförande                     |
| <i>Helen Galfi</i>          | <i>IVL Svenska Miljöinstitutet</i> | <i>Sekreterare (adj.)</i>      |
| <i>Sebastian Schwede</i>    | <i>VAKM/MDU</i>                    | <i>VA-kluster-representant</i> |
| VAKANT                      | Naturvårdsverket                   | SIVL-representant              |
| Qing Zhao                   | Kalmar vatten                      | SVU-representant (adj.)        |
| <i>Emma Risén</i>           | <i>Svenskt Vatten</i>              | <i>SVU-representant (adj.)</i> |
| Östen Ekengren              | IVL Svenska Miljöinstitutet        | Expert (adj.)                  |
| VAKANT                      | VAKANT                             | Expert (adj.)                  |
| <i>Charlotta Magnergård</i> | <i>Mälarenergi</i>                 | <i>Ledamot Nordväst 1</i>      |
| <i>Anna Bogren</i>          | <i>Eskilstuna energi och miljö</i> | <i>Ersättare Nordväst 1</i>    |
| <i>Marika Hansson</i>       | <i>Enköpings kommun</i>            | <i>Ledamot Nordväst 2</i>      |
| VAKANT                      | <i>Falu Energi och Vatten</i>      | <i>Ersättare Nordväst 2</i>    |
| <i>Jonas Grundestam</i>     | <i>Käppalaförbundet</i>            | <i>Ledamot Öst</i>             |
| <i>Kristina Stark Fuji</i>  | <i>Stockholm vatten och avfall</i> | <i>Ersättare Öst</i>           |
| <i>Bodil Widell</i>         | <i>Nodra</i>                       | <i>Ledamot Syd</i>             |
| <i>Malin Asplund</i>        | <i>Tekniska Verken i Linköping</i> | <i>Ersättare Syd</i>           |

## Ledningsgrupp

Tabell 2. Ledningsgruppens sammansättning vid utgången av år 2024. Personer i kursiv stil valdes in under verksamhetsåret.

| Namn                             | Organisation                       | Roll                      |
|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| <i>Sebastian Schwede (ordf.)</i> | <i>Mälardalens universitet</i>     | <i>Ordförande</i>         |
| <i>Helen Galfi (sekr.)</i>       | <i>IVL Svenska Miljöinstitutet</i> | <i>Sekreterare</i>        |
| <i>Ragnhild Berglund</i>         | <i>IVL Svenska Miljöinstitutet</i> | <i>Kommunikatör</i>       |
| Elzbieta Plaza                   | Kungliga tekniska högskolan        | Ledamot KTH               |
| Ulf Jeppsson                     | Lunds universitet                  | Ledamot LU                |
| Björn Vinnerås                   | Sveriges lantbruksuniversitet      | Ledamot SLU               |
| Sahar Dalahmeh                   | Uppsala universitet                | Ledamot UU                |
| <i>Kristina Dahlberg</i>         | <i>RISE</i>                        | <i>Ledamot RISE</i>       |
| Erik Lindblom                    | IVL Svenska Miljöinstitutet        | Ledamot IVL               |
| <i>Anna Bogren</i>               | <i>Eskilstuna Energi och Miljö</i> | <i>Ledamot Nordväst 1</i> |
| VAKANT                           | Uppsala vatten                     | Ersättare Nordväst 1      |
| <i>Louise Boisen</i>             | <i>Enköpings kommun</i>            | <i>Ledamot Nordväst 2</i> |
| VAKANT                           | Falu Energi och Vatten             | Ersättare Nordväst 2      |
| Erik Wall                        | Roslagsvatten                      | Ledamot Öst               |
| Cecilia Bertholds                | Käppalaförbundet                   | Ersättare Öst             |
| <i>Angelica Nilsson</i>          | <i>Nodra</i>                       | <i>Ledamot Syd</i>        |
| Jenny Nordenberg                 | Tekniska Verken                    | Ersättare Syd             |

## Klustergrupp

Tabell 3. Klustergruppens sammansättning vid utgången av år 2024.

| Namn                | Organisation                  | Roll               |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Sebastian Schwede   | MDU                           | Ordförande         |
| Helen Galfi         | IVL Svenska Miljöinstitutet   | Sekreterare (adj.) |
| Elzbieta Plaza      | Kungliga tekniska högskolan   | Ledamot KTH        |
| Agnieszka Renman    | Kungliga tekniska högskolan   | Ledamot KTH        |
| Ulf Jeppsson        | Lunds universitet             | Ledamot LU         |
| Björn Vinnerås      | Sveriges lantbruksuniversitet | Ledamot SLU        |
| Sahar Dalahmeh      | Uppsala universitet           | Ledamot UU         |
| Kristina Dahlberg   | RISE                          | Ledamot Rise       |
| Hanna Molin         | IVL Svenska miljöinstitutet   | Ledamot IVL        |
| Anna Bogren         | Eskilstuna Energi och Miljö   | Nordväst 1         |
| Anna Lindkvist      | Mälarenergi                   | Nordväst 1         |
| Johanna Andersson   | Uppsala Vatten och Avfall     | Nordväst 1         |
| Louise Boiesen      | Enköpings kommun              | Nordväst 2         |
| Mervat Shaaya       | Falu Energi och Miljö         | Nordväst 2         |
| Tiina Kluge         | Örebro kommun                 | Nordväst 2         |
| Jonas Grundestam    | Käppalaförbundet              | Öst                |
| Erik Wall           | Roslagsvatten                 | Öst                |
| Kristina Stark Fuji | Stockholm Vatten och avfall   | Öst                |
| Heidi Ilander       | SYVAB                         | Öst                |
| Emily South         | NODRA                         | Syd                |
| Jenny Nordenberg    | Tekniska Verken i Linköping   | Syd                |
| Jeanette Lindberg   | Växjö kommun                  | Syd                |

## Innehållsförteckning

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| A1 Integration av hydrotermiska processer för hållbar slamhantering – möjliga systemlösningar och effekter .....     | 2  |
| A2 Kolåtervinning för en hållbar avloppsvattenrening .....                                                           | 4  |
| B1 SAFE Återvinning – källsorterings potential att förhindra risker med cirkulärsystem .....                         | 6  |
| B2 Betydelsen av olika uppströmskällor till kontaminering av avloppsvatten med läkemedelsrester .....                | 8  |
| B3 Återvinning av slam- och sedimentbunden fosfor .....                                                              | 11 |
| B5 Metodutveckling för kvantifiering och identifiering av mikroplast i slam och screening av olika avloppsslam ..... | 14 |
| C1 Digital tvilling för hållbar och resurseffektiv drift av avloppsreningsverk .....                                 | 16 |
| C2 Implementering av digitala tvillingar på reningsverk .....                                                        | 19 |
| C3 Osäkerhetsanalys och simulering för resilient dimensionering av avloppsreningsverk .....                          | 22 |

## A1 Integration av hydrotermiska processer för hållbar slamhantering – möjliga systemlösningar och effekter

|                         |                                                                                                         |                                |                         |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| <b>Forskningsområde</b> | Cirkulära system och reningstekniker för avloppsreningsverk                                             |                                |                         |
| <b>Projektnummer</b>    | A1                                                                                                      | <b>Projektperiod</b>           | 2022-01-01 – 2024-12-31 |
| <b>Benämning</b>        | Integration av hydrotermiska processer för hållbar slamhantering – möjliga systemlösningar och effekter |                                |                         |
| <b>Totalbudget</b>      | 2 877 907 kr                                                                                            | <b>SVU-medel (2024)</b>        | 365 000 kr              |
|                         |                                                                                                         | <b>Utfall SVU-medel (2024)</b> | 346 105 kr              |
| <b>Ansvarig</b>         | Sebastian Schwede (MDU)                                                                                 |                                |                         |
| <b>Projektdeltagare</b> | MDU, ME, EEM, SVOA                                                                                      |                                |                         |

### Syfte(n)

Syftet med projektet är att undersöka integrering av hydrotermiska processer på reningsverket för att öka energi- och resursåtervinning från slam/rötat slam. Under 2022 undersöks följande:

På ett systematiskt sätt undersöka fördelningen av kol, fosfor, kväve och tungmetaller i de olika hydrotermiska produkterna av slam och rötat slam beroende av varierande processförhållanden (temperatur, uppehållstid, vatteninnehåll).

|   | <b>Planerade aktiviteter 2024</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>Status/Utfall</b>                                                                                                        |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Experimentella försök (hydrotermisk karbonisering i kombination med test av biokemisk metanpotential i laboratorieskala på MDU; kolstabilitet; metanutsläpp) av rötat slam beroende av varierande processförhållanden (avslutning) | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 2 | Biogasproduktion under semi-kontinuerliga processförhållanden för utvalda material (baserat på de övriga experimentella försöken)                                                                                                  | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 3 | Undersöka olika scenarier för integrering av hydrotermiska behandlingsprocesser av slam och rötat slam i befintliga reningsverk baserat på experimentella resultaten                                                               | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |

### Kommentar:

Experimentella försök (hydrotermisk karbonisering i kombination med test av biokemisk metanpotential i laboratorieskala kunde bara delvis avslutas då försök var pga inhibering längre än förväntat. Ett försök till (rötat slam) är planerat för 2025 innan semi-kontinuerliga försök kan påbörjas. Ändå har det utförda försöket resulterat i ny kunskap om hur HTC kan separera slamflöden i reningsverk och hur det påverka massbalanser och biogasproduktionen.

|  | <b>Mål 2024</b> | <b>Utfall</b> |
|--|-----------------|---------------|
|--|-----------------|---------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ökad kunskap om fördelningen av kol, fosfor, kväve och tungmetaller i de olika hydrotermiska produkterna av rötat slam beroende av varierande processförhållanden samt kolstabilitet och metanutsläpp från produkterna. | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt            |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ökad kunskap om optimal användning av produkterna från kombination av HTC med rötning samt den potentiella effekten på biogasproduktion (batch och semikontinuerliga förhållanden).                                     | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej uppfyllt |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ökad kunskap om att identifiera ekonomiskt, ekologiskt och energetiskt lönsamma lösningar för hållbar slamhantering.                                                                                                    | <input type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej uppfyllt            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1 konferenspresentation och journalartikel.                                                                                                                                                                             | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej uppfyllt |
| <b>Kommentar:</b><br>För systemanalysen behövs data från det sista försöket under batchförhållanden och kontinuerliga försök. Journalartikeln är nära att skickas in och förväntas publiceras i början av 2025.                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                 |
| <b>Publikationer och presentationer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                 |
| 1. Investigation of hydrothermal carbonisation as pretreatment on anaerobic digestion of waste-activated sludge, 18th IWA World Conference on Anaerobic Digestion 2 - 6 June, 2024, Istanbul, Turkey. (oral presentation)<br>2. Evaluating hydrothermal carbonisation as a pretreatment for enhanced anaerobic digestion of waste-activated sludge, manuscript for Bioresource Technology |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                 |

## A2 Kolåtervinning för en hållbar avloppsvattenrening

|                         |                                                             |                                |                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| <b>Forskningsområde</b> | Cirkulära system och reningstekniker för avloppsreningsverk |                                |                       |
| <b>Projektnummer</b>    | A2                                                          | <b>Projektperiod</b>           | 2023-01-01–2024-12-31 |
| <b>Benämning</b>        | Kolåtervinning för en hållbar avloppsvattenrening           |                                |                       |
| <b>Totalbudget</b>      | 800 000 kr                                                  | <b>SVU-medel (2024)</b>        | 182 000 kr            |
|                         |                                                             | <b>Utfall SVU-medel (2024)</b> | 182 000 kr            |
| <b>Ansvarig</b>         | Elzbieta Plaza (KTH)                                        |                                |                       |
| <b>Projektdeltagare</b> | KTH, IVL, SYV                                               |                                |                       |

| Syfte(n)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Huvudfokus är att utveckla en innovativ och hållbar teknik för att avlägsna kol från kommunalt avloppsvatten, och att samtidigt erhålla värdefulla produkter som flyktiga fettsyror (VFA) från slambehandling.</p> <p>Det övergripande målet är att utveckla nya högkvalitativa produkter utöver biobränsle som säkerställer bidrar till en optimal resursåtervinning.</p>                                                                      |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Planerade aktiviteter 2024                                                                                                                                                                              | Status/Utfall                                                                                                               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Fortsatt arbete för att utveckla teknik för VFA produktion från slambehandling.                                                                                                                         | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Utvärdera producerad VFA som kolkälla i denitrifikationsprocessen och jämföra med andra kolkällor.                                                                                                      | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Fortsatt arbete kring system för framtida hållbara anläggningar för återvinning av avloppsvattenresurser.                                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Sprida resultaten via nationella och internationella seminarier och konferenser.                                                                                                                        | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Samverkan med andra europeiska forskargrupper inom EU projektet FULLRECO4US - Cost Action 20133 "Cross Border Transfer and Development of Sustainable Resource Recovery Strategies Towards Zero Waste". | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| <p><b>Kommentar:</b></p> <p>Projektet visade att kommunalt avloppsvatten har en enorm potential för resursåtervinning på grund av det organiska innehållet som gör det möjligt att få fram biobaserade kemikalier och bioenergi i framtida hållbara reningsverk.</p> <p>Inom EU projektet FULLRECO4US - Cost Action 20133 "Cross Border Transfer and Development of Sustainable Resource Recovery Strategies Towards Zero Waste" KTH är aktiva</p> |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |

| inom arbetsgruppen WG2 "Biochemicals from Waste" och WG4: "Water and nutrients recovery from wastewater".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                          |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Mål 2024                                                                                                 | Utfall                                                                               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Utveckla och utvärdera teknik för att avlägsna kol på avloppsverk med möjligheter för resursåtervinning. | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ökad kunskap om kolåtervinning för en hållbar avloppsvattenrening och optimal användning av produkterna. | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Presentera resultaten i 1–2 internationella publikationer eller konferenser.                             | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt |
| <b>Kommentar:</b><br>Alla mål uppfyllda.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                          |                                                                                      |
| <b>Publikationer och presentationer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                          |                                                                                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. "Energy and Nutrient Recovery from Wastewater ", gemensamt artikel som resultat av samarbete inom WG4 FULLRECO4US projektet kommer att publiceras 2025 (under bearbetning).</li> <li>2. Workshop: "Water and Nutrient Recovery Strategies", Thessaloniki, Greece, 8-9 April 2024. EU projektet FULLRECO4US Cost Action 20133 "Cross Border Transfer and Development of Sustainable Resource Recovery Strategies Towards Zero Waste". (KTH har deltagit digital)</li> </ol> |                                                                                                          |                                                                                      |

## B1 SAFE Återvinning – källsorterings potential att förhindra risker med cirkulärsystem

|                         |                                                                                     |                                |                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| <b>Forskningsområde</b> | Metodik, teknik och kunskap – uppströms och nedströms – för hållbara kretslopp      |                                |                       |
| <b>Projektnummer</b>    | B1                                                                                  | <b>Projektperiod</b>           | 2022-02-01–2024-10-31 |
| <b>Benämning</b>        | SAFE Återvinning – källsorterings potential att förhindra risker med cirkulärsystem |                                |                       |
| <b>Totalbudget</b>      | 1 550 000 kr                                                                        | <b>SVU-medel (2024)</b>        | 452 000 kr            |
|                         |                                                                                     | <b>Utfall SVU-medel (2024)</b> | 95 000 kr             |
| <b>Ansvarig</b>         | Jennifer McConville (SLU), Foon Yin Lai (SLU)                                       |                                |                       |
| <b>Projektdeltagare</b> | SLU, ME, UVAB, SVOA                                                                 |                                |                       |

| Syfte(n)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Syftet med projektet är att studera potentialen <b>risker och åtgärder</b> för att reducera utsläpp av antimikrobiella <u>resistenta mikroorganismer</u> och andra organiska föroreningar via <u>källsortering av toalettfraktioner (svartvatten)</u>, samt avgöra om återvinning av svartvatten är en viktig vektor för att sprida dessa föroreningar till miljön. Projektet ska svara på frågor om 1) Hur mycket av oönskade ämnen kan vi få bort från utsläpp till recipient genom att källsortera avloppsfraktioner? och 2) Hur effektiva är nuvarande behandlingsanläggningar att reducera antimikrobiella föroreningar och återvinna näringsämnen?</p> <p>Provtagning av olika avloppsfraktioner från Västerås, Stockholm och Uppsala gjordes 2022 och analyserna var klara under 2023. En artikel om riskbedömning baserad på prover påbörjades.</p> |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Planerade aktiviteter 2024                                                                                                                                                           | Status/Utfall                                                                                                               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Hålla 2-3 styrgruppsmöten.                                                                                                                                                           | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Färdigställa riskbedömning baserad på antimikrobiella föroreningar (AP2).                                                                                                            | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Utvärdering av möjligt framtida scenario och strategier för att hantera risker i olika avloppsfraktioner. Arbetet görs tillsammans med två exjobbare från Uppsala universitet (AP3). | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| <p><b>Kommentar:</b></p> <p>Under våren 2024, vi hade två studenter som skrev sin exjobb om strategier för att hantera risker i olika avloppsfraktioner. Några styrgruppsmöten hålls som stöd till deras arbete. Deras rapport blev klar under sommarn men projektgruppen vill revidera resultat innan det spridas. Ett utkast till publikationen från mätningar och riskbedömning finns men den har inte heller blivit klar.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Mål 2024                                                                                                                                          | Utfall                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Resultat från provtagning och riskanalys publicerade i internationella tidskrifter (AP1).                                                         | <input type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej uppfyllt |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Poster-presentation av mätning och kartläggning av kemiska koncentrationer från olika källor presenteras på konferens/svenska VA-branschen (AP2). | <input type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej uppfyllt |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Populärvetenskaplig publikation av resultat från utvärdering av scenario/strategier (AP3).                                                        | <input type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej uppfyllt |
| <b>Kommentar:</b><br>Projektet drabbades om sjukskrivningar under 2024. Projekt ledare har varit sjukskriven och även forskare om riskbedömning. Det har lett till att projektet inte är färdigställt som planerat.<br><br>Förhoppning är att under 2025 kan projektet avslutas med publikationen från mätningar och riskbedömning samt ett PM om strategier för risk hantering baserad på exjobbet och erfarenheter från styrgruppen. |                                                                                                                                                   |                                                                                      |
| <b>Publikationer och presentationer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                   |                                                                                      |
| <i>Pågående</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                      |

## B2 Betydelsen av olika uppströmskällor till kontaminering av avloppsvatten med läkemedelsrester

|                         |                                                                                              |                                |                       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| <b>Forskningsområde</b> | Metodik, teknik och kunskap – uppströms och nedströms – för hållbara kretslopp               |                                |                       |
| <b>Projektnummer</b>    | B2                                                                                           | <b>Projektperiod</b>           | 2022-02-01–2024-12-31 |
| <b>Benämning</b>        | Betydelsen av olika uppströmskällor till kontaminering av avloppsvatten med läkemedelsrester |                                |                       |
| <b>Totalbudget</b>      | 2 072 840 kr                                                                                 | <b>SVU-medel (2024)</b>        | 365 000 kr            |
|                         |                                                                                              | <b>Utfall SVU-medel (2024)</b> | 365 000 kr            |
| <b>Ansvarig</b>         | Sahar Dalahmeh (UU)                                                                          |                                |                       |
| <b>Projektdeltagare</b> | UU, SVOA, KF, UVAB, TVAB, ME, EK                                                             |                                |                       |

| Syfte(n)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             |                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Syftet med projektet är att undersöka förekomsten av läkemedelsrester i avloppsvatten från olika punktkällor för att identifiera vilka källor som är betydande för läkemedelsresters kontaminering i avloppsvatten. Ett tekniskt underlag kommer att tas fram som kommer att hjälpa VA-organisationer med källspårning och ämnesprioritering i uppströmsarbetet.</p> <p>Specifika mål är att:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartlägga mängder och flöden av läkemedelsrester i samhället från olika uppströmskällor.</li> <li>• Kvantifiera bidraget av läkemedelsresters kontaminering i avloppsvatten från olika källor. Detta ska göras genom en uppskattning av massbalansen av läkemedelsrester till reningsverk.</li> <li>• Identifiera vilka källor som möjligtvis kan ha stora miljöeffekter på grund av mängd av utsläpp och typ av substans (som bestämmer toxicitet, ackumulering och persistens o.s.v.).</li> </ul> <p>Analys av läkemedelsrester i avloppsvattenprover från olika äldreboenden, sjukhus och andra platser, främst i Uppsalanätverket men också i Västerås, har avslutats.</p> |                                             |                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Planerade aktiviteter 2024                  | Status/Utfall                                                                                                               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Datanalys av alla prover och substanser.    | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Resultatsammanställning i en slutrapport.   | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Första utkast till en vetenskaplig artikel. | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                      |                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                      | <input type="checkbox"/> Ej genomförd                                                                                       |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Projektets resultat presenteras vid en konferens/workshop.                           | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej genomförd |
| <p><b>Kommentar:</b></p> <p>I nuläget skrivs slutrapporten och vetenskaplig manuskriptet, och dataanalys genomförs parallellt. Beräkningen av läkemedelsflödet i olika delar av Uppsala och en mindre del i Västerås pågår. Vi håller på att uppskatta flödet av olika läkemedel från äldreboenden, sjukhus, bostadsområden och studentområden. Vi arbetar också med att utveckla metoden för massbalans av läkemedelsrester i Uppsala. Vi planera skapa en GIS karta för att visa läget av läkemedelsrester i olika del i Uppsala.</p> <p>Den del av slutrapporten som omfattar litteraturstudien och datasammanställningen av läkemedelsförskrivning för olika typer av medicin och olika åldersgrupper inom slutenvård är färdig. Vi fortsätter med rapportskrivningen och planerar att ha det första utkastet färdigt i juni 2025.</p> <p>Konferensabstract till NordIWA-konferensen 2025 och ECOSTP2025-konferensen har skickats in. Jag väntar på granskning resultat av konferenskommittee</p> <p>En masterstudent arbetar med en del av djupare dataanalysen inom projektet. En examensarbetsrapport kommer att presenteras på KTH i juni 2025, eller i augusti 2025 i värsta fall.</p> |                                                                                      |                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Mål 2024</b>                                                                      | <b>Utfall</b>                                                                                                               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Slutföra dataanalys och resultatsammanställning.                                     | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt                                        |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Skriva slutgiltigt utkast av slutrapporten.                                          | <input type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej uppfyllt                                        |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Presentera projektresultat i en konferens, workshop eller för VA-kluster Mälardalen. | <input type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej uppfyllt                                        |
| <p><b>Kommentar:</b></p> <p>Projektet rullar på i god takt, och förstudien har genomförts där vi undersökte databaser för att identifiera läkemedelssubstanser som främst förskrivs och distribueras till äldre, samt de som används inom öppen hälso- och slutenvård. Uppsala valdes som huvudplats för studien, medan Västerås också undersöktes i begränsad omfattning. I Uppsala har vi även samlat in avloppsprover från äldreboenden, sjukhus, bostadsområden och centrala pumpstationer i avloppsnätet. Totalt samlade vi in cirka 39 prover. I Västerås samlade vi in avloppsprover från sjukhuset, ett mindre bostadsområde och ett äldreboende. Från Stockholm samlade vi in prover bara från Karolinska sjukhuset. För närvarande analyseras proverna för att identifiera koncentrationen av de 29 mest populära ämnen i Sverige.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                      |                                                                                                                             |
| <b>Publikationer och presentationer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                      |                                                                                                                             |

1. Betydelsen av olika uppströmskällor till kontaminering av avloppsvatten med läkemedelsrester (rapport- Utkast)
2. Mapping of pharmaceutical pollution in wastewater from elderly houses, hospitals, and other sources in Uppsala (draft manuscript)
3. Contribution of elderly houses to the overall pharmaceutical pollution in wastewater in Uppsala (submitted conference abstract)

### B3 Återvinning av slam- och sedimentbunden fosfor

|                         |                                                                                |                                |                       |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| <b>Forskningsområde</b> | Metodik, teknik och kunskap – uppströms och nedströms – för hållbara kretslopp |                                |                       |
| <b>Projektnummer</b>    | B3                                                                             | <b>Projektperiod</b>           | 2022-01-01–2024-12-31 |
| <b>Benämning</b>        | Återvinning av slam- och sedimentbunden fosfor                                 |                                |                       |
| <b>Totalbudget</b>      | 565 000 kr                                                                     | <b>SVU-medel (2024)</b>        | 183 000 kr            |
|                         |                                                                                | <b>Utfall SVU-medel (2024)</b> | 183 000 kr            |
| <b>Ansvarig</b>         | Agnieszka Renman (KTH)                                                         |                                |                       |
| <b>Projektdeltagare</b> | KTH, EEM, MDU                                                                  |                                |                       |

| Syfte(n)                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projektet ska utveckla en innovativ och hållbar teknik för att utvinna fosfor från slam i sedimenteringsdammar/våtmarkssystem som följer efter avloppsreningsverk.                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Planerade aktiviteter 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Status/Utfall                                                                                                               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Försök med slam från Ekeby reningsverk i Eskilstuna samt capping av slam med det fosforbindande sorbentet Petrit TS (leverantör Höganäs AB) på en testyta i damm 1 vid utloppet av Ekeby ARV under våren 2024. ESEM svarar för upptag av slammet med en innovativ sugmuddringsteknik utvecklad av Teknikmarknad före sommaren. | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Försök med densitetssortering av Petrit som bundit fosfor. Den organiska och silt/lerfraktionen torkas och pyroliserar till biokol.                                                                                                                                                                                            | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Analys av slam och slutprodukter med utvärdering görs.                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                               | En artikel/rapport skrivs under hösten 2024.                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Samverkan med andra europeiska forskargrupper inom EU projektet FULLRECO4US - Cost Action 20133 "Cross Border Transfer and Development of Sustainable Resource Recovery Strategies Towards Zero Waste". KTH är aktiva inom arbetsgrupp WG4: "Water and nutrients recovery from wastewater".                                    | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| <b>Kommentar:</b><br>Behandlingen av slam med sorbent i damm 1 vid Ekeby ARV kunde inte genomföras då ESEM tog snabbt beslut att sugmuddra dammen då utrustningen för detta blev tillgänglig redan i mars 2024. I juni kunde dock undersökning och provtagning av muddrat slam och rejektvatten |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                             |

genomföras. Kemisk-fysikaliska analyser av vatten och sediment gjordes under ht 2024 men viss utvärdering av data kvarstår i samband med författande av vetenskaplig artikel.

|   | Mål 2024                                                                                                                                                                                                                                        | Utfall                                                                               |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Skriva forskningsansökan där slamprojektet vid Ekeby ARV ingår som en del av ett större projekt.                                                                                                                                                | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt |
| 2 | Deltagande i 2nd Central and Eastern European Conference on Physical Chemistry & Materials Science, 16-19 September 2024 i Kaunas, Litauen. Muntlig presentation av konferensbidrag som handlar om fosforsorption till cappingmaterial av slam. | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt |
| 3 | Skicka en artikel till publicering i vetenskaplig tidskrift i slutet av året.                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej uppfyllt |

**Kommentar:**

Forskningsansökan (Genomförbarhetsstudie) till Vinnova beviljades 2024-10-24 (Botten upp – slagg-granulat och muddringsrobot i samarbete för resursåtervinning från sediment). Presentation av konferensbidrag placerades som Poster i Litauen, september 2024 (se nedan Publikationer och presentationer). Vetenskaplig artikel under utarbetande med delar som skrivs av flera medförfattare från LTH, LTU och MDU.

**Publikationer och presentationer**

1. E. Svedaite, T. Dambrauskas, **A. Renman**, G. Renman, K. Baltakys, Adsorption kinetics of phosphorus on a calcium silicate hydrate based adsorbent, Ceramics International, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2024.03.346>
2. Rajabu Hamisi, **Agnieszka Renman**, Gunno Renman, Anders Wörman, Roger Thunvik, Optimization of on-site wastewater treatment efficiency and recovery based on nutrient mobility and adsorption kinetics modelling using HYDRUS-2D coupled with PHREEQC, Chemical Engineering Journal, Volume 492, 2024, 152308, ISSN 1385-8947, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.152308>.
3. Johan Wikström, Divya Pal, Roshan Prabhakar, Sara C. Forsberg, **Agnieszka Renman**, Jing Ai, Gunno Renman, Jonas S. Gunnarsson, Assessment of the calcium-silicate Polonite as a sorbent for thin-layer capping of metal contaminated sediment, Chemosphere, Vol. 365, 2024, 143398 <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.143398>.
4. Presentation (**Agnieszka Renman**) med poster av projektet "Processutveckling av Ca-inducerad HAP (hydroxyapatit) granulering vid kväveavskiljning med anammox" på vintermöte i Västerås 31 januari 2024
5. Presentation med poster vid konferensen, 2nd Central and Eastern European Conference on Physical Chemistry & Materials Science, 16-19 September 2024, Kaunas, Litauen. Titel på bidraget, **Agnieszka Renman** et al., "Recovery of phosphorus and metals from sewage sludge and lake sediments using magnetic sorbents", <https://wdn2.ipublishcentral.com/ktu/viewinsidehtml/502042525916171>
6. Exjobb 2024: Abadii, Eyerusalem, Wastewater Treatment by Partial Nitritation / Anammox -Hydroxyapatite coupled process (PN/A-HAP). Handledare: **Agnieszka Renman** <https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1874446&dswid=8072>

7. Exjobb 2024: Cosmo Lindström, Prototype-scale demonstration of Struvite growth on the substrate surface. Recovery of Nitrogen from wastewater. Handledare: **Agnieszka Renman**  
<https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1877910&dswid=-7600>

## B5 Metodutveckling för kvantifiering och identifiering av mikroplast i slam och screening av olika avloppsslam

|                         |                                                                                                             |                                |                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| <b>Forskningsområde</b> | Metodik, teknik och kunskap för uppströmsarbete och hållbara kretslopp                                      |                                |                       |
| <b>Projektnummer</b>    | B5                                                                                                          | <b>Projektperiod</b>           | 2022-01-01—2023-06-01 |
| <b>Benämning</b>        | Metodutveckling för kvantifiering och identifiering av mikroplast i slam och screening av olika avloppsslam |                                |                       |
| <b>Totalbudget</b>      | 100 000 kr                                                                                                  | <b>SVU-medel (2024)</b>        | 0 kr*                 |
|                         |                                                                                                             | <b>Utfall SVU-medel (2024)</b> | 0 kr                  |
| <b>Ansvarig</b>         | Sahar Dalahmeh (UU)                                                                                         |                                |                       |
| <b>Projektdeltagare</b> | UU, SYV, EEM, EK, KF, TVAB, VK, NOD, ÖK                                                                     |                                |                       |

\* finansiering från tidigare programperiod

| Syfte(n)                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Detta projekt syftar till att fortsätta arbetet på utveckling av en metod för extrahering, kvantifiering och identifiering av mikroplast i slam, samt användning av denna metod för mätning av mikroplast i slam från de deltagande organisationerna.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Planerade aktiviteter 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Status/Utfall                                                                                                               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                            | Slutföra extrahering och skanning av mikroplast i slammet från Syvab, Växjö, Enköping, TVAB, Nodra. I detta arbetspaketet används fortsatt sambehandling enligt protokollen som utvecklades under 2020–2023. Där skiljs mikroplast ut från andra organiska ämnen i slamprover med oxidering med H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> och FeSO <sub>4</sub> . | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                            | Återvinningen av olika typer av mikroplast för de metoderna kommer att slutföras. Form och typ av mikroplasterna kommer att undersökas med Focal plan array mikroskop kopplad till Fourier transfer infra-red (μFTIR). Antal, storlek och form av mikroplasterna kommer utvärderas.                                                                   | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| <p><b>Kommentar:</b><br/>           I nuläget skrivs slutrapporten och vetenskaplig manuskriptet om mikroplast i slam från Olika avloppsreningsverk i Sverige. Två kortfattade rapporter delades med Käppala AB och Tekniska verken AB</p>                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Mål 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Utfall                                                                                                                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                            | Slutföra mikroplastanalys i slamprover.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt                                        |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                            | Presentera delresultat vid en internationell konferens och vid något av VA-kluster Mälardalens möten.                                                                                                                                                                                                                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt                                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Skriva slutgiltigt utkast av slutrapporten. | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt |
| <b>Kommentar:</b><br><i>Slutrapporten är deluppfylld. Planen är att färdigställa rapporten i juni 2025. En poster har presenterats i VA-klusters vintermöte 2024.</i>                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                                      |
| <b>Publikationer och presentationer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                             |                                                                                      |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kvantifiering och identifiering av mikroplast i slam från Reningsverk i Sverige (rapport utkast)</li> <li>2. Occurrence of microplastics in sewage sludge in wastewater treatment plants i Sweden (draft manuscript).</li> <li>3. Differences in Microplastic pollution in Sludge from Seven wastewater treatment plants (Submitted conference abstract).</li> </ol> |                                             |                                                                                      |

## C1 Digital tvilling för hållbar och resurseffektiv drift av avloppsreningsverk

|                         |                                                                                                                 |                                |                       |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| <b>Forskningsområde</b> | Digitala tekniker för resurseffektiva avloppssystem                                                             |                                |                       |
| <b>Projektnummer</b>    | C1                                                                                                              | <b>Projektperiod</b>           | 2020-06-01–2025-02-28 |
| <b>Benämning</b>        | Digital tvilling för hållbar och resurseffektiv drift av avloppsreningsverk                                     |                                |                       |
| <b>Totalbudget</b>      | 8 158 270 kr                                                                                                    | <b>SVU-medel (2024)</b>        | 155 000 kr            |
|                         |                                                                                                                 | <b>Utfall SVU-medel (2024)</b> | 150 000 kr            |
| <b>Ansvarig</b>         | Magnus Arnell (RISE, Q1), Anna Norström (RISE, Q2-Q4), Ulf Jeppsson (LU)                                        |                                |                       |
| <b>Projektdeltagare</b> | LU, RISE, NSVA, Gemit Solutions AB samt andra klusterexterna partners. Flera klusterpartners i referensgruppen. |                                |                       |

| Syfte(n)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                              |                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Att utveckla och implementera digitala tvillingar inom avloppsvattenrening innebär en innovativ och radikal omställning som möjliggör: optimering av resursanvändning; ökad produktion av biogas och växtnäring; avsevärt minskade utsläpp av både föroreningar till vatten och av växthusgaser; mer robust, effektiv och hållbar vattenrening; minskade driftskostnader; minskad miljöpåverkan vid byggnation av nya reningsverk; nya möjligheter att utveckla och integrera uppströms- och nedströmsprodukter och tjänster i en cirkulär ekonomi. För NSVA:s reningsverk i Helsingborg kommer projektet i fullskala utveckla, implementera, demonstrera och verifiera en generisk metod för utveckling och integrering av datakvalitetsgranskning och modellprediktiv realtidsstyrning av processer på avloppsreningsverk i form av en processmodell som integreras med styr- och övervakningssystemet för att möjliggöra realtidsoptimering av processen (s.k. digital tvilling).</p> <p>De metoder som utvecklas kommer att vara generiska vilket medför att det finns stor potential att omsätta kunskapen till andra processindustrier som behöver rena vatten, exempelvis den mycket vattenintensiva pappers- och massaindustrier (PMI), som därmed skulle kunna minska vattenförbrukning, miljö- och klimatpåverkan samt bli producenter av rent vatten.</p> <p>Kopplingen till HP-projekt C2 mycket stark då det löper parallellt och i fas med C1. Synergieffekterna förväntas bli avsevärda. Projektet kommer på grund av försenat beslut och en lång föräldraledighet 2022 löptidsförlängas med 7-9 månader hos Formas.</p> |                                                                                              |                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Planerade aktiviteter 2024                                                                   | Status/Utfall                                                                                                               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Koppla upp modellen mot reningsverket och köra igång den digitala tvillingen i nära realtid. | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Testa styrning av delprocess vid reningsverket baserat på resultat från tvillingen.          | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej genomförd |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Presentation av delresultat vid en internationell konferens/workshop.                                                                                                                                                                             | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1-2 manuskript till internationell tidskrift.                                                                                                                                                                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Genomföra ca 15 hp relevanta forskarutbildningskurser.                                                                                                                                                                                            | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| <p><b>Kommentar:</b></p> <p>Skript för realtidssimulering (1 gång per timma) i Python är färdigutvecklade.<br/> Dataöverföringen har haft stor fördröjning men sedan slutet av december är den igång i realtid. På grund av detta har prioriteringarna i projektet ändrats och styrning baserat på resultat från tvillingen har inte testats.</p> <p>En metod för att generera indata för inkommande fosfathalt till en digital tvilling baserat på sensordata uppmätt i utgående vatten från försedimenteringen har utvecklats. Metoden presenterades som muntlig presentation på WRRmod2024-konferensen i Notre Dame, USA, och en konferensartikel är skriven (Wärff et al., 2024). Ett artikelmanuskript är även skrivet och skickat till journal men ännu inte accepterat.</p> <p>Metoder för att skicka realtidsdata till en digital tvilling i två olika användningsområden undersöktes och en journalartikel har publicerats (Molin et al., 2024).</p> <p>Doktoranden har slutfört 12 HP doktorandkurser under året.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Mål 2024</b>                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Utfall</b>                                                                                                               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Målet under 2023 är att jobba vidare med utveckling av verktyg / delar (maskininlärning, modellbaserad styrning etc), data och datahantering för den digitala tvillingen samt påbörja ett par intressanta show-case (simulerade och i fullskala). | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt                                        |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Under året kommer ett par internationella publikationer direkt kopplade till projektet produceras, vilket i sin tur skapar möjligheterna och visar på potentialen för metodiken, sätter projektet på den nationella och internationella kartan.   | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt                                        |
| <p><b>Kommentar:</b></p> <p>Under året har metoder för indatagenerering och prognosmodeller baserat på maskininlärning utvecklats. Feldetektion för sensor och labdata har utvecklats och väntas publiceras 2025. Metodiken för att simulera tvillingen i realtid är färdigutvecklad, men styrningsdelar återstår.</p> <p>Två publikationer direkt kopplade till projektet har publicerats (Wärff et al. (2024) och Molin et al. (2024)).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                             |
| <b>Publikationer och presentationer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                             |

1. Wärrff, C., Carlsson, B., Arnell, M., Saagi, R., Miclucci, F. & Jeppsson, U. (2024). Comparing methods for reconstructing high frequency WRRF influent data from downstream measurements. *Proc. 11<sup>th</sup> IWA Water Resource Recovery Modelling Seminar (WRRmod2024), 6-10 April 2024, Notre Dame, USA.*
2. Muntlig presentation av konferensartikeln ovan på WRRmod2024 i Notre Dame, Indiana, USA i april 2024.
3. Molin, H., Wärrff, C., Lindblom, E., Arnell, M., Carlsson, B., Mattsson, P, Bäckman, J. & Jeppsson, U. (2024). Automated data transfer for digital twin applications: Two case studies. *Water Environment Research* 96, e11074.
4. Presentationer av projektet på Svenskt Vattens FoU-konferens i februari 2024.

## C2 Implementering av digitala tvillingar på reningsverk

|                         |                                                      |                                |                       |
|-------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| <b>Forskningsområde</b> | Digitala tekniker för resurseffektiva avloppssystem  |                                |                       |
| <b>Projektnummer</b>    | C2                                                   | <b>Projektperiod</b>           | 2024-01-01–2025-12-31 |
| <b>Benämning</b>        | Implementering av digitala tvillingar på reningsverk |                                |                       |
| <b>Totalbudget</b>      | 4 778 500 kr                                         | <b>SVU-medel (2024)</b>        | 155 000 kr            |
|                         |                                                      | <b>Utfall SVU-medel (2024)</b> | 150 000 kr            |
| <b>Ansvarig</b>         | Hanna Molin (IVL) / Ulf Jeppsson (LU)                |                                |                       |
| <b>Projektdeltagare</b> | LU, UU, IVL, SVOA, KF, SYV                           |                                |                       |

### Syfte(n)

*Se inledande text för projekt C1.*

Forskningsprojekts mål är att:

- 1) Kartlägga och beskriva framgångsfaktorer för hur processmodeller har använts i realtid för beslutsstöd inom VA-branschen och andra relevanta branscher.
- 2) Implementera och utvärdera hur olika typer av modeller kan användas för beslutsstöd och styrning hos deltagande reningsverk.
- 3) Ge rekommendationer om vilka tillämpningar av processmodeller i realtid som bör prioriteras för att deltagande reningsverk ska få en effektivare och mer resurseffektiv drift.

Fokus ligger i C2 på beslutsstöd, detektera processavvikelser och behov av underhållsåtgärder i realtid medan C1 är mer inriktat mot modellbaserad styrning. Tillsammans kommer projekten C1 och C2 producera en mängd verktyg för den framtida digitaliseringen av avloppsreningsverk. De metoder som utvecklas kommer om möjligt att vara generiska.

|   | Planerade aktiviteter 2024                                                  | Status/Utfall                                                                                                               |
|---|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Utveckla och utvärdera hybridmodell över sandfiltersteget på Käppalaverket. | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 2 | Undersöka metoder för auto-/omkalibrering av modeller i realtid.            | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 3 | Kommunikation av forskningsresultat till deltagande VA-organisationer.      | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 4 | Presentation av delresultat vid en internationell konferens/workshop.       | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 5 | Ett manuskript till internationell tidskrift.                               | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Genomföra 15–20 hp relevanta forskarutbildningskurser.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| <p><b>Kommentar:</b></p> <p>Aktivitet 1 är delvis genomfört. Modellen är utvecklad och består av en kombination av kurvanpassade modeller och en maskininlärningsmodell. Dessvärre har en sensor som användes vid modellutvecklingen flyttats och data från den helt ändrat karaktär. Det innebär att maskininlärningsmodellen måste tränas om på nytt. Detta arbete ska göras tidigt 2025 då planen är att kunna påbörja utvärdering av styrstrategier genom programvaran SIMIT under första halvan av året.</p> <p>Metoder för omkalibrering av modeller i realtid (aktivitet 2) har börjat undersökas från ett teoretiskt perspektiv. Implementering i verkligheten förväntas göras under första halvan av 2025.</p> <p>Resultat har delvis kommunicerats till deltagande reningsverk, men har oftare gjorts till en bredare publik än så. Exempelvis har presentationer hållits genom VA-kluster Mälardalen, två artiklar i internationella tidskrifter har publicerats och en kortrapport har publicerats genom VA-kluster Mälardalen (aktivitet 3 och 5). Inga presentationer har hållits på någon internationell konferens. Doktoranden har emellertid deltagit aktivt i workshops på exempelvis IWA WRRMod 2024, 6–10 april, Notre Dame, USA (aktivitet 4).</p> <p>Doktoranden har läst kurser motsvarande 7 hp under året. Det finns en plan för att genomföra de kvarstående ca 20 hp inom projektets tidsramar (aktivitet 5).</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Mål 2024</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Utfall</b>                                                                                                               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Fortsatt arbete med den digitala pilotanläggningen kommer fortsatt att vara aktuellt i projektet. En generell struktur för implementering av digitala tvillingar är önskvärd och det är därför nödvändigt att fortsätta utvärdera begränsningar och framgångsfaktorer kopplat till digitala tvillingar. De case som redan har definierats i projektet är intressanta att arbeta vidare med, parallellt med utveckling av nya tillämpningar av digitala tvillingar med fortsatt fokus på beslutsstöd, avvikelse- och feldetektion samt behovsstyrt underhåll. Modellutveckling för denna typ av operatörsstöd är därför nödvändigt för att få funktionella och användbara digitala tvillingar med tydligt användarfokus. | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt                                        |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Arbetet med utvecklingen av en hybridmodell över sandfiltersteget på Käppalaverket har initierats men bör intensifieras under första halvan av 2024. Ambitionen är att den i första hand ska användas för utvärdering av styrstrategier men på sikt ska den kunna användas i realtid vilket bör beaktas redan under utvecklingsfasen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej uppfyllt                                        |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Internationella publikationer direkt kopplade till projektet och deltagande i internationella och nationella workshops och konferenser sätter projektet på kartan och sprider kunskap om digitala tvillingar. Särskilt viktigt att ytterligare fördjupa samarbetet med de tre i projektet ingående VA-organisationerna, inte minst genom att dela kunskap från projektet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt                                        |

#### Kommentar:

Det vidare arbetet med den digitala pilotanläggningen som har installerats på Henriksdals reningsverk har resulterat i två publikationer (se lista nedan). Den ena är direkt kopplad till mål 1 och handlar om automatiserad dataöverföring mellan digital tvilling och det verkliga reningsverket. Den andra artikeln beskriver en mjukvarusensor som har utvecklats för styrning och bedömning av underhållsbehov, vilket även det är direkt kopplat till mål 1.

Mål 2 kan inte bedömas som uppfyllt då den modell som utvecklats behöver tränas om. Modellen är utvecklad och består av en kombination av kurvanpassade modeller och en maskininlärningsmodell eftersom en sensor som användes vid modellutvecklingen tyvärr har flyttats vilket har medfört att data från den helt har ändrat karaktär.

Mål 3 betraktas som helt uppfyllt då doktoranden har publicerat två artiklar under året, samt påbörjat manuskript till ytterligare en artikel och ett konferensbidrag.

#### Publikationer och presentationer

1. *Implementering av digitala tvillingar på avloppsreningsverk*. Presentation på VA-kluster Mälardalens internat, 31 januari 2024, Västerås
2. *Univariate fault detection*. Presentation på VA-kluster Mälardalens webinarium, 8 november 2024, online.
3. Molin, H., Bröndum, E., Nilsson, S., Mattson, P., Saagi, R., Lindblom, E., Carlsson, B., & Jeppsson, U. (2024). Soft sensor for the dry solid content in thickened primary sludge. *Water Science & Technology*, wst2024249. doi: <https://doi.org/10.2166/wst.2024.249>
4. Molin, H., Wärff, C., Lindblom, E., Arnell, M., Carlsson, B., Mattsson, P., Bäckman, J., & Jeppsson, U. (2024). Automated data transfer for digital twin applications: Two case studies. *Water Environment Research*, 96(7), e11074. doi: <https://doi.org/10.1002/wer.11074>
5. Molin, H., & Wärff, C. (2024). *Automatiserad dataöverföring från reningsverk till digital tvilling*. VA-kluster Mälardalen: Kortrapport #1 – oktober 2024. Tillgänglig online: <https://www.va-malardalen.se/download/18.69619b041927094636d11e86/1729150985730/VAKM%20kortrapport%20-%20Digitala%20tvillingar.pdf>

### C3 Osäkerhetsanalys och simulering för resilient dimensionering av avloppsreningsverk

|                         |                                                                     |                                |                       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| <b>Forskningsområde</b> | Digitala tekniker för resurseffektiva avloppssystem                 |                                |                       |
| <b>Projektnummer</b>    | C3                                                                  | <b>Projektperiod</b>           | 2022-06-01–2024-07-01 |
| <b>Benämning</b>        | Simulering för hållbar dimensionering av reningsverk                |                                |                       |
| <b>Totalbudget</b>      | 2 796 950 kr                                                        | <b>SVU-medel (2024)</b>        | 35 000 kr             |
|                         |                                                                     | <b>Utfall SVU-medel (2024)</b> | 35 000 kr             |
| <b>Ansvarig</b>         | Linda Kanders (IVL), Erik Lindblom (LU/IVL), Oscar Samuelsson (IVL) |                                |                       |
| <b>Projektdeltagare</b> | LU, IVL, UVAB, SVOA, TVAB samt flera klusterexterna partners        |                                |                       |

| Syfte(n)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                       |                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Projektets syfte är att bidra till VA-branschens digitala transformation genom i) kunskapslyft inom processmodellering samt ii) utveckling och innovation av nya metoder för dimensionering genom dynamisk simulering.</p> <p>Projektet skulle ursprungligen avslutas 2023 men är förlängt. Huvuddelen av projektet genomfördes i 2024 i två arbetspaket (AP) samt på kommunikation och kunskapsspridning. AP2 fokuserar på utveckling av metod för modellbaserad dimensionering. AP3 fokuserar på data-driven specifikation av dimensionerande förutsättningar.</p> |                                                                       |                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Planerade aktiviteter 2024                                            | Status/Utfall                                                                                                               |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Organisera en workshop för aktörer i VA-branschen i Sverige.          | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Organisera ett slutseminarium för aktörer i VA-branschen i Sverige.   | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Genomföra en presentation för VA-branschen i Sverige.                 | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input checked="" type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Skriva och publicera en artikel till vetenskaplig tidskrift (AP3).    | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Genomföra en presentation på internationell konferens.                | <input checked="" type="checkbox"/> Genomförd<br><input type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Skriva ett manuskript för publicering i vetenskaplig tidskrift (AP2). | <input type="checkbox"/> Genomförd<br><input checked="" type="checkbox"/> Pågående<br><input type="checkbox"/> Ej genomförd |

**Kommentar:**

Projektet har presenterats i form av workshops nationellt och internationellt (A1, A5) samt på ett öppet slutseminarium (A2). A3 är markerad som ej genomförd men anses ingå i A1. Två stycken manuskript (A4, A6) finns klara men är ännu ej inskickade/publicerade.

|   | Mål 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Utfall                                                                               |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Det övergripande målet är att det skall finnas ett förslag till metodik för processmodellbaserad dimensionering där hållbarhetskriterier ingår, förutom traditionella krav såsom reningsgrad. Denna skall vara replikerad och validerad hos projektets behovsägare. Ett viktigt mål är därmed att kunskapsnivån inom processmodellering hos UVAB har nått en tillräcklig nivå. | <input checked="" type="checkbox"/> Uppfyllt<br><input type="checkbox"/> Ej uppfyllt |

**Kommentar:**

Metodiken finns beskriven i manuskript (se nedan) samt i projektets slutrapport där även projektets behovsägare bidragit med delkapitel om sina respektive fallstudier.

**Publikationer och presentationer**

1. Öppet slutseminarium 30 maj 2024, 2h. Ca 50 deltagare från Sverige, Norge, Danmark och Finland.
2. (How) can safety factors be replaced by process model scenarios? Workshop på SVU:s Fol-konferens över VA-klustrets gränser. 6-7 februari 2024, Uppsala.
3. (How) can safety factors be replaced by process model scenarios? Workshop på 9th IWA Water Resource Recovery Modelling Seminar, 6-10 april, 2024, University of Notre Dame, USA
4. Lindblom, E. & Samuelsson, O. (2024). Towards model-based sizing of wastewater resource recovery facilities with transparent safety factors - [Opublicerat manuskript]. IVL Svenska Miljöinstitutet och Lunds Universitet.
5. Samuelsson O., Lindblom E, Djupsjö K., Kanders L., and Corominas L. (2024) Mobility data for model-based plant design – [Opublicerat manuskript]. IVL Svenska Miljöinstitutet och Lunds Universitet.

Bilaga 3 - Megatabell

| Projekt-ägare | Forsknings-område | Projektnamn                                                                                                                                                | Huvud-finansiär  | Deltagare                                                                | Projekt-typ | Totalbudget | Totalbudget kluster-medlemmar | Start | Slut | Budget 2024 (kluster-medlemmar) |
|---------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------|------|---------------------------------|
| IVL           | A                 | Kväverening vid kallt vatten                                                                                                                               | Ö                | IVL, MSVA, Lumire, Vakin, MIVA, Purac, SET                               | ÖP          | 6,040,000   | 5,800,000                     | 2021  | 2023 | 500,000                         |
| IVL           | A                 | Resurseffektiv rening av avloppsvatten från näringsämnen i kallt klimat                                                                                    | FORM             | IVL, LTH, SU, MSVA, Vakin, Lumire, MIVA, Boden kommun, Sky yrkeshögskola | ÖP          | 21,530,000  | 12,358,000                    | 2023  | 2028 | 278,000                         |
| IVL           | A                 | PFAS: Förekomst och avskiljning på Svenska avloppsreningsverk                                                                                              | SVU              | IVL, SVOA, Roslagsvatten, Syvab, Skövde, Ryaverket, Örebro universitet   | KSP         | 1,804,800   | 1,713,330                     | 2023  | 2025 | 1,147,931                       |
| IVL           | B                 | Hållbar kolåtervinning ur avloppsreningsslam - industridoktorandprojekt                                                                                    | SIVL             | SYV, KF, SVOA                                                            | KSP         | 9,555,000   | 9,555,000                     | 2019  | 2024 | 1,592,500                       |
| IVL           | A                 | NV Syntes - Användning av avloppsvatten som resurs                                                                                                         | NV               | IVL, RISE, SEI                                                           | ÖP          | 2,990,325   | 2,700,000                     | 2022  | 2024 | 1,500,000                       |
| IVL           | A                 | Membranteknik vid svenska förhållanden – Långtidsförsök med membranrening för att utvärdera driftfall och möjligheter med membranteknik på Henriksdals ARV | SIVL             | IVL, SVOA                                                                | KSP         | 42,000,000  | 14,500,000                    | 2023  | 2027 | 2,900,000                       |
| IVL           | A                 | Pulp&Fuel - Pulp and Paper Industry Waste to Fuel                                                                                                          | EU               | IVL, RISE + 8 från övriga Europa                                         | KSP         | 49,543,420  | 1,000,000                     | 2018  | 2023 | 166,667                         |
| IVL           | C                 | Implementering av digitala tvillingar på reningsverk                                                                                                       | HP               | IVL, LU, UU, SVOA, KF, SYV                                               | HP          | 4,117,000   | 2,058,500                     | 2024  | 2026 | 686,167                         |
| IVL           | C                 | Bästa möjliga data                                                                                                                                         | SIVL             | IVL, SVOA, KF, Gryab, Skövde, ESEM, ME, Mjölby, TVAB                     | KSP         | 2,140,000   | 2,140,000                     | 2019  | 2024 | 535,000                         |
| IVL           | C                 | Simulering för hållbar dimensionering av reningsverk                                                                                                       | FORM             | IVL, LU, TVAB, GRYAAB, SVOA, VA-ingenjörerna, UVAB                       | HP          | 2,796,950   | 2,600,000                     | 2022  | 2024 | 871,084                         |
| IVL           | C                 | Rent blås                                                                                                                                                  | SIVL             | IVL, SVU, TVAB, UVAB, GRYAAB, NOD, Motala, SVOA, Promiko                 | KSP         | 3,350,000   | 2,800,000                     | 2022  | 2024 | 1,500,000                       |
| IVL           | B                 | FoU för Framtidens Himmerfjärdsverket                                                                                                                      | SIVL, SYV        | SYV, SIVL                                                                | KSP         | 5,000,000   | 5,000,000                     | 2021  | 2025 | 1,000,000                       |
| IVL           | B                 | MBR-tekniken - Utmaningar och möjligheter för svenska ARV                                                                                                  | SIVL, SVU        | IVL, SVOA, SIVL                                                          | KSP         | 710,000     | 710,000                       | 2022  | 2023 | 355,000                         |
| IVL           | B                 | Hur ska vi kunna mäta utsläpp av växthusgaser från avloppssystem på ett rimligt sätt?                                                                      | SIVL, SVU        | IVL, SIVL, MSVA                                                          | ÖP          | 1,340,000   | 1,340,000                     | 2022  | 2024 | 446,667                         |
| IVL           | C                 | Djupdykningen – en studie i praktiska styrstrategier för minimala lustgasemissioner                                                                        | SIVL, SVU        | IVL, SVOA, KF, UVAB, EEM                                                 | KSP         | 1,680,000   | 1,680,000                     | 2024  | 2025 | 500,000                         |
| IVL           | B                 | Kemisk screening i avloppsnätet - stöd för uppströmsarbete                                                                                                 | SIVL,SVU         | IVL, RISE, SVOA, ME, UVAB, MSVA, KF                                      | KSP         | 1,747,680   | 1,747,680                     | 2022  | 2024 | 1,165,120                       |
| IVL           | A                 | INNOREC - INNOvative technology for REcovery of nutrients and energy by use of membrane filtration and anaerobic treatment                                 | VINNOVA-EMBRAPII | IVL, ENWA Water Technology                                               | ÖP          | 2,950,000   | 2,450,000                     | 2022  | 2024 | 800,000                         |
| IVL           | A, B              | 2024-02790 - WWS Vattenåteranvändning                                                                                                                      | VIN              | SVOA, SYV, IVL, KF                                                       | KSP         | 625,000     | 625,000                       | 2024  | 2025 | 100,000                         |
| IVL           | A,B               | Samverkan och åtgärdsplan för hållbar hantering av PFAS-föroreningar i Sveriges vattenresurser                                                             | VIN              | IVL, SVOA, Swedavia, KF, ÖU, KTH, UVAB, NV                               | KSP         | 620,000     | 550,000                       | 2024  | 2025 | 100,000                         |
| IVL           | A,B               | PFAS-rening av rejekt flotationsslam vid Norrvatten Görvälverket                                                                                           | SIVL, NV         | IVL, NV                                                                  | KSP         | 610,000     | 610,000                       | 2024  | 2025 | 300,000                         |
| IVL           | B                 | Förekomst och avskiljning av PFAS vid svenska avloppsreningsverk                                                                                           | SIVL, SVU        | IVL, SYV, RV, SVOA, Skövde ARV, Gryab                                    | KSP         | 1,800,000   | 100,000                       | 2023  | 2025 | 100,000                         |
| IVL           | B                 | SMED - Sammanställning av läkemdelsprojekt vid svenska avloppsreningsverk                                                                                  | SMED             | IVL, Malmö universitet                                                   | ÖP          | 1,130,000   |                               | 2024  | 2025 |                                 |

|                |         |                                                                                                                                                                                                              |                |                                                                                                                                             |     |            |            |      |      |           |
|----------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|------------|------|------|-----------|
| IVL/LU (VASyd) | A, B    | 2024-02754 - Minska utsläppen av lustgas från industriell och kommunal vattenrening                                                                                                                          | VIN            | VaSyd, Chalmers, IVL, LU, SVOA, Veolia                                                                                                      | KSP | 860,000    | 490,000    | 2024 | 2025 | 156,000   |
| KTH            | A       | Avloppsvattenrening med energieffektiv kväveavskiljning                                                                                                                                                      | Ö              | KTH                                                                                                                                         | ÖP  | 500,000    | 500,000    | 2019 | 2022 | 125,000   |
| KTH            | A       | Kolåtervinning för hållbar avloppsvattenrening                                                                                                                                                               | HP             | KTH, IVL, EEM, SYV                                                                                                                          | HP  | 3,455,000  | 3,455,000  | 2019 | 2022 | 863,750   |
| KTH            | B       | Fosfor återvinning från slam, sjösediment och hypolimnetiskt vatten                                                                                                                                          | Ö              | KTH,SU, EEM                                                                                                                                 | KSP | 490,000    | 490,000    | 2020 | 2024 | 0         |
| KTH            | B       | Botten upp-slagg-granulat och muddringsrobot i samarbete för resursåtervinning från sediment                                                                                                                 | Vinnova        | KTH, LU, LTU, EEM,                                                                                                                          | KSP | 490 000    | 490 000    | 2024 | 2025 | 20,000    |
| KTH            | B       | Fosfor återvinning från slam, sjösediment och hypolimnetiskt vatten                                                                                                                                          | HP             | KTH, EEM, MDU                                                                                                                               | HP  | 565,000    | 147,987    | 2021 | 2024 | 183,000   |
| KTH            | B       | Microplastic and rubber in sediment collected over three years in road run-off treatment systems along the Essinge route of the high-way E4 in Stockholm with particular focus on thermplastic road markings | NV             | KTH                                                                                                                                         | ÖP  | 482 000    | 482 000    | 2024 | 2024 | 0         |
| LU             | A, B, C | Aqua-clim Building a Better Climate with Water Research                                                                                                                                                      | FORM           | UU, LU, Chalmers och LTU                                                                                                                    | ÖP  | 40,000,000 | 6,000,000  | 2023 | 2027 | 0         |
| MDU            | A       | Integration av hydrotermiska processer för hållbar slamhantering – möjliga systemlösningar och effekter (HYDROSLAM)                                                                                          | HP             | MDU, EEM, ME, SVOA                                                                                                                          | HP  | 2,877,907  | 2,877,907  | 2022 | 2024 | 1,109,310 |
| MDU            | A       | RENAISSANCE                                                                                                                                                                                                  | IND            | MDU, EEM, ME, VAFAB Miljö                                                                                                                   | KSP | 1,200,000  | 1,200,000  | 2021 | 2025 | 98,984    |
| MDU            | B       | Trace4Value: Traceability For Sustainable Valuechains                                                                                                                                                        | VIN            | MDU, EEM, ME, RISE, SweGreen, VafabMiljö, Ragnsells mfl                                                                                     | KSP | 5,079,860  | 5,079,860  | 2022 | 2025 | 1,458,401 |
| MDU            | B       | Unity4Water                                                                                                                                                                                                  | VIN            | MDU, Mittuniversitetet, Lunds Universitet, RISE, Biotech                                                                                    | KSP | 14,630,739 | 9,590,339  | 2023 | 2026 | 852,938   |
| MDU            | B       | Möjligheter och hinder för att klimatanpassa det svenska VA-systemet                                                                                                                                         | IND/MDU        | MDU, EEM, ME                                                                                                                                | KSP | 350,000    | 350,000    | 2024 | 2025 | 280,000   |
| MDU            | A       | SUPREMAS- Syngas Modular Units Providing Renewable Energy from Multiple wastes and for different uses.                                                                                                       | EU             | RINA-C, RESET, Waste Water Treatment Plant and Waste Management companies (AEdP, AGROAMB), ARTE, ENGREEN, WIP,MDU, CIRCE, CIIAE, ERGAR, SEZ | ÖP  | 69,000,000 | 6,900,000  | 2024 | 2028 | 287,500   |
| MDU            | B       | Wastewater2reuse                                                                                                                                                                                             |                | MDU, EEM, ME, VAFAB Miljö                                                                                                                   | KSP | 2,816,730  | 2,816,730  | 2024 | 2028 | 72,993    |
| MDU            | A,B     | Monitoring and removing Non-CO2 Greenhouse Gas emissions from wastewater treatment plants and biogas plants                                                                                                  | IND            | MDU, EEM, ME                                                                                                                                | KSP | 1,690,000  | 1,690,000  | 2024 | 2025 | 761,336   |
| RISE           | C       | Digital tvilling för hållbar och resurseffektiv drift av avloppsreningsverk                                                                                                                                  | FORM           | LU, RISE, NSVA, Gemit Solutions AB                                                                                                          | HP  | 8,158,270  | 6,800,000  | 2020 | 2025 | 1,133,333 |
| RISE           | C       | InfraMaint                                                                                                                                                                                                   | Ö              | RISE, KTH, VTI, Chalmers m fl                                                                                                               | KSP | 49,000,000 | 25,000,000 | 2018 | 2023 | 4,166,667 |
| RISE           | B       | Karakterisering av kommunalt avloppsvatten                                                                                                                                                                   | SVU            | RISE, IVL                                                                                                                                   | KSP | 960,000    | 960,000    | 2021 | 2024 | 240,000   |
| RISE           | A, B    | 2024-02794 - Från avlopp till resurs - Morgondagens cirkulära system                                                                                                                                         | VIN            | RISE, IVL, Ecoloop, LU, SVOA, NSVA, KF, RV, VASYD, WRS                                                                                      | KSP | 650,000    | 160,000    | 2024 | 2025 | 25,000    |
| RISE           | B       | Klimatneutral VA                                                                                                                                                                                             | SVU            | NOD, RISE, EK, ÖK, Gryaab, KF, UVAB, RV, VK, SVOA                                                                                           | KSP |            |            | 2024 | 2026 |           |
| SLU            | B       | Kemiska aktiviteter i ledningssystem för urininsamling                                                                                                                                                       | Kamprad        | SLU                                                                                                                                         | ÖP  | 4,000,000  | 4,000,000  | 2023 | 2027 | 200,000   |
| SLU            | B       | Inaktivering av läkemedel i urin                                                                                                                                                                             | JTI stiftelsen | SLU                                                                                                                                         | ÖP  | 4,500,000  | 4,500,000  | 2023 | 2026 | 500,000   |
| SLU            | B       | NECESSITY                                                                                                                                                                                                    | VR             | SLU                                                                                                                                         | ÖP  | 4,500,000  | 4,500,000  | 2023 | 2026 | 1,125,000 |
| SLU            | B       | Ammoniakygienisering                                                                                                                                                                                         | JTI stiftelsen | SLU, RISE, ECOLOOP                                                                                                                          | ÖP  | 3,000,000  | 2,000,000  | 2022 | 2025 | 1,000,000 |

|          |      |                                                                                                                                                      |               |                                                                                   |                                   |            |           |      |      |           |            |
|----------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------|-----------|------|------|-----------|------------|
| SLU      | B    | Svartvatten som gödsel i Phnon Penh Cambodia                                                                                                         | SIDA          | SLU, RUPP                                                                         | ÖP                                | 4,000,000  | 1,390,000 | 2018 | 2023 | 250,000   |            |
| SLU      | B    | BSF för behandling av latrin i Rwanda                                                                                                                | SIDA          | SLU, UR                                                                           | ÖP                                | 4,000,000  | 1,000,000 | 2022 | 2026 | 100,000   |            |
| SLU      | B    | Removal of pharmaceutical from alkaline dehydrated urine                                                                                             | SIDA          | SLU, UAA                                                                          | ÖP                                | 4,000,000  | 1,000,000 | 2019 | 2023 | 250,000   |            |
| SLU      | B    | RECAPTURE                                                                                                                                            | Formas        | SLU, Ecoloop, Hushållsnings sällskapet, Sanitation360                             | ÖP                                | 4,000,000  | 2,000,000 | 2022 | 2024 | 50,000    |            |
| SLU      | B    | REWISE                                                                                                                                               | HEU           | SLU, VASYD, SWR + 30 andra partners                                               | ÖP                                | 90,000,000 | 500,000   | 2021 | 2024 | 200,000   |            |
| SLU      | B    | N2Brew                                                                                                                                               | JTI stiftelse | SLU, Sanitation360, Hyrtoaletten, Gotlandsbryggeri                                | ÖP                                | 3,000,000  | 3,000,000 | 2021 | 2023 | 1,000,000 |            |
| SLU      | B    | Closing the gap between fork and farm for circular nutrient flows (P2GreeN)                                                                          | EU            | SLU                                                                               | ÖP                                | 90,000,000 | 8,000,000 | 2022 | 2026 | 500,000   |            |
| SLU      | B    | End-of-wastewater: Co-creation of a knowledge brokering and public engagement toolbox to support sustainable nutrient and carbon recovery and reuse. | Ö             | SLU, RISE, SEI, LiU                                                               | ÖP                                | 3,500,000  | 1,573,803 | 2020 | 2024 | 314,761   |            |
| SLU      | B    | Urine Drying - Process optimisation and underlying processes                                                                                         | FORM          | SLU                                                                               | ÖP                                | 3,000,000  | 3,000,000 | 2019 | 2023 | 600,000   |            |
| SLU      | A, B | Capturing nutrients in Urine Socio-technical evaluation of urine concentrating technologies                                                          | FORM          | SLU, University of South Florida                                                  | ÖP                                | 2,989,437  | 2,989,437 | 2020 | 2024 | 597,887   |            |
| SLU      | A, B | Testbädd Ellinge - torkning, pyrolys och produktifiering av avloppsslam                                                                              | VIN           | VA Syd, Högskolan Borås, LU, Örklä, RISE, SLU, VIVAB, Värpinge Grön LivsCultur AB | ÖP                                | 3,000,000  | 3,000,000 | 2019 | 2022 | 750,000   |            |
| SLU      | B    | SAFE Återvinning – källsorterings potential att förhindra risker med cirkulärsystem                                                                  |               | SLU, ME, UVAB, SVOA                                                               | HP                                | 1,550,000  | 1,550,000 | 2022 | 2024 | 516,667   |            |
| UU (Geo) | A    | Deltagardriven planering av små och enskilda avlopp i Sverige                                                                                        | FORM          | UU                                                                                | ÖP                                | 5,592,688  | 5,592,688 | 2018 | 2024 | 1,500,000 |            |
| UU (Geo) | A    | Små avloppsrening i Bolivia: Hållbara reningstekniker och deltagardriven planering                                                                   | Ö             | UU                                                                                | ÖP                                | 4,047,051  | 3,751,051 | 2018 | 2024 | 1,100,000 |            |
| UU (Geo) | A    | Co-design av små och enskilda avlopp                                                                                                                 | Ö             | UU                                                                                | ÖP                                | 2,999,999  | 2,999,999 | 2019 | 2024 | 900,000   |            |
| UU (Geo) | B    | Betydelsen av olika uppströmskällor till kontaminering av avloppsvatten med läkemedelsrester                                                         | Ö             | UU, SVOA, KF, UVAB, TVAB, ME, EK                                                  | HP                                | 2,072,840  | 2,072,840 | 2022 | 2024 | 690,947   |            |
| VA Syd   | C    | Driftstrategier för att minska lustgasutsläpp på reningsverk                                                                                         | SVU           | VA Syd, LU, SWR                                                                   | ÖP                                | 1,100,000  | 750,000   | 2022 | 2024 | 400,000   |            |
|          |      |                                                                                                                                                      |               |                                                                                   |                                   |            |           |      |      |           |            |
|          |      |                                                                                                                                                      |               |                                                                                   |                                   |            |           |      |      |           |            |
| A, B, C  |      |                                                                                                                                                      |               |                                                                                   | Fakultetsfinansierad VA-forskning | ÖP         |           | 2024 | 2024 | 5,505,000 |            |
| SUMMA    |      |                                                                                                                                                      |               |                                                                                   |                                   |            |           |      |      |           | 46,428,609 |