

# Verksamhetsberättelse

## VA-kluster Mälardalen 2021



## 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 femte programperiod (2022–2024) som beviljades av Svenskt vatten i december 2021. 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.

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 17 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.

VA-kluster Mälardalen har, precis som samhället i övrigt, tydligt märkt av den pågående coronapandemin. Styrgrupps- och ledningsgruppsmöten, samt Vintermöte och Internat har hållits enligt plan även om alla dessa, förutom ett styrgruppsmöte, har hållits digitala. De digitala mötena öppnar nya dörrar och möjliggör för större deltagande, men försvårar nätverkande och friare dialog. Eftersom en del av VA-kluster Mälardalens kärna är just nätverkandet så märks det tydligt att klustret har drabbats hårt av pandemin. Många medlemmar har uttryckt en saknad av möjligheter för nätverkande och är något som verkligen måste komma till stånd under det kommande året.

22 examensarbeten har examinerats under 2021. Utöver ordinarie grundutbildning på lärosätena har klustret gett kurser för forskarstuderande och yrkesverksamma genom Vattenforskarsskolan och Svenskt Vattens utbildningskatalog.

## Innehåll

1	Verksamhetsuppföljning 2021.....	1
2	Ledning och organisation .....	3
2.1	Klustergrupp .....	3
2.2	Styrgrupp.....	5
2.3	Ledningsgrupp .....	6
2.4	Arbetsgrupp utbildning .....	7
2.5	Verksamhetsledning .....	7
3	Kommunikation och samverkan.....	8
3.1	Uppströmsarbete för hållbara kretslopp.....	10
3.2	Ämnesgrupp processmodellering.....	10
3.3	Samarbete med övriga högskoleprogram .....	11
4	Utbildningssamordning .....	11
4.1	Grundutbildning .....	11
4.2	Forskarutbildning .....	12
4.3	Utbildning för yrkesverksamma.....	13
5	Forskningsverksamhet.....	14
6	Ekonomi.....	16
6.1	Högskoleprogrammets projekt.....	16
6.2	Klustergemensamma kostnader.....	18
6.3	VA-organisationernas motfinansiering.....	19
6.4	Sammanlagd forskning och utveckling hos VA-kluster Mälardalens medlemmar .....	20
	Bilagor .....	21

## 1 Verksamhetsuppföljning 2021

VA-kluster Mälardalens arbete under året har utvärderats utifrån de verksamhetsmål som beskrevs i verksamhetsplanen för 2021. Dessa mål utgår från målen i ansökan till Svenskt Vatten Utveckling (SVU) för perioden 2019–2021. Verksamheten utvärderas utifrån nivåerna G= god nivå, A= acceptabel nivå och IU= inte uppfyllt och visas i Tabell 1.

**Tabell 1. Verksamhetsuppföljning (G=god, A=acceptabel, IU=inte uppfyllt) för 2021.**

	Mål	Nivå	Kommentar/referens
1	Bedriva högkvalitativ forskning enligt de utarbetade målen i Bilaga 1. (Forskning)	G	Se Bilaga 1 för utvärdering av respektive projekts mål.
2	Ansöka om en ny treårsperiod för högskoleprogrammet hos SVU med tillhörande utveckling av HP och KSP-projekt. (Verksamhetsledning & Forskning)	G	Arbetet med ansökan för den nya programperioden pågick större delen av 2021. I oktober skickades den slutliga ansökan in. Den godkändes av Svenskt Vatten i december 2021.
3	Vidareutveckla VA-kluster Mälardalen genom att befästa arbetssätt och rutiner (Verksamhetsledning)	A	Ett dokument som beskriver klustrets rutiner och arbetssätt togs fram under verksamhetsåret. Godkännande av LG/SG kvarstår.
4	Arbeta med utbildningsfrågor inom grundutbildning, forskarutbildning och utbildning för yrkesverksamma enligt de specificerade utbildningsmålen för 2021 (Utbildning)	G	Se måluppföljning i avsnitt 4 Utbildning.
5	Fortsätt utveckla samarbetet mellan övriga högskoleprogram både inom forskning och inom utbildning. Framförallt stärka samarbete och kommunikation med VA-teknik Södra och de aktiva ämnesgrupperna. (Kommunikation och samverkan)	A	Klustret har haft kontinuerlig dialog med de övriga klustren under året, främst gällande ansökan. Klustren har diskuterat samverkansfrågor och tagit fram förslag på hur vi ska arbeta mer tillsammans i nästkommande programperiod. Aktiviteten mellan ämnesgrupperna har varit låg vilket förklarar att målet endast når upp till acceptabel nivå.

Utöver årliga verksamhetsmål har VA-kluster Mälardalen visionen att vara en katalysator för tillämpad VA-forskning och på lång sikt bidra till ett antal positiva effekter för hela branschen. VA-kluster Mälardalens långsiktiga målsättning är att bidra till följande fem verksamhetsområden. Verksamhetsområdena utvärderas utifrån nivåerna P=påbörjat och E=ej påbörjat och återfinns i Tabell 2.

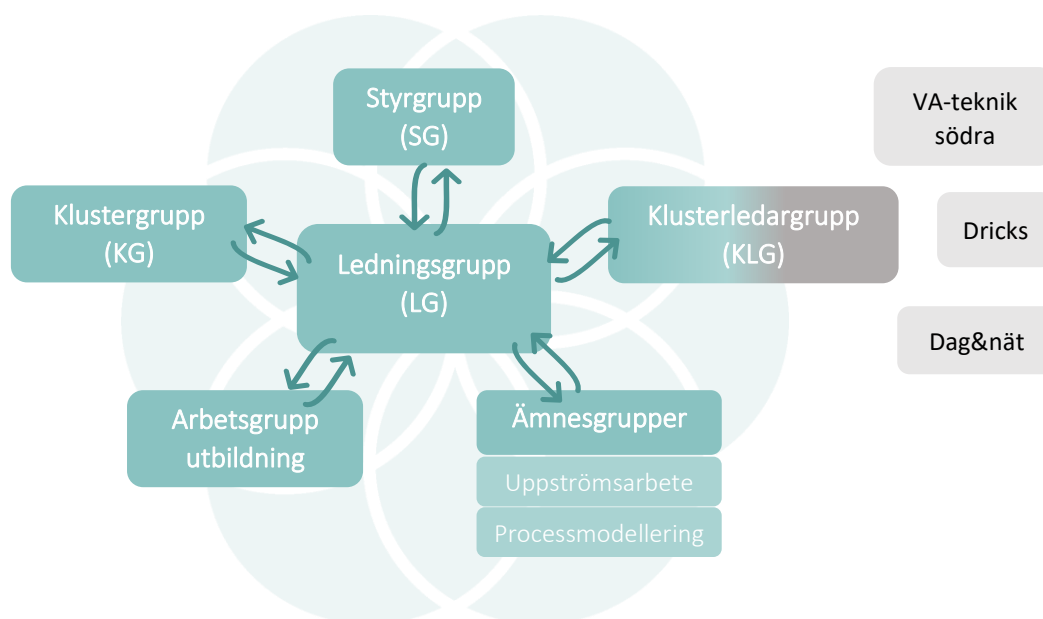
**Tabell 2. Påbörjat (P) eller Ej påbörjat (E) arbete med klustrets långsiktiga verksamhetsområden.**

	Verksamhetsområde	Nivå	Kommentar/referens
1	<b>Tillämpad VA-forskning.</b> 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.	P	Huvuddelen av FoU-projekten sker i samverkan med VA-organisationer utifrån verkliga problembeskrivningar och ofta med försök på eller data från medverkande reningsverk. Tydligare kommunikation av forskningsresultat utanför respektive projektconsortium efterfrågas – något som hoppas kunna tillgodoses i den kommande programperioden.
2	<b>Stärkt VA-utbildning och kompetens.</b> Högskoleutbildningar inom VA får en högre relevans och attraktivitet vilket försörjer branschen med kompetent personal och vidareutbildade yrkesverksamma.	P	Klustret bedriver utbildning på grundnivå, forskarutbildning och för yrkesverksamma. Se avsnitt om utbildning.
3	<b>Utökad finansiering till VA-forskning.</b> VA-kluster Mälardalens är en bas för att attrahera nationella och internationella forskningsmedel. Detta möjliggörs genom kunskaps- och erfarenhetsutbyte inom VA-kluster Mälardalen, nationellt och internationellt.	P	Klustret har hög aktivitet för att söka forskningsmedel i samverkan. Flera av klustrets medlemmar har breda och aktiva nätverk både nationell och internationell. Någon direkt lobbyverksamhet mot stat eller finansärer bedrivs inte.
4	<b>Tekniksprång möjliggörs</b> genom forskningssamverkan i trippel-helix mellan universitet, institut och VA-organisationer och tack vare en kritisk massa av VA-forskning.	P	Huvuddelen av avslutade, pågående och planerade FoU-projekt sker i samverkan mellan VA-organisationer, universitet och/eller forskningsinstitut.
5	<b>Nätverk och samarbetsprojekt</b> som främjar kontinuerliga samarbeten och kunskapsutbyten oavsett organisationsstorlek. VA-kluster	P	Utöver FoU-projekt i samverkan har klustret årliga möten och grupper för kunskapsspridning och erfarenhetsutbyte, t.ex. internatet, vintermötet,

Verksamhetsområde	Nivå	Kommentar/referens
Mälardalen är ett stöd för klustrets medlemmar och möjliggör kunskaps- och erfarenhetsutbyte inom VA-området i Mälardalen, nationellt och internationellt.		ämnesgrupperna och processingenjörsnätverket.

## 2 Ledning och organisation

Klustrets olika organisations- och samverkansmodell presenteras i Figur 1 och deras bemanning återfinns i Tabell 3-Tabell 6. Beskrivningen av klustrets olika grupper ges nedan.



Figur 1. Organisationsschema för VA-kuster Mälardalen.

### 2.1 Klustergrupp

Deltagare: En representant från varje medlemsorganisation, 22 personer (2021). (Ordförande och sekreterare representerar inte någon organisation utan är med i egenskap av sina roller.)

Aktiviteter: Klusterrepresentanten är en naturlig länk mellan klustret och sin organisation och vidarebefordrar information mellan dessa. Klustergruppen träffas minst 1 gång/år på klustergruppsmöte för att:

- Besluta om representanter i styrgrupp och ledningsgrupp,
- Ge synpunkter på verksamhetsplan och verksamhetsberättelse,
- Diskuterar klustrets utveckling och kan komma med idéer och förslag kring verksamheten.

Klustergruppens sammansättning vid slutet av 2021 visas i Tabell 3.

**Tabell 3. Klustergruppen vid 2021 års slut där de som tillträtt under året markerats med kursiv stil.**

Namn	Organisation	Region
Magnus Arnell (ordf.)	Lunds universitet/RISE	
Hanna Molin (adj. sekr.)	IVL Svenska miljöinstitutet	
Bengt Carlsson	Uppsala universitet	
Elzbieta Plaza	Kungliga tekniska högskolan	
Eva Thorin	Mälardalens högskola	
Jennifer McConville	Sveriges lantbruksuniversitet	
Ulf Jeppsson	Lunds universitet	
Erik Kärrman	RISE	
<i>Magnus Rahmberg</i>	IVL Svenska miljöinstitutet	
<i>Heidi Lemström</i>	Syväb	Öst
<i>Angelica Andreasson</i>	Käppalaförbundet	Öst
Sofia Andersson	Stockholm Vatten och avfall	Öst
Johanna Andersson	Uppsala Vatten och Avfall	Nordväst
Anna Bogren	Eskilstuna Energi och Miljö	Nordväst
Anna Lindkvist	Mälarenergi	Nordväst
Leif Sildén	Örebro kommun	Nordväst
Louise Boiesen	Enköpings kommun	Nordväst
Melviana Hedén	Falu Energi och Miljö	Nordväst
<i>Emma Fälth</i>	NODRA	Syd
Robert Sehlén	Tekniska Verken i Linköping	Syd
<i>Jeanette Lindberg</i>	Växjö kommun	Syd

## 2.2 Styrgrupp

Deltagare: Representanter från klustrets VA-organisationer, Svenskt Vatten, adjungerade experter samt klustrets ordförande och sekreterare (adjungerade).

Aktiviteter: 2-3 möten/år. Huvudsakliga aktiviteter är:

- Följer upp projektet VA-kluster Mälardalen och dess leveransåtaganden. Styrgruppens medlemmar förväntas också i kraft av sina kunskaper och erfarenheter bidra till att utveckla klustret.
- Större förändringar av inriktning på projekt ska godkännas styrgruppen. Till sådana förändringar räknas även start av större delprojekt som inte angetts i ansökan.
- Styrgruppen tar beslut om verksamhetsplan och verksamhetsberättelse.

Styrgruppens sammansättning visas i Tabell 4.

**Tabell 4. VA-kluster Mälardalens styrgrupp vid 2021 års slut där de som tillträtt under året markerats med kursiv stil.**

Namn	Organisation	Representerar
Linda Åmand (ordf.)	Käppalaförbundet	
<i>Heidi Lemström</i>	SyvaB	Öst
<i>Angelica Andreasson (ers.)</i>	Käppalaförbundet	
Walter Johansson	Uppsala Vatten och Avfall	Nordväst
<i>Charlotta Magnergård (ers.)</i>	Mälarenergi	Nordväst
<i>Karin Ols</i>	Enköpings kommun	Nordväst
<i>Melviana Hedén (ers.)</i>	Falun energi och vatten	Nordväst
Malin Asplund	Tekniska Verken i Linköping	Syd
<i>Bodil Widell (ers.)</i>	Nodra	Syd
Magnus Arnell	Lunds universitet/RISE	VA-kluster/LU
Hanna Molin (adj., sekr)	IVL Svenska Miljöinstitutet	VA-kluster/IVL
Gustaf Olsson (adj.)	Lunds universitet	LU
Östen Ekengren	IVL Svenska Miljöinstitutet	IVL
Ulrika Lindberg	VAKIN	SVU
Anna Norström (adj.)	Svenskt Vatten (SVU repr.)	SVU
VAKANT	Naturvårdsverket (SIVL repr.)	NVV



## 2.3 Ledningsgrupp

Deltagare: Tre representanter för VA-organisationerna utifrån geografisk spridning, en representant från varje lärosäte och institut, 13 personer och 3 ersättare (2021).

Aktiviteter: 4 möten/år. Huvudsakliga aktiviteter är:

- Leder den löpande verksamheten inom ramen för klusteransökan.
- Bereder klustergruppsmöten och Internat.
- Tar fram verksamhetsberättelse, verksamhetsplan, ansökningar.
- Initierar arbete inom arbetsgrupper.
- Behandlar under året förslag från klustergrupp och styrgrupp.

**Tabell 5. VA-kluster Mälardalens ledningsgrupp vid årets slut 2021. Namn i kursiv stil är nya för 2021.**

Namn	Organisation	Representerar
Magnus Arnell (ordf.)	Ordförande	
Hanna Molin (sekr.)	Sekreterare	
Bengt Carlsson	Uppsala universitet	
Elzbieta Plaza	Kungliga tekniska högskolan	
Eva Thorin	Mälardalens högskola	
Jennifer McConville	Sveriges lantbruksuniversitet	
Ulf Jeppsson	Lunds universitet	
Erik Kärrman	RISE	
Erik Lindblom	IVL Svenska Miljöinstitutet	
Sofia Andersson	Stockholm Vatten och avfall	Öst
<i>Erik Wall (ers.)</i>	Roslagsvatten	Öst
Anna Lindkvist	Mälarenergi	Nordväst
Anna Bogren (ers.)	Eskilstuna Energi och Miljö	Nordväst
VAKANT		Nordväst
VAKANT (ers.)		Nordväst
Robert Sehlén	Tekniska Verken i Linköping	Syd
<i>Jeanette Lindberg (ers.)</i>	Växjö kommun	Syd

## 2.4 Arbetsgrupp utbildning

Deltagare: En representant från respektive lärosäte.

Aktiviteter: Diskuterar utbildningsfrågor i samband med ledningsgruppsmöten och workshops/internat.

**Tabell 6. VA-kluster Mälardalens arbetsgrupp för utbildning vid utgången av 2021.**

Namn	Organisation
Bengt Carlsson	Uppsala universitet
Elzbieta Plaza	Kungliga tekniska högskolan
Eva Thorin	Mälardalens högskola
Jennifer McConville	Sveriges lantbruksuniversitet
Ulf Jeppsson	Lunds universitet

## 2.5 Verksamhetsledning

Under år 2021 har ett viktigt arbete varit att ta fram ansökan för kommande programperiod. I arbetet har många 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. Majoriteten av möten i klustret (LG, SG, etc.) har genomförts digitalt med anledning av coronapandemin. Även om det minskat möjligheterna till nätverkande och friare dialog har det fungerat tillfredsställande att driva klustrets verksamhet under året. 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 7. Mål verksamhetsledning (G=god, A=acceptabel, IU=inte uppfyllt) 2021.**

Nr	Mål	Nivå	Kommentar/referens
1	Ta fram och skicka in en ansökan till SVU om högskoleprogram 2022-2024	G	Arbetet med ansökan för den nya programperioden pågick större delen av 2021. I oktober skickades den slutliga ansökan in. Den godkändes av Svenskt Vatten i december 2021.
2	Ta fram ett dokument med klustrets arbetssätt och rutiner	A	Ett dokument som beskriver klustrets rutiner och arbetssätt togs fram under verksamhetsåret. Formellt godkännande i LG kvarstår.
3	Genomföra planerade möten enligt mötesplan	G	Alla KG-, LG- och SG-möten är genomförda enligt plan.

### 3 Kommunikation och samverkan

En viktig del av VA-kuster Mälardalens arbete är att synliggöra och kommunicera forskningsresultat, både inom klustret men även till övriga VA-Sverige. Delar som har varit, och även fortsättningsvis är viktiga kommunikationsverktyg är: klustrets hemsida, nyhetsbrev, internationella- och nationella konferenser. I samband med att ansökan för den kommande programperioden togs fram, fattades ett beslut om att förstärka klustrets finansiering och möjliggöra att en kommunikatör kan knytas till klustret.

Arbetet med att implementera den kommunikationsplan som beslutades om 2020 samt att hålla den aktuell fortsätter löpande.

Samverkan med de tre andra klustren inom högskoleprogrammet är fortsatt viktig. Det visade sig inte minst genom återkommande diskussioner och synkronisering mellan klustret i samband med arbetet med ansökan.

Målen för kommunikation och samverkan och uppföljningen av dessa ses i Tabell 8.

**Tabell 8. Mål kommunikation och samverkan (G=god, A=acceptabel, IU=inte uppfyllt) 2021.**

Nr	Mål	Nivå	Kommentarer
1	Implementera kommunikationsplanen för klustret	A	Kommunikationsplanen har inte arbetats med aktivt under verksamhetsåret varför målet inte kan anses vara uppfyllt. Däremot är många av de aktiviteter och planer däri något som ingår i den ordinarie verksamheten vilket gör att måluppfyllnaden bedöms som acceptabel.
2	Uppdatera hemsidan med nyheter minst en gång per månad och skicka ut minst 3 nyhetsbrev	A	Hemsidan har uppdaterats löpande när det har funnits nyheter att dela. Enbart två nyhetsbrev skickades ut, men desto fler nyheter skickades ut via klustrets Teams-kanal.
3	Planera och genomföra Vintermötet	G	Vintermötet genomfördes digitalt i februari. Det digitala formatet utnyttjades till att ta in internationella gästföreläsare vilket var uppskattat. Utöver det gavs stor del av tiden till projektutveckling inom ramarna för ansökan.
4	Planera och genomföra ett Internat	G	2021 års internat genomfördes 28-29 aug. Det planerades för att genomföras digitalt, vilket så också skedde. Deltagarantalet var stort och representanter från alla medlemsorganisationer deltog i åtminstone delar av programmet.

Nr	Mål	Nivå	Kommentarer
5	Delta på Vattenstämman med en klustergemensam monter	G	Vattenstämman genomfördes digitalt på grund av coronapandemin. VA-kluster Mälardalen fanns representerade i en digital monter under båda mässdagarna.
6	Medverka vid nationella konferenser och seminarier för att sprida forskningsresultat, t.ex. Svenskt Vattens Nationella konferensen Avlopp och Miljö 2021 och NordIWA 2021	G	Ett flertal klustermedlemmar deltog under NordIWA, både i workshops och presentationer. Ett 20-tal presentationer gavs av klustermedlemmar från

VA-kluster Mälardalens hemsida uppdateras löpande med nyheter och planerade aktiviteter inom klustret. Hemsidan är en kommunikationskanal för att sprida kunskap om genomförda projekt till hela VA-Sverige och inte enbart till VA-kluster Mälardalens medlemmar. Hemsidans uppdateringsfrekvens är till mångt och mycket styrd över hur ofta klustrets medlemmar rapporterar nyheter. Ett nyhetsbrev skickas ut några gånger per år till ca 180 VA-intresserade personer runt om i Sverige. Den klustergemensamma plattform för annonsering av examensarbeten har använts av ett flertal organisationer under verksamhetsåret. Utfallet kvarstår att utvärdera.

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 på både nationella och internationella konferenser i den utsträckning det var möjligt och i vissa fall under något annorlunda omständigheter. Klustermedlemmar deltog bland annat i följande konferenser:

- Klustrets vintermöte, 18-19 februari 2021
- IWA Digital World Water Congress, 24 maj-4 juni 2021
- 5th IWA Specialized International Conference 'Ecotechnologies for Wastewater Treatment (ecoSTP) 2021', 21-25 juni 2021
- WRRmod2021, 25-28 augusti 2021
- Klusterinternatet, 28-29 augusti 2021
- IWA 4th Resource Recovery Conference 2021, 5-8 september 2021
- Nordiwa, 28-30 september 2021

Projektresultat kommuniceras huvudsakligen i tre former: tidskriftsartiklar, rapporter och presentationer. I Bilaga 1 redovisas både presentationer och publikationer under 2021 uppräknade under respektive HP-projekt.

En viktig del av kommunikationen är den interna kunskapsöverföringen inom klustret för de 20 medlemsorganisationerna. Det årliga internatet är ett forum för kunskapsutbyte och initiering av nya projekt. Årets internat hölls digitalt, precis som årets vintermöte – något som i båda fallen möjliggjorde att internationella gästföreläsare kunde delta. Båda de årliga mötena var välbesökta med representanter från klustrets samtliga medlemsorganisationer. Internatet innehöll bland annat presentationer från några av doktoranderna inom klustret, samt presentationer på temat "Framtidens avloppsvattenrening" från tre av medlemsorganisationerna. Det huvudsakliga temat för vintermötet var ansökan för den kommande programperioden (som senare beviljades i december 2021), bland annat genom en workshop som fungerade som grund till utvecklingen av de HP-projekt som ingår i ansökan.

VA-kluster Mälardalen har två ämnesgrupper inom klustret. 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. Ämnesgrupperna möjliggör kommunikation och utbyte över klustergränserna. VA-kluster Mälardalen har tagit initiativ till två ämnesgrupper: *Ämnesgrupp processmodellering* samt *Uppströmsarbete för hållbara kretslopp*. En kort summering av aktiviteter inom respektive ämnesgrupp ges nedan.

### **3.1 Uppströmsarbete för hållbara kretslopp**

Syftet med ämnesgruppen är att tillsammans kartlägga och sammanställa kunskap om samhällets tillförsel av oönskade ämnen till avloppsvatten och till miljön via växtnäringens resursen slam. Ämnesgruppen söker kunskap och lösningar som minimerar spridningen av miljöfarliga ämnen via dessa vägar. Arbetsgruppen består av representanter från VA-organisationerna: Käppalaförbundet, SVOA och Mälarenergi, lärosäten: SLU/UU och MDH 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. Gruppen ser att behovet att skydda recipienter och råvattenuttag är en av de viktigaste drifkrafterna bakom uppströmsarbetet och vi är därför mycket glada att ha ett samarbete och erfarenhetsutbyte med drickvattenproducenterna. Ämnesgrupp för uppströmsarbete träffas regelbundet, utbyter erfarenheter och diskuterar aktuella frågor samt planerar för och bedriver gemensamma forskningsprojekt. Gruppen har haft möten löpande under året, merparten har hållits digitalt. År 2021 har ämnesgruppen avslutat projektet "Läkemedel i slam på åkermark".

### **3.2 Ämnesgrupp processmodellering**

Under 2021 har inga träffar eller aktiviteter pågått i gruppen. Faktum är att gruppen har varit vilande under en längre period. Klustrets medlemmar har dock uttryckt en önskan om fler ytor och samlingspunkter för nätverkande varför gruppen alltså är viktig, men det behövs en nystart som hoppas kunna komma till stånd under nästkommande programperiod.

### 3.3 Samarbete med övriga högskoleprogram

Utöver ämnesgrupperna samarbetar VA-kluster Mälardalen med övriga högskoleprogram inom olika forskningsprojekt. Framförallt sker ett samarbete med VA-teknik Södras medlemmar med gemensamma ansökningar och projektsamarbeten. Som exempel har projektet "Hållbarhetsanalys av värmeåtervinning ur avloppsvatten (HÅVA)" avslutats under året och projektet "Digital tvilling för hållbar och resurseffektiv drift av avloppsreningsverk" startats upp. Löpande dialog förs mellan klustren, bland annat genom de återkommande klusterledarmötena. Vidare har dialog angående framtida gemensamma utmaningar och behov, och möjliga samarbetsområden pågått mellan alla kluster inför ansökan om den nya programperioden som ska lämnas in under år 2021.

## 4 Utbildningssamordning

Måluppfyllnaden inom området Utbildning (uppdelat nedan i Grundutbildning, Forskarutbildning och Utbildning för yrkesverksamma) under år 2021 redovisas i nedanstående tabeller enligt nivåerna G=god, A=acceptabel och IU=inte uppfyllt.

### 4.1 Grundutbildning

Tabell 9. Måluppfyllnad för grundutbildning under 2021 (G=god, A=acceptabel, IU=inte uppfyllt).

Nr	Mål	Nivå	Kommentar
1	Integrera kunskaper som tagits fram inom klustret i undervisningen. UU: Under 2021 kommer en kurs i Processreglering att tas fram vilket kommer att integrera kunskaper i reglerteknik tillämpat på avloppsreningsverk som har tagits fram inom klustret. På sikt kan kursen komma att erbjudas för Svenskt Vattens medlemmar.	G	Aktuell forskning integreras kontinuerligt i terminsblocket i Miljö och vattenteknik-programmet (W) vid UU.  KTH integrerar kontinuerlig aktuell forskning i KTH:s masterprogram "Environmental Engineering and Sustainable Infrastructure"  En ny kurs, Processreglering (UU) gavs under hösten 2021 för W-programmet. Kursen var uppskattad av studenterna.
2	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	Examensprojekt har tagits fram baserat på klustrets verksamhet. Totalt har 22 examensarbeten genomförts under 2021; KTH 7, UU/SLU 15 (varav ett med ämnesgranskare från LU).

Nr	Mål	Nivå	Kommentar
3	Ge gästföreläsningar, bjuda in gästföreläsare och göra studiebesök vid klustrets reningsverk.	A	<p>På grund av pandemin har färre studiebesök än normalt genomförts. KTH: Studiebesök på Hammarby Sjöstadsverket (studenter från EESI masterprogram)</p> <p>UU: Fyra gästföreläsningar genomfördes i kursen Processreglering varav ett från en av klustrets deltagande VA-organisationer.</p> <p>KTH: 2 gästföreläsningar från deltagande VA-organisationer.</p>

Ett särskilt ansvar för att genomföra ovanstående mål vilar på de lärosäten som bedriver VA-utbildningarna inom klustret:

- Terminsblocket "Uthålliga VA-system" inom civilingenjörsprogrammet Miljö- och vattenteknik. Ansvariga: UU och SLU.
- Masterprogrammet i Vattenteknik. Ansvarig: UU.
- KTHs masterprogram "Environmental engineering and sustainable infrastructure". Ansvarig: KTH.

## 4.2 Forskarutbildning

Tabell 10. Måluppfyllnad för forskarutbildning under 2021 (G=god, A=acceptabel, IU=inte uppfyllt).

Nr	Mål	Nivå	Kommentar
1	Medverka till att klustrets doktorander i möjligaste mån deltar i Vattenforskarskolan. Medverka vid forskarskolans möten och seminarier.	G	<p>Klustrets representant (Sahar Dalahmeh) har deltagit i möten mm och sett till att nya doktorander har fått info om forskarskolan.</p> <p>KTHs doktorand Isaac Owusu-Agyeman har Prof. Gustaf Olsson som mentor (mentorsprogrammet i Vattenforskarskolan).</p> <p>Elzbieta Plaza har deltagit i Vattenforskarskolan Årsmöte 19 juni 2021</p>

Nr	Mål	Nivå	Kommentar
2	Slutföra kursen "Automation" (projekt delen) inom ramen för Vattenforskar skolan.	G	Kursen slutfördes i jan 2022 då den sista deltagaren i kursen blev godkänd
3	Genomföra kursen "Resources in wastewater: technologies and opportunities" (Ansvariga; MDH, SLU, UU och KTH) vt 2021 inom ramen för Vattenforskar skolan.	G	Kursen gavs på distans vt 2021 med 11 deltagare.
4	Utveckla följande kurs: Mikroplastanalys (UU)	IU	Kursen kommer att ges under 2023 och kursutveckling görs under 2022.

### 4.3 Utbildning för yrkesverksamma

Tabell 11. Måluppfyllnad för forskarutbildning under 2021 (G=god, A=acceptabel, IU=inte uppfyllt).

Nr	Mål	Nivå	Kommentarer
1	Medverka i kursen "Reglerteknik och mikrobiologi i avloppsreningsverk" som Svenskt Vatten anordnar. Detta givet att kursen kan ges på plats eller att en lösning för att kunna genomföra datorsimuleringar på distans kan tas fram.	G	På grund av pandemin genomfördes en mindre kurs (två halvdagar) på distans "Processreglering i avloppsreningsverk" med 20 deltagare.
2	Bidra med gästföreläsningar och föredrag vid konferenser och möten där yrkesverksamma är inbjudna.	A	Presentationer vid bl.a. Nordiwa samt klustrets vintermöte och internat.
3	Marknadsföra Vattenforskar skolan mot klustrets VA-organisationer för att öka deltagandet bland klustrets yrkesverksamma.	A	Information ges via hemsida, nyhetsbrev och möten. Mer riktad informationsspridning kring Vattenforskar skolan och dess kurser bör planeras för kommande verksamhetsår.
4	Om behov hos VA-organisationerna finns, erbjuda Svenskt Vatten ytterligare kurs/kurser för yrkesverksamma inom klustrets forskningsområden.	A	Pågående dialog.



## 5 Forskningsverksamhet

Inom VA-kluster Mälardalen verkar fem universitet, två forskningsinstitut och 13 VA-organisationer. En sammanfattning av forskargruppernas storlek ges i Tabell 12.

**Tabell 12. Antalet forskare och doktorander inom VA på lärosäten under verksamhetsåret 2021. Statistiken baseras på antalet personer som är inskrivna som doktorander eller forskare.**

Lärosäte/Institut	Seniora forskare	Doktorander
KTH <i>Forskargruppen för VA-teknik</i>	15	9
Lunds universitet <i>Avdelningen för industriell elektroteknik och automation, forskargrupp Vatten</i>	4	2
Mälardalens högskola <i>Future Energy Center, ACWA forskningsgrupp</i>	8	3
SLU <i>Forskargruppen för kretsloppsteknik</i>	10	4
Uppsala universitet <i>Avdelningen för systemteknik, Institutionen för geovetenskaper</i>	4	1

Övergripande mål för forskning och projektfinansiering togs fram i Verksamhetsplanen för 2021 och uppföljningen av dessa redovisas i Tabell 13. Aktiviteter och mål för 2021 för HP-projekten presenteras i respektive projekts bilaga (Bilaga 1).

**Tabell 13. Mål för forskning och projektfinansiering (G=god, A=acceptabel, IU=inte uppfyllt) 2021.**

Nr	Mål	Nivå	Kommentar/referens
1	Minst 10 st inskickade ansökningar till KSP/HP-projekt	G	Över 10 ansökningar har skickats in i samverkan mellan klustrets medlemsorganisationer.
2	Involvera alla medlemsorganisationer i ansökningar för KSP-projekt under en 3-årsperiod	A	Totalt under programperioden har 17 av 20 medlemsorganisationer deltagit i KSP-projekt. Två av organisationerna har kommit in förhållandevis sent i programperioden vilket förklarar att de inte har deltagit. Det bör också poängteras att det underlag som utvärderingen grundar sig på troligen inte är komplett.

Nr	Mål	Nivå	Kommentar/referens
3	Uppnå minst 1 kr/p.e. i motfinansiering för samtliga VA-organisationer	G	VA-organisationernas motfinansiering uppgår i genomsnitt till 2,60 kr/p.e (3,39 kr/p.e. inkl. in-kind). Precis som under tidigare år når vissa organisationer inte målet, men att det kompenseras av andra VA-organisationer som överskrider målet med råge. Se avsnitt 6.3.
4	Avrapportera HP-projekt som avslutats under 2020	G	De HP-projekt som avslutades under år 2020 (C1 och C2) har avrapporterats under året.

Examensarbeten är viktiga projekt för att göra kortare delstudier och länka samman forskning med frågeställningar på reningsverken. Under 2021 genomfördes totalt 22 examensarbeten inom VA-området hos klustrets lärosäten (KTH 7, UU/SLU 15 (varav ett med ämnesgranskare från LU)). Det har även startats en gemensam exjobbportal på klustrets hemsida där alla medlemsorganisationer kan marknadsföra sina planerade exjobb.

Klustrets medlemmar har gemensamt enats om ett antal prioriterade forsknings- och utvecklingsområden för innevarande projektperiod. Dessa har tagits fram utifrån VA-organisationernas behov. Under 2019–2021 ska VA-kluster Mälardalen för de tilldelade SVU-medlen bedriva forskning inom tre forskningsområden genom ett antal HP-projekt:

#### **A System och reningstekniker med närings- och resursåterföring**

**A1** Metoder för hållbar slamhantering och återföring av växtnäring och organiskt material till produktiv mark (*Ansvarig: MDH*)

**A2** Kolåtervinning för hållbar avloppsvattenrening (*Ansvarig: KTH*)

**A3** Avloppsvattenrening med energieffektiv kväveavskiljning med anammox baserat på bärarmaterial (*Ansvarig: KTH*)

#### **B Metodik, teknik och kunskap för uppströmsarbete och hållbara kretslopp**

**B1** Reduktion av läkemedel och andra organiska miljöföroreningar under lagring/efterbehandling av avloppsslam (*Ansvarig: SLU*)

**B2** Metodutveckling för kvantifiering och identifiering av mikroplast i slam och screening av olika avloppsslam (*Ansvarig: SLU*)

**B3** Läkemedelsrester i slamgödsblad åkermark och deras spridning till miljö (*Ansvarig: SLU*)

#### **C Digitala tekniker för resurseffektiva avloppssystem**

**C1** Hållbarhetsanalys av värmeåtervinning ur avloppsvatten (HÅVA) (*Ansvarig: LU*)

**C2** Övervakning och feldetektion på avloppsreningsverk (*Ansvarig: UU*)

**C3** Digital tvilling för hållbar och resurseffektiv drift av avloppsreningsverk (*Ansvarig: LU*)

**C4** Implementering av digitala tvillingar på reningsverk (*Ansvarig: LU*)

**C5** Osäkerhetsanalys och simulering för resilient dimensionering av avloppsreningsverk (*Ansvarig: LU*)

Högskoleprogramsprojekten beskrivs i Bilaga 1 och finns med i sammanställningen i Bilaga 2.

En sammanställning över VA-kluster Mälardalens medlemmars projekt ges i Bilaga 2. Sammanställningen syftar till att visa FoU-omfattningen inom avloppsvattenrening för klustrets samtliga medlemmar. Tre olika typer av projekt redovisas:

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

## 6 Ekonomi

I detta avsnitt redovisas hur SVU:s basfinansiering till VA-kluster Mälardalen använts under verksamhetsåret. En uppföljning görs även för motfinansiering från klustrets VA-organisationer, klustergemensamma kostnader samt total FoU inom VA för VA-kluster Mälardalens medlemmar.

### 6.1 Högskoleprogrammets projekt

Varje lärosäte får varje år 400 tkr vardera av de beviljade SVU-medlen, varav 35 tkr avsätts för samordning av utbildningsfrågor. I Tabell 14 redovisas upparbetade medel inom lärosätenas klusterforskningsprojekt och samordning av utbildningsverksamheten. MDH och UU hade 51 tkr respektive 17 tkr ej upparbetade medel som överfördes från år 2020 till år 2021. Budget och utfall grupperat utifrån prioriterade forskningsområden ges i Tabell 15. SLU har överskridit budgeten för sina HP-projekt vilket indikeras i tabellen, men detta belastar inte projektet VA-kluster Mälardalen.

Tabell 14. Upparbetade SVU-medel inom lärosätenas forskningsprojekt 2021 i tkr.

	KTH	LU	MDH	SLU	UU	Summa
<b>Direkta kostnader</b>						
Senior forskning	198	205	268	198	165	1 054
Doktorandhandledning	150	150	17	0	206	523
Doktorandforskning	0	0	131	0	0	131
Samordning utbildning	35	35	35	35	35	140
Övrigt (analyser, resor etc.)	17	10	0	200	11	253
<b>Överfört från 2020</b>	0	0	51	0	17	68
<b>Summa upparbetade medel</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>451</b>	<b>433</b>	<b>417</b>	<b>2 101</b>
<b>"Resultat"</b>	0	0	0	-33	0	-33

Tabell 15. Budget och utfall för fördelning av SVU-medel 2021 utifrån forskningsprojekt och lärosäte (tkr).

	Reningstekniker			Uppströms & kretslopp			Digitala tekniker					Utbildning	Kluster gemensamma kostnader	Summa
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5			
<b>KTH</b>														
Budget		265	100									35		400
Utfall		265	100									35		400
<b>LU</b>														
Budget							25	150	150	40		35		400
Utfall							75	125	125	40		35		400
<b>MDH</b>														
Budget	416											35		451*
Utfall	415											35		451
<b>SLU</b>														
Budget				0	183	182						35		400
Utfall				0	200	198						35		433
<b>UU</b>														
Budget							82	0	300			35		417*
Utfall							210	20	152			35		417
<b>Gemensamma kostnader</b>														
Budget													400	400
Utfall													400	400
<b>Summa utfall</b>														

\* Överföringar från 2020 års resultat till 2021 års budget: UU +17 tkr; MDH: + 51tkr.

## 6.2 Klustergemensamma kostnader

De klustergemensamma kostnaderna redovisas i Tabell 16.

**Tabell 16. Total budget VA-kluster Mälardalen 2021 (SEK).**

	Budget 2021	Utfall 2021
<b>INTÄKTER</b>		
Bidrag SVU	2 400 000	2 400 000
Stiftelsen IVL	400 000	400 000
Kvarvarande SIVL-medel från 2020	1 380	1 380
Kvarvarande SVU-medel från 2020	68 625	68 625
<b>SUMMA INTÄKTER</b>	<b>2 870 005</b>	<b>2 870 005</b>
<b>KOSTNADER</b>		
<b>Direkta kostnader lärosäten</b>		
Projektkostnader lärosäten	1 893 625	1 926 000
Centrala medel uppströmsarbete	0	0
Samordning utbildning	175 000	175 000
<b>Gemensamma klusterkostnader</b>		
Ordförande	150 000	150 000
Sekreterare	175 000	173 548
Möteskostnader	55 000	6 060
Kommunikation	160 000	21 751
Koordineringsstöd	50 000	15 020
Modelleringsgruppen (ÄG)	20 000	3 170
Uppströmsarbete (ÄG)	65 000	1 555
Ansökningar/projekt	70 000	78 568
Projektadministration	55 000	32 000
<b>SUMMA KOSTNADER</b>	<b>2 868 625</b>	<b>2 582 672</b>
<b>Överdrag från tidigare år</b>	<b>-233 620</b>	<b>-233 620</b>
<b>RESULTAT</b>	<b>1 380*</b>	<b>53 713</b>

\* De kvarvarande SIVL-medlen från 2020 togs inte hänsyn till i de budgeterade kostnaderna för 2021, däremot var de planerade att användas för klustrets löpande administration.

68 tkr av SVU-medel kvarstod vid utgången av år 2020, där 51 respektive 17 tkr fördes över till år 2021 av UU och MDH. För arbetet med de klustergemensamma aktiviteterna såsom sekreterare och kommunikation har budgeten underskridits med ca 53 000 kr sett

över programperioden. År 2019 hade klustret höga kostnader till följd av hög aktivitet och byte av sekreterare. Årets resultat har ett stort överskott vilket kvittas mot detta restbelopp. Den resterande delen, ca 53 000 kr, planeras att användas under den första delen av 2022 för färdigställandet av denna verksamhetsberättelse samt avslut och rapportering av den programperiod som nu når sitt slut. Överskottet förklaras av låg aktivitet i ämnesgrupperna, låga kostnader för möten eftersom merparten har genomförts digitalt, litet behov av produktion av kommunikationsmaterial på grund av brist på fysiska mässor och konferenser, samt att sekreteraren har varit sjukskriven under en stor del av året och därför inte kunnat lägga mer tid i projektet.

### 6.3 VA-organisationernas motfinansiering

Enligt VA-kluster Mälardalens finansieringsmodell så ska VA-organisationerna årligen bidra till klustersamverkansprojekt med 1 kr/p.e. I Tabell 17 redovisas motfinansiering samt personekvivalenter för respektive VA-organisation. I genomsnitt var kontant motfinansiering 2,6 kr/p.e. under år 2021. Utöver kontant motfinansiering redovisas även s.k. in-kind-motfinansiering som beskriver VA-organisationernas insatser med egen personal och andra resurser i FoU-projekt. Arbetstidskostnaden har antagits vara 750 kr/h och utgör tillsammans med eventuella anläggnings-/laboratorieresurser, in-kind-finansiering. In-kind-motfinansieringen var 0,79 kr/p.e. under år 2021.

**Tabell 17. Motfinansiering från VA-organisationerna i klustret 2021.**

Motfinansiering VA-organisationer	Kontant (tkr)	In-kind* (tkr)	P.e.** (tusental)
Enköping kommun	11	10	23
Eskilstuna Energi och Miljö	842	30	114
Falu Energi och Miljö	0	15	33
Käppalaförbundet	670	34	576
Mälarenergi	752	73	127
Nodra	0	31	177
Roslagsvatten***	0	0	61
Stockholm Vatten och Avfall	4 039	1 655	1 131
Syvab	1 050	221	224
Tekniska verken i Linköping	101	73	198
Uppsala Vatten och Avfall	305	67	199
Växjö kommun	143	100	53
Örebro kommun	0	109	130
<b>Summa</b>	<b>7 914</b>	<b>2 416</b>	<b>3 045</b>

\* Inkl. ev. anläggning/lab/övriga resurser

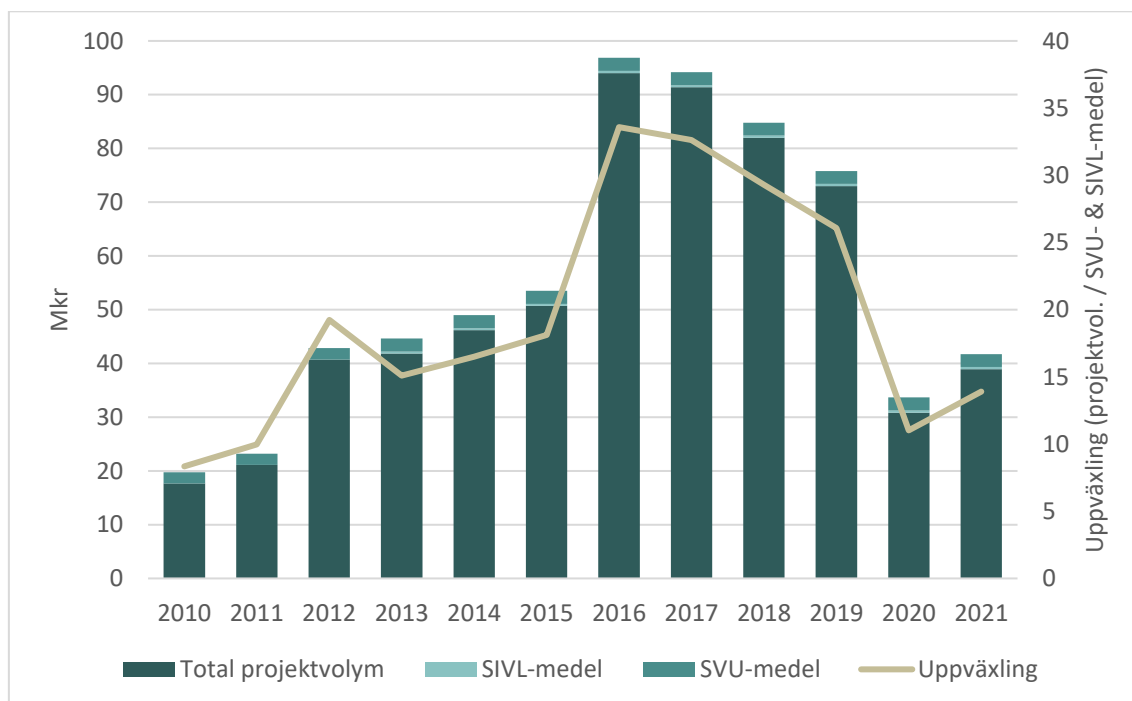
\*\* Data från 2020 års miljörapport, p.e. = person ekvivalenter beräknat utifrån 70g BOD7/ person, dygn

\*\*\* Roslagsvatten blir formellt medlemmar år 2022.

#### 6.4 Sammanlagd forskning och utveckling hos VA-kluster Mälardalens medlemmar

En uppskattning av total finansieringen av VA-relaterade projekt för klustrets medlemmar presenteras i Bilaga 2. Klustrets medlemmars totala projektvolym för VA-relaterade projekt var ca 39 miljoner kr under 2021 (31 miljoner kr 2020). Av dessa medel var ca 5,7 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 2021 till ca 10,3 miljoner kr.

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 god uppskattning. Vad som dock blir tydligt genom de årliga sammanställningarna är att de medel, totalt 2,8 Mkr, som SVU och SIVL går in med i VA-kluster Mälardalen växlas upp ordentligt av klustrets medlemmar och externa finansiärer. År 2021 var den totala projektvolymen inom klustret nästan 14 gånger större än de initiala 2,8 Mkr (Figur 2 **Error! Reference source not found.**).



Figur 2. Årlig uppväxling av SVU- och SIVL-medel

I Bilaga 2 har projektbudgetar redovisats utifrån initial totalbudget och planerat antal år. Projektens totalbudget (för klustrets medlemmar) sprids alltså ut jämnt över projektåren oavsett om upparbetningen skiljer mellan åren. I de fall då projekt försenas används den ursprungliga budgeten och projekttiden så att projektmedel inte dubbelräknas. I större

projekt såsom EU-projekt har andelen projektaktiviteter som avser VA-relaterad forskning för klustrets medlemmar uppskattats.



## Bilagor

Bilaga 1	Uppföljning av HP-projekt .....	I
	A1 Metoder för hållbar slamhantering och återföring av växtnäring och organiskt material till produktiv mark.....	I
	A2 Kolåtervinning för en hållbar avloppsvattenrening.....	III
	A3 Avloppsvattenrening med energieffektiv kväveavskiljning med anammox baserat på bärarmaterial .....	V
	B2 Metodutveckling för kvantifiering och identifiering av mikroplast i slam och screening av olika avloppsslam.....	VII
	B3 Läkemedelsrester i slamgödsblad åkermark och deras spridning till miljö .....	VIII
	C1 Hållbarhetsanalys av värmeåtervinning ur avloppsvatten .....	IX
	C2 Övervakning och feldetektion på avloppsreningsverk.....	XI
	C3 Digital tvilling för hållbar och resurseffektiv drift av avloppsreningsverk .....	XIII
	C4 Implementering av digitala tvillingar på reningsverk .....	XVI
	C5 Osäkerhetsanalys och simulering för resiliënt dimensionering av reningsverk .....	XIX
Bilaga 2	Forskningsprojekt inom VA-kluster Mälardalen.....	XXI

## Uppföljning av HP-projekt

### A1 Metoder för hållbar slamhantering och återföring av växtnäring och organiskt material till produktiv mark

<b>Forskningsområde</b>	System och reningstekniker med närings- och resursåterföring		
<b>Projektnummer</b>	A1	<b>Projektperiod</b>	2019-01-01–2021-12-31
<b>Benämning</b>	Metoder för hållbar slamhantering och återföring av växtnäring och organiskt material till produktiv mark		
<b>Totalbudget</b>	3 023 124 kr	<b>Utfall</b>	2 900 687 kr (416 000 kr SVU 2021)
<b>Ansvarig</b>	Eva Thorin (MDH)		
<b>Projektdeltagare</b>	MDH, ME, ESEM. Samarbete med SLU och LU.		

<b>Syfte(n)</b>		
Projektet syftar till att studera processer och metoder för att separera metaller och näringsämnen vid reningsverken och därmed att öka möjligheten för återföring av näringsämnena till jordbruksmark. Möjligheten att återföra mullbildande ämnen och energieffektivitet ska även beaktas.		
<b>Planerade aktiviteter 2021</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Slutredigera licentiatavhandling och förbereda licentiatseminarium</li> <li>2) Analys av metallflöden i vattenreningsverk inklusive provtagning i olika strömmar/flöden på reningsverk.</li> <li>3) Systemmodellering av integration av metallseparering och biokolproduktion i vattenreningsprocessen. Befintliga modeller uppdateras med flöden av metaller och komponenter för pyrolys och metallseparering att integrera i processen. Olika möjliga fall/utformningar simuleras</li> </ol>		
<b>Kommentar:</b>		
<p>Aktivitet nummer 1 påbörjades men avslutade inte på grund av föräldraledighet. Arbete har utförts inom aktivitet 2 och 3 med undantag från att provtagning inte gjorts inom aktivitet 2 och uppdatering av befintliga modeller och simulering inom aktivitet 3 inte slutförts. Förutom föräldraledighet har andra resurser i projektet försvunnit på grund av att anställningar avslutats tidigare än beräknat.</p>		
	<b>Mål 2021</b>	<b>Utfall</b>
1	1 manuskript till journal (rörande sorption av metaller från avloppsvatten till biokol)	Delvis uppfyllt
2	1 manuskript till journal (rörande metallflödesanalys)	Ej uppfyllt
3	1 manuskript till journalartikel eller konferensbidrag (rörande systemmodellering)	Ej uppfyllt
<b>Kommentar:</b>		
En journalartikel har publicerats som behandlar möjligheten till avskiljning av metaller i primärbehandlingen av avloppsvatten (se nedan). En artikel om avskiljning		

av metaller har påbörjats men inte avslutats under 2021. Arbetet med analys och modellering av flödet av metaller i avloppsreningsverk presenterades på VA-kluster vintermöte 2021-02-19 av Eva Nordlander och vid interna möten med MDH, Mälarenergi och Eskilstuna energi och miljö.

Sylwan, I.; Thorin, E. Removal of Heavy Metals during Primary Treatment of Municipal Wastewater and Possibilities of Enhanced Removal: A Review. *Water* 2021, 13, 1121. <https://doi.org/10.3390/w13081121>.

## A2 Kolåtervinning för en hållbar avloppsvattenrening

<b>Forskningsområde</b>	System och reningstekniker med närings- och resursåterföring		
<b>Projektnummer</b>	A2	<b>Projektperiod</b>	2019-01-01–2021-12-31
<b>Benämning</b>	Kolåtervinning för en hållbar avloppsvattenrening		
<b>Totalbudget</b>	820 000kr	<b>Utfall</b>	265 000 kr (SVU 2021)
<b>Ansvarig</b>	Elzbieta Plaza (KTH)		
<b>Projektdeltagare</b>	KTH, ESEM, IVL, SYVAB		

### Syfte(n)

Huvudfokus är att utveckla en innovativ och hållbar teknik för att avlägsna kol från kommunalt avloppsvatten, och att samtidigt erhålla värdefulla produkter för olika applikationer som flyktiga fettsyror (VFA) från slambehandling. Det övergripande målet är att utveckla nya högkvalitativa produkter utöver biobränsle som säkerställer bidrar till en optimal resursåtervinning.

### Planerade aktiviteter 2021

- 1) Sammanställa och utvärdera försök med VFA produktion i större pilotskala vid Hammarby Sjöstadsverket (resultaten från driften under 2020).
- 2) Utvärdera möjligheter at använda producerad VFA som kolkälla i denitrifikationsprocessen.
- 3) Slutföra utvärdering av försök i labskala och i pilotskala reaktorer vid Hammarby Sjöstadsverket med VFA produktion från slam blandat med matavfall.
- 4) Sprida resultaten via seminarier och konferenser

### Kommentar:

Alla de planerade aktiviteterna har genomförts enligt plan. Fokus under 2021 har legat på utvärdering av alla försök i labskala och i pilotskala reaktorer vid Hammarby Sjöstadsverket med VFA produktion från slam blandat med matavfall. Resultaten presenteras i artikel publicerat i Bioresource Technology. Utvärdering av möjligheter at använda producerad VFA som kolkälla i denitrifikationsprocessen har genomförts. Dessutom har i laborietester har studerats hur olika förbehandlingsmetoder ökar VFA produktion under rötning av slam blandat med matavfall. Resultaten presenteras i artikel publicerat i Biomass and Bioenergy. Alla mål har uppfyllts.

	<b>Mål 2021</b>	<b>Utfall</b>
1	Presentationer på internationella konferenser (1 st)	Uppfyllt
2	Publikationer i internationella tidskrifter (2 st)	Uppfyllt

### Kommentar:

1. KTH doktoranden Isaac Owusu-Agyeman presenterade resultaten från genomförda studier på 2 internationella konferenser:
  - a) IWA 4th Resource Recovery Conference. September 5-8, 2021, Turkey;

b) 5th IWA Specialized International Conference "Ecotechnologies for Wastewater Treatment (ecoSTP)" June 21-25 2021, Milan, Italy.

Owusu-Agyeman, I., Plaza, E., & Cetecioglu, Z. (2021). Closing the gap between lab-scale and full-scale production of volatile fatty acids from wastes: The impact of substrate variability. IWA 4th Resource Recovery Conference 2021 – September 5-8, 2021 Turkey.

Owusu-Agyeman, I., Malovanyy A., Baresel C., Plaza E., Cetecioglu Z. (2021). Optimization of volatile fatty acid production from sewage sludge and external organic waste: pH effect and microbial community dynamics. 5th IWA Specialized International Conference 'Ecotechnologies for Wastewater Treatment (ecoSTP) 2021' - June 21-25, 2021. Milan, Italy.

2. 2 publikationer i internationella tidskrifter: Bioresource Technology och Biomass and Bioenergy.

Owusu-Agyeman, I., Plaza E., & Cetecioglu, Z. (2021) Long-term alkaline volatile fatty acids production from waste streams: Impact of pH and dominance of *Dysgonomonadaceae*. Bioresource Technology, 246, 126621. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126621>

Owusu-Agyeman, I., Balachandran, S., Plaza, E., & Cetecioglu, Z. (2021). Co-fermentation of municipal waste streams: Effects of pretreatment methods on volatile fatty acids production. Biomass and Bioenergy, 145, 105950. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105950>

### A3 Avloppsvattenrening med energieffektiv kväveavskiljning med anammox baserat på bärarmaterial

<b>Forskningsområde</b>	System och reningstekniker med närings- och resursåterföring		
<b>Projektnummer</b>	A3	<b>Projektperiod</b>	2019-01-01–2021-12-31
<b>Benämning</b>	Avloppsvattenrening med energieffektiv kväveavskiljning med anammox baserat på bärarmaterial		
<b>Totalbudget</b>	550 000 kr	<b>Utfall</b>	100 000 kr (SVU 2021)
<b>Ansvarig</b>	Elzbieta Plaza (KTH)		
<b>Projektdeltagare</b>	KTH, IVL		

<b>Syfte(n)</b>							
Huvudfokus är att utveckla en innovativ och hållbar teknik för att avlägsna kväve från kommunalt avloppsvatten och att ta fram underlag för att införa system med kvävereduktion i huvudström vid kommunala reningsverk genom deammonifikation baserat på bärare.							
<b>Planerade aktiviteter 2021</b>							
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Slutföra mikrobiologiska tester på prover från UASB reaktorer och sammanställa resultaten i ett manuskript för publikation i vetenskaplig tidskrift.</li> <li>2) Utvärdera resultaten från driften av UASB reaktor för avskiljning av organiskt material</li> <li>3) Sammanställa och utvärdera resultaten från aktivitetstester av olika mikroorganismer i IFAS system (annamox, AOB, NOB) och publicera i vetenskaplig tidskrift.</li> <li>4) Utvärdera ett energieffektivt system för avloppsvattenrening i huvudström med organisk materialavskiljning i UASB-reaktor och kväveavskiljning med anammox i IFAS-reaktor</li> </ol>							
<b>Kommentar:</b>							
<p>Under 2021 har alla planerade aktiviteter genomförts. Resultaten har utvärderats och presenterats i 2 vetenskapliga artiklar. Mikrobiologiska tester på prover från UASB reaktorer bearbetades. Resultaten från aktivitetstester av olika mikroorganismer i IFAS system (annamox, AOB, NOB) sammanställdes och utvärderades. Långtidsförsöken har möjliggjort utvärdering av ett energieffektivt system med A-steg för avskiljning av organiskt material i UASB reaktor och partiell nitritation/anammox i IFAS reaktor för kväveavskiljning.</p> <p>Alla mål har uppfyllts.</p>							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Mål 2021</b></th> <th><b>Utfall</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Publicerade artiklar i vetenskapliga tidskrifter (1 rörande mikrobiologiska tester från UASB, 1 rörande aktivitetstester i IFAS system)</td> <td>Uppfyllt</td> </tr> </tbody> </table>		<b>Mål 2021</b>	<b>Utfall</b>	1	Publicerade artiklar i vetenskapliga tidskrifter (1 rörande mikrobiologiska tester från UASB, 1 rörande aktivitetstester i IFAS system)	Uppfyllt
	<b>Mål 2021</b>	<b>Utfall</b>					
1	Publicerade artiklar i vetenskapliga tidskrifter (1 rörande mikrobiologiska tester från UASB, 1 rörande aktivitetstester i IFAS system)	Uppfyllt					

2	Presentationer av resultat från projektet vid nationella/internationella seminarier och konferenser (1-2st)	Uppfyllt
<p><b>Kommentar:</b></p> <p>1. 2 publikationer i internationella tidskrifter: Bioresource Technology och Environmental Technology + 1 Environmental Technology (submitted).</p> <p>Owusu-Agyeman, I., Plaza, E., &amp; Cetecioglu, Z. (2021). A pilot-scale study of granule-based anaerobic reactors for biogas recovery from municipal wastewater under sub-mesophilic conditions. <i>Bioresource Technology</i>, 337, 125431. <a href="https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125431">https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125431</a></p> <p>Trojanowicz, K., Trela, J., Plaza, E., (2021). Possible mechanism of efficient mainstream partial nitrification/anammox (PN/A) in hybrid bioreactors (IFAS). <i>Environ. Technol.</i>, <b>42(7)</b>, 1023-1037. <a href="https://doi.org/10.1080/09593330.2019.1650834">https://doi.org/10.1080/09593330.2019.1650834</a></p> <p>Trojanowicz, K, Trela, Plaza, E. (2021). Monitoring of deammonification process in the pilot-scale hybrid reactor (IFAS) by activity tests. Submitted to <i>Environmental Technology</i>.</p> <p>2. KTH doktoranden Isaac Owusu-Agyeman presenterade resultaten från genomförda studier på "5th IWA Specialized International Conference Ecotechnologies for Wastewater Treatment (ecoSTP), June 21-25 2021, Milan, Italy". Planerat "IWA Conference Wastewater, Water and Resource Recovery 2021" är flyttad till 10-13 April 2022 i Poznan, Polen (med KTH presentation av resultat från projektet).</p> <p>Owusu-Agyeman I., Cetecioglu Z., Plaza E. (2021). Direct energy recovery from municipal wastewater with UASB reactors: effects of operation parameters. 5th IWA Specialized International Conference 'Ecotechnologies for Wastewater Treatment (ecoSTP) 2021' - June 21-25, 2021. Milan, Italy.</p>		

## B2 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>	B2	Projektperiod	2019-01-20 – 2021-12-31
<b>Benämning</b>	Metodutveckling för kvantifiering och identifiering av mikroplast i slam och screening av olika avloppsslam		
<b>Totalbudget</b>	855 000 kr	<b>Utfall</b>	855 000 kr (200 000 kr SVU 2021)
<b>Ansvarig</b>	Sahar Dalahmeh		
<b>Projektdeltagare</b>	SLU, UU, SYV, EEM, VK, EK, KP, ÖK, TVAB		

<b>Syfte(n)</b>		
<p>Detta projekt syftar till utveckling av en metod för extrahering, kvantifiering och identifiering och av mikroplast i slam, samt användning av denna metod för mätning av mikroplast i slam från de deltagande organisationerna.</p>		
<b>Planerade aktiviteter 2021</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Slutföra det mikroplast extrahering protokoll</li> <li>2) Slutföra den instrumentalmetod för mikroplast analys</li> <li>3) Analysera mikroplast i slam från deltagande VA-organisationer</li> </ol>		
<b>Kommentar:</b>		
<p>Arbetet i projekt fungerade inte på effektivt sätt under 2021 på grund av restriktioner i labbet pga covid-19. Projektperioden förlängdes till 2024 (VV-kluster Mälardalen 2022-2024).</p>		
	<b>Mål 2021</b>	<b>Utfall</b>
1	Slutrapport av projektet	Ej uppfyllt
2	Presentationer av projektresultat i nationella seminarier/konferenser.	Ej uppfyllt
<b>Kommentar:</b>		
<p>Arbetet i projekt fungerade inte på effektivt sätt under 2021 på grund av restriktioner i labbet pga covid-19. Projektperioden förlängdes till 2024 (VA-kluster Mälardalen 2022-2024).</p>		



### B3 Läkemedelsrester i slamgödsblad åkermark och deras spridning till miljö

<b>Forskningsområde</b>	Metodik, teknik och kunskap för uppströmsarbete och hållbara kretslopp		
<b>Projektnummer</b>	B3	<b>Projektperiod</b>	2019-12-01–2021-12-31
<b>Benämning</b>	Läkemedelsrester i slamgödsblad åkermark och deras spridning till miljö		
<b>Totalbudget</b>	1 000 000kr	<b>Utfall</b>	1 000 000 kr (198 000 kr SVU 2021)
<b>Ansvarig</b>	Sahar Dalahmeh (SLU)		
<b>Projektdeltagare</b>	SLU, SYV, ESM, EK, NVOA, TVAB, VK, ÖK, UVAB.		

<b>Syfte(n)</b>										
Syftet med projektet är att undersöka om spridning av kommunalt avloppsslam orsakar förhöjda halter av läkemedelsrester (inkl. antibiotika) i odlingsjordar i Sverige och om gödslingen kan orsaka spridning av läkemedelsrester till omgivande miljö (t.ex. yt- och grundvatten).										
<b>Planerade aktiviteter 2021</b>										
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Slutföra lysimeter-experimentet kring om rörlighet av läkemedelsrester ifrån jord till vatten.</li> <li>2) Slutföra analyser av läkemedelsrester i jord och vatten</li> <li>3) Skriva slutrapport.</li> </ol>										
<b>Kommentar:</b>										
<i>Alla aktiviteter genomföras enligt planen. Skrivning av slutrapporten pågår och rapporten kommer att skickat till Va-organisationer för feedback i början av februari 2022.</i>										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Mål 2021</b></th> <th><b>Utfall</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Slutrapport av projektet</td> <td>Uppfyllt (delvis)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Presentationer av projektresultat i nationella seminarier/konferenser.</td> <td>Uppfyllt (delvis)</td> </tr> </tbody> </table>		<b>Mål 2021</b>	<b>Utfall</b>	1	Slutrapport av projektet	Uppfyllt (delvis)	2	Presentationer av projektresultat i nationella seminarier/konferenser.	Uppfyllt (delvis)
	<b>Mål 2021</b>	<b>Utfall</b>								
1	Slutrapport av projektet	Uppfyllt (delvis)								
2	Presentationer av projektresultat i nationella seminarier/konferenser.	Uppfyllt (delvis)								
<b>Kommentar:</b>										
<i>Första utkast av slutrapporten har skrivits och rapporten kommer att skickat till SVU Mars 2022.</i>										

## C1 Hållbarhetsanalys av värmeåtervinning ur avloppsvatten

<b>Forskningsområde</b>	Digitala tekniker för resurseffektiva avloppssystem		
<b>Projektnummer</b>	C1	<b>Projektperiod</b>	2017-03-01–2021-03-31
<b>Benämning</b>	Hållbarhetsanalys av värmeåtervinning ur avloppsvatten (HÅVA)		
<b>Totalbudget</b>	7 500 000kr	<b>Utfall</b>	500 000 kr (utöver budget)
<b>Ansvarig</b>	Ulf Jeppsson (LU)		
<b>Projektdeltagare</b>	LU, TVAB, KF, SVU, RISE, SWR samt flera klusterexterna partners		

<b>Syfte(n)</b>		
<p>Projektet syftar till att möjliggöra en mer omfattande återvinning av värme ur avloppsvatten genom att ta fram hur och var detta bäst utförs inom säkra gränser utan negativ påverkan på andra delar av stadens tekniska försörjningssystem. Syftet uppnås genom en hållbarhetsanalys över hela systemet som i möjligaste mån beaktar tekniska, miljömässiga, ekonomiska, organisatoriska och brukarnas aspekter. Ett modellverktyg tas fram och tillämpas i 2-3 fallstudier hos de medverkande organisationerna i Malmö, Linköping och Stockholmsområdet (samarbete även med energiföretag och fastighetsbolag etc). Projektet är genomfört och endast avslutande dokumentation och redovisning återstår.</p>		
<b>Planerade aktiviteter 2021</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Slutföra skrivande av de tidskriftsartiklar och rapporter som pågår samt få dessa publicerade</li> <li>2) Sammanställa resultat och slutsatser och presentera dessa i en SVU-rapport</li> <li>3) Om pandemin så tillåter presentera resultat på någon internationell konferens</li> <li>4) Slutredovisa projektet och dess ekonomi till FORMAS och SVU</li> </ol>		
<b>Kommentar:</b>		
<p>Avslutandet av projektet pågick tyvärr under hela 2021 och ytterligare egen finansiering fick skjutas till. Dock i slutändan genomfördes samtliga planerade aktiviteter med utmärkt resultat. Mjukvaruplattformen som utvecklats inom projektet har dessutom gjorts fritt tillgänglig för hela världen via GitHub.</p>		
	<b>Mål 2021</b>	<b>Utfall</b>
1	Ytterligare 2-3 internationella tidskriftsartiklar publicerade	Uppfyllt
2	SVU-rapport inlämnad och godkänd	Uppfyllt
3	Slutrapportera projektet till huvudfinansiären FORMAS samt SVU	Uppfyllt
<b>Kommentar:</b>		
<p>Samtliga mål är uppfyllda och avsevärt mer därtill. Samtliga tidskriftsartiklar har dessutom fritt tillgängliga via Open Access. Trots pandemi har projektets slutresultat presenterats flera gånger vid digitala samlingar – främst internationellt vid IWA</p>		

Digital World Water Congress samt NORDIWA konferensen samt vid flera nationella samlingar.

Tidskriftsartiklar:

Saagi, R., Arnell, M., Wärff, C., Ahlström, M., Jeppsson, U. (2022), "City-wide model-based analysis of heat recovery from wastewater using an uncertainty-based approach". *Science of the Total Environment* (accepted).

Arnell, M., Ahlström, M., Wärff, C., Saagi, R., Jeppsson, U. (2021), "Plant-wide modelling and analysis of WWTP temperature dynamics for sustainable heat recovery from wastewater". *Water Science and Technology*, vol. 84, no. 4, pp. 1023-1036.

Saagi, R., Arnell, M., Reyes, D., Wärff, C., Ahlström, M., Jeppsson, U. (2021), "Modelling temperature dynamics in sewer systems - Comparing mechanistic and conceptual modelling approaches". *Water Science and Technology*, vol. 84, no. 9, pp. 2335-2352.

Konferensbidrag:

Arnell, M., Ahlström, M., Wärff, C., Saagi, R., Jeppsson, U. (2021), "Plant-wide modelling and analysis of WWTP temperature dynamics for sustainable heat recovery from wastewater". *IWA Digital World Water Congress (IWA DWWC2021)*, 24 May-4 June, 2021.

Saagi, R., Reyes, D., Wärff, C., Ahlström, M., Arnell, M., Jeppsson, U. (2021), "City-wide model-based evaluation of heat recovery possibilities from wastewater". *IWA Digital World Water Congress (IWA DWWC2021)*, 24 May-4 June, 2021.

SVU-rapport:

Arnell, M., Saagi, R., Wärff, C., Ahlström, M., Jeppsson, U. (2021), Värmeåtervinning ur avloppsvatten. Energiåtervinning och påverkan på avloppssystemet. SVU rapport 2021-26, Stockholm, Sverige.

## C2 Övervakning och feldetektion på avloppsreningsverk

<b>Forskningsområde</b>	Digitala tekniker för resurseffektiva avloppssystem		
<b>Projektnummer</b>	C2	<b>Projektperiod</b>	2018-01-01 – 2021-04-30
<b>Benämning</b>	Övervakning och feldetektion på avloppsreningsverk		
<b>Totalbudget</b>	2 250 000 kr	<b>Utfall</b>	2 300 000 kr (210 000 kr SVU 2021)
<b>Ansvarig</b>	Bengt Carlsson (UU)		
<b>Projektdeltagare</b>	UU, IVL, SYV, KF, SVOA		

<b>Syfte(n)</b>		
För att klara skärpta reningskrav krävs högre tillförlitlighet på givare och de data som de producerar. I projektet studeras hur automatisk feldetektion baserat på dataanalys kan tillämpas för att uppnå bättre datakvalitet och därmed även förbättrad processtyrning. Både avancerade och enkla metoder studeras.		
<b>Planerade aktiviteter 2021</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Slutredigera avhandling och förbereda disputation.</li> <li>2) Redigera manuskriptet "Practicability of mass balance-based data reconciliation for process rate monitoring in water resource recovery facilities".</li> <li>3) Sprida forskningsresultaten från avhandlingen till Svenskt Vattens medlemmar i ett lämpligt format inklusive NordIWA 2021.</li> </ol>		
<b>Kommentar:</b>		
Planerade aktiviteter har genomförts.		
	<b>Mål 2021</b>	<b>Utfall</b>
1	Trycka och presentera doktorsavhandling.	Uppfyllt
2	Slutredigera och skicka in ett artikelmanuskript till vetenskaplig tidskrift och ett abstract till NordIWA 2021. Sammanställa resultat och skicka in ett abstract till WRRmod 2021.	Uppfyllt
3	Presentationer: offentlig disputation (via zoom) på Uppsala universitet	Uppfyllt

**Kommentar:**

Under året har också följande publiceringar och aktiviteter genomförts:

Tidskriftsbidrag

O. Samuelsson, G. Olsson, E. Lindblom, A. Björk and B. Carlsson (2021). Sensor bias impact on efficient aeration control during diurnal load variations. *Water Sci Technol* (2021) 83 (6): 1335–1346.

O. Samuelsson, A. Björk and B. Carlsson (2021). Model-Based Monitoring of Diffuser Fouling Using Standard Sensors. *Water Research X*, vol 13.

Konferenspresentationer

Improving data quality with mass balances and data reconciliation (O. Samuelsson, H. Q. Le, S. Erikstam, A. Björk, E. I. P. Volcke, and B. Carlsson). *Nordiwa 21-09-28–30*.

To calibrate or not to calibrate, that is the question (O. Samuelsson, E. Lindblom, A. Björk, and B. Carlsson). *WRRmod2021 21-08-25–28*.

### C3 Digital tvilling för hållbar och resurseffektiv drift av avloppsreningsverk

<b>Forskningsområde</b>	Digitala tekniker för resurseffektiva avloppssystem		
<b>Projektnummer</b>	C3	<b>Projektperiod</b>	2020-06-01–2023-05-31
<b>Benämning</b>	Digital tvilling för hållbar och resurseffektiv drift av avloppsreningsverk		
<b>Totalbudget</b>	8 158 270 kr	<b>Utfall</b>	2 500 000 kr (125 000 kr SVU 2021)
<b>Ansvarig</b>	Magnus Arnell & Christoffer Wärf (RISE) / Ulf Jeppsson (LU)		
<b>Projektdeltagare</b>	LU, RISE, NSVA, Gemit Solutions AB samt andra klusterexterna partners		

#### Syfte(n)

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 full skala 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).

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. Projektet tar inspiration från HP-projekt C2, Future City Flow projektet och flera internationella nystartade projekt. Inte minst är kopplingen till HP-projekt C4 mycket stark då det löper parallellt och i fas med C3. Synergieffekterna förväntas bli avsevärda. C3 fokuserar på ett verk och blir mer en top-down metodik medan C4 involverar tre verk och blir mer en bottom-up metodik med fokus på några särskilt intressanta delprocesser.

Projektet genomförs av en industridoktorand samt en mindre del seniorforskning. Projektet kommer på grund av försenat beslut och en kommande föräldradledighet 2021 löptidsförlängas men 9-12 månader hos Formas relativt den ursprungliga projektperioden angiven i tabellen ovan.

<b>Planerade aktiviteter 2021</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ordna formalia avseende ekonomi, partneravtal, antagning som industridoktorand etc.</li> <li>2) Söka och sammanställa tillgänglig litteratur med relevans för projektet, främst avseende modellering av biologisk fosforering</li> <li>3) Skapa hemsida för projektet, etablera Sharepointmiljö för projektgruppen och rutiner för löpande projektmöten och avstämningar med styr- och referensgrupp trots pandemi</li> <li>4) Genomföra 20-30 hp relevanta forskarutbildningskurser för industridoktoranden</li> <li>5) Implementera och kalibrera en dynamisk modell för Öresundsverket i Matlab</li> <li>6) Etablera access och analysera tillgängliga data på Öresundsverket via aCurve programvara samt sammanställa behov av nya funktioner och algoritmer i aCurve</li> <li>7) Sammanställa behov av mätkampanjer och extra sensorer på Öresundsverket</li> <li>8) Etablera kontakt och ge projektinformation till driftspersonal på verket</li> <li>9) Skapa och testa olika typer av black-box modeller för någon delprocess baserat på maskininlärning med simulerade eller verkliga data</li> </ol>		
<p><b>Kommentar:</b>  Aktiviteter 1-4 samt 7 har genomförts med utmärkt resultat. En ny avancerad sensor för att karaktärisera inkommande avloppsvatten har genomgått omfattande fullskalförsök vid NSVA under 2021 och upphandling pågår nu. Dessutom går ett antal mätkampanjer genomförts i samband med dessa tester. Aktivitet 5 är nästan slutförd och avseende aktivitet 6 återstår att sammanställa behov av nya funktioner i aCurve. På grund av restriktioner har aktivitet 8 varit svår att genomföra fullt ut på önskvärt sätt (även om några fysiska platsbesök faktiskt har gjorts vid Öresundsverket i Helsingborg under året) och kommer därför behöva fortsätta under 2022. Aktivitet 9 har ännu inte påbörjats.</p>		
	<b>Mål 2021</b>	<b>Utfall</b>
1	Alla avtal, kontrakt, projekthemsida, Sharepointmiljö och projektrutiner på plats	Uppfyllt
2	Literature review rapport publicerad	Uppfyllt
3	Kalibrerad dynamisk modell för Öresundsverket implementerad och validerad i Matlab	Delvis uppfyllt
4	Rapport över mätbehov vid verket samt utvecklingsbehov i aCurve	Delvis uppfyllt
5	Presentation av delresultat vid en nationell eller internationell konferens/workshop	Uppfyllt
<p><b>Kommentar:</b>  En dynamisk modell för Öresundsverket har implementerats i Matlab och slutlig kalibrering/validering av modellen pågår. Mätbehov och behov av extra mätkampanjer vid Öresundsverket har identifierats och flera också genomförts under 2021. Dock har behovet av nya verktyg och algoritmer i aCurve inte slutförts. Trots pandemi har projektets presenterats ett antal gånger vid digitala samlingar – främst på nationell nivå men även internationellt.</p>		

Mål 2) Wärf, C. (2021), Wastewater treatment process models for enhanced biological phosphorus removal and VFA-production - A literature review. Technical report, Division of Industrial Electrical Engineering and Automation, Lund University, LUTEDX/(TEIE-7281)/1-36/(2021)



## C4 Implementering av digitala tvillingar på reningsverk

<b>Forskningsområde</b>	Digitala tekniker för resurseffektiva avloppssystem		
<b>Projektnummer</b>	C4	Projektperiod	2020-07-01–2022-12-31
<b>Benämning</b>	Implementering av digitala tvillingar på reningsverk		
<b>Totalbudget</b>	4 117 000 kr	<b>Utfall</b>	1 000 000 kr (125 000 kr SVU 2021)
<b>Ansvarig</b>	Hanna Molin (IVL) / Ulf Jeppsson (LU)		
<b>Projektdeltagare</b>	LU, UU, IVL, SVOA, KF, SYVAB		

### Syfte(n)

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. 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 C4 på beslutsstöd, detektera processavvikelser och behov av underhållsåtgärder i realtid medan C3 är mer inriktat mot modellbaserad styrning. Tillsammans torde projekten C3 och C4 producera en mängd verktyg för den framtida digitaliseringen av avloppsreningsverk. De metoder som utvecklas kommer om möjligt att vara generiska. Projektet tar inspiration från HP-projekt C2, Future City Flow projektet och flera internationella nystartade projekt. Inte minst är kopplingen till HP-projekt C3 mycket stark då det löper parallellt och i fas med C4. Synergieffekterna förväntas bli avsevärda. C4 involverar tre verk och blir mer en bottom-up metodik med fokus på några särskilt intressanta delprocesser medan C3 fokuserar på ett verk och blir mer en top-down metodik. Projektet genomförs av en industridoktorand. Ekonomiska medel för projektet finns reserverade för ytterligare 2-3 år, men beslutas om baserat på en avstämning i slutet av 2022.

### Planerade aktiviteter 2021

- 1) Ordna formalia avseende ekonomi, partneravtal, antagning som industridoktorand etc.
- 2) Söka och sammanställa tillgänglig litteratur med relevans för projektet, främst avseende digitala tvillingar och AI-metodik

- 3) Skapa hemsida för projektet, etablera Sharepointmiljö för projektgruppen och rutiner för löpande projektmöten och avstämningar med styrgrupp trots pandemi
- 4) Genomföra 20-30 hp relevanta forskarutbildningskurser för industridoktoranden
- 5) Etablera access och analysera tillgängliga data på SVOA, Käppala och SYVAB via aCurve programvara samt sammanställa behov av nya funktioner och algoritmer i aCurve
- 6) Sammanställa behov av mätkampanjer och extra sensorer på respektive verk
- 7) Etablera kontakt och ge projektinformation till driftspersonal på verken
- 8) Identifiera särskilt prioriterade delprocesser i samverkan med verken
- 9) Skapa och testa olika typer av black-box modeller för några delprocess baserat på maskininlärning med verkliga data

**Kommentar:**

Aktiviteterna 1-4 har genomförts med utmärkt resultat. I enlighet med aktivitet 5 finns full access till data från verken via aCurve men behov av ytterligare funktioner i den programvaran har inte sammanställts (samordnas med projekt C3). Aktivitet 6 är inte avslutad. Som ett resultat av aktivitet 7 och 9 har en softsensor för estimering av returslamflöde för Henriksdal implementerats och ett bidrag har skickats in till IWA World Water Congress 2022. Ytterligare ett par andra delprocesser har identifierats som särskilt intressanta att arbeta vidare med (t ex avvattning och förtjockning). På grund av restriktioner har aktivitet 7 varit svår att genomföra fullt ut på önskvärt sätt (även om ett platsbesök faktiskt har gjorts vid SVOA under året) och kommer därför behöva intensifieras under 2022.

	Mål 2021	Utfall
1	Alla avtal, kontrakt, projekthemsida, Sharepointmiljö och projektrutiner på plats	Uppfyllt
2	Literature review rapport publicerad	Uppfyllt
3	Rapport med Identifiering och beskrivning av prioriterade delprocesser samt resultat av simuleringar med olika AI-modeller för någon av dessa	Delvis uppfyllt
4	Rapport över mätbehov vid verken samt utvecklingsbehov i aCurve	Ej uppfyllt
5	Presentation av delresultat vid en nationell eller internationell konferens/workshop	Uppfyllt

**Kommentar:**

Mätbehov och behov av extra mätkampanjer vid verken har ännu inte specifikt identifierats och inte heller behovet av nya verktyg och algoritmer i aCurve. Detta beror delvis på sjukskrivning och delvis på att befintliga data via aCurve har varit tillfyllest för den första implementationen. Ett antal intressanta delprocesser för AI applikation har identifierats tillsammans med styrgruppen från de tre verken och fokus har under 2021 legat på estimering av returslamflödet vid Henriksdals MBR linje. Flera olika typer av modeller har byggts ihop i en softsensor. Dock bygger inga

av dessa modeller på ren AI/maskininlärning. Trots pandemi har projektets presenterats ett antal gånger vid digitala samlingar – främst på nationell nivå.

Mål 2) Molin, H. (2021), Implementation of digital twins at water resource recovery facilities. Technical report, Division of Industrial Electrical Engineering and Automation, Lund University, LUTEDX/(TEIE-7276)/1-20/(2021).

## C5 Osäkerhetsanalys och simulering för resilient dimensionering av reningsverk

<b>Forskningsområde</b>	Digitala tekniker för resurseffektiva avloppssystem		
<b>Projektnummer</b>	C5	<b>Projektperiod</b>	2020-09-01–2022-03-31
<b>Benämning</b>	Osäkerhetsanalys och simulering för resilient dimensionering av avloppsreningsverk		
<b>Totalbudget</b>	2 410 040 kr	<b>Utfall</b>	1 600 000 kr (40 000 kr SVU 2021)
<b>Ansvarig</b>	Erik Lindblom (LU/IVL) & Oscar Samuelsson (IVL)		
<b>Projektmedtagare</b>	LU, IVL, UVAB, SVOA samt flera klusterexterna partners		

### Syfte(n)

Projektets mål är att förbättra dimensioneringsprocessen genom att öka kunskapen och medvetenheten om de ingående antaganden som oundvikligen måste göras samt presentera praktiskt användbara metoder för att hantera osäkerheterna:

- Vilka indata i form av flöden, temperatur och sammansättning på inkommande avloppsvatten är viktigast vid olika formuleringar (mängd/halt) av reningskrav? Hur bör osäkerheten i dessa inkluderas vid framtagandet av dimensionerande förutsättningar?
- Vid statistiska dimensioneringsberäkningar: Hur stor skillnad är det mellan de konventionella designmodellerna? Vilka kostnadsdrivande designstorheter påverkas mest av val av beräkningsmetod och parametervärden?
- Definiera och implementera matematiska och statistiska modeller för störningar och osäkra indata som blir underlag för dimensionering och prestandatest.
- Utveckla och testa en metod för hur dynamiska processmodeller kan användas för att verifiera en resilient dimensionering och processdesign.

### Planerade aktiviteter 2021

- 1) Sammanställa information om deltagande reningsverks nuvarande och framtida (UV) dimensioneringar och osäkerhetsanalys av dessa
- 2) Val av mjukvara och implementering av dynamisk modell för UV:s framtida reningsprocess
- 3) Genomföra dynamisk osäkerhetsbaserad simulering av dimensionerande scenarier för UV och SVOA

### Kommentar:

1) har genomförts genom att studera de förstudier som ligger till grund för reningsverkens processer. Samtal/intervjuer med de konsulter som gjort dimensioneringarna har gett ytterligare information. För 2) har Simba<sup>#</sup> valts och en dynamisk modell för den framtida prelimära driftstrategin för bioblock C implementerats. 3) För UV har osäkerhetsbaserad simulering av dimensionerande scenarier genomförts (fokus på osäkerhet i mätningar på inkommande vatten). För

SVOA är aktivitet 3) något försenad vilket delvis beror på försenad provtagning vilket ligger utanför projektets kontroll. Aktiviteten genomförs i början av 2022.		
	<b>Mål 2021</b>	<b>Utfall</b>
1	Planering och genomförande av en workshop med projektets referensgrupp	Uppfyllt
2	Presentation av delresultat vid en nationell eller internationell konferens/workshop	Delvis uppfyllt
3	Genomföra huvuddelen av projektets aktiviteter enligt projektbeskrivning	Uppfyllt
4	Rapportutkast med huvudsaklig struktur godkänd av projektgrupp	Ej uppfyllt
<p><b>Kommentar:</b>  Projektresultat har presenterats för projekts relativt stora referensgrupp. Ett abstract med resultat är inskickat till IWA:s world water congress som kommer hållas i september 2022. Målet kring rapportutkast har ännu inte presenterats för projektgruppen vilket beror på att arbete med projektaktiviteterna prioriterats. Det finns gott om tid kvar för att samtliga i projektet skall bli nöjda med rapporten som skrivs under våren 2022.</p>		

## Forskningsprojekt inom VA-kluster Mälardalen

Aktiva forskningsprojekt hos VA-kluster Mälardalens medlemmar under år 2021 sorterade per forskningsområde (A, B, C).

Projektägare	Forskningsområde	Projektnamn	Klusterdeltagare	Finansiär(er)	Projekttyp	Budget 2021 (klustermedlemmar)
IVL	A	Membranteknik vid svenska förhållanden – Långtidsförsök med membranrening för att utvärdera driftfall och möjligheter med membranteknik på Henriksdals ARV	IVL, SVOA	SIVL, SVOA	KSP	4 666 667
IVL	A	Pulp&Fuel - Pulp and Paper Industry Waste to Fuel	IVL	EU, SIVL	ÖP	200 000
IVL	A	Rening av lakvatten från PFAS	IVL	SIVL, Ö	ÖP	1 500 000
IVL	C	Implementering av digitala tvillingar på reningsverk	IVL, LU, UU, SVOA, KF, SYV	HP, SVOA, KF, SYVAB, SIVL	HP	600 000
IVL	C	Osäkerhetsanalys och simulering för resilient dimensionering av reningsverk	IVL, LU, UVAB, SVOA	SVU, SIVL, IVL	HP	250 000
IVL	C	Bästa möjliga data	IVL, SVOA, FF, EEM, ME, TVAB	SIVL, SVU, SVOA, ME, Ö	KSP	500 000
IVL	A	Arena av testbäddar för näringsåtervinning från avloppsströmmar	IVL, RISE, SVOA, KF	VINN, Ö		250 000
IVL	A	Rening av lakvatten från PFAS med flergångsanvändning av jonbytare	IVL, SLU	SIVL, Ö	ÖP	50 000
IVL	B	PFAS – Hur kan svenska ARV bemöta denna utmaning	KF, SVOA, SYV, TV	SVU	ÖP	300 000

Projektägare	Forsknings- område	Projekt namn	Klusterdeltagare	Finansiär(er)	Projekt- typ	Budget 2021 (klustermedlemmar)
KTH	A	Avloppsvattenrening med energieffektiv kväveavskiljning baserat på bärarmaterial	KTH	HP	HP	100 000
KTH	A	Avloppsvattenrening med energieffektiv kväveavskiljning	KTH	Ö	ÖP	50 000
KTH	A	Filtration system for on-site wastewater treatment- experience from modelling and experimental investigations	KTH	KTH, Ö	ÖP	133 333
KTH	A	Innovativ avskiljning av N, P och organiskt material i utflöden från recirkulerande vattenbruksanläggningar (Bonus CLEANAQ)	KTH	VINN	ÖP	88 564
KTH	A	Kolåtervinning för hållbar avloppsvattenrening	KTH	HP	HP	265 000
KTH	A	Nästa generationens koldioxidneutrala avloppsreningsverk - CarbonNextGen	KTH, IVL, SYV	KTH, IVL, SYV, Ö	KSP	0
KTH	A	The Potential of Innovative Technologies to Improve Sustainability of Sewage Treatment Plants – "Pioneer STP".	KTH	EU, FORM, Ö	ÖP	0
KTH	A	Vattenrening av sjöars hypolimnion med recirkulerande lågflödespumpning genom reaktiva filtermaterial -fältförsök.				245 000
KTH	A	WIN4LAKE; Win.win solution for the Batlic Sea Lake`s Restoration				250 000
KTH/TRV		Driftsäker och hållbar dagvattenrening för lösta föroreningar	KTH	Ö	ÖP	200 000
KTH	A	Fosfor återvinning från sjösediment och hypolimnetiskt vatten	KTH	Ö	HP	147 987

## Verksamhetsberättelse 2021

Projektägare	Forsknings- område	Projektnamn	Klusterdeltagare	Finansiär(er)	Projekt- typ	Budget 2021 (klustermedlemmar)
LU	C	Hållbarhetsanalys av värmeåtervinning ur avloppsvatten (HÅVA)	LU, TVAB, KF, RISE	HP, FORM, Ö	HP	1 000 000
LU	C	Design av finblåsiga luftarsystem för bästa möjliga energieffektivitet	LU	Ö	ÖP	30 000
MDH	A, D	Control4Reuse	MDH		ÖP	1 033 444
MDH	D	Metoder för hållbar slamhantering och återföring av växtnäring och organiskt material till produktiv mark	MDH,EEM,ME	HP	HP	750 297
MDH	C,D	Integration of HTC in wastewater treatment plants	MDH, EEM, ME	Ö	KSP	522 640
MDH	B	Flexibioogas	MDH, EEM, ME	Ö	KSP	259 312
MDH	A	RENAISSANCE	MDH, EEM, ME	Ö	KSP	429 426
RISE	A, D, E	MACRO - Mat i cirkulära robusta system	RISE, LU, SLU	VINN	KSP	2 000 000
RISE	C	State of Knowledge – Digitalisering i den Svenska VA-branschen	RISE, IVL, LU, UU, MDH, KTH, SLU, SVOA, TVAB, NOD, KF, EEM, ME	SVU, Ö	KSP	100 000
RISE	C	Digital tvilling för hållbar och resurseffektiv drift av avloppsreningsverk	LU, RISE	HP, FORM, SVU, RISE, Ö	HP	500 000
RISE	C	InfraMaint	RISE, KTH	SVU, Ö	KSP	5 000 000



Projektägare	Forsknings- område	Projektnamn	Klusterdeltagare	Finansiär(er)	Projekt- typ	Budget 2021 (klustermedlemmar)
RISE	B	Karakterisering av kommunalt avloppsvatten	RISE, IVL	SVU	KSP	200 000
SLU	A, B	Anpassning och innovation i sanitetsplanering: En undersökning av teknisk och samhällelig beredskap för alternativa kretsloppssystem	SLU, RISE	Ö	KSP	809 400
SLU	B	Metodutveckling för kvantifiering och identifiering av mikroplast i slam och screening av olika avloppsslam	SLU	SVU	ÖP	316 750
SLU	A, B	Run4Life - Recovery and utilization of nutrients 4 low impact fertilizer	SLU	EU	ÖP	900 000
SLU	B	End-of-wastewater: Co-creation of a knowledge brokering and public engagement toolbox to support sustainable nutrient and carbon recovery and reuse.	RISE, SLU	Ö	KSP	393 451
SLU	B	UDT 2.0 - UrinDehydreringsTeknik för Sanitet 2.0	SLU	FORM	ÖP	982 250
SLU	B	Urine Drying - Process optimisation and underlying processes	SLU	FORM	ÖP	750 000
SLU	A, B	Capturing nutrients in Urine Socio-technical evaluation of urine concentrating technologies	SLU	FORM	ÖP	996 479
SLU (VA Syd)	A, B	Testbädd Ellinge - torkning, pyrolys och produktifiering av avloppsslam	SLU, RISE	VINN	KSP	750 000
SVOA	C	Simulering av tvåstegsrötning på Henriksdals reningsverk	LU, SVOA	SVOA	KSP	150 000
UU (Geo)	A	Deltagardriven planering av små och enskilda avlopp i Sverige	UU	FORM	ÖP	2 300 000

## Verksamhetsberättelse 2021

Projektägare	Forsknings- område	Projekt namn	Klusterdeltagare	Finansiär(er)	Projekt- typ	Budget 2021 (klustermedlemmar)
UU (Geo)	A	Små avloppsrening i Bolivia: Hållbara reningstekniker och deltagardriven planering	UU	Ö	ÖP	1 250 000
UU (Geo)	A	Läkemedelsrester i slam gödslad åkermark och deras spridning till miljö	KF, UVAB, VK, TV, EEM	KF, UVAB, VK, TV, EEM	KSP	623 000
UU (Geo)	A	Co-design aav små och enskilda avlopp	UU	FORM	ÖP	2 999 999
UU (IT)	C	Modellering av avloppsnätverk , postdoc tjänst	UU	UU	ÖP	500 000
UU (IT)	C	Crush Covid	UU (5 inst)	VINN, Ö	ÖP	1 300 000
UU(IT)	C	Resilience, Safety, and Security in Tree-structured Civil Networks	UU	Ö	ÖP	700 000
<b>TOTAL PROJEKTVOLYM</b>						<b>38 935 499</b>

**Förkortningar:****Forskningsområde**

A	System och reningstekniker med närings- och resursåterföring
B	Metodik, teknik och kunskap för uppströmsarbete och hållbara kretslopp
C	Digitala tekniker för resurseffektiva avloppssystem

**Huvudfinansiärer**

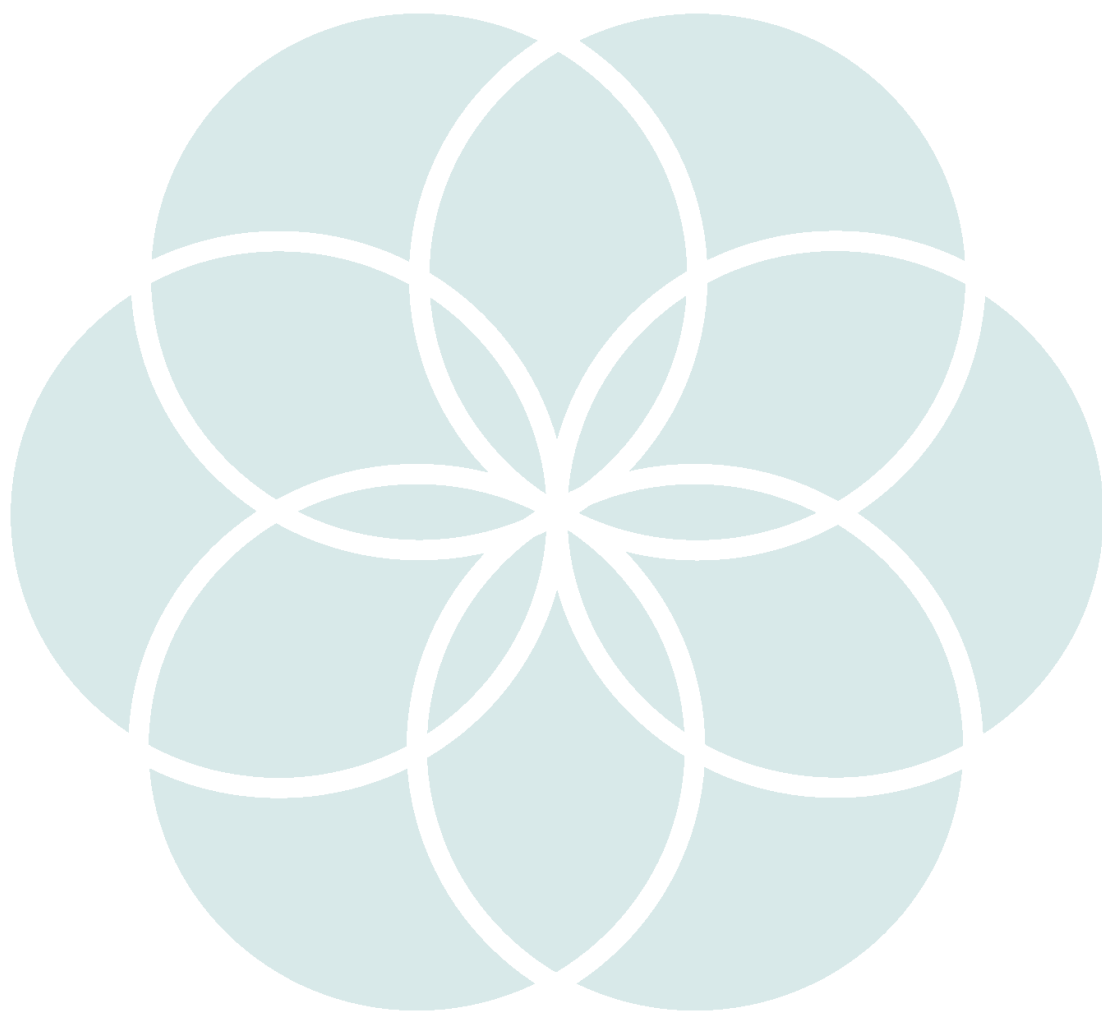
HP	SVU högskoleprogram
SVU	SVU
SIVL	IVL (samfinans)
HAV	Havs- och vattenmyndigheten
VIN	Vinnova
FORM	FORMAS
EU	EU
IND	Industriella medel
Ö	Övriga

**Projekttyp**

HP	Högskoleprogram
KSP	Klustersamarbetsprojekt (minst 2 klustermedlemmar)
ÖP	Övrigt projekt

**Projektdeltagare**

EK	Enköpings kommun
EEM	Eskilstuna Energi och Miljö
FEV	Falun Energi och Vatten
IVL	IVL Svenska Miljöinstitutet
KTH	Kungliga Tekniska Högskolan
KF	Käppalaförbundet
LU	Lunds universitet
MDH	Mälardalens högskola
ME	Mälarenergi
NOD	Nodra
RISE	RISE
RV	Roslagsvatten
SVOA	Stockholm Vatten
SLU	Sveriges Lantbruksuniversitet
SYV	SYVAB
TVAB	Tekniska verken
UU	Uppsala universitet
UVAB	Uppsala vatten
VK	Växjö kommun
ÖK	Örebro kommun



**VA-kluster Mälardalen**