

Verksamhetsberättelse

VA-kluster Mälardalen 2017



Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Verksamhetsuppföljning 2017	5
Ledning och organisation	7
Forskningsverksamhet	9
Utbildningssamordning	10
Övrig verksamhet.....	10
Kommunikation och informationsspridning.....	10
Ekonomi	13
Bilagor	18
Bilaga 1: Representanter i VA-kluster Mälardalen.....	19
Bilaga 2: VA-kluster Mälardalens forskargrupper	20
Bilaga 3: Samordning utbildning 2017	24
Bilaga 4: A) Innovativa och klimatsmarta processlösningar för resurseffektiv rening av kväve, fosfor, BOD, och svårnedbrytbara ämnen.....	27
Bilaga 5: B) Innovativa och klimatsmarta processlösningar för effektiv biogasproduktion	31
Bilaga 6: C) Systemanalytiska metoder för resurseffektiv avloppshantering	31
Bilaga 7: D) Metoder för hållbar slamhantering och återföring av växtnäring och organiskt material till produktiv mark.	39
Bilaga 8: E) Metodik och kunskapsunderlag för uppströmsarbete.....	41
Bilaga 9: Forskningsprojekt inom VA-kluster Mälardalen	47

Sammanfattning

VA-kluster Mälardalen är en del av Svenskt Vatten Utvecklings satsning på projektprogram inom VA-forskning för högskolor och universitet. Syftet med högskolesatsningen är att säkerställa VA-organisationernas kompetens och kunskapsbehov på kort och lång sikt. VA-kluster Mälardalen samlar regional forskningskompetens och verksamhetsutövare vid VA-organisationer för samarbeten kring avlopps- och slamhantering med fokus på effektivt resursutnyttjande.

Resultat från projekt och forskning inom klustret har presenterats på ett flertal internationella och nationella konferenser under året. Bland annat på Conference on Instrumentation, Control and Automation i Quebec, NORDIWA i Århus och IWA Sweden Microplastics Conference. Under 2017 var VA-kluster Mälardalen med och planerade den Nationella konferensen för avlopp & Miljö i Växjö och även arbetade med att arrangera samma konferens 2018.

Under året försvarades fyra doktorsavhandlingar och en licentiatavhandling på klustrets lärosäten. Forskarskolan, Water Research School startade under 2017 där 8 av klustrets doktorander deltar. Forskarskolan är en gemensam utbildningsaktivitet för samtliga kluster, där klustrens lärosäten ger kurser (2-6 hec) för doktorander och yrkesverksamma inom olika VA-områden.

Verksamhetsuppföljning 2017

VA-kluster Mälardalens arbete under året har utvärderats utifrån de verksamhetsmål som beskrevs i verksamhetsplanen för 2017. Dessa mål utgår från målen i ansökan till Svenskt Vatten Utveckling (SVU) för perioden 2016-2018. Verksamheten utvärderas utifrån nivåerna G= god nivå, A= acceptabel nivå och O=otillfredsställande nivå och visas i Tabell 1.

Tabell 1. Verksamhetsuppföljning (G=god, A=acceptabel, O=otillfredsställande) för 2017.

	Verksamhetsinriktning	Nivå	Kommentar/referens
1	<p>Förstärka projektverksamheten inom klustrets prioriterade forskningsområden</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verka för att fler ämnesgrupper startas upp och att uppstartade grupper fortsätter samarbetet - Ta fram forskningssamarbeten mellan lärosäten och VA-organisationer t.ex. inom uppströmsarbete - Verka för att Water Cloud Competence Centre (WCCC)-konsortiet söker nya forskningsmedel med klustret som bas 	A	<p>Under året har ett antal ansökningar genomförts även om tyngpunkten har varit att starta upp de forskningsprojekt som tidigare beviljats.</p> <p>Ytterligare finansiering till projektet E1.AP3 inom forskningsområdet uppströmsarbete har tillkommit vilket möjliggör att projektet kan starta 2018.</p> <p>Inga nya Ämnesgrupper har startats men det har varit stor aktivitet i inom Uppströmsarbete och Hållbara kretslopp.</p> <p>Konsortiet inom WCCC har inte påbörjat någon ny ansökan.</p>
2	<p>Arbeta med utbildningsfrågor inom grundutbildning, forskarutbildning och utbildning för yrkesverksamma enligt de specificerade utbildningsmålen för 2017:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uppnå målen inom området Samordning utbildning - Verka för att forskarskolan får en bra uppstart inkl. att ta fram preliminära kursplaner 	G	<p>De specificerade utbildningsmålen har uppfyllts väl. Forskarskolan har fått en bra start (kick-off i Uppsala den 6-7 april) med drygt 30 registrerade doktorander varav åtta stycken från VA-kluster Mälardalen.</p>
3	<p>Utvärdera samverkan mellan klusterprojekt och teknikleverantörer i VA-branschen</p>	A	<p>Frågan har diskuterats inom klustrets styrgrupp med slutsatsen att teknikleverantörer främst är välkomna att bidra till klustret genom industridoktorander. Frågan tas upp i samband med ny SVU-ansökan 2018.</p>
4	<p>Fortsätt utveckla samarbetet mellan övriga</p>	G	<p>Arbete har bedrivits inom 2</p>

högskoleprogram både inom forskning och utbildning

ämnesgrupper: Processmodellering och Uppströmsarbete och hållbara kretslopp. Arbetet inför forskarskolan har stärkt samarbetet mellan de olika lärosätena i olika klustren.

Utöver en årlig verksamhetsinriktning har klustret fyra långsiktiga inriktningar som revideras vid slutet av varje treårig projektperiod. Verksamhetsinriktningarna utvärderas utifrån nivåerna P=påbörjat och E=ej påbörjat och återfinns i Tabell 2.

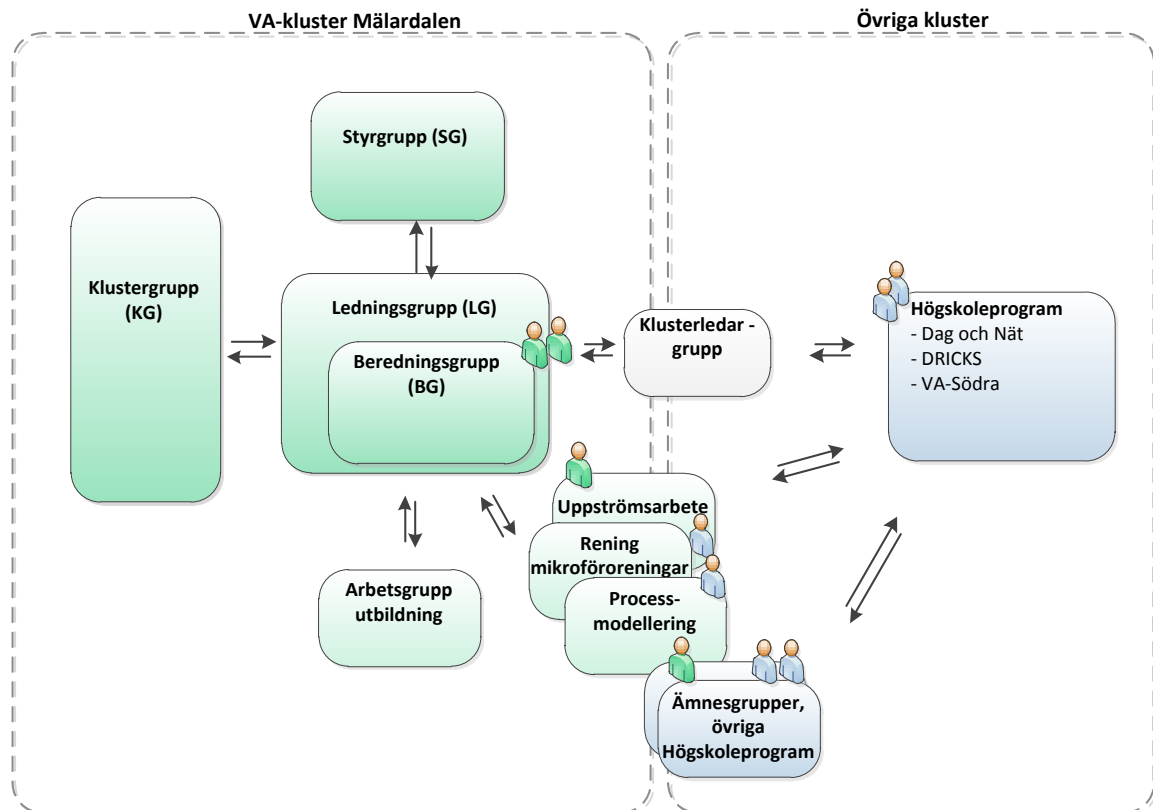
Tabell 2. Påbörjat (P) eller Ej påbörjat (E) arbete med klustrets långsiktiga verksamhetsinriktning.

	Verksamhetsinriktning	Nivå	Kommentar/referens
1	Vara ett stöd för verksamheten hos klustrets medlemmar och övriga VA-Sverige genom att bidra med kunskaps- och erfarenhetsutbyte inom VA i Mälardalen, nationellt och internationellt.	P	Utvärderas under hösten 2018 i samband med SVUs utvärdering av högskoleprogrammen.
2	Bedriva och utveckla VA-utbildningar i toppklass, både för studenter och yrkesverksamma, och därmed bidra till att försörja branschen med kvalificerad personal.	P	Under 2017 genomfördes 40 examensarbeten på klustrets lärosäten.
3	Hitta lösningar för att effektivisera avloppssystem och säker näringsåterföring utifrån ett helhetsperspektiv för en bättre miljö.	P	Bedrivs inom samtliga klustrets forskningsområden. Framförallt inom forskningsområde D och E, där en klusterdoktorand startat 2017 (D) och finansiering för ett större projekt inom Uppströmsarbete och kretslopp (E) säkrats för 2018.
4	Utöka samarbete med övriga högskoleprogram och teknikleverantörer	P	Inom olika projekt, framförallt vid Hammarby Sjästadverket, sker samarbete mellan klustermedlemmar och teknikleverantörer och konsultföretag.

Ledning och organisation

Klustrets olika organisations- och samverkansmodell presenteras i Figur 1. Ledamöterna i klusterorganen återfinns i Bilaga 2

Organisations- och samverkansmodell VA-kluster Mälardalen



Figur 1. Organisationsschema för VA-kluster Mälardalen.

Beskrivningen av klustrets organ följer nedan.

Klustergrupp

Deltagare: En representant från varje medlemsorganisation, 18 personer (2017).

Aktiviteter: Klusterrepresentanten är en naturlig länk mellan klustret och sin organisation och vidarebefordrar information mellan dessa. Klustergruppen träffas 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.

Styrgrupp

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

Aktiviteter: 3-4 möten/år

- Följer löpande upp projektet 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.

Ledningsgrupp

Deltagare: Tre representanter för VA-organisationerna utifrån geografisk spridning, en representant från varje lärosäte och institut, 10 personer (2017).

Aktiviteter: 2-3 möten/år

- 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.

Beredningsgrupp

Deltagare: Ledningsgruppen exklusive representanter från VA-organisationer, 7 personer (2017).

Aktiviteter: 2-3 möten/år.

- Arbetar med frågor som främst rör lärosäten och forskningsinstitut. Viktiga diskussionspunkter och beslut bereds till ledningsgruppen där även VA-organisationerna deltar.

Arbetsgrupp utbildning

Deltagare: Representanter från lärosäten, 5 personer (2017).

Aktiviteter: Diskuterar utbildningssamarbeten inom klustret, 4-6 möten/år.

Forskningsverksamhet

Inom VA-kluster Mälardalen verkar fem universitet, två forskningsinstitut och 11 VA-organisationer. I Bilaga 2 presenteras klustrets forskargrupper. En sammanfattning av forskargruppernas storlek finns i Tabell 3.

Tabell 3. Antalet forskare och doktorander inom VA på lärosäten och institut under verksamhetsåret 2017.

Lärosäte/institut	Forskare	Doktorander
KTH Forskargruppen för VA-teknik	3	3
Lunds universitet Avdelningen för industriell elektroteknik och automation, forskargrupp Vatten	3	2
Mälardalens högskola Future Energy Center, ACWA forskningsgrupp	6	5
SLU Forskargruppen för kretsloppsteknik	7	4
Uppsala universitet Avdelningen för systemteknik	2	2
IVL Svenska Miljöinstitutet	32	2
RISE – Institutet för jordbruks- och miljöteknik	11	1

Examensarbeten är viktiga projekt för att göra kortare delstudier och länka samman forskning med frågeställningar på reningsverken. Under 2017 genomfördes ca 40 examensarbeten inom VA-området hos klustrets lärosäten. Flera av dessa examensarbeten utfördes inom de av klustret prioriterade forskningsområdena och inom de projekt som initierats och finansierats inom ramen för högskoleprogrammet.

En sammanfattning av forskningen inom VA-kluster Mälardalen återfinns i bilaga 9.

Prioriterade forskningsområden för VA-kluster Mälardalen är att ta fram:

- Innovativa och klimatsmarta processlösningar för:
 - (A) resurseffektiv rening av kväve, fosfor, BOD, och svårnedbrytbara ämnen.
 - (B) effektiv biogasproduktion.
- (C) Systemanalytiska metoder för resurseffektiv avloppshantering.
- (D) Metoder för hållbar slamhantering och återföring av växtnäring och organiskt material till produktiv mark.
- (E) Metodik och kunskapsunderlag för uppströmsarbete.

I bilaga 9 är projekten sorterade enligt forskningsområdena ovan. Projekt markerade med KP är s.k. klusterprojekt där minst två medlemmar från VA-kluster Mälardalen deltar. Övriga projekt markeras med ÖP. Projekt som finansieras av SVU-medel från högskoleprogrammet beskrivs i verksamhetsberättelserna för respektive forskningsområde A-E (se bilagor 4-8) och markeras med HP i projektsammanställningen i bilaga 9.

Utbildningssamordning

Arbete med samordning av utbildning återfinns i bilaga 3.

Övrig verksamhet

Kommunikation och informations spridning

På VA-klyster Mälardalens hemsida presenteras nyheter och planerade aktiviteter inom klystret. Hemsidan är en kommunikationskanal för att sprida kunskap om genomförda projekt till hela VA-Sverige och inte enbart till VA-klyster Mälardalens medlemmar. Ett nyhetsbrev skickas ut fyra gånger per år till drygt 130 VA-intresserade personer runt om i Sverige. På hemsidan annonseras även disputationer, kurser och konferenser som är direkt kopplade till klystret.

Under året försvarades fyra doktorsavhandlingar samt en licentiatavhandling:

- Andriy Malovanyy, *Anammox-based systems for nitrogen removal from mainstream municipal wastewater*.
- Ramesh Saagi, *Benchmark Simulation Model for Integrated Urban Wastewater Systems - model development and control strategy*.
- Eva Nordlander, *System studies of Anaerobic Co-digestion Processes*.
- Kimberly Solon, *Extending Wastewater Treatment Process Models for Phosphorus Removal and Recovery - A Framework for Plant-Wide Modelling of Phosphorus, Sulfur and Iron*.
- Oscar Samuelsson, *Fault detection in Water Resource Recovery Facilities (licentiat)*.

VA-klyster Mälardalens medlemmar, både lärosäten och VA-organisationer, deltog flitigt på både nationella och internationella konferenser under 2017. Konferenserna är en viktig del i att kommunicera och informera om den forskning som utförs inom klystret.

Klystermedlemmar deltog bland annat i följande internationella och nationella konferenser:

- French Federation of Biotechnology - Bioreactor Symposium. France, 2017
- Conference Infrastructure of cities 20-21 October 2017, Rzeszow, Poland.
- 10th International Conference on Biofilm Reactors, Dublin, Ireland, 9-12 May, 2017
- 12th IWA Conference on Instrumentation, Control and Automation (ICA2017), Quebec, Canada, 11-14 June, 2017
- NORDIWA Århus, Danmark, 10-12 oktober, 2017
- Nationella konferensen för avlopp & Miljö NAM, Växjö 2017
- IWA Sweden Microplastics Conference 8th November 2017

Klystret var med och arrangerade programmet för *Nationella Konferensen Avlopp & Miljö (NAM2017)* i januari. Under 2017 planerade VA-klyster Mälardalen tillsammans med Svenskt Vatten även Nationella Konferensen Avlopp & Miljö 2018. Konferensen kommer att

genomförs i februari 2018 i Linköping där ett studiebesök av den under året invigda och nyinstallerade fullskaleanläggningen för rening av läkemedelsrester.

Projektresultat kommuniceras huvudsakligen i två former: rapporter och presentationer. I Bilaga 4-8 finns både presentationer och publikationer under 2017 uppräknade. Utöver artiklar redovisas projektresultaten skriftligen även i SVU-rapporter som har stor spridning i Sverige. Under 2017 publicerade klustrets medlemmar följande SVU-rapporter:

- Modellering av avloppsreningsverk för multikriteriebedömning av prestanda och miljöpåverkan, 2017-05.

I rapporten beskrivs hur datorbaserade modeller kan användas för att utvärdera ett reningsverks totala miljöpåverkan.

- Ammoniakhygienisering för säker användning av slam i odling, 2017-10.

I rapporten sammanställs kunskapsläget på området och redogör för pilotförsök i Uppsala.

- Rejektvattenbehandling – en kunskapssammanställning, 2017-11.

Rapporten sammanfattar kunskapsläget inom området och går igenom en rad olika behandlingsmetoder.

En viktig del för att kommunicera inom klustret och dess 17 medlemsorganisationer är det årliga internatet som är ett forum för kunskapsutbyte och initiering av nya projekt. Årets internat var förlagt till Västerås och var välbesökt med representanter från klustrets samtliga medlemsorganisationer. Temat var pågående och avslutade klusterprojekt och ett flertal presentationer genomfördes av projektrepresentanter från både VA-organisationer och lärosäten. Utifrån den utvärdering som genomfördes är det tydligt att internatet är mycket uppskattat och fyller en viktig funktion för inspiration och kunskapsöverföring.

Enligt den utvärdering som Hallvard Ødegaard genomförde 2014 (SVU rapport 2014-22) är det viktigaste området att förbättra inom hela högskoleprogramsatsningen koordinering och samverkan av de olika högskoleprogrammen. Som ett led att förbättra samverkan mellan klustren har VA-kluster Mälardalen tagit initiativ till ämnesgrupper. Målet med ämnesgrupperna är att öka FoU-interaktion bland VA-kluster Mälardalens medlemmar, medlemmar i övriga högskoleprogram samt intresserade SVU-medlemmar och intressenter utanför högskoleprogrammen. VA-kluster Mälardalen har tagit initiativ till två ämnesgrupper: Processmodellering samt Metoder och tekniker för uppströmsarbete. En kort summering av aktiviteter inom respektive ämnesgrupp ges nedan.

Ämnesgrupp *Processmodellering* startade 2014, då under namnet Användargrupp för modellering av reningsverk. Under 2017 har gruppen hållit ett möte med temat Modellering av Inflöde. På mötet gavs tre presentationer som på olika sätt anknyter till hur man kan modellera och simulera inkommande vatten till avloppsreningsverk. Att hitta en bra modell för inflödet är

något av det viktigaste man gör som modellerare – men också svåraste eftersom bristen på data ofta ställer till det. Utöver mötet har det under året skett ett kontinuerligt utbyte mellan deltagarna i gruppen i bland annat de projekt som bedrivs i olika konstellationer med fokus på modellering av avloppsprocesser.

Ämnesgrupp *Uppströmsarbete och hållbara kretslopp* initierades med SVU-ansökan 2016, där uppströmsarbete var ett av klustrets nya prioriterade forskningsområden. Det var även ett tydligt krav från Svenskt Vatten Utveckling av VA-kluster Mälardalen skulle avsätta medel för att arbeta med forskningsfrågan. 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.

Under 2017 har *Uppströmsarbete och hållbara kretslopp* drivit utveckling och finansiering av det just avslutade projektet *Kunskaps- och datasammanställning för prioritering* och det just startade projektet *Reduktion av läkemedel och organiska ämnen under lagring/efterbehandling av slam*. Vid VA-kluster Mälardalens internat organiserade ämnesgruppen en workshop med fyra presentationer (listade under presentationer i Bilaga 5: E). Diskussionen med deltagarna vid workshopen var livlig och bra kommentarer och förbättringsförslag erhöles för projektet *Kunskaps- och datasammanställning för prioritering* och projektförslaget *Reduktion av läkemedel och organiska ämnen under lagring/efterbehandling av slam*.

Ett viktigt syfte med ämnesgruppen är att den ska vara klusterövergripande för att på bästa sätt bidra till Uppströmsarbete och hållbara kretslopp i hela Sverige. I enlighet med detta ingår Håkan Jönsson i en referensgrupp till uppströmsdoktorand Emma Fältström vid NSVA, och nu, i januari 2018, har kontakt precis etablerats med Heléne Österlund (LTU & Dag & Nät). Dessa kontakter är viktiga för att fånga in de delar av uppströmsarbetet som saknas i klustrets befintliga projektportfölj.

Under 2017 har ämnesgruppen *Uppströmsarbete och hållbara kretslopp* haft tre möten. Dess arbete har letts av Håkan Jönsson (SLU), Katarina Hansson (IVL), Amanda Folkö (januari-mars, Käppalaförbundet) och Jennie Amneklev (mars - december, Käppalaförbundet). För övrig rapportering av ämnesgruppens verksamhet se rapporteringen i *Bilaga 5: E) Metodik och kunskapsunderlag för uppströmsarbete*.

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 genomförs projektet Hållbarhetsanalys av värmeåtervinning ur avloppsvatten (HÅVA) med projektpartners från VA-teknik södra. Inom projektet Uricycle, som leds av Sweden Water research, ingår medlemmar från både VA-kluster Mälardalen och VA-södra. Projektet studerar källsortering som är en teknik för att förbättra förutsättningarna för näringsåterföring från avlopp till jordbruksmark. VA-kluster Mälardalens kompetens inom systemtekniska metoder bidrar inom projektet ELSA där strategier för förbättrad luftning sammanställs. Projektet har flera projektpartners från både VA-teknik Södra och VA-kluster Mälardalen.

Att bidra i de olika forskningsprojektens referensgrupper är ett utmärkt sätt att utöka kunskapsöverföringen mellan de båda avloppsklustren. Som exempel sker utbyte inom projekten Reduktion av läkemedel och andra organiska miljöföroreningar under lagring/efterbehandling av slam samt inom Emma Fältströms (NSVA och SWR) doktorandprojekt inom uppströmsarbete.

Institutionen Industrial Electrical Engineering and Automation (IEA), som ingår i VA-kluster Mälardalen, samarbetar med VA-teknik Södra i flera ansökningar. Bland annat för inköp av vädderradarsystem och en EU-ansökan inom Marie Curie TRuHCities. Det sker även ett löpande kunskapsutbyte inom ramen för Lunds universitets vattenportal (www.water.lu.se) och det Bio-P nätverk som drivs av VA-teknik Södra. I VA-kluster Mälardalens kommande SVU-ansökan för perioden 2019-2021 är ambitionen att utvidga och konkretisera samarbete med VA-teknik Södra ytterligare.

Ekonomi

Den största avvikelserna mellan budget och utfall för 2017 är att det återstår drygt 600 000 kr i ej upparbetade SVU-medel. Det är SLU och MDH som har återstående medel, se Tabell 7. SLUs medel har avsiktligt sparats till 2018 för att kunna starta upp projekt inom E1.AP3, vilket kräver full finansiering från start. För MDHs projekt D3 genomfördes rekrytering av doktorand under 2016 och projektet startade först under 2017. Detta resulterade i att 285 000 kr av 2016 års medel sparades till 2017. Under året (2017) har drygt 40 000 kr av de återstående medlen arbetats upp och resterande återstående medel kommer att användas under 2018.

De klustergemensamma kostnaderna var totalt sett enligt budget men enskilda aktiviteter avvek från budget. Över budget var kostnader för Kommunikation och Ämnesgrupp rening av mikroöroreningar. Detta berodde främst på medverkan och planering för NAM 2017 och 2018. Då hygieniseringskrav på slam skjutits upp, har någon kartläggning av mikroflora på biogasanläggningar inte genomförts. Dessa medel användes istället för att bidra med presentationer på NAM 2017, som ett förarbete för att starta upp en ämnesgrupp inom rening av mikroöroreningar.

Totala kostnaden för klusteradministration (ordförande, sekreterare och projektkoordinering) var enligt budget. Dock har sekreteraren använt en större andel medel än budgeterat, på bekostnad av ordförande och projektkoordinator.

Tabell 4. Intäkter och kostnader för VA-kluster Mälardalen 2017.

	Utfall 2017	Budget 2017
Intäkter		
Bidrag SVU	2 400 000	2 400 000
Stiftelsen IVL	400 000	400 000
Kvarvarande SIVL-medel	11 600	30 600
Kvarvarande SVU-medel	631 625	398 625
Summa intäkter	3 443 225	3 229 225
Direkta kostnader lärosäten		
Projektkostnader lärosäten	1 592 000	2 103 625
Centrala medel uppströmsarbete	0	120 000
Samordning utbildning	175 000	175 000
Gemensamma klusterkostnader		
SVU-medel		
Ordf.	107 000	125 000
Sekreterare	168 000	125 000
Proj. koordinator	25 000	50 000
Möteskostnader	20 000	20 000
Kommunikation	80 000	80 000
SIVL-medel		
Ordf. (utökad)	0	0
Sekreterare (utökad)	0	0
Möteskostnader (utökad)	21 000	20 000
Projektkoordinator (utökad)	2 000	25 000
Kommunikation (utökad)	83 000	50 000
Modelleringsgruppen (ÄG)	29 000	30 000
Uppströmsarbete (ÄG)	88 000	75 000
Rening mikroförorening (ÄG)	76 000	25 000
Mikroflorakartläggning biogas	0	60 000
Ansökningar/projekt	64 000	80 000
7% SIVL fond	56 000	56 000
Summa kostnader	2 586 000	3 219 625
Kvarvarande SIVL-medel till nästkommande år	11 600	9 600
Kvarvarande SVU-medel till nästkommande år	631 625	0

Motfinansiering till VA-kluster Mälardalens aktiviteter och projekt från VA-organisationer presenteras i Tabell 5. Arbetstidskostnaden har antagits vara 750 kr/h och utgör tillsammans

med eventuella anläggnings/Lab resurser in-kind finansiering. Den stora in-kind finansieringen från Stockholm Vatten beror främst på en internt bekostad heltidsanställning för pilotförsök med membranfiltrering.

Tabell 5. Motfinansiering från VA-organisationerna i klustret 2017.

Motfinansiering VA-organisationer	Kontant (kr)	In-kind (kr)
Stockholm Vatten	3 727 000	2 200 000
Syvab	875 000	108 000
Käppalaförbundet	436 600	127 500
Uppsala Vatten och Avfall	185 000	150 000
Mälarenergi	636 000	66 000
Eskilstuna miljö och energi	465 000	25 000
Tekniska verken i Linköping	125 000	237 500
Växjö kommun	118 000	30 000
Norrköping Vatten och Avfall	25 000	57 750
Örebro kommun	60 000	144 000
Enköpings kommun	0	7 500
Summa	6 652 600	3 153 250

En uppskattning av total finansieringen av VA-relaterade projekt för klustrets medlemmar presenteras i Klustrets medlemmars totala projektvolym för VA-relaterade FoU projekt var över 90 miljoner kronor under 2017 och fördelningen mellan olika projekt ges i Bilaga 9. Tabell 6. Syftet med sammanställningen är att visa storleksordningen på klustrets medlemmars projektvolym. För fakultetsmedel har schablonkostanden för en doktorand antagits till 750 000 kr och för en forskare 1 500 000 kr.

Klustrets medlemmars totala projektvolym för VA-relaterade FoU projekt var över 90 miljoner kronor under 2017 och fördelningen mellan olika projekt ges i Bilaga 9.

Tabell 6. Total uppskattad finansiering av FoU-projekt (exklusive SVU-medel för projekt inom högskoleprogrammet) för medlemmar i VA-kluster Mälardalen 2017.

Projektfinansiering VA-kluster Mälardalen	kr
Fakultetsfinansiering	1 368 750
VA-organisationer inom klustret	9 805 850
Svenskt Vatten Utveckling	500 000
Stiftelsen IVL (SIVL)	8 000 000
Övrig finansiering (uppskattad fördelning)	71 694 150
EU	9 000 000
HAV	2 500 000
VINNOVA	11 500 000
Övriga finansörer	48 694 150
Total projektvolym 2017 (uppskattad)	91 368 750

I Tabell 7 redovisas upparbetade medel inom lärosätenas klusterforskningsprojekt och samordning av utbildningsverksamheten, se även bilagorna 4 till 8.

Både för SLU och MDH återstår SVU-medel som inte arbetats upp under 2017. För MDH beror detta på att doktorandprojektet (inklusive rekrytering av doktorand) startade under 2017. Majoriteten av medlen återstår alltså från 2016 men kommer att användas under 2018. För de 270 000 kr som avser SLU samt 120 000 kr för uppströmsprojekt har avsiktligt sparats till 2018 för att nå full finansiering för projekt inom E1.AP3. Projektet har under 2017 fått tillräcklig finansiering för att kunna genomföras 2018-2019.

Budget och utfall grupperat utifrån prioriterade forskningsområden ges i Tabell 8.

Tabell 7. Upparbetade SVU-medel inom lärosätenas forskningsprojekt 2017 i kr.

Direkta kostnader	KTH	LU	MDH	SLU	UU	Summa
Senior forskning	232 000	133 000		133 000	180 000	678 000
Doktorandhandledning	90 000	150 000		0	130 000	370 000
Doktorandforskning			402 000	0		402 000
Samordning utbildning	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	175 000
Övrigt (analyser, resor etc.)	43 000	52 000	5 000	17 000	25 000	142 000
Summa upparbetade medel	400 000	370 000	442 000	185 000	370 000	1 767 000
Ej upparbetade medel (överförs till 2018)						
Centrala uppströmsmedel				120 000*		120 000
Ej upparbetade medel 2016-2017			243 000	268 625*		511 625
						2 398 625

*Avser medel avsatta för projekt E1.AP3 2018.

Tabell 8. Budget och utfall för fördelning av SVU-medel 2017 utifrån forskningsprojekt och lärosäte.

	Gemensamma kostnader	Innovativa processtekniker			Systemanalytiska metoder				Hållbar slamhantering			Uppströmsarbete			Samordning utbildning	Summa
		A1. AP1	A1. AP2	A2	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	E1. AP1	E1. AP2	E1. AP3		
KTH																
Budget		265	70								30			35	400	
Utfall		265	70								30			35	400	
LU																
Budget					70	70		195						35	370	
Utfall					85	100		150						35	370	
MDH																
Budget		0*								620	30			35	685	
Utfall		0								407	0			35	442	
SLU																
Budget											100	319		35	454	
Utfall											85	65		35	185	
UU																
Budget								335						35	370	
Utfall								335						35	370	
Kluster gemensamma kostnader																
Budget	400														400	
Utfall	400														400	
Summa utfall	400	335			670				407		180		175	2 167		

* MDHs deltagande i A1 finansieras internt av MDH.

Bilagor

Bilaga 1: VA-kluster Mälardalens forskargrupper

Bilaga 2: Ledamöter i VA-kluster Mälardalen

Bilaga 3: Samordning utbildning

Bilaga 4: A) Innovativa och klimatsmarta processlösningar för resurseffektiv rening av kväve, fosfor, BOD, och svårnedbrytbara ämnen

Bilaga 5: B) Innovativa och klimatsmarta processlösningar för effektiv biogasproduktion

Bilaga 6: C) Systemanalytiska metoder för resurseffektiv avloppshantering

Bilaga 7: D) Metoder för hållbar slamhantering och återföring av växtnäring och organiskt material till produktiv mark

Bilaga 8: E) Metodik och kunskapsunderlag för uppströmsarbete

Bilaga 9: Forskningsprojekt inom VA-kluster Mälardalen

Bilaga 1: Representanter i VA-kluster Mälardalen

Under 2017 har sammansättningen i flera av klustrets grupper ändrats. I Tabell 9 visas sammansättningen vid december 2017. Inom styrgruppen valdes Andreas Thunberg till ny ordförande att efterträda Sara Söhr. Inom ledningsgruppen valdes Peter Andersson och Robert Sehlén att efterträda Ingeli Karlholm och Lisa Osterman.

Tabell 9. Representanter i VA-kluster Mälardalens olika grupper vid slutet av 2017.

STYRGRUPP

Namn	Organisation
Andreas Thunberg (ordf.)	Käppala
Östen Ekengren	IVL Svenska Miljöinstitutet
Malin Tuveesson	Svenskt Vatten (Mitt Sverige Vatten)
Bertil Lustig	Uppsala Vatten och Avfall
Danielle Littlewood (ers. BL)	Enköpings kommun
Malin Asplund (f.ledig)	Tekniska Verken i Linköping
Anneli Andersson Chan (ers. MA)	Växjö kommun
Bengt Carlsson (adj.)	Uppsala universitet
Daniel Hellström (adj.)	Svenskt Vatten
Gustaf Olsson (adj.)	Lunds universitet
Monika Hallberg	Stockholm Vatten och avfall
Oscar Samuelsson (adj., sekr.)	IVL Svenska Miljöinstitutet

LEDNINGSGRUPP (Beredningsgrupp - fet stil)

Namn	Organisation
Bengt Carlsson (ordf.)	Uppsala universitet
Linda Åmand (proj. koordinator)	IVL Svenska Miljöinstitutet
Oscar Samuelsson (sekr.)	IVL Svenska Miljöinstitutet
Gustav Rogstrand	RISE
Elzbieta Plaza	Kungliga tekniska högskolan
Eva Thorin	Mälardalens högskola
Håkan Jönsson	Sveriges lantbruks universitet
Ulf Jeppsson	Lunds universitet
Erik Lindblom	Stockholm Vatten och avfall
Sofia Andersson (ers EL)	Stockholm Vatten och avfall
Anna Lindkvist (ers PA)	Mälarenergi
Peter Andersson	Eskilstuna Energi och Miljö
Emily South (ers. RS)	Norrköping Vatten och Avfall
Robert Sehlén	Tekniska Verken i Linköping

KLUSTERGRUPP	
Namn	Organisation
Bengt Carlsson (ordf.)	Uppsala universitet
Oscar Samuelsson (sekr.)	IVL Svenska miljöinstitutet
Gustav Rogstrand	RISE
Elzbieta Plaza	Kungliga tekniska högskolan
Eva Thorin	Mälardalens högskola
Håkan Jönsson	Sveriges lantbruks universitet
Ulf Jeppsson	Lunds universitet
Kristina Stark-Fuji	Syvab
Bertil Lustig	Uppsala Vatten och Avfall
Peter Andersson	Eskilstuna Energi och Miljö
Sari Vienola	Käppalaförbundet
Erik Lindblom	Stockholm Vatten och avfall
Emily South	Norrköping Vatten och avfall
Anna Lindkvist	Mälarenergi
Robert Sehlén	Tekniska Verken i Linköping
Anneli Andersson Chan	Växjö kommun
Jan Rönnkvist	Örebro kommun
Louise Boiesen	Enköpings kommun

Bilaga 2: VA-kluster Mälardalens forskargrupper

I Tabell 10 till Tabell 14 presenteras forskargrupperna inom de fem lärosätena verksamma inom klustret i Mälardalen och i Tabell 15 och Tabell 16 listas medarbetare på IVL respektive RISE som arbetar inom VA-området. Observera att några personer har dubbel anställning och förekommer i två tabeller.

Tabell 10. KTHs forskargrupp under 2017.

Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, Institutionen för hållbar utveckling, miljövetenskap och teknik (SEED), forskargruppen för VA-teknik: Vatten, avlopp och avfall	
Seniora forskare	
Prof. Elzbieta Plaza	Processlösningar för vatten- och avloppsvattenrening
Dr Jozef Trela	Processlösningar för avloppsvattenrening med fokus på anammoxprocessen
Docent Erik Levlin	Avloppsvattenrening och slamhantering med fokus på resurs och energiåtervinning
Doktorander	
Nasik Najar	Vattenförvaltning och resultat på lokala och globala skalor.
Andriy Malovany	Rening av ammonium från kommunalt avloppsvatten med jonbyte och partiell nitrifikation/anammox

Lena Jonsson	Användning av filtrering som slutsteg i avloppsrening
--------------	---

Tabell 11. Lund universitets forskargrupp under 2017.

Institutionen för Biomedicinsk teknik, avdelningen för industriell elektroteknik och automation	
Seniora forskare	
Docent Ulf Jeppsson	Forskning inom benchmarking, modellering, reglering, simulering
Dr Erik Lindblom	Lustgasproduktion i rejektvattenprocesser, modellering, osäkerhet i indata till modeller
Dr Magnus Arnell	Energiåtervinning ur avloppsvatten, biogassystem
Doktorander	
Ramesh Saagi	Integrerad modellering av ledningsnät-reningsverk-recipient för benchmarking av styrstrategier, energiåtervinning ur avloppsvatten, indatamodellering för SIMFRAM 2.0, översvämningsmodellering.
Kimberly Solon	Modellering av P, S, pH, syra-bas balanser, fällning etc för bättre beskrivning av processer i reningsverk. Disputerade maj 2017 och lämnade Sverige 30 juni 2017.

Tabell 12. Mälardalens högskolas forskargrupp under 2017.

Akademien för hållbar samhälls- och teknikutveckling, avdelningen för process- och resursoptimering	
Seniora forskare	
Professor Emma Nehrenheim	Handleder doktorander inom VA-området och forskar inom VA-teknik och biogas
Professor Eva Thorin	Handleder och forskar inom biogasproduktion och VA
Professor Monica Odlare	Handleder doktorander samt forskar inom återföring och mikrobiologiska processer
Adj Prof Carl-Fredrik Lindberg (ABB)	Handleder doktorander inom optimering av aktivslamprocessen och biogasproduktion
Dr Sebastian Schwede	Handleder doktorander och forskar inom biogas
Dr Jesus Zambrano	Handleder och forskar inom biogasproduktion och VA
Doktorander	
Linda Kanders	Forskningsprojekt på styrstrategier för anammox
Eva Nordlander	Optimering och modellering av biogasproduktion från hushållsavfall och vallgrödor samt aktivslamprocessprocess med alger
Jesper Olsson	Biogasproduktion från alternativa substrat, t.ex. alger
Anbarasan Anbalagan	Optimering av algbaserad vattenrening
Ida Sylwan	Slamhantering och slamkvalitet

Tabell 13. SLUs forskargrupp under 2017.

Institutionen för energi och teknik, forskargruppen för kretsloppsteknik	
Seniora forskare	
Docent Björn Vinnerås	Specialiserad på hygieniseringsteknik, säker återföring av näring och protein och källsorterade avloppssystem
Prof. Håkan Jönsson	Inriktning på teknik och system för återföring av växtnäring
Dr Cecilia Lalander	Hygien och process inom avlopps- och avfallssystem
Dr Annika Nordin	Hygieniska aspekter på avlopps- och avfallssystem
Dr Sahar Dalahmeh	Behandling av avlopp för återanvändning, organiska föroreningar som läkemedel etc.
Dr Jennifer	Planerings- och förändringsprocesser för ökad hållbarhet hos

McConville	avlopps- och avfallssystem
Dr Evgheni Ermolaev	Växthusgaser och processer vid kompostering och fluglarvkompostering.
Doktorander	
Solveig Johannesdottir	Hållbarhetsbedömning av näringsåterförande avloppstekniker och avloppssystem (50% SLU, 50% RISE/Urban Water)
Jenna Senecal	Teknik för fasta gödselmedel från urin och fekalier
Pritvi Simha	Teknik för fasta gödselmedel från urin och fekalier
Luis Fernando Perez Mercado	Teknik för bevattning med avloppsförorenat vatten

Tabell 14. Uppsala universitets forskargrupp under 2017.

Institutionen för informationsteknologi, avdelningen för systemteknik	
Seniora forskare	
Prof. Bengt Carlsson	Forskning inom reglerteknik och avloppsvattenrening
Prof Torbjörn Wigren	Forskning inom reglerteknik och modellering
Doktorander	
Oscar Samuelsson (industridoktorand)	Övervakning och feldetektering av processer och givare vid avloppsreningsverk
Tatiana Chistiakova	Application and development of machine learning methods for monitoring and control of wastewater treatment plants

Tabell 15. Personer inom VA på IVL, 2017. Fler personer är knutna till projekt relaterade till VA, t.ex. genom Lab verksamhet eller arbetsmiljöforskning.

IVL Svenska Miljöinstitutet	
Ann-Sofie Allard	Biologiska toxicitetstester, föroreningar med hormonella effekter, antibiotikaresistens, mikrobiologiska föroreningar, provtagningsplanering Lab
Anders Björk	Hammarby Sjöstadsverk (datasystem/styrssystem/drift+utveckling), modellering, sensorer och mätteknik
Anders Sidvall	Utveckling av mjukvaror för processanalys och optimering
Christian Baresel	Hammarby Sjöstadsverk (projektledning och försök), återanvändning av avloppsvatten
Christian Junestedt	Avloppsvattenrening och slamhantering med vikt på resurseffektivitet, livscykelanalys (LCA)
Jesper Karlsson	Hammarby Sjöstadsverk, återanvändning av avloppsvatten, biogasproduktion
Hugo Royen	Hammarby Sjöstadsverk, membranteknik och kemiteknik
Jing-Jing Yang	Hammarby Sjöstadsverk, anammox och lustgasanalyser
Fredrik Hedman	Separationstekniker, slutna processer, industriell vattenrening
Jan Werling	Separationstekniker, processlösningar vatten/avloppsrening
Johan Fång	Analytisk kemist mikroföroreningar, matriseffekter och metaboliter, provtagningsplanering Lab
Jozef Trela	Hammarby Sjöstadsverk, anammox
Håkan Fridén	Multivariat analys, övervakning av pumpstationer
Helene Ejhed	Projektutveckling, rening av mikroföroreningar, små avlopp, vattenförvaltning,
Katarina Hansson	Uppströmsarbete inkommande vatten, Screening av mikroföroreningar
Klara Westling	Avloppsvattenrening och slamhantering med vikt på resurseffektivitet
Kåre Tjus	Mätning av lustgas

Linda Åmand	Reglerteknik, modellering, instrumentering, avloppsvattenrening och slamhantering med vikt på resurseffektivitet
Lisette Graae	Uppströmsarbete läkemedelsrester
Mayumi Narongin	Hammarby Sjöstadsverk, membranbioreaktor, processanalyser
Magnus Rahmberg	Modellering, avloppsvattenrening och slamhantering med vikt på resurseffektivitet
Mats Ek	Processlösningar för vatten/avloppsvattenrening, läkemedelsrening
Maximilian Lüdtke	Optimerad biogasproduktion
Mikael Olshammar	Läkemedelsrester från små anläggningar
Mila Harding	Hammarby Sjöstadsverk, återanvändning av avloppsvatten, processanalyser
Niclas Bornold	Hammarby Sjöstadsverk, återanvändning av avloppsvatten, processanalyser
Rune Bergström	Hammarby Sjöstadsverk (drift och försök), processlösningar för vatten/avloppsvattenrening
Sara Nilsson	Soft sensors för övervakning och styrning
Uwe Fortkamp	Gruppchef Miljöteknik och modellering, processlösningar för vattenrening
Sofia Andersson	Modellering, instrumentering, styrning och automation av avloppsprocesser
Oscar Samuelsson	Feldetektion av givare på avloppsreningsverk
Fredrik Hallgren	Sensorer och mätteknik, Sakernas Internet
Joel Wanemark	Beräkningar och databearbetning. Dosmodeller för dricksvattenberedning
Åsa Nilsson	Simulering av processmodeller på reningsverk

Tabell 16. Personer inom VA på RISE 2017.

RISE – Institutet för jordbruks- och miljöteknik	
Gustav Rogstrand	Teknisk och biologisk optimering av biogasproduktion vid kommunala avloppsreningsverk, mobil pilotanläggning för biogasförsök (projektledning, drift och databearbetning), energieffektivisering av produktionsprocessen för biogas inklusive förbehandling och hygienisering.
Henrik Olsson	Teknisk och biologisk optimering av biogasproduktion vid kommunala avloppsreningsverk, mobil pilotanläggning för biogasförsök (drift och databearbetning), energieffektivisering av produktionsprocessen för biogas inklusive förbehandling och hygienisering.
Mats Edström	Teknisk och biologisk optimering av biogasproduktion vid kommunala avloppsreningsverk, mobil pilotanläggning för biogasförsök (drift och databearbetning), energieffektivisering av produktionsprocessen för biogas inklusive förbehandling och hygienisering.
Johan Andersson	Småskalig biogasuppgradering vid mindre avloppsreningsverk.
Emelie Ljung	Slamfrågor, småskalig avloppsvattenrening, utvärdering små avloppsanläggningar
Ola Palm	Småskalig avloppsvattenrening, typprovning enligt SS-EN 12566-3, återföring av växtnäring, certifieringssystem, markbaserad avloppsvattenrening
Elin Elemefors	Markbaserad avloppsvattenrening
Lena Rodhe	Växthusgaser från lagring och spridning av avloppsslam, spridningsteknik avloppsslam och flytande avloppsprodukter
Gunnar Lundin	Formulering och jordbrukets kravspecifikation ang. mekaniska egenskaper för fosforgödselmedel som framställs från avloppsslam
Erik Kärrman	Småskaliga avloppssystem
Magnus Arnell	Energiåtervinning ur avloppsvatten, biogassystem
Solveig	Hållbarhetsbedömning av näringsåterförande avloppstekniker och

Bilaga 3: Samordning utbildning 2017

Under 2017 hade arbetsgruppen *Utbildning* två telefonmöten.

Grundutbildning och examensarbeten

Tabell 17. Måluppfyllnad (G=god, A=acceptabel, O=otillfredsställande) grundutbildning och examensarbeten.

Nr	Mål	Nivå	Kommentar/referens
1	Integrera kunskaper som tagits fram inom klustret i undervisningen. Ansvar: ALLA lärosäten	G	<p>Forskningsresultat från klustret inkluderats i undervisningen och nya kurs- och examensprojekt har tagits fram baserat på klustrets verksamhet.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innovativa kvävreningsmetoder baserade på anammoxprocessen har integrerats vid VA-kurserna vid KTH; AE2302, AE2304. • Nya styrstrategier för energieffektiv luftning har integrerats vid VA-kurser vid UU i Kommunal och industriell avloppsvattenrening, samt Reglerteknik I. • Emissioner av växthusgaser från slamhantering, liksom slamhygienisering med ammoniak har integrerats i kursen Små avloppssystem, näringsåterföring och slambehandling vid SLU. Växthusgaser från avloppsrening ingår delvis i UUs kurser.
2	I samråd med deltagande VA-organisationer definiera lämpliga examensarbeten inom klustrets prioriterade områden så att den resurs som det ökande antalet intresserade studenter utgör, utnyttjas på bästa sätt för att utveckla kunskap i samarbetet mellan VA-organisationer och högskolor. Biträda med handledning av examensarbetare. Ansvar: ALLA lärosäten.	G	<p>39 examensarbeten med inriktning mot VA har examinerats vid klustrets lärosäten.</p> <p>KTH: 6 avslutade exjobb, varav tre vid Hammarby Sjöstadswerk och två vid Gävle reningsverk. Pågående exjobb, ett med MABR-pilot vid Eskilstuna reningsverk och ett vid Hammarby Sjöstadswerk.</p> <p>SLU: 2st SLU, 2 st SLU/KTH samt 7st SLU/UU. Dessutom ett exjobb om mikroplaster formellt vid Göteborgs Universitet.</p> <p>LU och UU: ett exjobb avseende modellering av urinseparatorande system i stor skala tillsammans med VA Syd.</p> <p>UU: 4 exjobb med direkt klusteranknytning samt ytterligare 26st inom VA, inkl. vissa av SLU/UU-exjobben rapporterade under SLU.</p>
3	Ge gästföreläsningar, bjuda in gästföreläsare och göra studiebesök med föreläsningar vid klustrets reningsverk. Ansvar: ALLA lärosäten.	G	<p><u>Gästföreläsningar vid andra lärosäten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • UU om modellering av aktivslamprocessen vid kurs Water Treatment Processes KTH, • KTH om vatten och avloppsledningsnät vid kurs VA-teknik Högskolan Gävle. <p><u>Studiebesök:</u></p>

- KTH: kursen Water and wastewater handling vid Bromma reningsverk och Lovö vattenverk.
 - MDH: kursen Energi, miljö och resurser vid Mälarenergis Vattenreningsverk i Västerås.
- SLU: studiebesök vid Kungsängens reningsverk, i kursen "Små avloppssystem, näringsåterföring och slambehandling". Gästföreläsare från VA-verk har föreläst vid studiebesöken.

Forskarutbildning

Tabell 18. Måluppfyllnad (G=god, A=acceptabel, O=otillfredsställande) forskarutbildning.

Nr	Mål	Nivå	Kommentar/referens
1	Medverka till att klustrets doktorander i möjligaste mån deltar i forskarskolan	A	Registrerade doktorander från klustret: Ida Sylwan, Linda Kanders, Oscar Samuelsson, Christian Wallin, Prithvi Simha, Jenna Seneca, Solveig Johannesdottir, Anbarasan Anbalagan.
2	Hjälpa till med planering och uppstart av forskarskolan	G	Planering av gemensamma doktorandkurser inom Forskarskolan under genomförande.
3	Bidra med lärarinsatser till kurser inom forskarskolan	A	Lärarinsatser planeras för kurser 2018
4	Ge gästföreläsningar, kurser eller andra insatser relaterat till forskarutbildning (utöver Forskarskolan). Ansvar: ALLA lärosäten	G	LU: Föreläst avseende modellering av fosfor för doktorander vid VA-teknik Södra. LU: Genomfört 5:e årliga IEA-Vanrolleghem-seminariet 1 september, med flera doktorander som åhörare och presentatörer. LU: Medlem i betygsnämnd för Eva Nordlander vid MDH 8 november. UU: Medlem i betygsnämnd för Janne Väänänen vid LU den 10 mars MDH erbjöd kursen Math Modeling for Wastewater Treatment Modelling 10 hp som hölls av Jesus Zambrano. UU: Gav gästföreläsning i ovanstående kurs.

Utbildning för yrkesverksamma i samverkan med Svenskt Vatten

Tabell 19. Måluppfyllnad (G=god, A=acceptabel, O=otillfredsställande) utbildning för yrkesverksamma.

Nr	Mål	Nivå	Kommentar/referens
1	Ge kursen "Reglerteknik och mikrobiologi i avloppsreningsverk" som Svenskt Vatten anordnar. Ansvar: UU. Slutföra revidering av utbildningsmaterialet för kursen baserat på forskningsresultat framtaget i huvudsak inom	G	UU och IVL genomför revidering av utbildningsmaterialet i kursen "Reglerteknik och mikrobiologi i avloppsreningsverk". Kursen genomfördes i maj 2017.

klustret. Ansvar: UU/IVL/SLU(mikrobiologi).			
2	Under förutsättning att nya hygieniseringsregler fastställs förnya kursblocket om hygienisering i REVAQ-utbildning. Ansvar: SLU	O	Kursblocket om hygienisering i REVAQ-utbildning avvaktar i väntan på fastställande av slamregler.
3	Planera kursförslaget "Simulering av avloppsreningsverk", utifrån kurs inom forskarskolan. Ansvar: LU.	A	Planering av kursförslaget "Simulering av avloppsreningsverk" under genomförande baserat på kurs för Forskarskolan.
4	Ge gästföreläsningar (t ex efter inbjudan från Svenskt Vatten eller olika VA-organisationer). Ansvar: ALLA lärosäten	G	<p>LU: Presentation på workshop på ICA2017 i Quebec, Kanada, om VA-forskning i Sverige med särskilt fokus på VA-kluster Mälardalen.</p> <p>LU: Föreläst avseende modellering av fosfor för nationella bio-P nätverket.</p> <p>LU: Genomfört 5:e årliga IEA-Vanrolleghem-seminariet med åhörare från VA-organisationer och företag.</p>

Bilaga 4: A) Innovativa och klimatsmarta processlösningar för resurseffektiv rening av kväve, fosfor, BOD, och svårnedbrytbara ämnen

Nedan redovisas utfört arbete inom forskningsområde A) inom VA-kluster Mälardalen 2017.

A1 (HP) Anammox för energieffektiv kväverening på kommunala reningsverk – Kväverening med granul- och bärarbaserad anammoxteknik, tillämpat i huvudströmmen på svenska reningsverk.

Ökade krav på energi- och platseffektiv kväverening vid avloppsvattenrening har banat väg för nya biologiska reningsmetoder. Deammonifikation med nitritation/anammox har goda möjligheter att bidra till en förbättrad kväveavskiljning på ett energieffektivt sätt. Flera av klustrets reningsverk ser anammoxteknik som en möjlig lösning för energieffektiv kväverening med befintlig reningsverksinfrastruktur. Både rejektvattenrening och kväverening med anammox i huvudströmmen anses relevant. Därför vill vi studera processen vidare och se över styrstrategier för denna, med särskilt fokus på implementering av anammox i huvudströmmen under nordiska förhållanden.

Projektet syftar till att samla kompetens och idéer kring VA-klustrets medlemmars framtida intresse och planer på anammoxbaserad vattenrening. Projektet består av två arbetspaket, det ena ledd av MDH (AP1) och det andra av KTH (AP2). AP1 fokuserar på anammox med granulerat slam och i AP2 studeras bärarbaserad anammoxteknik.

A1.AP1 Anammoxprocess baserat på granulerat slam för behandling av rejektvatten och huvudström

Projektet har ej påbörjats eftersom VA-organisationerna avvaktar med byggnation och uppstart av pilotanläggning.

Uppföljning av aktiviteter och projektmål

- Skapa och utvärdera ett fungerande system för kväveavskiljning med tillämpning av deammonifikationsprocessen (nitritation/anammox) i huvudströmmen.
- Ta fram och utvärdera metoder för styrning av anammoxprocesser med särskilt fokus på anammox med granulerat slam i befintlig infrastruktur vid berörda verk
- Genomföra försök i pilotanläggning och labbskala i samarbete med reningsverken i VA-klustret
- Undersöka möjligheterna med huvudströmsanammox med anpassning till befintlig infrastruktur (eventuellt med A-steg)
- Överföra kunskap och förståelse mellan granulbaserad anammox, bärarbaserad anammox samt styrstrategier för anammox i fullskala (CONAN).

Inom det Vinnova finansierade CONAN projektet har utvecklade styrstrategier för Anammox processen DeAmmon (av Purac patenterad process) implementerats i en fullskaleanläggning i Norrköping med planerad start den 17 januari 2018.

Jesus Zambrano har även handlett ett examensarbete vid Uppsala universitet

(Jonfelt C. "An evaluation of an MBBR anammox model – sensitivity analysis and calibration", Uppsala University. ISSN: 1401-5757, UPTeC F 16063). Resultaten presenterades även vid ett symposium: Jonfelt C., Zambrano J., Lindblom E. and Nehrenheim E. Key parameters for modelling Anammox process with N₂O emissions. French Federation of Biotechnology - Bioreactor Symposium. France, 2017.

- Bidra till kompetenshöjning vid projektets medverkande reningsverk och att sprida kunskaper vidare till andra delar av VA- Sverige
- Vidareutveckla nationellt och internationellt samarbetet för kunskapsutbyte om huvudströmsanammox.

Dissemination/kunskapsspridning

Presentationer:

1. Jonfelt C., Zambrano J., Lindblom E. and Nehrenheim E. Key parameters for modelling Anammox process with N₂O emissions. French Federation of Biotechnology - Bioreactor Symposium. France, 2017.

A1.AP2 (HP) Avloppsvattenrening med energieffektiv kväveavskiljning baserat på bärarmaterial – Studera reningsprocesser som kan klara av att rena stora intermittenta flöden så att dessa renas före utsläpp men utan att belasta den ordinarie reningsprocessen.

Kväveavskiljning från huvudströmsavloppsvatten efter UASB -reaktor (UASB) studerades vid Hammarby Sjöstadsverk i en pilotskalereaktor med en integrerad biofilmbärare kombinerat med aktivt slam (IFAS) som drivs med enstegs partial nitritation/Anammox-process. En blandning av olika koncentrationer av upplöst syre och olika luftningsmetoder har testats i pilotskala reaktorn i fem månader uppdelad i fem perioder där temperaturen sattes vid 15° C under hela studien. De bästa resultaten i kväve reningseffektivitet var 52 % i genomsnitt i period 4 varierande mellan 40 och 60 %, luftningsmetod med ett förhållande av R = 1/3 (R = 20 minuter med luftning till 40 minuter utan luftning) och ett upplöst syre Koncentration av 1,3 mg/l. Jämförelsen tog hänsyn till alla former av utsläpp av kväve- och energikostnader för luftning. Den största svårigheten är att upprätthålla en stabil bildning av nitrit.

Uppföljning av aktiviteter och projekt mål

- Studera villkor för stabil drift av UASB reaktor för avskiljning av organiskt material (som A-steg i studerande system), pilotanläggning vid Hammarby Sjöstadsverk.

Tillfredställande.

- Studera villkor för stabil drift av kombinerad partiell nitritation/ anammox i IFAS system vid låga temperaturer och låga kvävekoncentrationer, pilotanläggning vid Hammarby Sjöstadsverk.

Tillfredställande.

- Studera och utvärdera styrningsstrategier (intermittent luftning vid olika syrevärden) för partiell nitritation/ anammox processer i IFAS system.

Tillfredställande

- Utvärdera användning av on-line mättningar för processuppföljning.

Tillfredställande

- Fortsatt kunskapsutbyte med VA-teknik södra samt med forskare (Spanien, Italien, Danmark) inom projektet "The Potential of Innovative Technologies to Improve Sustainability of Sewage Treatment Plants – Pioneer STP" (EU Water JPI Water Works 2014 ERA Net).

Tillfredställande

- Lägga fram och försvara doktorsavhandling

Tillfredställande

- Genomföra examensarbeten

Tillfredställande

Dissemination/kunskapsspridning

Presentationer:

1. Trela J., Trojanowicz K., Zubrowska-Sudol M. (2017) Modern methods of nitrogen removal based on the autotrophic deamonification process. Conference Infrastructure of cities 20-21 October 2017 Rzeszow.

Publikationer:

1. K. Trojanowicz, E. Plaza & J. Trela (2017) Model extension, calibration and validation of partial nitritation–anammox process in moving bed biofilm reactor (MBBR) for reject and mainstream wastewater, Environmental Technology, DOI:[10.1080/09593330.2017.1397765](https://doi.org/10.1080/09593330.2017.1397765)
2. Andryi Malovanyy (2017) Anammox-based systems for nitrogen removal from mainstream municipal wastewater Doctoral thesis in Land and Water Resources Engineering KTH, ISBN: 978-91-7729-317-0 TRITA-LWR. PHD 2017:01 ISSN 1650-8602 <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-202960>
3. Nouredine Khayi (2017) Deammonification efficiency based on combined Systems for treatment of mainstream wastewater. Master thesis in Water and Environmental Engineering KTH
4. Aleksandra Zdyrska. (2017). Evaluation of Partial Nitritation/Anammox processes operated in IFAS mode. Master thesis in Water and Environmental Engineering KTH

A2 (HP) Minimering av utsläpp av föroreningar från bräddning med intermittent högflödesrening –

Studera reningsprocesser som kan klara av att rena stora intermittenta flöden så att dessa varken behöver bräddas eller belasta den ordinarie reningsprocessen.

Mindre marginaler på grund av nya krav (BSAP, Vattendirektivet) medför att minimering av utsläpp av föroreningar från bräddning blir betydelsefullt. Kraven för en intermittent högflödesreningsprocess är att den skall rena stora flöden till låg kostnad samt att den skall fungera även om den under långa perioder inte behöver användas. Däremot behöver den inte uppfylla alltför stränga reningskrav då

utsläppskraven baseras på det sammanlagda utsläppet med den ordinarie reningsprocessen som renar den större delen av avloppsvattenvolymen.

Vid studier av olika tekniker för intermitterent högsflödesrening kommer olika processalternativ att utvärderas utifrån:

- Investerings- och driftskostnad jämfört med reningseffekt.
- Skalfördelar och driftskomplexitet, är tekniken lämpad att använda för bräddvattenrening på ledningsnätet eller på reningsverket?

Utvärdering av intermitterenta högsflödesreningstekniker kan med fördel utföras som laboratorie- eller pilotförsök, då stora flöden från regn förekommer så oregelbundet att försök i ett ordinärt avloppssystem inte blir tillräckligt reproducerbara för att kunna jämföra olika processalternativ.

Litteraturstudie för att öka kunskapen om vilka processer som kan användas för intermitterent högsflödesrening har slutförts. I studien som är på 15 sidor behandlas olika för bräddvattenrening viktiga parametrar som bräddvattnets karaktär, driftkostnad mot investeringskostnad samt om bräddvattenrening skall vara decentraliserad ute på nätet eller utföras centraliserad vid avloppsreningsverk. Olika metoder för bräddvattenrening som sedimentering och lagringstank, virvelströmsteknik, lamelledimentering, fällning med koaguleringsmedel, galler och silar, luftbubblflotation, lamelledimentering och filtrering, absorptionsfilter, membranteknik och desinfektion behandlas. Önskemål finns att litteraturstudien skall publiceras som en SVU-rapport. Alternativt kan den publiceras som en KTH-rapport.

Uppföljning av aktiviteter och projekt mål

- Litteraturstudie för att öka kunskapen om vilka processer som kan användas för intermitterent högsflödesrening har slutförts.

Tillfredställande.

- Försök samt utvärdering av reningseffekten hos lovande processalternativ genom försök i laboratorie- och i pilotskala givet att ytterligare finansiering erhålls från VA-organisationer.

Ej tillfredställande. Förutsättningarna om ytterligare finansiering är ej uppfyllda.

- Överföring av kunskap inom intermitterent högsflödesrening till andra delar av VA-Sverige.

Ej tillfredställande. Litteraturstudien ej ännu publicerad.

Dissemination/kunskapsspridning

Publikationer:

1. Intermitterent högsflödesrening för bräddvatten, Erik Levlin, under publicering

Bilaga 5: B) Innovativa och klimatsmarta processlösningar för effektiv biogasproduktion

Biogasprocessen är en viktig delkomponent för att uppnå ett energieffektivt reningssystem. Det finns i nuläget inga delprojekt som stöds ekonomiskt av SVU-medel. En kartläggning av mikrobiologisk flora före och efter omställning till termofil rötning är planerad i samarbete med Lunds universitet. Kartläggningen är framskjuten i väntan på beslut om nytt direktiv om hygienisering av slam. Under 2017 har ett större biogasprojekt beviljats av Vinnova, Modellering av industriell symbios mellan biogasproduktion och industriell avloppsrening som leds av RISE och Lunds universitet.

Bilaga 6: C) Systemanalytiska metoder för resurseffektiv avloppshantering

C1 (HP) Utvidgning av modeller för reningsverksprocesser med fysiko-kemiska effekter – Existerande modeller för aktivslam (ASM) och rötningsprocesser (ADM) är begränsade då de i huvudsak enbart beskriver de biologiska processerna. För att möjliggöra effektiv modellering av framtida processer för resursåtervinning (ex struvit) och fällningsprocesser i reningsverk måste de kemiska reaktionerna inkluderas. Detta medför en avsevärd ökning av modellernas komplexitet samt stora numeriska utmaningar. Projektet ligger i den absoluta framkanten av modellutveckling inom den internationella forskarvärlden. Projektet avslutas under 2017.

Tidigare utförda aktiviteter:

1. Inkludera och utvärdera effekter av 'ionic strength' och ion-pairing' i rötningsmodellen
2. Utveckla en generell 'ion speciation' modell för modellering av pH förändringar
3. Utvidga ADM1 modellen med dynamiska processer för fosfor-, svavel- och järnföreningar
4. Utvidga ASM modellerna med dynamiska processer för svavel och anjoner/katjoner
5. Inkludera modul för fällningsreaktioner (utvecklad vid UCT och UQ) till ASM och ADM modellerna – utfört 2016
6. Validera modellen i full skala i samarbete University of Queensland (utfört i Australien)

Projektet har pågått sedan 2012 (huvudsakligen som en del av ett EU projekt) och är nu framgångsrikt avslutat. En ny generation av modeller med en helt ny detaljgrad har utvecklats som kan kopplas till alla delar av befintliga reningsverksprocesser. Dock har ju samtidigt modellernas komplexitet dramatiskt ökat. Totalt har ett femtontal tidskrift- och konferenspublikationer gjorts under dessa år. Fokus under 2017 har varit att skriva en doktorsavhandling, testa och validera modellerna i en full-skaleapplikation tillsammans med SVOA (Henriksdal) och paketera modellerna på ett sätt som underlättar för andra användare i världen att utnyttja dem. Resultaten har rönt stort internationellt intresse och används redan av ett antal internationella forskargrupper. Fortfarande finns några numeriska problem kvar att lösa (den fysiko-kemiska modellen kräver mycket bra initialvärden för att fungera). Den nya generationen av modeller ger inte bara möjlighet att beskriva pH, fällning, interaktion mellan svavel, järnjoner och fosfor utan i förlängningen möjliggör de modellering av system för återvinning av resurser ur avloppsvattnet samt styrning och optimering av dessa. Modellerna har redan kommit till användning inom andra forskningsprojekt kopplat till VA-kluster Mälardalen. Projektet representerar ett omfattande internationellt samarbete och visar att svensk VA-forskning kan spela en framträdande roll däruti. Doktoranden har nu fortsatt sin karriär som post doc vid universitetet i Gent, Belgien.

Uppföljning av aktiviteter och projektmål

- Kombinera 1-5 till en fungerande och numeriskt effektiv plant-wide modell.

Modeller för fem stycken olika principkonfigurationer har paketerats och ligger fritt tillgängliga på IEAs hemsida. Modellerna har redan skickats till mer än 10 forskargrupper runt om i världen och används nu aktivt. Vissa numeriska problem återstår att lösa på ett optimalt sätt. Modellen har också använts och validerats praktiskt i ett större modelleringsprojekt av Henriksdals reningsverk under sommaren/hösten 2017 och kommer att användas inom ett större projekt under 2018 och 2019 i samarbete med Scandinavian Biogas Fuels och RISE. Tillfredsställande.

- Sprida kunskaper vidare till andra delar av VA-Sverige, t ex via kurser och möten inom klustrets Processmodelleringsgrupp.

I samband med klustermöten/internat och seminarier (ex bio-P nätverkets möte 24 oktober i Lund) har arbetet presenterats för en mängd representanter för Sveriges reningsverk både inom Mälardalsklustret och andra (ex VA-Södra). Tillfredsställande.

- Försvar av en doktorsavhandling (Kimberly Solon).

Kimberly Solon försvarade sin doktorsavhandling vid Lunds universitet 19 maj 2017. Avhandlingen har skickats till ca 50 forskargrupper runt om i världen och finns också fritt tillgänglig som pdf-fil på IEAs hemsida. Tillfredsställande.

- 1 st internationell konferenspublikation.

Två stycken internationella konferensbidrag direkt relaterade till de nya modellerna har presenterats under 2017. Se nedan. Tillfredsställande.

- 1 st internationell tidskriftspublikation.

En styck internationell tidskriftspublikation har publicerats under året (förutom doktorsavhandling). Se nedan. Tillfredsställande.

- En publicerad SVU-rapport 2017 (sannolikt i form av kappa till avhandlingen på engelska).

Kontakt ska tas med Svenskt Vatten i början av 2018 avseende möjligheten att producera en SVU-rapport baserat på kappan till avhandlingen (ca 100 sidor på engelska). Ej tillfredsställande.

Dissemination / kunskapsspridning

Presentationer:

1. Feldman, H., Flores-Alsina, X., Ramin, P., Kjellberg, K., Jeppsson, U., Batstone, D.J., Gernaey, K.V. (2017), Modelling methane, sulphide and multiple mineral precipitation in a full-scale industrial granular anaerobic digester. *10th International Conference on Biofilm Reactors*, Dublin, Ireland, 9-12 May, 2017.
2. Solon, K., Kazadi Mbamba, C., Flores-Alsina, X., Gernaey, K.V., Tait, S., Batstone, D.J., Jeppsson, U. (2017), Model-based evaluation of nutrient and energy recovery control strategies in

wastewater treatment systems. 12th IWA Conference on Instrumentation, Control and Automation (ICA2017), Quebec, Canada, 11-14 June, 2017.

Publikationer:

1. Solon, K. (2017), *Extending Wastewater Treatment Process Models for Phosphorus Removal and Recovery – A Framework for Plant-Wide Modelling of Phosphorus, Sulfur and Iron*, TEIE-1082, PhD-thesis, IEA, Lund University, Sweden.
2. Solon, K., Flores-Alsina, X., Kazadi-Mbamba, C., Ikumi, D., Volcke, E.I.P., Vaneckhaute, C., Ekama, G., Vanrolleghem, P.A., Batstone, D.J., Gernaey, K.V., Jeppsson, U. (2017), Plant-wide modelling of phosphorus transformations in wastewater treatment systems: Impacts of control and operational strategies. *Water Research*, vol. 113, pp. 97-110.

C2 (HP) Simuleringsverktyg och beslutsstöd för utvärdering av det urbana avloppsvattensystemet –

Normalt simuleras och analyseras vad som sker i ledningsnät, reningsverk och recipient i separata modellsystem. Risken för suboptimering är därför stor då dessa system är starkt beroende av varandra. Effekter av bräddning i avloppsnätet kontra direkta utsläpp från reningsverket och effekterna på olika geografiska delar av recipienten kan endast analyseras effektivt inom ramen för samma verktyg. Detta är särskilt viktigt vid högflödessituationer då aktiva styråtgärder i ledningsnätet OCH i reningsverket kan ha stor betydelse för var och i vilken omfattning utsläpp till recipienten kommer att ske och vilken miljöbelastning detta kommer att medföra. Detta projekt har således också stark koppling till klustertemat Uppströmsarbete och det regelverk som definieras av EU Water Framework Directive. Aktivitet 5 kommer inte att genomföras inom ramen för detta projekt även om ett potentiellt samarbete med Stockholm Vatten finns. Dock kommer mer utförliga fallstudier avseende delar av modellen att ske inom ett EU projekt (FLOODVIEW) 2017-2019. Projektet avslutas under 2017.

Projektet har pågått sedan 2012 (huvudsakligen som en del av ett EU projekt) och är nu framgångsrikt avslutat. En ny generation av kombinerade modeller som beskriver såväl avrinningsområde, ledningsnät, reningsverk och recipient i samma ramverk har utvecklats inklusive möjligheter för styrning och utvärdering av resultat. Totalt har ett tiotal tidskrift- och konferenspublikationer gjorts under dessa år. Fokus under 2017 har varit att skriva en doktorsavhandling, slutföra modelleringsarbete och testa och validera delar av modellerna i en fullskaleapplikation tillsammans med SVOA (Henriksdals inkommande vatten), Käppala och Västerås. Dessutom har modellerna paketerats på ett sätt som underlättar för andra användare i världen att utnyttja dem. Resultaten har rönt stort internationellt intresse och används redan av ett antal internationella forskargrupper. Då hela det urbana avloppssystemet beskrivs inom ramen för dessa modeller blir komplexiteten självklart avsevärd men en användare kan även välja att bara utnyttja delar av det kompletta systemet. Modellpaketet ger möjlighet att i framtiden studera det kompletta integrerade avloppsvattensystemet utan dessutom utveckla övergripande styrstrategier för hela systemet och undvika sub-optimering. Modellerna har redan kommit till användning inom andra forskningsprojekt kopplat till VA-kluster Mälardalen och andra. Projektet representerar ett omfattande internationellt samarbete och visar att svensk VA-forskning kan spela en framträdande roll däruti. Doktoranden har nu fortsatt sin karriär som postdoc vid IEA, Lunds universitet.

Tidigare utförda aktiviteter:

- Integrera modeller för avrinningsområden, ledningsnät, reningsverk och recipient i en

Matlab-baserad plattform.

- Inkludera möjligheter för styrning (pumpstationer, lagringsvolym, bräddning i ledningsnät och reningsverk etc).
- Definiera kriterier för utvärdering av drift av det urbana avloppsvattensystemet.
- Utvärdera olika flödes- och belastningsscenarioer i kombination med olika styrstrategier och utvärdera lokal- och totaleffekt på recipienten.
- Validera modellen i full skala (lämpligt delsystem) i samarbete med intresserade partners.

Uppföljning av aktiviteter och projektmål

- Slutföra modelleringsarbetet.

Modelleringsarbetet har slutförts och modellen paketerats och ligger fritt tillgängliga på IEAs hemsida. Modellerna har redan skickats till mer än 10 forskargrupper runt om i världen. Delar av modellen har också använts praktiskt i ett större modelleringsprojekt av inkommande avloppsvatten till Henriksdal, Käppala och Västerås under sommaren/hösten 2017 (förstudie till SIMFRAM-2 projektet). Modellen kommer också användas inom projekt HÅVA och Framtidens avloppsvattenrening (Simrishamn) samt inom ett EU-projekt (FLOODVIEW) under 2018 och 2019. Tillfredsställande.

- Sprida kunskaper vidare till andra delar av VA-Sverige, t ex via kurser och möten inom klustrets Processmodelleringsgrupp

I samband med klustermöten/internat och seminarier (ex IEA-Vanrollehem Modelling Seminar 1 september i Lund) har arbetet presenterats för en mängd representanter för Sveriges reningsverk både inom Mälardalsklustret och andra (ex VA-Södra). Tillfredsställande.

- Försvar av en doktorsavhandling (Ramesh Saagi).

Ramesh Saagi försvarade sin doktorsavhandling vid Lunds universitet 9 juni 2017. Avhandlingen har skickats till ca 50 forskargrupper runt om i världen och finns också fritt tillgänglig som pdf-fil på IEAs hemsida. Tillfredsställande.

- 1 st internationell konferenspublikation.

Ett styck internationellt konferensbidrag direkt relaterade till de nya simuleringsverktyget har presenterats under 2017. Dessutom en presentation på ett mer nationellt seminarium. Se nedan. Tillfredsställande.

- 1 st internationell tidskriftspublikation.

En styck internationell tidskriftspublikation har publicerats under året (förutom doktorsavhandling). Ytterligare en artikel skickas till Water Research i början av 2018. En omfattande teknisk rapport har dessutom publicerats. Se nedan. Tillfredsställande.

- En publicerad SVU-rapport 2017 (sannolikt i form av kappa till avhandlingen på engelska).

Kontakt ska tas med Svenskt Vatten i början av 2018 avseende möjligheten att producera en SVU-rapport baserat på kappan till avhandlingen (ca 100 sidor på engelska). Ej tillfredsställande.

Dissemination / kunskapsspridning

Presentationer:

1. Saagi, R. (2017), Modelling influent wastewater characteristics in Stockholm. IEA-Vanrolleghem Modelling Seminar, 1 september, Lund, Sverige.
2. Saagi, R. et al. (2018), Ett internationellt papper på väg att skickas in till *Urban Drainage Modelling conference (UDM2018)*, 23-26 september, 2018, Palermo, Sicilien, Italien.

Publikationer:

2. Saagi, R. (2017), *Benchmark Simulation Model for Integrated Urban Wastewater Systems - Model Development and Control Strategy Evaluation*, TEIE-1083, PhD-thesis, IEA, Lund University, Lund, Sweden.
3. Saagi, R. (2017), *Generating Wastewater Treatment Plant Influent Data for Realistic Evaluation of Future Scenarios – Case Study for WWTPs in Stockholm, Sweden*, Technical Report, IEA, Lund University, Sweden.
4. Saagi, R., Flores-Alsina, X., Kroll, S., Gernaey, K.V., Jeppsson, U. (2017), A model library for simulation and benchmarking of integrated urban wastewater systems. *Environmental Modelling & Software*, vol. 93, pp. 282-295. Ett manuskript skickas till Water Research i februari 2018.

C3 (HP) Övervakning och feldetektion för en robust och resurseffektiv drift av reningsverk

Förbättra datakvalitet på reningsverk genom att utveckla metoder för att upptäcka onormala processlägen inklusive felaktiga givare.

En stor del av årets arbete har fokuserats kring färdigställande av en licentiatavhandling samt ett manuskript för en tidskriftsartikel för de försök som genomförts på Henriksdal och Bromma reningsverk. I försöken har feldetektionsmetoder för att detektera biofilmspåväxt studerats där syregivarens interna rengöringssystem använts. Försöken har visat intressanta resultat om hur biofilmspåväxt påverkar datakvaliteten och även hur detta varierar beroende på årstid.

Uppföljning av aktiviteter och projektmål

- (1) Ta fram manuskript för ett tidskriftsbidrag och en konferenspublikation.
Genomfört. Tillfredsställande.
- (2) Sammanfatta forskningsresultaten från 2014-2017 i en licentiatrapport.
Genomfört. Licentiatavhandlingen presenterades 20:e oktober 2017 på Uppsala universitet. Tillfredsställande.
- (3) Genomföra fullskaleförsök med impulsvarövervakning på Bromma reningsverk.

Genomfört. Försöken avslutas under januari 2018. Tillfredställande.

(4) Utvärdera möjligheten att använda aktiv diagnostik på Käppala reningsverk. *Möjligheten har diskuterats i projektets arbetsgrupp men andra feldetektionsmetoder har varit högre prioriterade för kommande försök. Tillfredställande.*

(5) Initiera och handleda ett examensarbete med syfte att använda massbalanser för feldetektion *Genomfört. Maja Karlsson presenterade sitt examensarbete i september 2017 där hon studerat flödesbalanser på Bromma reningsverk. Tillfredsställande.*

Dissemination / kunskapsspridning

Presentationer:

1. Samuelsson O. (2017), Monitoring fouling on dissolved oxygen sensors in WRRFs with active fault detection, *12th IWA Conference on Instrumentation, Control and Automation (ICA2017)*, Quebec, Canada, 11-14 juni, 2017.
2. Samuelsson O. (2017), Challenges and opportunities for academia for contributing to everyday wastewater treatment operations – ICT perspective., Academic forum *12th IWA Conference on Instrumentation, Control and Automation (ICA2017)*, Quebec, Canada, 11-14 juni, 2017.
3. Samuelsson O. (2017), Fault Detection in Water Resource Recovery Facilities, Licentiat seminarium, Uppsala 20 oktober, 2017.
4. Samuelsson O. (2017), Best of reningsverket, Systems biology workshop, Linköping, januari 2017.
5. Samuelsson O. (2017), Feldetektion på syregivare - försök på Bromma reningsverk. Workshop på Bromma reningsverk för Stockholm vatten, Syvab och Käppala, Bromma, november 2017.
6. Samuelsson O. (2017), Fault Detection in Water Resource Recovery Facilities, Gruppmöte MDH, Västerås, 20 november, 2017.
7. Samuelsson O. (2017), Violating effluent restrictions due to sensor faults – a risk assessment, Risk assessment course seminar, Chalmers Göteborg, december 2017.

Publikationer:

1. Samuelsson O., (2017), Fault detection in Water Resource Recovery Facilities, Licentiate-thesis, ITC, Uppsala University, Uppsala.
2. Samuelsson O., Björk A., Zambrano J. and Carlsson B. (2017). Gaussian process regression for monitoring and fault detection of wastewater treatment processes. *Water Science and Technology* 75(12), 2952-63
3. Samuelsson O., Björk A., Zambrano J. and Carlsson B. (2017). Monitoring of fouled DO-sensors with active fault detection. In: *12th IWA Specialized Conference on Instrumentation, Control and Automation (ICA), Quebec, Canada*
4. Zambrano J., Samuelsson O., and Carlsson B. (2017). Machine Learning Techniques for Monitoring the Sludge Profile in a Secondary Settler Tank. *Submitted for publication.*

C4 (HP) Hållbarhetsanalys av värmeåtervinning ur avloppsvatten (HÅVA)

Hushållens energianvändning för uppvärmning av tappvarmvatten uppgår till 1 150 kWh/pers/år eller ca 3% av den totala Svenska energianvändningen (2014). Denna värme spolas bokstavligen ut i avloppen och förspills. Värmeåtervinning är en beprövad praxis och potential finns att utvinna ca 850 kWh/pers/år, motsvarande 7,5 TWh/år på nationell nivå. Värme kan återvinnas fastighetsnära, i

ledningsnätet eller efter avloppsreningsverket men sänkt avloppstemperatur riskerar att leda till negativa effekter på reningsverket. Det finns ett behov av att göra en utförlig och systemövergripande hållbarhetsanalys. Projektet syftar att möjliggöra en mer omfattande återvinning av värme ur avloppsvatten genom att ta fram hur detta bäst utförs inom säkra gränser utan negativ påverkan på andra delar av stadens tekniska försörjningssystem. Målet är att göra detta genom en hållbarhetsanalys över hela systemet som 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 Käppala (och i samarbete även med energiföretag och fastighetsbolag etc). Projektet kommer att leverera en syntes av befintlig kunskap avseende Svenska förhållanden, ett verktyg för hållbarhetsanalys inkluderande en simuleringsmodell över avloppssystemet för att beräkna effekterna av värmeåtervinning ur avlopp. Projektet finansieras av Formas, SVU, SWR, Tekniska Verken, Käppala med flera. Projektet involverar även partners från VA-Teknik Södra. Internationellt samarbete med University of Queensland, Australien, Université Laval, Kanada och EAWAG, Schweiz ingår.

Projektet löper under tre år och har nu kommit igång med full kraft. Då många partners är involverade har ett antal koordineringsmöten och planeringsmöten hållits under året för att dels lösa en del administrativa problem samt att mer i detalj planera arbetet. Möte med den omfattande referensgruppen har också avhållits för att erhålla råd och förslag avseende projektets inriktning och metodval. Fokus har legat på att under 2017 göra en omfattande kunskapssammanställning avseende state-of-the-art inom området samt att börja planera för de fallstudier som ska utföras 2018 och 2019. Modelleringsarbetet har också börjat komma igång och projektet ligger i fas med den ursprungliga tidplanen. Under 2018 förväntar vi oss att en del faktiska resultat och att någon internationell publikation ska komma ut av arbetet.

Uppföljning av aktiviteter och projektmål

- Kick-off och detaljplanering av projektet.

Kick-off möte arrangerades i Lund 6 mars. Ca 15 personer deltog. Arbetspaket definierades i större detalj. Dessutom har två projektgrupps/styrgruppsmöten hållits i Linköping 21 juni och 2 november. I samband med mötet 2 november deltog också referensgruppen under en halv dag. Tillfredsställande.

- Samordning av administrationen inom projektet.

Administrationn har samordnats som medfinansieringsavtal mellan alla större partners har skrivits i enlighet med krav från FORMAS. Hemsida för projektet har skapats och gemensam dokumentlagringsarea på Sharepoint. Tillfredsställande.

- Sammanställning av kunskapsläget inom området (litteratursökning).

Under 2017 har omfattande litteratursökning samt genomläsning och sammanställning av denna information gjorts. I stort sett alla artiklar finns samlade på projektets Sharepoint site. Tillfredsställande.

- Insamling av kunskap avseende termiska modeller.

Under 2017 har omfattande litteratursökning samt genomläsning och sammanställning av denna information gjorts. I stort sett alla artiklar finns samlade på projektets Sharepoint site. Tillfredsställande.

- Teknisk rapport relaterat till de två punkterna ovan.

En teknisk rapport har sammanställts och kommenterats och kompletterats av samtliga partners. Se nedan. Tillfredsställande.

- Påbörja arbetet med modellutveckling och hållbarhetsanalys.

Utveckling och undersökning av modeller har inletts. Ledningsmodellen kommer sannolikt baseras på en utökad version (inklusive termiska effekter) av delar av modellen från HP-projekt C2. Plattformen blir Matlab/Simulink. Tillfredsställande.

- Inledande planering av fallstudier.

Specifika möten har hållits med såväl VA Syd, Käppala och Tekniska Verken. Särskilt intressanta delar av deras ledningsnät har identifierats för fallstudier och inköp av viss kompletterande mätutrustning pågår. Tillfredsställande.

- 1 st internationell konferenspublikation

Då endast kunskapssammanställningen har genomförts finns ännu inga resultat att presentera i samband med internationell forskningskonferens. Allmän information om projektet har presenterats i samband med flera samlingar på nationell nivå (Mälardalsklustrets internat, IEA-Vanrolleghem Modelling Seminar, Ämnesgrupp modellerings seminarium, etc.). Tillfredsställande.

Dissemination / kunskapsspridning

Presentationer:

1. Arnell, M. (2017), HÅVA. Ämnesgrupp Modellering seminarium, Stockholm, Sverige, 21 december, 2017.

Publikationer:

Arnell, M., Lundin, E., Jeppsson, U. (2017), Sustainability Analysis for Wastewater Heat Recovery - Literature Review. Technical Report, IEA, Lund University, Sweden, LUTEDX/(TEIE-7267)/1-41/(2017).

Bilaga 7: D) Metoder för hållbar slamhantering och återföring av växtnäring och organiskt material till produktiv mark.

D3 (HP) Avloppssystemets totala påverkan på slamkvaliteten och näringsämnesåterföring samt möjligheter att separera metaller – Utredda möjligheterna att höja slamkvaliteten med avseende på resursutvinning ur ett systemperspektiv med fokus på ovidkommande vatten.

Det finns många skäl till att öka kvaliteten på slam från svenska reningsverk, framförallt ur ett resursperspektiv. Fokus ska vara att näringsämnen från dagens konventionella avloppssystem med blandat spillvatten så rena som möjligt ska kunna användas för återföring till jordbruksmark. Projektet syftar därför också till att titta på viktiga insatser för att minska metallkoncentrationerna i slam vid reningsverk, bland annat genom att minska dagvattentillförseln men också genom att undersöka metoder för att separera metallerna. Följande aktiviteter ingår inom projektet.

Ett koncept för möjlig separering av slam med olika koncentrationer av metaller och näringsämnen har föreslagits som en grund för vidare experimentella studier och modellering. Litteratur om metallseparering samt inflöden och källor till metaller i avloppsreningsverk, adsorption av metaller med biokol och modellering av metallseparering och adsorption har också studerats och presenterats på VA-kluster Mälardalens årliga konferens. Experimentella studier av separering av metaller med biokol har utförts på avloppsvatten från Mälarenergi i Västerås och resultaten presenterades i en poster på NORDIWA konferensen i Århus. Vidare ha förberedelser gjorts för en studie av metallflöden till och över reningsverket i Västerås som kommer att utföras i form av ett examensarbete under 2018.

Uppföljning av aktiviteter och projektmål

- Aktivt deltagande i Mälarenergis uppströmsarbete samt strategiarbetet för slam.

Ett examensarbete har formulerats och en examensarbetare rekryterats för studier av kartläggning av metallflöden till och över reningsverket i Västerås, som ska genomföras under våren 2018. Diskussioner kring strategiarbetet för slam har först vid gemensamma möten.

- Litteraturstudie på temat: Att undersöka specifika insatser för att höja värdet på slammet eller resurser ur slammet, t ex genom: metallseparering och läkemedelsseparering (eller - nedbrytning), eventuellt med bärarbaserad adsorption som ersättning till fällning.

Resultat från litteraturstudie presenterades på VA-kluster Mälardalens årliga seminarium 2017-08-23 i Västerås av Ida Sylwan.

- Undersöka hur restprodukten biokol i samverkan med polymer kan verka som separation av primärslam utan att fånga näringsämnen i slammet.

Ett skakförsök med två olika biokol och avloppsvatten från Mälarenergi i Västerås har genomförts. Resultaten presenterades på NORDIWA konferensen i Århus, 10-12 oktober, i en poster: Sylwan I., Nehrenheim E., Thorin E., Zambrano J. "Removal of metals for improvement of sludge quality, adsorption to primary sludge during primary settlement"

- Ta fram ett systemkoncept med näringsämnesåterföring i konventionell avloppsdesign.

Ett systemkoncept med separering av metaller i primärsteget, med hjälp av biokol från pyrolys av slam från primärsteget, och ett slam med låg metallhalt och högt näringsinnehåll, har föreslagits som grund för vidare studier av avskiljning av metaller med biokol och modellering av den tänkta processen.

- Med fokus på uppströmsarbete kartlägga inkommande avloppsvatten med avseende på ämnenas speciering.

Ett examensarbete har formulerats och en examensarbetare rekryterats för studier av kartläggning av metallflöden till och över reningsverket i Västerås, som ska genomföras under våren 2018.

- Fortsatt bidra till kompetenshöjning vid projektets medverkande reningsverk och sprida kunskaper vidare till andra delar av VA- Sverige inom ramen för doktorandkursen Modellering i reningsverk (Jesus Zambrano ger kursen under Q1).

Kursen "Mathematical modelling in waste water treatment processes and other applications", 10 hp, genomfördes under våren 2017.

- Minst en konferenspublikation samt ett manus för en journalartikel

Sylwan I. , Nehrenheim E. , Thorin E., Zambrano J. "Removal of metals for improvement of sludge quality, adsorption to primary sludge during primary settlement", poster på NORDIWA konferensen i Århus , 10-12 oktober, 2017

Manus för journalartikel färdigställs under 2018.

- En litteraturstudie i Power-point format

Resultat från litteraturstudie presenterades på VA-kluster Mälardalens årliga seminarium 2017-08-23 i Västerås av Ida Sylwan.

Dissemination / kunskapsspridning

Presentationer:

1. Sylwan I. , Nehrenheim E. , Thorin E., Zambrano J. "Removal of metals for improvement of sludge quality, adsorption to primary sludge during primary settlement", poster på NORDIWA konferensen i Århus, 10-12 oktober, 2017.

Bilaga 8: E) Metodik och kunskapsunderlag för uppströmsarbete

E1 (HP) Uppströmsarbete - identifiera kunskapsluckor och föreslå åtgärder avseende prioriterade diffusa utsläpp

Öka kunskapsnivån gällande vilka källor av vissa prioriterade ämnesgrupper som återfinns i avloppsvattnet in till avloppsreningsverk, förekomsten i utgående vatten och slam samt att belysa kunskapsluckorna för dessa ämnen och dess källor.

Aktiviteter

Syftet är att ge förslag på konkreta åtgärder vid källan, uppströms avloppsreningsverken, för att lokalt minska eller förhindra utsläpp av oönskade ämnen samt att ta fram strategier och identifiera målgrupper för kunskaps spridning gällande minskning av utsläppen.

Projektet omfattar följande arbetspaket:

AP 1 (HP) Litteraturstudie och datasammanställning, kartläggning av nedbrytningsvägarna samt identifiering av kunskapsluckor

AP 2 (HP) Verifiering och identifiering av nya källor (fallstudier)

AP 3 (HP) Flödeskedja i vatten och slam, belastning till mark, gröda och recipient

AP 4 Lokala åtgärder för att minska belastningen av fokusämnesgruppen på avloppsreningsverk (källsortering/reningssteg: filter/förebyggande information)

AP 5 Kommunikationsstrategier

E1.AP1 (HP) Litteraturstudie och datasammanställning, kartläggning av nedbrytningsvägarna

En bred screening av befintliga data avseende halter oönskade substanser i slam och utgående vatten: vilka ämnen hittar vi i dessa matriser, detektionsfrekvens samt koppling ämne - lagstiftning, (t.ex. vattendirektivet, kandidatlistan, SIN-listan, "emerging substances" enligt NORMAN, etc). För att identifiera informationsluckor gällande uppmätta halter, kommer en lista med "emerging substances" för vilka svenska mätningar i slam och utgående vatten saknas, att sammanställas. Utifrån sammanställd data identifieras vilka ämnen som bör vara relevanta att arbeta vidare med. Sammanställningen baseras på data från de deltagande VA-organisationernas egna mätningar, Naturvårdsverkets Screeningdatabas samt annan tillgänglig data i litteraturen.

Litteraturstudie och datasammanställning gällande tre fokusämnesgrupper: läkemedelsrester, PFAS, mikrokräp. Utifrån resultaten från den breda screeningen (1.1), kan fler relevanta ämnesgruppen tas med. Vilka är de viktigaste källorna till dessa utsläpp och hur ser bidraget från hushållen ut? Syftet är att samla information om vad vi vet idag och vilka kunskapsluckorna är. Utifrån befintlig information kommer också nedbrytningsvägarna av utvalda läkemedelsrester att kartläggas. Vilka metaboliter bildas?

Inom detta arbetspaket har två delprojekt pågått under året.

Delprojekt 1.1 var en bred screening av befintliga data avseende halter av oönskade organiska ämnen i spillvatten och inkommande vatten. Syftet med delprojektet, som genomfördes av IVL, var att ge ett underlag för identifiering av vilka ämnen som bör vara relevanta för VA-organisationerna att arbeta vidare med i sitt uppströmsarbete och att utifrån listan med

reglerade ämnen identifiera kunskapsluckor gällande ämnen för vilka mätningar i dagsläget saknas. I projektet sammanställdes ca 4900 datavärden från deltagande VA-organisationer och från Naturvårdsverkets screeningdatabas. De flesta data gällde ämnen inom grupperna läkemedelssubstanser, flamskyddsmedel och PFAS. Data har sammanställts i en databas av Excelformat som är fritt tillgänglig på VA-kluster Mälardalens hemsida och förhoppningen är att den blir ett levande dokument som succesivt byggs på. De sammanställda data har också kopplats till ämnen från åtta olika reglerings- och bevakningslistor relevanta för matrisen Vatten.

Delprojekt 1.2 är en litteraturstudie gällande tre fokusämnesgrupper: läkemedelsrester, PFAS, mikrokräp. Syftet är att samlas information om vad vi vet idag och vilka kunskapsluckorna är. Det bakomliggande syftet är att få kunskap om vad som bör genomföras inom AP 2 Verifiering och identifiering av nya källor (fallstudier), AP 3 Flödeskedja i vatten och slam, belastning till mark, gröda och recipient samt AP 4 Lokala åtgärder för att minska belastningen av fokusämnesgruppen på avloppsreningsverk (källsortering/reningssteg: filter/förebyggande information).

Delprojektet drivs av SLU med deltagande i form av kapitelbidrag från MDH, KTH, SLU, Stockholm Vatten och Avfall och Käppalaförbundet, samt IVL. Under året har samtliga kapitel reviderats och de flesta är nu färdiga för att ställas samman i en rapport, men något kapitel behöver ännu en bearbetning och dessutom saknas inledande och vissa sammanbindande texter, liksom sammanfattning och slutsatser. Att dessa texter fortfarande återstår beror på att lärdomar från delprojektet ledde till formuleringen av ett delprojekt inom AP3 Flödeskedja i vatten och slam, belastning till mark, gröda och recipient. Fokus under andra halvåret var att starta det projektet vilket tyvärr försenat slutförandet av rapporten.

Uppföljning av aktiviteter och projektmål

- Söka finansiering för kunskapsinsamling och databasutveckling som planerats huvudsakligen av IVL och Käppala inom Arbetsgrupp Uppströmsarbete för hållbara kretslopp. Muntliga finansieringslöften finns från Käppala, Stockholm Vatten och Norrköping, och vi hoppas även på Enköping och Uppsala. Enligt planen ska VA-organisationerna finansiera 175 000 SEK och SIVL 175 000 SEK av den totala budgeten på 350 000 SEK.

Under våren 2017 blev finansieringen av kunskapsinsamlings- och databasutvecklingsprojektet Screening av befintliga data avseende halter av oönskade substanser i spillvatten klar och projektet genomfördes sedan under sommaren och hösten. Slutrapporten och databasen publicerades i slutet av året.

Tillfredställande.

- Under januari till mars ska de inkomna bidragen från SLU (läkemedelsrester och PFAS), MDH (ämnenas fördelningen i reningsverket), KTH (teknik för uppströms reduktion) och Käppala (mikrokräp) revideras och bearbetas med målet att de tillsammans ska forma en informativ och lättläst SVU-rapport. Denna ska dock också innehålla en del från SV om provtagnings- och analysmetodik, och en del från IVL som sammanfattar resultaten från aktivitet 1.1. ovan. Hela rapporten beräknas vara färdig under juni månad.

Under våren och början av hösten reviderades de flesta inkomna bidragen av författarna efter kommentarer och bidraget från SV blev också färdigt. Dock återstår sammanbindande och sammanfattande texter liksom vissa revideringar. Dessa hanns tyvärr inte med då projektet

också lett till formuleringen av ett delprojekt inom AP3 och arbetet under hösten fokuserades på att starta det projektet.

Tillfredställande (vad gäller att nå syftet att få underlag till AP2, 3 och 4) men Ej tillfredställande vad gäller tidsplanen.

- Allmänt tillgänglig databas på klustrets hemsida med kvalitetsbedömda mätningar utförda vid VA-organisationerna i klustret.

Databasen ligger i Excelformat på VA-kluster Mälardalens hemsida.

Tillfredställande.

- Workshop där databasen och litteraturstudien presenteras tillsammans med en prioritering av problemämnena, vilka ämnen och hur man bör mäta i olika situationer.

Workshop om databasen och litteraturstudien genomfördes i samband med VA-kluster Mälardalens internat i Västerås 2017-08-23. Vid workshopen presenterades råd för säker provtagning och analys av läkemedel och organiska miljöstörande ämnen. Presentationer gjordes även av hur man skulle rapportera in data till databasen, men inte av slutsatser, eftersom starten av projektet var försenad.

Tillfredställande.

- En SVU-rapport med resultaten från litteraturstudien och datasammanställningen.

En SVU-C-rapport är färdig för datasammanställningen, men ännu ingen från litteraturstudien (orsak: se ovan).

Tillfredställande/Ej tillfredställande.

E1.AP3 (HP) Flödeskedja i vatten- och slam, belastning till mark och gröda– Öka kunskapen om flöden och risker förknippade med läkemedelsrester och nya föroreningar, t.ex. mikrokräp och PFAS, i slamkedjan och om hur dessa risker kan minskas.

Följande aktiviteter planeras i mån av stöd från deltagande VA-organisationer och tillkommande finansiering.

- a. Analys av läkemedelsrester och nya föroreningar in till rötningen, ut från rötningen, samt fördelningen mellan avvattnat slam och rejektvatten.
- b. Undersökning av hur mycket läkemedelsrester och nya föroreningar i det avvattnade slammet reduceras i olika hanteringssteg. Reduktionen av läkemedel och nya föroreningar i mesofil och termofil rötning, liksom under lagring, ammoniakbehandling, kompostering (konventionell och fluglarvskompostering) och torkning ska studeras, i den mån de inte redan är tillräckligt studerade, och jämföras.
- c. Halterna av läkemedelsrester och nya föroreningar i slam, slamgödslad jord, samt slamgödslade grödor analyseras. Riskerna kopplade till konsumtion av dessa grödor skattas genom jämförelse med en säker dos, d.v.s. en dos som inte påverkar människa.
- d. Risk för ackumulering av läkemedelsrester och nya föroreningar i jorden och för påverkan på grundvatten studeras genom mätningar på jord och genom jorden perkolerat vatten, samt genom simuleringar av vad som händer med ämnena i

jorden.

Strategier och behandlingskedjor för att minimera risker förknippade med läkemedel och nya föroreningar i slamkedjan föreslås.

Under arbetet med litteraturgenomgången konstaterades att det gjorts flera mätningar, med mycket varierande resultat, på hur läkemedel fördelar sig mellan olika strömmar i reningsverk, vilket tyder på att fördelningen till stor del kan bero på processförhållandena i reningsverket. Skillnaderna mellan olika reningsverk kommer dessutom troligen att öka när många reningsverk inför olika varianter av membranprocesser och läkemedelsrening. Detta gör det svårt att dra generella slutsatser om hur läkemedel och andra organiska ämnen fördelar sig mellan olika flöden i reningsverk, varför inget projekt planerats inom punkt a) ovan.

Vidare konstaterades att med nuvarande uppberednings- och analysteknik har endast några enstaka läkemedels- och andra miljöstörande organiska ämnen detekterats i slamgödslad jord och gröda som vuxit på sådan mark. Analysernas detektionsgränser är fortfarande för höga för att framgångsrikt genomföra projekt enligt punkterna c) och d) ovan, varför inget projekt planerats inom dessa områden.

Det konstaterades också att koncentrationerna av många läkemedel och andra organiska miljöstörande ämnen är tillräckligt höga i slam för att de ska vara väl kvantifierbara. Förändringar i deras koncentrationer bör därför kunna följas. Dessutom visar enstaka tidigare mätningar att mängder av läkemedel och organiska miljögifter förefaller minska såväl vid slamkompostering som vid slamlagring. De uppmätta reduktioner som publicerats är störst för kompostering av slam i laboratorieskala, medan reduktionen i fullskalig kompostering förefaller vara lägre, liksom den verkar vara vid slamlagring. För att kunna följa och bättre förstå nedbrytning av läkemedel och organiska miljögifter förefaller det viktigt att analysera inte bara modersubstanserna, utan även t.ex. konjugatformer.

Baserat på ovanstående utvecklades, i samarbete med deltagande och medfinansierande 9 VA-organisationer projektet Reduktion av läkemedel och andra organiska miljöföroreningar under lagring/efterbehandling av avloppsslam. Det övergripande syftet för projektet är att öka kunskapen om hur utformningen av hanteringskedjan för återföring till mark påverkar hur mycket organiska miljöföroreningar, speciellt läkemedel, som tillförs marken.

Specifika mål för projektet är att: 1. undersöka reduktionen av utvalda läkemedelssubstanser och eventuellt vissa andra organiska miljöföroreningar vid lagring, kompostering och ureabehandling av mesofilt rötat och avvattnat slam, och lagring av termofilt rötat och avvattnat slam, 2. upprätta massbalanser för utvalda läkemedel, 3. undersöka hur oxiderande förhållanden i hanteringskedjan påverkar reduktionen av utvalda substanser, och 4. möjliggöra för framtida undersökningar av påverkan på ämnen vars analys inte ryms inom detta projekt genom att ta extraprover och i mån av resurstillgång göra några få välriktade analyser som underlag för kommande ansökningar.

Projektet startade i november 2017 och genomförs av SLU (projektledare), IVL och Uppsala Vatten och Avfall (vårdorganisation ansvarig för den storskaliga hanteringen av slammet i försöket). Projektet finansieras av medel från VA-kluster Mälardalen, kontanta bidrag från deltagande VA-organisationer och medfinansiering från Stiftelsen IVL.

Uppföljning av aktiviteter och projektmål

- Fortsatt handledningsstöd till studien av Johan Nilssons examenarbete "Förekomst

av mikroplast i åkermark där växtnäring återförts med avloppsslam”.

Genomfört och exjobbet slutfördes enligt tidsplan.

Tillfredställande.

- Planering och ansökan baserad i arbetsgruppen Uppströmsarbete för hållbara kretslopp om större projekt omfattande i första hand punkterna 2-4 ovan, samt genomförande av detta projekt.

Med bas i Arbetsgruppen Uppströmsarbete för hållbara kretslopp och i nära samarbete med 9 deltagande VA-organisationer har ett större projekt Reduktion av läkemedel och andra organiska miljöföroreningar under lagring/efterbehandling av avloppsslam planerats, finansierats och startats. Projektet omfattar stora delar av AP3b.

Tillfredställande.

- Undersökning av hur mycket läkemedelsrester och nya föroreningar i det avvattnade slammet reduceras i olika hanteringssteg (punkt 2 ovan). Denna undersökning planeras så att den kan startas även om bifall till ansökan i punkten b) drar ut på tiden. Undersökningen utformas så att den väl passar ihop med aktiviteterna i punkt b), och så att den kan genomföras med medel från HP och de VA-organisationer som är intresserade.

Projektet Reduktion av läkemedel och andra organiska miljöföroreningar under lagring/efterbehandling av avloppsslam planerades så att det kan genomföras med medlen från HP (VA-kluster Mälardalen), de 9 deltagande VA-organisationerna samt från Stiftelsen IVL. Detta gjorde att projektet kunde starta under november 2017. Då det slam som ska studeras ännu inte valts ut har dock ännu inga mätningar gjorts.

Tillfredställande (projektet har startat).

- Färdig examenarbetsrapport ” Förekomst av mikroplast i åkermark där växtnäring återförts med avloppsslam” av Johan Nilsson.

Exjobbet är färdigt och tillgängligt på VA-kluster Mälardalens hemsida.

Tillfredställande.

- Ansökan om tilläggsfinansiering för aktiviteterna 2-4 (ovan) planerad och inskickad tillsammans med VA-organisationerna till SVU.

Finansiering av ett större projekt inom AP3 (aktivitet 2 ovan) är ordnad och projektet startat.

Tillfredställande.

- Studier av flöden och reduktion av läkemedelsrester och nya föroreningar över slamhanteringskedjan planerade och vissa mätningar på otillräckligt studerade steg genomförda.

Studier av flöden och reduktion av läkemedelsrester över viktiga delar av slamhanteringskedjan är planerade, även om själva mätningarna ännu inte har

*startat.
Tillfredställande.*

Dissemination / kunskapsspridning

Presentationer:

1. Kunskaps- och datasammanställning för prioritering. Hansson, K., Allard, A.-S., Workshop Uppströmsarbete för hållbara kretslopp vid VA-kluster Mälardalens internat i Västerås 2017-08-23.
2. Provtagning och analys av läkemedel och organiska miljöstörande ämnen. Wahlberg, C. Workshop Uppströmsarbete för hållbara kretslopp vid VA-kluster Mälardalens internat i Västerås 2017-08-23.
3. Litteratursammanställning om läkemedel, PFAS & mikroplast. Jönsson, H. Workshop Uppströmsarbete för hållbara kretslopp vid VA-kluster Mälardalens internat i Västerås 2017-08-23.
4. Projektförslag: Reduktion av läkemedel och organiska ämnen under lagring/efterbehandling av slam. Jönsson, H. Workshop Uppströmsarbete för hållbara kretslopp vid VA-kluster Mälardalens internat i Västerås 2017-08-23.

Publikationer:

1. Förekomst av mikroplast i åkermark gödslad med avloppsslam, Nilsson, J. 2017. Examensarbete, institutionen för biologi och miljövetenskap, Göteborgs Universitet.
2. Screening av befintliga data avseende halter av oönskade substanser i spillvatten, Hansson, K., Allard, A.-S., Lexén, J. 2017. IVL Rapport Nr B 2295. (Publiceras även som SVU-C-rapport i januari 2018).

Bilaga 9: Forskningsprojekt inom VA-kluster Mälardalen

Tabell 20. Forskningsprojekt hos VA-kluster Mälardalens medlemmar 2017 sorterade efter prioriterat forskningsområde. Denna tabell sammanställer projekt som klustrets medlemmar arbetade med 201. Projekttyp klustersamarbetsprojekt KSP: Projekten har minst två deltagare från VA-kluster Mälardalen. HP innebär att projektet får ekonomiskt stöd från VA-kluster Mälardalens budget. Övriga projekt förkortas med ÖP.

A Innovativa och klimatsmarta processlösningar för resurseffektiv rening av kväve, fosfor, BOD, och svårnedbrytbara ämnen

Forskningsområde	Projektname	Klusterdeltagare	Projekttyp	Budget (tot)	Start	Slut
A	Membranteknik vid svenska förhållanden – Långtidsförsök med membranrening för att utvärdera driftfall och möjligheter med membranteknik på Henriksdals ARV	IVL, SVOA	KSP	39 000 000	2013	2020
A	Utveckling och optimering av vattenreningsprocesser och -system för en uthållig återanvändning av renat avloppsvatten i samhället	IVL	ÖP	5 000 000	2016	2017
A	R3-water: Waterreuse, Recovery of valuables, Resource efficient treatment - Demonstration och validering av 10 innovativa tekniker på Hammarby Sjöstadsverket	IVL	ÖP	12 000 000	2014	2017
A	Systemförslag för nedbrytning av läkemedelsrester och andra prioriterade svårnedbrytbara ämnen	IVL, SVOA, SYVAB, KTH	KSP	10 330 000	2014	2017
A	Testbädd för industriell vattenrening vid Hammarby Sjöstadsverket	IVL	ÖP	9 000 000	2015	2018
A	Morgondagens kommunala vattenrening III – Fullskaleförsök med avancerad reningsteknik för att kunna återföra renat avloppsvatten till grundvatteninfiltration	IVL, UU, LU, KTH, SLU	KSP	6 090 000	2015	2017
A	ECO-UV - ground-breaking ultraviolet (UV) lamp and driving electronics technology for chemical-free treatment of water	IVL	ÖP	7 000 000	2015	2018
A	IRPA - Instrumentera rätt på avloppsreningsverk	IVL, 10 VA-org	KSP	1 080 000	2016	2018

A	MagBeW - Functionalized Magnetic Beads for Water Treatment	IVL	ÖP	4 900 000	2015	2017
A	Pharem filtration – Enzymer som reningsteknik för att bryta ned läkemedelsrester	IVL, Syvab	ÖP	5 600 000	2014	2017
A	Funktion hos markbaserad rening - fältmätning av ca 100 enskilda avlopp	RISE	ÖP	840 000	2016	2017
A	Bergkross i kommunala markbäddar - utvärderingsfas med provtagning och vattengenomsläpphetsmätning i fältskala	RISE	ÖP	1 000 000	2016	2019
A	Faktablad för markbaserad rening	RISE	ÖP	240 000	2016	2017
A	EU-projektet "The Potential of Innovative Technologies to Improve Sustainability of Sewage Treatment Plants – Pioneer STP".	KTH	ÖP	3 300 000	2016	2018
A	FUDIPO - Future directions of diagnostics and optimization in process industry (H2020)	MDH, ME	EU	60 000 000	2016	2020
A	More Sense – Modelling av mikroalgbaserad aktivslamprocess	MDH,ME	KSP	7 300 000	2015	2018
A, D	Kretsloppsanpassade sanitetslösningar 2 projekt (Mundati & Harvest moon)	SLU	ÖP	200 000	2016	2017
A, D	Hållbar sanitet för internationell kris och katastrof	SLU	ÖP	100 000	2016	2018
A, D, E	MACRO - Mat i cirkulära robusta system	SLU, RISE, LU	KSP	16 400 000	2016	2018
A, D, E	Hygienisering i peepoo toaletten - Optimering av Peepoo hygieniseringen och dess hanteringskedja	SLU	ÖP	4 500 000	2015	2018
A, D, E	No Waste toilet	SLU	ÖP	4 000 000	2016	2019
E	E1. AP1. Uppströmsarbete - identifiera kunskapsluckor och föreslå åtgärder avseende prioriterade diffusa utsläpp – Litteraturstudie och databasstudie	SLU, MDH, KTH, SV,KF, IVL	HP	700 000	2016	2017
E, A, D	The occurrence and fate of pharmaceutical residues from their sources to water bodies and food chain	SLU	ÖP	2 100 000	2016	2019

E, A, D	E1.AP3 Reduktion av läkemedel och andra organiska miljöföroreningar under lagring/efterbehandling av avloppsslam	SLU, IVL, UV, ESEM, KF, SVOA, Mälarenergi, Enköpings, Örebro	HP	1 762 800	2017	2019
A, D, E	Biokol i små avloppsanläggningar: Långsiktig reningskapacitet och förbättrad avloppsrening av övergödande ämnen	SLU	ÖP	550 000	2016	2017
A, D, E	Läkemedelsresters förorening vid användning av avloppsvatten i jordbruket - Utvärdering av läkemedelsrester och PFAS i avloppsvatten, jord och grödor bevattnas med avloppsvatten	SLU	ÖP	1 023 000	2014	2018
A, D, E	RECO LAB (Recovery Lab, Sweden) – Testbädd för nya tekniska lösningar och tjänster inom vatten och avfall i förbindelse med ett unikt sorterande avlopps- och avfallssystem för hållbara och cirkulära flöden	SLU, LU	ÖP	105 000	2015	2018
A, E	Rening av svårnedbrytbara högfluorerade ämnen (PFAS) i små avlopp	SLU	ÖP	300 000	2016	2017
A-D	SyvaB-FoU	IVL, SYV	KSP	4 000 000	2016	2019
A	BONUS MICROPOLL - Multilevel assessment of microplastics and associated pollutants in the Baltic Sea	IVL	ÖP	25 000 000	2017	2020
A	Reduktion av läkemedel och andra organiska miljöföroreningar under lagring/efterbehandling av avloppsslam	SLU, IVL	KSP	1 872 000	2017	2019
A	μ-pH2040 – vad händer med mikroföroreningarna i MBR med meso-/termofil rötning	SVOA, IVL	KSP	860 000	2017	2019
A, D, E	MACRO - Mat i cirkulära robusta system	RISE, LU, SLU	KSP	16 400 000	2016	2018
A	Testbädd avloppsvatten - Demotest Skärgård	RISE	ÖP	131 000	2017	2018
A	Kvalitetssäkring av bergkross och naturgrus	RISE	ÖP	500 000	2017	2019
A	Funktion markbaserade anläggningar forts	RISE	ÖP	308 000	2017	2018

A, D, E	UriCycle	SLU	ÖP	500 000	2017	2018
A, D, E	International cooperation in research and education on microbiological and pharmaceutical risks upon wastewater use in agriculture	SLU	ÖP	533 000	2017	2020

B Innovativa och klimatsmarta processlösningar för effektiv biogasproduktion

Forsknings- område	Projekt namn	Klusterdeltagare	Projekt- typ	Budget (tot)	Start	Slut
B	Energieffektiv rötning - Industridoktorandprojekt	IVL, SYV, KF	KSP	4 500 000	2013	2017
B	Utvärdering av termisk hydrolysis på Sundets biogasanläggning - arbete utanför SGC-finansierad projektbudget	RISE, SLU, VK	KSP	300 000	2016	2017
B	Future Energy Profile - profilprojekt med 6 olika delprojekt inom avloppsvatten, biogas och pyrolysis	MDH, EEM, ME	KSP	90 000 000	2014	2019
B, C	Modellering av industriell symbios mellan biogasproduktion och industriell avloppsrening	LU, RISE	ÖP	5 000 000	2017	2019

C Systemanalytiska metoder för resurseffektiv avloppshantering

Forsknings- område	Projekt namn	Klusterdeltagare	Projekt- typ	Budget (tot)	Start	Slut
C	Övervakning och feldetektion av reningsverk (industridoktorandprojekt)	IVL, UU, SVOA, SYV, KF	HP	7 000 000	2014	2019
C	Hållbarhetsanalys av värmeåtervinning ur avloppsvatten (HÅVA)	LU, TVAB, KF, RISE	HP	7 500 000	2017	2020

C	FLOODVIEW – EUREKA-ACQUEAU - utveckla ett web-baserat beslutsstödsystem för hantering och åtgärder vid översvämningssituationer i urban miljö.	LU	ÖP	8 000 000	2017	2018
C	Softsensors - Statistisk modellering av mätsignaler på reningsverk	IVL	ÖP	1 000 000	2016	2017
C	Generalisering av benchmarksystemen BSM1, BSM1_LT och BSM2	LU	ÖP	8 000 000	2010	2017
C	Simuleringsverktyg och beslutsstöd för utvärdering av det urbana avloppsvattensystemet	LU	HP	1 500 000	2016	2017
C	Modellkalibrering och framtagande av styrstrategier för simultanfällning av fosfor med FeSO4	LU, SVOA, SYVAB	ÖP	450 000	2017	2017
C	Utvidgning av modeller för reningsverksprocesser med fysiko-kemiska effekter	LU	HP	1 500 000	2016	2017
C	CONAN – Industriadoktorandprojekt med syfte att ta fram processmodell och styrstrategier för svenska reningsverk för nitritations- och anammoxprocesser	MDH	ÖP	5 000 000	2015	2018

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

Forsknings- område	Projekt namn	Klusterdeltagare	Projekt- typ	Budget (tot)	Start	Slut
D	Läkemedel i källsorterade avloppsfraktioner - en kunskapssammanställning	RISE	ÖP	230 000	2017	2018
D	Mikroplaster i kretsloppet	RISE	ÖP	1 200 000	2016	2019
D	BIOUSE - Recirkulering av rötrest på åkermark	MDH	ÖP	6 400 000	2014	2017

D	Avlopssystemets totala påverkan på slamkvalitet och näringsämnesåterföring samt möjligheter att separera metaller – Utredda möjligheterna att höja slamkvaliteten med avseende på resursutvinning ur ett systemperspektiv med fokus på ovidkommande vatten.	MDH,EEM,ME	HP	3 000 000	2016	2018
D	Proteinproduktion från avlopp och avfall - Användning av fluglarver för att producera proteiner till djurfoder från avlopp och avfall	SLU	ÖP	14 500 000	2014	2018
D	Baltic Blue Growth	SLU, RISE	ÖP		2016	2018
D	Avloppsvattenbevattning i Bolivia - Teknikutveckling för hygieniskt säker produktion av livsmedel som bevattnas med avloppsvatten och riskvärdering av olika behandlingsalternativ.	SLU	ÖP	800 000	2014	2018

E Metodik och kunskapsunderlag för uppströmsarbete

Forsknings- område	Projektnamn	Klusterdeltagare	Projekt- typ	Budget (tot)	Start	Slut
E	E1. AP1. Uppströmsarbete - identifiera kunskapsluckor och föreslå åtgärder avseende prioriterade diffusa utsläpp – Litteraturstudie och databasstudie	SLU, MDH, KTH, SV,KF, IVL	HP	700 000	2016	2017
E, A, D	The occurrence and fate of pharmaceutical residues from their sources to water bodies and food chain	SLU	ÖP	2 100 000	2016	2019
E, A, D	E1.AP3 Reduktion av läkemedel och andra organiska miljöföroreningar under lagring/efterbehandling av avloppsslam	SLU, IVL, UV, ESEM, KF, SVOA, Mälarenergi, Enköpings, Örebro	HP	1 762 800	2017	2019

