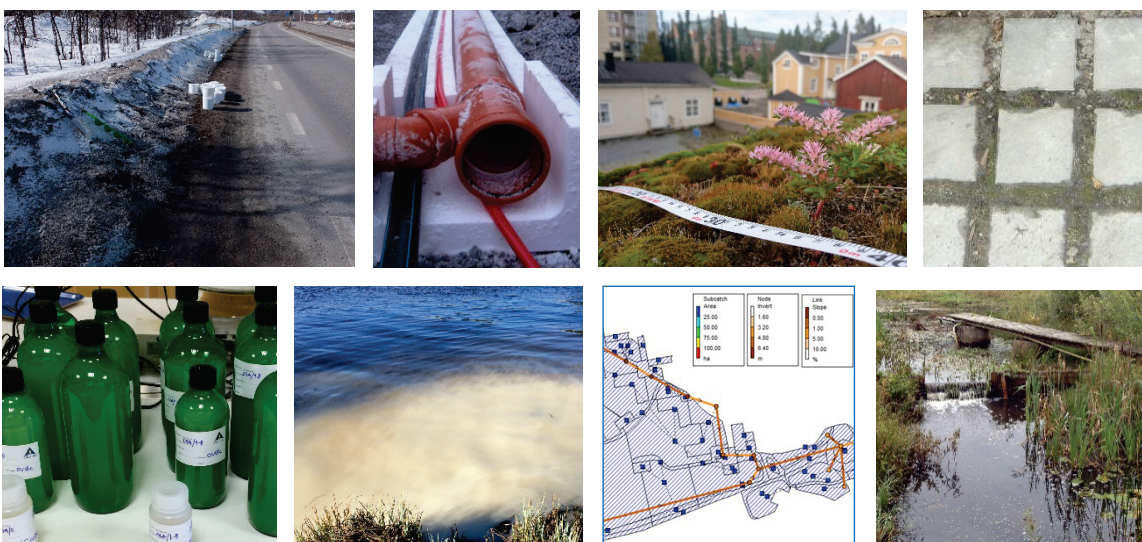




Verksamhetsberättelse 2018

Innehåll

1 Om Dag&Nät.....	1
1.1 Dag&Näts verksamhetsidé.....	1
1.2 Dag&Näts vision.....	1
1.3 Dag&Näts strategi.....	1
1.4 Dag&Näts partners.....	1
1.5 Dag&Näts organisation.....	1
1.5.1 Styrgruppens sammansättning och sammanträden.....	2
1.5.2 LTU:s ledningsgrupps sammansättning	2
1.5.3 Temareferensgrupper	2
1.5.4 Dag&Näts personal.....	3
1.6 Dag&Näts ekonomi	4
2 Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete	5
2.1 Tema Dagvattenkvalitet: från regn till recipient	7
2.1.1 Identifiering och utvärdering av dagvattenföroreningskällor	8
2.1.2 Källor till mikroplast i dagvatten.....	9
2.1.3 Metaller i dagvatten, kemiska faser och transportprocesser.....	10
2.1.4 Kvalitetshöjande förhållanden för dagvatten som passerar svackdiken	11
2.1.5 Urban snöhantering: provtagningsstrategier för att fånga förorenade flöden och deras miljöpåverkan	12
2.1.6 Biofilter för dagvattenbehandling.....	13
2.1.7 Dagvattenbiofilter: Faktorer som kan påverka funktionalitet.....	14
2.1.8 Kemisk fällning av förorenat dagvatten.....	15
2.1.9 Yteffektiv dagvattenrening	16
2.2 Tema Dagvattensystem	18
2.2.1 Urban grön infrastrukturens prestanda och hydrologi.....	19
2.2.2 Förbättrad modellering av grön infrastruktur	20
2.2.3 Gröna tak och deras funktion i kalla klimat.....	21
2.2.4 Hållbar urban dagvattenhantering – förstå aktörer, verktyg och motiv för bättre beslutsfattande	22
2.2.5 Värdering av långsiktiga fördelar med blå-grön infrastruktur.....	22
2.2.6 Övriga aktiviteter - Tvättsvampen	23
2.3 Tema Ledningsnät.....	24
2.3.1 Ovidkommande vatten i ledningsnät	25
2.3.2 Hållbara ledningssystem i kallt klimat.....	25
2.3.3 Drivkrafter för centralisering eller decentralisering av avloppsrenings- system	27
2.3.4 Övriga aktiviteter – Små flexibla avloppslösningar	28
2.4 Projekt- och programportfölj	29
2.4.1 Stora program och kompetenscentra	31
DRIZZLE – Centrum för dagvattenhantering.....	31
2.5 Samarbetsparter.....	32
3 Kompetensförsörjning.....	33
3.1 Studentorienterad branschdag vid LTU	33

3.2	Grundutbildning inom VA-området vid LTU.....	33
3.3	Vattenforskerskolan	33
3.4	Uppdrag i betygskommittéer.....	34
3.5	Riktad branschutbildning.....	34
3.6	Övriga aktiviteter - praktikplats.....	35
4	Kommunikation	36
4.1	Hemsida	36
4.2	Nyhetsbrev	36
4.3	Sociala medier.....	36
4.4	Artikelserie Ny Forskning och Teknik	36
4.5	Vattenplattformen	36
4.6	Arrangerande av konferenser och seminarium	37
4.7	Deltagande på konferenser, etc	37
4.8	Utmärkelser, priser och ärofyllda uppdrag	39
4.9	Informationsmöten.....	39
4.10	Publikationer	39
4.10.1	Artiklar i vetenskapliga tidskrifter.....	39
4.10.2	Konferensbidrag	40
4.10.3	Rapporter	40
4.10.4	Kapitel i bok	40
4.10.5	Licentiatuppsatser.....	41
4.10.6	Examensarbeten.....	41
4.10.7	Artikelserie ”Ny forskning och teknik”	41
4.11	I media	41

1 Om Dag&Nät

Ett väl fungerande vattenförsörjnings- och avloppssystem (VA-system) är en förutsättning för långsiktigt hållbar samhällsutveckling. I detta ingår dagvattensystemens och stadsdräneringens funktion som väsentlig med avseende på samhällsekonomi, miljö samt medborgarnas säkerhet och hälsa.

Forskningsgruppen VA-teknik vid Luleå tekniska universitet har under en rad år framgångsrikt verkat inom VA-systembaserad forskning med utgångspunkt i hållbarhet och klokt resursutnyttjande och i nära samverkan med branschens aktörer. Det av gruppen identifierade behovet att ytterligare stärka samarbetet med andra VA-aktörer i norra regionen, tillsammans med Svenskt Vatten Utvecklings satsning på mer omfattande projektprogram inom VA-området, resulterade år 2010 i klusterbildningen Dag&Nät.

1.1 Dag&Näts verksamhetsidé

Dag&Nät utvecklar och förmedlar forskningsbaserad kunskap samt bygger nätverk inom dagvatten- och ledningsnätsområdet med utgångspunkt i samhällets behov, hållbarhet och klokt resursutnyttjande samt i nära samverkan med privata och offentliga aktörer.

1.2 Dag&Näts vision

Dag&Nät:s vision från starten har varit att år 2020 vara ett internationellt ledande forskningscentrum för kunskaps- och kompetensutveckling inom dagvatten- och ledningsnätsområdet.

1.3 Dag&Näts strategi

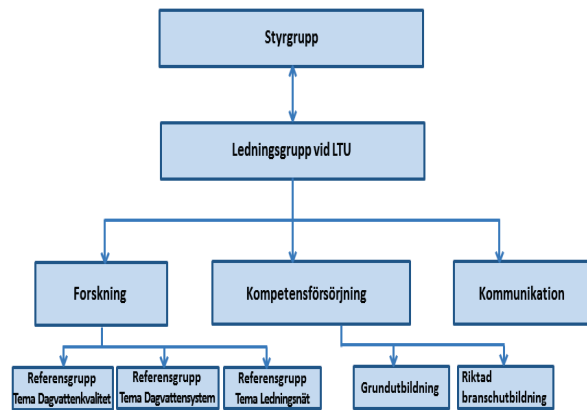
För att nå visionen initierar och genomför Dag&Nät behovsdrivna forsknings-, utvecklings- och utbildningsinsatser inom dagvatten- och ledningsnätsområdet. Dag&Nät har särskilt gjort sig känt genom satsningen på att tillhandahålla behovsanpassad forskning och utveckling inom områdena dagvattenkvalitet, dagvattensystem och ledningsnät, vilket möjliggörs genom ett starkt samarbete med befintliga aktörer, samt genom att knyta sig an nya samarbetspartners. Samtidigt är Dag&Nät en viktig katalysator för ny samverkan inom VA-området, med fler mötesplatser för tillkommande aktörer.

1.4 Dag&Näts partners

Dag&Nät består av forskningsgruppen VA-teknik vid Luleå tekniska universitet, Luleå kommun (Samhällsbyggnadsförvaltningen), Skellefteå kommun (Samhällsbyggnadskontoret), Umeå kommun (Vakin AB), Sundsvalls kommun (MittSverigeVatten & Avfall AB), Östersunds kommun (Vatten Östersund), Bodens kommun, VA SYD samt Svenskt Vatten. Ungefär 1/3 av de forskningsprojekt som Dag&Nät bedriver delfinansieras av dessa parter. Dag&Nät fungerar därtill som paraply för ytterligare projekt, med huvudsakligen Formas och Vinnova som andra finansiärer. Till detta kan läggas leveranser i form av examensarbeten och projektarbeten.

1.5 Dag&Näts organisation

Övergripande organisation för Dag&Nät omfattar en styrgrupp, ledningsgrupp samt temareferensgrupper. Organisationen redovisas i figur 1.



Figur 1: Dag&Näts organisation

1.5.1 Styrgruppens sammansättning och sammanträden

Styrgruppen har under 2018 bestått av:



Micael Löfqvist, MittSverige Vatten & Avfall AB, Sundsvall (ordförande t.o.m. maj 2018)

Stefan Johansson, Skellefteå kommun (ordförande fr.o.m. maj 2018)

Kristina Kenning Östling, Östersunds kommun (vice ordförande)

Petra Viklund, Luleå kommun

Per Grünhagen, Vakin AB, Umeå kommun

Tomas Larsson, MittSverige Vatten & Avfall AB, Sundsvall (fr.o.m. maj 2018)

Jan Lundberg, Bodens kommun

Malin Engström, VAK, Växjö kommun

Elin Jansson, RÖK, Uppsala Vatten och Avfall AB

Maria Viklander, LTU (projektledare)

Sylvia Kowar, LTU (koordinator)

Daniel Hellström, Svenskt Vatten AB (adjungerad; t.o.m. augusti 2018)

Anna Norström, Svenskt Vatten AB (adjungerad; fr.o.m. november 2018)

Under 2018 har styrgruppen haft tre fysiska möten i februari, maj och november samt hållit ett fjärde styrgruppsmöte via skype i december. Närvaron vid samtliga möten har varit god.

1.5.2 LTU:s ledningsgrupps sammansättning

Ledningsgruppen har bestått av Maria Viklander, Annelie Hedström, Godecke Blecken, Heléne Österlund, samt Sylvia Kowar, samtliga VA-teknik, LTU.

1.5.3 Temareferensgrupper

Temareferensgruppernas uppgift är att stötta respektive inriktnings utveckling via återkoppling baserat på gruppens samlade kommunala erfarenhetsbas. Referensgrupperna är kopplade till Dag&Näts forskningsteman enligt följande.

Tema Dagvattenkvalitet – från regn till recipient:

Ulrika Lindberg (Vakin, Umeå kommun)

Anna Bodén, Gabriella Nygren (Skellefteå kommun)

Erika Lundström (Luleå kommun)

Jenny Haapala (Östersunds kommun)

Linnea Mothander, Anna-Maria Kullberg (MittSverige Vatten & Avfall, Sundsvalls kommun)

Helena Marttala (Bodens kommun)

Ebba Waernbaum (VA SYD)

Tema Dagvattensystem:

Pär Nyström (Vakin, Umeå kommun)

Helena Jonsson (Skellefteå kommun)

Ann-Sofie Wikström (Luleå kommun)

Jenny Florberger (Östersunds kommun)

Erik Norin (MittSverige Vatten & Avfall, Sundsvalls kommun)

Magnus Bäckström (Bodens kommun)

Eleonora Krizanac (VA SYD)

Tema Ledningsnät:

Christer Stenmark (Vakin, Umeå kommun)

Helena Jonsson (Skellefteå kommun)

Ulrika Larsson (Luleå kommun)

Lars Svensson (Östersunds kommun)
 Kent Johansson (MittSverige Vatten & Avfall, Sundsvalls kommun)
 Tony Brexelius, Erik Tornberg (Bodens kommun)
 Niclas Nilsson (VA SYD)

1.5.4 *Dag&Näts personal*

Vid slutet av år 2018 omfattade Dag&Näts personal 16 doktorander. Tillkommer till detta som forskningsöverbyggnad 15 personer. 11 av alla personer var verksamma på deltid.

Under 2018 anställdes Ahmed Al-Rubaei som post doc och fortsätter nu sitt arbete med dagvattenanläggningar som han påbörjat tidigare under sina doktorandstudier. Fortsatt forskningsstöd har erhållits av adjungerade VA-professorerna Lian Lundy, professor i miljövetenskap vid Middlesex University i London, Storbritannien, Richard Ashley från Pennine Water Group i Sheffield, Storbritannien, samt Jiri Marsalek (National Water Research Institute i Burlington, Kanada) som sedan 2014 verkar som professor vid forskargruppen. Koordinator för Dag&Nät är Sylvia Kowar.

Nedan presenteras de personer från LTU som under 2018 arbetat inom Dag&Nät.

Maria Viklander Professor

Jiri Marsalek Professor

Lian Lundy Gästprofessor

Richard Ashley Professor, adjungerad

Annelie Hedström Professor, biträdande



Godecke Blecken

Inga Herrmann

Heléne Österlund

Günther Leonhardt

Ahmed Al-Rubaei

Sylvia Kowar

Lena Goldkuhl

Stefan Marklund

Kerstin Nordqvist

Peter Rosander

Frieder Hamann

Oleksandr Panasiuk

Laila Søberg

Hendrik Rujner

Professor, biträdande

Universitetslektor, biträdande

Universitetslektor, biträdande
Forskare

Post doc

Projektkoordinator

Projektkoordinator

Projektledare

Forskningsingenjör, 1:e

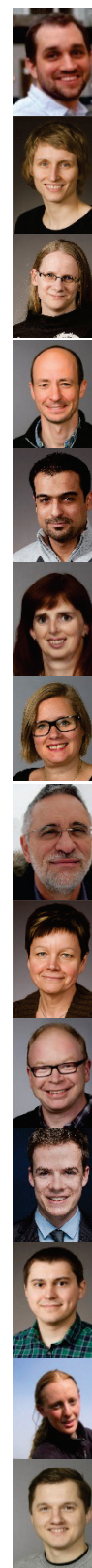
Forskningsingenjör

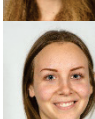
Forskningsingenjör

Doktorand

Doktorand

Doktorand



Alexandra Müller	Doktorand	
Youen Pericault	Doktorand	
Fredrik Nyström	Doktorand	
Arya Vijayan	Doktorand	
Snežana Gavrić	Doktorand	
Brenda Vidal	Doktorand	
Ico Broekhuizen	Doktorand	
Joel Lönnqvist	Doktorand	
Katharina Lange	Doktorand	
Ivan Milovanovic	Doktorand	
Sarah Lindfors	Doktorand	
Madeleine Syk	Kommundoktorand	
Pär Öhrn Sagrelius	Industri-doktorand	

1.6 Dag&Näts ekonomi

Under verksamhetsåret 2018 omsatte Dag&Nät 27,6 miljoner kronor. Här har Svenskt Vatten Utveckling bidragit med 1,9 miljoner och partnerkommunerna sammantaget ytterligare 1,4 miljoner. Bland övriga finansörer var Vinnova och Formas huvudfinansierarna och bidrog med närmare 10,5 mkr respektive 9,8 mkr.

Under detta åttonde verksamhetsår har Dag&Nät fortsatt överträffa det ursprungliga omsättningsmålet 7-8 miljoner/år och ökat omsättningen med 3 % jämfört med 2017.



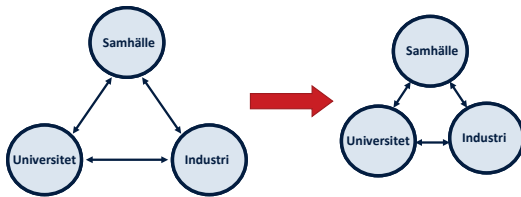
Figur 2: Dag&Näts omsättning växer kontinuerligt ända sedan starten.

Under året har vi i likhet med tidigare år och baserat på medlemmarnas behov inlämnat nya ansökningar om FoU-medel, för att ytterligare växla upp Dag&Näts verksamhet. Utfallet från ansökningarna har varit gott och medfört utökad projektvolym genom ett antal nya projekt finansierade av bl.a. Vinnova, Energimyndigheten och stiftelsen J. G. Richert.

Utöver rena forskningsmedel tillfördes ca 2,1 miljoner till verksamheten för utbildning inom VA-området, i form av VA-kurser och branschriktade examensarbeten.

2 Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete

Dag&Nät arbetar efter Triple helix-konceptet som bygger på nära samverkan mellan samhälle, näringsliv och universitet. Konceptet bidrar till en mer livfull, innovativ och vetenskaplig process, se figur 3.



Figur 3: Dag&Näts samverkansarbete

Dag&Nät bygger på och är beroende av ett stort engagemang hos medverkande aktörer. Allt syftande till långsiktigt samarbete, för att tillsammans möta och bemästra framtida utmaningar inom VA-området.

“Genom samverkan och utveckling initierad av Dag&Nät medverkar vi på sikt till en **intressantare och roligare bransch** - därmed också lättare att rekrytera framtida kollegor till”

Våra vägledande principer är:

- Relevans – Forsknings- och utvecklingsarbetet ska ligga i linje med Svenskt vattnets prioriteringar och substantiellt bidra till utvecklingen av ett uthålligt dagvatten- och ledningssystem
- Originalitet – Forsknings- och utvecklingsarbetet ska medföra tydliga framsteg genom att fylla identifierade teoretiska eller praktiska kunskapsluckor
- Kvalitet – Forsknings- och utvecklingsarbetet ska vara av hög internationell standard
- Delaktighet – Forsknings- och utvecklingsarbetet ska aktivt uppmuntra växelverkan och utbytet mellan olika aktörer

och discipliner, mellan forskning och tillämpning samt överbrygga geografiska skillnader

- Öppenhet – Forsknings- och utvecklingsarbetet ska föras framåt i en anda av öppenhet, för att överskrida traditionella gränslinjer och bidra till en kultur som möjliggör effektivt samarbete.

Nära samverkan med behovsägare

FoU-arbetet inom Dag&Nät har sin utgångspunkt i de behov som VA-branschen uttrycker. Detta klarläggs genom möten med behovsägare/kommuner samt i det som framkommer i/genom fältorienterade samverkansprojekt.

Möten med intressentkommuner

Under år 2018 har Dag&Nät fortsatt att hålla möten på hemmaplan med Luleå och VA SYD. Som resultat av den under 2017 förda dialogen med Bodens kommun om medlemskap i Dag&Nät har även Boden tillkommit som ny medlem sedan januari 2018 och hållits ett möte på hemmaplan med nya medlemskommunen senare under året.

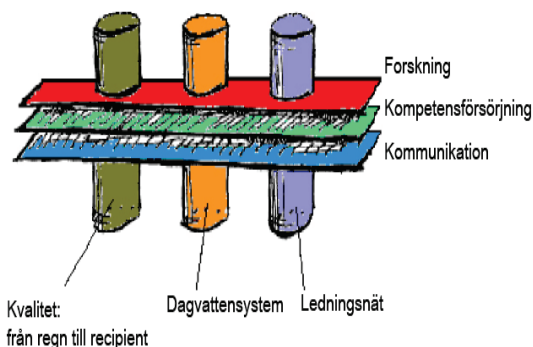
Upplägget på möten har varit olika beroende på respektive kommuns behov. Gemensamt för möten är oftast att träffa personal på driftsidan för att lyssna till deras syn på utvecklingsbehov inom VA-området, samt i möte med VA-ingenjörer diskutera läge för aktuellt i kommunen pågående forskningsprojekt och fokusera sammanfattning av FoU-läget, planering och utveckling för det kommande året samt mer djupgående behovsinventering.

Projektmöten

Utöver möten med intressentkommunerna har separata projektmöten avhållits, både gällande pågående FoU-projekt samt som initial- och spånarmöten inför projektstart och operativa val.

Dag&Näts verksamhetsstruktur

För att säkerställa våra målsättningar, öka utbytet av erfarenhet, kompetens och kunskap samt förbättra samspelet mellan praktiktäna frågeställningar, utveckling, forskning och utbildning är Dag&Näts verksamhet sedan start strukturerad i tre ansvarsområden; forskning, kompetensförsörjning och kommunikation. Dessa tre områden illustreras som horisontella plan i figur 4.



Figur 4. Dag&Näts verksamhetsstruktur – med tre horisontella ansvarsområdena korsande tre teman

Verksamheten bedrivs med utgångspunkten att Dag&Näts olika aktiviteter ska integreras så långt det är möjligt, dvs. att forskning, kompetensförsörjning och kunskapsförmedling är starkt sammanflätade.

Uthållig dagvatten- och ledningsnätshantering innefattar allt från vattnets kvantitet och kvalitet, transport/behandling ända fram till vem som i varje del har ansvaret för vattenhanteringen. För att säkerställa helhetssyn i frågan samt för att garantera integrationen av de olika delarna har tre teman identifierats:

- Tema - Dagvattenkvalitet: från regn till recipient
- Tema - Dagvattensystem
- Tema - Ledningsnät

Dessa teman utgör en viktig utgångspunkt för Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete. De kommer även att vara grund för utvecklingen av leveranserna gentemot det

övergripande syftet – uthållig dagvatten- och ledningsnätshantering.

Specifika frågeställningar adresseras inom dessa teman. Vissa frågeställningars bäring på fler än ett tema medför att koordinering och kommunikation mellan temagrupperna är mycket viktig.

2.1 Tema Dagvattenkvalitet: från regn till recipient



Temat ”Dagvattenkvalitet: från regn till recipient” leds av Heléne Österlund, biträdande universitetslektor, VA-teknik, LTU.

Dagvattenhantering, dvs. yttlig avrinning från vägar och gator, har länge varit en fråga om att på effektivaste sätt avleda nederbördsvattnen till närmaste recipient (vattendrag), utan hänsyn till vattnets kvalitet och exempelvis de sedimentära avlagringar dagvattnet ger upphov till i recipienterna. För att minska dagvattnets miljöbelastning har efterhand (svack-)diken och öppna dammar tillförts avledningssystemet, mer fokus läggs också på vilka ämnen vi bygger in i samhället och som förorenar dagvattnet och effektivare renings-tekniker har börjat efterfrågas.

Inom temat Dagvattenkvalitet studeras källor till dagvattenföroreningar i mer detalj, vilket kan kopplas till uppströmsarbete för att er-hålla ett renare dagvatten. Arbetet fokuserar på bidrag från material som byggs in i staden och dagvattenkvalitet från olika typer av av-rinningsområden med fokus på det som tidi-gare inte undersökts i Sverige. Under senare år har dagvatten pekats ut som en av de troligen största transportvägarna av mikrokräp från den urbana miljön vidare ut till den akva-tiska miljön. Här har Dag & Nät påbörjat ett arbete med karakterisering och spårning av mikrokräpets källor och fällor. Förorenings-transporten och –spridningen vid olika snö-hanteringsstrategier studeras, t ex. jämförelse av snöupplag på land kontra dumpning i vat-tenförekomster. System för dagvattenrening utvärderas och utvecklas vidare. Detta gäller exempelvis biofilter som nu kommer att stu-deras i fullskaliga

anläggningar och anpassade till de svenska förutsättningarna. Tekniker för mer avance-rade dammsystem och andra reningslösningar för problematiska dagvatten testas och utvär-deras.

Inom temat kommer detaljerade studier att ut-föras avseende dagvattnets, samt dess sedi-ments, kvalitet samt toxicitet. De resultat som framkommer ger nödvändig kunskap för pla-nering och utformning av en hållbar och kretsloppsanpassad dagvattenhantering, med minimerad förorenings-spridning och miljö-belastning. I samarbete med olika dagvatten-systems användare/huvudmän kommer pro-jektresultaten att användas för att utveckla strategier för uthållig hantering av dagvatten. Detta inkluderar uppströmsarbete, övergri-pande sedimentbedömning respektive behö-vet av slutbehandling i processkedjan - till ex-empel dammar, diken eller mer avancerad re-ning.

Under 2018 har arbetet tematiskt bedrivits inom 13 projekt, bl.a.:

- Hållbar snöhantering i urbana miljöer
- Bedömning och modellering av grön in-frastruktur
- Identifiering och karakterisering av källor till diffus förorenings-spridning
- Avancerad dagvattenrening
- Yteffektiv dagvattenrening
- GrönNano
- DRIZZLE

2.1.1 *Identifiering och utvärdering av dagvattenföroreningskällor*



Alexandra Müller (fd Andersson-Wikström), doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Jiri Marsalek, professor
Heléne Österlund, bitr. lektor

Diffusa föroreningskällor, alltså antropogena utsläpp från exempelvis trafik eller byggnader, har i EU:s vattendirektiv utpekats som en viktig punkt att ta itu med för att uppnå god ytvattenkvalitet i våra dagvattenrecipienter. Alexandras forskningsområde är främst relaterat till att hitta och utreda dessa diffusa föroreningskällor till dagvatten.

De föroreningsgrupper som studeras omfattar både metaller samt olika organiska föroreningar. Arbetet fokuserar på att undersöka bidraget av föroreningar från olika urbana ytor och material, exempelvis byggnadsmaterial, till ytavrinning. Detta kommer att göras i såväl laboratorie- och pilotförsök på konventionella byggnadsmaterial, som i fältprovtagningar av dagvattnets kvalitet i olika typer av avrinningsområden. Pilotanläggningen bestående av 33 ytor med 11 olika byggnadsmaterial färdigställdes under våren 2017 och provtagning påbörjades. Under 2018 har provtagningen fortsatt och resultaten har börjat utvärderas.



Figur 5. Pilotförsök vid LTU.

Alexandra var föräldraledig under januari t.o.m. juli 2018.

Aktiviteter 2018

- Bearbetning av resultat från de sex regntillfällen som provtagits under 2017-2018. Initiala resultat presenterades vid *Forum för kemikaliesmart byggande: Tema dagvatten* – ett seminarium vid Stockholms miljöförvaltning.
- Skrivande av vetenskaplig artikel baserad på ovanstående pilotförsök. Ett manuskript är färdigställt och inskickat till en tidskrift.
- Arbetade med färdigställandet av SVU-rapporten Kunskapssammanställning: dagvattenkvalitet.

Viktigaste resultat

Provtagningsresultaten från pilotprojektet visade på att flera vanligt förekommande byggnadsmaterial är viktiga källor till föroreningar i dagvatten. Kopparplåt var den största bidragaren av koppar, medan zinkplåt och galvaniserad plåt var de största källorna till zink. Resultaten visade även på att en ytbeläggning, som i fallet med ytbelagd, korrugerad plåt, medförde att lägre koncentrationer av metaller släppte från materialet. Gällande de organiska föroreningarna var PVC-material de som släppte flest föroreningar. Både ftalater och nonylfenoler uppmättes i avrinningen från PVC.

Resultaten visade även att variationer förekommer mellan de olika provtagningstillfällena, troligtvis till följd av variationer i temperatur och andra väderfaktorer, såsom regnintensitet eller antal torra dagar före regnet. Olika typer av material uppvisade olika utsläppsmönster och de mjuka, flexibla materialen verkade påverkas av variationer i temperatur i större utsträckning än metallplåtar.

Publikationer

Tondera. K, Blecken. G, Tournebize. J, Viklander. M, Österlund. H, Andersson-Wikström. A, et al. (2018) *Emerging Contaminants: Occurrence, Treatment Efficiency and Accumulation Under Varying Flows*. Kapitel i bok, del av antologi, ingår i Ecotechnologies for the Treatment of Variable Stormwater and Wastewater Flows. Cham: Springer, 2018, p. 93-109

2.1.2 Källor till mikroplast i dagvatten



Madeleine Syk, kommundoktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Heléne Österlund, bitr. univ.lektor
Mentor:
Jenny Pirard (Stockholms stad)

Madeleine började som kommundoktorand i april, anställd av miljöförvaltningen i Stockholm stad, inom det Vinnova-finansierade kompetenscentrumet Drizzle. Hon har under året jobbat med forskning kring källor till mikroplast och andra former av mikroskräp som sprids med dagvattnet. Bland annat har hon sammanställt data från mätningar utförda på dagvatten samt presenterat sin forskning vid Svenskt Vatten Utvecklings forskningskonferens i Malmö.

2.1.3 *Metaller i dagvatten, kemiska faser och transportprocesser*



Sarah Lindfors, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Heléne Österlund, bitr. univ. lektor
Lian Lundy, gästprofessor

Metallers toxicitet och biotillgänglighet i dagvatten beror på förekommande kemiska faser och storleksfraktioner. Idag är de flesta reningstekniker för dagvatten baserade på sedimentering för att avlägsna större partiklar och metaller associerade med dessa. Detta torde innebära att de ”minsta” metallfraktionerna (kolloider och fria joner), med förväntad hög toxicitet, i stor utsträckning passerar sådana reningssteg ut i recipienten. Sarahs forskning syftar till ökad kunskap om förekomsten av de minsta metallfraktionerna och hur de kemiska faserna ändras under transport i dagvattensystem.

Aktiviteter 2018

- Våren 2018 analyserades data från provtagning av regn- och smältvatten där metaller delats upp i olika storleksfraktioner med hjälp av membran- och ultrafiltrering (figur 6). Membranfilter har en porstorlek på $0,45\ \mu\text{m}$ vilket avskiljer partikulärt bundna metaller från kolloider och fria metalljoner. Ultrafiltrering har en avskiljning på $1\ \text{nm}$, vilket ger en fraktion som kan antas vara sant löst och till största del utgörs av fria metalljoner. Detta innebär att metaller bundna till större kolloider avskiljs med ultrafiltrering.
- Resultaten sammanställdes i en artikel under hösten som kommer publiceras i början av 2019.
- Ett nytt projekt planerades under våren 2018 där dagvatten kommer undersökas med så kallade ”passiva provtagare” som adsorberar de mest biotillgängliga fraktionerna av metaller. Resultaten kommer

att jämföras med ultrafiltrering för att utvärdera lämpligheten att använda passiva provtagare för undersökning av dagvattenkvalitet.

- Nya projektet drog igång med fältarbete under hösten där bland annat labbmobilens faciliteter testats (figur 7). Projektet kommer fortsätta våren 2019.



Figur 6. Ultrafiltrering för kvantifiering av lösta metalljoner i dagvatten.



Figur 7. Fältarbete blir lätt utrustad med labbmobil.

Viktigaste resultat

Data från provtagningen av regn- och smältvatten visar på att en stor del av särskilt koppar och zink förekommer som fria joner i dagvatten. För flera metaller (kadmium, nickel, koppar och zink) överskrider den kolloidala fraktionen flera gånger utav den sant lösta fraktionen vilket innebär än högre toxicitet.

2.1.4 *Kvalitetshöjande förhållanden för dagvatten som passerar svackdiken*



Snežana Gavrić, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Günther Leonhardt, forskare

Avrinning av förorenat dagvatten från hårdgjorda ytor minskas genom att återskapa vissa naturliga förutsättningar i avrinningsområdet. Negativa effekter av förorenat dagvatten kan med samma koppling mildras genom användning av grön infrastruktur, exempelvis gräsbevuxna svackdiken.

Snežanas forskningen fokuserar på designade gräsbevuxna svackdiken, vanligtvis placerade i anslutning till impermeabla trafikerade ytor. Dessa gräsbevuxna svackdiken har tre viktiga funktioner i dagvattensammanhang: ändrad flödestransport, reducerade toppflöden och förbättrad dagvattenkvalitet. Snežanas forsknings syftar till att förbättra kunskapen om de processer som förbättrar kvaliteten på dagvatten i gräsbevuxna svackdiken.

Aktiviteter 2018

- Under året har Snežana författat en vetenskaplig artikel som söker att kritiskt utvärdera och systematiskt strukturera information från tidigare arbeten som täcker vattenkvalitetsförändringar i gräsbevuxna diken, via till exempel partikel-sedimentering och olika biologiska och kemiska processer.
- Vidare har en artikel baserat på fältstudier färdigställts. Artikeln belyser en metodik som nyttjar StormTac Web och jordprovsanalyser för att beräkna förorenade flödets långsiktigt reducerade metallhalter, samt total ackumulerad föroreningsbelastning i markskiktet efter det att ett dike tas i drift. Arbetet fokuserade på metallerna Zn, Cu och Pb. Denna metodik presenterades på konferensen Urban

Drainage Modelling (UDM) i Palermo, Italien, i september 2018.

- Under hösten har Snežana planerat och genomfört fältarbeten för att mäta infiltrationshastighet i tre studerade diken (se figur 8).
- Samtidigt har grundläggande datasammanställning och utvärdering av jordprover fortsatt, som underlag för ytterligare artikel om faktorer som påverkar metallkoncentrationer i gräsbevuxna svackdiken. Faktorer som är i fokus är jordartens parametrar av intresse (pH, konduktivitet, kloridhalt, organiskt innehåll samt infiltrationshastighet) samt avrinningsområdets fysikaliska och hydrauliska egenskaper.



Figur 8. Två beväxta svackdiken i centrala Luleå samt (längst ned) vid LTU campus.

2.1.5 *Urban snöhantering: provtagningsstrategier för att fånga förorenade flöden och deras miljöpåverkan*



Arya Vijayan, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Jiri Marsalek, professor
Heléne Österlund, Bitr. Univ.lektor

Aryas forskning riktas huvudsakligen mot urban snö och dess kvalitet. Hon undersöker i detta syfte förekomst av skilda föroreningar i snön och hur de uppträder eller förflyttas när snö smälter. Snöhanteringens miljöpåverkan och miljösäker snöröjnings tillämpbarhet ingår också i hennes projektuppdrag.

Aktiviteter 2018

- Snöprov uttogs efter tre skilda snöfall inom Frihamnen Stockholm, för att undersöka lagrad snös heterogenitet inom såväl som mellan skilda snöupplag inom samma "snöfallsområde". Avsikten var att studera hur skattningar av föroreningshalter varierar och om det finns samband med valda provtagningsrutiner.
- De insamlade proverna analyserades beträffande TSS (partikelhalt), organisk halt, pH, konduktivitet, PAH samt total respektive löst metallhalt.
- Snöprov insamlade från upplogad snö längs trafikerade vägar i Umeå och Luleå vintern 2016-2017 analyserades avseende förekomst av mikroplast. Resultaten sammanställdes i ett konferensbidrag som skickades in till Novatech 2019.
- I slutet av året presenterades laboratorieresultat från smältning av snö som hanterats av Luleå kommun.
- Resultaten sammanställdes även i en artikel som skickades in till tidskriften Water, Air&Pollution i december.

Viktigaste resultat

Mikroplast förekommer i mätbara mängder i snö. Föroreningarna är heterogent fördelade såväl inom ett snöupplag som upplagen emellan. Orsak till detta kan sökas i skilda lagringstider, varierande teknik för snöröjning och/eller saltspridning.

Provuttag som sammantaget omfattar ett fåtal prov kan såväl under- som överskatta förekomst eller halt av ett förorenande ämne.

Föroreningar bör dessutom graderas/prioriteras sinsemellan i syfte att bestämma lokalt styrande parametrar. Detta angreppssätt bör även beaktas när provtagningschema etc. fastställs.



Figur 9. Snöprovtagning i Stockholms frihamn.

2.1.6 Biofilter för dagvattenbehandling



Laila Søberg, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Godecke Blecken, bitr. professor

I dagvattensammanhang är biofilter (eller växtbäddar) att se som en behandlingsteknik. Tekniken har utvecklats kontinuerligt sedan 1990-talet och är idag mycket populär även i Sverige. Biofilter är växtbevuxna infiltrationsbäddar, där vattnet infiltrerar och renas av växterna och filtermaterialet.

Biofiltren uppvisar här ett flertal fördelar, som att rena (även lösta) föroreningar i dagvattnet innan vattnet släpps till recipient. Dessutom är det en estetisk och naturbaserad teknik som mycket väl kan integreras arkitektoniskt i både nya och befintliga stadsmiljöer.

Aktiviteter 2018

- Våren 2018 undersöktes i labbskala 10 lösta metallers (bl a Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) fraktionerade adsorptionskapacitet i skilda filtermaterial för dagvattenbiofilter (figur 10). Adsorptionsförmågan utvärderades med skakförsök där bindningskapacitet över tid utvärderades genom stegvis lakning. Labbförsöken resulterade i en artikel inskickad till tidskriften Water Research.
- Simultant med labbskaleförsöket färdigställdes en artikel som fokuserar mikrobiellt material

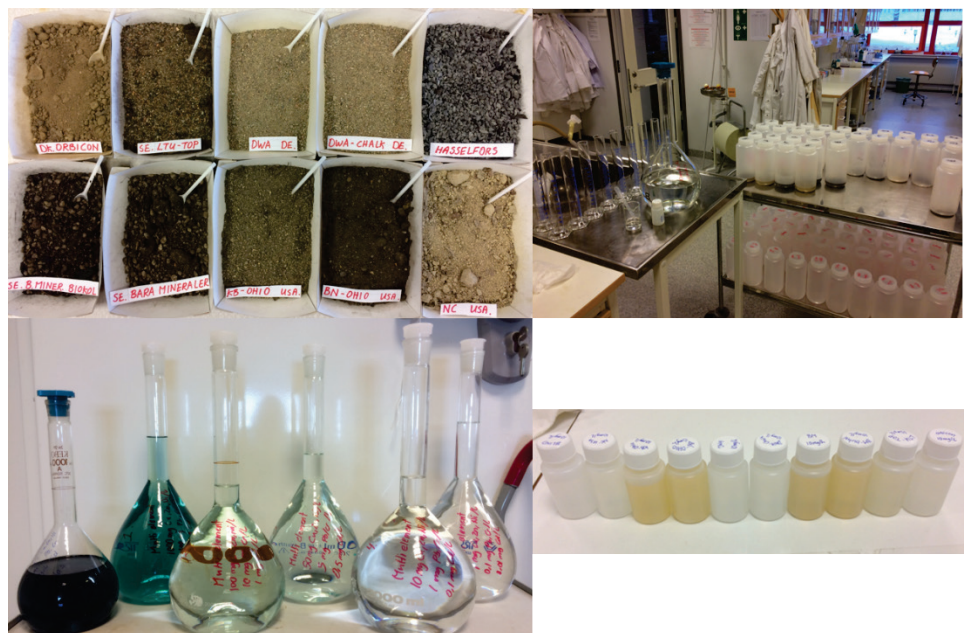
(E Coli m fl) och deras förekomst i dagvattenbiofilter; beroende på uttorkning, temperatur och mättad zon. Den tillsändes Journal of Hydrology juni 2018 och genomgick resten av året revision.

- I september 2018 påbörjades utvärdering av kväveresultat från ett försök utfört år 2014, där effekt/inverkan av hög och låg drifttemperatur och varierande längd av mellanliggande torrperiod på kvävereförhållanden i dagvattenbiofilter utvärderades (konstruerade både med och utan vattenmättad zon). Anknyttande artikel blev klar i december 2018.
- Under december månad påbörjades även skrivandet av den sammanfattande introduktionen på doktorsavhandlingen.

Laila har jobbat 80 % helåret 2018.

Viktigaste resultat

Adsorptionen av lösta metaller i dagvattenbiofilters filterskikt ökar med ökande inkommande koncentration. Vid låga halter adsorberas all tillgänglig metall oberoende av ämne och material. Högre koncentrationer i inflödet medför skild adsorptionsförmåga



Figur 10. Avskiljning av lösta metaller genom adsorption/fraktionering. En undersökning i laboratorium av 10 filtermaterial för dagvattenbiofilter via skakförsök.

materialen emellan. Vidare skiljer sig adsorptionen åt mellan enkelmetallösning och multimetallösning, den är i genomsnitt sämre för multimetallösning. Metalladsorptionen blir alltså allt mer komplex när flera metaller är närvarande – mest sannolikt på grund av konkurrens metallerna emellan gentemot lagrens bindningsställen. Adsorptionsprocessen fortlöper hastigt; redan efter 1 timme har de flesta materialen adsorberat >90 %, halveringstider på mindre än en minut observerades. Den korta retentionstiden till trots bör tekniken därför räcka för rening av lösta metaller.

Dock adsorberas största delen av metallerna i den utbytbara fraktionen, vilket gör att det finns en uppenbar risk att adsorberade metaller lätt desorberas. Försiktighetsåtgärder bör därför vidtas vid utbyte av gammalt filtermaterial mot nytt. Vidare visade resultaten att kalk som additiv kan förbättra adsorptionen av lösta metaller genom att höja pH men att biokol som additiv inte ger någon positiv effekt trots ökad specifik yta och organiskt halt.

Ett bra filtermaterial för rening av lösta metaller bör ha ett naturligt högt pH, relativt lågt innehåll av organiskt material, stor yta och vara klassificerad som sand.

2.1.7 *Dagvattenbiofilter: Faktorer som kan påverka funktionalitet*



Katharina Lange, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Godecke Blecken, bitr. professor

En brett förekommande reningsteknik för dagvatten är biofilter. Många internationella studier har visat att processerna inne i filtermaterialet är avgörande för reningsfunktionen. Fysiska, kemiska och biologiska mekanismer leder till såväl omvandling som kvarhållande eller utsläpp av dagvattenföroreningarna. Hur faktorer som växtval, torra tidsperioder och saltförekomst påverkar filterfunktionen är idag delvis inte klarlagt.

Katharina undersöker därför i laboratorieexperiment växternas roll och påverkan av torra perioder samt hur dagvattens metallinnehåll påverkas av biofilterbehandling med vegetationsslag och salthalt som styrande faktor.

Inför de praktiska försöken har från våren 2017 lämpliga växtarter odlats i 1 m höga plastkolonner i 15 replikat - i ett växthus fyllt med biofiltermaterial. Dessutom förekom kolonner utan växter/växtlighet som jämförelse. Samma höst förflyttades över 200 kolonner från det närliggande växthuset till LTU (se figur 11). De växter som kom i bruk selekterades enligt deras förmåga att växa i filtermediet och enligt specifika egenskaper som kan förbättra/reducera metallförekomsterna (t ex fotosyntetisk väg, metallhyperackumulering, mycorrhiza). För försöken utvaldes *Carex panicea*, *Phragmites australis*, *Leymus arenarius*, *Iris spuria*, *Panicum virgatum*, *Miscanthus sinensis*, *Armeria maritima*, *Agrostis capillaris*, *Festuca ovina*, *Rumex acetosa*, *Dryopteris filix-mas*, *Dryopteris filix-mas* + Fungi.



Figur 11. Växtkolonner i försökshallen på LTU 2017-2018.

Aktiviteter 2018

- För att närmare undersöka biofilters roll i specificering av metaller med vegetation och salt som styrande faktor vattnades växterna från november 2017 till mars 2018, varav hälften med en blandning av konstgjort dagvatten och salt.
- För att undersöka inverkan av växtval och torra tidsperioder vattnades växterna under kontrollerade förhållanden två gånger i veckan med konstgjort dagvatten i 3 månader. Hälften av växterna genomlöpte en torrperiod under denna tid (5 veckor).
- Prover av filterutflöde uttogs i början av 2018, direkt efter torrperioden, 2 veckor efter torrperiodens slut och parallellt från de kontinuerligt vattnade kolonnerna. Varje prov analyserades beträffande total och löst halt Cd, Cu, Ni, Pb och Zn i biofiltrets utflöde.
- Prover togs i slutet av mars och skickades till laboratorium för att analysera Cd, Pb, Cu, Zn. Arter utvalda för dessa försök var *Carex versicaria* och *Spartina pectinata*.
- Provtagningarna avslutades våren 2018.
- Resultatutvärdering skedde i etapper under 2018.

Viktigaste resultat

Den övergripande reduktionen av metaller är godtagbar (även efter en torrperiod och med salt adderat). Ytterligare analysresultat kommer att utvärderas.

2.1.8 Kemisk fällning av förorenat dagvatten



Fredrik Nyström, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Annelie Hedström, bitr. professor
Inga Herrmann, bitr. univ. lektor

De mindre partiklarna i dagvatten har visat sig viktiga att avskilja för att hög reningseffekt skall uppnås. Dessvärre medför deras minimala sedimenteringshastighet att det kan vara svårt att avskilja dem effektivt i många dagvattenlösningar. Dessutom är dessa partiklar viktiga transportörer av föroreningar, och står för en stor del av den totala föroreningsmassan.

Kemisk fällning är en välkänd vattenreningsprocess som genom att destabilisera partiklarna får dem att aggregera till större flockar med klart förbättrad sedimenteringsförmåga. Detta doktorandprojekt syftar till att undersöka huruvida kemisk fällning kan generera god reningseffekt, genom att även lyckas få de små partiklarna att sedimentera.

Hitintills har härvidlag studier genomförts för att undersöka de operativa villkor som måste vara uppfyllda för att en fällningsreaktion skall ge fullgott resultat. Flera olika fällningskemikalier har studerats för att utröna om effekten skiljer sig åt, eller om det förekommer andra påverkansfaktorer. I samma sammanhang undersöktes även processens avskiljningseffekt med avseende på organiskt material, metaller och kolväteföreningar. Som processvatten har både en snösmältmix och vägdagvatten från Luleå använts.

Aktiviteter 2018

- Färdigställande av tre artiklar som skall ingå i licentiatuppsatsen.
- Planering av nya försöksupställningar som ska sättas upp 2019.

- Resultaten från en studie beträffande kemisk fällning av vägdagvatten har presenterats vid World Water Congress i Tokyo och kommer att publiceras i IWA:s tidskrift Water, Science & Technology.

Viktigaste resultat

Resultaten visar att förutsättningar finns för att uppnå god reningseffekt med kemisk fällning av dagvatten. Avskiljningseffekten är i många fall mycket god, speciellt gäller detta de föroreningar som är partikelbundna. Beträffande de lösta föroreningarna uppnås även där en betydande reduktion. Vissa metaller som zink och nickel är dock mobila vid lägre pH, vilket i de fallen har lett till ökade koncentrationer.



Figur 12. Kemisk fällning och sedimentering av vägdagvatten från Luleå. Notera synlig turbiditetsförändring.

Publikationer

F. Nyström, K. Nordqvist, I. Herrmann, A. Hedström, M. Viklander. (2018). *Treatment of road runoff by coagulation/flocculation and sedimentation*. Konferensbidrag IWA World Water Congress & Exhibition, Tokyo, Japan, 18-23 October 2018.

2.1.9 Yteffektiv dagvattenrening



Ivan Milovanovic, doktorand

Handledare:

Annelie Hedström, bitr. professor

Biträdande handledare:

Inga Herrmann, bitr. univ. lektor

Den pågående urbaniseringen leder till minskade naturytor och ökad andel hårdgjord yta. Avrinnande dagvatten från urbana områden innehåller varierande typer och halter av föroreningar beroende på dränförlopp och strukturell samhällsbyggnad. Dagvatten kan sålunda både ur kvantitets- som kvalitetssynvinkel utgöra ett potentiellt hot gentemot omgivande recipienter, något som behöver hanteras eller förebyggas. Kopplat till detta ökar förtätningen i samhällsbyggandet behovet av yteffektiva behandlingsanläggningar för dagvatten.

Vid Nationalmuseet i Stockholm finns det nyligen installerade filter med zeolitmaterial, för att rena avrinningen från museets koppar-tak. Ivan fokuserar här på zeolitfiltrets reningseffekt, hur mycket kan kopparhalten reduceras? En annan av frågeställningarna är hur filtrets adsorptionskapacitet förändras över tid. Detta projekt pågår i tre år.

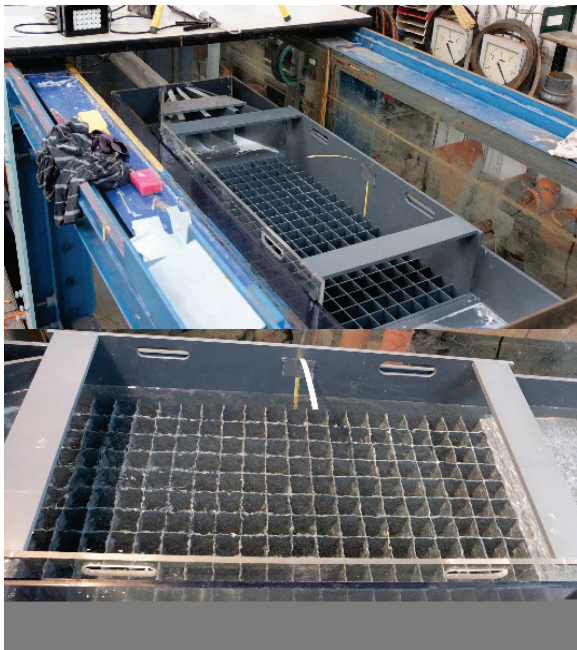
Urbant dagvatten för med sig stora mängder av stora och små partiklar, som ses som en betydande belastning för recipienten. Ett annat av Ivans forskningsområden är partikelsedimentering i dagvattendammar, en av de vanligaste metoderna för att avlägsna suspenderade partiklar och skapa ett renare dagvattenflöde. En möjlig teknikhöjning som här studeras för att reducera dagvattendammar ytbekov, är att komplettera dagvattendammar med ett sedimentationsraster placerat på dammens botten.

Aktiviteter 2018

- Provtagning av dagvattnet före och efter zeolitfiltret har inletts. De första resulta-

ten visar att även om föroreningskoncentrationen sänks avsevärt är utloppskoncentrationen fortfarande högre än vad som återfinns i recipienten.

- Under 2018 genomfördes på plats i Prag hydrauliska experiment vid det Tjeckiska Tekniska Universitetet. Experimenten visade hur olika cellkonfigurationer påverkade sambandet sedimentationsraster-sedimenteringseffektivitet. Ivan ska presentera utvalda experimentresultat på SPN9 konferensen i Danmark 2019.



Figur 13. Sedimentationsraster i pilotskala (Tjeckiska Tekniska Universitetet, Prag)

Viktigaste resultat

Sedimentationsraster med främre väggar vinklade 60° och 120° medförde högre sedimenteringshastighet än raster med 90° väggar. Djupare celler visade sig vara mer effektiva än grunda celler. I båda dessa vinklade utföranden framkom tydliga skillnader vid låga flöden, skillnaderna utjämnas/försvinner vid högre flöden.

2.2 Tema Dagvattensystem



Temat "Dagvattensystem" leds av Godecke Blecken, biträdande professor, VA-teknik, LTU.

Dagvattensystem har traditionellt designats för att snabbt avleda överskottsvatten från den urbana miljön, i huvudsak via ett ledningssystem. Idag diskuteras alltmer att använda ytliga avrinningsvägar för extremsituationer, rening av dagvatten samt trög avrinning för att klara de utmaningar som finns med ökad urbanisering och klimatförändring.

Om utvecklingen fortsätter i dagens riktning kommer framtidens system bestå av många olika komponenter, såsom ledningar, dammar, diken, infiltrationsytor, biofilter, permeabel asfalt, gröna tak m.m., som tillsammans ska uppfylla målen om hållbar dagvattenhantering både ur kvantitets- och kvalitetsperspektiv samt för både små och stora regn- och snösmältningshändelser. Därmed är det viktigt att veta hur alla dessa komponenter fungerar hydrauliskt och inte bara i fallet dimensionerade regn. Tematiskt omfattande allt från små, vanligen förekommande regn till extremhändelser samt hur designkrav för kvantitet och kvalitet förhåller sig till varandra. Alla olika komponenter kommer dessutom att behöva skötas och underhållas, med olika behov och krav för bibehållen funktion.

Från en situation där dagvattensystemet bara hanteras av kommunens VA-avdelning kommer framöver flera kommunala ansvarsområden in, såsom stadsplanering samt gatu- och parkavdelning.

Därmed krävs det en tydlig organisation med given ansvars- och kostnadsfördelning. För utvärdering av systemen, med den alltmer komplexare sammansättningen av olika komponenter och syften, kommer modeller att vara ett viktigt verktyg. Därmed är det också viktigt att veta hur modeller bör användas; hur indata påverkar, hur de ska kalibreras, vilka osäkerheter som är förknippade med resultatet samt hur systemen utvärderas på bästa sätt.

Under 2018 har arbetet inom temat bedrivits inom 14 projekt, bl.a.:

- Förbättrad modellering av grön infrastruktur
- Förbättrad funktion av gröna tak
- Hållbar snöhantering i urbana miljöer
- Bedömning och modellering av grön infrastruktur
- INXCES - Innovationer för extrema väderhändelser
- GrönNano
- Yteffektiv dagvattenrening
- Dagvattenbiofilter: från standardlösningar till utvecklade tekniklösningar
- DRIZZLE

2.2.1 *Urban grön infrastrukturens prestanda och hydrologi*



Hendrik Rujner, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Günther Leonhardt, forskare
Jiri Marsalek, professor

Hantering av dagvatten med öppna dagvattenlösningar gör det möjligt att dämpa flödestoppar, minska dagvattenvolymer samt åstadkomma en viss dagvattenrening. Det är dessutom lätt att notera när dessa anläggningar behöver underhåll. Det finns goda skäl att implementera gröna områden som tar hand om dagvattnet innan det transporteras vidare till recipient, där t.ex. kostnadseffektivitet är en aspekt. Relativt enkla lösningar är svackdiken och översilningsytor – sammankopplade funktioner kan ge tillförlitlig dagvatten-dränering.

Efter framläggande av licentiatavhandling fortsatte Hendrik att utvärdera och jämföra data från det undersökta området i Solbacken, Skellefteå med en lokal dagvattenlösning och en vanlig rönnätsbunden sådan. Mätningar från flera år är nu tillgängliga och analyseras utifrån följande frågor: Hur mycket avlastas ett konventionellt dagvattensystem av en uppströms LOD/grön infrastruktur? Vilka är de relevanta hydrologiska faktorerna som styr utflödet från LOD-området? Vilka långsiktiga fördelar uppstår jämfört med ett konventionellt system?

Aktiviteter 2018

- En artikel som täcker resultaten från kalibrering och validering av Mike SHE för avrinning från svackdiken under påverkan av initial jordfuktighet reviderades tidigt 2018 och blev godkänd för publicering i *Journal of Hydrology*.

- 26:e februari 2018 presenterade Hendrik sin licentiatuppsats “Green Urban Drainage Infrastructure: Hydrology and Modelling of Grass Swales”.
- Hendrik fortsatte därefter på deltid som doktorand.



Fig. 14. Hendrik presenterar sitt licentiatarbete.

Viktigaste resultat

Analysen av den handelsyta i Skellefteå som studerades visade signifikant skilda resultat mellan de två jämförda områdena. Över 50% av de studerade regntillfällena genererade inte något utflöde av vatten medan resterande toppflöden såväl som totalvolymer reducerades avsevärt och fördröjdes innan avledning till anslutande dagvattenrörssystem. Om utflöde genereras är höga regnintensiteter, tillräcklig regnvaraktighet, hög jordfuktighet samt ytligt grundvatten drivande faktorer.

Publikationer

Rujner, H., Leonhardt, G., Marsalek, J., & Viklander, M. (2018). *The effects of initial soil moisture conditions on swale flow hydrographs*. *Hydrological Processes* 2018;32: 644-654.

Rujner, H., Leonhardt, G., Marsalek, J., & Viklander, M. (2018). *High-resolution modelling of the grass swale response to runoff inflows with Mike SHE*. *Journal of Hydrology*, 562 (411-422).

Rujner, H. (2018). *Green Urban Drainage Infrastructure: Hydrology and Modelling of Grass Swales*. Licentiatuppsats. Luleå tekniska universitet, Luleå.

2.2.2 *Förbättrad modellering av grön infrastruktur*



Ico Broekhuizen, Doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Günther Leonhardt, forskare

Grön infrastruktur används allt mer för att hantera dagvatten på ett hållbart sätt. Liksom för traditionella rörbundna lösningar är det viktigt att förutse systemeffekter på dagvattenssystemet för att bättre kunna bedöma översvämningens risker och kostnader. Detta kan göras med hjälp av matematiska modeller som redan används för traditionella dagvattensystem. Men det är ännu inte klarlagt vad som krävs när det finns många gröna lösningar i ett område. Därför finns det ur den synvinkeln ett behov av rekommendationer för pålitlig modellering av grön infrastruktur.

Det finns olika aspekter som måste beaktas vid modellering av dagvattensystem. Modellerna kalibreras oftast för ett specifikt område, men vilken data (parametrar, upplösning, mm) krävs därtill? Det finns olika metoder för själva kalibreringen, men det är i dagsläget inte klart vilka som är lämpade för dagvattenmodeller.

Modeller är baserade på mätdata som innehåller fel och är en förenkling av verkligheten, så de kommer alltid att ha inbyggda osäkerheter i sina resultat. För en pålitlig tillämpning är det därför av betydelse att användaren kan uppskatta hur stora osäkerheterna är. Här förekommer också olika hydrologisk metodologi, men det är inte klarlagt om de är lämpliga för urbana områden med grön infrastruktur. Det är sammanfattningsvis viktigt att kunna uppskatta osäkerheter, om modeller ska kunna tillämpas på ett tillförlitligt sätt.

Aktiviteter 2018

- På International Conference on Urban Drainage Modelling presenterades en studie angående urval av regntillfällen för kalibrering av dagvattenmodeller. En artikel om resultaten har skickats in till tidskriften Hydrology and Earth System Sciences.
- En studie påbörjades om att använda mätningar av jordfuktighet i kalibreringen av en högupplöst hydrologisk modell. Preliminära resultat skickades in till Novatech konferensen.
- Fortsatt arbete på en studie som syftar på att jämföra skillnader i matematiska modeller som används i tre olika dagvattenmodeller och vilka effekter de har på modellresultat.

Viktigaste resultat

Olika sätt att välja ur regntillfällen för att kalibrera en modell ger olika parametervärden och prestanda. Det är möjligt att dela upp kalibreringen i två steg så att man först kalibrerar parametrarna för hårdgjorda ytor, och sedan för gröna ytor. Detta gör kalibreringen både snabbare och ger bättre resultat när modellen senare används i en annan tidsperiod.

Olika metoder för att tillämpa jordfuktighetsmätningar har olika effekter på osäkerheten i uppskattade värden för parametrarna och osäkerheten i simulerat utflöde från diket som studerades.

2.2.3 *Gröna tak och deras funktion i kalla klimat*



Joel Lönnqvist, Doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Godecke Blecken, bitr. Professor

I och med den fortgående urbaniseringen förlorar städer och dess randstrukturer efterhand grönytor och de positiva funktioner som dessa platser står för; exempelvis luftrening, temperaturkontroll och fördröjning av dagvatten. Anläggande av gröna tak kan här spela en viktig roll genom att återskapa dessa funktioner och den vägen balansera förlusterna.

Moderna gröna tak har utvecklats för och följts upp i Centraleuropa och Nordamerikas kontinentala klimat, gröna taks funktion i kallare regioner inte är lika väl kartlagd.

Gröna taks förmåga att absorbera och hålla kvar regnvatten, reducera flödestoppar och minska totala volymen avrinning är relativt väl studerad. Frågan är härvidlag hur stor roll växterna spelar för dessa funktioner i ett kallt klimat och hur mycket som är kopplat till själva substratskiktet, speciellt beaktat att geografier i kallt klimat har lägre evapotranspiration jämfört med varmare områden. Om växtval stort påverkar avrinnande volymer och dämpar flödestoppar, vilka växter eller växtsammansättningar gör bäst nytta och vilken livsstrategi är mest framgångsrik?

Aktiviteter 2018

- Mätningar av avrinning, jordfuktighet och väderparametrar fortsatte på studieplatserna i Kiruna och Umeå.
- Trettio gröna experimenttak på LTU campus utrustades med lastceller för kontinuerlig flödesmätning under sommarhalvåret och nio regn av olika intensitet mättes under hösten.

- Växternas överlevnad och täckningsgrad utvärderades kontinuerligt med räkning av ”gröna pixlar”.
- En artikel om växternas påverkan av gröna tak i kallt klimat skickades in till tidskriften Urban forestry & Urban greening.
- Ett konferensbidrag om påverkan av monokultur och blandad vegetation på gröna taks hydrologiska funktion sammanställdes och skickades till Novatech 2019.



Figur 15. Flödesmätning från experimenttak på LTU.

Viktigaste resultat

Gröna tak med varierad vegetation kan leverera bättre hydrologisk prestanda än sedumtak med monokultur.

Substratdjupet är viktigt för växters täckningsgrad men inte nödvändigtvis för växtdiversitet.

2.2.4 *Hållbar urban dagvattenhantering – förstå aktörer, verktyg och motiv för bättre beslutsfattande*



Pär Öhrn Sagrelius, industridoktorand
Handledare: Maria Viklander, professor
Biträdande handledare:
Godecke Blecken, bitr. professor
Richard Ashley, adj. professor
Lars Marklund, Tyréns AB

Investeringar och åtgärder inom dagvattenområdet karaktäriseras generellt sett av relativt lång livslängd, därmed är de känsliga för ändrat klimat och extremväder.

För att kunna fatta väl underbyggda beslut kring dessa frågor är god planering grundläggande. Beslutsprocessen gällande dagvattenhanterings ekonomiska aspekter är dock ofta oklar till sin karaktär. För att söka förbättra kunskapsläget och förståelsen i detta avseende kommer Pär i sitt arbete att nyttja Cost-Benefit Analysis (CBA) som beslutsmodell för att utvärdera och prioritera olika hållbara dagvattenlösningar – i syfte att förbättra dagvattenhanterings beslutsprocesser.

Aktiviteter 2018

- Pär påbörjade sin anställning som industridoktorand vid Tyréns AB 1 oktober 2018.
- De månader som återstod av året arbetade han men omvärldsanalys och framtagande av forskningsplan.

2.2.5 *Värdering av långsiktiga fördelar med blå-grön infrastruktur*



Frieder Hamann, forskningsingenjör
Ytterligare forskare i projektet:
Godecke Blecken, bitr. professor
Maria Viklander, professor
Richard Ashley, adj. professor

VA-huvudmannen fokuserar ofta på minskad översvämningsrisk och dagvattenrening när blågrön infrastruktur implementeras. Dock kan blågröna anläggningar erbjuda flera andra fördelar (ekosystemtjänster) inom olika områden som hälsa, rekreation, biologisk mångfald och ekologi.

Det finns redan olika verktyg och modeller för att bedöma dessa fördelar. Några av dessa kan användas för att beräkna ekonomiska värden av dessa olika ekosystemtjänster. Två av dessa är B&ST (Benefits of Sustainable Urban Drainage Tool) och TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) som har utvecklats i Storbritannien och Nederländerna. Värdena beräknas som nettonuvärdet med hänsyn till en 30-årsperiod.

Aktiviteter 2018

- I en fallstudie i Luleå bedömdes användbarheten av dessa verktyg i svenska förhållanden. Tre olika alternativ för ett nytt bostadsområde bedömdes i jämförelse med en så kallad baseline (område innan exploatering). Alternativen var att använda (i) ett konventionellt ledningssystem, (ii) en kombination av ledningar och en dagvattendamm/grönstråk eller (iii) implementering av damm, grönstråk, gröna tak och biofilter/växtbäddar.

Viktigaste resultat

Fallstudien visade att de främsta fördelarna med ett nyutvecklat stadsområde ligger i de relaterade urbana kategorierna (värde av fastigheter/bostadspriser, hälsa och social sam-

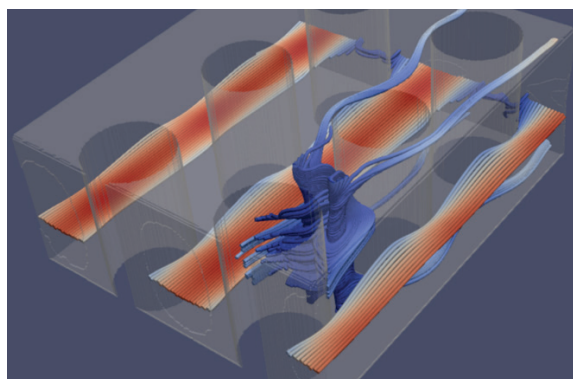
manhållning) och i några miljörelaterade kategorier (t ex upptag av CO₂, biologisk mångfald). De traditionella ”VA-relaterade” fördelarna (översvämningsrisk, rening) värderades mycket lägre. Resultaten visade att metoderna som används i B&ST och TEEB kan tillämpas i norra Sverige. Beräkningarna och indata behöver dock granskas noggrant. Trots att osäkerheten av modellerna är hög ger resultaten en indikation på vem som har nytta av blågrön infrastruktur. Det visades också att ett brett samarbete mellan olika discipliner och finansiärer behövs. Det är många andra aktörer som tjänar på blågrön infrastruktur, inte bara VA-huvudmannen.

2.2.6 Övriga aktiviteter - Tvättsvampen

I bebyggda områden där utrymme är en bristvara kan det uppstå problem när stora mängder dagvatten behöver tas om hand. I ett projekt inom kompetenscentret DRIZZLE som kallas för ”svampen” forskas nu på en möjlig lösning. Visionen är att utveckla dynamiska lagringslösningar (både ovan och under jord). Dessa lösningar innefattar porösa material som likt en tvättsvamp ska absorbera, lagra och fördröja dagvatten för att minska på trycket i ledningsnätet vid kraftig nederbörd. När nederbörden upphör ska vattnet sedan avdunsta eller kontrollerat avledas medan materialet krymper ihop igen för att bli redo att ta emot nästa skyfall.

Aktiviteter 2018

- Under 2018 gjordes teoretiska undersökningar av olika lösningar med material som vid kontakt med vatten inte bara sväller, utan även styvnar. Olika aspekter som bl.a. dagvattenkvalitet, -kvantitet, placering, drift och underhåll måste kartläggas eftersom de kommer att påverka materialets funktion. Den viktigaste aspekten är dock att lagringslösningarna måste vara fysikaliskt rimliga och för att säkerställa detta kommer det att tas fram teoretiska modeller som beskriver vattnets flödesprocess inuti materialet.



Figur 16. Förståelse för hur det strömmar i ett poröst material är viktigt för detta projekt. Bilden visar ett exempel på en 3D-mätning av flödet i en modell av ett välordnat, poröst material. Blått är långsamt flöde medan rött är snabbt.

2.3 Tema Ledningsnät



Temat ”Ledningsnät” leds av Annelie Hedström, bitr. professor, VA-teknik, LTU.

Dagens ledningsnät för dag- och spillvatten är en mycket viktig del för VA-systemets totala funktion och omfattar stora ekonomiska värden. Stora delar av dessa ledningssystem är i behov av förnyelse p.g.a. dålig ledningsstatus och nyexploateringar. I områden med utflyttning finns andra problem med ledningsnät och VA-system i allmänhet, genom ökade driftkostnader per ansluten och minskad självrensförmåga i ledningsnäten.

De processer som sker i ledningsnätet kan påverka ledningarnas funktion men kan även ha stor betydelse utifrån drift- och underhållsaspekter. Detta rör t ex bildning av svavelväte, fettansamling mm. Förutom förekommande processer i respektive ledning så sker även ”processer” i form av direkta inläckage i otäta ledningar eller överledning av dag- spill- och dränvatten till annan ledning. Inläckage och överkopplingar skapar olika typer av ovidkommande vatten i ledningarna som har flera negativa konsekvenser. Spillvattnet blir utspätt och mer resurser krävs för transport och rening. Bräddningar från spillvattenledningarna ökar. Alternativt kan dagvatten förorenas av spillvatten. Både detta och bräddningar kan i sin tur påverka dricksvattenförsörjning och recipienter negativt.

På senare tid har frågor börjat ställas om spillvattennätet kan användas för andra ändamål än de konventionella, för att transportera matavfall och vilka effekter detta kan få på VA-systemet. Förändrade

tekniker för ledningsläggning är också på frammarsch, exempelvis med ökad andel lättryckavlopp och samförläggning med andra ledningsslag såsom fjärrvärme. Diskussioner förs också angående antal avloppsrör och vad som ska transporteras i dessa, samt hur en sådan systemförändring kan bidra till ett mera resurseffektivt avloppssystem. Likaså i vilka fall centrala, decentraliserade eller semicentraliserade avlopps(lednings)system är de mest hållbara.

Utifrån dessa utmaningar finns många frågor att arbeta vidare med såsom: att utveckla arbetssätt för att minska tillskottsvattenflödena i spillvattenledningar, finna metoder och arbetssätt för att identifiera fel- och överkopplingar mellan dag- och spillvattenledningar, undersöka hur samförläggning av ledningsslag kan göras på bästa sätt, i vilken omfattning underhåll av ledningsnät kan koordineras och på vilket sätt detta kan påverka förnyelsetakten av ledningsnäten, samt utveckla metoder och arbetssätt för att utveckla framtidens VA-system och ledningsläggning så att det samlade infrastrukturella försörjningssystemet för samhället blir så effektivt som möjligt.

Under 2018 har arbetet inom temat bedrivits huvudsakligen inom projekten:

- Små flexibla avloppslösningar: anpassning till en föränderlig värld
- Attract C – Attraktiva, hållbara livsmiljöer i kallt klimat

2.3.1 Ovidkommande vatten i ledningsnät



Oleksandr Panasiuk, doktorand
Handledare:
Annelie Hedström, bitr. professor
Biträdande handledare:
Maria Viklander, professor
Richard Ashley, adj. professor

I Oleksandrs doktorandstudier analyseras och belyses ovidkommande vatten i ett brett perspektiv. Frågeställningarna omfattar inläckage eller dräneringsvatten påkopplat spillvattenledningar, men även spillvatten som leds över till dagvattenledningar genom ren felkoppling, överkoppling eller via trasiga ledningar. En annan aspekt som lyfts i Oleksandrs forskning är direkt bräddning av avlopp/spillvatten till recipient och de negativa effekter det medför.

Aktiviteter 2018

- Under 2018 har insamlad data från tillskottsvattenprojektet i Skellefteå utvärderats. Resultaten från DTS (Distributed Temperature Sensing) mätningarna har analyserats och ett manuskript skrivits, skickats in och revidering utifrån granskares kommentarer pågår.
- En omfattande dataanalys har gjorts för övriga metoder som testades för att detektera tillskottsvatten i spillvatten-näten. Ett utkast till artikel har skrivits.
- En tidskriftsartikel har skrivits om hur klaffluckor som placeras på bräddavlopp kan användas för att mäta bräddvattenflöden. Artikeln har skickats in till vetenskaplig tidskrift och granskas för närvarande.

2.3.2 Hållbara ledningssystem i kallt klimat



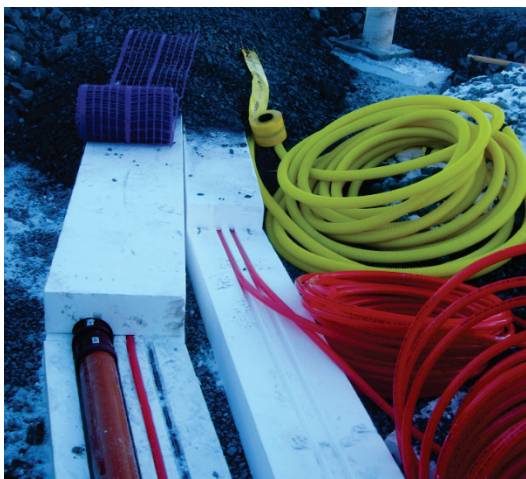
Youen Pericault, doktorand
Handledare:
Annelie Hedström, bitr. professor
Biträdande handledare:
Maria Viklander, professor

Youen utvärderar olika strategier för att förbättra VA-ledningssystemens hållbarhet. Detta gäller såväl ny teknik som praxis för val, drift och förnyelse av ledningsnät. Det handlar om samförläggning och samordnad förnyelse med andra infrastrukturer (fjärrvärme, vägar). Utvärderingarna görs med hänsyn till tekniska, ekonomiska, miljömässiga, sociala och hälsomässiga aspekter.

Aktiviteter 2018

- Under 2018 fortsatte utvärderingen i fält av en innovativ samordningsteknik där VA-ledningarna samförläggs med lågtempererade fjärrvärmeledningar i en grund ledningsgrav varvid returvatten i fjärrvärmesystemet används som frysskydd. Fältarbete i detta pilotprojekt beläget i Kiruna hade som fokus att kvalitetssäkra temperaturmätningar och samla in behövliga data. Baserat på erhållna mätresultat validerades/kalibrerades en termisk modell som år 2017 tagits fram i samarbete med forskare vid Energiteknik, LTU. Modellen kan även användas för att utvärdera utfall under extremt kalla klimatförhållanden. En vetenskaplig artikel omfattande perioden 11/2016 – 08/2018 och modellresultat håller på att färdigställas.
- Arbetet med den multikriterieranalys har fortsatt där samförläggningsslösningen jämförs med traditionella lösningar med avseende på olika hållbarhetskriterier; t.ex. totalkostnad, CO₂-utsläpp och tillförlitlighet. Denna analys utförs i samarbete med

RISE Urban Water. Arbetet färdigställdes och publicerades i två artiklar under 2018.



Figur 17. Samförläggningssystemet i Kiruna under uppförande. Ledningar från vänster till höger: avlopp, frostskydd, dricksvatten, fjärrvärme retur, fjärrvärme tillopp.

Viktigaste resultat

Resultat från Kiruna visade att systemet kunde hålla dricksvattentemperaturen på ett komfortabelt och frostfritt värde (mellan 2 och 15°C) under mätperioden, med undantag för den extremt varma sommaren 2018 när den dagliga dricksvattenledningstemperaturen varierade mellan 15 och 19°C under totalt 20 dagar.

Resultat från multikriterieanalysen visade att samförläggningssystemet sammanvägt rankades som tredje bästa alternativ, medan konventionella djupt förlagda VA-ledningar med bergvärmepumpar som energibärs i varje fastighet istället för fjärrvärme rankades som det bästa alternativet. Det visade sig också vara så att samförläggningssystemet skulle rankas högst om värmekällan till det nya bostadsområdet bestod av geotermisk energi och endast en stor bergvärmepump samt distribuerades med ett närvärmesystem eller om livscykelkostnaderna viktades tyngre i be-

dömningsmatrisen, eftersom samförläggningssystemet var den billigaste bygg- och driftmässigt.

Publikationer

Pericault. Y, Kärrman. E, Viklander. M, Hedström. A (2018) *Expansion of Sewer, Water and District Heating Networks in Cold Climate Regions: an integrated sustainability assessment*. Sustainability, 10-10.

Pericault. Y, Kärrman. E, Viklander. M, Hedström. A (2018) *Data supporting the life cycle impact assessment and cost evaluation of technical alternatives for providing water and heating services to a suburban development in Gällivare Sweden*. Data in Brief, 21, 1204-1208.

2.3.3 *Drivkrafter för centralisering eller decentralisering av avloppsrenings-system*



Brenda Vidal, doktorand

Handledare:

Annelie Hedström, bitr. professor

Biträdande handledare:

Inga Herrmann, bitr. univ. lektor

Framtida utmaningar som klimatförändringar, urbanisering och avfolkning kräver systemförändringar och ett ifrågasättande av den befintliga paradigmen i samband med avloppsvattenrening. Denna forskning syftar till att ge bättre förståelse av de drivkrafter och nyckelfaktorer som ligger bakom beslutsprocessen när man väljer en centraliserad eller decentraliserad strategi när verksamhetsområdet utvidgas.

Det finns olika drivkrafter som påverkar valet av lösningar som decentraliserade eller semi-centraliserade system som ett alternativ till befintliga centraliserade VA-system. Brendas forskning fokuserar på att bättre förstå den roll som dessa drivkrafter spelar vid valet av lösningar. Decentraliserade eller semi-centraliserade system skulle kunna lindra kapacitetsbegränsningar och tar hänsyn till hållbarhetsmål avseende näringsämnen, energiåtervinning och slutna kretslopp.

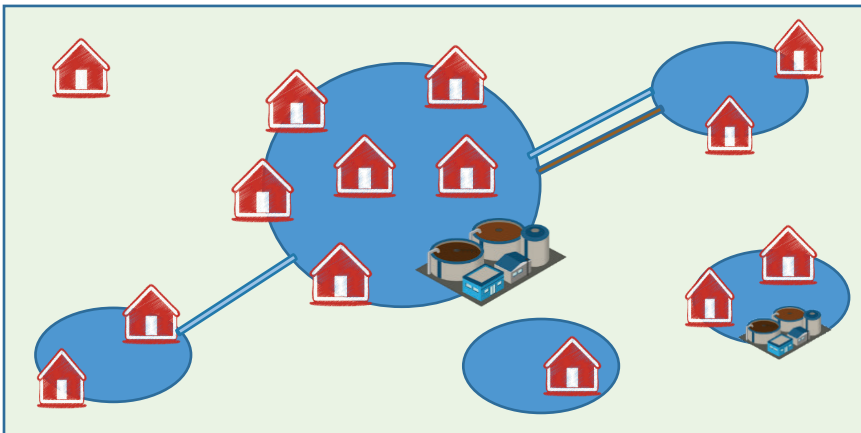
Brenda bidrar till en studie om den historiska utveckling av flexibla lösningar i Sverige och hur man skulle kunna bryta systemtröghet, vilket kan vara viktigt för tjänstemän, beslutsfattare och verksamma inom VA-området. Studien genomförs i samarbete med Teknikhistoria vid LTU.

Aktiviteter 2018

- Under hösten 2018 har en webbaserat enkät utvecklats om små avloppssystem inom kommunalt VA i samarbete med Sheffield University, UK.
- Pilottestning av enkäten genomfördes under hösten med fyra olika kommuner och VA-organisationer från hela Sverige.
- Resultaten från pilotenkäten presenterades på 15:e IWA International Specialised Conferences on Small Water and Wastewater Systems i Haifa 14-18 oktober 2018.

Publikationer

Vidal. B, Herrmann. I, Sharp. L, Hedström. A (2018) *What are the drivers to decentralize wastewater treatment systems? A Swedish perspective*. Extended abstract, IWA 15th International Specialised Conferences on Small Water and Wastewater Systems, Haifa, Israel, 14-18 October 2018.



Figur 18. Centraliserade versus decentraliserade avloppsreningsystem.

2.3.4 *Övriga aktiviteter – Små flexibla avloppslösningar*

Inom ramen för Formasprojektet ”Små flexibla avloppslösningar: anpassning till en föränderlig värld” genomförs en teknikhistorisk analys. Den syftar till att få en djupare förståelse för varför flexibla avloppslösningar under lång tid haft så svårt att etableras i Sverige.

Aktiviteter 2018

- Under året har datainsamling färdigställt som inkluderat en genomgång av relevanta branschtidskrifter så som VAV-nytt, Cirkulation och Svenskt Vatten.
- Analys av ovanstående insamlat data har genomförts.
- En kompletterande djupintervju har genomförts med branschkunnig person.
- En struktur för en artikel har tagits fram som kommer att färdigställas under 2019 i vilken resultaten från studien kommer att presenteras.

2.4 Projekt- och programportfölj

Tabell 1: Pågående och kommande projekt och program 2018

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	totalt beviljade medel (kkkr)
SVU, grundskolor, kommuner	Dag&Nät 2		Dag&Nät 3				period 3: 5700 (SVU)* 4200 (7 medlemmar)
Formas			Hållbar snöhantering i urbana miljöer				7208 (Formas) 800 (projektpartner)
			Förbättrad modellering av grön infrastruktur i gröna avrinningsområden				7444
			Förbättrad funktion - Gröna tak				5955
			Små flexibla avloppslösningar: anpassning till en föränderlig värld				3000
			Bedömning och modellering av grön infrastruktur för urbana avrinningsområden				3000
			INXCES - Innovationer för extrema väderförhållanden				3295
			"Anonyma källor": Identifiering och karakterisering av källor till diffus föroreningsutsläpp med urbant vatten				9676 (Formas) 300 (projektpartner)
			Dagvattenrening med avancerad modulteknik				2997
			Vattenforsarskolan				590
			Resurseffektivt+ koordinerat underhåll&förnyelse av VA-ledningar+gator				3000
Formas, SVU			Yteffektiv dagvattenrening - Var? När? Hur?				9998 (Formas) 1989 (SVU)
			Dagvattenbiofilter: från standardlösningar till utvecklade tekniklösningar				9578 (Formas) 2000 (SVU)
Vinnova			GrönNano3				1080
			Attract C				6775
			Testbädd för utvärdering av dagvattenanläggningar				440
Naturvårdsverket			Drizzle				36000 (Vinnova) 2700 (projektpartner)
			urban plastics				3750
Stiftelse J. Gust. Richert			Elektrokoagulation DV				330
			Filtermaterial för biofilter				270
SVU			Modellering av dagvattenåtgärder				48
			Utföring dv-anläggning				125
EU Interreg Baltic Sea			FanPLEStic-sea				1789
Energimyndigheten			Miljöinvestering och återbetalning av gröna tak				403

 LTU / VA-teknik - projektägare
 LTU / VA-teknik - projektpartner

I figur 19 presenteras aktuella projekt inom de tre olika temaområdena för Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete.



Figur 19. Temafokus för aktuella projekt

2.4.1 *Stora program och kompetenscentra*

DRIZZLE – Centrum för dagvattenhantering



DRIZZLE etablerades under 2017 och är ett av Vinnovas åtta kompetenscentrum för excellent behovsbaserad forskning. Kompetenscentrumet består av 11 parter, dvs. Aarsleff Rörteknik AB, Dag&Nät, Järven Ecotech AB, Luleå kommun, Luleå tekniska universitet (projektledare), NCC Infrastructure, Rent Dagvatten AB, Stockholm Stad, Stockholm Vatten, StormTac AB samt Tyréns.

Vid hantering av dagvatten har fokus i huvudsak varit att transportera bort vatten från städer så snabbt som möjligt för att undvika skador och översvämning. Dagens dagvattenhantering måste dock även hantera kvalitetsfrågor såsom innehåll och föroreningar, samt även se dagvattnet som en resurs. Drizzle utvecklar därför banbrytande, forskningsbaserade dagvattenlösningar, som minskar risken för översvämningar i städer, som minimerar föroreningsbelastningen på sjöar och vattendrag, och som fångar de möjligheter som dagvattenavrinning kan erbjuda.

Aktiviteter 2018

Under det första verksamhetsåret har fokus varit att etablera en välfungerande forskningsorganisation. Utöver rekryte-

ringen av doktorander och post-dok forskare som ska arbeta i DRIZZLE har därför flera samarbetsaktiviteter (workshops etc.) arrangerats med partnererna under året enligt plan. Huvudfokusen på dessa aktiviteter har varit att skapa en gemensam förståelse bland partner, dvs förväntningshantering, fastställa grundregler för samarbete och fånga forskningsmöjligheter. För mer information se DRIZZLEs verksamhetsberättelse under Publikationer på www.ltu.se/DRIZZLE.

2.5 Samarbetsparter

Dag&Nät har ett brett samarbete med olika VA-organisationer och företag inom branschen genom projektsamarbeten och doktorandprojekt, både nationellt (se figur 20) och internationellt (se figur 21).

Kommunala företrädare

Bodens kommun, Gällivare kommun, Göteborgs stad/ Kretslopp och vatten, Kiruna kommun, Kungsbacka kommun, Luleå kommun, Malmö stad, Skellefteå kommun, Stockholms stad, Stockholm Vatten, Sundsvalls kommun, Tekniska verken i Kiruna AB, Täby kommun, Umeå kommun, VA SYD AB, Växjö kommun, Örebro kommun, Örnsköldsvik kommun, Östersunds kommun



Privata verksamheter

Aarsleff Rörteknik AB, Aquaductus AB, DHI AB, Elgocell AB, Galären AB, Gällivare Energi AB, Gryaab, HSB Norr, IVL AB, Järven Eco-tech AB, Kemira Oyj, Lindbäcks Bygg AB, LKAB, LKAB Fastigheter, NCC AB, Partners4UrbanWater, Purac AB, Rent Dagvatten AB, RISE, Statens fastighetsverk, Stockholms Hamnar AB, StormTac, Sweco AB, Sweco Architects AB, Tyréns AB, Vattenmyndigheterna, Veg Tech AB, ÅF.

Figur 20: Dag&Näts medlemmar (blå markering) och samarbetsparter (grön markering) i Sverige.



Figur 21: Dag&Näts internationella samarbetsparter

3 Kompetensförsörjning

Inom Dag&Nät genomförs aktiviteter som bidrar till att trygga den framtida försörjningen av kompetent personal till VA-branschen.

3.1 Studentorienterad branschdag vid LTU

Den årliga studentorienterade branschdagen vid LTU anordnades i februari 2018 för studenter som läser kursen VA-system på civilingenjörsprogrammen Naturresurstechnik, Väg- och vattenbyggnad samt det tvååriga programmet Samhällsbyggnad. Studenter som läser ingenjörsprogrammet Drift- och underhållsteknik bjuds också in. Dessutom är branschdagen öppen för alla intresserade i VA-branschen. Arrangemanget genomfördes i samarbete med branschorganisationen Svenskt Vatten. Deltagarantalet var rekordstort med 132 anmälda på plats på LTU. Nytt för 2018 var att seminariet även direktsändes och ett femtiotal åhörare följde föredragen på distans och kunde även ställa frågor via en chattfunktion.

Årets tema var Dagvatten. De inbjudna föredragshållare berättade bland annat om en metod som utvecklats för att tömma dammar på sediment, ett skyfall i Piteå som resulterade i översvämningar i centrala staden och vad man nu planerar för åtgärder, arbetet med dagvatten i stadsbyggnadsprocessen i Umeå, samt aktuella studier om biofilter för dagvattenrening inom Dag&Nät/LTU. Under fikapausen fanns det möjlighet för deltagarna att prata och mingla med de företag och kommuner som ställde ut utanför föreläsningssalen. Dagen avslutades med gemensam middag.

3.2 Grundutbildning inom VA-området vid LTU

Grundutbildning på grundläggande och avancerad nivå för VA-teknik omsatte ca 2,1 miljoner kr under 2018. Nedan visas vilka kurser som getts, antalet studenter som läst kurserna och i vilka program kurserna gavs.

Tabell 2: LTU-kurser inom VA-teknik

Kurs	Student-antal	Program
Samhällsbyggande	51	Väg och Vatten
Hydraulik och geologi	46	Väg och Vatten
VA-system	74	Väg och Vatten, Naturresurstechnik
Hållbart byggande	90	Väg och Vatten, Naturresurstechnik
Naturliga vatten-transportprocesser	25	Naturresurstechnik
Naturresurstechnik	21	Naturresurstechnik
Avloppsvattenbehandling	12	Naturresurstechnik
Dagvatten	20	Naturresurstechnik, Arkitektur
Tillämpad hydraulik	25	Brandingenjör
Underhållsteknik för infrastrukturer	2	Drift & Underhåll
Dagvatten	25	Fristående kurs, Norrtälje

Under 2018 har sju examensarbeten med fokus på VA-teknik genomförts och publicerats vid LTU.

3.3 Vattenforsarskolan

Vattenforsarskolan är ett 4-årigt projekt (2016-2020) som finansieras av Formas med stöd från Svenskt Vatten genom de olika forskningsklustren Dag&Nät, VA-kluster Mälardalen, DRICKS och VA-Teknik Södra samt från Sweden Water Research. Forsarskolan ger doktorander inom VA-sektorn i Sverige en plattform för nätverkande och ett större utbud av

kurser. Dessa är även tillgängliga för yrkesverksamma i branschen, i mån av plats.

Nya deltagare i Vattenforskarsskolan tillkommer kontinuerligt. December 2018 var 56 doktorander inskrivna som tog del av forskarskolans kursutbud, seminarier, mentorsprogram och sociala aktiviteter.

Under 2018 har sex doktorandkurser givits (tabell 3).

Tabell 3: Doktorandkurser 2018 inom Vattenforskarsskolan

<i>Kurs</i>	<i>Antal deltagare från LTU</i>	<i>Ansvarig</i>	<i>Totalt antal deltagare på LTU kurserna</i>
From research to policy for sustainable development	1	Dricks	
Management for the water sector	1	VA-teknik Södra /Sweden Water Research	
Water Energy Nexus	5	Sweden Water Research	
Urban drainage Part 1	8	Dag&Nät	11
Urban drainage Part 2	11	Dag&Nät	14
Drinking water	1	Dricks	

Det årliga seminariet 2018 hölls i Luleå. 44 deltagare Programmet för årets stora träff var varierat. Bland annat presenterade Javier Martin-Torres (LTU) den forskning han leder som bland annat handlar om vatten på Mars. Lennart Elfgrén (LTU) höll en presentation på temat hur man kan genomföra sina doktorandstudier och samtidigt trivas med det. Åhö-

rarna fick även höra om stadsomvandlingarna i malmfälten och den VA-forskning som LTU bedriver där.

Annelie Hedström, Dag&Nät är ansvarig för mentorsprogrammet. Under 2018 gick sex av vattenforskarsskolans doktorander in i mentorsprogrammet, varav två tillhörande Dag&Nät.

3.4 Uppdrag i betygskommittéer

Seniora forskare vid Dag&Nät/LTU har under året vid ett flertal tillfällen bidragit med sin kompetens i betygsnämnder vid disputationer på bl. a. Lunds universitet, KTH, Luleå tekniska universitet, samt NTNU (Norge) och University of Sheffield (UK).

3.5 Riktad bransutbildning

I syfte att vidareförmedla och sprida den kunskap som samlats in genom forskning och projektarbete inom Dag&Näts temaområden arrangeras regelbundna temamöten, utöver kommun- och projektmöten.

Temamöten är ett forum för referensgrupperna inom respektive tema att utbyta erfarenheter kommuner emellan på operativ ingenjörsnivå, att diskutera aktuella frågeställningar samt att ta del av senaste nytt och resultat från aktuella projekt inom temat.

På initiativ av temareferensgrupperna inleddes under 2018 arbetet med en omstrukturering av temamötena. Denna omstrukturering syftade till att ge möjlighet till så många representanter från medlemsorganisationerna som möjligt att delta i temamöten genom att samförlägga de tre olika temamöten till ett enda möte

och därmed ta hänsyn till de olika organisationsstrukturer och kompetensområden hos personalen i medlemskommunerna samt till överlappen av kunskaper över temagränserna.

Ett första sådant övergripande temamöte började planeras i slutet av året och ska hållas i februari 2019.

3.6 Övriga aktiviteter - praktikplats

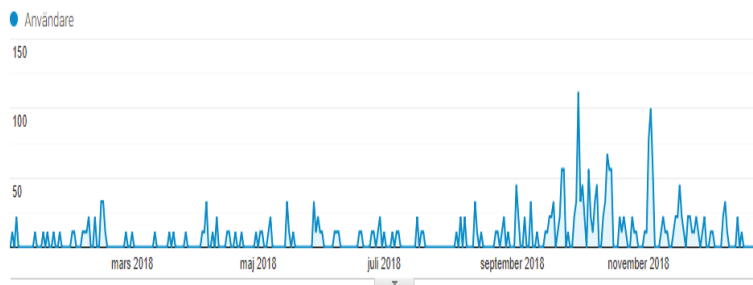
Under året togs två PRAO-elever emot på VA-teknik vid Luleå tekniska universitet. De fick möjlighet att få insyn i VA-forskningens olika aspekter och projektarbeten och hjälpte bland annat till att ta fram videopresentationsmaterial till Vattenstämman och jubileumskonferensen ”Framtidens VA 2.0 – fler utmaningar och möjligheter”.

4 Kommunikation

Inom Dag&Nät läggs stor vikt vid att resultat från forsknings- och utvecklingsarbetet ska komma många aktörer tillhanda. Därför genomfördes ett stort antal kommunikationsaktiviteter under 2018.

4.1 Hemsida

Dag&Näts hemsida uppdateras kontinuerligt och besöktes under 2018 totalt 3272 gånger, varav 1809 visningar utfördes av unika besökare. 57 % var nya besökare som i genomsnitt öppnade 12 sidor och spenderade 10 minuter på hemsidan. 85 % av sidvisningar utfördes i Sverige, 15 % utgjordes av internationella besökare. Särskilt intresse för hemsidan uppstod i samband med VA-tekniks 25-års jubileumskonferens ”Framtidens VA 2.0 – fler utmaningar och möjligheter” i november (se figur 22).



Figur 22: Fördelning av antalet besök över året.

4.2 Nyhetsbrev

Information om Dag&Näts aktuella projekt och aktiviteter publiceras i ett nyhetsbrev som ges ut 3 gånger per år och skickas ut elektroniskt till alla prenumeranter. Dessutom finns alla nyhetsbrev tillgängliga via hemsidan där man också kan anmäla sig till det elektroniska utskicket.

4.3 Sociala medier

Dag&Nät strävar efter att snabbt och enkelt kommunicera aktuell information om projekt och aktiviteter inom Dag&Nät till verksamma och intresserade användare inom VA-branschen. För detta ändamål använder sig Dag&Nät av Twitter @_DagNat där det läggs ut ungefär tio tweets per månad. Antalet följare stiger kontinuerligt, så också under 2018.

4.4 Artikelserie Ny Forskning och Teknik

Den populärvetenskapliga artikelserien Ny Forskning och Teknik lyfter och beskriver nyttan av forskningsresultaten framtagna inom Dag&Nät ur ett användarperspektiv och består av utökade sammanfattningar av forskningsartiklar på svenska. Artiklarna i denna serie skickas ut elektroniskt samt publiceras på Dag&Näts hemsida.

Under 2018 har det publicerats en artikel i serien (se pkt 4.10.7 för fullständig referens).

4.5 Vattenplattformen

Dag&Nät är medlem i den svenska vattenplattformen som leds av Svenskt Vatten och som syftar bl.a. till att öka svenska vattenaktörers medverkan i Horizon 2020-projekt. Dag&Nät har medverkat på den svenska Vattenplattformens möten under året, både i Sverige och i Bryssel. Dag&Nät är även medlem i den Brysselbaserade, europeiska vattenplattformen WssTP (Water Supply and Sanitation Technology Platform). Bl.a. är Dag&Nät medlem i de tre arbetsgrupperna WG Urban Pollution, WG Green

Infrastructure, samt WG Ecosystem Services, samt även leder den sistnämnda. Både fysiska möten och nätbaserad dialog har ägt rum inom arbetsgrupperna under året.

4.6 Arrangerande av konferenser och seminarium

Attract C slutkonferens

Det stora, tvärvetenskapliga forsknings- och innovationsprojektet "Attract – Attraktiva, hållbara livsmiljöer i kallt klimat" avslutades med en slutkonferens i Kiruna den 30-31 maj 2018, där ett axplock av de resultat som tagits fram gemensamt av parterna presenterades.

Med utgångspunkt i utvecklingsbehoven relaterade till de pågående samhälls- och vandringsvandringarna i Kiruna och Gällivare utvecklades en rad innovativa lösningar, där det mest omtalade är byggandet och utvärderingen av Sveriges nordligaste passivhus, det s.k. 7:e huset. Huset är bland annat försett med två olika gröna tak, vars växtlighet, funktion, m.m. har utvärderats av Joel Lönnqvist.

Andra lösningar inkluderar exempelvis innovativ ledningsförläggning i kallt klimat, automatisk projektering av hållbara byggnader, grön-, blå- och vitstrukturplan där även den vita strukturen snö ses som en tillgång i staden, utformning samt utvärdering av ett flyttbart äldreboende, samt hur social inkludering kan öka en stads attraktivitet.

Den innovativa ledningsförläggningen som innebär samförläggning av VA och fjärrvärme har utvärderats av Youen Pericault tillsammans med forskare från Energiteknik från LTU.

"Framtidens VA 2.0 – fler utmaningar och möjligheter"

Den 7-8 november arrangerades en jubileumskonferens där VA-teknik firade 25 år sedan inrättningen som forskningsämne vid Luleå tekniska universitet. Ämnesföreläsare Maria Viklander inledde med att välkomna de drygt 130 deltagarna samt berätta att forskning inom ämnet bedrivits vid universitet i 40 år.

Under konferensdagarna belystes ur olika perspektiv de utmaningar och möjligheter som VA-sektorn står inför i framtiden. Bland annat nämndes behovet av klimatanpassning, säker dricksvattenproduktion och behovet av samverkan olika aktörer emellan.

En postersession hölls i samband med konferensmiddagen, där pågående forskning vid VA-teknik presenterades. Konferensen avslutades med en framtidsspaning och paneldiskussion, där även publiken fick delta i omröstningar. Panelmedlemmarna och publiken var överens om att några av de viktigaste drivkrafterna för förändring inom VA är miljö och politiska beslut samt att VA-branschen verkligen är en framtidsbransch med stora behov av investeringar i såväl ny teknik som nya medarbetare!

4.7 Deltagande på konferenser, etc

Dag&Nät har deltagit vid ett stort antal konferenser, seminarier, årsmöten, etc., både nationellt och internationellt. Nedan följer ett axplock:

1-2 februari talade Oleksandr Panasiuk, Dag&Nät på STVF Teknikträff på Arlanda om mätmetoder för detektering av felkopplingar och tillskottsvatten.

19-23 februari deltog Kerstin Nordqvist, Dag&Nät i ett seminarium om analys av mikroplaster i spill- och dagvatten på Aalborg universitet, Danmark.

8 mars deltog Maria Viklander i IVA seminariet "Behöver Sverige en samhällsbyggnadsminister?" och diskuterade frågor om framtidens samhällsbyggnad och utvecklingen av attraktiva livsmiljöer.

13-14 mars höll Godecke Blecken en presentation om dimensionering och konstruktion av växtbäddar och biofilter för dagvattenrening på Rörnät och Klimat 2018 i Stockholm. Ytterligare deltagare från Dag&Nät var Youen Pericault och Annelie Hedström, samt att Dag&Nät hade en egen monter.

21-22 mars deltog Inga Herrmann, Dag&Nät som expert för provtagning av avloppsanläggningar och dagvatten i en paneldiskussion på nationella konferensen Vatten Avlopp Kretslopp 2018 i Gävle.

22-23 maj talade Heléne Österlund, LTU och Ulrika Lindberg, Vakinn/Dag&Nät om val och kval vid dagvattenprovtagning på Vattenstämman i Helsingborg. Dessutom deltog Maria Viklander, Annelie Hedström och Sylvia Kowar i konferensen och presenterade Dag&Nät i monterutställningen.

16-21 september bidrog Fredrik Nyström till den stora internationella IWA konferensen World Water Congress & Exhibition i Tokyo, Japan med en presentation om rening av dagvatten med koagulering och flockulering. Vidare presenterade Annelie Hedström Dag&Nät i den nordiska montern i seminariet "Open Innovation Sprout".

23-26 september representerades Dag&Nät av fyra forskare på 11:e upplagan av UDM, International IWA conference on Urban Drainage Modelling i Palermo, Italien. De presenterade studier kring modellkalibrering, ackumulering av föroreningar i diken och bakterier i dagvatten. Dessutom deltog de i IWA:s arbetsgrupp om data och modeller.

25-27 september deltog Stefan Marklund, Dag&Nät som talare i seminariet om dagvattenföroreningar på VA-mässan 2018 i Jönköping. Dessutom representerades Dag&Nät med informationsmaterial i Svenskt Vattens klustermonter.

30 september – 4 oktober presenterade Katharina Lange, Dag&Nät några resultat från sina studier om växtval för metallrening i biofilter på International IWA conference on Wetland Systems for Water Pollution Control i Valencia, Spanien.

14-19 oktober höll Brenda Vidal, Dag&Nät en presentation om drivkrafterna för centraliserade/decentraliserade avloppsreningssystem i Sverige på internationella IWA konferensen Small Water and Wastewater Systems in Haifa, Israel. Ytterligare representant för Dag&Nät var Inga Herrmann.

19 oktober höll Alexandra Müller en presentation om sina studier om byggmaterialens bidrag till föroreningar av dagvatten på seminariet Forum för kemikaliesmart byggande, tema dagvatten i Stockholm.

29-30 november representerades Dag&Nät av Heléne Österlund och Youen Pericault, LTU samt Madeleine Syk, Stockholms stad vid SVU:s FoU konferens för hållbara vattentjänster i

Malmö. De bidrog med fyra presentationer om GrönNano och Drizzle likväl som mikroskräp i dagvatten, integrerade VA- och värmeförsörjningslösningar, samt olika metoder för spårning av felkopplingar och tillskottsvatten i duplikatsystem.

8-9 november deltog Lena Goldkuhl, Dag&Nät i UERA:s (Urban Europe Research alliance) möte i Wien, Österrike för att diskutera olika städers forsknings- och innovationsbehov.

13-15 november medverkade Lena Goldkuhl, Dag&Nät i Smart Cities Expo World Congress i Barcelona, Spanien.

29 november representerade Lian Lundy Dag&Nät på en workshop i Bryssel, Belgien, som arrangerades av den europeiska vattenplattformens arbetsgrupp Urban Water Pollution.

4.8 Utmärkelser, priser och ärofyllda uppdrag

Svenskt Vatten pris för bästa examensarbete inom VA-teknik

Mårten Winklers examensarbete Biologisk råvattenbehandling med avseende på järn och mangan vid dricksvattenproduktion – Reningskapacitet i fullskaligt diskfilter och pilotfilter med expanderad lera tilldelades Svenskt Vattens pris för bästa examensarbete.

Årets bygge 2018

I konkurrens med flera coola arkitektoniska byggnadsprojekt utsågs bygget av Östra Länken i Luleå till Årets Bygge. Det var första gången som ett infrastrukturprojekt tilldelades det prestigefulla priset som årligen delas ut av Svensk Byggtjänst och Byggindustrin.

Därmed var det en av Dag&Näts medlemmar som var med i konsortiet som vann med ett ledningsnätsprojekt. Vinnarkonceptet bestod i ett konsortium som bildades av Luleå kommun och NCC och som så framgångsrikt arbetat med Östra Länken igenom en framgångsrik entreprenadform - Utförandeentreprenad med utökad samverkan!

4.9 Informationsmöten

Ett flertal möten har ägt rum med aktörer inom VA-teknikområdet för att sprida kunskap från och om Dag&Näts verksamhet. Vi har rest runt till de kommuner som medverkar i Dag&Näts projekt och personligen träffat större grupper från respektive kommun, för att bl.a. informera om Dag&Näts verksamhet.

4.10 Publikationer

Dag&Nät har publicerat forsknings- och utvecklingsresultat i vetenskapliga tidskrifter, vid konferenser, i rapporter m.m., se nedan.

4.10.1 Artiklar i vetenskapliga tidskrifter

Blecken. G.-T., Karlsson. K, Viklander. M. (2018). *Closure to "Environmental Risk Assessment of Sediments Deposited in Stormwater Treatment Facilities: Trace Metal Fractionation and Its Implication for Sediment Management"*. Journal of environmental engineering, vol. 144, no. 4, 2018.

Mattsson, J., Hedström, A., Westerlund, L., Dahl, J., Ashley, R., & Viklander, M. (2018). *Impacts on rural wastewater systems in subarctic regions due to changes in inputs from households*. Journal of cold regions engineering, vol. 32, no. 1

McCarthy, D. T., Zhang, K., Westerlund, C., Viklander, M., Bertrand-Krajewski, J.-L., Fletcher, T. D., & Deletic, A. (2018). *Assessment of sampling strategies for estimation of site mean concentrations of stormwater pollutants*. Water Research, vol. 129, pp. 297–304

Moghadas, S., Leonhardt, G., Marsalek, J., & Viklander, M. (2018). *Modeling Urban Runoff from Rain-on-Snow Events with the U.S. EPA SWMM Model for Current and Future Climate Scenarios*. Journal of cold regions engineering, vol. 32, no. 1

Pericault, Y., Kärrman, E., Viklander, M., Hedström, A. (2018) *Expansion of Sewer, Water and District Heating Networks in Cold Climate Regions: an integrated sustainability assessment*. Sustainability, 10-10.

Pericault, Y., Kärrman, E., Viklander, M., Hedström, A. (2018) *Data supporting the life cycle impact assessment and cost evaluation of technical alternatives for providing water and heating services to a suburban development in Gällivare Sweden*. Data in Brief, 21, 1204-1208.

Rujner, H., Leonhardt, G., Marsalek, J., & Viklander, M. (2018). *The effects of initial soil moisture conditions on swale flow hydrographs*. Hydrological Processes 2018;32: 644-654.

Rujner, H., Leonhardt, G., Marsalek, J., & Viklander, M. (2018). *High-resolution modelling of the grass swale response to runoff inflows with Mike SHE*. Journal of Hydrology, 562 (411-422).

4.10.2 **Konferensbidrag**

Nyström, F., Nordqvist, K., Herrmann, I., Hedström, A., Viklander, M. (2018) *Treat-*

ment of road runoff by coagulation/flocculation and sedimentation. Konferensbidrag IWA World Water Congress & Exhibition, Tokyo, Japan, 18-23 October 2018.

Vidal, B., Herrmann, I., Sharp, L., Hedström, A. (2018). *What are the drivers to decentralize wastewater treatment systems? A Swedish perspective*. Extended abstract, IWA 15th International Specialised Conferences on Small Water and Wastewater Systems, Haifa, Israel, 14-18 October 2018.

4.10.3 **Rapporter**

Dag&Nät Verksamhetsberättelse 2017, (2018). Stockholm: Svenskt Vattens C-rapportserie

Dag&Nät Forsknings- och utvecklingsprogram 2014 – juni 2017. Slutrapport. (2018). Stockholm: Svenskt Vattens C-rapportserie

Medverkande i form av intervjuer och diskussioner till fallstudie om Dag&Nät i:
Nantin, E.L. (2018) *Sektoröverskridande samarbete i VA-branschen*. SVU-rapport 2018-08

4.10.4 **Kapitel i bok**

Blecken, G.-T., Tondera, K., Österlund, H., Viklander, M. (2018). *Metals : Occurrence, Treatment Efficiency and Accumulation under Varying Flows*. Kapitel i bok, del av antologi, ingår i Ecotechnologies for the Treatment of Variable Stormwater and Wastewater Flows. Cham: Springer, 2018, pp. 75–91.

Stott, R., Tondera, K., Blecken, G.-T., & Schreiber, C. (2018). *Microbial Loads and Removal Efficiency under Varying Flows*. Kapitel i bok, del av antologi, ingår i Ecotechnologies for the Treatment

of Variable Stormwater and Wastewater Flows. Cham: Springer, 2018, pp. 57–74.

Tondera, K., Tanner, C. C., Chazarenc, F., & Blecken, G.-T. (2018). *Introduction.*, Kapitel i bok, del av antologi, ingår i Ecotechnologies for the Treatment of Variable Stormwater and Wastewater Flows. Cham: Springer, 2018, pp. 1–6

Tondera, K., Blecken, G.-T., Chazarenc, F., Lucke, T., & Tanner, C. C. (2018). *Treatment Techniques for Variable Flows.* Kapitel i bok, del av antologi, ingår i Ecotechnologies for the Treatment of Variable Stormwater and Wastewater Flows. Cham: Springer, 2018, pp. 7–30.

Tondera, K., Blecken, G.-T., Tournebize, J., Mander, Ü., & Tanner, C. C. (2018). *Nutrient Removal from Variable Stormwater Flows.* Kapitel i bok, del av antologi, ingår i Ecotechnologies for the Treatment of Variable Stormwater and Wastewater Flows. Cham: Springer, 2018, pp. 31–55.

Tondera, K., Blecken, G., Tournebize, J., Viklander, M., Österlund, H., Andersson-Wikström, A., et al. (2018) *Emerging Contaminants: Occurrence, Treatment Efficiency and Accumulation under Varying Flows.* Kapitel i bok, del av antologi, ingår i Ecotechnologies for the Treatment of Variable Stormwater and Wastewater Flows. Cham: Springer, 2018, p. 93-109

4.10.5 *Licentiatuppsatser*

Rujner, H. (2018). *Green Urban Drainage Infrastructure: Hydrology and Modelling of Grass Swales.* Licentiatuppsats. Luleå tekniska universitet, Luleå.

4.10.6 *Examensarbeten*

Bengtsson, J. (2018). *Dagvattenmodellering i Kärrgruvan med klimatanpassning*

för ett hållbart dagvattensystem. Civilingenjörsexamen, Naturresurstechnik, 2018

Lindberg, E. & Rost, A. (2018). *Treatment of faecal sludge from pit latrines and septic tanks using lime and urea: Pathogen die-off with respect to time of storage.* Civilingenjörsexamen, Naturresurstechnik, 2018

Lindström, E. (2018). *Utformning av en miljömålsmodell, från global till lokal skala – Fallstudie med fokus på indikatorval för vattenrelaterade miljömål.* Civilingenjörsexamen, Naturresurstechnik, 2018

Nilsson, A. & Stoltz, F. (2018). *Prioritering av förnyelseområden VA-nät: Värderingsmodell för optimering av långsiktig kundservice baserad på driftstörningsstatistik, öppen programvara och anläggningsdata.* Civilingenjörsexamen, Väg- och vattenbyggnad, 2018

Norman, P.-A. (2018). *Filter materials for sorption of Cu and Zn in stormwater treatment: a batch equilibrium and kinetic study.* Civilingenjörsexamen, Naturresurstechnik, 2018

4.10.7 *Artikelserie "Ny forskning och teknik"*

Nilsson, A., Stoltz, F. & Hedström, A. (2018). *Områdesvis förnyelseprioritering av VA-nät.* Ny Forskning och Teknik 5, Luleå tekniska universitet.

4.11 I media

Dag&Nät har under 2018 vid ett flertal tillfällen medverkat eller blivit omnämnd i populärvetenskapliga artiklar och radio-program.

Forskningen viktigt för stadsflytt i norr. I:
SR Vetandets värld, 24 januari 2018

Energieffektivt byggande i nya Kiruna. I:
SR Vetenskapsradion, 24 januari 2018

Forskning kring alternativa mätmetoder. I:
STVF, 12 februari 2018

Branschdag om dagvatten direktsänds. I:
Cirkulation, 14 februari 2018

Energisnåla hus testas i Kiruna. I: TV4
Play, 3 april 2018

Avloppsvatten blir dricksvatten. I: Ex-
trakt, 5 april 2018

*Mårten Winkler mottog Svenskt Vattens
pris för bästa examensarbete inom VA-
området. I:* boden.se, 6 juli 2018, samt
svensktvatten.se, 28 maj 2018

Bassänger ska rena vattnet. I: SVT Jämt-
land, 4 oktober 2018

*VA-tekniken är värd all sin uppmärksam-
het. I:* Byggindustrin, 31 oktober 2018

*SVU-rapport om sektoröverskridande
samarbete i VA-branschen. I:* Slussen
Building Services, 27 november 2018