



Verksamhetsberättelse 2019

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	5
2	Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete	6
2.1	Tema Dagvattenkvalitet: från regn till recipient.....	8
2.1.1	Identifiering och utvärdering av dagvattenföroreningskällor.....	9
2.1.2	Mikroplaster i dagvatten.....	10
2.1.3	Metaller i dagvatten, kemiska faser och transportprocesser.....	11
2.1.4	Svackdikens betydelse för dagvattnets kvalitet	13
2.1.5	Urban snöhantering: provtagningsstrategier för att fånga förorenade flöden och deras miljöpåverkan.....	14
2.1.6	Biofilter för dagvattenbehandling.....	15
2.1.7	Dagvattenbiofilter: Faktorer som kan påverka funktionalitet.....	16
2.1.8	Biofilters långtidsfunktion under kalla förhållanden.....	17
2.1.9	Kemisk fällning av förorenat dagvatten.....	18
2.1.10	Yteffektiv dagvattenrening.....	19
2.2	Tema Dagvattensystem.....	21
2.2.2	Förbättrad modellering av grön infrastruktur	22
2.2.3	Dagvattenkvalitet: Massflödesanalys och modellering av avrinnings- områden	23
2.2.4	Gröna tak och deras funktion i kalla klimat.....	25
2.2.5	Dagvattenbrunnars funktion	26
2.2.6	Miljöriskbedömning av dagvattendammars sediment.....	28
2.2.7	Den multifunktionella ytan.....	29
2.2.8	Hållbarhetsutvärdering av olika dagvattenlösningar	30
2.2.9	Övriga aktiviteter - Vilka ekonomiska nyttor kan blå-grön infrastruktur bidra med?	31
2.2.10	Övriga aktiviteter - Blå-grön-vit infrastruktur.....	31
2.3	Tema Ledningsnät.....	32
2.3.1	Ovidkommande vatten i ledningsnät	33
2.3.2	Utvärdering av schaktnings-strategier	34
2.3.3	Drivkrafter för centralisering eller decentralisering av avloppsrenings- system	35
2.3.4	Datastyrd resursoptimering för VA-infrastruktur.....	36
2.3.5	Övriga aktiviteter – VA-system med fokus på resursåtervinning	37

2.4	Projekt- och programportfölj	38
2.4.1	Stora program och kompetenscentra	40
2.5	Samarbetsparter.....	41
2.6	Samverkan i ämnesgrupper.....	42
3	Kompetensförsörjning	43
3.1	Studentorienterad branschdag vid LTU	43
3.2	Grundutbildning inom VA-området vid LTU.....	43
3.3	Vattenforskerskolan	43
3.4	Uppdrag i betygskommittéer.....	44
3.5	Utbildning och föredrag för yrkesverksamma & allmänhet	45
3.6	Kunskapsutbyte	45
4	Kommunikation.....	46
4.1	Hemsida	46
4.2	Nyhetsbrev	46
4.3	Sociala medier.....	46
4.4	Artikelserie Ny Forskning och Teknik	46
4.5	Vattenplattformen	46
4.6	Arrangerande av konferenser, seminarium, workshops.....	47
4.7	Deltagande på konferenser, etc	47
4.8	Utmärkelser, priser och ärofyllda uppdrag	49
4.9	Informationsmöten.....	49
4.10	Publikationer	49
4.10.1	Artiklar i vetenskapliga tidskrifter.....	49
4.10.2	Konferensbidrag	50
4.10.3	Rapporter	51
4.10.4	Doktorsavhandlingar	52
4.10.5	Licentiatuppsatser.....	52
4.10.6	Examensarbeten.....	52
4.10.7	Artikelserie ”Ny forskning och teknik”	52
4.11	I media	52

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

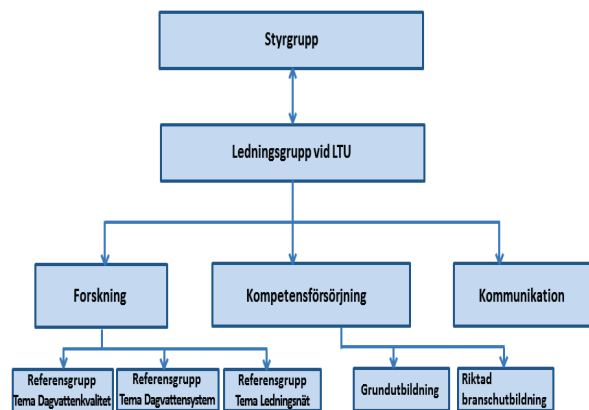
För att nå visionen initierar och genomför Dag&Nät behovsdrivna forsknings-, utvecklings- och utbildningsinsatser inom dagvatten- och ledningsnätsområdet. Dag&Nät har särskilt gjort sig känt genom satsningen på att tillhandahålla behovsanpassad forskning och utveckling inom områdena dagvattenkvalitet, 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 Formas och Vinnova som huvudsakliga finansierare. 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 2019 bestått av:



Stefan Johansson, Skellefteå kommun (ordförande)

Kristina Kenning Östling, Östersunds kommun (vice ordförande)

Petra Viklund, Luleå kommun

Per Grünhagen, Vakin AB, Umeå kommun

Tomas Larsson, MittSverige Vatten & Avfall AB, Sundsvall

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)

Anna Norström, Svenskt Vatten AB (adjungerad)

Under 2019 har styrgruppen haft tre fysiska möten i februari, maj och september samt hål-

lit 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)

Sara Sjöström (Östersunds kommun)

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)

Tore Johansson (Östersunds kommun)

Erik Norin (MittSverige Vatten & Avfall, Sundsvalls kommun)

Patrik Fahlén, Anders Strandberg (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 Bexelius, Erik Tornberg (Bodens kommun)
Niclas Nilsson (VA SYD)

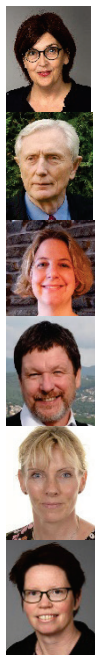
1.5.4 *Dag&Näts personal*

Vid slutet av år 2019 omfattade Dag&Näts personal 19 doktorander. Tillkommer till detta som forskningsöverbyggnad 19 personer. 10 personer var verksamma på deltid.

Under 2019 förstärkte Kelsey Flanagan och Jiechen Wu forskningsgruppen som post doktorer. Elisabeth Kvarnström (Urban Water Management / RISE) nyanställdes som adjungerad professor och Tone Muthanna (NTNU Trondheim, Norge) som biträdande gästprofessor. Fortsatt forskningsstöd har erhållits av adjungerade VA-professorerna Jiri Marsalek (National Water Research Institute i Burlington, Kanada), Richard Ashley från Pennine Water Group i Sheffield, Storbritannien, samt Lian Lundy, professor i miljövetenskap vid Middlesex University i London, Storbritannien. Koordinator för Dag&Nät är Sylvia Kowar.

Nedan presenteras de personer från LTU som under 2019 arbetat inom Dag&Nät.

Maria Viklander	Professor
Jiri Marsalek	Professor
Lian Lundy	Gästprofessor
Richard Ashley	Professor, adjungerad
Elisabeth Kvarnström	Professor, adjungerad
Annelie Hedström	Professor, biträdande



Godecke Blecken	Professor, biträdande
Tone Muthanna	Gästprofessor, biträdande
Inga Herrmann	Universitetslektor, biträdande
Heléne Österlund	Universitetslektor, biträdande
Günther Leonhardt	Forskare
Ahmed Al-Rubaei	Post doc
Kelsey Flanagan	Post doc
Jiechen Wu	Post doc
Sylvia Kowar	Projektkoordinator
Lena Goldkuhl	Projektkoordinator
Stefan Marklund	Projektledare
Kerstin Nordqvist	Forskningsingenjör, 1:e
Peter Rosander	Forskningsingenjör
Laureline Turlan	Forskningsingenjör
Oleksandr Panasiuk	Doktorand



Laila Søberg	Doktorand	
Hendrik Rujner	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	
Emmanuel Okwori	Doktorand	

Haoyu Wei	Doktorand	
Emelie Hedlund Nilsson	Kommun-doktorand	
Lisa Öborn	Kommun-doktorand	
Pär Öhrn Sagrelius	Industri-doktorand	
Robert Furén	Industri-doktorand	

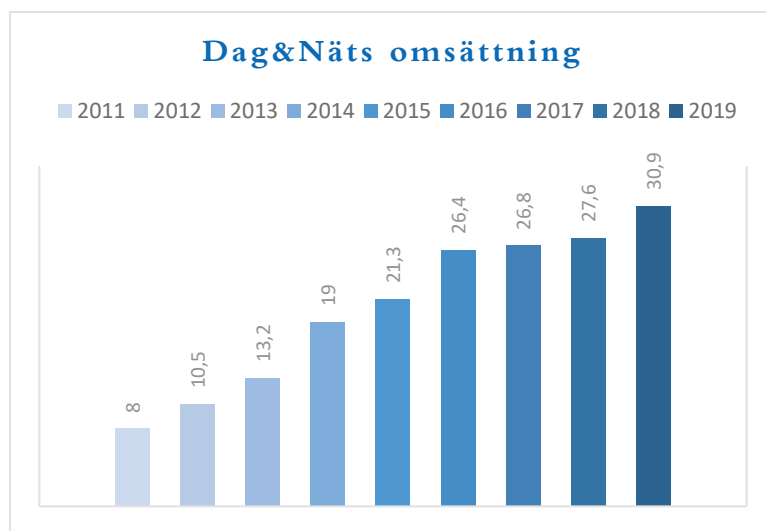
1.6 Dag&Näts ekonomi

Under verksamhetsåret 2019 omsatte Dag&Nät 30,9 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 11 mkr respektive 8,5 mkr.

Under detta nionde verksamhetsår har Dag&Nät fortsatt växa kontinuerligt och ökat omsättningen 2019 med 12 % jämfört med 2018.

VA-området, i form av VA-kurser och branschriktade examensarbeten.

Vidare hade Dag&Nät tillgång till resurser motsvarande 2,3 miljoner i form av fyra externt finansierade industri- och kundedoktorander.



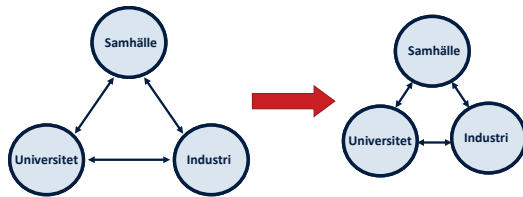
Figur 2: Dag&Näts omsättning (i miljoner kronor) 2011-2019

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. Formas, InfraSweden 2030, Naturvårdsverket och Europeiska regionalfonden.

Utöver rena forskningsmedel tillfördes cirka 2,4 mkr till verksamheten för utbildning inom

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 attraktivare 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 2019 har Dag&Nät fortsatt att hålla möten på hemmaplan med Vakin (Umeå) och Skellefteå. Ett liknande möte som var planerat med Östersund fick ställas in pga väderförhållanden och senarelades till 2020.

Upplägget på möten har varit olika beroende på respektive kommuns behov. Gemensamt för dessa 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, återkoppla resultat från projekten och fokusera sammanfattning av FoU-läget, planering och utveckling för det kommande året samt mer djupgående behovsinventering.

Under året fördes samtal med Stockholm stad som visade intresse på att bli medlem; resultatet blev utökat projektengagemang men ej fullt medlemskap.

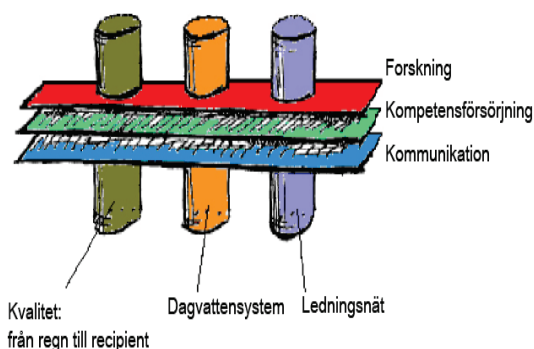
Projektmöten

Utöver möten med medlems- och 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 praktisknära 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. ytlig 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 troli-gen 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 anpas-sade till de svenska förutsättningarna. Tekni-ker för mer avancerade dammsystem och an-

dra reningslösningar för problematiska dag-vatten testas och utvärderas.

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 föroreningsspridning 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 beho-vet av slutbehandling i processkedjan - till ex-empel dammar, diken eller mer avancerad re-ning.

Under 2019 har arbetet tematiskt bedrivits inom 13 forskningsprojekt, bl.a.:

- Hållbar snöhantering i urbana miljöer
- Bedömning och modellering av grön in-frastruktur
- Identifiering och karakterisering av källor till diffus föroreningsspridning
- Dagvattenbiofilter: från standardlös-ningar till avancerade tekniklösningar
- Avancerad dagvattenrening
- Yteffektiv dagvattenrening
- GrönNano
- DRIZZLE
- urban Plastics
- FanpLESStic-Sea

2.1.1 Identifiering och utvärdering av dagvattenföroreningskällor



Alexandra Müller, 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 åtgärds punkt 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 och olika organiska föroreningar. Arbetet fokuserar på att undersöka bidraget av föroreningar från olika urbana ytor och material, exempelvis byggnadsmaterial, till ytavrinning. Detta utvärderas via laboratorieförsök, en specialbyggd pilotarea med konventionella taktäckningsmaterial och genom litteraturstudier. Pilotanläggningen bestående av 33 ytor med 11 olika taktäckningar stod färdig våren 2017: provtagning påbörjades därefter och har fortsatt under 2018 och 2019.



Figur 5. Pilotförsök vid LTU.

Aktiviteter 2019

- Initiala resultat från pilotstudien presenterades för VA-branschen vid Svenskt Vattens konferens NAM#19 i februari.
- Publicering av vetenskaplig artikel baserad på ovanstående pilotförsök.
- Fortsatt provtagning inom pilotarean.
- Färdigställande av en kritisk litteraturstudie om de källor som bidrar med föroreningar till dagvatten. Artikelnen har nyligen accepterats för publicering i en vetenskaplig tidskrift.
- I november 2019 försvarade Alexandra sin licentiatavhandling.
- Införskaffande av klimatkammare för accelererad åldring i labbmiljö av byggnadsmaterial, samt därtill kopplad planering av fortsatta studier.

Viktigaste resultat

Litteraturstudien visade att nuvarande kunskapen skiljer sig stort mellan olika kategorier av källor. Resultaten från pilotstudien visade att flera av materialen bidrar med miljömässigt relevanta koncentrationer av ämnen som är vanligt förekommande i dagvatten, exempelvis metallerna koppar och zink samt de organiska föroreningarna nonylfenoler och ftalater. En jämförelse mellan resultat från laboratoriestudierna och pilotstudien visade att lakförsök i laboratoriemiljö är ett effektivt sätt att identifiera potentiella källor till föroreningar och studera effekter av specifika påverkande yttre faktorer. Däremot lämpar de sig inte för att uppskatta utsläppta koncentrationer från byggnadsmaterial i utomhusmiljöer.

Publikationer

Viklander, M., Österlund, H., Müller, A., Marsalek, J., & Borris, M. (2019). *Kunskaps-sammanställning: Dagvattenkvalitet*. Svenskt Vatten Utveckling, Rapport 2019-2.

Müller, A., Österlund, H., Nordqvist, K., Marsalek, J., & Viklander, M. (2019). *Building surface materials as sources of micropollutants in building runoff: A pilot study*. Science of the Total Environment, 680, 190-197.

Müller, A. (2019). *Urban Surfaces as Sources of Stormwater Pollution: An Evaluation of Substances Released from Building Envelopes*. Licentiatuppsats, Luleå tekniska universitet.

2.1.2 Mikroplaster i dagvatten



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

Mikroplaster finns överallt och är ett samlingsnamn för små plastfragment (upp till fem millimeter). De kan delas in i två kategorier: primära, avsiktligt producerade, små plastpartiklar, exempelvis plastpellets (råmaterial i plastindustrin) eller skrubbmateriel i rengöringsmedel och kosmetiska produkter, och sekundära mikroplaster som bildas oavsiktligt då större plast bryts ner exempelvis nedskräpning eller vid slitage av däck och vägmarkeringsfärg.

Dagvatten har identifierats som en av transportvägarna för mikroplast från städer ut till sjöar och vattendrag. Det finns flera olika aspekter att beakta gällande mikroplaster som sprids via dagvatten: andra föroreningar kan adsorbera till mikroplasten och via dagvattnet transporteras ut i sjöar och vattendrag, plasten kan innehålla oönskade ämnen och att plastpartikeln (ett skräp) är en förorening i sig själv. Lisas forskning har i den första studien fokuserats på undersökning av mikroplaster i sediment från olika dagvattendammar i Stockholm och Östersund.

Aktiviteter 2019

- Lisa anställdes som kommundoktorand av miljöförvaltningen i Stockholms Stad den 26 augusti 2019 inom kompetenscentret DRIZZLE.

- Under hösten har Lisa planerat och genomfört fältarbete i form av provtagning av sediment i dagvattendammar i Stockholm och Östersund. Sedimentproverna kommer under 2020 analyseras med avseende på mikroplaster.



Figur 6. Sedimentprovtagning i dagvattendamm vid Bergslagsplan i Stockholm. Kelsey Flanagan, LTU och Jenny Pirard, Stockholms Stad Miljöförvaltningen vid provtagning intill inloppet (bild ovan) och Lisa Öborn vid provtagning intill utloppet (bild nedan).

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 har ett direkt samband med kemiskt fastillstånd och partikelstorlek. Idag är flertalet reningsalternativ för dagvatten baserade på sedimentering av större partiklar och de metaller de innehåller. Detta torde innebära att de mindre/minsta metallfraktionerna (kolloider och fria joner), med förväntad hög toxicitet, i stor utsträckning tillåts passera sådana reningssteg ut i recipienten. Sarahs forskning syftar till att öka kunskapen om förekomst av de minsta metallfraktionerna och hur de kemiska faserna ändras under transport i dagvattensystem.

Aktiviteter 2019

- Under året har Sarah färdigställt en artikel om metaller i regn och smältvatten där hon har undersökt i vilka olika storleksfraktioner metallerna förekommer. Ultrafiltrering, som avskiljer partiklar ner till ca 1 nm (10^{-9} m), var en av de separeringstekniker som användes.
- I ett annat projekt har fältarbete utförts med provtagning av avrinnande vatten från industriområden och motorvägar, se figur 7. Dessa vattenprover har jämförts med resultat från passiva provtagare som adsorberar de mest labila fraktionerna av metaller, se figur 8. Resultaten kommer att jämföras med ultrafiltrering för att utvärdera lämpligheten att använda passiva provtagare vid undersökning av dagvattenkvalitet.



Figur 7. Fältarbete med uppsamling av smältvatten från industriområde.



Figur 8. Passiva provtagare testas i dagvatten.

Viktigaste resultat

Preliminära resultat från den pågående studien indikerar att dagvatten från industriområden och motorvägar innehåller metaller i två kolloidala storleksfraktioner, dock i mycket låga halter. Förekomsten av fria metalljoner (exempelvis koppar och zink) kan däremot utgöra mer än hälften av den totala koncentrationen i dagvatten.

Publikationer

Lindfors, S., Österlund, H., Lundy, L. & Viklander, M. (2019). *Evaluation of Truly Dissolved and Bioavailable Metal Concentrations in Snowmelt and Rainfall Runoff*. Proceedings of Novatech 2019: 10th International Conference on Planning and Technologies for Sustainable Urban Water Management, Lyon, France, 1-5 July 2019.

Lindfors, S., Österlund, H., Meyn, T., Muthanna, T. M., Lundy, L., & Viklander, M. (2019). *Characterisation of Dissolved Metal Fractions in Urban Runoff*. Presented at the International conference: Cities, Rain & Risk, Malmö, 13-14 juni 2019

- I juni representerade Sarah Dag&Nät och DRIZZLE på konferensen *Cities, rain and risk* i Malmö, där hon presenterade preliminära resultat från ovanstående projekt med passiva provtagare.
- Sarah närvarade även vid konferensen *Novatech* i Lyon, Frankrike i juli månad. Där höll hon en posterpresentation innehållande resultat från en studie gällande utvärdering av modellering av biotillgängliga metaller i regn och smältvatten.

2.1.4 Svackdikens betydelse för dagvattnets kvalitet



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.

Snezana Gavrics forskningsområde fokuserar på dagvattenkvalitet från urbana områden där hon undersöker grön infrastruktur (som gräsdiken) med avseende på möjlighet att förbättra dagvattenkvalitet. Hennes forskning syftar till att öka förståelsen av de processer som styr transporten av föroreningar i dessa, små, urbana avrinningsområden.

Aktiviteter 2019

- Bidraget som Snežana presenterade vid konferensen Urban Drainage Modelling (UDM) i september 2018 har utökats till en artikel i vilken bl.a. osäkerhetsberäkningar av den totalt ackumulerade föroreningsbelastningen (Zn, Cu och Pb) i markskiktet redovisas.
- Snežana har utvärderat vilka faktorer som påverkar metallkoncentrationer i svackdiken. I studien ingår jordarts parametrar (pH, konduktivitet, kloridhalt, organiskt innehåll), infiltrationskapacitet, samt avstånd till trafikerad yta.
- Snežana har varit föräldradig sedan maj 2019.

Viktigaste resultat

Effekterna av biologiska och kemiska processer som adsorption, mikrobiell nedbrytning och växtupptagning på flödeskvalitet är inte kvantifierade.

Det saknas undersökningar gällande gräsdikens reduktion av olika fraktioner av metaller, vissa kolväten och bakterier.

En bättre beskrivning av dikens egenskaper kan bidra till att bättre förstå processerna som förbättrar vattenkvaliteten.



Figur 9. Provtagning av ett gräsbevuxet svackdike i centrala Luleå.

Publikationer

Gavric. S, Larm. T, Österlund. H, Marsalek. J, Wahlsten. A, Viklander. M (2019). *Measurement and conceptual modelling of retention of metals (Cu, Pb, Zn) in soils of three grass swales*. Journal of Hydrology, Vol. 574, s. 1053-1061

Gavric. S, Leonhardt. G, Marsalek. J, Viklander. M (2019). *Processes improving urban stormwater quality in grass swales and filter strips. A review of research findings*. Science of the Total Environment, Vol. 669, s. 431-447.

Gavric. S, Larm. T, Österlund. H, Marsalek. J, Wahlsten. A, Viklander. M (2019). *Measurement and Planning-Level Modelling of Retention of Trace Metals (Cu, Pb, Zn) in Soils of Three Urban Drainage Grass Swales*. Konferensbidrag ingår i: New Trends in Urban Drainage Modelling, UDM 2018, s. 85-90, Springer.

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 är inriktad främst på urban snökvalitet. Hon undersöker i detta syfte förekomst av olika föroreningar som tungmetaller, PAHer och mikroplaster i urban snö och beteenden hos dessa föroreningar under smältning av urban snö. Vilken miljöpåverkan snöhantering har och genomförbarheten av miljövänlig snöförvaring kommer också att bedömas i hennes projekt.

Arya var föräldraledig under april t.o.m. december 2019.

Aktiviteter 2019

- Insamling av dagvattenprover från Frihamnen under ett regntillfälle den 7 mars 2019. Syftet var att studera hur kvaliteten på snö och dagvatten från samma studieområde skiljer sig åt.
- Strategier för provtagning av snö utvecklades utifrån resultaten från provtagningar 2016-2018 i Frihamnen.



Figur 10. Dagvattenprovtagning i Stockholms frihamn.

Viktigaste resultat

En analys av genomförda snöprovtagningar visade att provtagning i ett rutmönster (avståndet mellan proverna 1 m), volymproportionella prover, analys av blandprov för olika föroreningar av intresse och användning av koncentrationen av föroreningar i blandprovet för att uppskatta massbelastningen är det bästa sättet att jämföra med stickprov.

Publikationer

Vijayan, A., Österlund, H., Marsalek, J., Viklander, M. (2019). *Laboratory Melting of Late-Winter Urban Snow Samples: The Magnitude and Dynamics of Releases of Heavy Metals and PAHs*. Water Air Soil Pollution 230, 182 (2019).

Vijayan, A., Österlund, H., Magnusson, K., Marsalek, J., Viklander, M. (2019). *Microplastics pathways in the urban environment: Urban roadside snowbanks*. Proceedings of NOVATECH 2019: 10th International Conference on Urban Water Planning and Strategies for Sustainable Management, Lyon, France, 01-04 July 2019.

2.1.6 Biofilter för dagvattenbehandling



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

I dagvattensammanhang är biofilter att se som en behandlingsteknik. Biofilter är växt-bevuxna infiltrationsbäddar, där vattnet infiltrerar och rensas av växterna och filtermaterialet. Tekniken har utvecklats kontinuerligt sedan 1990-talet och är idag mycket populär även i Sverige.

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 2019

Eftersom försöken hade avslutats under 2018 har aktiviteter under 2019 fokuserat på skrivandet av artiklar och doktorsavhandling.

- Disputation av Laila Søberg i maj 2019.
- Artikel om labbförsök om 10 lösta metaller (bl a Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) adsorptionskapacitet i olika filtermaterial för dagvattenbiofilter har publicerats i Water Research X.
- Artikel som fokuserar på mikrobiellt material (E Coli m fl) och deras förekomst/rening i dagvattenbiofilter har publicerats i Journal of Hydrology X.
- Artikel om kväverening i biofilter, där effekt/inverkan av hög och låg drifttemperatur och varierande längd av mellanliggande torrperiod på kväverenningsförmågan i dagvattenbiofilter utvärderades har skickats in till Ecological Engineering i februari 2019. Fortfarande under expertgranskning i slutet av 2019.

Publikationer

Søberg, L. (2019). *Bioretention for stormwater quality treatment: Effects of design features and ambient conditions*. Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet.

Søberg, L., Viklander, M., Blecken, G.-T., Hedström, A. (2019). *Reduction of Escherichia coli, Enterococcus faecalis and Pseudomonas aeruginosa in stormwater bioretention: Effect of drying, temperature and submerged zone*. Journal of Hydrology X, <https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2019.100025>

Søberg, L., Winston, R., Viklander, M., & Blecken, G.-T. (2019). *Dissolved metal adsorption capacities and fractionation in filter materials for use in stormwater bioretention facilities*. Water Research X, Vol. 4. <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2019.100032>

2.1.7 *Dagvattenbiofilter: Faktorer som kan påverka funktionalitet*



Katharina Lange, doktorand

Handledare:

Godecke Blecken, bitr. professor

Biträdande handledare:

Maria Viklander, professor

Biofilter för dagvattenrening är en teknik som implementeras alltmer i Sverige. Den bärande tanken är att efterlikna reningsprocesser som finns i naturlig jord. Tekniken bedöms i det sammanhanget som ekonomiskt slagkraftiga, utrymmesbesparande och kunna generera estetiskt tilltalande reningsanläggningar för dagvatten. I dagsläget kvarstår dock en hel del oklarheter kring reningsprocesserna i biofilter. Alltför lite data finns till exempel framme beträffande rening av lösta metaller och påverkan på mikroplastflöden.

Aktiviteter 2019

- Under året analyserades data kopplat till två laboratorieförsök som genomfördes under 2017/2018 med fokus på biofilter och metallrening/retention. De två försöken undersökte faktorerna (1) vegetation och salt samt (2) vegetation och torra perioder. Både totala, lösta ($<0,45 \mu\text{m}$) och sant lösta metaller ($<3 \text{ kDa}$) har analyserats. Resultaten sammanställdes i två vetenskapliga artiklar.
- Instrumenteringen av fältanläggningen i Sundsvall slutfördes. Provtagningen har påbörjats och pågår fortsatt under år 2020. De första regnen ska analyseras avseende förekomst av mikroplast.

Viktigaste resultat

Biofilters förmåga att hantera metaller påverkas av förekomst av vegetation, salt och torra perioder. Några växtslag, saltförekomst och utfallande torrperioder har alla negativ inverkan på biofilters reningsfunktion. Med en i grunden resulterande effektiv borttagning av totalhalt metaller framkom i vissa fall lägre reningsförmåga gällande lösta metaller, ända

upp till metallakning (koppar direkt efter en torr period - för vissa växter). Utgående koncentrationer överskred delvis tröskelvärden för svenska miljökvalitetskriterier. Resultaten understryker vikten av rätt val av växter och filtermaterial när metallrening är prioriterad.



Figur 12. Biofilteranläggningen i Sundsvall.

2.1.8 *Biofilters långtidsfunktion under kalla förhållanden*



Robert Furén, industridoktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Godecke Blecken, bitr. professor
Staffan Hintze, NCC

I våra moderna städer och andra urbana miljöer samlas föroreningar och blandas med nederbörd, vilket tillsammans med hårdgjorda ytor och snabb avvattnings leder till stora utmaningar avseende hantering av såväl flöden samt belastning av recipienter. Biofilter är en vanligt förekommande teknik för behandling av dagvatten vilken ökar i popularitet i Sverige idag. Då filtermaterialet är det som har störst effekt på reningen i biofilter inriktar sig Roberts forskning på studier av filtermaterialets reningsförmåga över tid och ackumulering av föroreningar i filtermaterialet. Fältstudier av filtermaterial påbörjades under hösten 2019.

Aktiviteter 2019

- Robert påbörjade sin anställning som industridoktorand vid LTU i mars 2019.
- Under våren och sommaren har tre biofilterläggningar utrustats för flödesmätning och provtagning.
- Under hösten genomfördes en större fältstudie av filtermaterial och sediment från 29 äldre biofilteranläggningar (7-16 år) i samarbete med Ohio State University i USA. Analys i laboratorier har pågått under vintern, utvärdering av resultat planeras till våren 2020.

Viktigaste resultat

Resultaten från provtagning av filtermaterial och sediment avser att ge information till att bedöma de risker som byggs in i ett reningsfilter över tid. Ökat kunnande om hur olika ämnen binds till och rör sig i filtermaterial syftar till att kunna bedöma hur sediment och

filtermaterial skall hanteras vid drift och underhåll samt i samband med utbyte av filtermaterial.



Figur 13. Provtagning av filtermaterial på biofilteranläggning.

2.1.9 Kemisk fällning av förorenat dagvatten



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

Kemisk fällning av dagvatten har potential att generera en betydande avskiljning av mindre partiklar ($<30\ \mu\text{m}$), större än vid endast sedimenteringsmetoder. Detta beror på att mindre partiklar har lägre sedimenteringshastigheter pga att gravitationskraften blir liten i förhållande till friktionskrafter på partiklarna. Dessa mindre partiklar är intressanta just för att de transporterar en stor del av den totala föroreningsmängden i dagvatten. Därför blir det viktigt att föroreningsbelastade utsläppspunkter har behandlingstekniker med förmåga att avskilja denna partikelfraktion.

Då flertalet föroreningar som förekommer i dagvatten är partikelbundna ger kemisk fällning en avskiljning på ca 90%. Därtill ger kemisk fällning en mindre effekt på lösta föroreningar av koppar, krom och zink, en effekt som helt uteblir vid rena sedimenteringstekniker. För just de lösta föroreningarna framkom en skillnad vid val av fällningskemikalier — chitosan, en polysackarid, presterade bättre än konventionella metallsalter.

Studierna har hittills utförts på semi-syntetiskt dagvatten och vägdagvatten, där operativa fällningsvillkor och fällningskaraktäristika undersökts i labbskaleförsök. Utöver metaller har avskiljningseffekten för partikulärt bundna samt lösta föroreningar av organiskt material och kolväteföroreningar studerats.

Aktiviteter 2019

- Aktiviteter under våren inkluderade kurser, författande samt presentation av licentiatuppsats. Licentiatseminariet ägde rum den 26 april.

- Under hösten har planering och förberedelser för de nya försöksuppställningar som utgör den senare delen av doktorandstudierna genomförts.
- Under hösten artiklar som legat till grund för licentiatavhandlingen reviderats och skickats in till tidskrifter.

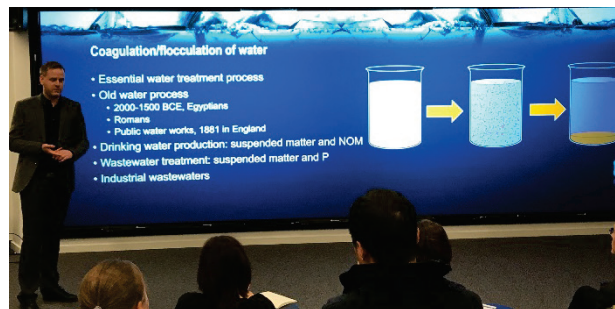
Viktigaste resultat

Dagvatten med låg buffertkapacitet kan fällas genom en laddningsneutralisering.

Högre avskiljningseffekt för partiklar $<30\ \mu\text{m}$ har visats för kemisk fällning jämfört med sedimentering.

Kemisk fällning ger en hög avskiljningsgrad av partikulära föroreningar, ca 90%.

Kemisk fällning ger även en viss avskiljning av lösta metaller. Chitosan har bättre avskiljning jämfört med konventionella metallsalter.



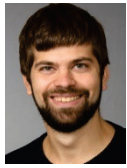
Figur 14. Fredrik Nyström försvarar sin licentiatuppsats vid ett seminarium i april 2019, Luleå.

Publikationer

Nyström, F. (2019). *Coagulation process characteristics and pollutant removal from urban runoff*. Licentiatuppsats. Luleå tekniska universitet. Luleå.

Nyström, F., Nordqvist, K., Herrmann, I., Hedström, A., Viklander, M. (2019). *Treatment of road runoff by coagulation/flocculation and sedimentation*. Water Science and Technology, Vol.79 (3), s 518–525.

2.1.10 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. Resultaterande avrinnande dagvatten från urbana områden innehåller varierande typer och halter av föroreningar beroende på dränförlopp och bebyggelsetyp. Dagvatten kan sålunda både ur kvantitets- som kvalitetssynvinkel utgöra ett potentiellt hot gentemot omgivande recipienter, något som behöver hanteras eller förebyggas. På grund av pågående förtätning i samhällsbyggandet ökar behovet av yteffektiva behandlingsanläggningar för dagvatten.

Vid Nationalmuseet i Stockholm finns zeolitfyllda filter med zeolitmaterial, för att rena avrinningen från museets koppartak. Ivans studie fokuserar filtrets förmåga att minska kopparkoncentrationen. Projektet syftar också till att undersöka hur filtrets adsorptionskapacitet förändras över tid.

Urbant dagvatten för med sig stora mängder av stora och små partiklar, som ses som en betydande belastning för recipienten. Partikelsedimentering i dagvattendammar är en av de vanligaste metoderna för att reducera halten suspenderade partiklar och skapa ett renare dagvattenflöde. En möjlig teknikhöjning som här studeras för att reducera dagvattendammars ytbehov, är att komplettera dagvattendammar med ett sedimentationsraster placerat på dammens botten.

Aktiviteter 2019

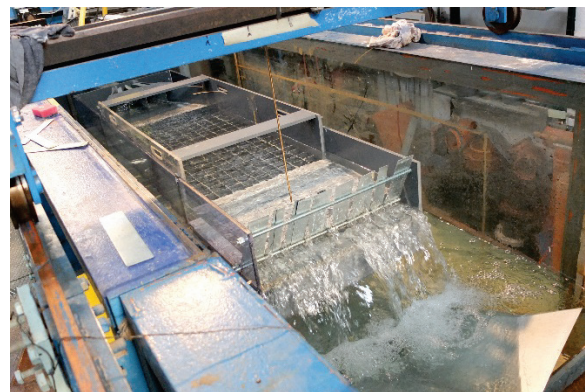
- Provtagning av takdagvatten före och efter Nationalmuseets zeolitfilter har genomförts vid fem tillfällen under året.

- Dataanalys och utkast för tidskriftsartikel har skrivits.
- De första resultaten från studien presenterades på NORDIWA-konferensen i Helsingfors i september.



Figur 15. Presentation av forskningsresultat vid NORDIWA konferens i Helsingfors.

- Under SPN9 konferensen i Århus, Danmark i augusti presenterade Ivan resultaten från de hydrauliska försöken 2018 i Prag gällande sedimentationsraster och cellkonfiguration.
- En anknytande artikel bearbetades och skickades till Water Science and Technology under hösten.



Figur 16. Hydraulisk modell av sedimentationsraster i pilotskala (Tjeckiska Tekniska Universitetet, Prag)

Viktigaste resultat

Resultaten från provtagningen av takdagvatten vid Nationalmuseet visar att även om reningsnivån är hög överstiger utloppskoncentrationen den som återfinns i recipienten. Vi-

dare indikerar resultaten av studien att behandlingseffektiviteten sjunker under provtagningsperioden.

Publikationer

Milovanovic, I., Bareš, V., Hedström, A., Herrmann, I., Piscek, T., Marsalek, J., & Viklander, M. (2019). *Enhancing stormwater sediment settling at detention pond inlets by a Bottom Grid Structure*. Presented at the Sewer Processes and Networks conference SPN9, 27-30 september 2019, Aalborg, Danmark.

Milovanovic, I., Herrmann, I., Hedström, A., Viklander, M. (2019). *Performance of clinoptilolite filter for copper roof runoff*. Nordic Wastewater Conference 2019 – Nordiwa, Helsinki, Finland, 23-25 september 2019

2.2 Tema Dagvattensystem



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

Dagvattensystem har traditionellt utformats för att snabbt avleda vattnet från den urbana miljön, i huvudsak via ledningssystem. Idag implementeras alltmer trög avledning i öppna anläggningar, vid behov i kombination med olika dagvattenreningsanläggningar, samt ytliga skyfallsvägar för extremsituationer för att klara de utmaningar som finns med ökad urbanisering, ökade miljökrav och klimatförändringar.

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. Förutom dagvattenkvantitet och kvalitet ligger mer och mer fokus på anläggningar som kan leverera andra ekosystemtjänster och bidra till boendemiljöer på ett estetiskt sätt. 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 2019 har arbetet inom temat bedrivits inom 13 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
- Ekonomisk analys av blå-grön infrastrukturens värden

2.2.2 Förbättrad modellering av grön infrastruktur



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

Grön infrastruktur används alltmer för att hantera dagvatten på ett hållbart sätt. Matematiska modeller kan användas för att bättre bedöma och förutse dagvattensystems nuvarande och framtida prestanda. Det är dock inte klart än vad som krävs, för att modellera gröna dagvattensystem på ett tillförlitligt sätt. Därför finns det ett behov av rekommendationer för pålitlig modellering av grön infrastruktur. Viktiga aspekter att peka ut är mätningar av bl.a. regn och resulterande flöde i dagvattenledningar (vad ska mätas, med vilken upplösning och hur stor är mätosäkerheten?), olika sätt att kalibrera modeller och utvärdera modellprestanda samt skattning av modellresultat-osäkerhet.

Aktiviteter 2019

- Vid kommunbesök i Skellefteå i april presenterade Ico resultat från en studie som baseras på fältmätningar från ett område i Skellefteå och diskuterade framtida utveckling av mätningar.
- I juni presenterade Ico sin licentiatuppsats "Uncertainties in rainfall-runoff modeling of green urban drainage systems: measurements, data selection and model structure" på ett seminarium där Luca Vezzaro, biträdande professor vid Danmarks Tekniska Universitet, var discussionsledare.
- På konferensen Novatech presenterades en studie angående användning av jordfuktighetsmätningar vid kalibrering av en detaljerad modell av ett dagvattendike. Arbete påbörjades för att testa resultat från studien med en högre modellupplösning och fler regntillfällen.

- En studie påbörjades som syftar till att utvärdera olika s k "objective functions" som mäter hur bra en modell lyckas reproducera en uppmätt avrinning. En viktig aspekt är "objective functions" som tar särskilt hänsyn till skillnaden i tajmning mellan simulerat och observerat flöde.



Figur 17. Flödesmätning, Luleå.

Viktigaste resultat

Det är möjligt att dela upp kalibreringsförloppet i två steg (med olika regntillfällen) så att man först kalibrerar parametrarna för hårdgjorda ytor, och sen för gröna ytor. Detta gör kalibreringen både snabbare och med bättre resultatutfall när modellen används för en annan tidsperiod.

Olika metoder för att tillämpa jordfuktighetsmätningar har divergerande effekter på osäkerheten i uppskattade värden, för parametrarna såväl som simulerat utflöde från det dike som studerades.

Resultat från studier omfattande tre olika modeller för avrinning från gröna områden uppvisar stora skillnader sinsemellan. Processen för val av modell bör betraktas som en viktig källa till osäkerhet i arbetsgången.

Publikationer

Broekhuizen, I., Rujner, H., Roldin, M., Leonhardt, G., & Viklander, M. (2019). *Towards using soil water content observations for calibration of distributed urban drainage models*. Proceedings of Novatech 2019: 10th International Conference on Planning and Technologies for Sustainable Urban Water Management, Lyon, France, 1-5 July 2019..

Broekhuizen, I. (2019). *Uncertainties in rain-fall-runoff modelling of green urban drainage systems: Measurements, data selection and model structure*. Licentiatuppsats. Luleå tekniska universitet, Luleå.

Broekhuizen, I., Muthanna, T. M., Leonhardt, G., & Viklander, M. (2019). *Urban drainage models for green areas: Structural differences and their effects on simulated runoff*. Journal of Hydrology X, 5. <https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2019.100044>

Broekhuizen, I., Leonhardt, G., Marsalek, J., & Viklander, M. (2019b). *Selection of Calibration Events for Modelling Green Urban Drainage*. In New Trends in Urban Drainage Modelling : UDM 2018 (s. 608–613). Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99867-1_105

2.2.3 Dagvattenkvalitet: Massflödesanalys och modellering av avrinningsområden



Jiechen Wu, post-doc

Skilda mänskliga aktiviteter och urbaniseringsens ökande andel av hårdgjorda ytor kan generera vitt skilda förorenade substanser. Dessa föroreningar kan i samband med regn transporteras vidare i strömmande dagvatten och med skadlig effekt nå vattenrecipienter. Forskningsaktiviteter i detta har utförts för att söka analysera respektive modellera flöden av föroreningar – från källa till recipient.

Pågående projekt inkluderar (1) sammanställning av befintliga dagvattenmodeller för hantering av dagvatten med fokus på urban metabolism; (2) känslighets- och osäkerhetsanalys i modellverktyget StormTac Web; (3) kvalitetsanalys av dagvattensediment från skärmdammen i Storsjön/Östersund; (4) modellutveckling för föroreningar och avrinning från urbana takmaterial.

Aktiviteter 2019

- En övergripande litteraturgenomgång av dagvattenmodeller genomfördes under år. Sex brett använda modeller (SVMM, MOUSE, MUSIC, VinSLAMM, STORM/SEWSYS och StormTac) valdes ut och analyserades närmare för användning i kommande forskningsinsatser.
- Metodiken för känslighets- och osäkerhetsanalys gällande StormTac Web genomgicks och analyserades. Arbetet härvidlag fokuserade på att utvärdera modellens förmåga att simulera vattenflöden och årlig föroreningsbelastning. En artikel planeras vara klar för extern bedömning i slutet av januari 2020.
- Sedimentprover från skärmdammen i Östersund togs i augusti och oktober och

analyserades för bl a tungmetaller, fosfor och PAH. Resultaten sammanställdes.

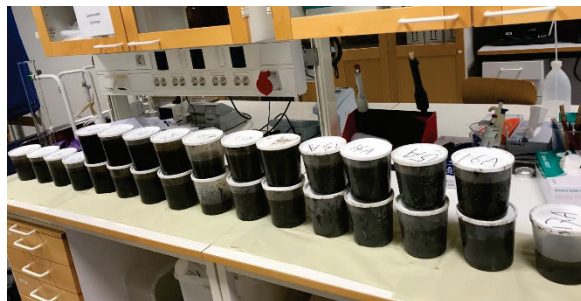
Viktigaste resultat

Den första sedimentprovtagningen i skärmdammen i Östersund utfördes innan anläggningen togs i drift. Resultaten därifrån visade att befintliga sediment initialt var relativt förorenade, sannolikt orsakat av tidigare urbana aktiviteter och dagvattenutsläpp under flera decennier. De undersökta sedimentens innehåll av tungmetaller generellt nådde nivån moderat/hög enligt Naturvårdsverkets standard. Beträffande koppar och kvicksilver kan noteras att dessa landade i höga respektive mycket höga nivåer.

Tilläggas kan också att det djupare lagret sediment (100-200 mm) var mer förorenat än det ytligare (0-100 mm). En jämförelse av föroreningskoncentration från olika provtagningsplatser tyder på olika ursprung för de olika platser, särskilt föroreningarna emellan. Exempelvis beträffande koppar, kvicksilver och zink indikerar analyserade koncentrationer en gradvis ökande nivå från dagvattenledningens utsläppspunkt till det centrala området i skärmdammen och därefter sjunkande nivåer ut mot anläggningens utsläppspunkt.

Den andra omgången sedimentprovtagning utfördes efter att dagvatten hade släppts ut till recipienten i ca 4 månader. Intresseväckande nog indikerade preliminära analyser att (i genomsnitt) de studerade halterna av föroreningarna i sedimenten hade reducerats jämfört med initial nivå. Exempelvis reducerades både koppar och zink med uppemot 20 %. Ett annat viktigt resultat var att föroreningshalterna varierade relativt kraftigt längs och mellan provtagningsplatserna. Beträffande zink, kadmium och bly framkom höga halter nära dagvattenledningens och skärmdammens respektive utsläppspunkt. Resultaten genererar värdefull kunskap för kommande utvärdering av föroreningsflöde och avsättning i dagvat-

tenanläggningar - mer specifikt när det kommer till att utvärdera den studerade dagvattenanläggningens behandlingseffektivitet.



Figur 18. Sedimentprov från skärmdammen i Stor-sjön, Östersund

Publikationer

Wu, J., Hartmann, T. E., & Chen, W.-S. (2019). *Towards sustainable management of phosphorus flows in a changing rural-urban environment: recent advances, challenges, and opportunities*. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol. 40, s 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.09.012>

2.2.4 Gröna tak och deras funktion i kalla klimat



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

I takt med den pågående förtätningen av urbana områden förlorar städer och tätbebyggda områden grönytor och de positiva funktioner som dessa genererar - exempelvis fördröjning av dagvatten, luftrening och temperaturkontroll. Anläggande av gröna tak kan här spela en viktig roll genom att (helt eller delvis) återställa dessa positiva funktioner och motväga förlusterna.

Moderna gröna tak har utvecklats för och följts upp i Centraleuropa och Nordamerikas kontinentala klimat. Hur väl gröna tak fungerar i kallare respektive hetare regioner är inte lika inträngande kartlagt.

Gröna taks förmåga att absorbera och hålla kvar regnvatten, reducera flödestoppar och minska totala volymen avrinnande vatten 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. För att försöka besvara en del kopplade frågeställningar undersöks hur traditionell Sedum-vegetation på tak presterar i både blöta (Norge) och torra (Sverige) platser; med stora skillnader vad gäller klimat, årsmedeltemperatur och förekomst av frostcykler per år. Genom ett samarbete med Melbourne University, Australien, kan vi även jämföra data från Skandinavien med förhållandena i ett medelhavsklimat.

Aktiviteter 2019

- Ett studiebesök hos forskningsgruppen Green Infrastructure på University of Melbourne i Australien genomfördes. Samarbetet resulterade i ett manuskript som sammanställer de potentiella möjligheterna spontan växtlighet på gröna tak erbjuder för forskning och funktion.



Figur 19. Växtinventering på ett äldre experimenttak med spontan växtlighet i Melbourne, Australien.

- Joel presenterade ett konferensbidrag gällande påverkan av monokultur och blandad vegetation på gröna taks hydrologiska funktion på dagvattenkonferensen Novatech i Lyon, juli 2019.
- Flödesmätning kopplat till trettio gröna experimenttak på LTU:s campus i Luleå fortsatte under sommarhalvåret och 25 regn av olika intensitet fångades in och mättes.
- Ett experimentväxthus initierades för att närmare studera de vanligast förekommande växternas vattenanvändning - de växter som finns installerade på experimenttaken vid LTU.
- En gemensam vegetationsutvärdering av gröna tak har genomförts tillsammans med NTNU i Trondheim, Norge.

Viktigaste resultat

Spontan växtlighet på gröna tak erbjuder en stor möjlighet för framtidsforskning inom växtekologi, succession och dynamik.

En större förståelse för spontan växtlighets roll för ekosystemtjänsters funktion i urbana områden, kan medföra bättre kostnadseffektivitet både vid installationen av gröna tak och i löpande underhåll.

Det finns stora skillnader i överlevnad och täckningsgrad på gröna tak i Sverige och Norge.

Medeltemperatur verkar vara den kalltklimatvariabel som är viktigast för typisk Sedum-vegetation på gröna tak. Årsmedelnederbörd och substratdjup har inte lika stort positivt/negativt samband med överlevnad och växttäckning.

Publikationer

Lönnqvist, J., Hjelm, J., Blecken, G.-T., Viklander, M. (2019). *Impacts of monoculture and mixed vegetation on green roof hydrological function*. Proceedings of NOVATECH 2019: 10th International Conference on Planning and Strategies for Sustainable Urban Water Management, Lyon, France, 1-5 juli 2019

2.2.5 Dagvattenbrunnars funktion



Haoyu Wei, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Lian Lundy, gästprofessor

Dagvattenbrunnar har varit en del av VA-systemen under lång tid. Trots det saknas kunskap om deras funktion avseende avskiljning av sediment och föroreningar. Stora variationer i reningsgrad har rapporterats, och det skapar tveksamhet när det gäller tillförlitligheten i funktionen. Att prestanda varierar beror huvudsakligen på två faktorer: otillräckliga underhållsrutiner för sandfången och ökande extrema regn.

Det här leder till stora utmaningar för städernas ledningsnätsansvariga – att med en begränsad budget hitta rätt frekvens för brunns-tömningar. Klimatförändringar med fler kraftiga regnhändelser kommer att påverka vårt dagvattensystem och inverka på dagvattenbrunnarnas funktion. Syftet med studien är att öka förståelsen för dagvattenbrunnars funktion inom hållbar dagvattenhantering under olika klimatförhållanden.

Aktiviteter 2019

- I juni deltog Haoyu i ”Climate Café Scan Malmö” där deltagarna testade ny teknik som till rimliga kostnader kan användas till kartläggning och mätning av olika klimatanpassningsåtgärder.



Figur 20. Mätning av metallkoncentrationer i ett svackdike – med handhållen XRF-mätare.

- Under DRIZZLE:s partsstämma i augusti presenterade Haoyu sin pågående forskning om optimerad hantering av dagvattenbrunnar för att minimera underhållskostnader och miljöpåverkan. Några preliminära resultat visades också.



Figur 21. Haoyu presenterar sitt forskningsområde.

- Haoyu deltog i konferensen SPN9 i Aalborg, samt i konferensen Cities, Rain and Risk i Malmö.
- En artikel baserad på en modellstudie är under revision. Artikeln belyser återsuspensionen av redan avsatt sediment i dagvattenbrunnar under olika väderförhållanden.
- En populärvetenskaplig artikel relaterad till forskningsarbetet om dagvattenbrunnar har färdigställts och kommer att publiceras i marsutgåvan 2020 av Tidskriften Vatten.

Viktigaste resultat

Detta inledande arbete gav ny förståelse för de förhållanden där dagvattenbrunnar släpper ut sediment och därmed också för brunnarnas potentiella roll som föroreningskälla under extrema regnhändelser. Modelleringsresultaten visar att inte bara extrema regnhändelser utan också otillräcklig tömning av sandfång kan vara orsak till återsuspension av redan avsatt sediment.

Det behövs dock fortfarande bättre förståelse för dessa återsuspenderade sediment och var de kommer att hamna, när det blir nära utloppen till recipienterna.

2.2.6 Miljöriskbedömning av dagvattendammars sediment



Kelsey Flanagan, post-doc

Påverkad av en vid palett av föroreningskällor i den urbana miljön transporterar dagvatten ett brett spektrum av föroreningar, inkluderande exempelvis sådana av organiskt ursprung och spårämnen. För reningen av dagvatten är dagvattendammar den mest tillämpade tekniken i Sverige. Sediment (och till den fraktionen kopplade föroreningar) ackumuleras över tid i dessa dammar och behöver avlägsnas regelbundet. Förorening av dessa sediment utgör en miljörisk som måste bemötas med planering och förebyggande arbete både vid sedimenttömning och i efterföljande slutlig sedimenthanteringen. I detta sammanhang kan det också uppstå konflikter mellan levande organismer och djur i naturmiljön och dagvattendammars tekniska funktion. Här presenterat arbete lägger fokus på att förbättra miljöriskbedömning av dagvattendammars sediment.

Aktiviteter 2019

- En litteraturstudie genomfördes för att identifiera kunskapsluckor gällande miljörisker kopplade till sediment i dagvattendammar och sammanställa ett urval föroreningar av speciellt intresse.
- Ett program presenterades för provtagning och analys av dagvatten med syfte att (1) undersöka 259 skilda organiska föroreningar, (2) jämföra metoder för riskbedömning baserat på förekomst av spårämnen, (3) prioritera föroreningar samt föreslå indikatorer lämpliga för övergripande bedömning av miljörisk kopplad till dagvattensediment.
- Hösten 2019 insamlades sedimentprov från inlopps- och utloppsdelen i 16 dagvattendammar, belägna i fyra olika

svenska kommuner. Varje prov analyserades med avseende på ett stort omfång parametrar inkluderande 259 organiska ämnen, toxicitet samt spårämnen enligt olika metoder.



Figur 22. Sedimentprovtagning i Örebro.

Viktigaste resultat

Litteraturgenomgången visade att många studier har belyst frågan om den miljörisk som dagvattendammars sediment innebär men metodiken för riskanalys varierade. Eftersom flertalet studier dessutom övervägde relativt sett få parametrar var en sammanvägd jämförelse problematisk. Genomgången avslöjade också att få data finns tillgängliga beträffande i vilken grad dagvattensediment är kontaminerade med nyligen identifierade och i urbant dagvatten förekommande föroreningar som exempelvis ftalater, alkylfenoler, organotennföreningar, polybromerade difenyletrar (PBDEs) samt perfluoroktansulfonsyra (PFAs).

De första resultaten från analys av de insamlade proven har indikerat att ett flertal föroreningar kan återfinnas i dagvattendammars sediment. Föroreningsnivåerna är kraftigt varierande från plats till plats, ibland nivåmässigt ända upp till tre tiopotenser. Att förstå orsaks-sambanden till denna variabilitet kommer att vara en nyckel för förbättrad metodik gällande riskbedömning kopplat till sediment och sedimenthantering.

2.2.7 Den multifunktionella ytan



Emelie Hedlund Nilsson, kom-
mundoktorand

Handledare: Maria Viklander, prof.

Biträdande handledare:

Tone Merete Muthanna, bitr. prof.

Mentor:

Ulrika Larsson, Luleå kommun

Hantering och rening av dagvatten är en fråga som får allt större utrymme i urban miljö. Det kan handla om allt i från skötsel och utbyggnad av befintliga ledningsnät i staden till implementering av gröna lösningar för att fördröja och till viss del rena dagvatten. Ytterligare en aspekt som tillkommer gällande dagvattenhantering i städer med subarktiskt klimat är att nederbörden under stor del av året faller som snö. I dagsläget läggs ofta snö på deponier där den lagras fram tills smältperioden börjar.



Figur 23. Snölagring vintertid i bebyggd miljö.

En utmaning med snödeponier är att de kräver stora utrymmen, något som kan vara en bristvara i städer, samtidigt som smältvattnet ofta behöver genomgå någon form av rening innan det rinner vidare. I sin forskning tittar Emelie därför närmare på ”Den multifunktionella ytan” i städer som ett sätt att hitta ytor inne i städerna som kan fungera både som mindre deponier för snölagring vintertid och som smält- och dagvattenanläggning sommartid. I ett första skede ska Emelie i sin

forskning undersöka olika väderfaktorer som kan behöva beaktas vid design av en sådan anläggning och hur de faktorerna eventuellt varierar i Norden.

Aktiviteter 2019

- Emelie anställdes 17:e juni 2019 som kommundoktorand av Luleå kommuns VA-avdelning, som en del i kompetenscentret DRIZZLE.
- Under hösten har Emelie bland annat läst kurser vid LTU, inom statistik och forskning.
- Utöver deltagande i doktorandkurser och löpande arbetsinsats på Luleå kommun har Emelie även analyserat nederbörds- och temperaturdata från ett antal tätorter i Norden. Detta för att titta närmare på specifika väderförhållanden som påverkar en dagvattenanläggning även avsedd att hantera snö.

2.2.8 Hållbarhetsutvärdering av olika dagvattenlösningar



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

Inriktningen för urban dagvattenhantering har gått från att handla om gråa, rörbaserade system till mer blå-gröna, naturbaserade system. I Sverige är fokus på lokalt omhändertagande av dagvatten och så kallad hållbar dagvattenhantering. Omställningen har dock inte varit problemfri utan flera utmaningar och barriärer har identifierats i tidigare forskning. Svårigheter med att utvärdera hållbarhetsaspekten har påvisats, vilket påverkat både planering och implementering av dessa system negativt. Det är tydligt att den generella målbilden och visionen om mer hållbar dagvattenhantering är i osynk med hur den faktiska dagvattenhanteringen går till i Sverige idag.

För att fylla kunskapsluckan gällande hållbarhetsaspekter av olika dagvattensystem, arbetar Pär med hållbarhetsutvärdering av olika dagvattenlösningar. Med bland annat en multikriterieanalys ska dagvattensystem utvärderas med avseende på olika hållbarhetsindikatorer. Multikriterieanalysen kommer dessutom inbegripa ett tvärvetenskapligt angreppssätt för att täcka olika aktörers intressen och på det sättet underlätta och möjliggöra för att mer hållbara beslut tas inom urban dagvattenhantering i framtiden. Målet är att öka kunskapen om hur hållbar olika så kallade "hållbara dagvattenlösningar" verkligen är och tydliggöra hur utvärdering av dessa system kan, på ett meningsfullt sätt, gå till.

Pär har bedrivit sin forskning på deltid (60%) under 2019.



Figur 24. Nyanlagt biofilter för dagvattenhantering i Malmö.

Aktiviteter 2019

- Presentatör och panelmedlem i ett dagvattenseminarium under Almedalsveckan på Gotland. Fokus under året låg på att läsa kurser.

2.2.9 Övriga aktiviteter - Vilka ekonomiska nyttor kan blå-grön infrastruktur bidra med?

Under 2018 har en studie om blågrön infrastrukturens ekonomiska nytta genomförts av Frieder Hamann (se verksamhetsberättelse 2018).

Aktiviteter 2019

- Under 2019 har detta arbete kompletterats och en vetenskaplig artikel har inskickats och reviderats efter granskning (kommer att publiceras under 2020).
- Ett utkast till en SVU rapport har skrivits.

2.2.10 Övriga aktiviteter - Blå-grön-vit infrastruktur

Leverans av ekosystemtjänster av multifunktionell blå-grön infrastruktur (BGI) har fått mer och mer intresse de senaste åren. Konceptet blå-grön infrastruktur beaktar dock inte att det t ex. i Sverige under (den långa) vintern varken är grönt eller blått utan vit respektive grått. Tillsammans med forskargruppen för Arkitektur vid LTU har vi börjat arbeta med BGWI-konceptet (Blue-Green-White Infrastructure). Detta tar hänsyn till förhållandena i norra Sverige och inkluderar den vita årstiden i strävan att leverera multifunktionalitet under hela året.

Aktiviteter 2019

- Ett första utkast av detta koncept har utarbetats och sammanställts i en (inskickad) konferensartikel. Under kommande året 2020 avser vi att arbeta vidare med detta koncept och skicka in en vetenskaplig artikel.

		Importance during annual cycle											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
		Winter			Spring			Summer		Autum		Winter	
White Structure	Compact snow layer in winter: green infrastructure is used for snow storage, snow can be used for skiing, snow mobiles etc.	+++	+++	+++	++	+				+	+	++	+++
Blue Structure	Part of green-blue infrastructure, stormwater management, synergies with white structure during snow melt			++	+++	+++	++	++	++	++	+		
Green Structure	Green structure in snow-free season: parks and recreation, synergies with blue structure					+	++	+++	+++	++	+		

Figur 25. Betydelsen och samverkan av vit, blå och grön infrastruktur i en årscykel.

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.

Förändrade tekniker för ledningsläggning är också på frammarsch, exempelvis med ökad andel lätttryckavlopp och samförläggning med andra ledningsslag såsom fjärrvärme. Diskussioner förs också angående antal avloppsrör och vad som ska transpor-

teras 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 som vi arbetar vidare med såsom: att utveckla metoder för att detektera tillskottsvattenflöden 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 förnysetakten av ledningsnäten, utveckla datadriven asset management för ledningsnätet så att underhåll och förnyelse blir mer effektivt 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 2019 har arbetet inom temat bedrivits huvudsakligen inom projekten:

- Resurseffektivt och koordinerat underhåll och förnyelse av VA-ledningar och gator (Formas)
- REKO-Resurseffektivt koordinerat underhåll och förnyelse av gator och VA-ledningar (Vinnova)
- Små flexibla avloppslösningar: anpassning till en föränderlig värld (Formas)

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 hur bräddningar kan förhindras och mätas.

Aktiviteter 2019

- Under 2019 har insamlad data från tillskottsvattenprojektet i Skellefteå utvärderats. Resultaten från DTS (Distributed Temperature Sensing) mätningarna har publicerats.
- En omfattande dataanalys har gjorts för övriga metoder som testades för att detektera tillskottsvatten i spillvatten-näten. Ett bearbetat utkast till artikel har skrivits.
- En tidskriftsartikel har publicerats om hur klaffluckor som placeras på bräddavlopp kan användas för att mäta bräddvattenflöden.

Publikationer

Panasiuk, O., Hedström, A., Ashley, R., Marsalek, J., & Viklander, M. (2019). *The feasibility of using flap gates as constriction flow meters for estimating sanitary sewer overflows (SSO)*. Desalination and Water Treatment, 155, 113–119.

Panasiuk, O., Hedström, A., Langeveld, J., de Haan, C., Liefing, E., Schilperoort, R., & Viklander, M. (2019). *Using Distributed Temperature Sensing (DTS) for Locating and Characterizing Infiltration and Inflow into Foul Sewers before, during and after Snowmelt Period*. Water 11 (8).

2.3.2 Utvärdering av schaktningsstrategier



Youen Pericault, doktorand

Handledare:

Annelie Hedström, bitr. professor

Biträdande handledare:

Maria Viklander, professor

Youens forskning fokuserar på olika strategier som kan användas för att minska schaktningsvolymen vid utbyggnad och förnyelse av VA-ledningsnät. Strategierna som utvärderas är (a) grund samförläggning av VA- och fjärrvärmeledningar, (b) samordnad förnyelse mellan vatten- och avloppsledningar och annan infrastruktur (vägar, fjärrvärme), och (c) schaktfria metoder. Utvärderingarna görs med hänsyn taget till tekniska såväl som ekonomiska, miljömässiga och sociala aspekter. Syftet med forskningsprojektet är att ta fram kunskap och digitala verktyg som stöder ett informerat och hållbarhetsbaserat beslutsfattande, genom att stötta strategier för reducerat behov av schaktning.

Aktiviteter 2019

- Youen presenterade sin licentiatuppsats "Grund samförläggning av VA- och fjärrvärmeledningar ovanför tälldjupet: möjlighet i kalla regioner?" vid ett seminarium i maj och Gilbert Svensson var opponent.



Figur 26. Youens licentiatseminarium.

- Ytterligare en artikel om grund samförläggning skrevs, sändes in och accepterades av tidskriften "Tunnelling and Underground Space Technology".

- Inom ramen för projekten "Resurseffektivt och koordinerat underhåll och förnyelse av VA-ledningar och gator" samt REKO påbörjades datainsamling (information om befintliga och förnyade ledningar) hos ett urval Dag&Nät-kommuner samt Stockholm Vatten och Avfall och VA SYD.
- En metod för att kunna skatta livslängdskurvor för en VA-ledningssträcka baserat på historisk förnyelsestatistik utvecklades och testades på Umeås ledningsnät. Preliminära resultat presenterades på SPN9-konferensen i Danmark den 28 september 2019.
- Youen har tagit fram ett arbetssätt för att med hjälp av GIS definiera ledningssträckor (där en sträcka är genomgående en enda typ av vatten-, spill-, och dagvattenledning) och därmed möjliggöra modellering av strategier för samordnad förnyelse.

Preliminära resultat

83 % av de historiska avloppsledningar som studerades hade omlagts samordnat med dricksvatten- och/eller dagvattenledningar i samma ledningsgrav.

Medianlivslängd för ledningsnät byggda före 1965 (troligtvis då med avloppsledningar av betong och vattenledningar av gjutjärn) uppskattades till 95 år.

Publikationer

Pericault, Y. (2019). *Shallow co-location of water, sewer and district heating pipes : Applicability in cold climate regions*. Licentiatuppsats. Luleå Tekniska Universitet.

Pericault, Y., Bruaset, S., Ugarelli, R., Viklander, M. & Hedström, A. (2019). *Correcting for the impact of past coordination on the estimation of pipe cohorts survival functions*. Extended abstract, SPN9 konferens, Aalborg Denmark, 27-30 augusti 2019

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

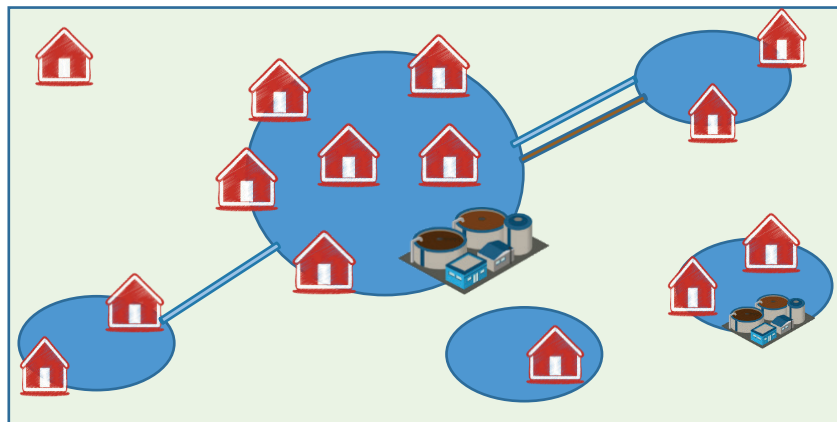
Snabb urbanisering och befolkningstillväxt ökar trycket på befintliga kommunala avloppssystem, som ofta är i slutfasen inför förstärkning och förnyelse. I detta sammanhang är det nyttigt att överväga möjligheten att övergå till ett urbant vattensystem, som är mer resurseffektivt och har potential att integrera hållbara lösningar. Denna forskning syftar till att ge bättre förståelse för de drivkrafter och nyckelfaktorer som driver beslut, när det finns möjlighet att välja mellan centraliserade eller decentraliserade system för avloppsrening.

Olika drivkrafter påverkar detta val: decentraliserade eller semi-centraliserade system som alternativ till (befintliga) centraliserade VA-system. Brendas forskning fokuserar på att förstå och klargöra drivkrafter och huruvida olika hållbarhetsdimensioner (miljömässigt, socialt, ekonomiskt) beaktas under val av lösning. Denna ökade förståelse kommer att vara användbar för att kunna bedöma och genomföra en transformering till mer *hållbara* och *resilienta* avloppssystem, som förmår hantera de kommande urbana och klimatdrivna utmaningarna i vattensektorn.

I Brendas arbete ingår även en studie som undersöker, med ett historiskt (40-årigt) perspektiv, varför införande av decentraliserade och flexibla lösningar har utvecklats så pass långsamt i Sverige. Studien genomförs i samarbete med avdelningen Teknikhistoria vid LTU.

Aktiviteter 2019

- Under hösten 2019 har Brenda sammanställt data från befintliga databaser som VASS och Statistikmyndigheten SCB relaterat till svenska reningsverk (storleksklass, reningsmetoder). Ett urval av kommunala organisationer är gjort inför planerade intervjuer som kommer att påbörjas i början av år 2020.
- Under året har datainsamling för den historiska studien färdigställts och en artikel skrivits som kommer att skickas till in i början av nästa år.



Figur 27. Centraliserade versus decentraliserade avloppsreningsystem.

Publikationer

Vidal. B, Hedström. A, Barraud. S, Kärrman. E, Herrmann. I (2019) *Assessing the sustainability of on-site sanitation systems using multi-criteria analysis*. Environmental Science: Water Research & Technology, Vol. 5, s. 1599-1615.

2.3.4 *Datastyrd resursoptimering för VA-infrastruktur*



Emmanuel Okwori, doktorand
Handledare:
Annelie Hedström, bitr. professor
Biträdande handledare:
Maria Viklander, professor

Emmanuel Okwori, Dag&Nät-doktorand inom tema Ledningsnät, fokuserar i sin forskning på datahantering, förbättring, resursoptimering och underhållsstrategier för VA-ledningsnät.

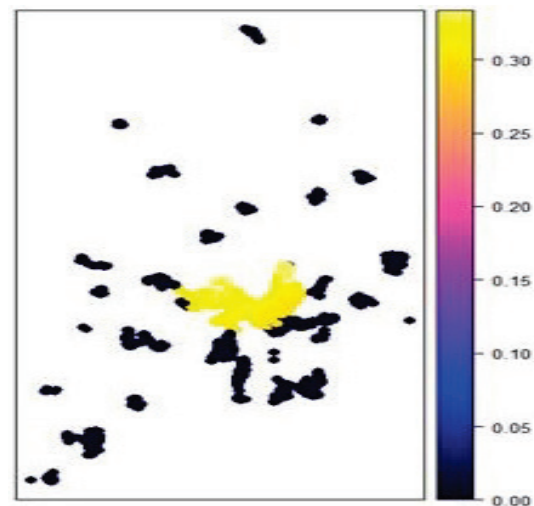
Driftstörningar och åldrande VA-ledningar länkat med en tilltagande urbanisering är alla faktorer som pekar mot ett behov av att utveckla arbetssätt för effektivare hantering av de resurser som VA-systemet omfattar. En annan drivkraft är teknikutvecklingen som bl a omfattar nya metoder för mer hållbar ledningsläggning och förnyelse samt nya strategier för att bedöma ledningars kondition. Dessa nya strategier, som t ex kan baseras på maskininlärning och artificiell intelligens, behöver optimeras för att VA-verksamheterna ska kunna leverera önskad servicenivå till lägsta kostnad. Resurshantering och -optimering inkluderar datainsamling och lagringssystem för att registrera relevant data, i enlighet med de prioriteringar VA-organisationen har i sina administrativa system. Vidare finns behov av att utveckla metoder för att underlätta användningen av existerande data för att förbättra arbetet med optimerad resurshantering.

Aktiviteter 2019

- Utveckling av koncept och inriktning på doktorandstudier
- En holistisk första studie genomfördes för att ge insikt i avloppsnätets prestanda genom att bedöma avloppsledningsnätets benägenhet att få avloppsstopp och dra vissa slutsatser på

strategisk nivå gällande förklaringsfaktorer för blockeringsfrekvens, med hjälp av data tillgängliga i Svenskt Vattens statistikdatabas VASS. Resultaten från studien presenterades vid LESAM/PI konferensen i Vancouver.

- Under hösten påbörjades en studie som fokuserar på att statistiskt utvärdera det rumsliga förhållandet mellan avloppsstopp och vilka faktorer som gör att avloppsstopp uppstår.
- Deltagande i övriga konferenser och workshops: EUROSAM 2019, Delft Nederländerna, SPN9 Aalborg Danmark.



Figur 28. I ett geografiskt område har en statistisk analys gjorts för att identifiera vilka faktorer som bidrar till avloppsstopp i ledningsnätet. Gul färg indikerar i vilka områden som ledningsmaterialet betong bidrar till avloppsstoppen.

Preliminära resultat

Resultaten indikerar att medelstora kommuner tvingas hantera minst 30 % fler blockeringar per km ledningssträcka per år jämfört med resterande kommuner. En hypotes till förklarande faktor kan vara minskade flöden i systemens självfallsledningar som resulterar i flödeshastigheter under självrensningensnivå. Detta ökar ris-

ken för sedimentansamling i vissa sektioner som med tiden är något som leder till blockering. Detta riskerar att förvärras än mer av deponering av engångsartiklar ej avsedda att tillföras avloppsnätet (våtservetter, blöjor, kraftigt papper etc.), ansamling av fett i avloppsnäten och ökade frekvens av vattenbesparande åtgärder.

Publikationer:

Okwori, E, Viklander, M. & Hedström, A. (2019). *Performance assessment of Swedish sewer pipe networks using pipe blockage and other associated performance indicators*. LESAM/PI Conference, Vancouver, september 2019.

2.3.5 Övriga aktiviteter – VA-system med fokus på resursåtervinning

Inom ramen för projektet ON-SITE som finansieras av Europeiska regionala utvecklingsfonden Interreg Nord och Region Norrbotten genomfördes under 2019 en hållbarhetsstudie om gödselproduktion från urin. För ett exempelområde beräknades utsläppet av koldioxidequivaler från ett VA-system där urinsortering och gödseltillverkning tilläggs det konventionella systemet. Urinen antogs samlas upp i tankar och transporteras med bil istället för ledningar. När produktion av handelsgödsel jämfördes med gödsel tillverkad av urin från ett källsorterande avloppssystem visades att den globala uppvärmningspotentialen minskades med två tredjedelar.

Aktiviteter 2019

- Studien genomfördes mellan januari och juli 2019 då datainsamling och utvärdering pågick.
- Resultaten sammanställdes i en rapport som publicerades på VA-tekniks hemsida.

Publikationer:

Turlan, L. (2019). *Nutrient recovery from urine to agriculture in Northern Sweden*. Report LTU/INSA
www.ltu.se/cms_fs/1.191462!/file/Rapport.pdf

2.4 Projekt- och programportfölj

Tabell 1: Pågående och kommande projekt och program 2019 (före 2019 avslutade projekt visas ej i tabellen).

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	totalt: beviljade medel (tkr) för Dag&Nät
SVU, medlemsorganisationer		Dag&Nät 3					period 3: 5700 (SVU) 4200 (7 medlemmar)
Formas		Hållbar snöhantering i urbana miljöer					7208 (Formas) 800 (projektparter)
		Förbättrad modellering av grön infrastruktur i gröna					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 föroreningsspridning med urbant vatten					9676 (Formas) 300 (projektparter)
		Dagvattenrening med avancerad modulteknik					2997
		Vattenforsarskolan					590
			Resurseffektivt och koordinerat underhåll och förnyelse av VA-ledningar och gator				3000
			Från grått till blå-grönt				2560
Formas, SVU		Yteffektiv dagvattenrening - Var? När? Hur?					9998 (Formas) 1989 (SVU)
		Dagvattenbiofilter: från standardlösningar till utvecklade tekniklösningar					9578 (Formas) 2000 (SVU)
Vinnova			GrönNano3				1080
			Testbädd för utvärdering av dagvattenanläggningar				440
		DRIZZLE					36000 (Vinnova) 2300 (projektparter)
Infra Swad en 2030			REKO Resurseff. koordin. underhåll & förnyelse av gator och VA-ledningar				1000
Naturvärdeket			urban plastics				3750
Stiftelse J. Gust. Richert			Elektrokoagulation DV				330
				Påverkan av växter			282
SVU		Modellering dagvattenåtgärder					48
			Utföring dv-anläggning				125
EU Interreg Nord, Reg. Norrbotten		ON-SITE					162 (Interreg Nord) 56 (Region Norrbotten)
EU Interreg Baltic Sea			FanPLEStic-sea				1789
Energi-myn-dig-heten			Miljöinvestering och återbetalning av gröna tak				403

LTU / VA-teknik - projektägare

LTU / VA-teknik - projektpartner

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

I figur 29 presenteras aktuella projekt inom de tre olika temaområdena för Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete.



Figur 29. 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 2019

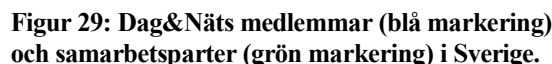
Uppbyggnaden av kompetenscentrumets verksamhet har fortsatt under 2019. Huvudfokus har legat på forskningsorganisationen, och under året har ytterligare

flera doktorander, postdoktorer och gästprofessorer anställts. Därtill kom samtliga industri- och kommundoktorander på plats under året, dvs. de doktorander som finansieras av Luleå kommun, NCC, Stockholm Stad och Tyréns. DRIZZLE har även arrangerat ett flertal utåtriktade aktiviteter – däribland ett välbesökt seminarium under Almedalsveckan 2019. För mer information om DRIZZLE se DRIZZLE:s verksamhetsberättelse under Publikationer på www.ltu.se/DRIZZLE

Dag&Nät har ett brett samarbete med olika VA-organisationer och företag inom branschen genom projektsamarbeten och doktorandprojekt, både nationellt (se figur 29) och internationellt (se figur 30).

Bodens kommun, Gällivare kommun, Göteborgs stad/ Kretslopp och vatten, Kiruna kommun, Kungsbacka kommun, Luleå kommun, Malmö stad, MittSverige Vatten & Avfall AB, NSVA AB, Skellefteå kommun, Stockholms stad, Stockholm Vatten och Avfall, Sundsvalls kommun, Tekniska verken i Kiruna AB, Täby kommun, Umeå kommun, VA SYD AB, Vakin AB, Växjö kommun, Örebro kommun, Örn-sköldsvik kommun, Östersunds kommun.

Aarsleff Rörteknik AB,
Aquaductus AB, DHI
AB, Elgocell AB, Ga-
lären AB, Gällivare
Energi AB,
Gryaab, IVL
AB, Järven Ecotech
AB, Kemira Oyj,
LKAB, NCC AB,
Partners4UrbanWater,
Purac AB, Rent Dagvatten
AB, RISE, Statens fastig-
hetsverk, Stockholms Ham-
nar AB, StormTac, Sweco
AB, Sweco Architects AB,
Sweden Water Research AB,
Tyréns AB, Vattenmyndighet-
erna, Veg Tech AB, ÅF (AFRY
fr.o.m. nov 2019).



2.6 Samverkan i ämnesgrupper

För att främja kunskapsutbyte och –spridning inom branschen och mellan olika aktörer har ämnesspecifika arbetsgrupper initierats av högskoleklustren. I dessa ämnesgrupper deltar viktiga forsknings- och branschaktörer som är intresserade av samma forskningsfråga för att tillsammans och organisationsöverskridande kunna lösa aktuella utmaningar, genom att fokusera de olika kunskaper och kompetenser.

Dag&Nät är engagerat i två av ämnesgrupperna:

(1) Uppströmsarbete för hållbara kretslopp

Syftet med denna ämnesgrupp är att sammanställa kunskap om tillförsel av oönskade och miljöfarliga ämnen till avloppsvatten och ta fram lösningar för att minska spridningen av dessa ämnen.

(2) Tillskottsvatten, bräddning, smittspridning

Denna ämnesgrupp samarbetar inom området tillskottsvatten till avloppssystem och omfattar såväl tillskottsvattnets påverkan på avloppsvattenrening, miljö och kostnader som metodik för att värdera, kvantifiera, spåra och reducera tillskottsvattenmängderna.

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

I februari anordnades den årliga studentorienterade branschdagen vid LTU som är obligatorisk för studenter som läser kursen VA-system på civilingenjörsprogrammen Naturresurstechnik, Väg- och vattenbyggnad samt det tvååriga programmet Samhällsbyggnad. Även studenter som läser ingenjörsprogrammet Drift- och underhållsteknik bjuds in. Dessutom är branschdagen öppen för yrkesverksamma och alla intresserade i VA-branschen. Det totala deltagarantalet var 128. Arrangemanget genomfördes i samarbete med branschorganisationen Svenskt Vatten.

Årets tema var Avloppshantering. Seminariet bjöd på många intressanta föredrag bland annat om hur man gjorde i Umeå när reningsverket i Täfteå brann upp, nya rötkammaren på Uddebo reningsverket i Luleå, hållbara drift- och underhållssystem för avloppsanläggningar, samt varför EU kräver tydliggörande motiv från Svenska staten gällande regelavvikelse för mindre avloppsreningsverk i norr. Utanför föreläsningssalen fanns en liten utställning av företag och kommuner som nyttjade möjligheten att prata och mingla med alla deltagare.

3.2 Grundutbildning inom VA-området vid LTU

Grundutbildning på grundläggande och avancerad nivå för VA- teknik omsatte ca

2,4 miljoner kr under 2019. 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	45	Väg och Vatten
Hydraulik och geologi	35	Väg och Vatten
VA-system	57	Väg och Vatten, Naturresurstechnik
Hållbart byggande	78	Väg och Vatten, Naturresurstechnik
Naturliga vatten- transportprocesser	23	Naturresurstechnik
Naturresurstechnik	13	Naturresurstechnik
Avloppsvattenbe- handling	17	Naturresurstechnik
Dagvatten	23	Naturresurstek- nik, Arkitektur
Tillämpad hydraulik	27	Brandingenjör
Dagvatten	30	Fristående kurs, Norrtälje

Under 2019 har fyra examensarbeten med fokus på VA-teknik publicerats vid LTU (se pkt 4.10.6 för fullständig referens)..

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 Vattenforsarskolan tillkommer kontinuerligt. December 2019 var 61 doktorander inskrivna som tog del

av forskarskolans kursutbud, seminarier, mentorsprogram och sociala aktiviteter.

Under 2019 har fyra doktorandkurser givits (tabell 3).

Tabell 3: Doktorandkurser 2019 inom Vattenforskerskolan

<i>Kurs</i>	<i>Antal delta-gare från LTU</i>	<i>Ansvarig</i>	<i>Totalt antal delta-gare på LTU kurserna</i>
Wastewater	1	VA-teknik Södra + VA-kluster Mälardalen	
Measurements, uncertainties and statistics	9	Dag&Nät + VA-kluster Mälardalen	28
Popular science writing	1	VA-teknik Södra	
Modeling and uncertainty analysis	0	VA-kluster Mälardalen	

Det årliga seminariet 2019 hölls i Lund.

Annelie Hedström, Dag&Nät är ansvarig för mentorsprogrammet. Under 2019 gick sju av vattenforskerskolans doktorander in i mentorsprogrammet, varav en tillhörande Dag&Nät.

3.4 Uppdrag i betygskommittéer

Seniora forskare Maria Viklander, Annelie Hedström, Godecke Blecken, Lian Lundy och Inga Herrmann, Dag&Nät/LTU har under året bidragit med sin kompetens i betygsnämnd för olika disputationer nationellt och internationellt:

Popi Karaolia, “*Evaluation of the efficiency of the combination of a membrane bioreactor with selected advanced oxidation processes for the removal of antibiotic-related micro-contaminants*”. University of Cyprus, Cypern, februari 2019

Janine Robinson, “*Mesocosm studies to resolve the fate of polycyclic aromatic hydrocarbons in grass swales as components of Sustainable Drainage System (SuDS) treatment trains*”. Portsmouth University, UK, mars 2019

Sara Maria Lerer, “*Tools and Methods to inform Planning and Design of Nature Based Stormwater Control Measures*”. Technical University of Denmark, juni 2019.

Melesse Eshetu Moges, “*Source-separation and On-site Wastewater Treatment: A Combined Treatment and Resource Recovery Facility towards a Circular Economy*”. Norwegian University of Life Sciences, augusti 2019

Grace Kizito Bakyayita, “*Batch sorption studies of aqueous cadmium and lead from contaminated water onto selected biosorbents*”. KTH, oktober 2019

Pengfei Shen, “*Framework for real time control and operational optimization of stormwater biofilters*”. Monash University, Australien, 2019

Kay Tze Ng, “*Biofilters in urban agriculture: Exploring the potential to combine food production and stormwater treatment in developing countries*”. Monash University, Australien, 2019

Fan Lui, “*Occurrence and fate of emerging micropollutants in stormwater retention*”.

tion ponds – pharmaceuticals and microplastics". Aalborg University, Danmark, december 2019

3.5 Utbildning och föredrag för yrkesverksamma & allmänhet

Under 2019 har LTU/Dag&Nät givit en fristående kurs om Dagvatten i Norrtälje. De flesta av deltagarna var yrkesverksamma inom dagvattenområdet. Vattenforskar skolans kurser är också öppna att läsas för yrkesverksamma. Under 2019 gav LTU/Dag&Nät en sådan kurs, Measurements, uncertainties and statistics, som lästes av ett par yrkesverksamma.

Under året har både seniora forskare och doktorander givit presentationer på nationella konferenser och andra evenemang som i första hand vänder sig till yrkesverksamma i vattensektorn, exempelvis vid NAM2019, VAK 2019, seminarium för stadsträdgårdsmästare i norra Sverige, Dagvattenseminarium på Stockholm Vatten och Avfall (mars 2019), Gryaabs seminarium om utbyggnadsstrategi 2030-2070 för framtida avloppshantering, Vattenstämman 2019, Cities, Rain and Risk i Malmö, GrönNano-seminarium, Arlanda, DRIZZLE:s partstämman, Miljöövervakningsdagarna i Karlstad, NORDIWA i Helsingfors, Dagvattennätverkets träff för kommuner i Norr- och Västerbotten, Norrlands VA-chefsträff, Piteå, Varim-seminariet "Hur löser vi VA i framtiden", PING 2019 i Luleå (seminarium för processingenjörer inom VA) samt Vatten-centrum i Norrtäljes seminarium på Världstoalettedagen.

Heléne Österlund har även givit två populärvetenskapliga presentationer om

mikroplaster i dagvatten, en på Länskonsthallen Havremagasinet i Boden och en annan i samband med Clarions evenemang Green drinks i Luleå.

3.6 Kunskapsutbyte

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, ge input till pågående forskningsprojekt samt att ta del av senaste nytt och resultat från aktuella projekt inom temat.

För att ta hänsyn till de olika organisationsstrukturer och kompetensområden hos personalen i medlemskommunerna samt till överlappen av kunskaper över temagränserna och för att ge möjlighet till så många representanter från medlemsorganisationerna som möjligt att delta i temamöten anordnas dessa i form av övergripande temamöten där de olika temana flätas ihop.

Under 2019 hölls ett första sådant övergripande temamöte i samband med branschdagen vid LTU i februari och ytterligare referensgruppsmöten i samband med Dag&Näts årliga strategidagar i september.

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 2019.

4.1 Hemsida

Dag&Nät tillhandahåller en hemsida med omfattande information om sin verksamhet. Hemsidan uppdateras kontinuerligt med senaste nytt inom främst projektaktiviteter, publikationer, organisation, och personal. Som tidigare år var hemsidan välbesökt under 2019 varvid drygt hälften av besökare var nya användare. De flesta sidvisningar utfördes i Sverige men 15 % av besöken genomfördes även internationellt, bl.a. Tyskland, Danmark, USA, Kanada, Nederländerna, Norge, Turkiet, Australien och Belgien.

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 mer än 300 prenumeranter. Dessutom finns alla nyhetsbrev tillgängliga via hemsidan där man också kan anmäla sig till det elektroniska utskicket.

4.3 Sociala medier

I strävan att snabbt och enkelt kommunicera aktuell information om projekt och aktiviteter inom Dag&Nät till yrkesverksamma och VA-intresserade användare inom branschen använder sig Dag&Nät i första hand av Twitter @_DagNat där det läggs ut ungefär tio tweets per månad. Antalet följare stiger kontinuerligt, så

också under 2019. Även LinkedIn nyttjas för detta ändamål.

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 2019 har det publicerats två artiklar 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 och har delat medordförandeskap i NORMAN (Network of research centres for monitoring of emerging environmental substances) arbetsgruppen för riskbedömning och stödprogram. Både fysiska möten och nätbaserad dialog har ägt rum inom arbetsgrupperna under året.

4.6 Arrangerande av konferenser, seminarium, workshops

GrönNano seminarium

Den 8 maj anordnades ett seminarium inom projektet GrönNano i Stockholm där alla projektdeltagare samlades för att få möjlighet att ta del av vad som pågår inom de olika delarna av projektet, samt kunna bidra med sin kunskap.

Seminarium "Dagvatten – en resurs!"

Under årets Almedalsveckan ordnades det välbesökta seminariet "Dagvatten som en resurs" som samarrangerades av LTU, NCC och Tyréns. Under ledning av moderator Ulf Kamne diskuterade forskare från DRIZZLE tillsammans med projektörer för stadsutveckling och entreprenörer hur dagvatten kan användas på bästa sätt för att bygga morgondagens samhälle.

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:

6-7 februari representerade Ahmed Al-Rubaei, Katharina Lange, Alexandra Müller, Fredrik Nyström, Heléne Österlund (samtliga LTU), Helena Norlander (VA SYD) och Anna Maria Kullberg (MSVA) Dag&Nät på nationella konferensen Avlopp och Miljö, #NAM19. Heléne Österlund satt även med i programkommittén.

12 mars deltog Maria Viklander, Lena Goldkuhl och Günther Leonhardt, Dag&Nät, i DRIZZLE workshopen "Hur förbättra vattenkvaliteten i Riddarfjärden?" och diskuterade olika innovativa dagvattenlösningar.

13-14 mars höll Godecke Blecken en presentation om växtbäddars funktion och vikten av rätt utformning, installation och underhåll på Vatten Avlopp och Kretslopp konferensen 2019 i Halmstad. Ytterligare deltagare från Dag&Nät var Annelie Hedström och Inga Herrmann.

19-20 mars deltog Godecke Blecken, LTU/Sweco som diskussionsledare under ett seminarium om dagvattenhantering och växtmiljöer i ett nordligt klimat som arrangerades i Luleå av Föreningen Sveriges Stadsträdsgårdsmästare.

26-27 mars deltog Maria Viklander och Annelie Hedström i Rörnät och Klimat konferensen i Göteborg. Dag&Nät representerades även med egen monter.

2-5 april deltog Kerstin Nordqvist, Dag&Nät i en kurs om provtagning och preparering av mikroplastprover inom ramen av projektet FanPLESStic-Sea på Aalborg universitet, Danmark.

13-15 maj deltog Maria Viklander, LTU, Tomas Larsson, MSVA, och Malin Engström, Växjö kommun, i ett seminarium på Vattenstämman 2019 i Örebro om samarbetet mellan forskning och praktik och redogjorde för olika samverkansprojekt inom Dag&Nät. Dessutom representerades Dag&Nät med en monter i utställningen.

20-25 maj medverkade Sarah Lindfors i årets upplaga av Europeiska workshopen för unga forskare (EJSW European Junior Scientists Workshop) inom VA-teknik på temat "Övervakning av avlopps- och dagvattensystem" där hon presenterade sin aktuella forskning.

12-13 juni representerade Lena Goldkuhl Dag&Nät in den europeiska vattenplattformens årliga konferens Water Innovation Europe.

13-14 juni medverkade Dag&Nät/LTU i den internationella konferensen Cities, Rain and Risk som arrangerades som slutkonferens för projektet INXCES. Utöver Sarah Lindfors som höll en presentation bestod Dag&Nät delegationen av Lian Lundy, Haoyu Wei, Robert Furén och två civilingenjörsstudenter från LTU.

17-21 juni höll Godecke Blecken en presentation om blå-grön infrastruktur i stadsmiljön på internationella WETPOL konferensen i Aarhus, Danmark.

18-19 juni representerade Annelie Hedström, Emmanuel Okwori, Youen Pericault och Maria Viklander Dag&Nät på EURO-SAM workshopen i Delft, Nederländerna. Youen Pericault höll en presentation om samordnad förnyelse av VA-ledningar och gator.

2 juli deltog Lena Goldkuhl och Pär Öhrn Sagrelius, DRIZZLE/LTU, i seminariet "Dagvatten som en resurs" som samarrangerades av LTU, NCC och Tyréns under årets Almedalsveckan.

2-4 juli representerades resultat från Dag&Näts forskning med sju presentationer på den internationella dagvattenkonferensen Novatech i Lyon, Frankrike.

27-30 september deltog Dag&Nät med sex delegater på SPN9 konferensen i Aalborg, Danmark. Youen Pericault presenterade en studie om förbättrad kunskap om ledningars livslängd medan Ivan Milovanovic bidrog med resultat från sin studie om sedimentationsraster i dagvattenanläggningar.

23-25 september representerades Dag&Nät av Ivan Milovanovic, Brenda Vidal, Annelie Hedström och Inga Herrmann på årets Nordiwa konferens i Helsingfors. Ivan presenterade preliminära resultat från utvärderingen av ett zeolitfilter för rening av regnvattnet från Nationalmuseets koppartak i Stockholm.

23-28 september deltog Emmanuel Okwori, Dag&Nät, på asset management konferensen LESAM/PI 2019 i Vancouver, Kanada. Han presenterade en studie om hur väl det svenska avloppsledningsnätet fungerar utifrån indikatorer såsom avloppsstopp.

3 oktober var Heléne Österlund, Dag&Nät, inbjuden till länskonsthallen i Norrbotten, Havremagasinet i Boden, för att prata på temat "Mikroplast från stad till hav".

24 oktober representerades Dag&Nät av projektet "REKO - Resurseffektivt koordinerat underhåll och förnyelse av gator och VA-ledningar" på årets InfraSweden2030 projektkonferens i Stockholm. Annelie Hedström berättade om projektets syfte och lärdomar så här långt.

24 oktober deltog Ico Broekhuizen från Dag&Nät på seminariet "How a new water paradigm is changing our cities" som anordnades av Lunds universitet.

11-12 november medverkade Maria Viklander, Dag&Nät i Norrlands VA-chefsträff Norra för att diskutera aktuella utmaningar inom branschen.

19 november representeras Dag&Nät av Brenda Vidal vid ett seminarium på Världstoalettedagen som arrangerades av Utvecklingscentrumet för Vatten, Norrtälje.

3-5 december deltog Katharina Lange och Brenda Vidal, Dag&Nät/LTU i en workshop och kurs om mikroplaster “Development and challenges related to sampling, analysis, removal and environmental impact assessment of microplastics” som organiserats av Uleåborgs universitet i Finland.

4.8 Utmärkelser, priser och ärofyllda uppdrag

Årets dagvattenhjälte 2019

Vid årets Vatten Avlopp Kretslopp konferens delades för första gången i konferensens historia ut ett pris av VA-guiden. Pristagaren blev Godecke Blecken, biträdande professor, Dag&Nät vid LTU, som hyllades för att han under många år har forskat för att belysa dagvattenfrågan, med särskilt fokus på långtidsfunktion och drift och underhåll av de olika dagvattenanläggningarna. I motiveringen nämndes också hans insats för att sprida kunskapen genom att bl.a. publicera ett flertal studier och rapporter om funktionen hos biofilter, våtmarker, dammar och infiltrationsstråk.

Medlem i internationella IAHR/IWA JCUD arbetsgrupp

IAHR (International Association for Hydro-Environment and Research)/IWA (International Water Association) Gemensamma kommittén för dagvattenhantering (JCUD Joint Committee on Urban Drainage) är en världsomspännande sammanslutning av yrkesverksamma (> 1 200 medlemmar över hela världen) som arbetar för att utveckla hållbar urban dagvattenhantering. Dag&Nät har goda kontakter med kommittén genom två av sina adjungerade professorer som är medlemmar i kommittén. Dessutom är Maria Viklander sekreterare i kommitténs arbetsgrupp

för dagvattenhantering i kallt klimat (JCUD).

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

Broekhuizen, I., Muthanna, T. M., Leonhardt, G., & Viklander, M. (2019). *Urban drainage models for green areas: Structural differences and their effects on simulated runoff*. Journal of Hydrology X, Vol 5. <https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2019.100044>

Gavric, S, Larm, T, Österlund, H, Marsalek, J, Wahlsten, A, Viklander, M (2019). *Measurement and conceptual modelling of retention of metals (Cu, Pb, Zn) in soils of three grass swales*. Journal of Hydrology, Vol. 574, s. 1053-1061

Gavric, S, Leonhardt, G, Marsalek, J, Viklander, M (2019). *Processes improving urban stormwater quality in grass swales and filter strips. A review of research findings*. Science of the Total Environment, Vol. 669, s. 431-447.

Müller, A., Österlund, H., Nordqvist, K., Marsalek, J., Viklander, M. (2019).

Building surface materials as sources of micropollutants in building runoff: A pilot study. Science of the Total Environment, 680, 190-197.

Nyström, F., Nordqvist, K., Herrmann, I., Hedström, A., Viklander, M. (2019). *Treatment of road runoff by coagulation/flocculation and sedimentation.* Water Science and Technology, Vol.79 (3), s 518–525.

Panasiuk, O., Hedström, A., Ashley, R., Marsalek, J., & Viklander, M. (2019). *The feasibility of using flap gates as constriction flow meters for estimating sanitary sewer overflows (SSO).* Desalination and Water Treatment, 155, 113–119.

Panasiuk, O., Hedström, A., Langeveld, J., de Haan, C., Liefting, E., Schilperoort, R., & Viklander, M. (2019). *Using Distributed Temperature Sensing (DTS) for Locating and Characterizing Infiltration and Inflow into Foul Sewers before, during and after Snowmelt Period.* Water 11 (8).

Søberg, L., Viklander, M., Blecken, G.-T., Hedström, A. (2019). *Reduction of Escherichia coli, Enterococcus faecalis and Pseudomonas aeruginosa in stormwater bioretention: Effect of drying, temperature and submerged zone.* Journal of Hydrology X. <https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2019.100025>

Søberg, L., Winston, R., Viklander, M., & Blecken, G.-T. (2019). *Dissolved metal adsorption capacities and fractionation in filter materials for use in stormwater bioretention facilities.* Water Research X, Vol 4. <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2019.100032>

Vijayan, A., Österlund, H., Marsalek, J., Viklander, M. (2019). *Laboratory Melting of Late-Winter Urban Snow Samples: The Magnitude and Dynamics of Releases of Heavy Metals and PAHs.* Water Air Soil Pollution 230, 182 (2019).

Wu, J., Hartmann, T. E., & Chen, W.-S. (2019). *Toward sustainable management of phosphorus flows in a changing rural–urban environment: recent advances, challenges, and opportunities.* Current Opinion in Environmental Sustainability, Vol. 40, s 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.09.012>

4.10.2 **Konferensbidrag**

Broekhuizen, I., Rujner, H., Roldin, M., Leonhardt, G., & Viklander, M. (2019). *Towards using soil water content observations for calibration of distributed urban drainage models.* Proceedings of Novatech 2019: 10th International Conference on Planning and Technologies for Sustainable Urban Water Management, Lyon, France, 1-5 July 2019..

Broekhuizen, I., Leonhardt, G., Marsalek, J., & Viklander, M. (2019b). *Selection of Calibration Events for Modelling Green Urban Drainage.* In New Trends in Urban Drainage Modelling : UDM 2018 (s. 608–613). https://doi.org/10.1007/978-3-319-99867-1_105

Gavric, S., Larm, T., Österlund, H., Marsalek, J., Wahlsten, A., Viklander, M. (2019). *Measurement and Planning–Level Modelling of Retention of Trace Metals (Cu, Pb, Zn) in Soils of Three Urban Drainage Grass Swales.* Konferensbidrag ingår i: New Trends in Urban Drainage Modelling, UDM 2018, s. 85-90, Springer.

Lindfors, S., Österlund, H., Lundy, L. & Viklander, M. (2019). *Evaluation of*

Truly Dissolved and Bioavailable Metal Concentrations in Snowmelt and Rainfall Runoff. Proceedings of Novatech 2019: 10th International Conference on Planning and Technologies for Sustainable Urban Water Management, Lyon, France, 1-5 juli 2019

Lindfors, S., Österlund, H., Meyn, T., Muthanna, T. M., Lundy, L., & Viklander, M. (2019). *Characterisation of Dissolved Metal Fractions in Urban Runoff*. Presented at the International conference: Cities, Rain & Risk, Malmö, 13-14 juni 2019

Lönnqvist, J., Hjelm, J., Blecken, G.-T., Viklander, M. (2019). *Impacts of monoculture and mixed vegetation on green roof hydrological function*. Proceedings of NOVATECH 2019: 10th International Conference on Planning and Strategies for Sustainable Urban Water Management, Lyon, France, 1-5 juli 2019

Milovanovic, I., Herrmann, I., Hedström, A., Viklander, M. (2019). *Performance of clinoptilolite filter for copper roof runoff*. Nordic Wastewater Conference 2019 – Nordiwa, Helsinki, Finland, 23-25 september 2019

Milovanovic, I., Bareš, V., Hedström, A., Herrmann, I., Pisceck, T., Marsalek, J., & Viklander, M. (2019). *Enhancing storm-water sediment settling at detention pond inlets by a Bottom Grid Structure*. Presented at the Sewer Processes and Networks conference SPN9, 27-30 september 2019, Aalborg, Danmark.

Okwori, E., Viklander, M. & Hedström, A. (2019). *Performance assessment of Swedish sewer pipe networks using pipe block-*

age and other associated performance indicators. LESAM/PI Conference, Vancouver, september 2019.

Pericault, Y., Bruaset, S., Ugarelli, R., Viklander, M. & Hedström, A. (2019). *Correcting for the impact of past coordination on the estimation of pipe cohorts survival functions*. Extended abstract, SPN9 konferens, Aalborg Danmark, 27-30 augusti 2019

Vijayan, A., Österlund, H., Magnusson, K., Marsalek, J., Viklander, M. (2019). *Microplastics pathways in the urban environment: Urban roadside snowbanks*. Proceedings of NOVATECH 2019: 10th International Conference on Planning and Strategies for Sustainable Urban Water Management, Lyon, France, 1-5 juli 2019

Österlund, H., Renberg, L., Nordqvist, K., & Viklander, M. (2019). *Micro litter in the urban environment: sampling and analysis of undisturbed snow*. Proceedings of NOVATECH 2019: 10th International Conference on Planning and Strategies for Sustainable Urban Water Management, Lyon, France, 1-5 juli 2019

4.10.3 *Rapporter*

Viklander, M., Österlund, H., Müller, A., Marsalek, J., & Borris, M. (2019). *Kunskapssammanställning: Dagvattenkvalitet*. Svenskt Vatten Utveckling, Rapport Nr 2019-2.

Larm, T., Blecken, G.-T. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. Svenskt Vatten Utveckling, Rapport Nr 2019-20

Dag&Nät Verksamhetsberättelse 2018, (2019). Stockholm: Svenskt Vattens C-rapportserie

4.10.4 *Doktorsavhandlingar*

Søberg, L. (2019). *Bioretention for stormwater quality treatment: Effects of design features and ambient conditions*. Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet.

4.10.5 *Licentiatuppsatser*

Broekhuizen, I. (2019). *Uncertainties in rainfall-runoff modelling of green urban drainage systems: Measurements, data selection and model structure*. Licentiatuppsats. Luleå tekniska universitet, Luleå.

Müller, A. (2019). *Urban Surfaces as Sources of Stormwater Pollution: An Evaluation of Substances Released from Building Envelopes*. Licentiatuppsats, Luleå tekniska universitet, Luleå.

Nyström, F. (2019). *Coagulation process characteristics and pollutant removal from urban runoff*. Licentiatuppsats. Luleå tekniska universitet. Luleå.

Pericault, Y. (2019). *Shallow co-location of water, sewer and district heating pipes: Applicability in cold climate regions*. Licentiatuppsats. Luleå Tekniska Universitet, Luleå.

4.10.6 *Examensarbeten*

Renberg, L. (2019). *Mikroskräp i urban miljö: Analys av antropogena partiklar ackumulerade i snö*. Civilingenjörsexamen, Naturresursteknik, 2019

Hjelm, J. (2019). *Green Roof Performance in Cold Climates: A study on how different plants suited for the subarctic climate in northern Sweden affects the performances of green roofs*. Civilingenjörsexamen, Naturresursteknik, 2019

Hedlund Nilsson, E. (2019). *Biologisk avskiljning av järn och mangan i grundvattenverk: En studie i Klöverträsk med avseende på beredningsuppehåll och årstidsvariationer i råvattenkvalitet*. Civilingenjörsexamen, Naturresursteknik, 2019

Eränen, R. (2019). *Vattenförsörjning i skärgården: Regnvatteninsamling och infiltration till grundvattenmagasin*. Civilingenjörsexamen, Naturresursteknik, 2019

4.10.7 *Artikelserie "Ny forskning och teknik"*

Marsalek, J., Panasiuk, O., & Hedström, A. (2019). *Klaffluckor för övervakning av bräddningar*. Ny Forskning och Teknik 6, Luleå tekniska universitet.

Panasiuk, O., & Hedström, A. (2019). *Ett sätt att upptäcka vatten i fel ledning: DTS – Distributed temperature sensing*. Ny Forskning och Teknik 7, Luleå tekniska universitet.

4.11 I media

Dag&Nät har under 2019 vid ett flertal tillfällen medverkat eller blivit omnämnd i populärvetenskapliga artiklar och radio-program.

Nytt projekt om mikrop plaster i dagvatten. I: Radio P4 Norrbotten, 8 januari 2019

Nytt projekt sätter fokus på Östersjöns mikrop plaster. I: Svensk Verkstad, 21 januari 2019; samt i: Båtliv, 22 januari 2019.

Årets dagvattenhjärte 2019 korades under Vatten Avlopp Kretslopp. I: va-guiden, 19 mars 2019

Resurseffektivt underhåll undersöks. I:
Cirkulation Nr 2, mars 2019

*Årets Avloppshjälte och Årets Dagvatten-
hjälte hyllade.* I: slussen.biz building ser-
vices, 1 april 2019

*Annelie Hedström: "Vi har låtit så
mycket förfalla".* I: SSTT, 3 april 2019

Ny rapport om dagvattenföroreningar. I:
UochD, 30 april 2019

Dagvatten är en resurs. I: Almedalen.se,
1 juli 2019, samt I: SSTT, 5 juli 2019

Forskar för ett renare Luleå. I: vårt Lu-
leå, 16 september 2019

Forskare håller koll på plasten i snön. I:
Norrbottens Kuriren, samt NSD, 4 de-
cember 2019