

Verksamhetsberättelse 2016



Innehåll

1	Om Dag&Nät.....	1
1.1	Dag&Näts verksamhetsidé.....	1
1.2	Dag&Näts vision.....	1
1.3	Dag&Näts strategi.....	1
1.4	Dag&Näts partners.....	1
1.5	Dag&Näts organisation.....	1
1.5.1	Styrgruppens sammansättning och sammanträden	2
1.5.2	LTU:s ledningsgrupps sammansättning.....	2
1.5.3	Temareferensgrupper	2
1.5.4	Dag&Näts personal	3
1.6	Dag&Näts ekonomi	4
2	Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete	5
2.1	Tema Dagvattenkvalitet: från regn till recipient	7
2.1.1	Biofilter för dagvattenbehandling	8
2.1.2	Hydroimpact – Dagvattenkvalitet i ett förändrat klimat	9
2.1.3	Dagvattnets innehåll och variationer	10
2.1.4	Identifiering och utvärdering av dagvattenföroreningskällor	11
2.1.5	Avancerad dagvattenrening	13
2.1.6	Dagvattenkvalitetsprocesser vid avrinning från impermeabla och permeabla ytor i urbana områden.....	14
2.1.7	Hållbar snöhantering i urbanamiljöer	15
2.1.8	Membranfiltrering för dagvattenbehandling.....	16
2.1.9	Övriga aktiviteter – GrönNano	17
2.2	Tema Dagvattensystem	18
2.2.1	Vattenavledning för en säker bebyggd miljö	19
2.2.2	Dagvattensystem – funktion	20
2.2.3	Organisation och planeringsprocesser inom kommunal dagvattenhantering.....	22
2.2.4	Urban grön infrastrukturens prestanda och hydrologi	23
2.2.5	Förbättrad modellering av grön infrastruktur	25
2.2.6	Gröna tak och deras funktion i kalla klimat.....	26
2.2.7	Dagvattendammars ekosystemtjänster: koldioxidavskiljning.....	27
2.2.8	SVU-projekt om hushållsdagvatten	28
2.3	Tema Ledningsnät.....	29
2.3.1	Ovidkommande vatten i ledningsnät	30
2.3.2	Hållbara ledningssystem i kallt klimat.....	31
2.3.3	Utmaningar för ledningsnät i kallt klimat.....	32
2.4	Projektportfölj	33
2.5	Samarbetsparter.....	35
3	Kompetensförsörjning.....	36
3.1	Studentorienterad branschdag vid LTU	36
3.2	Grundutbildning inom VA-området vid LTU.....	36
3.3	Riktad branshutbildning.....	36

3.4	Övriga aktiviteter - praktikplats	37
4	Kommunikation	38
4.1	Hemsida	38
4.2	Nyhetsbrev	38
4.3	Sociala medier.....	38
4.4	Artikelserie Ny Forskning och Teknik	38
4.5	Vattenplattformen	39
4.6	Arrangerande av konferens	39
4.7	Deltagande på konferenser, etc	39
4.8	Utmärkelser, priser och ärofyllda uppdrag	41
4.9	Informationsmöten.....	41
4.10	Publikationer	41
4.10.1	Artiklar i vetenskapliga tidskrifter	41
4.10.2	Konferensbidrag.....	43
4.10.3	Rapporter.....	44
4.10.4	Doktorsavhandlingar	44
4.10.5	Examensarbeten	44
4.10.6	Artikelserie ”Ny Forskning och Teknik”	44
4.10.7	GrönNano publikationer	45
4.10.8	Populärvetenskapliga artiklar.....	45

1 Om Dag&Nät

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

Forskningsgruppen Stadens vatten/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

År 2020 är Dag&Nät ett internationellt ledande forskningscentrum för kunskaps- och kompetensutveckling inom dagvatten- och ledningsnätsområdet.

1.3 Dag&Näts strategi

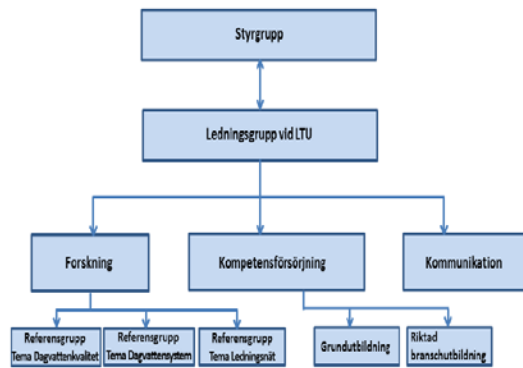
För att nå visionen initierar och genomför Dag&Nät behovsdrivna forsknings-, utvecklings- och utbildningsinsatser inom dagvatten- och ledningsnätsområdet. Dag&Nät har särskilt gjort sig känt genom satsningen på att tillhandahålla behovsanpassad forskning och utveckling inom områdena dagvattenkvalitet, 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 Stadens vatten/VA-teknik vid Luleå tekniska universitet, Luleå kommun (Samhällsbyggnadsförvaltningen), Skellefteå kommun (Samhällsbyggnadskontoret), Umeå kommun (Vakin AB), Sundsvalls kommun (MittSverigeVatten AB), Östersunds kommun (Vatten Östersund) samt Svenskt Vatten. Ungefär 1/6 av den forskning som Dag&Nät bedriver finansieras av dessa parter. Dag&Nät fungerar därtill som paraply för ytterligare projekt, med andra finansiärer såsom Formas, Vinnova och Norrbattens Forskningsråd. 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 2016 bestått av:



Stefan Marklund, Luleå kommun (ordförande)
 Stefan Johansson, Skellefteå kommun (vice ordförande)
 Hendrik Visser, Luleå kommun (till september 2016)
 Petra Viklund, Luleå kommun (fr.o.m. hösten 2016)
 Kolbjörn Rydén, Östersunds kommun (till våren 2016)
 Kristina Kenning Östling, Östersunds kommun (fr.o.m. september 2016)
 Per Grünhagen, Vakin AB, Umeå kommun
 Micael Löfqvist, MittSverige Vatten AB, Sundsvall
 Malin Engström, VAK, Växjö kommun
 Elin Jansson, RÖK, Uppsala Vatten och Avfall AB
 Maria Viklander, LTU (projektledare)
 Sylvia Kowar, LTU (koordinator)
 Daniel Hellström, Svenskt Vatten AB (adjungerad)

Under 2016 har styrgruppen sammanträtt i februari och maj månad samt hållit ett internat i oktober. Närvaron vid samtliga möten har varit god.

1.5.2 *LTU:s ledningsgrupps sammansättning*

Ledningsgruppen har bestått av Annelie Hedström, Godecke Blecken, Anna-Maria Perttu (t.o.m. september 2016), Maria Viklander, samt Sylvia Kowar, samtliga Stadens vatten/VA-teknik, LTU.

1.5.3 *Temareferensgrupper*

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

Tema Dagvattenkvalitet – från regn till recipient:

Ulrika Lindberg (Vakin, Umeå kommun)
 Anna Bodén, Gabriella Nygren (Skellefteå kommun)
 Erika Lundström (Luleå kommun)
 Jenny Haapala (Östersunds kommun)
 Linnea Mothander (MittSverige Vatten, Sundsvalls kommun)

Tema Dagvattensystem:

Pär Nyström (Vakin, Umeå kommun)
 Nils-Erik Hedblad (Skellefteå kommun)
 Ann-Sofie Wikström (Luleå kommun)
 Jenny Florberger (Östersunds kommun)
 Erik Norin (MittSverige Vatten, Sundsvalls kommun)

Tema Ledningsnät:

Christer Stenmark (Vakin, Umeå kommun)
 Helena Jonsson (Skellefteå kommun)
 Carina Strandberg (Luleå kommun)
 Staffan Fröberg, Lars Svensson (Östersunds kommun)
 Kent Johansson (MittSverige Vatten, Sundsvalls kommun)

1.5.4 *Dag&Näts personal*

Vid slutet av år 2016 omfattade Dag&Nät på doktorandnivå 12 personer samt på postdocnivå en person. Tillkommer till detta som forskningsöverbyggnad 13 personer, varav 4 är verk samma på deltid.

År 2016 har fortsatt forskningsstöd erhållits av adjungerade VA-professorer. Dessa är professor Richard Ashley från Pennine Water Group i Storbritannien samt professor Gilbert Svensson, SP Urban Water i Göteborg. Jiri Marsalek (National Water Research Institute i Burlington, Kanada) verkar sedan 2014 som professor vid forskargruppen. Koordinator för Dag&Nät är Sylvia Kowar.

Nedan presenteras de personer från LTU som under 2016 arbetat inom Dag&Nät.

Maria Viklander	Professor	
Jiri Marsalek	Professor	
Richard Ashley	Professor, adjungerad	
Annelie Hedström	Professor, biträdande	
Godecke Blecken	Universitetslektor	
Sylvia Kowar	Koordinator	
Stefan Marklund	Projektledare	
Lena Goldkuhl	Projektkoordinator	

Anna-Maria Perttu	Universitetslektor, biträdande	
Inga Herrmann	Universitetslektor, biträdande	
Kerstin Nordqvist	Forskningsingenjör, 1:e	
Heléne Österlund	Forskare	
Günther Leonhardt	Post doc	
Matthias Borris	Doktorand	
Helen Galfi	Doktorand	
Ahmed Al-Rubaei	Doktorand	
Shahab Moghadas	Doktorand	
Oleksandr Panasiuk	Doktorand	
Laila Søberg	Doktorand	
Hendrik Rujner	Doktorand	
Stina Ljung	Doktorand	
Alexandra Andersson Wikström	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	

Formas bidrog 2016 med 6,9 mkr, Vinnova med 9,3 mkr samt Norrbottens Forskningsråd med 1,2 mkr. Under detta sjätte verksamhetsår har Dag&Nät överträffat det ursprungliga omsättningsmålet 7-8 miljoner/år med ca 250%.

De grundfinansiärer som ingår i styrgruppen har inflytande över en forskningsverksamhet med en årsvolym på >25 miljoner kr. Utöver rena forskningsmedel tillförs ca 2 miljoner årligen till verksamheten för utbildning inom VA-området, i form av VA-kurser och branschriktade examensarbeten.

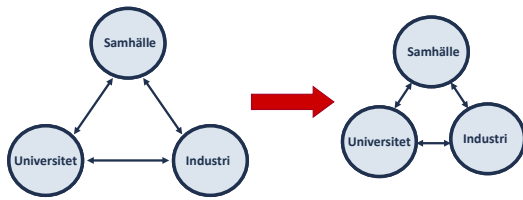
1.6 Dag&Näts ekonomi

Under sitt sjätte verksamhetsår (2016) omsatte Dag&Nät 26,4 miljoner kronor. Här har Svenskt Vatten Utveckling med 1,5 miljoner årligen lämnat bidrag på samma nivå som tidigare och partnerkommunerna sammantaget ytterligare 1,4 miljoner.

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. Glädjande nog har utfallet från ansökningarna varit gott, vilket har medfört utökad projektvolym. Ett antal nya projekt har alltså tillkommit 2016, huvudsakligen finansierade av Vinnova och Formas.

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 2.



Figur 2: Dag&Näts samverkansarbete

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

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

Våra vägledande principer är:

- Relevans – Forsknings- och utvecklingsarbetet ska ligga i linje med Svenskt vattens 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 2016 har Dag&Nät fortsatt att hålla möten på hemmaplan med Skellefteå och Östersunds kommun.

Vanligen har upplägget varit att förmiddagen har ägnats åt att träffa personal på driftsidan för att lyssna till deras syn på utvecklingsbehov inom VA-området. Eftermiddagen har sedan fokuserat sammanfattning av FoU-läget, planering och utveckling för det kommande året samt mer djupgående behovsinventering.

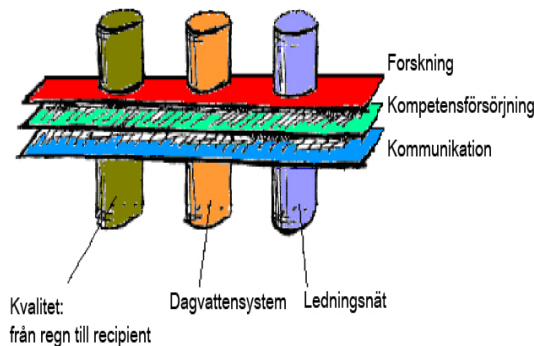
Projektmöten

Utöver möten med intressentkommuner har separata projektmöten avhållits, både gällande pågående FoU-projekt

samt som initial- och spånarmöten inför projektstart och operativa val.

Dag&Näts verksamhetsstruktur

För att säkerställa våra målsättningar, öka utbytet av erfarenhet, kompetens och kunskap samt förbättra samspelet mellan praktiktäna frågeställningar, utveckling, forskning och utbildning är Dag&Näts verksamhet sedan start strukturerad i tre ansvarsområden; forskning, kompetensförsörjning och kommunikation. Dessa tre områden illustreras som horisontella plan i figur 3.



Figur 3. 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 ledningsnätshandling innefattar allt från vattnets kvantitet och kvalitet, transport/behandling ända fram till vem som i varje del har ansvaret för vattenhandlingen. 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 ledningsnätshandling.

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 Godecke Blecken, Universitetslektor, Stadens vatten/VA-teknik, LTU.

Dagvattenhantering, dvs. ytlig avrinning från vägar och gator, har länge varit en fråga om att på effektivaste sätt avleda nederbördsvattnet 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.

Under de senaste åren har en rad olika dagvattenanläggningar och system runt om i landet undersökts. Drifterfarenheterna från dessa anläggningar är varierande och det har i viss mån klarnat vilken miljömässig betydelse anläggningarna har för recipienten. Systemen påverkar uppenbart såväl vattnets som föroreningars rörelsemönster. Till exempel återfinns de partiklar som avsätts i diken och dammars bottenkikt på infiltrationsytorna av olika slag eller som sediment i ledningar och vattendrag. Kunskapen om hur olika typer av öppna anläggningar fungerar på kort och lång sikt har också ökat medan förutsättningarna för sekundär föroreningsspridning från sediment fortfarande till stora delar är okänd mark idag. Då partikelavskiljning/infångning är en hörnsten, är ökad kunskap om dagvattensediment absolut nödvändig för att framtida effektiva strategier vid byggandet av det uthålliga samhället.

Inom temat kommer detaljerade studier att utföras avseende dagvattnets, samt dess sedimenter, kvalitet samt toxicitet. De resultat som framkommer ger nödvändig kunskap för planering och utformning av en hållbar och kretsloppsanpassad dagvattenhantering, med minimerad föroreningsspridning och miljöbelastning. I samarbete med olika dagvattensystem användare/huvudmän kommer projektresultaten att användas för att utveckla strategier för uthållig hantering av dagvatten. Detta inkluderar övergripande sedimentbedömning respektive behovet av slutbehandling i processkedjan - till exempel dammar, diken eller mer avancerad rening.

Under 2016 har arbetet tematiskt bedrivits inom sju projekt:

- Nydanande biofilter för dagvatten: att övervinna hinder för ökad implementering (Formas)
- Gröna tak: en möjlighet för uthålliga byggnader i Sveriges kalla klimat (Norrbottens forskningsråd m.fl.)
- Grön infrastruktur för hållbara städer (Norrbottens forskningsråd)
- GrönNano - innovativ vattenhantering (Vinnova)
- Kunskapssammanställning: från regn till recipient – dagvattnets innehåll och dess variationer (SVU)
- Kunskapssammanställning – dagvattenrening (SVU)
- Avancerad dagvattenrening

2.1.1 Biofilter för dagvattenbehandling

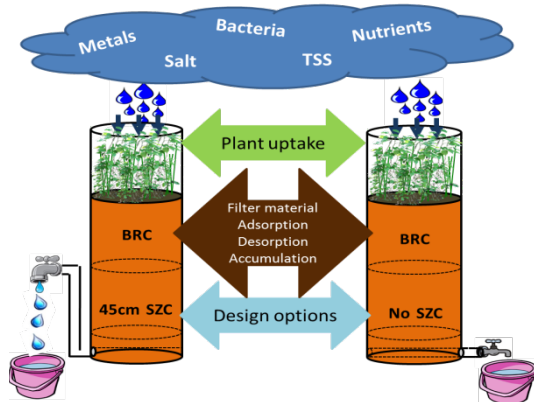


Laila Søberg, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Godecke Blecken, Universitetslektor

I dagvattensammanhang är Biofilter (ingår i s.k. rain gardens) att se som en behandlingsmetod. Tekniken har utvecklats kontinuerligt sedan 1990-talet och är idag mycket populär, framför allt i USA och Australien. Biofilter är konstruktivt växtbevuxna infiltrationsbäddar, där vattnet infiltrerar och renas av växterna och filtermaterialet, se figur 4.



Figur 4. Schematisk figur av dagvattenbiofilter.

Biofiltren uppvisar här ett flertal fördelar, som god förmåga att fördröja stora flöden samt att rena (även lösta) föroreningar i dagvattnet före utsläpp till recipient. Dessutom är det en estetisk och naturnära teknik som mycket väl kan integreras arkitektoniskt i både nya och befintliga stadsmiljöer, se figur 5.

Under 2014 inleddes undersökningarna av dagvattenbiofilters bakteriella reningsförmåga (*E. coli* m fl) i 16 biofilterkolonner i pilotskala under olika betingelser (hög och låg temperatur, torra och våta perioder, filterdesign med och utan vattenmätad zon). Resultaten har

efter mellanliggande föräldraledighet börjat bearbetas hösten 2016.

Aktiviteter 2016

- Hösten 2016 återupptogs arbetet med utvärdering av data från försöken och skrivande av vetenskapliga artiklar efter tjänstledighet tidigare under året.



Figur 5. Dagvattenbiofilter, North Carolina, USA.

Publikationer

Søberg, L., Vollertsen, J., Blecken, G-T., Nielsen, A. H., & Viklander, M. (2016). *Bioaccumulation of heavy metals in two wet retention ponds*. Urban Water Journal, 13(7), 697-709

2.1.2 *Hydroimpact – Dagvattenkvalitet i ett förändrat klimat*



Matthias Borris, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Anna-Maria Perttu, Bitr. Universitetslektor

Heléne Österlund, Forskare

Jiri Marsalek, Professor

Koncentration och sammansättning av olika ämnen i dagvatten varierar kraftigt - styrt av nederbördens intensitet och varaktighet, samt förekommande torrperioder dvs. hur länge det varit uppehåll mellan regnen. Dessa faktorer kommer att förändras avsevärt i framtiden p.g.a. klimatförändringarna. Till exempel kommer nederbördens intensitet att öka, vilket leder till en effektivare renspolning av stadens ytor, därmed kommer föroreningshalterna i dagvattnet att öka. Vidare kommer det att regna oftare under vintermånaderna, då marken kan vara frusen och täckt med snö, vilket förändrar avrinningsmönstret vintertid. Detta nya fenomen påverkar också föroreningstransporten. I stora delar av Sverige kommer ett förändrat klimat mest troligt dessutom innebära en högre förbrukning av halkbekämpningsmedel som sin tur förändrar dagvattnets kvalitet.

Projektets målsättning är att leverera prognoser om framtida föroreningskoncentrationerna i det urbana avrinningssystemet samt hur dagvattenanläggningar bör designas ur föroreningssynpunkt. För att genomföra detta kommer nya modeller och samband att tas fram och laboratiestudier att genomföras. Resultaten bidrar till att utveckla olika typer av åtgärder och tekniker för att på sikt minska föroreningsbelastningen till våra sjöar, hav och vattendrag.

Aktiviteter 2016

- Under år 2016 slutfördes laboratorieförsök där det undersöktes hur olika material i dagvattenledningar (plast, betong och stål) kan påverka dagvattnets kvalitet och transporten av föroreningar.
- Matthias sammanställde sina resultat från alla tidigare artiklar i sin avhandling som försvarades i juni.

Viktigaste resultat

Olika rörmaterial kan påverka dagvattenkvaliteten på olika sätt, vilket kan vara bra att ha i åtanke både vid läggning av nya och renovering av gamla rör. Beroende på ingående material och materialkombinationer kan dagvattnet förändras signifikant under transport (t.ex. förhöjda zink-koncentrationer i stålrör eller ökat pH-värde i betongrör), något som bör beaktas vid planering av behandlingsanläggningar.



Figur 6. Försöksuppställning för tester av hur olika ledningsmaterial påverkar transporten av föroreningar.

Publikationer

Borris, M (2016). *Future Trends in Urban Stormwater Quality. Effects of Changes in Climate, Catchment Characteristics and Processes and Socio-Economic Factors*. Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet

Borris, M., Leonhardt, G., Marsalek, J., Österlund, H., & Viklander, M. (2016). *Source-Based Modeling Of Urban Stormwater Quality Response to the Selected Scenarios Combining Future Changes in Climate and Socio-Economic Factors*. *Environmental Management*, 58(2), 223–237.

Borris, M., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2016). *Contribution of coarse particles from road surfaces to dissolved and particle-bound heavy metal loads in runoff: A laboratory leaching study with synthetic stormwater*. *Science of the Total Environment*, 573, 212–221.

2.1.3 Dagvattnets innehåll och variationer



Helen Galfi, Doktorand
Handledare: Maria Viklander, Prof.
Biträdande handledare:
Heléne Österlund, Forskare
Jiri Marsalek, Professor

I detta doktorandprojekt ligger fokus på att bestämma schablonvärden för dagvattenkvalitet beroende av tid och rum. Metodiken bygger på att klarlägga variationer p.g.a. provtagningsmetod (manuellt/automatisk), tidspecifika källor och förhållandet mellan olika föroreningar.

Det är av intresse att studera kortsiktiga variationer i dagvattenkvantitet och -kvalitet, dvs variationer under regntillfällena och mellan olika regn samt olika årstider i kallt klimat. I projekt undersöks även platsberoende variabler, exempelvis skillnad i dagvattenkvalitet mellan villaområden, centrumbebyggelse eller gröna områden. Ytterligare ett syfte är att kartlägga förekomst av bakteriekällor och modellera indikatorbakterier i dagvatten.

Aktiviteter 2016

- Statistisk analys och djupstudie av förhållande mellan bakterier och andra dagvattenparametrar i kallt klimat utfört på prover insamlade i Östersund perioden 2012-2014.
- Statistisk analys och djupstudie av oorganiska ämnen i dagvatten, med fokus på jämförelse mellan regn och snösmältningsperioder och prov insamlade i Östersund 2012-2014.
- Förberedande arbeten för modelleringsstudie: bakterier i dagvatten.

Viktigaste resultat

Indikatorbakteriehalterna varierar kraftigt i dagvatten även under enskilda avrinningstillfällen vilket är viktigt att

tänka på när man planerar dagvattenprovtagningar för bakteriebestämning. Halterna kan dock vara rätt höga och kan påverka vattenkvaliteten i recipienten vid utsläppspunkten. Halterna i smältvatten under snösmältning är avsevärt mycket lägre jämfört med dagvatten från regn.

Publikationer

Galfi, H., Haapala, J., Nordqvist, K., Westerlund, C., Blecken, G.-T., Marsalek, J., & Viklander, M. (2016). *Inter-Event and Intra-Event Variations of Indicator Bacteria Concentrations in the Storm Sewer System of the City of Östersund, Sweden*. Journal of Environmental Engineering, 142(7).

Galfi, H., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2016). *Indicator bacteria and associated water quality constituents in stormwater and snowmelt from four urban catchments*. Journal of Hydrology, 539, 125–140.

2.1.4 Identifiering och utvärdering av dagvattenföroreningskällor



Alexandra Andersson Wikström,
Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Prof.

Biträdande handledare:

Jiri Marsalek, Professor

Heléne Österlund, Bitr. lektor

Diffusa föroreningskällor med antropogent ursprung, exempelvis utsläpp från trafik eller byggnader, har i EU:s vattendirektiv utpekats som en viktig bidragande orsak till försämrad ytvattenkvalitet i våra dagvattenrecipienter. Alexandras forskningsområde är främst relaterat till att spåra och utreda dessa diffusa föroreningskällor.

De grupper av föroreningar som studeras omfattar både metaller samt olika organiska föroreningar. Arbetet fokuserar på att undersöka det eventuella bidraget av föroreningar från olika urbana ytor och material, exempelvis tak eller fasader, till ytavrinning. Detta kommer att utföras i såväl laboratorie- som pilotförsök täckande konventionella byggnadsmaterial, men också via fältprovtagningar av dagvatten i olika typer av avrinningsområden.

Under 2016 arbetade Alexandra med att förbereda större experiment i pilotskala, där provtagning för att studera avrinning/föroreningsbelastning från byggnadsmaterial ska genomföras kommande år. Provtagningen kommer att påbörjas 2017.

Aktiviteter 2016

- Preliminära resultat från provtagning av dagvattenkvalitet, med avseende på storleksfraktionering av lösta metaller, från tre områden i Umeå presentera-

des med en poster på den internationella konferensen NOVA-TECH 2016, i Lyon, Frankrike.

- Under 2016 har förberedande arbeten utförts för provtagning av avrinning från olika byggnadsmaterial vid en pilotanläggning på LTU-campus, se figur 7.



Figur 7. Pilotytor med olika byggnadsmaterial har under 2016 uppförts vid LTU-campus.

- I september deltog Alexandra vid VA-mässan och höll under ett seminarium om dagvattenkvalitet ett föredrag om uppströmsarbete och identifiering av viktiga föroreningskällor.
- I december presenterade Alexandra resultat från en studie om reaktiva filter för dagvattenbehandling på Svenskt Vattens konferens *Forskning och innovation för hållbar dagvattenhantering*.

Viktigaste resultat

Resultaten från kontrollen av dagvatten från olika avrinningsområden i Umeå indikerar att båda metallerna, koppar och zink, finns i dagvatten i den "äka lösta fasen". Denna fas räknas som den mest mobila och biotillgängliga metallformen. Resultaten visar även att koppar och zink uppvisar likartat beteende i dagvatten, gällande koncentrationstoppar och fördelning av storleksfraktioner av lösta metaller.

Preliminära resultat från studien av reaktiva filter för dagvattenbehandling indikerar gällande metaller att av de studerade filtermaterialen har torv och bark störst reningseffekt.

Publikationer

Andersson-Wikström, A., Österlund, H. & Viklander, M. (2016). *Size fractionation of dissolved metals in stormwater in Umeå, Sweden*. Proceedings of NOVA-TECH 2016: 9th International Conference on Planning and Technologies for Sustainable Urban Water Management, Lyon, France, 28 June-1 July 2016.

2.1.5 *Avancerad dagvattenrening*



Fredrik Nyström, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Annelie Hedström, Bitr. Professor

Inga Herrmann, Bitr. Universitetslektor

Doktorandprojektet fokuserar avancerade reningstekniker för förorenat dagvatten. Med avancerade reningstekniker åsyftas olika tekniker som kan användas då en större reningseffekt fordras än vad konventionella dagvattensystem kan prestera. Sådana krav kan framkomma inom extra förorenade avrinningsområden, såsom starkt trafikerade vägar och korsningar, större parkeringsytor och industri eller terminalområden. Känsliga recipienter är även ett tänkbart scenario då det kan framkomma behov av avancerade reningstekniker.

Tänkbara avancerade reningstekniker är tekniker som redan är välbeprövade inom antingen avloppsbehandling eller dricksvattenberedning men som ännu inte används för dagvattenrening. Inom projektet är det planerat att studera kemisk fällning samt membranfiltrering. Båda två är tekniker som påvisar god partikelavskiljningsförmåga, vilket är högtintressant då många av de dagvattenspecifika föroreningarna, såsom metaller och PAH, i huvudsak är adsorberade på partiklar av olika storlekar. En noterbar fördel med både kemisk fällning och membranfiltrering är förmågan att avskilja de allra minsta partiklarna (kolloiderna) som i praktiken ej sedimenterar i exempelvis sedimentationsbassänger eller dagvattendammar.

Under första halvan av doktorandprojektet har fokus varit kemisk fällning och laborativa försök att rena en urban smältvattenmix.

Aktiviteter 2016

- Under första halvan av våren 2016 ägnades mycket tid åt att iordningsställa laboratieförsök och undersöka på vilken typ av provmix som försöken med kemisk fällningen skulle appliceras. När allt var på plats och fungerade tillfredställande genomfördes de första försöken med endast en primär koagulant. Resultaten från dessa försök presenterades kort på konferensen IWA - *Particle Separation 2016* i Oslo.
- Första delen av hösten 2016 ägnades i huvudsak åt doktorandkurser och undervisning.
- Under andra halvan fullfördes kombinationsförsöken för kemisk fällning. I dessa användes en primär koagulant plus en flockulant. En vetenskaplig artikel baserad på resultaten av både vårens och höstens laboratieförsök förväntas blir klar innan sommaren 2017.

Viktigaste resultat

Resultaten från genomförda fällningsförsök visar att kemisk fällning har en väldigt god partikelavskiljningseffekt på en urban smältvattenmix. I stort sett alla de primärkoagulanter som testades påvisade en avskiljningseffekt på 90–99%, mätt både som turbiditet och halt suspenderat material.



Figur 8: Kemisk fällning och sedimentering av urban smältvattenmix. Notera synlig turbiditetsförändring.

Publikationer

F. Nyström, K. Nordqvist, I. Herrmann, A. Hedström, M. Viklander. (2016) *Flocculation and membrane filtration of stormwater - Laboratory experiments*. IWA Specialist Conference on Particle Separation 2016, Oslo, Norway, 22-24 juni 2016.

2.1.6 Dagvattenkvalitetsprocesser vid avrinning från impermeabla och permeabla ytor i urbana områden



Snežana Gavrić, Doktorand
Handledare: Maria Viklander,
Professor
Biträdande handledare:
Günther Leonhardt, Post doc

Förorenad ytvattenavrinning från impermeabla (hårdgjorda) områden kan reduceras genom att återskapa vissa naturliga förutsättningar i avrinningsområdet. Snežanas forskningsinriktning syftar till att förbättra kunskapen om processer som förbättrar dagvattenkvaliteten i urbana områden. Forskningen fokuserar på designade gräsbevuxna diken, vanligtvis placerade i anslutning till impermeabla ytor.

Aktiviteter 2016

- Snežana har i fält undersökt möjliga platser för en första fältstudie samt genomfört litteraturstudier inom ämnesområdet flacka beväxta diken.
- Fält- och laboratorieexperiment har utformats för kommande år och en vetenskaplig artikel har initierats.

2.1.7 Hållbar snöhantering i urban miljö



Anny Jayan, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Jiri Marsalek, Professor

Heléne Österlund, Forskare

Snö i urban miljö förorenas på olika sätt. Motortrafik, luftnedfall, tösalt, grus och sand samt även skräp kan vara föroreningskällor. Denna förorenade snö röjs i urbana områden för att ge framkomlighet samt garantera alla trafikslag rimlig säkerhet. Den röjda snön läggs upp på allehanda lokala snöupplag eller dumpas ut på sjöar/vattendrag. Detta projekt har fokus på dagvattenkvalitet, vad som händer med föroreningar i snö, hantering och omhändertagande av snö samt verktyg för bedömning av miljöfaktorer och miljöpåverkan orsakad av snökvittblivning.

I detta projekt ingår också undersökning av förekomst av mikroplaster i snö, källor likväl som kvantiteter.

Aktiviteter 2016

- Arbetet startade med litteraturstudier av forskningsområdet med sikte mot aktuella forskningsfrågor.
- Därefter följde under senare halvan av 2016 fältinstallation av nederbörds/snömätare samt flödesmätare för dagvatten i Stockholms hamn/Frihamnens dagvattnenät.
- Under förvintern 2016/2017 uttogs snöprov från två testområden i Stockholm (Frihamnen och Nynäshamns hamnområde), för att skapa underlag för jämförelse av föroreningstransport via snö respektive regn.



Figur 9: Kalibrering av nederbördsmätare (Stockholm, Frihamnen).



Figur 10: Snöprovtagning vid E4, Umeå.

2.1.8 *Membranfiltrering för dagvatten-behandling*



Katharina Lange, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Annelie Hedström, Bitr. Professor

Inga Herrmann, Bitr. Universitetslektor

Membranfiltrering är en reningsteknik med stor potential att generera en vattenkvalitet som är tillräcklig för att återanvända dagvatten till kvalificerade ändamål såsom spolning av toaletter men även för gatuspolning, bevattning mm.

Aktiviteter 2016

Katharina påbörjade sin anställning som doktorand i mitten av september 2016.

- Hon testade membranfiltrering i labb med hjälp av en bänkskalig membranenhet (Pentair T/RX-300, fig. 11) samt testade ett modifierat (PESm/PES) nanomembran (Pentair X-FLOW HFW 1000).
- Tre testkörningar med förorenat snösmältvatten genomfördes där flödet genom membranen samt tryckfall mättes. Halt av lösta och totala metaller, PAH samt totalt och löst organiskt kol analyserades i ingående vattnet, utgående permeat och koncentrat. Dessutom mättes pH, löst syre, temperatur och konduktivitet. Partikelstorleksfördelningen bestämdes i ingående vattnet samt koncentratet. Det förorenade vattnet förbehandlades genom filtrering via två seriekopplade filter med porstorlek 20 och 5 μm . Denna förbehandling resulterade i ett testvatten där de minsta partiklarna var cirka $<0,2 \mu\text{m}$ i diameter medan de största var upp till 10 μm . Halten suspenderat material i vattnet var i genomsnitt 4,1 mg/L.



Figur 11. Utrustning för nanofiltrering av snösmältvatten.

Viktigaste resultat

Halt av organiskt kol reducerades effektivt genom nanofiltrering, viss indikation finns att även metallreningen fungerar (t.ex. krom). Däremot visade det sig under försöken att vissa metaller som t.ex. koppar och bly lakades ut/tillfördes från utrustningen vilket tyder på risk för kontamination. Fastän det förebehandlade vattnet som filtrerades fortsatt innehöll små partiklar ($<0,2 \mu\text{m}$) fungerade reningen driftmässigt godtagbart utan tecken på igensättning av membranytan. De genomförda försöken ger viss framåtsyftande vägledning, fler tester behöver utföras för att klarlägga teknikens potential.

2.1.9 *Övriga aktiviteter – GrönNano*

- Inom projektet GrönNano har dagvatten provtagits på tre olika platser i Umeå: två industriområden samt en värfrekventerad parkering. Proverna har analyserats bl.a. med avseende på metaller, PAH:er, olja, organiska tennföreningar, ftalater, nonylfenoler och -etoxilater samt mikrokräp. För metaller har tre olika storleksfraktioner analyserats i syfte att se hur metallerna är fördelade mellan partikulär, kolloidal och s.k. äkta löst fraktion. Denna fördelning påverkar hur lätt ämnet är att avlägsna i ett reningssteg, ämnets toxicitet samt vidare spridning i miljön.
- Mikrokräpanalyserna har gjorts i samarbete med IVL Svenska miljöinstitutet. Tre provtagningar genomfördes under 2016 och fortsätter under 2017.

2.2 Tema Dagvattensystem



Temat "Dagvattensystem" leds av Anna-Maria Perttu, Bitr. Universitetslektor, Stadens vatten/VA-teknik, LTU.

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

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

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

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

Under 2016 har arbetet inom temat bedrivits inom fyra projekt:

- Attract – Attractive and Sustainable Cities in Cold Climate (Vinnova m.fl.)
- Green/Blue Infrastructure for Sustainable, Attractive Cities (Formas, Vinnova m.fl.)
- Grön infrastruktur för hållbara städer (Norrbottnens forskningsråd m.fl.)
- GrönNano 2 - innovativ vattenhantering (Vinnova)

2.2.1 *Vattenavledning för en säker bebyggd miljö*



Shahab Moghadas, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Anna-Maria Perttu, Bitr. Universitetslektor

Günther Leonhardt, Post doc

Jiri Marsalek, Professor

Tilltagande urbanisering stör eller förändrar samhällets naturliga hydrologiska komponenter (speciellt då ytavrinning) och genererar föroreningar orsakade av mänskliga aktiviteter (t ex via fordonstrafik). För att dagvattensystemen ska kunna hantera såväl övergripande volymmässigt och momentant förekommande flöden som kvalitetsmässigt dess föroreningsinnehåll, krävs beräkningar av såväl föroreningsackumulation/frisättning som tidsvariabel flödesgenerering. De anknutna processerna är till sin natur tydligt säsongstyrda. Så exempelvis påverkas detta i hög grad av kalla klimatområdets vattenavrinning (t.ex. smältande snö som generator, mellanlagring av smältvatten i snö samt reducerad infiltrationsförmåga i mark).

Design och drift av dagvattensystem kräver därför i stor utsträckning skilda strategier under skilda säsonger/årstider.

Genom att fokusera identifierade osäkerheter och kunskapsluckor har insatserna här riktats mot att studera avrinnande dagvatten såväl flödesmässigt som kvalitetsmässigt, med säsongsinriktning vinter-tidig vår. Detta genom att undersöka och modellera förhållanden karakteriserade av ackumulering av snö och föroreningar, nederbörd i form av regn på snötäckt mark samt nedsatt infiltrationsförmåga i mark. Här då med speciellt fokus på att beräkna (yt)avrinningsförlopp och skatta förväntade föroreningsnivåer.

Aktiviteter 2016

- Studien som genom modellering undersöker avrinning under tidig vår och särskilt under regn-på-snö händelser avslutades och manuskriptet skickades till Journal of Cold Regions Engineering.
- Data från ett avrinningsområde i Östersund användes för att utreda programmet SWMM:s förmåga att modellera avrinning samt föroreningsbelastning av suspenderade partiklar från snösmältning.
- Sedan avslutade Shahab sin doktorsavhandling i juni och disputerade den 31 oktober.

Viktigaste resultat

Både regn på snö och minskad infiltrationskapacitet bidrar till ökade avrinningsvolymmer under tidig vår respektive snösmältningsperioden och kan belasta dagvattensystemet på ett sätt motsvarande kraftiga sommarregn. Klimatförändringen visade sig medföra ytterligare ogynnsam påverkan.

För att modellera avrinning från snösmältning med SWMM krävs mätdata för att kalibrera parametrar som påverkar själva snösmältningen. Studien visade också att det inte är möjligt att hitta parametrar som ger bra resultat för hela snösmältningsperioden. Dessutom är områdets hydrologiska/hydrauliska egenskaper annorlunda om snö och is finns kvar. För att modellera förore-

ningsbelastning av suspenderade partiklar behövs nya modellkoncept eftersom dessa processer skiljer sig avsevärt från de som påverkar partikeltransport vid regn.



Figur 12. Snö och is påverkar också ytavrinning.

Publikationer

Moghadas, S., Gustafsson, A.-M., Muthanna, T. M., Marsalek, J., & Viklander, M. (2016). *Review of models and procedures for modelling urban snowmelt*. Urban Water Journal, 13(4), 396–411.

Moghadas, S., Perttu, A.-M., Viklander, P., Marsalek, J., & Viklander, M. (2016). *Laboratory study of infiltration into two frozen engineered (sandy) soils recommended for bioretention*. Hydrological Processes, 30(8), 1251–1264.

Moghadas, S. (2016). *Urban Runoff and Snowmelt. Quantity and Quality Processes in Snow Deposits and Hydrologic Abstractions*. Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet.

2.2.2 Dagvattensystem – funktion



Ahmed Al-Rubaei, Doktorand
Handledare: Maria Viklander, Prof.
Biträdande handledare:
Godecke Blecken, Universitetslektor

Ledningssystemen för dagvattenavledning medför olika problem: höga flöden fördröjs inte noterbart samtidigt som föroreningar obehindrat släpps ut till recipienter, mm. Pga dessa problem har alternativa tekniker för dagvattenhantering utvecklats och implementerats.

Det har dock visat sig att dagvattenanläggningars långtidsfunktion ofta är bristande. Därför krävs ökad kunskap om anläggningarnas delprocesser och nödvändiga drift- och underhållsinsatser. Under många år har dessa frågor visats ringa intresse, dessutom är vissa anläggningar ej byggda så att inspektion och underhåll enkelt möjliggörs. Även om anläggningarnas teknikdelar ofta är robusta, måste dessa vara inspekterbara och i rimlig omfattning möjliga att åtgärda på plats.

Aktiviteter 2016

I samarbete med doktoranden Ryan Winston vid North Carolina State University/USA drevs ett forskningsprojekt riktat mot långtidsfunktion och underhåll av dagvatteninfiltrationsanläggningar, här inkluderande porös asfalt i Luleå och Haparanda och infiltrationsdiken i Växjö. Genom en rad olika drift- och teknikåtgärder prövades att återställa mer eller mindre allvarligt igensatta infiltrationsytor.

- Under 2016 publicerades studierna som Ahmed genomfört vid Bäckaslöv våtmark i Växjö i två vetenskapliga artiklar och en SVU rapport (rapport 2016-14).
- Även insamlade data från en omfattande utvärdering av statusen

hos 25 kommunala dagvattendammar har utvärderats och publicerats. Ett utkast till en SVU-rapport har tagits fram.

- I juni 2016 disputerade Ahmed med avhandlingen Long Term Performance, Operation and Maintenance of Stormwater Control Measures där resultaten av 5 års forskning sammanställts.

Viktigaste resultat

Högtryckstvätt och vakuumsugning av permeabla körytor har visat sig ge tillfredsställande resultat om igensättningen av infiltrationsytan inte fortskridit allt för långt. Om en dränasfalt har satts igen helt kan asfaltfräsning vara ett alternativ för att återskapa infiltrationsförmågan utan att behöva lägga om hela ytskiktet.

Våtmarkssystem uppvisar trots sin ålder (20 år) en fortsatt bra reningsfunktion. Anledningar till detta är framgångsrik utformning samt regelbunden inspektion av våtmarkernas tekniskdelar. Ett hinder för uthållig dammfunktion kan vara att de inte är enkelt tillgängliga vilket försvårar/omöjliggör regelbunden inspektion. Även dammarnas utformning visade sig i en del anläggningar vara inte helt lyckade.



Figur 13. Uppföljning av Bäckaslövs våtmark, Växjö. Provtagning i fält.

Publikationer

Al-Rubaei, A., Engström, M., Viklander, M. & Blecken, G.-T. (2016). *Långtidsfunktion hos en 19-årig dagvattenvåtmark*. SVU-rapport 2016-14.

Al-Rubaei, A. M., Engström, M., Viklander, M. & Blecken, G.-T. (2016). *Long-Term Hydraulic and Treatment Performance of a 19-year Old Constructed Stormwater Wetland – Finally Matured or in Need of Maintenance?* Ecological Engineering, vol. 95, 73-82 s.

Winston, R., Al-Rubaei, A. M., Blecken, G.-T., Viklander, M. & Hunt, W. (2016). *Maintenance measures for preservation and recovery of permeable pavement surface infiltration rate: The effects of street sweeping, vacuum cleaning, high pressure washing and milling*. Journal of Environmental Management, vol. 169, 132-144 s.

Winston, R., Al-Rubaei, A. M., Blecken, G.-T. & Hunt, W. (2016). *A Simple Infiltration Test for Determination of Permeable Pavement Maintenance Needs*. Journal of Environmental Engineering, vol. 142, nr 10.

Al-Rubaei, A. (2016). *Long-term Performance, Operation and Maintenance Needs of Stormwater Control Measures*. Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet.

Al-Rubaei, A., Engström, M., Viklander, M. & Blecken, G.-T. (in press). *Effectiveness of a 19-Year Old Combined Pond-Wetland System in Removing Particulate and Dissolved Pollutants*. Wetlands

Al-Rubaei, A., Merriman, L.S., Hunt, W.F., Viklander, M., Marsalek, J. & Blecken, G.-T. (in press). *Survey of the Operational Status of 25 Swedish Municipal Stormwater Management Ponds*. Journal of Environmental Engineering

2.2.3 *Organisation och planeringsprocesser inom kommunal dagvattenhantering*



Stina Ljung, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Lena Goldkuhl, fil dr

Richard Ashley, Adj. Professor

Det ekonomiska, ekologiska och sociala värdet av att i högre grad använda grön infrastruktur för att ta hand om dagvatten vinner allt större uppmärksamhet. Trots detta går övergången från traditionella dagvattensystem till grön infrastruktur förvånansvärt långsamt. Tidigare forskning utförd inom Dag&Nät har identifierat att en av anledningarna till detta är institutionella hinder mellan de olika aktörer som deltar i planeringen och genomförandet av dagvattensystem. För att öka takten i övergången till en mer hållbar dagvattenhantering, finns det därför ett behov av att involvera alla viktiga intressenter tidigt i planeringsprocessen, samt att förbättra samarbetet dem emellan.

Forskningen har därför fokuserat på hur dagvattenplaneringsprocessen kan förbättras när det gäller 1) involvering av viktiga intressenter tidigt i planeringsprocessen samt 2) utökat samarbete över avdelningsgränser.

Aktiviteter 2016

- Strukturerade workshopar samt resultatpresentationer har under året genomförts hos Skellefteå kommun, Sundsvalls kommun, Göteborgs kommun, Östersunds kommun, Kiruna kommun samt Luleå kommun. Samtliga med brett deltagande från berörda kommunala förvaltningar och bolag.

Publikationer

Ljung, S., Goldkuhl, L. & Viklander, M. (2016). *Towards improved actor collaboration for better stormwater management*. Proceedings of NOVATECH 2016: 9th International Conference on Planning and Technologies for Sustainable Urban Water Management, Lyon, France, 28 June-1 July 2016.

2.2.4 Urban grön infrastrukturens prestanda och hydrologi



Hendrik Rujner, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Anna-Maria Perttu, Bitr. Universitetslektor

Jiri Marsalek, Professor

Günther Leonhardt, Post doc

Att i grunden förändra infra- och bebyggelsestrukturer inklusive dagvattensystem i våra städer är ett både tidsmässigt trögt och påtagligt resurskrävande arbete. Kopplat till detta är alternativa dagvattenlösningar av intresse, för att avleda ytv rinnande vatten och på så sätt minska belastningen på avloppsledningar.

För att bättre kunna skatta kapacitet och flödesdynamik i öppna dräneringssystem genomförs två studier, ett i vardera Luleå och Skellefteå. I Skellefteå studeras ett dagvattensystem bestående av en mindre parkeringsyta och ett anslutande svackdike. Arbetet inriktas mot hydrologisk uppföljning och modellbyggande för att kunna förutsäga utgående vattenkvalitet. I Luleå omfattar fältstudien tre svackdiken med kontrollerad tillförsel av vatten. Försöken genomförs med mobila vattentankar, flödesmätare samt totalt 15 st mätare för markfukt.

Aktiviteter 2016

- Under den första delen av år 2016 testades den hydrologiska mjukvarumodellen MikeSHE (uppbyggd i samarbete med DHI 2015) gentemot försöksytan i Skellefteå. Denna yta omfattar ett komplext dränerat område bestående av en hårdgjord parkeringsyta, ensidigt doserad mot ett anslutande öppet dike. Dess hydrologi behöver i detta sammanhang vara fullt klarlagd.

- Under aug/sept 2016 fortsatte fältarbetet med jämförande undersökning av svackdiken i Luleå (påbörjat 2015), nu med justerad mätuppbyggnad. Två 30m långa svackdiken var vardera försedda med dubblad vattenmatning för både punktbevattning och lateral bevattning, för att simulera regn med en återkomsttid på 2 månader respektive 3 år. Den uppbyggda strukturen utrustades med kontinuerliga mätare för flöden och markvattenhalter (fig. 14).



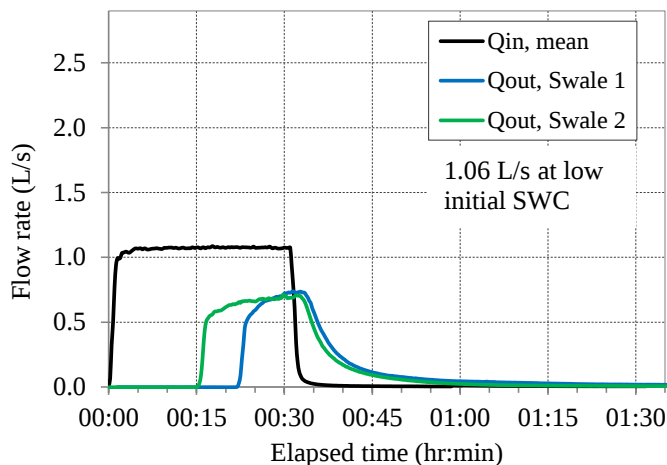
Figur 14: System för vattentillförsel och mätning för svackdike (matningsrör för både punktbevattning och lateral bevattning).

- Posterpresentation vid Novatech 2016: 9th International Conference on planning and technologies for sustainable urban water management. Lyon, Frankrike

Viktigaste resultat

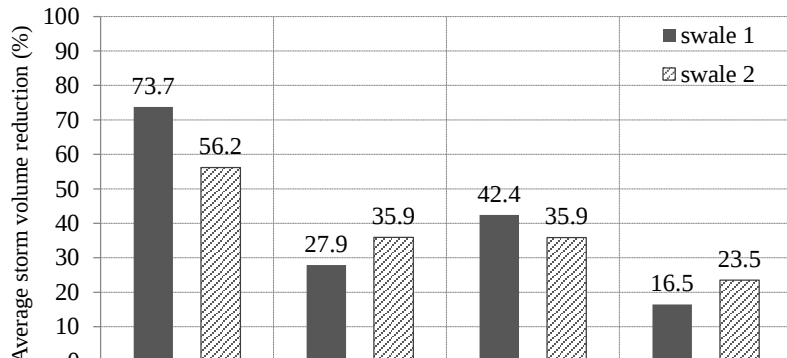
Pågående fältmätningar i Skellefteå sedan 2014 kommer att leverera en betryggande datamängd som täcker olika årstider och därmed kan stödja simulerade förlopp med skilda förutsättningar och förklara förväntade dräneringshastigheter. De första rapporterna förväntas kunna publiceras hösten 2017.

Vid fältförsöken i Luleå var syftet att analysera inverkan av lösa jordarters egenskaper samt inverkan av initial markvattenhalt och varierande regnintensitet på svackdikets vattenbalans. En exempelhydrograf (fig. 15) visar två skilda applikationer och hur ett och samma regn kan resultera i tydligt reducerade men olika utflöden från likartade svackdiken. Figur 16 visar exempel på beräknad avrinningsreduktion. Två vetenskapliga rapporter planeras vara klara för publicering första halvan av 2017.



Figur 15: Plottade exempelhydrografer för ett 30 minuters blockregn och beräknat utflöde från testets svackdiken, visande skild respons tids- och volymmässigt.

Samma år planeras presentation av en licentiatavhandling med bedömning av svackdiken som tema.



Figur 16: Beräknad procentuell reduktion för avrinnade flöde kontra tillflöde. Resultaten omfattar två skilda tillflöden och två skilda startvärden på markvattenhalt.

Publikationer

Rujner, H., Leonhardt, G., Perttu, A.-M., Marsalek, J. & Viklander, M. (2016). *Advancing green infrastructure design: Field evaluation of grassed urban drainage swales*. Proceedings of NOVATECH 2016: 9th International Conference on Planning and Technologies for Sustainable Urban Water Management, Lyon, France, 28 June-1 July 2016.

2.2.5 *Förbättrad modellering av grön infrastruktur*



Ico Broekhuizen, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Anna-Maria Perttu, Bitr. Universitetslektor

Günther Leonhardt, Post doc

Grön infrastruktur används allt mer för att hantera dagvatten på ett hållbart sätt. Likaväl som för traditionella lösningar är det viktigt att kunna förutse strukturernas tillkommande effekt på dagvattenssystemen, såsom översvänningsrisk och kostnadsbild. Detta kan göras med hjälp av matematiska modeller, men det är ännu inte klarlagt vad som krävs när många gröna lösningar etableras i ett område. Därför finns det behov av fortsatt arbete med regler och rekommendationer för pålitlig modellering av grön infrastruktur.

Det finns olika aspekter att ta hänsyn till vid modellering av dagvattenssystem. Modellerna kalibreras oftast för ett specifikt område, men vilken data (parametrar, upplösning, mm) krävs därtill? Olika metoder kan nyttjas för själva kalibreringen, men det är i dagsläget inte klart vilka som är lämpade för dagvatten.

Modeller är baserade på mätdata som innehåller vissa fel och alltid är en förenkling av verkligheten, ledande till resultat-osäkerhet. För en pålitlig och mer utbredd tillämpning är det därför viktigt att kunna uppskatta hur stora osäkerheterna är. Det finns också olika hydrologiska metoder som kan nyttjas, men det är inte klart om de är lämpade för grön infrastruktur i urbana områden. Det är viktigt att kunna uppskatta osäkerheten, om modeller ska tillämpas på ett förlitligt sätt.

Aktiviteter 2016

- En genomgång gjordes av befintlig vetenskaplig litteratur om mo-

dellering (både specifikt för urbana och mer allmänt för naturliga områden) och de olika modeller som finns för hydrologisk modellering av urbana områden.

- En studie påbörjades angående de osäkerheter i modellresultat som uppstår på grund av modellernas matematiska struktur. Olika modeller såsom SWMM, MOUSE och MIKE SHE använder olika metoder för att beräkna t.ex. infiltration av vatten i marken, vad betyder det resultatmässigt? Studien kommer att slutföras hösten 2017.
- I samarbete med Luleå kommun utreddes förutsättningarna och påbörjades planeringen av förbättrade flödesmätningar i ett testområde vid LTU:s campus. Syftet är att mäta främst låga flöden med ökad noggrannhet och pålitlighet.

Viktigaste resultat

Preliminära resultat från den första studien visar att det finns ganska stora resultatskillnader mellan modellerna SWMM och MOUSE, när de används för att simulera vattenrörelser i samma hypotetiska område. Det är särskilt viktigt att medvetenhet finns om skild output när modellerna används som planeringsverktyg för nya exploateringsområden, där det inte finns möjlighet att kalibrera modellen mot befintlig data. Det kan leda till stor osäkerhet vid dimensionering av dagvattenssystemet.

2.2.6 Gröna tak och deras funktion i kalla klimat



Joel Lönnqvist, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Godecke Blecken, Universitetslektor

Det finns en allt starkare trend globalt likväl som i Sverige till ökad urbanisering. Städerna blir allt mer tätbebyggda och jordbruksmark, skogsdungar, parker och rekreationsytor exploateras till förmån för bebyggelse. När dessa öppna områden försvinner så förlorar staden positiv funktionalitet som dessa platser står för; exempelvis luftrening, temperaturkontroll och fördröjning av dagvatten. Gröna tak kan här spela en viktig roll genom att återskapa några av de naturliga ytornas funktioner och på så vis kompensera markförlusten. Jordlagret på gröna tak absorberar nederbörd och med hjälp av växterna så återförs mycket av regnet till luften genom avdunstning och transpiration.

Moderna gröna tak har utvecklats för det kontinentala klimat som gäller i Centraleuropa och Nordamerika. Gröna taks funktionalitet i kallare regioner är inte lika väl kartlagd. Eftersom vattentillgången är begränsad så är gröna tak en krävande plats för växtlighet. Torrperioder på sommaren och frostsador vintertid kan leda till att växterna dör och takens funktion försämras både vad gäller estetik och dagvattenhanteringen. Ofta används stresståliga fetbladsväxter på gröna tak, men om hantering av dagvatten är det primära syftet kan det finnas andra växter med bättre funktion.

Gröna tak blir en allt vanligare syn i våra städer, även uppe i norr. För att kunna optimera gröna taks funktion så måste först utvärderas vilka utmaningar som

finns lokalt för växlighetens tillväxt och överlevnad, så att den kan anpassas. Målet är funktionella lösningar med tak som långsiktigt fortsätter att vara gröna.



Figur 17. Fetbladsväxter planteras ofta på gröna tak.

Aktiviteter 2016

- En inventering av vegetationen på gröna tak i norra Sverige genomfördes under sommaren och hösten. Resultatet baserat på data från inventeringen kommer att presenteras på Embrace the Water konferens i Göteborg 2017.
- Utrustning för att mäta avrinning, jordfuktighet och lokalt klimat installerades på plats på gröna tak i Kiruna och Umeå.
- Trettio gröna experimenttak uppfördes hösten 2016 på LTU campus i Luleå. Under sommaren 2017 kommer taken att täckas med jord och planteras med olika blandningar av lokala växter. Syftet med experimenttaken är att undersöka hur olika växtsammansättning påverkar växtlighetens överlevnad och takavrinning.

Viktigaste resultat

Taken som inventerades i Kiruna, Luleå och Umeå sommaren 2016 visade sig ha relativt hög artrikedom men flera tak hade mycket låg täckningsgrad av kärlväxter (omkring 1%). Tak med tunna substrat hade lägre växttäckningsgrad än tak med tjockare substrat.

2.2.7 Dagvattendammars ekosystemtjänster: koldioxidavskiljning

På senare år har även ökad hänsyn tagits till mervärden som öppna dagvattenanläggningar kan leverera utöver själva dagvattenhanteringen (till exempel ekosystemtjänster, integration i stadsbilden).

Aktiviteter 2016

- I ett internationellt samarbetsprojekt har Godecke Blecken, Maria Viklander och Ahmed Al-Rubaei tillsammans med forskare från North Carolina State University (USA), Kansas State University (USA) och National Parks Singapore utvärderat hur mycket koldioxid dagvattendammar kan avskilja från luften (*carbon sequestration*) och vilka faktorer som påverkar detta.
- I studien har förutom 20 svenska dammar ett flertal dammar i Singapore och USA undersökts. Vegetationen och dess tillväxt spelar en nyckelroll för koldioxidavskiljningen.

Viktigaste resultat

Resultaten från de olika klimatzonerna visade att många faktorer påverkar processerna och att fler studier behövs för att förstå dessa i detalj.

Publikationer

Merriman, L. S., Moore, T. L. C., Wang, J. W., Osmond, D. L., Al-Rubaei, A. M., Smolek, A. P., Blecken, G.-T., Viklander, M. & Hunt, W. F. (2017). *Evaluation of factors affecting soil carbon sequestration services of stormwater wet retention ponds in varying climate zones*. Science of the Total Environment, vol. 583, 133-141s.

2.2.8 SVU-projekt om hushållsdagvatten

Dag&Nät var under 2016 projektparter i ett SVU-finansierat projekt under ledning av WSP Sverige om hushållsdagvatten som undersökte möjligheten att differentiera kravställningen mellan VA-huvudmannen och abonnenter genom att definiera vad ett hushållsdagvatten skulle kunna innebära flödesmässigt och innehållsmässigt.

Syftet med projektet var dels att utifrån litteraturstudier och en workshop med kommunrepresentanter utarbeta ett förslag på definition av hushållsdagvatten dels att baserat på denna definition, uppföljning av erfarenheter med P95 och enskilda kommuners erfarenhet av riktlinjer och gränser gällande dagvatten i ABVA, framta ett antal kravställningar.

Aktiviteter 2016

Helene Österlund, Godecke Blecken och Maria Viklander har varit delaktiga i olika arbetspaket under första halvåret 2016.

- En litteraturstudie genomfördes för innehållet av ämnen och föroreningar i dagvatten från olika bebyggelsetyper, inklusive en jämförelse med bostadsbebyggelse.
- Flöden av dagvatten från olika bebyggelsetyper inklusive jämförelse med bostadsbebyggelse följdes upp i litteraturen samt genom erfarenheter från kommunrepresentanter.
- En litteraturstudie och praktiska erfarenheter med tillgängliga metoder för bedömning av ett dagvattens innehåll av ämnen och föroreningar utvärderades.
- Möjliga renings- och fördröjningsmetoder från ämnen och för-

oreningar i dagvattnet utifrån begreppet hushållsdagvatten utvärderades baserat på en litteraturstudie och erfarenhetsåterföring.

- Dessutom medverkade forskningsgruppen i en intern workshop i steg 2 av projektet samt en workshop med referenskommunerna i steg 3.

Viktigaste resultat

Arbetet har visat den höga komplexiteten kring begreppet hushållsdagvatten. En enkel definition visar sig svår/omöjlig att framta. Rapporten som har tagits fram inom projektet belyser problemställningen och presenterar ett underlag till definition.

Publikationer

Hjelmqvist, J., Sjögren, E., Blecken, G.-T., Österlund, H. (i tryck). *Underlag till definition av normaldagvatten*. SVU rapport, i tryck.

2.3 Tema Ledningsnät



Temat "Ledningsnät" leds av Annelie Hedström, Bitr. Professor, Stadens vatten/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 överledning av dag- spill- och dränvatten till annan ledning. Överledningarna kan ha orsakats av slarv eller missgrepp men också mer medvetet, för att t.ex. enklare lösa avvattningsfrågor vid svåra nivåförhållanden. Överkopplingarna skapar olika typer av ovidkommande vatten i ledningarna som påverkar den hydrauliska funktionen på avloppssystemet men har också påverkan på de olika flödenas vattenkvalitet. Spillvatten blir då utspädd av dagvattentillflöden, alternativt förorenas dagvatten av spillvatten som i sin tur kan påverka dricksvattenförsörjning eller recipienter negativt. Problematiken varierar med årstiden men även i ett längre tidsperspektiv förväntas olika former av ovidkommande vatten att öka som problem, om inte systemen anpassas till ett förändrat klimat med efterhand ökad nederbörd och mer intensiva regn.

På senare tid har frågor börjat ställas om spillvattennätet kan användas för andra ändamål än de konventionella, för att transportera matavfall och vilka effekter detta kan få på VA-systemet. Förändrade tekniker för ledningsläggning är också på frammarsch, exempelvis med ökad andel lättryckavlopp och samförläggning med andra ledningsslag. Diskussioner förs också angående antal avloppsrör och vad som ska transporteras i dessa, samt hur en sådan systemförändring kan bidra till ett mera resurseffektivt avloppssystem.

Utifrån dessa utmaningar finns många frågor att arbeta vidare med såsom: att utveckla arbetssätt och effektiva renoveringsmetoder för att minska tillskottsvattenflödena i spillvattenledningar, finna metoder och arbetssätt för att identifiera fel- och överkopplingar mellan dag- och spillvattenledningar, utvärdera effekterna på avloppsledningsnätets funktion p.g.a. ändrade (brukar)vanor och utveckla metoder och arbetssätt för att hantera dessa samt utveckla framtidens ledningsläggning så att det samlade infrastrukturella försörjningssystemet för samhället blir så effektivt som möjligt.

Under 2016 har arbetet inom temat bedrivits inom fyra projekt:

- Attract C – Attractive and Sustainable Cities in Cold Climate (Vinnova m.fl.)
- Renovering av åldrande avloppsledningsnät – Förbättrar miljö och hälsa eller bortkastade pengar? (Formas)
- ALICE - Attractive Living In Cold Environment (Formas)
- GrönNano2 - innovativ vattenhantering (Vinnova)

2.3.1 Ovidkommande vatten i ledningsnät



Oleksandr Panasiuk, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Annelie Hedström, Bitr. Professor

Richard Ashley, Adj. Professor

I detta projekt betraktas, behandlas och belyses ovidkommande vatten med brett perspektiv. Frågeställningen kan exempelvis omfatta inläckage eller dräneringsvatten påkopplat spillvattenledningar, men även spillvatten som leds över till dagvattenledningar genom ren felkoppling, överkoppling eller via trasiga ledningar. En annan aspekt är direkt bräddning av avlopp/spillvatten till recipient och de negativa effekter det medför.

Större delen av 2016 var Oleksandr föräldraledig.

Aktiviteter 2016

- Under hösten deltog han i 8:e internationella konferensen om avloppsprocesser och ledningsnät i Rotterdam, Nederländerna, med en presentation om nyttjande av DTS (Distributed temperature sensing) för att lokalisera förekomst av tillskottsvatten till spillvattenledningar i kallt klimat.
- Oleksandr presenterade också en poster om Monte Carlo-simulering för lokalisering och volymuppskattning av spillvattenförorening/förekomst i dagvattenledningar på den internationella konferensen Planering och teknik för hållbar stadsvattenförvaltning NOVATECH, Lyon, Frankrike.
- I samarbete med Luleå kommun utvecklade Oleksandr direkt användbar mjukvara för skattning av bräddvolymen spillvatten vid den första nya pumpstationen i

Luleå som använder klaffluckor för återströmningsskydd.

Publikationer

Panasiuk, O., Hedström, A., Ashley, R., & Viklander, M. (2016b). *Monte Carlo simulation for localisation and volume estimation of wastewater contamination in stormwater sewers*. NOVATECH 2016.

Panasiuk, O., Hedström, A., Langeveld, J., Liefing, E., Schilperoort, R., de Haan, C., & Viklander, M. (2016). *Using Distributed temperature sensing for locating infiltration and inflow into foul sewers in cold climate*. SPN8 2016, 8th International Conference on Sewer Processes & Networks.

Panasiuk, O., Hedström, A., Ashley, R., & Viklander, M. (2016). *Detection of Wastewater Discharges into Stormwater Sewers: Effects of Travel Distance on Parameters*. Journal of Environmental Engineering, 142(5).

2.3.2 Hållbara ledningssystem i kallt klimat



Youen Pericault, Doktorand

Handledare: Annelie Hedström, Bitr. Professor

Biträdande handledare: Maria Viklander, Professor

I detta projekt har olika strategier för att förbättra VA-ledningssystemens hållbarhet i kallt klimat utvärderats. Detta gäller såväl ny teknik och praxis för val, drift och förnyelse av ledningsnät. Det kan exempelvis handla om samförläggning eller samordnad förnyelse med andra infrastrukturer (fjärrvärme, vägar). Utvärderingarna görs med hänsyn till tekniska, ekonomiska, miljömässiga, sociala och hälsomässiga aspekter.

Aktiviteter 2016

- Under 2016 utvärderades inom Vinnovaprojektet Attract en innovativ lösning där ledningarna för vatten och avlopp i en isolerad kulvert läggs i samma grunda ledningsgrav som värms upp av returspillvärme från närliggande fjärrvärmesystem. Numerisk modellering och temperaturmätningar på ett pilotprojekt i Kiruna genomfördes i samarbete med Energiteknik vid LTU, företaget Elgocell AB och Tekniska Verken i Kiruna.
- En analys av VA- och värmeförsörjning genomfördes under 2016 i samarbete med SP Urban Water. Analysen baseras på exploateringsområdet Repisvaara, ett nytt planerat bostadsområde i Gällivare. Den innovativa samförläggningsslösningen byggd i Kiruna jämfördes med traditionella lösningar med avseende på olika hållbarhetskriterier inkl. kostnad, CO₂-utsläpp och tillförlitlighet.

- Under 2016 genomfördes en långsiktig analys av planeringsförutsättningar för VA-ledningars förnyelse i samarbete med NTNU, Norge. Syften med analysen var att uppskatta de långsiktiga effekterna av samordnad förnyelse av VA-ledningar och vägar på uppkomna investeringskostnader. En modelleringsmetod har utvecklats för detta ändamål och testas på en fallstudie i Gällivare.



Figur 18. Montering av temperaturgivare. Kiruna, juli 2016.

Publikationer

Pericault, Y., Hedström, A., Dahl, J., Vesterlund, M. (2016) *District heat tracing of water and sewer lines in Kiruna, Sweden*, Conference: Sanitation in Cold Climate Regions, 12-14/04/2016 Sisimiut, Greenland.

Pericault, Y., Risberg, M., Vesterlund, M., Hedström, A., Viklander, M. (2016) *A novel freeze protection strategy for shallow buried sewer pipes: temperature modelling and field investigation*. Proceedings of the 8th International Conference on Sewer Processes & Networks, 31/08-2/09 2016, Rotterdam, Netherlands

2.3.3 *Utmaningar för ledningsnät i kallt klimat*

Även i kalla regioner i världen spelar ledningsnätet en viktig roll för VA-systemets funktion. Förutom klimat-aspekter (såsom tjälproblematik och frysning) som påverkar ledningsnätets funktion, finns andra aspekter som är relevanta. Urbanisering sker ofta på de rurala områdenas bekostnad. Många inlandskommuner i Norra Sverige har under längre tid minskat i befolkning vilket ändrat belastningen på VA-systemet och minskat de ekonomiska ramarna för drift och underhåll av systemet samtidigt som omfånget av systemet fortfarande är det samma.

Aktiviteter 2016

- Våren 2016 blev Annelie Hedström inbjuden till konferensen Water Management in Cold Climate (WMCC 2016) som keynote speaker för att tala om utmaningarna för transportsystemen för vatten och avlopp i kalla regioner.
- Inför denna konferens genomfördes därför en studie tillsammans med Gilbert Svensson, baserat på VASS data från 2014.

I denna studie beräknades olika nyckeltal för Norrlandskommunerna och som sedan jämfördes med värden beräknade för Sverigemedel. I gruppen Norrlandskommuner exkluderades största kommunen/VA-bolaget i varje län. Detta för att tydliggöra situationen för VA-systemet i de mindre kommunerna.

Viktigaste resultat

Generellt är ledningsnäten för vatten och avlopp 2-4 gånger mer omfattande, räknat per person för norrlandskommunerna jämfört med Sverigemedel. Det förekommer mer vattenläckage, räknat per person i norrlandskommunerna medan ledningsbrotten var i samma storleksordning. Tillskottsvatten är ett problem som inte skiljer sig nämnvärt mellan norrlandskommunerna och övriga Sverige. Planerade investeringar i ledningsnätsförnyelse per ledningslängd är hälften så stora i medeltal för norrlandskommunerna jämfört med Sverigemedel. Även om norrlandskommunernas ledningsnät är mer omfattande, räknat i meter per person, vilket indikerar ett större behov för drift och underhåll, ligger VA-taxan för norrlandskommunerna strax under Sverigemedel. Detta indikerar att det finns potential för norrlandskommunerna att öka taxan något, men för det behövs en politisk vilja. Vidare får en mindre taxahöjning inte så stor effekt i små kommuner som numera har få abonnenter samtidigt som systemet är dimensionerat för en mycket större befolkningsmängd.

Publikationer

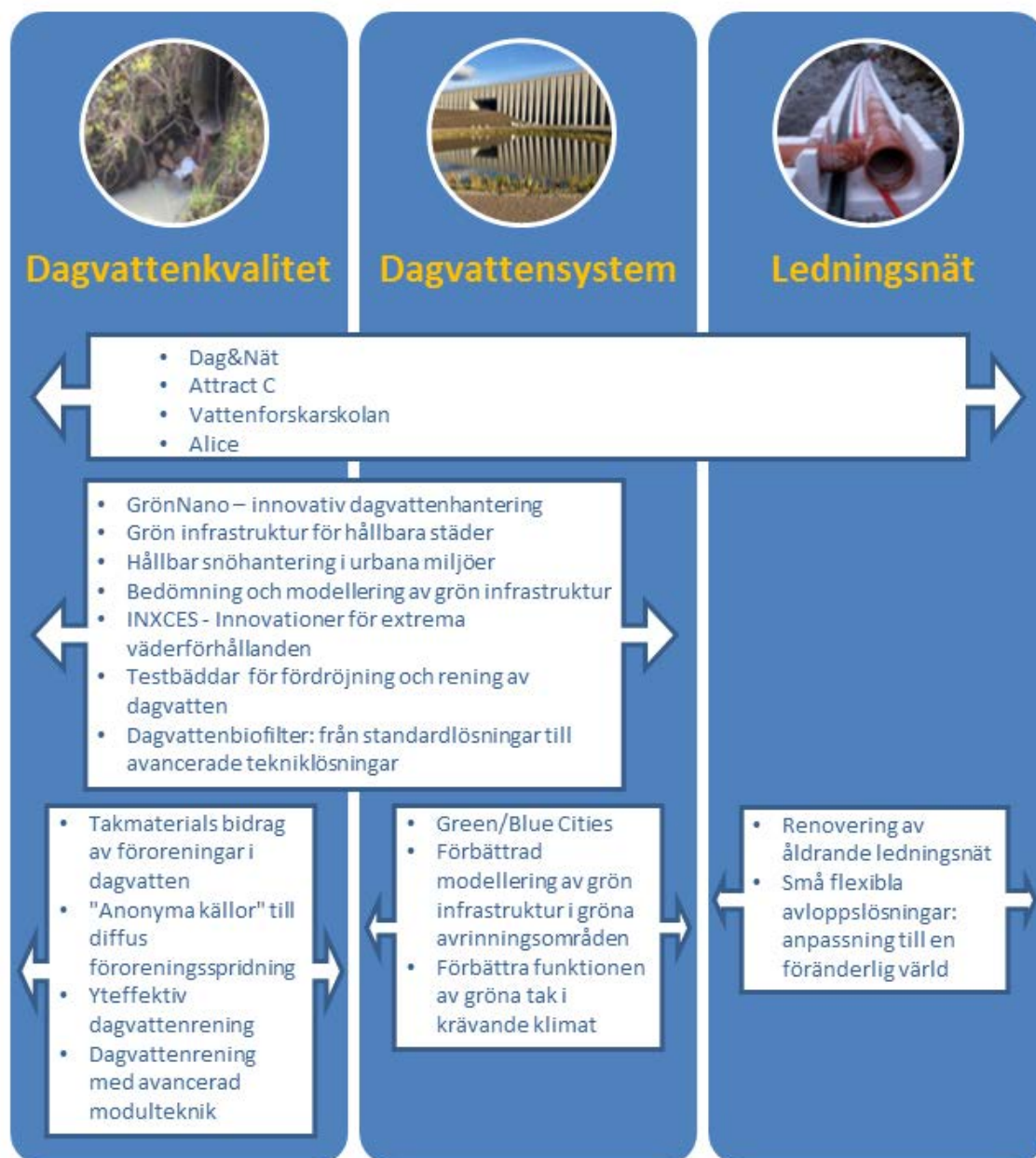
Hedström, A., Svensson, G. & Viklander, M. (2016). *Challenges in water and wastewater transport systems in cold regions*. International Conference WMCC 2016: Water and Wastewater Management – Challenges in Cold Climate 25-27 June 2016, Spitsbergen.

2.4 Projektportfölj

Tabell 1: Pågående och kommande projekt inom Dag&Nät 2016

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	totalt beviljade medel (kkkr)
SVU, grundarkommuner		Dag&Nät 2						5700 (SVU)* 3750 (5 medlemskommuner)
Formas		Renovering av åldrande ledningsnät						5037
		ALICE						7000
		Hållbar snöhantering i urbana miljöer						7208
		Förbättrad modellering av grön infrastruktur i gröna avrinningsområden						7444
		Förbättrad funktion - Gröna tak						5955
		Små flexibla avloppslösningar: anpassning till en föränderlig värld						3000
		Bedömning och modellering av grön infrastruktur för urbana avrinningsområden						3000
		INXCES - Innovationer för extrema väderförhållanden						3295
		"Anonyma källor": Identifiering och karakterisering av källor till diffus föroreningsspridning med urbant vatten						9676
		Dagvattenrening med avancerad modulteknik						2997
Formas, SVU		Vattenforskerskolan						590
		Yteffektiv dagvattenrening - Var? När? Hur?						9998 (Formas) 2000 (SVU)
Formas, Vinnova		Dagvattenbiofilter: från standardlösningar till utvecklade tekniklösningar						9578 (Formas) 2000 (SVU)
		Green/Blue Cities						3266 (Vinnova) 1418 (Formas)
Vinnova		ATTRACT C						6695
		GrönNano						
		Testbäddar - Testbädd för fördröjning och rening av dagvatten						240
Norrbotten Forskningsråd		Grön Infrastruktur för hållbara städer						3000
Lissheds Stiftelse		Takmaterials bidrag av föroreningar i dagvatten						87

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



Figur 19. Temafokus för aktuella projekt

2.5 Samarbetsparter

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



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

Kommunala företrädare

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

Privata verksamheter

Aqueductus AB, CIT Urban Water Management AB, DHI AB, Elgocell AB, Galären AB, Gällivare Energi AB, HSB Norr, IVL AB, Järven Ecotech AB, Kemira Oyj, Kronan Exploatering AB, Lindbäcks Bygg AB, LKAB, LKAB Fastigheter, NCC AB, Partners4UrbanWater, Purac AB, Rent Dagvatten AB, Statens fastighetsverk, Stockholms Hamnar AB, Storm-Tac, Sweco AB, Sweco Architects AB, Tyréns AB, Vattenmyndigheterna, Veg Tech AB



Figur 21: Dag&Näts internationella samarbetsparter

3 Kompetensförsörjning

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

3.1 Studentorienterad branschdag vid LTU

I februari 2016 anordnades för nionde gången i rad den årliga studentorienterade branschdagen vid LTU som arrangeras i första hand för studenter som läser kursen VA-system på civilingenjörsprogrammen Naturresursteknik och Väg&Vatten samt det tvååriga programmet Samhällsbyggnad. Även studenter som läser ingenjörsprogrammet Drift- och underhållsteknik bjöds in. Dessutom är branschdagen öppen för alla intresserade i VA-branschen. Arrangemanget genomförs i samarbete med branschorganisationen Svenskt Vatten.

Dagens tema var Hållbara Ledningssystem med särskilt fokus på DTS och möjliga tillämpningar i ledningsnätet, utmaningar med det befintliga ledningssystemet, schaktfritt ledningsbyggande samt samförläggning av VA och fjärrvärme. Utöver detta presenterade flera kommuner och konsultföretag olika aspekter av sin verksamhet och intressanta projekt som genomförts inom området. Under fikapausen fanns det möjligheter för deltagarna att prata och mingla med de företag och kommuner som ställde ut utanför föreläsningssalen. Dagen avslutades med gemensam middag.

3.2 Grundutbildning inom VA-området vid LTU

Grundutbildning på grundläggande och avancerad nivå för Stadens Vatten/VA-

teknik omsatte ca 2 miljoner kr under 2016. 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	54	Väg och Vatten
Hydraulik och geologi	0*	Väg och Vatten
VA-system	48	Väg och Vatten, Naturresursteknik
Hållbart byggande	72	Väg och Vatten, Naturresursteknik
Naturliga vatten-transportprocesser	17	Naturresursteknik
Naturresursteknik	23	Naturresursteknik
Avloppsvattenbehandling	11	Naturresursteknik
Dagvatten	21	Naturresursteknik, Arkitektur
Tillämpad hydraulik	24	Brandingenjör
Underhållsteknik för infrastrukturer	7	Drift & Underhåll
Dagvatten	24	Fristående kurs, Norrtälje

*Läsordningen för kurser på Väg&Vatten ändrades inför 2016 och två av kurserna som VA-teknik ansvarar för har senarelagts ett år. Därför ställdes kursen hydraulik och geologi in 2016.

Under 2016 har två examensarbeten med fokus på VA-teknik genomförts och publicerats vid LTU.

3.3 Riktad branschutbildning

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 ut-

byta erfarenheter kommuner emellan på operativ ingenjörsnivå, att diskutera aktuella frågeställningar samt att ta del av senaste nytt och resultat från aktuella projekt inom temat.

I slutet av 2016 planerades för ett kommande temamöte i februari 2017, denna gång inom området dagvattenkvalitet.

3.4 Övriga aktiviteter - praktikplats

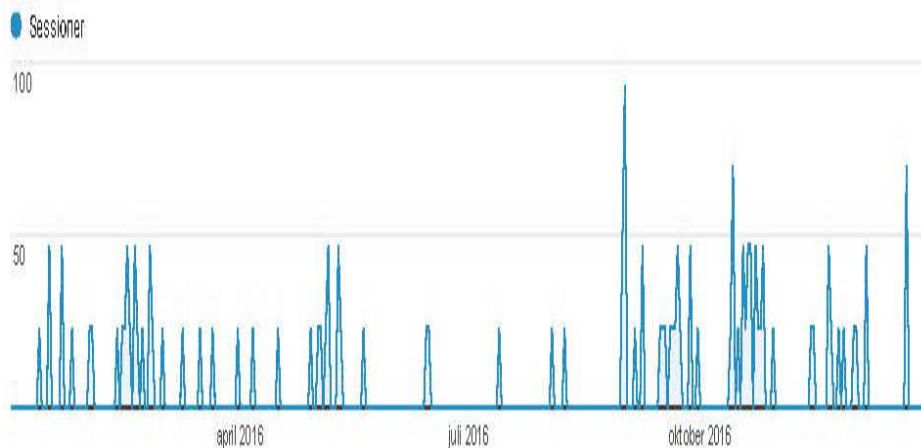
Med början i december 2016 togs en praktikant emot på Stadens Vatten/VA-teknik vid Luleå tekniska universitet för att under fyra månader ge henne möjlighet att få insyn i VA-forskning och projektarbete samt träna upp sina språkkunskaper.

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 2016.

4.1 Hemsida

Dag&Näts hemsida uppdateras kontinuerligt och besöktes under 2016 totalt 2258 gånger, varav 1490 visningar utfördes av unika besökare som i genomsnitt vardera besökte åtta sidor totalt åtta minuter. 34 % var nya besökare, 71 % besökte den svenska sidan och 29 % den engelskspråkiga versionen. Särskilt intresse för hemsidan uppstod under hösten 2016 i samband med Dag&Näts deltagande i VA-mässan (se figur 22).



Figur 22: Fördelning av antalet besök över året.

4.2 Nyhetsbrev

Information om Dag&Näts aktuella projekt och aktiviteter publiceras i ett nyhetsbrev som ges ut 3 – 4 gånger per år

och skickas ut elektroniskt till ungefär 1000 prenumeranter. Dessutom finns alla nyhetsbrev tillgängliga via hemsidan.

4.3 Sociala medier

Dag&Nät strävar efter att snabbt och enkelt kommunicera aktuell information om projekt och aktiviteter inom Dag&Nät till verksamma och intresserade användare inom VA-branschen. Sedan maj 2015 använder sig Dag&Nät också av Twitter @_DagNat för detta ändamål. Under 2016 steg antalet följare till > 100.

4.4 Artikelserie Ny Forskning och Teknik

För att möta ett uppmärksammat (från användarsidan) behov av mer lättillgänglig information om forskningsnytt framtogs en ny populärvetenskaplig artikelserie 2015. Serien lyfter och beskriver nyt-

tan 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 2016 har det publicerats två artiklar i serien (se pkt 4.10.6 för fullständig referens).

4.5 Vattenplattformen

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

4.6 Arrangerande av konferens

Svenskt Vatten Utveckling – Forskning och innovation för hållbar dagvattenhantering

30 november - 1 december hölls årets Forsknings- och innovationskonferens på temat Hållbar dagvattenhantering i Stockholm. Den arrangerades av Svenskt Vatten i samverkan med Dag&Nät som ingick i programkommittén och bidrog under konferensen med sin kompetens inom dagvattenområdet. Godecke Blecken, Günther Leonhardt, Alexandra Andersson Wikström, Heléne Österlund och Annelie Hedström från Dag&Nät deltog med presentationer i båda spåren, "Multifunktionella ytor och smarta lösningar för en god livsmiljö" samt "Lösningar för att minska utsläpp av föroreningar via dagvatten", varav sistnämnda leddes av Maria Viklander som moderator.

Under två dagar presenterades stora forsknings- och innovationsprojekt som aktuellt arbetar med att få fram lösningar för en dagvattenhantering som klarar framtidens klimat och miljökrav. Såväl ny teknik för dagvattenrening som lösningar som minskar risken för översvämningar presenterades av Sveriges ledande forskare och experter inom dagvattenområdet, bland annat från Dag&Nät.

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:

26-27 januari presenterade Heléne Österlund och Annelie Hedström Grön-Nano projektet på Vinnovas programkonferens för UDI projekt i steg 2 och 3 i Karlstad.

29 feb - 1 mars deltog Heléne Österlund och Maria Viklander i en workshop om hushållsdagvatten i Stockholm.

4 mars presenterade Heléne Österlund, Anna-Maria Perttu och Maria Viklander Dag&Nät och dess forskning på grön infrastruktur, avancerad reningsteknik, bättre snöhantering och förbättrad modellering av grön infrastruktur på en FoU-workshop om dagvatten i Stockholm.

11 mars höll Godecke Blecken en presentation om underhåll av dagvattenanläggningar på konferensen Vatten Avlopp Kretslopp 2016 i Karlstad.

15-16 mars deltog Kerstin Nordqvist i konferensen Labb i fokus i Stockholm

som i år bl.a. tog upp teman som metodutveckling och validering, rättvisande provtagning och analys, samt kvalitets-säkring av mätinstrument på laboratoriet.

16-17 mars deltog Dag&Nät som utställare i Svenskt Vattens Rörnät och Klimat konferens 2016 i Göteborg.

7 april deltog Godecke Blecken, Heléne Österlund och Maria Viklander i en workshop om hushållsdagvatten i Stockholm.

11-15 april presenterade Youen Pericault en prototyp för ytlig samför-läggning av vatten-, avlopps- och fjärrvärmeledningar på internationella konferensen om vatten- och avloppshantering i kallt klimat ARTEK Event 2016 i Sisimiut, Grönland.

10-11 maj deltog Dag&Nät med en monterutställning på Vattenstämman i Göteborg.

18 maj pratade Annelie Hedström om hållbarhetsproblematiken utifrån avloppsperspektiv på en lunchföreläsning för Ingenjörer utan gränser på LTU.

21-23 juni representerade Lena Goldkuhl Dag&Nät på internationella konferensen Water Innovation Europe 2016 i Bryssel och deltog i WssTP Ecosystem Services arbetsgruppsmöte som hölls i anslutning till konferensen.

22-24 juni presenterade Fredrik Nyström kort preliminära resultat från försök med kemisk fällning av smält snö på IWA konferensen Particle Separation 2016 i Oslo, Norge.

25-27 juni var Annelie Hedström bjuden som key-note speaker på EWA:s (Eu-

ropean Water Association) vatten- och avloppskonferens på Spetsbergen. Temat på Annelies presentation var "Utmärningar för transportsystemet för VA i kallt klimat" och baserades på en studie som Annelie under våren genomfört tillsammans med Gilbert Svensson och Maria Viklander.

28 juni – 1 juli representerades Dag&Nät av nio deltagare med både muntliga presentationer och posterpresentationer på internationella konferensen Novatech 2016, Lyon, Frankrike.

25-26 augusti var Godecke Blecken inbjuden att presentera sitt arbete om rätt val av dagvattenanläggningar och drift och underhåll på Klimatanpassningsdagar 2016 i Stavanger, Norge.

28 augusti – 2 september representerade Godecke Blecken och Joel Lönnqvist Dag&Nät på EcoSummit 2016 i Montpellier, Frankrike. Även på denna internationella konferens om ekologi och hållbar utveckling presenterade Godecke sitt arbete runt dagvattenanläggningar.

31 augusti - 2 september representerade Annelie Hedström, Oleksandr Panasiuk, Matthias Borris och Youen Pericault Dag&Nät på 8th IWA International Conference on Sewer Processes and Networks i Rotterdam, Holland. De höll även en presentation om sina respektive studier (DTS, påverkan av rörmaterial på dagvattenkvalitet, samt samförläggning av VA-system och fjärrvärme).

27-29 september deltog Dag&Nät som utställare under VA-mässan, Jönköping. Dessutom höll Maria Viklander i ett dagvattenseminarium med flera föreläsare, bl.a. Jenny Pirard (Stockholm miljöförvaltning) som resonerade kring vikten av dagvattenkvalitet, Alexandra Andersson

Wikström (LTU) som talade om uppströmsarbete, Heléne Österlund (LTU) om föroreningar i dagvatten, samt Thomas Larm (Stormtac) som pratade om beräkningar av dagvattenkvalitet. Vidare svarade Dag&Näts representanter på besökarnas frågor om dagvatten i Speaker's Corner.

4.8 Utmärkelser, priser och ärofyllda uppdrag

WG Ecosystem Services inom WssTP

Lena Goldkuhl är inom den Europeiska gemensamma plattformen för vattenteknik (Water Supply and Sanitation Technology Platform) ledare för arbetsgruppen Ecosystem Services (ESS) med säte i Bryssel. Gruppens mål är att skapa synergier mellan forskning och privata aktörer för att främja innovationer, utökat samarbete och stärkt konkurrenskraft.

Sundsvall Business Awards 2016

Maria Åhman Sällström, projekt- och utvecklingschef på MittSverige Vatten, vann utmärkelsen Årets Unga Ledare på Näringslivsgalan Sundsvall Business Awards den 22 september 2016. Priset delas årligen ut av Juniorhandelskammaren i Sundsvall till en ung person som visat ett starkt intresse för ledarskapsfrågor och vars värderingar och handlande visar på kvaliteter som vi vill ha i framtidens ledarskap. Ledorden i sammanhanget är ansvarstagande, entreprenöriell, inspirerande, målinriktad, lyhörd.

Rambölls pris för bästa examensarbete inom VA-teknik 2016

Helena Marttala som läst Miljö och Vatten på civilingenjörsprogrammet Naturresursteknik på LTU har tilldelats Rambölls pris för bästa examensarbete inom VA-teknik 2016. Hon genomfört ett omfattande arbete som sammanställts i rap-

porten "Hydrologiska modeller för uppskattning av föroreningsbelastning från dagvatten i ett urbant avrinningsområde". Motiveringen lyder "Ett mycket aktuellt ämne gällande vår framtida dagvattenhantering. Frågeställningen om hur näringsämnen belastar våra naturliga recipienter (mottagare) och vilket problem det är, är mycket aktuellt särskilt då dessa ofta är svårt att rena i urban miljö. Rapporten är även mycket lättläst med bra språk och bra disposition."

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

Al-Rubaei, A. M., Engström, M., Viklander, M. & Blecken, G.-T. (2016). *Long-Term Hydraulic and Treatment Performance of a 19-year Old Constructed Stormwater Wetland – Finally Matured or in Need of Maintenance?* Ecological Engineering, vol. 95, 73-82 s.

Al-Rubaei, A., Engström, M., Viklander, M. & Blecken, G.-T. (in press). *Effectiveness of a 19-Year Old Combined Pond-Wetland System in Removing Particulate and Dissolved Pollutants*. Wetlands, in press.

Al-Rubaei, A., Merriman, L.S., Hunt, W.F., Viklander, M., Marsalek, J. & Blecken, G.-T. (in press). *Survey of the Operational Status of 25 Swedish Municipal Stormwater Management Ponds*. Journal of Environmental Engineering, in press.

Borris, M., Leonhardt, G., Marsalek, J., Österlund, H., & Viklander, M. (2016). *Source-Based Modeling Of Urban Stormwater Quality Response to the Selected Scenarios Combining Future Changes in Climate and Socio-Economic Factors*. Environmental Management, 58(2), 223–237.

Borris, M., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2016). *Contribution of coarse particles from road surfaces to dissolved and particle-bound heavy metal loads in runoff: A laboratory leaching study with synthetic stormwater*. Science of the Total Environment, 573, 212–221.

Galfi, H., Haapala, J., Nordqvist, K., Westerlund, C., Blecken, G.-T., Marsalek, J., & Viklander, M. (2016). *Inter-Event and Intra-Event Variations of Indicator Bacteria Concentrations in the Storm Sewer System of the City of Östersund, Sweden*. Journal of Environmental Engineering, 142(7).

Galfi, H., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2016). *Indicator bacteria and associated water quality constituents in stormwater and snowmelt from four urban catchments*. Journal of Hydrology, 539, 125–140.

Karlsson, K., Blecken, G.-T., Öhlander, B., & Viklander, M. (2016). *Environmental Risk Assessment of Sediments*

Deposited in Stormwater Treatment Facilities: Trace Metal Fractionation and Its Implication for Sediment Management. Journal of Environmental Engineering, 142(11).

Mattsson, J., Hedström, A., Westerlund, L., Dahl, J., Ashley, R., & Viklander, M. (2016). *Impacts on rural wastewater systems in subarctic regions due to changes in inputs from households*. Journal of Cold Regions Engineering.

Mattsson, J., Mattsson, A., Davidsson, F., Hedström, A., Österlund, H., & Viklander, M. (2016). *Normalization of wastewater quality as a means of estimating Infiltration/Inflow and mass flows of metals*. Journal of Environmental Engineering, 142 (11).

Moghadas, S., Gustafsson, A.-M., Muthanna, T. M., Marsalek, J., & Viklander, M. (2016). *Review of models and procedures for modelling urban snowmelt*. Urban Water Journal, 13(4), 396–411.

Moghadas, S., Perttu, A.-M., Viklander, P., Marsalek, J., & Viklander, M. (2016). *Laboratory study of infiltration into two frozen engineered (sandy) soils recommended for bioretention*. Hydrological Processes, 30(8), 1251–1264.

Panasiuk, O., Hedström, A., Ashley, R., & Viklander, M. (2016a). *Detection of Wastewater Discharges into Stormwater Sewers: Effects of Travel Distance on Parameters*. Journal of Environmental Engineering, 142 (5).

Merriman, L. S., Moore, T. L. C., Wang, J. W., Osmond, D. L., Al-Rubaei, A. M., Smolek, A. P., Blecken, G.-T., Viklander, M. & Hunt, W. F. (2017). *Eval-*

uation of factors affecting soil carbon sequestration services of stormwater wet retention ponds in varying climate zones. *Science of the Total Environment*, vol. 583, 133-141s.

Søberg, L., Vollertsen, J., Blecken, G.-T., Nielsen, A. H., & Viklander, M. (2016). *Bioaccumulation of heavy metals in two wet retention ponds*. *Urban Water Journal*, 13(7), 697–709.

Winston, R., Al-Rubaei, A. M., Blecken, G.-T., Viklander, M. & Hunt, W. (2016). *Maintenance measures for preservation and recovery of permeable pavement surface infiltration rate: The effects of street sweeping, vacuum cleaning, high pressure washing and milling*. *Journal of Environmental Management*, vol. 169, 132-144 s.

Winston, R., Al-Rubaei, A. M., Blecken, G.-T. & Hunt, W. (2016). *A Simple Infiltration Test for Determination of Permeable Pavement Maintenance Needs*. *Journal of Environmental Engineering*, vol. 142, nr 10.

4.10.2 **Konferensbidrag**

Andersson-Wikström, A., Österlund, H., & Viklander, M. (2016). *Size fractionation of dissolved metals in stormwater in Umeå, Sweden*. International conference NovaTech, Urban Water – Planning and technologies for sustainable management 28/06/2016 - 01/07/2016.

Hedström, A., Svensson, G. & Viklander, M. (2016). *Challenges in water and wastewater transport systems in cold regions*. International Conference WMCC 2016: Water and Wastewater Management – Challenges in Cold Climate 25-27 June 2016, Spitsbergen.

Ljung, S., Goldkuhl, L., & Viklander, M. (2016). *Towards improved actor collaboration for better stormwater management*. International conference NovaTech, Urban Water – Planning and technologies for sustainable management 28/06/2016 - 01/07/2016.

Nyström, F., Nordqvist, K., Herrmann, I., Hedström, A., & Viklander, M. (2016). *Flocculation and membrane filtration of stormwater : laboratory experiments*. IWA Conference on Particle Separation : Advances in particle science and separation: meeting tomorrow's challenges 22/06/2016 - 24/06/2016.

Panasiuk, O., Hedström, A., Ashley, R., & Viklander, M. (2016b). *Monte Carlo simulation for localisation and volume estimation of wastewater contamination in stormwater sewers*. International conference NovaTech, Urban Water – Planning and technologies for sustainable management 28/06/2016 - 01/07/2016.

Panasiuk, O., Hedström, A., Langeveld, J., Liefing, E., Schilperoort, R., de Haan, C., & Viklander, M. (2016). *Using Distributed temperature sensing for locating infiltration and inflow into foul sewers in cold climate*. SPN8 2016, 8th International Conference on Sewer Processes & Networks.

Pericault, Y., Hedström, A., Dahl, J., Vesterlund, M., & Olsson, G. (2016). *District heat tracing of water and sewer lines in Kiruna, Sweden*. Presenterad vid Sanitation in Cold Climate Regions : 12/04/2016 - 14/04/2016.

Pericault, Y., Risberg, M., Vesterlund, M., Hedström, A., & Viklander, M. (2016). *A novel freeze protection strategy for shallow buried sewer pipes : tem-*

perature modelling and field investigation. Proceedings of the 8th International Conference on Sewer Processes & Networks.

Rujner, H., Leonhardt, G., Perttu, A.-M., Marsalek, J., & Viklander, M. (2016). *Advancing green infrastructure design: Field evaluation of grassed urban drainage swales*. Proceedings International conference NovaTech, Urban Water – Planning and technologies for sustainable management 28/06/2016 - 01/07/2016.

Zischg, J., Goncalves, M. L. R., Leonhardt, G., Kleidorfer, M., Rauch, W., & Sitzenfrei, R. (2016). *Von grauer zu grüner Wasserinfrastruktur am Fallbeispiel Kiruna*. Proceedings Aqua Urbantica 2016: "Miss es oder vergiss es" - Daten, Wissen und Konzepte für den Gewässerschutz bei Regenwetter (s. 113–118). Rigi-Kaltbad, Switzerland.

4.10.3 **Rapporter**

Al-Rubaei, A., Engström, M., Viklander, M. & Blecken, G.-T. (2016). *Långtidsfunktion hos en 19-årig dagvattenvätsmark*. SVU-rapport 2016-14.

Blecken, G.-T. (2016). *Kunskapssammanställning dagvattenrening*. SVU-rapport 2016-05.

Dag&Nät Verksamhetsberättelse 2015, (2015). Stockholm: Svenskt Vattens C-rapportserie

Sundin, S., Alm, H. & Persson, I. (2016). *Dagvattennytta i befintlig miljö – en jämförelse av lokal hantering och end of pipe?* Luleå tekniska universitet. GrönNano rapport 2016:10

Mattsson, J., Mattsson, A., Österlund, H. & Hedström, A. (2016). *Spåra källor till dagvattenföroreningar och samtidigt uppskatta tillskottsvattenmängden?* Luleå tekniska universitet. GrönNano rapport 2016:11

4.10.4 **Doktorsavhandlingar**

Al-Rubaei, A. M. (2016). *Long-term Performance, Operation and Maintenance Needs of Stormwater Control Measures*. Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet.

Borris, M. (2016). *Future trends in urban stormwater quality: effects of changes in climate, catchment characteristics and processes and socio-economic factors*. Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet.

Moghadas, S. (2016). *Urban Runoff and Snowmelt. Quantity and Quality Processes in Snow Deposits and Hydrologic Abstractions*. Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet.

4.10.5 **Examensarbeten**

Marttala, H. (2016). *Hydrologiska modeller för uppskattning av föroreningsbelastning från dagvatten i ett urbant avrinningsområde*. Civilingenjörsexamen, Naturresursteknik, 2016

Sandström, I. (2016). *Multikriterieanalys - Verktyg vid bedömning av framtida dricksvattenförsörjning*. Civilingenjörsexamen, Naturresursteknik, 2016

4.10.6 **Artikelserie "Ny Forskning och Teknik"**

Borris, M. & Viklander, M. (2016). *Grus på väg – Fällor och källor för dagvatt-*

nets tungmetallhalter. Ny Forskning och Teknik 3, Luleå tekniska universitet.

Borris, M. & Viklander, M. (2016). *Gör valet av rörmaterial skillnad?* Ny Forskning och Teknik 4, Luleå tekniska universitet.

4.10.7 **GrönNano publikationer**

Blecken, G.-T. (2016). *Rekommendationer för drift och underhåll av dagvattenanläggningar. Biofilter / rain gardens / växtbäddar*. Luleå tekniska universitet. GrönNano rapport 2016:03

Blecken, G.-T. (2016). *Rekommendationer för drift och underhåll av dagvattenanläggningar. Dagvattendammar*. Luleå tekniska universitet. GrönNano rapport 2016:04

Blecken, G.-T. (2016). *Rekommendationer för drift och underhåll av dagvattenanläggningar. Infiltrationsanläggningar*. Luleå tekniska universitet. GrönNano rapport 2016:05

Perttu, A.-M. (2016). *Avledning av vatten med diken*. Luleå tekniska universitet. GrönNano rapport 2016:06

Blecken, G.-T. (2016). *Rekommendationer för gestaltning av dagvattenanläggningar. Biofilter / rain gardens / växtbäddar*. Luleå tekniska universitet. GrönNano rapport 2016:07

Blecken, G.-T. (2016). *Rekommendationer för gestaltning av dagvattenanläggningar. Dagvattendammar*. Luleå tekniska universitet. GrönNano rapport 2016:08

Blecken, G.-T. (2016). *Rekommendationer för gestaltning av dagvattenan-*

läggningar. Gröna dagvattenstråk. Luleå tekniska universitet. GrönNano rapport 2016:09

Hedström, A., m.fl. (2016). *Avancerade reningskomponenter för dagvattensystem*. Luleå tekniska universitet. GrönNano rapport 2016:15

4.10.8 **Populärvetenskapliga artiklar**

Schade, J & Goldkuhl, L (2016) *Sjunde huset i Kiruna*, Husbyggaren, nr 4, s. 29-31.