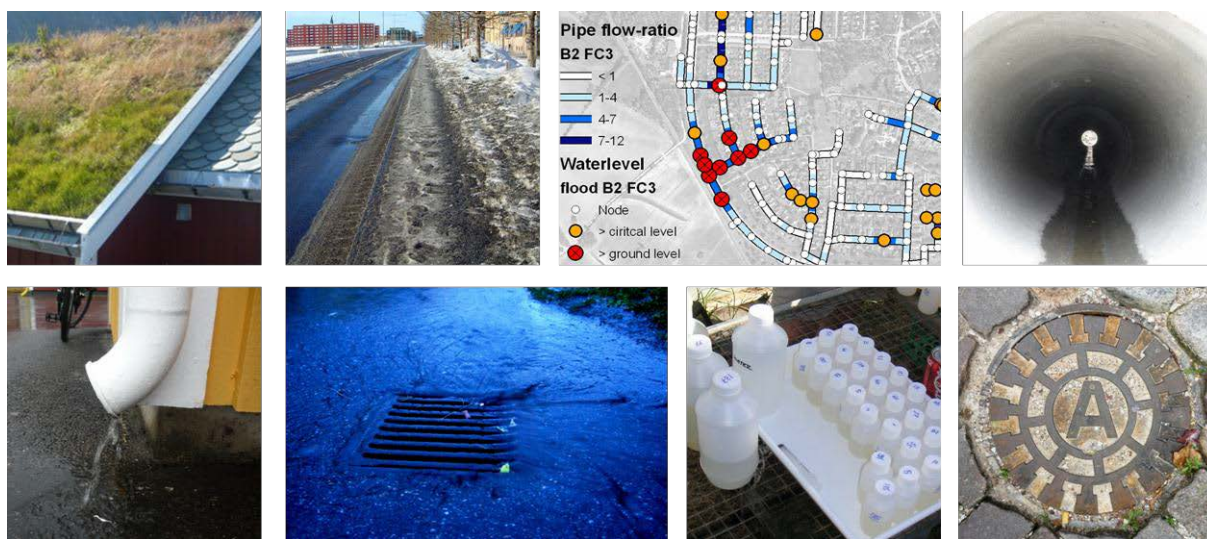




Forsknings- och utvecklingsprogram 2010-2013



Slutrappport



Innehåll

1	INTRODUKTION	3
1.1	DAG&NÄTS PARTNERS OCH EKONOMI	3
1.2	DAG & NÄTS VISION OCH STRATEGI	6
1.3	DAG&NÄTS ORGANISATION	6
1.3.1	STYRGRUPPENS SAMMANSÄTTNING OCH SAMMANTRÄDEN	6
1.3.2	LTU:S LEDNINGSGRUPPS SAMMANSÄTTNING	7
1.3.3	REFERENSGRUPPER	7
1.3.4	DAG&NÄTS PERSONAL	7
2	DAG&NÄTS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGSARBETE	10
2.1	NÄRA SAMVERKAN MED BEHOVSÄGARE	10
2.2	EGET LABORATORIUM	11
2.3	DAG&NÄT – VERKSAMHETSSTRUKTUR	11
2.4	TEMA A: DAGVATTENKVALITET: FRÅN REGN TILL RECIPIENT	12
2.4.1	DAGVATTNETS INNEHÅLL OCH VARIATIONER	13
2.4.2	SEDIMENT I DAGVATTEN	14
2.4.3	GRÖN INFRASTRUKTUR I NORDISKT KLIMAT	15
2.4.4	HYDROIMPACT – DAGVATTENKVALITET I ETT FÖRÄNDRAT KLIMAT	17
2.4.5	DAGVATTNETS PÅVERKAN PÅ URBANA VATTENDRAG I KALLT KLIMAT	19
2.5	TEMA B: DAGVATTENSYSTEM	19
2.5.1	EFFEKTER AV FÖRÄNDRADE REGN PÅ DAGVATTENSYSTEM	20
2.5.2	VATTENAVLEDNING FÖR EN SÄKER BEBYGGD MILJÖ	21
2.5.3	DAGVATTENSYSTEM – FUNKTION	22
2.5.4	DAGVATTENSYSTEM – ANSVAR OCH PLANERING	24
2.6	TEMA C: LEDNINGSNÄT	25
2.6.1	RESURSEFFEKTIVA LEDNINGSNÄT?	26
2.6.2	OVIDKOMMANDE VATTEN I LEDNINGSNÄT	27
3	KOMPETENSFÖRSÖRJNING	28
3.1	UTLOVADE LEVERANSER	28
3.2	STUDENTORIENTERAD BRANSCHDAG VID LTU	28
3.3	GRUNDUTBILDNING INOM VA-OMRÅDET VID LTU	29
4	KOMMUNIKATION	29
4.1	UTLOVADE LEVERANSER	29

4.2	ARRANGERANDE AV INTERNATIONELL KONFERENS	30
4.3	DELTAGANDE I KONFERENSER, SEMINARIER, INFORMATIONSMÖTEN, ETC	30
4.4	VA-MÄSSAN	32
4.4.1	SEMINARIET FRAMGÅNGSRIKT FOU-SAMARBETE	32
4.5	PUBLIKATIONER	32
4.5.1	VATTENVISIONEN	32
4.5.2	POPULÄRVETENSKAPLIGA PUBLIKATIONER, INKLUSIVE TV OCH RADIO	32
4.5.3	ARTIKLAR I VETENSKAPLIGA TIDSKRIFTER	33
4.5.4	KONFERENSBIDRAG	37
4.5.5	RAPPORTER	40
4.5.6	EXAMENSARBETEN	40
4.5.7	LICENTIATUPPSATSER	41

1 Introduktion

Dag&Nät (från början benämnt Kluster Nord) är ett forsknings- och utvecklingsprogram inom dagvatten och ledningsnät som i september år 2010 inrättades med Stadens vatten/VA-teknik vid Luleå tekniska universitet som huvudman. Dag&Nät är ett av totalt fyra högskoleprogram som under perioden 2010-2013 delfinansierats av Svenskt Vatten Utveckling.

Dag&Nät, under ledning av professor Maria Viklander, är ledande i Sverige på forskning inom dagvatten- och ledningsnätområdet. Övriga högskoleprogram är DRICKS vid Chalmers som fokuserar på dricksvatten, VA-södra vid Lunds tekniska högskola som fokuserat på avancerad avloppsvattenrening och etablering av VA-nätverk, samt VA-kluster Mälardalen som fokuserar på resurseffektiv avloppsvattenrening och slamhantering. Förutom dessa fyra finns en långvarig satsning på ekonomi högskolan i Lund och dess studier av ekonomiska förhållanden kopplat till svensk VA-verksamhet,

Svenskt Vatten Utvecklings högskoleprogramsatsning 2010-2013 har varit viktig eftersom den har lyft vattenfrågor, och då inte minst dagvattenhantering och anslutna frågor högre på forsknings- och utvecklingsagendan. Genom grundfinansieringen har medfinansiering funnits för att kunna söka och beviljas ytterligare projektmedel inom området, både nationellt och internationellt. Grundfinansieringen har därmed kunnat växlas upp, vilket har gett ett oerhört mervärde till branschen.

1.1 Dag&Näts partners och ekonomi

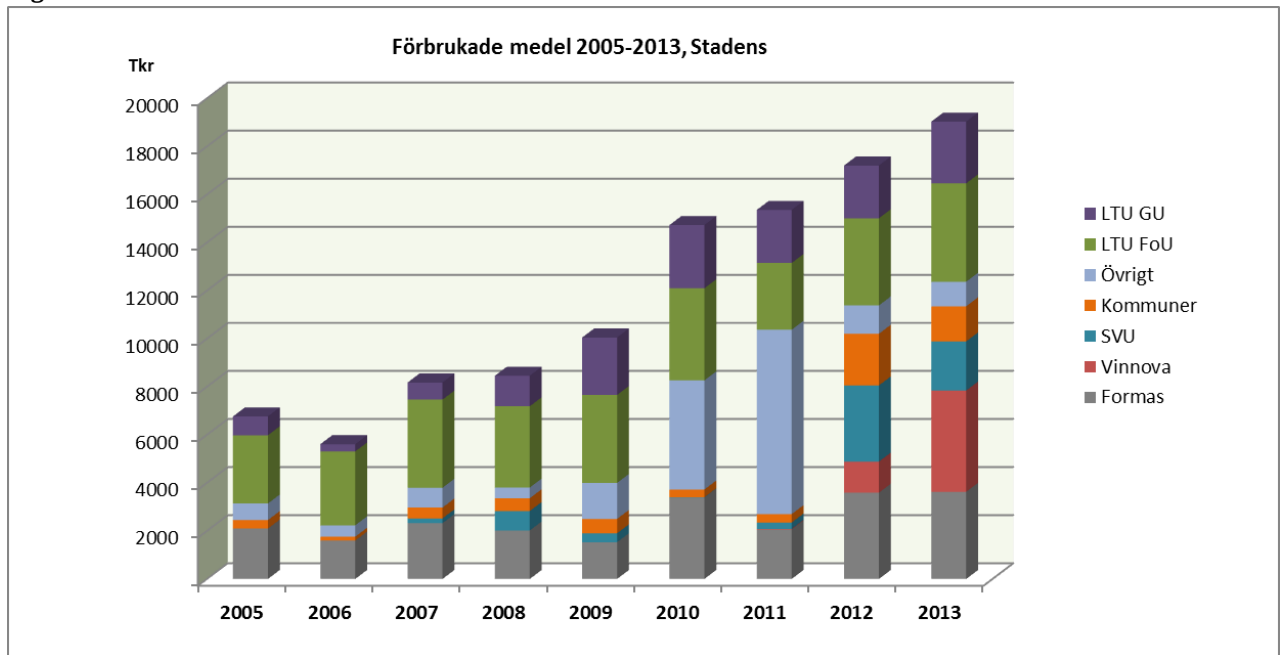
Dag&Nät (www.ltu.se/dag-nat) möjliggjordes genom en gemensam satsning från Svenskt Vatten Utveckling, MittSverige Vatten AB (Sundsvall, Timrå och Nordanstig), Vatten Östersund, Umeva AB (Umeå), Vatten- och avfallsavdelningen Skellefteå kommun, VA-avdelningen Luleå kommun samt Luleå tekniska universitet, som under en 3-årsperiod gemensamt satsade totalt 13,2 miljoner (varav Svenskt Vatten Utveckling stod för 4,5 miljoner) på att stärka forskningen och utvecklingen inom dagvatten- och ledningsnätområdet.

Under åren har, baserat på medlemmarnas behov, framarbetats och inlämnats ansökningar om FoU-medel, för att ytterligare växla upp Dag&Näts verksamhet. Glädjande nog har utfallet från ansökningarna varit gott, vilket har medfört utökad projektportfölj. Sålunda har ett antal nya projekt tillförts Dag&Näts verksamhet under perioden, finansierade av EU, Formas, Vin- nova, Länsförsäkringar, Svenska Institutet samt Stiftelserna J Gust Richert och Lisshed.

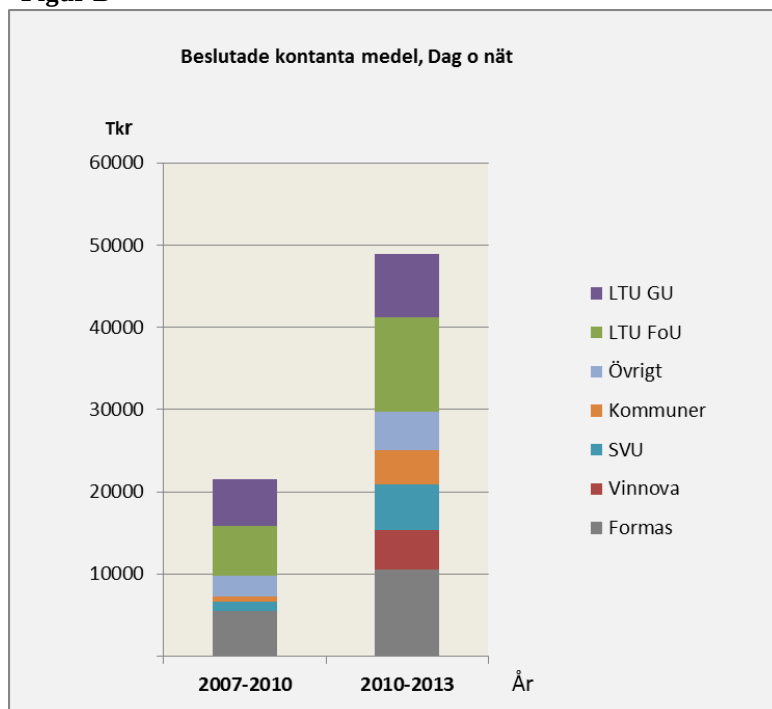
Dag&Nät fungerar därmed som paraply för ytterligare projekt inom dagvatten- och ledningsnätområdet utöver de som grundfinansieringen medgett. Förutom medel till forskning och utveckling tillförs drygt 2 miljoner årligen till verksamheten för utbildning inom VA-området, såsom VA-kurser och examensarbeten inom branschen. I dagsläget uppgår Dag&Näts omsättning till ca 19 miljoner/år (ca 16,5 exklusive grundutbildningsmedel), och därmed har det långsiktiga omsättningsmålet om 7-8 miljoner/år (exklusive grundutbildningsmedel) överträffats med råge, se Figur 1 A.

Effekten av Svenskt Vatten Utvecklings satsning på högskoleprogram syns även i volymen beviljade forskningsmedel en jämförelse av Dag&Näts första period och motsvarande 3- årsperiod innan inrättandet av Dag&Nät visar att volymen har ökat från ca 20 mkr till nästan 49 mkr (inkl grundutbildning) (Figur 1 B). För en mer detaljerad översikt över Dag&Näts totala volym inklusive in-kind insatser, se figur 1C. Externa (dvs ej fakultetsmedel) forskningsmedel har ökat från omkring 10 mkr till nästan 30 mkr, den gemensamma satsningen har medfört att vi tillsammans ökat forskningsvolymen inom VA-området markant.

Figur A



Figur B



Figur C

Klusterekonomi Dag o nät, år 2010-2013					
Direkt finansiering som förbrukats av Stadens vatten			Finansiering via övriga forskningsprojekt hos Stadens vatten		
			<i>(projekt exempel i kursiv)</i>		
Bidrag			Formas		10 516 200
Svenskt Vatten Utveckling		4 500 000	<i>Hydrologiska klimatteffekter</i>		
Skellefteå kommun (tekniska kontoret)		450 000	<i>Snösmältning i Urban miljö</i>		
Vatten Östersund		900 000	<i>Nydanande biofilter</i>		
MittSverige Vatten AB		900 000	<i>ALICE</i>		
Luleå kommun (tekniska kontoret)		1 200 000	<i>GreenBlue Infrastructure</i>		
Umeva		600 000	<i>Extremhändelser i dagvatten</i>		
Kommuner totalt		4 050 000	Vinnova		4 844 000
Totala bidrag som förbrukats		8 550 000	<i>Rent vatten</i>		
			<i>Attract</i>		
			<i>GreenBlue Infrastructure</i>		
Kostnader			Svenskt vatten utveckling		799 000
Lönekostnader			<i>Extremhändelser i dagvatten</i>		
Seniorer		3 316 108	<i>Långtidstjänstgöring av dagvattenvårkare</i>		
Doktorander		2 016 229	Övrigt		5 012 700
Koordinering		430 751	<i>Nya Gården - ELTs strukturfonder, Trafikverket</i>		
Löner totalt		5 763 088	<i>Gröna tak - Norrbottens Forskningsråd, J Gust Fiebert, Lisshed</i>		
Material/utrustning		801 512	<i>Dagvattenkvalité - Svenska Institutet</i>		
Fält		442 006	<i>Vägvattenhantering - SLG</i>		
Analys		862 304	<i>Vattenavledning för en säker bebyggd miljö - Länsförsäkringar</i>		
Resor		354 126	Totalt		21 171 900
Övriga kostnader		430 694	Finansiering via fakultetsmedel hos Stadens vatten		
Totala kostnader hos LTU		8 653 730	LTU FoU		11 541 200
Totalt (minus = underskott)		-103 730	Finansiering via Grundutbildningen hos Stadens vatten		
			LTU GU		7 627 300
			Total finansiering Kluster Dag o nät		
					50 490 400
Finansiering via In-kind, kommuner					
Skellefteå kommun (tekniska kontoret)		300 000			
Vatten Östersund		350 000			
MittSverige Vatten AB		150 000			
Luleå kommun (tekniska kontoret)		450 000			
Umeva		150 000			
Växjö		200 000			
Totalt		1 600 000			

Figur 1. Projektmedel Dag&Nät, redovisat per finansiär.

A/ Omsättning perioden 2005 – 2013

B/ Beviljade projektmedel för 2007-2010 resp 2010-2013.

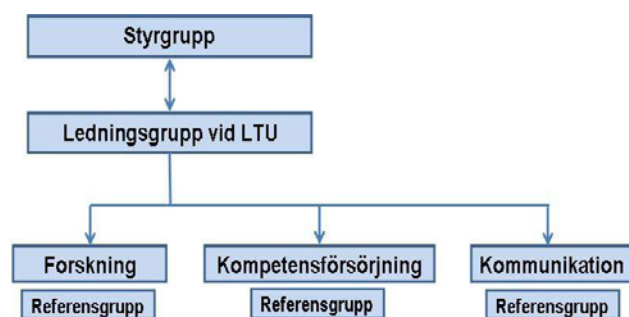
C/ Dag&Näts totala volym inkl. in-kind

1.2 Dag & Nät vision och strategi

Visionen är att Dag&Nät år 2020 är ett internationellt ledande forskningscentrum för kunskaps- och kompetensutveckling inom dagvatten- och ledningsnätområdet. För att nå visionen initierar och genomför Dag&Nät behovsdrivna forsknings-, utvecklings- och utbildningsinsatser inom dagvatten- och ledningsnätområdet. Dag&Nät har särskilt gjort sig känt genom satsningen på att tillhandahålla behovsanpassad forskning och utveckling inom områdena kvalitet, dagvattensystem och ledningsnät, vilket möjliggörs genom ett ytterligare stärkt samarbete med befintliga aktörer, samt genom att knyta nya aktörer till verksamheten. Samtidigt är Dag&Nät en viktig katalysator för samverkan inom VA-området, som har skapat nya mötesplatser för aktörer inom området.

1.3 Dag&Näts organisation

Organisationen för Dag&Nät består av en styrgrupp, ledningsgrupp samt referensgrupper. Organisationen redovisas i Figur 2.



Figur 2: Dag&Näts organisation

1.3.1 Styrgruppens sammansättning och sammanträden

Styrgruppen har under perioden bestått av:

Ordförande:

Stefan Marklund, Luleå kommun

Vice ordförande:

Stefan Johansson, Skellefteå kommun

Projektledare:

Maria Viklander, LTU

Projektkoordinator:

Camilla Westerlund, LTU (t o m våren 2011)

Lena Goldkuhl, LTU (fr.o.m 15 augusti 2011 till februari

2012) Sylvia Kowar, LTU (från februari 2012)

Ledamöter:

Malin Engström, VAK, Växjö

Ulf Thysell, RÖK (t.o.m hösten 2011)

Elin Jansson, RÖK (från dec 2012)

Mathias Larsson, Umeva AB, Umeå kommun, samt RÖK (t.o.m september 2012)

Per Grünhagen, Umeva AB, Umeå kommun (från okt 2012)

Micael Löfqvist, Mittsverige Vatten, Sundsvall

Rickard Johnson, Östersund kommun (t.o.m hösten 2011)

Conny Simonsson, Östersund kommun (fr.o.m. hösten 2011 till hösten 2012)

Kolbjörn Rydén, Östersunds kommun (från hösten 2012)

Adjungerad:

Daniel Hellström, Svenskt Vatten

Under perioden har styrgruppen sammanträtt vid tre tillfällen/år. Närvaron vid samtliga styrgruppsammanträden har varit mycket god.

1.3.2 LTU:s ledningsgrupps sammansättning

Ledningsgruppen har bestått av Maria Viklander, Annelie Hedström, Godecke Blecken, samt Camilla Westerlund (t.o.m. september 2011), Lena Goldkuhl (t.o.m. februari 2012) respektive Sylvia Kowar, Stadens vatten/VA-teknik, LTU (fr.o.m mars 2012).

1.3.3 Referensgrupper

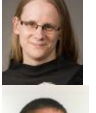
Från början var avsikten att en referensgrupp skulle knytas till varje delprojekt. Syftet med referensgrupperna, som skulle bestå av branschföreträdare, var dels att respektive projekts utveckling skulle stöttas via generell relevansbedömning och styrning baserad på medlemmarnas kunskap och kontakter och dels en direkt kunskapsöverföring. Ett antal referensgrupper finns i dagsläget (gruppernas sammansättning beskrivs under respektive forsknings- och utvecklingsprojekt) men eftersom samtliga av de kommuner som är engagerade i Dag&Nät har en kritisk arbetsbelastning, beslutades att inte bestycka samtliga delprojekt med referensgrupp. Istället har styrgruppen beslutat att knyta en referensgrupp till respektive tema.

1.3.4 Dag&Näts personal

När Dag&Nät startade omfattade verksamheten fem seniora forskare, fyra doktorander och en förste forskningsingenjör. De seniora forskarna var professor Maria Viklander, tekn dr Annelie Hedström, tekn dr Godecke Blecken, tekn dr Camilla Westerlund (t.o.m. september 2012), samt tekn dr Anna-Maria Gustafsson. Doktoranderna var Jonathan Mattsson, Matthias Borris, Annicka Cettner (t.o.m. juni 2012), samt Karolina Berggren (t.o.m. oktober 2012), och förste forskningsingenjör är Kerstin Nordqvist.

Sedan uppstarten av Dag&Nät har sex nya forskarstuderande rekryterats; Helen Galfi, Shahab Moghadas, Laila Söberg, Ahmed Al-Rubaei, Oleksandr Panasiuk, samt Hendrik Rujner. Därtill har en ny projektkoordinator rekryterats, fil mag Sylvia Kowar, samt tekn lic Stefan Marklund (fr.o.m. januari 2013). Ytterligare rekryteringar är seniora forskare, dvs. fil dr Lena Goldkuhl, med bakgrund som VVS-ingenjör (fr.o.m. juni 2011), tekn dr Richard Newman (fr.o.m. oktober 2012), tekn dr Ralf Rentz (fr.o.m. mars 2013), samt tekn dr Heléne Österlund (fr.o.m. april 2013).

För att ytterligare stärka forskningsprofilen inom Dag&Nät har tre adjungerade professorer knutits till verksamheten,. Dessa är Jiri Marsalek, chef för National Water Research Institute i Burlington i Kanada, professor Richard Ashley från Pennine Water Group i Storbritannien samt Gilbert Svensson, anställd vid CIT Urban Water Management AB i Göteborg. Nedan presenteras de personer från LTU som under perioden arbetat inom Dag&Nät.

Maria Viklander	Professor	
Jiri Marsalek	Professor, adjungerad	
Gilbert Svensson	Professor, adjungerad	
Richard Ashley	Professor, adjungerad	
Lena Goldkuhl	Projekt-koordinator, Fil dr	
Sylvia Kowar	Projekt-koordinator	
Annelie Hedström	Fil mag Universitetslektor	
Anna-Maria Gustafsson	Universitetslektor, bitr.	
Camilla Westerlund	Forskningsassistent	
Godecke Blecken	Forskningsassistent	
Richard Newman	Post Doc	
Ralf Rentz	Post Doc	
Heléne Österlund	Post Doc	
Stefan Marklund	Tekn lic	

Ahmed
Al-Rubaei

Doktorand



Karolina
Berggren

Doktorand



Matthias
Borris

Doktorand,
Tekn lic



Helen
Galfi

Doktorand



Hendrik
Rujner

Doktorand



Jonathan
Mattsson

Doktorand



Shahab
Moghadas

Doktorand



Oleksandr
Panasiuk

Doktorand



Laila
Søberg

Doktorand



Annicka
Cettner

Tekn.dr



Kerstin
Nordqvist

Forsknings-
ingenjör, 1:e



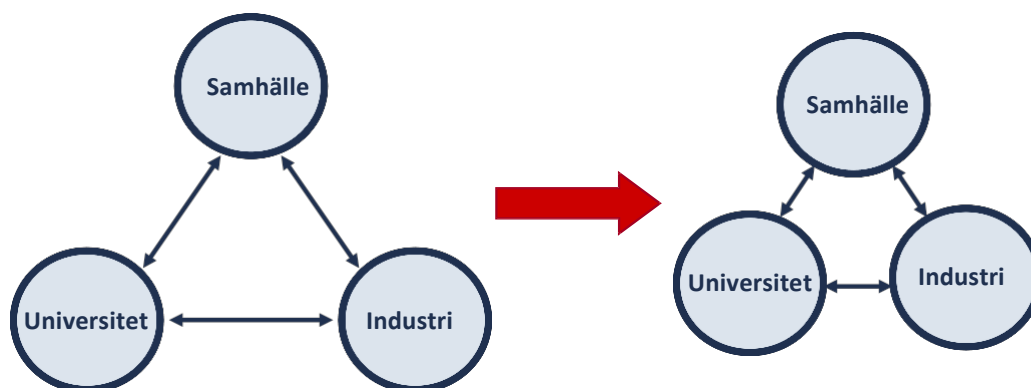
2 Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete

Under perioden 2010-2013 har Dag&Nät utvecklat och förmedlat forskningsbaserad kunskap samt byggt nätverk inom dagvatten- och ledningsnätsområdet, med utgångspunkt i samhällets behov, hållbarhet och klokt resursutnyttjande, i nära samverkan med privata och offentliga aktörer. Dag&Nät bygger på ett stort engagemang hos alla medverkande aktörer syftande till långsiktigt samarbete, för att tillsammans möta och bemästra framtida utmaningar inom VA-området.

Dag&Näts 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 lednings-system
- **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

För att åstadkomma detta arbetar Dag&Nät efter Triple helix-konceptet, dvs. genom nära samverkan mellan samhälle, näringsliv och universitet vilket bidrar till en livfull, innovativ och vetenskaplig process, där parterna ständigt kommer närmare varandra, se figur 3.



Figur 3. Dag&Näts samverkansarbete

2.1 Nära samverkan med behovsägare

I praktiken innebär Dag&Näts samverkansarbete (Figur 3) att de deltagande parterna ofta träffas vid fysiska möten. Vid dessa tillfällen möts bland annat forskare och operativpersonal för att diskutera de senaste forskningsrönen, samt för att gemensamt arbeta på djupet för att utveckla ny kunskap, identifiera problemområden och utvecklingsmöjligheter. Under perioden har Dag&Nät vid ett flertal tillfällen besökt samtliga medlemskommuner. Vanligen har upp-lägget på dessa möten varit att förmiddagen har ägnats åt att träffa operativ personal för att

diskutera pågående projekt och att lyssna till deras syn på utvecklingsbehov inom VA-området. Eftermiddagen har sedan fokuserats på planering och utveckling för det kommande året, samt mer djupgående behovsinventering. De behov och möjligheter som identifierats har sedan varit basen för framdriften av de pågående FoU-projekten. Därtill har vi baserat på dessa behov framarbetat och inlämnat ansökningar om FoU-medel, med glädjande gott utfall, vilket har lett till att ett flertal projekt har tillförts Dag&Näts paraply. Utöver möten med medlemskommunerna har separata projektmöten avhållits, både gällande pågående FoU-projekt samt som initial- och spånarmöten inför projektstart och operativa val.

Dag&Näts paroll är:

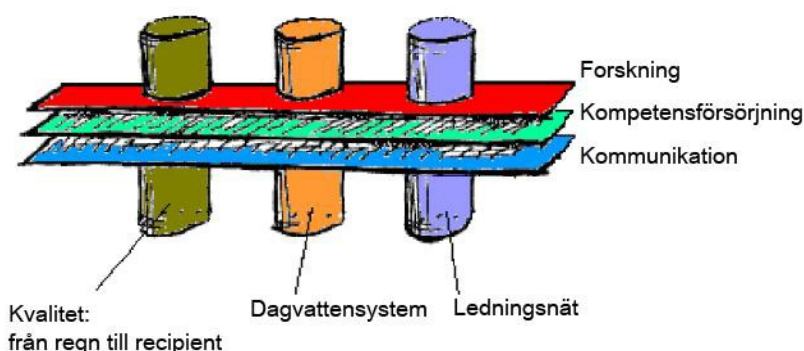
“Genom samverkan och utveckling initierad av Dag&Nät medverkar vi på sikt till en **intressantare och roligare bransch** - därmed också lättare att rekrytera framtida kollegor till”

2.2 Eget laboratorium

Dag&Nät har en oerhört viktig tillgång i det laboratorium som VA-teknik/Stadens vatten äger och förfogar över. Eftersom en stor andel av det forskning- och utvecklingsarbete som utförs inom Dag&Nät bygger på provtagningar i fält, kan vi i och med att vi äger vårt eget laboratorium utföra en mycket större mängd analyser, än vad som hade varit fallet om alla analyser hade behövt köpas av ett externt laboratorium, eftersom det hade kostat så oerhört mycket mer. Därtill medför det egna laboratoriet att vi har ytor och utrustning för att ställa upp experimentella försök. Därtill har Dag&Nät upprättat ett stort antal fältstationer tillsammans med kommunerna i Luleå, Östersund, Växjö, m.fl.

2.3 Dag&Nät – verksamhetsstruktur

För att säkerställa våra målsättningar, öka utbytet av erfarenhet, kompetens och kunskap samt förbättra samspelet mellan praktisknära frågeställningar, utveckling, forskning och utbildning har Dag&Näts verksamhet delats upp i tre ansvarsområden; forskning, kompetensförsörjning och kommunikation. Dessa tre områden illustreras som horisontella plan i Figur 4.



Figur 4: Dag&Näts verksamhetsstruktur

Verksamheten har bedrivits med utgångspunkten att Dag&Näts olika aktiviteter ska integreras så långt det är möjligt, dvs. att forskning, kompetensförsörjning och kunskapsförmedling ska vara starkt sammanflätade. Uthållig dagvatten- och ledningsnätshantering innefattar allt från vattnets kvantitet och kvalitet, transport och behandling ända fram till vem som i varje del har

ansvaret är för vattenhanteringen. För att säkerställa helhetssyn i frågan samt för att garantera integrationen av de olika delarna har tre teman identifierats:

- Tema A - Dagvattenkvalitet: från regn till recipient
- Tema B - Dagvattensystem
- Tema C - Ledningsnät

Specifika frågeställningar adresseras inom dessa teman. Vissa frågeställningar har bäring på fler än ett tema, vilket medför att stort arbete läggs på koordinering och kommunikation mellan temagrupperna.

2.4 Tema A: Dagvattenkvalitet: från regn till recipient



Temat "Dagvattenkvalitet: från regn till recipient" leds av Godecke Blecken, Forskningsassistent, Stadens vatten/VA-teknik, LTU.

Referensgrupp: Ulrika Olofsson (Umeva), Anna Bodén (Skellefteå kommun), Stefan Marklund tf (Luleå kommun), Linnea Mothander (MittSverige Vatten), Jenny Haapala (Östersund)

Dagvattenhantering, dvs. ytlig avrinning från vägar och gator, har länge varit en fråga om att på effektivaste sätt avleda nederbördsvattnen till närmaste recipient (vattendrag), utan hänsyn till vattnets kvalitet och recipientpåverkan (exempelvis sedimentära avlagringar, kemisk förorening). För att minska dagvattnets miljöbelastning har i efterhand olika typer av dagvattenanläggningar (t ex (svack)-diken, 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 är inte klarlagt vilken miljömässig betydelse anläggningen har för recipienten. Systemen påverkar uppenbart såväl vattnets som föroreningars rörelsemönster. Till exempel återfinns de partiklar som avsätts i diken och dammars bottenskikt, på infiltrationsytor av olika slag eller som sediment i ledningar och vattendrag. Hur väl olika typer av anläggningar fungerar på kort och (framför allt) lång sikt liksom risken för sekundär föroreningsspridning från redan avskilda föroreningar är till stora delar okänd mark idag. Då partikelavskiljning/infångning här är att betrakta som en hörnsten är ökad kunskap om dagvattensediment absolut nödvändig för att framta effektiva strategier vid byggandet av det uthålliga samhället.

Under perioden 2010-2013 har fem forsknings- och utvecklingsprojekt (varav ett är indelat i två delprojekt) bedrivits inom temat:

- Dagvattnets innehåll och variationer
- Sediment i dagvatten
- Grön infrastruktur i nordiskt klimat
 - Biofilter för dagvattenbehandling i nordiskt klimat
 - Gröna tak i nordiskt klimat
- Hydroimpact – Dagvattenkvalitet i ett förändrat klimat
- Dagvattnets påverkan på urbana vattendrag i kallt klimat

2.4.1 Dagvattnets innehåll och variationer



Helen Galfi, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Godecke Blecken, Forskningsassistent

Jiri Marsalek, Adj professor

Referensgrupp: Jenny Haapala, Östersunds kommun och Helena Jonsson, Skellefteå kommun.

Inom projektet ”Dagvattnets innehåll och variationer” har doktoranden Helen Galfi arbetat med att undersöka kort- och långsiktiga variationer i dagvattenkvaliteten (koncentrationer av bakterier, metaller, näringsämnen mm). Fokus var på både variationer under ett regn, mellan olika regn, samt årstidsbundna variationer. I projektet undersöks även platsberoende variationer, dvs. föroreningar i dagvattnet från olika avrinningsområden. Syftet är att kunna framta nya schablonhalter som kan anpassas efter plats och tid. Schablonhalterna kan exempelvis användas vid belastningsberäkningar på recipienter samt under planeringsprocesser.

Perioden 2011-2013

Under 2011 genomfördes ett gediget planeringsarbete inför mätningarna och byggandet av fältstationer i Östersund respektive Luleå. Planerings- och utredningsarbetet var omfattande eftersom val av plats för en fältstation är kritiskt för resultatens relevans. Fältstationer har därefter byggts i både Östersund och Luleå. Inom projektet har även ett provtagningsprogram upprättats för att undersöka bakterieförekomst i dagvatten.



Figur 5. Mätningar i Östersund

I Östersund påbörjades under 2012 omfattande fältarbeten. Under ett antal nederbördstillfällen har dagvattenkvalitet provtagits för olika avrinningsområden i staden och analyserats med avseende på indikatorbakterier och metaller. Dessutom har det undersökts hur automatisk respektive manuell provtagning påverkar resultaten.

2.4.2 Sediment i dagvatten



Kerstin Nordqvist, 1:e forskningsingenjör/laboratorieansvarig
Handledare: Maria Viklander, Professor
Biträdande handledare: Godecke Blecken, Forskningsassistent
Jiri Marsalek, Adj Professor
Referensgrupp: Jenny Haapala, Östersunds kommun

En stor del av dagvattenföroreningar (t ex tungmetaller, bakterier och vissa organiska föreningar) som följer med regn och smältvatten är partikelbundna. Dessa partiklar kommer från antropogena källor som trafik, fordon, vätskeläckage, slitage från däck och gatubeläggningar, korrosion och lokalt atmosfäriskt avfall. Partiklar kan kategoriseras med avseende på storlek, form, struktur och densitet samt med olika kemiska och mikrobiologiska egenskaper. I Sverige är den vanligaste metoden för mätning av partiklar i akvatiska miljöer (vattenmiljöer) den konventionella TSS-metoden (Total Suspended Solids). Ursprungligen är TSS-metoden framtagen för avloppsvatten. Trots detta används metoden för att analysera partikelinnehåll i alla typer av naturliga eller antropogent påverkade vatten, inklusive dagvatten. Tidigare undersökningar har visat att TSS-metoden underskattar den totala partikelkoncentrationen i dagvatten, då den varken fångar upp de största eller de minsta partiklarna.

Att underskatta mängden stora partiklar i dagvatten är problematiskt ur dimensioneringssynpunkt av själva dagvattenanläggningarna eftersom dessa då kommer att fyllas upp tidigare än beräknat, eller sättas igen, vilket gör att de inte fungerar som avsett. Detta har en påverkan på drift och underhåll av dessa system och kan leda till ökade underhållskostnader. Vidare kan direkta stopp uppstå i dagvattensystemet som i sin tur både kan medföra ökade bräddningar (recipientbelastningar) och översvämningar (av t ex källare) som i sig är kostsamma. Med dagens mätmetod underskattas även mängden av de minsta partiklarna i dagvattnet. Dessa har stor betydelse för den miljöpåverkan dagvattnet har på recipienterna, då de i sig kan vara föroreningar eller bärare av föroreningar. Målet med detta projekt var därför att utveckla en alternativ metod för analyser av sediment i dagvatten.

Perioden 2010-2013

Förste forskningsingenjör Kerstin Nordqvist har under perioden arbetat ca 15 % inom projektet. Hon har utvärderat resultaten från försök där en jämförelse av olika analysmetoder för partikelkoncentrationer i både artificiella och naturliga dagvatten har genomförts. Hon har även planerat inför laboratorieundersökningar avseende lyfthöjdens betydelse för partikelsammansättning i vattnet.

2.4.3 Grön infrastruktur i nordiskt klimat



Laila Søberg, Doktorand

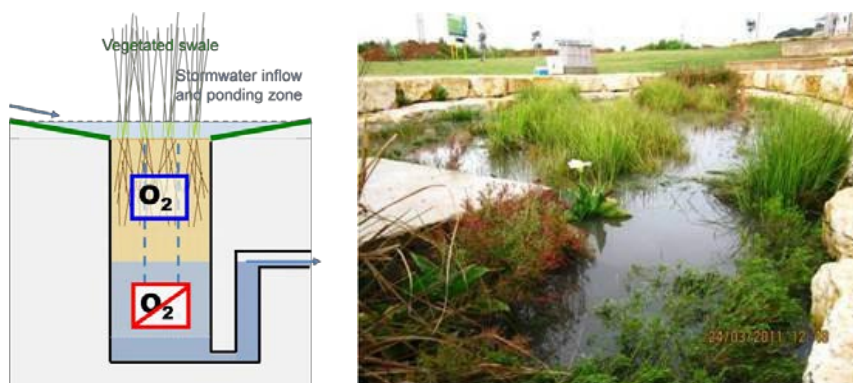
Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Godecke Blecken, Forskningsassistent

Allt fler forskare framhåller vikten av att övergå från de traditionella rörsystem som idag i huvudsak används för att hantera dagvatten, till nya, mer hållbara, gröna metoder, s.k. grön infrastruktur. Søberg har under perioden dels arbetat med att undersöka funktionen hos biofilter för dagvattenbehandling i nordiskt klimat, dels arbetat med att undersöka funktionen hos gröna tak i nordiskt klimat.

2.4.3.1 Biofilter för dagvattenbehandling i nordiskt klimat

Biofilter för dagvatten (s.k. rain gardens) är en behandlingsmetod som har utvecklats sedan 1990-talet och som idag är mycket populär i framför allt USA och Australien. Biofilter är växtbevuxna infiltrationsbäddar, där vattnet infiltrerar och renas av växterna och filtermaterialet, se Figur 6.



Figur 6. Schematisk bild och landskapsbild av "rain garden"-biofilter

Biofiltren har ett flertal fördelar, som god förmåga att fördröja stora flöden samt att rena (även lösta) föroreningar i dagvattnet innan det släpps ut till recipienten. Dessutom är det en estetisk och naturnära teknik som mycket väl kan integreras arkitektoniskt i både nya och befintliga stadsmiljöer, se Figur 6.

Labbförsök vid bl.a. LTU har visat att "rain garden"-biofilter har en stor potential för dagvattenrening och vattenfördröjning även i regioner med kalla vintrar. Farhågor finns dock att filtren inte fungerar tillfredsställande under vinterperioden, eftersom det under vinter/vår kan uppstå problem med reningseffekten då salthalten i dagvattnet och därmed andel lösta metaller höjs, samt att de biologiska processerna och växtligheten påverkas (negativt) av låga temperaturer. Dessutom saknas det i Sverige saknas fortfarande erfarenhet av "rain garden"-biofilters prestanda i praktiken.



Figur 7. Labbförsök med biofilterkolonner vid LTU

Perioden 2012-2013

Syftet med projektet är att i labbförsök undersöka hur höga salthalter i dagvattnet påverkar funktionen av biofilter under vinterförhållanden. Hälften av biofiltren har utrustats med en vattenmättad zon som används för att öka den annars otillfredsställande kvävereningen. Projektet startade på allvar i juni 2012, då biofilterkolonner byggdes och sattes igång, se Figur 6. Under vintern 2012/13 genomfördes labbförsök. Dessa labbförsök föregicks av studier av dagvattnets salinitetshalter i kallt klimat. Försöken avslutades i april 2013. Data från försöken kommer att analyseras och utvärderas under 2013. De första resultaten kommer att presenteras på NordIWA-konferensen i Malmö under hösten 2013.

Under 2013/2014 kommer labbförsöken att kompletteras med en pilotanläggning, där hänsyn kommer att tas till både filtrens reningsförmåga och kapacitet att infiltrera vattnet under vintern/ snösmältningen. Fältförsök i pilotanläggningen kommer att leverera data om praktiska biofilterprestanda under olika årstider samt utgöra en demonstrationsanläggning för intresserade kommuner och företag.

2.4.3.2 Gröna tak i nordiskt klimat

Syftet med detta projekt är att testa gröna tak i nordiskt klimat, med speciell hänsyn till nettoproduktion av dagvatten, dagvattenkvalitet och fördröjning under olika årstider samt även (tak)växternas frostsålbildighet.

Perioden 2012-2013

Ett fastighetsbolag i Luleå har under 2012 uppfört en samling bostadshus i två våningar. I en sektion utformas dess tak som ett grönt tak, dvs. det beläggs med sedumgräs. Huset gränsar mot ytterligare en huskropp med konventionellt hårdgjort tak av ungefär samma storlek. Denna konstellation ger bättre möjlighet att undersöka vilka relativa effekter ett grönt tak har på dagvattenflöden. Sedan våren 2012 mäts flödet från taken kontinuerligt med automatiska flödesmätare och kalibreras mot nederbördsdata från väderstationer i Luleå. Dagvattenkvalitetsprover tas regelbundet.



Figur 8: Huset med det gröna taket i förgrunden och det svarta referenstaket till höger



Figur 9. Grönt tak (till vänster i bild) täckt av snö

2.4.4 Hydroimpact – Dagvattenkvalitet i ett förändrat klimat

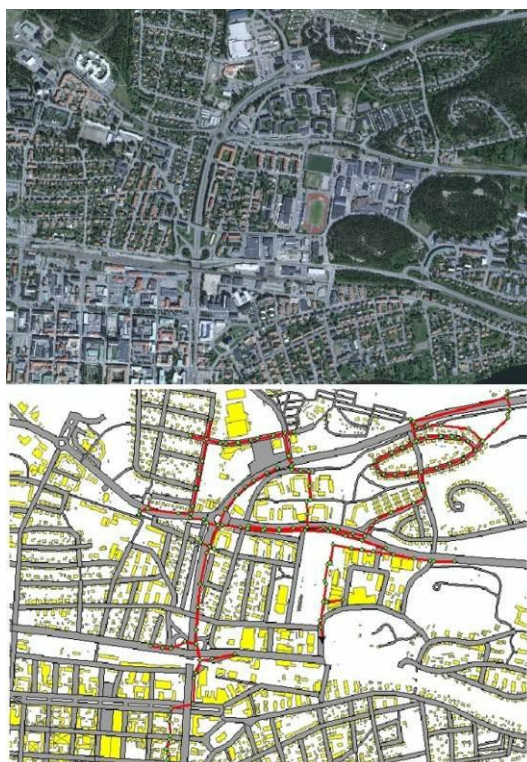


Matthias Borris, Doktorand
 Handedare: Maria Viklander, Professor
 Biträdande handledare: Godecke Blecken, Forskningsassistent
 Jiri Marsalek, Adj Professor

Olika ämnens koncentration och sammansättning i dagvattnet varierar mycket på grund av nederbördens intensitet och varaktighet, samt förekommande torrperioder dvs. hur länge det varit uppehåll mellan regnen. Dessa faktorer kommer att förändras i framtiden pga. klimatförändringarna. Till exempel kommer nederbördens intensitet att öka i vissa områden, vilket kan leda till en förändrad föroreningstransport i dagvattnet. Vidare kommer nederbörd i form av regn att inträffa oftare under vintermånaderna då marken kan vara frusen och täckt med snö vilket förändrar avrinningsmönstret vintertid, vilket i sin tur kan påverka föroreningstransporten. Även olika effekter av urbanisering och miljöpolicy är intressanta att ta hänsyn till vid prognostisering av framtida dagvattenkvalitet.

Perioden 2011-2013

Under 2011 byggde Borris den matematiska modellen med Mike Urban-programvara som bas. Han har även i samarbete med SMHI insamlat data och anpassat denna för modellen. Under 2012 kalibrerade Borris en dagvattenmodell för Skellefteå och Kalmar stad i SWMM, och utförde kontroller för att testa modellens tillförlitlighet. Därefter har han modellerat effekterna av förändrade regnmönster på koncentrationen av TSS (Total Suspended Solids) i dagvattenflöden. Han har även genom s.k. kontinuerliga modellsimuleringar undersökt hur olika klimat och typer av avrinningsområden kan komma att förändra dagvattnets kvalitet med avseende på TSS. Han har även simulerat framtida möjliga förändringar i dagvattenkvalitet utifrån olika scenarios, med utgångspunkt i klimatförändringar, förändrad markanvändning, och lokal fördröjning av dagvatten. Resultaten presenteras i Borris licentiatuppsats som han försvarade i juni 2013.



Figur 10. SWMM-modellen

2.4.5 Dagvattnets påverkan på urbana vattendrag i kallt klimat



Ralf Rentz, Post Doc

Dagvatten innehåller en rad olika ämnen, inklusive föroreningar. Vilka föroreningar och i vilken omfattning beror på en rad olika faktorer såsom plats, tid på året, etc. Beroende på dagvattnets kvalitet samt recipientens status behövs ibland rening av dagvattnet. Eftersom såväl dagvattnets som recipienternas egenskaper varierar och därigenom även följderna av ett utsläpp, var syftet med detta projekt att undersöka dagvattnets påverkan på recipienter, med avseende bl.a. på säsongsvariationer pga. snösmältning.

Perioden 2010-2013

I anslutning till tre stycken dagvattenutlopp i Luleå togs prover på bottensediment dels från anslutande diken, dels från vattnet nedströms dagvattenutloppen, både höst och vår. Bottensedimentens innehåll analyserades med avseende på ca 20 föroreningar, däribland kvicksilver, järnoxid, aluminiumoxid, krom. Under analysen användes sediment från en referenspunkt i Luleå som inte påverkas av dagvatten som referens. Slutsatsen är att dagvattenutsläpp påverkar koncentrationen av föroreningar i de analyserade bottensedimenten, samt att relativt höga nivåer av föroreningar följer med dagvattnet till den mottagande recipienten.

2.5 Tema B: Dagvattensystem



Temat "Dagvattensystem" leds av Anna-Maria Gustafsson, bitr lektor, Stadens Vatten/VA-teknik, LTU.

Referensgrupp: Pär Nyström (Umeva), Nils-Erik Hedblad (Skellefteå kommun), Stefan Marklund tf (Luleå kommun), Linnea Mothander och Lotta Johansson (MittSverige Vatten), Jenny Florberger (Östersund)

Under de senaste åren har i samhället skett ett ökat antal översvämningar, där antingen ledningssystemen eller närliggande vattendrag inte klarat av att hantera de flöden som har kommit. Lokalt i länet kan noteras att år 2012 var ett av de nederbördsrikaste någonsin, vilket resulterade i den högsta uppmätta årsavbördningen i Luleås avloppsnät. Enligt klimatforskarna kommer framtida nederbörd förändras i och med pågående klimatförändringar, vilket kommer att innebära intensivare regn, större snömängder under vintern samt förändringar i våt- kontra torrperioder. För att nå ett säkert urbant vattensystem bör det därför bättre planeras hur skadorna kan minimeras, hur vattnet ska avledas via (mark)ytan för att inte orsaka skada där infrastrukturen är svag (källare med avloppsanslutning) eller där det förekommer mycket mänsklig aktivitet.

För att uppnå en uthållig dagvattenhantering måste hänsyn tas till kvalitet, kvantitet och omhändertagande med avseende på såväl miljö, hälsa, teknik som ekonomi. Även olika typer av risker förknippade med dagvattnet bör hanteras under uthållighetsbegreppet. Med andra ord är det ett stort antal faktorer som behöver vägas in för bästa möjliga helhetslösning.

Vid bedömning av hur VA-systemet kan påverkas av klimatets variationer, såväl korta förlopp (årstidsvariationer) som långa (klimatförändringen) är det viktigt att utgå från den helhet som

systemet utgör, att allt hör ihop och de olika delarna påverkar varandra: *dagvatten-spillvatten-dränvatten*.

Under perioden 2010-2013 har fyra forsknings- och utvecklingsprojekt (varav ett är indelat i två delprojekt) bedrivits inom temat:

- Effekter av förändrade regn på dagvattensystem
- Vattenavledning för en säker bebyggd miljö
- Dagvattensystem – funktion
 - Infiltrationsanläggningars funktion
 - Dagvattenvåtmarkers funktion
- Dagvattensystem – ansvar och planering

2.5.1 Effekter av förändrade regn på dagvattensystem



Karolina Berggren, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Anna-Maria Gustafsson, Forskningsassistent,

Richard Ashley, Adj. Professor

I detta projekt studerar Karolina Berggren hur framtida klimatförändring kan påverka dagens dagvattensystem. Detta har inneburit arbete med dagvattensystem och dess hydrauliska kapacitet, anpassning av klimatmodelldata för användning i urbana miljöer, samt bedömning av effekter i systemet och hur detta kan påverkas av olika faktorer som olika regnindata, klimatfaktorer eller andra förändringar i avrinningsområdet eller systemet.

Perioden 2010-2013

Under perioden har Berggren fokuserat på frågeställningar relaterade till skillnader i beräkningsutfall beroende av typ av regn som indata till modellen, dvs. enkla regnhändelser (förenklad beskrivning av regn, även kallat designregn) jämfört med användande av uppmätt data från regn. Detta har studerats med Sverige som utgångspunkt, med hänsyn till rådande rekommendationer. Detta gäller både för utvärdering av system i dagens situation och med tanke på framtida klimatförändring. Undersökningarna är genomförda med hjälp av modelleringsverktyget Mike Urban, samt kopplad hydrologisk-hydraulisk avrinnings- och ledningsnätmodell MouseShe, från DHI, för ett avrinningsområde utanför Kalmar.

Därefter har bl.a. ett dagvattensystems funktion jämförts vid val av olika typer av regn som indata, samt olika metoder för att anpassa regnen till framtida klimat testats. Att använda en enkel klimatfaktor som läggs på ett regn (enligt rekommendation från P104) ger en bedömning av systemets säkerhetsnivå, medan en mer detaljerad metod (Delta change, för applicering av olika faktorer på en observerad tidsserie av regn) ger tydligare koppling till förändringar i framtida klimat. För kommuner är mätningar av egna regndata viktigt ur många aspekter – inte minst för att möjliggöra val av metod vid bedömning av klimatpåverkan på systemen. Dessutom har olika urbana ytors bidrag till avrinningen studerats. Dels via handledning av examensarbete (av Axel Lans) med koppling till planeringsprocessen och möjligheter att studera områden via modeller i ett tidigt skede. Därutöver har gröna/genomsläppliga ytors inverkan på avrinningssituationen i ett urbant område studerats. Denna typ av områden är intressanta och kan ses som potentiella för att minska effekter av klimatförändring och extrema vädersituationer, men i vissa situationer (t ex vid hög vattenhalt i jorden) kan dessa ytor istället ge en ökad avrinning till dagvattensystemet.

2.5.2 Vattenavledning för en säker bebyggd miljö



Shahab Moghadas, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Anna-Maria Gustafsson, Bitr lektor,

Jiri Marsalek, Adj. professor

Referensgrupp: Mikael Johansson, Skellefteå kommun, Staffan Mettävainio, Länsförsäkringar.

Att i grunden förändra infra- och bebyggelsestrukturer i våra städer är både tidsmässigt trögt och påtagligt resurskrävande arbete. Trots detta är det viktigt att vi redan nu börjar anpassa oss för att klara av framtida klimatförhållanden. I vissa fall kommer tekniska lösningar att utgöra anpassningen, medan i andra fall stadens planering i form av naturliga vattenvägar (vid översvämning) samt beredskapsinsatser utgöra garanten för att omfattningen av negativa konsekvenser i en stad begränsas. För att möjliggöra detta behövs utvärderingsverktyg för att kunna prioritera vart åtgärder ska sättas in. Dessutom behövs nya metoder utvecklas för att avleda ytavrinnande vatten, och på så sätt minska belastningen på våra ledningar och därmed risken för översvämning. Exempel på sådana alternativa lösningar är dammar och grönytor där vattnet kan avdunsta, infiltreras eller bara bromsas upp så att toppen från mycket intensiva regn hinner avklinga innan vattnet når ledningarna. De alternativa lösningarna, är utformade så att dagvattnet skall transporteras långsammare än i de traditionella avledningssystemen. De kan även ge ett mervärde i boendemiljön med mer grönytor och öppna vattenytor.

Perioden 2010-2013

Frågor som inom ramarna för detta delprojekt har undersökts är: Hur kommer klimatförändringarna att påverka de urbana avrinningssystemen som helhet, med utgångspunkt i snösmältning? Vilka effekter kommer detta ha på VA-nätet? Hur kan de urbana avrinningssystemen utvecklas på ett hållbart sätt för att anpassas till klimatförändringarna?

Tidigare studier visar att av de två huvudmetoder som står till buds, energibudgetmetoden samt temperatur-indexmetoden, ger energibanadsmetoden bättre volymsuppskattningar och även bättre tidsförlopp. Emellertid är denna komplexa modells större behov av datamängd en nackdel som kan påverka (verklig) prediktionsprecision.

Denna frågeställning har nu studerats genom att bedöma den inbyggda svårigheten att framta behövligt underlag för systematisk data- och parameteranalys. Här användes Utah energy and mass balance (UEB) för att jämföra verkliga mätdata från år 1991 och 1992 för två snölager belägna på LTU:s campusområde. Studiens syfte var att undersöka hur fixa parametrar och input data påverkar simuleringsförloppet. Resultaten integrerade med en GIS-plattform förväntades leverera en stabil metodik för att simulera snösmältning i urban miljö mer precist än dagens modellverktyg. I modellarbetet nyttjades vidare data från SMHI. I simuleringen modifierades input-data för att studera tänkbara ändringar i utgående variabler, likasom omvänt beroende.

Resultaten visar modellkänslighet gentemot styrande klimatdata, temperatur samt solinstrålning, de visar också latent värmeöverföring kan påverka modellutfall. I studien drogs också den slutsatsen att en specifik modell inte ensamt väl kan beskriva snösmältning i en urban komplex miljö. Därför behövs ett angreppssätt vari olika metoder utvecklas lämpliga för specifika komponenter i urbana förhållanden. Detta angreppssätt kommer vidare att

utvecklas genom ett optimerat nyttjande av tillgängliga modeller och dataunderlag, beaktat nödvändig prediktionssäkerhet.



Figur 11. Tidig snösmältning på villagata av normalutförande. Notera omfattande ytlig vattenbildning!

2.5.3 Dagvattensystem – funktion



Ahmed Al-Rubaei, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Godecke Blecken, Forskningsassistent

Referensgrupp: Malin Engström, Växjö

Under de senaste åren har en rad dagvattenanläggningar av varierande typ byggts runt om i landet. Behovet av kunskap om dessa olika anläggningars långsiktiga funktion med avseende på såväl funktion, som drift och underhåll är stort. Al-Rubaei har under perioden dels arbetat med att undersöka funktionen hos infiltrationsanläggningar, dels arbetat med att undersöka funktionen hos dagvattenvåtmarker.

2.5.3.1 Infiltrationsanläggningars funktion

Inom detta delprojekt har den hydrauliska funktionen av dränerande asfalt (permeabel asfalt) studerats av doktoranden Ahmed Al-Rubaei. Långtidsdräneringsförmåga för två bostadsgator med permeabel asfalt i Haparanda och Luleå har undersökts med avseende på asfaltens infiltrationskapacitet och porositet efter 18 respektive 25 år av drift. Därtill har vikten av gatusopning för att asfalten ska behålla eller återskapa sin dräneringsförmåga studerats, i syfte att leda till rekommendationer för underhållsåtgärder av permeabel asfalt. Al-Rubaei har 2012 vidare studerat infiltrationskapaciteten av ett stort antal infiltrationsanläggningar med gräsarmerad betong i Växjö, för att med statistiska metoder kunna analysera vilka faktorer som bidrar till goda prestanda eller motsatt som bidrar till igensättning.



Figur 12. Studier av permeabla ytor i Växjö. Till vänster: villagata med permeabel sidosektion. Till höger: montage av dubbelring-infiltrrometer.

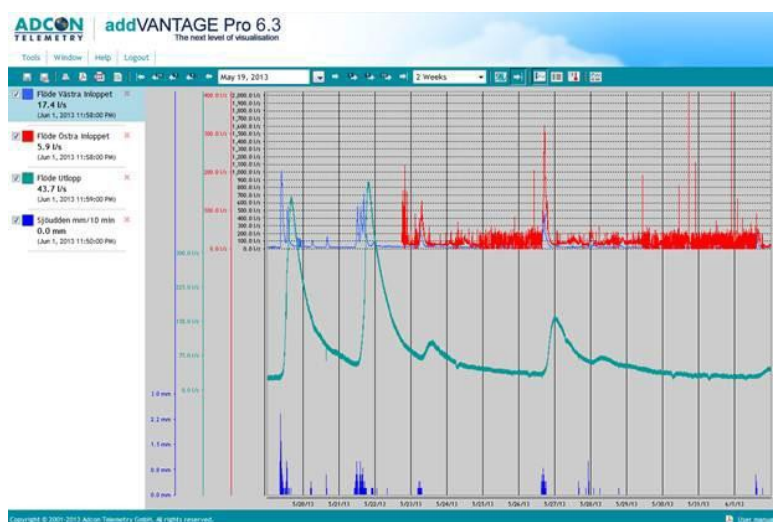
2.5.3.2 Dagvattenvåtmarkers funktion

Dagvattenvåtmarker har visats vara effektiva för både fördröjning och rening. Våtmarker har (åtminstone till en början) en bättre reningsfunktion än en vanlig dagvattendamm eftersom även mycket fina partiklar ($<125\mu\text{m}$) och lösta (biotillgängliga) föroreningar renas. Trots att våtmarker används i ganska stor utsträckning i hela Sverige är det oklart om deras långtidsprestanda är tillfredställande. Eftersom byggandet av dagvattenreningsanläggningar har ökat kraftigt de senaste åren kommer det att bli många fler åldrande anläggningar, vilket gör det viktigt att utvärdera långtidsfunktionen för att kunna säkerställa en tillförlitlig drift och funktion av dessa anläggningar. I dagsläget saknas det dock studier som utvärderar långtidsfunktionen (>15 år) av dagvattenvåtmarker och dammar. De flesta studier har undersökt relativt nyanlagda anläggningar. Därför följer Ahmed Al-Rubaei upp långtidsfunktionen av Bäckaslövs våtmark (i kombination med den uppströms liggande dammen) som byggdes 1994 i Växjö.



Figur 13. Container med provtagningsutrustning i Växjö

Eftersom funktionen av Bäckaslövs våtmark har utvärderats mycket detaljerat efter byggnationen finns det omfattande data från den nyanlagda anläggningen som de nya värdena kan jämföras med. Genom att följa upp långtidsfunktionen av Bäckaslövs våtmark kan slutsatser även dras för hur övriga anläggningar skall skötas för att bibehålla sin funktion och säkra reduktionen på lång sikt. I samarbete med Växjö kommun har tre mätstationer uppförts under hösten-vintern 2012/13. In- och utflödet till filtren samt pH, konduktivitet mm mäts kontinuerligt vid alla tre mätstationer. Vid mätstationerna kommer dagvattenprover att tas med automatiska provtagare som möjliggör flödes- och tidsproportionell provtagning. Under sommaren 2013 kommer prov att tas från botten-sedimentet som analyseras på föroreningar.



Figur 14. Flödesdata vid in- och utloppet samt nederbörd vid våtmarken i Växjö

2.5.4 Dagvattensystem – ansvar och planering



Annicka Cettner, tekn dr

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Annelie Hedström, Universitetslektor

Inom ramarna för Dag&Näts verksamhet blev Cettner den första att utexamineras som doktor, i och med att hon slutförde och försvarade sitt avhandlingsarbete i slutet av 2012. Avhandlingen visar att det nu finns en öppenhet i Sverige för en förändring av dagvattenhanteringen i riktning mot hållbara system och användande av grön infrastruktur. En förändring till mer hållbar dagvattenhantering innebär att många olika utmaningar måste hanteras; det traditionella dagvattensystemet (med ledningar), brist på politiskt och organisatoriskt stöd samt avsaknad av stöd från allmänheten.

I Sverige, liksom många andra länder, kräver de hittills blygsamma framstegen i förändringsprocessen mot hållbara system en förklaringsmodell för att bättre kunna integrera en hållbar dagvattenhantering. Som bas för arbetet har två studier genomförts av svenska kommuners erfarenheter. Att intressen för frågan är stor bevisas inte minst av att nära 80% av kommunerna besvarade enkäten (227 av Sveriges 290 kommuner).

Resultaten visar att det inte finns någon ideal väg mot förändring eller särskilt starka tecken på förhärskande riktning, när det gäller hållbar dagvattenpraktik. Snarare praktiseras varierande alternativ i olika kommuner, där förändringsmålet varken är fast(lagt) eller klart definierat. Denna typ av flexibilitet kan vara användbar för att undvika exempelvis tidigare låsning till rörbunden dagvattenhantering. Förändring innebär här ständig balansgång och omfördelning mellan olika perspektiv och förmåga att experimentera för att nå mål som förväntas bli mer hållbara. Bästa strategin för att övervinna tröghet/motstånd och stödja de yrkesverksammas öppenhet är att identifiera och skapa receptiva kontexter som ger möjlighet att realisera en hållbar dagvattenhantering.

2.6 Tema C: Ledningsnät



Temat "Ledningsnät" leds av Annelie Hedström, Universitetslektor, Stadens vatten/VA-teknik, LTU.

Referensgrupp: Christer Stenmark (Umeva), Helena Jonsson (Skellefteå kommun), Stefan Marklund tf (Luleå kommun), Lotta Johansson (MittSverige Vatten), Staffan Fröberg (Östersund)

Dagens ledningsnät för dag- och spillvatten är en mycket viktig del för VA-systemets totala funktion och inbegriper även ett stort ekonomiskt värde. Stora delar av dessa ledningssystem är i behov av förnyelse. Detta kan till exempel bero på ålder, tidigare undermålig ledningsläggning och/eller material samt nyexploatering. På grund av den urbanisering som pågår så sker också en utflyttning till vissa av de perifera verksamhetsområden som kommunerna/VA-bolagen i Sverige ansvarar för. Detta har en negativ inverkan på organisationernas ekonomi genom att driftkostnaderna blir högre per ansluten, men även andra problem kan uppkomma såsom undermålig självrensformåga i ledningarna som ytterligare ökar underhållskostnaderna. 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 (än vad som är avsett). Överledningarna kan ha skett pga. misstag (felkopplingar) eller medvetet så gjort, genom att det varit ett enklare sätt att lösa vattenavledningen vid t ex svåra nivåförhållanden, bräddpunkter mm. 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 (avloppsvatten) som blir utspädd av dag- eller dränvatten (genom påkopplade dränvattenledningar eller inläckage) och dagvatten som förorenas av spillvatten (genom t ex bräddning) som i sin tur kan påverka dricksvattenförsörjning eller recipienter. Problematiken varierar med årstiden (nederbörd och snösmältning) men även i ett längre tidsperspektiv förväntas olika former av tillskottsvatten att öka som problem om inte systemen omformas på grund av förändrat klimat med efterhand ökad nederbörd och mer intensiva regn. En annan fråga som rör tillskottsvatten är i vilken omfattning och på vilket sätt grundvatten (beroende på innehåll/ sammansättning) kan påverka avloppsvattnets kvalitet och kanske även i slutändan avloppsslammets kvalitet.

Inom temat ledningsnät har två forsknings- och utvecklingsprojekt (varav ett är indelat i tre delprojekt) bedrivits under perioden 2010-2013:

- Resurseffektiva ledningsnät?
 - Matavfallskvarnars effekter på VA-systemet
 - Effekter av värmeutvinning på VA-systemet – optimering eller suboptimering?
 - Strategier för resurseffektiva åtgärder för att minska tillskottsvatten i ledningsnät
- Ovidkommande vatten i ledningsnät

2.6.1 Resurseffektiva ledningsnät?



Jonathan Mattson, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Annelie Hedström, Universitetslektor

På senare tid har frågor börjat ställas om integrering av olika tekniska försörjningssystem kan genomföras, för att på så sätt nyttja systemens potentiella mångfunktionalitet och skapa mera hållbara och resurseffektiva system. Ett exempel på detta är att transportera matavfall genom avloppsledningar, ett annat exempel är att koppla samman byggnaders energiförsörjningssystem med avloppssystemet. En annan viktig aspekt inom resurseffektivitet är att utveckla strategier för att minska problematiken med tillskottsvatten i ledningsnät.

2.6.1.1 Matavfallskvarnars effekter på VA-systemet

I detta projekt har undersökts på vilket sätt matavfallskvarnar (MAK) påverkar ledningsnätet men även i ett större sammanhang vilken inverkan MAK kan ha på VA-systemet. Frågeställningar som har studerats är exempelvis vilka olika typer av avlagringar som kan uppkomma i ledningsnätet, omfattning av dessa, och om de leder till ökad resursförbrukning genom ökade underhållsinsatser. Det finns även oro för att matavfallskvarnar påkopplade på ledningsnätet kan ge en ökad svavelvätebildning och även ökad vattenförbrukning. Sådana aspekter har också belysts i denna studie.

Perioden 2010-2013

Under 2011 genomfördes en inventering med avseende på matavfallskvarnars (MAK:s) eventuella påverkan på avloppsledningsnätet. Filmning utfördes i områden med MAK (i Surahammar och Smedjebacken) såväl som utan MAK (i Hallstahammar). Det som undersökts är på vilket sätt olika typer av avlagringar (fett, biofilm och sediment) kan relateras till olika ledningsmaterial (betong, plast), ledningslutning och antal påkopplade kvarnar. Som komplement till filmningarna gjordes en inventering och utvärdering av vattenförbrukningen, för att undersöka ifall användning av MAK medför en ökad vattenanvändning i hushållen. I de inventerade kommunerna bedömdes risken för svavelvätebildning pga. MAK vara begränsad men en ledning identifierades som något högre risk och i denna gjordes svavelmätningar under sommaren. Under 2012 var Mattsson i huvudsak föräldraledig. Under 2013 har Mattsson djupare analyserat data insamlad i Surahammar och Hallstahammar, och utvecklat ett verktyg för att kunna identifiera ledningar som eventuellt skulle kunna få problem med avlagringar, med påföljande underhållsinsatser.

2.6.1.2 Effekter av värmeutvinning på VA-systemet – optimering eller suboptimering?

Inom detta delprojekt undersöks möjligheten att växla ut den värme som finns i avloppsvatten i lågenergibyggnader för uppvärmningsändamål, för att minska behovet av tillskott från andra värmekällor. I dagsläget finns dock begränsad kunskap om värmeväxling av avloppsvatten i byggnader fungerar i subarktiskt klimat. Risken finns att ledningsnät, avloppsreningsverk eller värmeutvinning på avloppsreningsverk påverkas negativt.

Perioden 2010-2013

Under 2013 genomför Jonathan Mattsson tillsammans med lektor Annelie Hedström och Jan Dahl (forskare inom Energi) detta projekt. Olika former av värmeutvinning i bostäder utvärderas och dess effekter analyseras. Arbetet har påbörjats under april månad, genom att ingångsdata till energimodeller har tagits fram, och modell för utvärdering har utvecklats.

2.6.1.3 Strategier för resurseffektiva åtgärder för att minska tillskottsvatten i ledningsnät

Projektet startade under maj månad 2013. I projektet utvecklar Mattsson strategier som kan leda fram till effektiva åtgärder på ledningsnätet för att minska tillskottsvatten i avloppsledningssystem. Mattsson har i dialog med Örebro kommun börjat arbetet med att identifiera områden som bäst lämpar sig för fältstudier. I dessa områden avses att undersöka olika metoder för att identifiera tillflöden av tillskottsvatten, och utvärdera i vilka sammanhang de olika metoderna bäst lämpar sig.

2.6.2 Ovidkommande vatten i ledningsnät



Oleksandr Panasiuk, Doktorand

Handledare: Maria Viklander, Professor

Biträdande handledare: Annelie Hedström, Universitetslektor

I detta projekt betraktas ovidkommande vatten i ett vitt perspektiv, med frågor som kan relateras till inflöde och infiltration från olika källor in till spill- och dagvattenledningar.

Perioden 2012-2013

Under perioden 2012-2013 har fokus legat på att utveckla metoder som kan användas för att identifiera inflöden av spillvatten till dagvattenledningar genom exempelvis felkopplade ledningar, via olika typer av bräddpunkter, eller inläckage av infiltrerande avloppssotäta vatten till dagvattenledningar. Detta har aktualiserats i Östersund och Skellefteå genom att det misstänks vara en orsak till de cryptosporidium-utbrott som skett där.

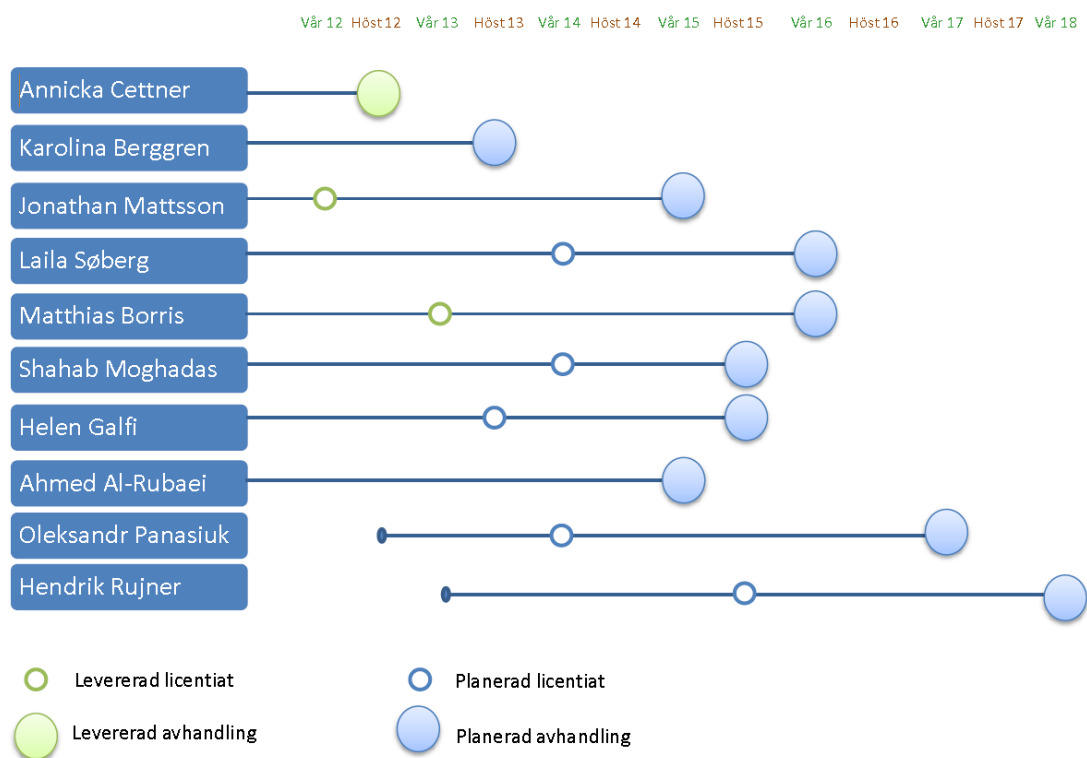
I detta projekt har undersökts hur man på ett metodiskt sätt kan indikera och spåra okända överkopplingar mellan spill- och dagvattennät genom att analysera och utvärdera vilka parametrar som kan användas för att indikera vattenkvalitetsförändringar som uppkommit genom spillvatteninflöde. Resultaten så långt visar att en kombination av parametrar såsom exempelvis temperatur, konduktivitet, och/eller turbiditet (grumlighet), men också kemiska såsom fosfor och kväve, skulle kunna fungera som stommen i en sådan metod.

3 Kompetensförsörjning

3.1 Utlovade leveranser

Dag&Nät lovade att under perioden utveckla kortare kurser och universitetskurser. Vidareutveckling har skett av de kurser som VA-teknik/Stadens vatten ger. Därtill är en kortare kurs under framtagande, se även punkt 3.3.

Dag&Nät lovade även att leverera tre teknologie licentiat VA under den första treårsperioden, samt fem till tio Civilingenjörer VA årligen. Under perioden har Jonathan Mattsson genomfört sitt halvtidsseminarium (motsvarande lic), Matthias Borris har försvarat sin lic uppsats (våren 2013), och Helen Galfi förväntas presentera sin lic. uppsats under hösten 2013. Därutöver har Annicka Cettner avlagt doktorsexamen (hösten 2012), se även Figur 15. Produktionen av Civilingenjörer med VA-kompetens har levt upp till utlovad nivå.



Figur 15. Avlagda och planerade licentiat- och doktorsexamina inom Dag&Nät

Utöver ovanstående har Dag&Nät utfört en stor mängd aktiviteter som syftar till att trygga den framtida försörjningen av kompetent personal till VA-branschen, se nedan.

3.2 Studentorienterad branschdag vid LTU

En studentorienterad branschdag arrangeras årligen i samarbete med Svenskt vatten. 2013 var det femte gången som detta gjordes och studenterna uppskattar det mycket. Branschdagen har olika inriktning varje år för att studenterna ska känna sig lockade att delta år från år. Branschdagen har årligen lockat ca 90 deltagare. Temat under 2013 var "Ledningsnätet – viktigt för det hållbara VA-systemet", och under 2012 var temat "Hållbar vattenanvändning för en tryggare livsmedelsproduktion". Upplägget har varit att branschdagen har inletts på eftermiddag

dagen, med att ca 3 huvudtalare har hållit sina föredrag. Därefter har ett drygt 10-tal företag hållit en kortare företagspresentation och presenterat aktuella VA-projekt. Under fikapausen har det funnits möjlighet för deltagarna att prata och mingla med de företag och kommuner som ställde ut utanför föreläsningssalen. Branschdagen har avslutats med en gemensam middagsbuffé, som ytterligare har gett studenterna möjlighet till att lära känna VA-branschen.

3.3 Grundutbildning inom VA-området vid LTU

Grundutbildningen på grundläggande och avancerad nivå för Stadens Vatten/VA-teknik har årligen omsatt drygt 2 miljoner kr. Nedan visas vilka kurser som har getts, antalet studenter som läst kurserna och i vilka program kurserna gavs. Examensarbeten presenteras under punkt 4.5.4.

Tabell 1: LTU-kurser inom VA-teknik under åren 2011-2013

Kurs	Studentantal (2011 + 2012 + 2013)	Program
VA-system	60 + 65 + 65	Väg & Vatten, Naturresursteknik
Tillämpad hydraulik	30 + 27 + 28	Brandingenjör
Dagvatten	25 + 13 + 27	Arkitektur, Naturresursteknik
Hållbara VA-system	7 + 0 + 0	Väg och Vatten
Samhällsbyggande	55 + 62 + 63	Väg och Vatten
Hållbart byggande	93 + 102 + 104	Väg och Vatten, Naturresursteknik
Hydraulik och geologi	57 + 56 + ?*	Väg och Vatten
Naturliga vattentransportprocesser	12 + 8 + 9	Naturresursteknik

* Studentantalet för kursen Hydraulik och Geologi under 2013 är markerat med ett frågetecken för att den vid slutet av rapporteringsperioden (augusti 2013) ännu ej givits.

4 Kommunikation

4.1 Utlovade leveranser

Inom Dag&Nät lägger vi stor vikt vid att resultat från forsknings- och utvecklingsarbetet ska komma många aktörer tillhanda, både nationellt och internationellt. Vi har därför genomfört ett stort antal kommunikationsaktiviteter av olika slag. Målsättningen från start var att leverera:

- **Nyhetsbrev med nationell spridning.** Nyhetsbrev har utkommit med tre utgåvor årligen, med komprimerad information på tvåsidigt tryckt A4. Innehållet har både skickats som tryckt utgåva och per e-post till aktörer inom VA-branschen, för att nå maximal spridning.
- **Olika former av möten där avnämare, forskare och utbildare kan träffas samtidigt med att forskningsresultat presenteras.** Dag&Nät har regelbundet besökt alla anknutna VA-verksamheter för FoU-presentation och återkoppling. Vidare har framför allt Professor Maria Viklander vid ett flertal tillfällen som inbjuden presenterat Dag&Näts aktiviteter för olika auditorier, bl.a. då VA-yngre. Under perioden avhölls också en internationell fulltecknad dagvattenkonferens i Stockholm (hösten 2012), organiserad av Dag&Nät samt Svenskt Vatten. Se även punkt 4.2 – 4.4.

- **Vetenskapliga artiklar.** Dag&Näts FoU-arbete har publicerats i en mångfald artiklar, vetenskapliga artiklar såväl som mer populärvetenskapliga sådana, samt TV-inslag, se även punkt 4.5.

4.2 Arrangerande av internationell konferens

Hantering av föroreningar i dagvatten: Internationella erfarenheter och svenska utmaningar

I samarbete med Svenskt Vatten, IWA Sverige och Föreningen Vatten arrangerades den välbesökta internationella dagvattenkonferensen ”Hantering av föroreningar i dagvatten: Internationella erfarenheter och svenska utmaningar” som pågick i två dagar i Stockholm i november 2012. Första dagen gav världsledande forskare en historisk överblick av utvecklingen inom dagvattenforskningen och en inblick i kunskapen som finns idag. Andra dagen presenterade doktorander inom Dag&Nät olika aktuella FoU-projekt.

4.3 Deltagande i konferenser, seminarier, informationsmöten, etc

Dag&Nät har deltagit vid ett stort antal konferenser, seminarier, årsmöten, etc., både nationellt och internationellt. Vi har även 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. Utöver träffar med medlemskommunerna har vi träffat ett stort antal andra aktörer inom VA-området.

Nedan följer ett axplock:

2010

19–20 oktober Dag&Nät medverkade vid VA-chefsträffen i Härnösand.

2011

2-3 februari: Föreningen Vatten Norra sektionens årliga seminarium, Umeå

16 juni: Längre möte med driftpersonal på reningsverket Uddebo i Luleå.

November: Dag&Nät medverkade vid VA-chefsträffen Norra i Umeå.

Dag& Nät medverkade även vid Dagvattendagen som Skellefteå kommun arrangerade, samt vid ett seminarium arrangerat av Föreningen Vatten/Hydrologgruppen i Lund.

2012

31 jan-1 feb: På föreningen Vattens traditionella Norrlandsmöte i Sundsvall presenterade professor Maria Viklander Dag&Nät.

21-23 feb: 7th International Conference on Water Sensitive Urban Design, Melbourne, Australien. Godecke Blecken presenterade två olika forskningsstudier.

Mars: Godecke Blecken höll ett föredrag om Dagvatteninfiltrationsanläggningars långtidsfunktion på Nordiskt Vägforum

9-10 maj: Gatukontorsdagarna 2012 i Luleå. Professor Maria Viklander höll två föredrag på temat ”Vilken miljöpåverkan har dagvattnet? - Hur farligt är egentligen dagvattnet från våra

gator och torg?” respektive ”Hur hanterar vi dagvatten ur ett samhällsperspektiv? - Strategier för att via samverkan hantera och finansiera svåra problem.”

15-16 maj: Vattenstämma (med Svenskt Vattens föreningsstämma) i Stockholm.

Maj: Godecke Blecken höll en presentation om Dagvattenbiofilter för Örebro kommun.

Juni: Annelie Hedström var inbjuden av Tromsø kommun, Norge för att diskutera samarbete inom ramen för Dag&Nät. Intresset från Tromsø är stort, och fortsatta diskussioner pågår kring hur samarbetet skulle kunna se ut.

Juni: Godecke Blecken presenterade Dagvattenforskning vid LTU och Dag&Nät, vid North Carolina State University, USA.

13-15 aug: Nordic Water konferens (NHF) i Uleåborg, Finland. Presentationer av forskningsresultat utfördes av professor Jiri Marsalek, professor Maria Viklander, samt doktoranderna Mattias Borris, Helen Galfi, och Shahab Moghadas.

3-7 sep: 9th International Conference on Urban Drainage Modelling (UDM) i Belgrad, Serbien. Professor Maria Viklander presenterade två olika forskningsstudier.

18-20 sep: VA-mässan i Göteborg (Svenskt Vatten), se även rubrik 4.4.

13-14 nov: Hantering av föroreningar i dagvatten: Internationella erfarenheter och svenska utmaningar, Stockholm, se även rubrik 4.2.

27 nov: Föreningen Vattens Höstmöte, Myntkabinettet, Slottsbacken 6 i Stockholm. Professor Maria Viklander var inbjuden talare.

2013

13-14 mars: Svenskt Vattens Rörnät och Klimat konferens 2013, Göteborg. Dag&Nät representeras av Annelie Hedström.

15 mars: Maria Viklander, Stefan Marklund och Annelie Hedström träffade Umeå kommuns tf VA-chef och samtliga kommunens enhetschefer inom vattenområdet.

9 april: Annelie Hedström träffade representanter från Örebro kommun för att diskutera möjliga samverkansprojekt, inför Örebros troliga inträde i Dag&Nät.

22 april: GRYAB:s och VA Södras seminarium om tillskottsvatten i Göteborg. Annelie Hedström presenterade Dag&Näts verksamhet inom området.

13 maj: Maria Viklander och Annelie Hedström träffade Umeå kommuns avloppsreningschef samt kommunens dagvattenkvalitetsansvariga för att diskutera framtida FoU-projekt.

14-16 maj: Dag&Nät deltar med en monterutställning på Vattenstämman i Umeå. Dessutom håller Maria Viklander och Godecke Blecken (LTU) samt Jenny Haapala (Östersund kommun) i ett seminarium om Hållbar dagvattenhantering.

27 maj: Jonathan Mattson träffade Örebro kommun för att diskutera samarbete gällande tillskottsvatten, samt för att identifiera lämpliga områden att undersöka.

5 juni: Godecke Blecken deltar i innovationsdialogen för klimatanpassning som arrangeras av SMHI och regeringskansliet.

16-18 juni: Maria Viklander och Matthias Borris deltar i workshopen INTERURBA III, Modelling the urban water cycle as integral part of the city i Obergurgl, Österrike. De diskuterar möjligheter för internationellt samarbete för olika aspekter av modellering av dagvattensystem.

23-26 juni: Novatech konferens i Lyon, Frankrike. Helen Galfi, Matthias Borris, Ahmed Al-Rubaei, Laila Söberg och Godecke Blecken redovisade resultat från sina forskningsprojekt. Jiri Marsalek som bjuden talare höll i en presentation om dagvattenhanterings utveckling under de senaste 50 åren och Maria Viklander inbjöd till en reflektion över vattenfrågornas betydelse för en hållbar och väl fungerande urban utveckling.

28-30 augusti: 7th International conference on Sewer Processes and Networks, Sheffield, UK. Jonathan Mattsson presenterade sin forskningsstudie om matavfallskvarnar.

4.4 VA-mässan

I september 2012 ställde vi ut på VA-mässan i Göteborg som är en mötesplattform för alla aktörer inom VA-Sverige. Vi fick många besökare i vår monter, knöt många bra kontakter och lyckades sprida kunskapen om Dag&Nät samarbetet och projekten.

4.4.1 Seminariet Framgångsrikt FoU-samarbete

Under VA-mässan deltog vi vid sidan av VA-kluster Mälardalen, Dricksvattenprogrammet och VA-teknik Södra som talare i seminariet om Framgångsrikt FoU-samarbete som arrangerades av Svenskt Vatten under mässan. Syftet med seminariet var att redovisa och diskutera erfarenheter från samarbete mellan högskolor, kommuner och företag som medverkar i högskoleprogram finansierade av Svenskt Vatten Utveckling. Efter det att seminariet ägde rum har Östen Ekengren från VA-kluster Mälardalens inbjudits och under en dag besökt Dag&Nät i Luleå för diskussioner om framtida FoU-samarbete.

4.5 Publikationer

4.5.1 Vattenvisionen

Dag&Nät har tagit ett stort ansvar i arbetet med framtagandet av Vattenvisionen. Bland annat har tekn dr Annelie Hedström haft en aktiv roll i skrivargruppen. Därtill har professor Maria Viklander och tekn lic Stefan Marklund medverkat i skrivprocessen.

4.5.2 Populärvetenskapliga publikationer, inklusive TV och radio

Dag&Nät har uppsökande kontaktat media för att komma ut med forsknings- och utvecklingsresultaten till allmänheten. Ett flertal populärvetenskapliga artiklar har publicerats under perioden. Nedan följer ett urval:

Kvarnström, E., Emilsson, K., Hedström, A. (2012). "Dags att fasa in källsortering inom kommunalt VA-område". Cirkulation 2/12.

Mattsson, J. & Hedström, A. (2012). "Matavfallskvarnar och effekter på ledningsnäten". Svenskt Vatten Nr 5 2012. Svenskt Vatten AB.

Sundin, E. (2012) "Dagvattenhantering: Rain gardens – ren av flera lösningar". Godecke Blecken intervjuad av Eva Sundin. I Tidskriften Landskap. Nr 3/2012

Viklander, M. & Blecken, G. (2012). "Blågrön dagvattenhantering bra för människa och miljö". I Formas fokuserar: Miljonprogrammet – Utveckla eller avveckla. ISBN 978-91-540-6069-6 Editor: Birgitta Johansson. Formas, Stockholm, Sweden.

Adielsson, S. (2013): "Öka kunskapen om dagvattnet". Svenskt Vatten tidning Nr 1. Feb 2013.

Sällström, S. (2013). Nu undersöks gröna tak i norr. Svenskt vatten tidning Nr 2 2012.

www.circulation.com. (2013). Gröna tak i kallt klimat:
<http://www.cirkulation.com/2013/01/grona-tak-i-kallt-klimat/>

Blecken, G. (2013). Gröna tak: hur fungerar de i norra Sveriges kalla klimat? Bygg&Teknik 4/13

Nedan följer länkar till ytterligare några populärvetenskapliga artiklar:

<http://op.se/lanet/ostersund/1.5094944-gar-pa-djupet-med-dagvattnet>

<http://www.ostersund.se/nyheterprojektstartsida/nyheterstartsida/nyhetsarkiv/nyhetsarkiv2011/jaktenpadetperfektaregnet.5.70caf70f139c2f14a0e5f1.html>

<http://op.se/lanet/ostersund/1.5813207-nu-testas-vattnet>

<http://www.ostersund.se/nyheterprojektstartsida/nyheterstartsida/nyhetsarkiv/nyhetsarkiv2013/honfangarsmaltandesno.5.2bc94ad413df07873788b6.html>

<http://galaren.se/lulea/2013/02/21/grona-tak-ett-forskningsprojekt/>

<http://galaren.se/lulea/2013/05/16/forskning-om-grona-tak/?lang=sv>

Även TV och radio har rapporterat om Dag&Näts FoU-projekt:

TV4 om gröna tak i Luleå. Intervju med bl a Godecke Blecken, 20 Feb 2013:
http://www.tv4play.se/program/nyheterna-lule%C3%A5?video_id=2282294 (gröna tak ca 2 min in i inslaget)

SR P4 Norrbotten om gröna tak i Luleå. intervju med Godecke Blecken, 14 Jan 2012:
<http://sverigesradio.se/sida/ljud/4363993> (intervju ca 15:30 min in i inslaget)

Även tv-nyheterna Rapport har haft ett inslag om gröna tak i Luleå, men det inslaget finns inte kvar på deras hemsida.

Dag&Näts forsknings- och utvecklingsresultat har även publicerats i vetenskapliga tidskrifter, vid konferenser, i rapporter m.m.

4.5.3 Artiklar i vetenskapliga tidskrifter

2010

Blecken, G-T., Zinger, Y., Deletić, A., Fletcher, TD., Hedström, A. & Viklander, M. (2010). "Laboratory study on stormwater biofiltration: Nutrient and sediment removal in cold temperatures", *Journal of Hydrology*, 394(3-4):507-14.

Gustafsson, A-M., Westerlund, L. & Hellström, G. (2010). "CFD-modelling of natural convection in groundwater-filled borehole heat exchanger", *Applied Thermal Engineering*. 30, pp. 683-691.

Gustafsson, A-M. & Westerlund, L. (2010). "Multi-injection rate thermal response test in groundwater filled borehole heat exchanger", *Renewable Energy*, 35, pp.1061-1070.

Gustafsson, A-M. & Westerlund, L. (2010). "Simulation of the thermal borehole resistance in groundwater filled borehole heat exchanger using CFD technique", *International Journal of Energy and Environment*. 1, pp. 399-410.

Karlsson, K., German, J. & Viklander, M. (2010). "Stormwater pond sediments: Temporal trends in heavy metal concentrations and sediment premoval", *Soil and Sediment Contamination*, 19(2):217-30.

Karlsson, K., Viklander, M., Scholes, L. & Revitt, M. (2010). "Heavy metal concentrations and toxicity in water and sediment from stormwater ponds and sedimentation tanks", *Journal of Hazardous Materials*, 178(1-3):612-8.

2011

Berggren, K., Olofsson, M., Viklander, M., Svensson, G. & Gustafsson, A-M. (2011). "Hydraulic impacts on urban drainage systems due to changes in rainfall, caused by climatic change", *Journal of Hydrologic Engineering*.

Blecken, G., Marsalek, J. & Viklander, M. (2011). "Laboratory study of stormwater biofiltration in low temperatures: total and dissolved metal removal and fates", *Water, Air and Soil Pollution*. 219, 1-4, s. 303-317. 15 s.

Gustafsson, A-M. & Westerlund, L. (2011). "Heat extraction thermal response test in groundwaterfilled borehole heat exchanger – Investigation of the borehole thermal resistance". *Renewable Energy*, Vol. 36, Issue 9, Pages 2388-2394

Rentz, R., Widerlund, A., Viklander, M. & Öhlander, B. (2011). "Impact of urban stormwater on sediment quality in an enclosed bay of the Lule river, northern Sweden", *Water, Air and Soil Pollution*. 218, 1-4, s. 651-666. 16 s.

Westerlund, C. & Viklander, M. (2011). "Pollutant release from a disturbed urban snowpack in northern Sweden", *Canadian Journal of Water Quality Research*, 46(2):98-109

2012

Ashley, R M, Blanksby, J, Newman, R, Gersonius, B, Poole, A, Lindley, G, Smith, S, Ogden, S. & Nowell, R. (2012). "Learning and Action Alliances to build capacity for flood resilience", *Journal Flood Risk Management*. 5(1): pp. 14-22

Berggren, K., Olofsson, M., Viklander, M., Svensson, G. & Gustafsson, A-M. (2012). "Hydraulic impacts on urban drainage systems due to changes in rain-fall, caused by climatic change", *Journal of Hydrologic Engineering*, 17, 1, s. 92-98.

Blecken, G-T. , Rentz, R. , Malmgren, C., Öhlander, B. & Viklander, M. (2012). "Stormwater impact on urban waterways in a cold climate: variations in sediment metal concentrations due to untreated snowmelt discharge", *Journal of Soils and Sediments*. 12, 5, s. 758-773. 16 s.

Cettner, A., Söderholm, K. & Viklander, M. (2012). "An adaptive stormwater culture? Historical perspectives on the status of stormwater within the Swedish urban water system", *Journal of Urban Technology*, 19, 3, s. 25-40.

Herrmann, I., Jourak, A., Lundström, T.S., Hedström, A. & Viklander, M. (2012). "Phosphorus binding to filtra P in batch tests", *Environmental Technology*, 33(9), s.1013-9.

Rastas Amofah, L., Mattsson, J. & Hedström (2012). "Willow bed fertigated with domestic wastewater to recover nutrients in subarctic climates", *Ecological Engineering*, vol. 47, s. 174-181.

Zinger, Y., Blecken, G.-T., Fletcher, T.D., Viklander, M., Deletić, A. (2013). "Optimising nitrogen removal in existing stormwater biofilters: Benefits and tradeoffs of a retrofitted saturated zone". *Ecological Engineering*, 51, s. 75-82

2013

Al-Rubaei, A., Stenglein, A.-L., Blecken, G.-T. & Viklander, M. (2013). "Long-term hydraulic performance of porous asphalt pavements in Northern Sweden", *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 139(6), s. 499-505

Cettner, A. , Ashley, R. , Viklander, M. & Nilsson, K. L. (2013). "Stormwater management and urban planning: lessons from 40 years of innovation", *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 56 (6), s. 786-801.

Acceperade artiklar, men än ej publicerade:

Berggren K., Olofsson M., Viklander M., Svensson G., Gustafsson A.-M. (2013). "Hydraulic impacts on urban drainage systems due to changes in rainfall, caused by climatic change", *ASCE's Journal of Hydrologic Engineering*. (article in press).

Borris, M., Viklander, M., Gustafsson, A.-M. & Marsalek, J. (2013). "Modelling the effects of changes in rainfall event characteristics on TSS loads in urban runoff", *Hydrological Processes*. (article in press, e-publicerad).

Cettner, A. , Ashley, R. , Hedström, A. & Viklander, M. (2013). "Assessing receptivity for change in urban stormwater management and contexts for action". *Journal of Environmental Management*. (article in press)

Cettner, A., Ashley, R., Hedström, A., & Viklander, M. (2013). "Sustainable development and urban stormwater practice", *Urban Water Journal*. (article in press).

Cettner, A., Ashley, R., Viklander, M., & Nilsson, K. L. (2013). "Stormwater management and urban planning: lessons from 40 years of innovation", *Journal of Environmental Planning and Management*. (article in press).

Galfi H., Haapala J., Nordqvist K., Westerlund C., Blecken G.-T., Marsalek J., Viklander M. (2013) "Variations of indicator bacteria and TSS loads in separate sewer systems in Östersund, Sweden - Preliminary results", *Water Science and Technology* (article in press).

Jourak, A., Frishfelds, V., Herrmann, I., Hedström, A. & Lundström, S. (2013). "The calculation of dispersion coefficients inside two-dimensional randomly packed beds of circular particles". *AIChE Journal* 59(3), 1002-1011. (article in press).

Jourak, A., Frishfelds, V., Hellström, J.G., Lundström, T.S., Herrmann, I. & Hedström, A. (2013). "Longitudinal dispersion coefficient: effects of particle-size distribution", *Transport in Porous Media*. (article in press, e-publicerad).

Inskickade artiklar:

Berggren, K., Packman, J., Ashley, R., Viklander, M. (2013). "Climate Changed Rainfalls for Urban Drainage Capacity Assessment", (After revision re-submitted to Urban Water Journal).

Borris, M. , Viklander, M. , Gustafsson, A-M. & Marsalek, J. (2013). "Continuous simulations of urban stormwater runoff and TSS loads: Influence of varying climatic inputs and catchment imperviousness". (Submitted to Water Research).

Cettner, A., Ashley, R., Hedström, A. & Viklander, M. (2012). "Assessing receptivity for change in urban stormwater management and contexts for action". (Submitted to Journal of Environmental Management).

Herrmann, I., Jourak, A., Gustafsson, J.P., Hedström, A. Lundström, T.S. & Viklander, M. (2013). "Modeling phosphorus transport and removal in a compact bed filled with a mineral-based sorbent for domestic wastewater treatment". Submitted to Process Contaminant Hydrology Journal).

Mattsson, J., Blecken, G. & Hedström, A. (2012). "Fat, oil and grease accumulation in sewer systems – The Scandinavian experience". (Submitted to Environmental Engineering).

Mattsson, J., Hedström, A., Viklander, M., Blecken, G.-T. (2013). "Fat, oil and grease accumulation in Scandinavian sewer systems - an increasing problem for wastewater services". (After revision re-submitted to Journal of Environmental Engineering – ASCE).

Mattsson, J., Hedström, A. & Viklander, M. (2013). "Long-term impacts on sewers and water consumption following food waste disposer installation in housing areas". (Submitted to Water Research).

Newman R., Ashley R M, Viklander M., Westling E., Sharp E., Tait S J. & Cettner A. (2013). "Interpreting transitions to improved surface water management". (Submitted to Journal of Environmental Innovations and Societal Transitions)

Newman, R., Ashley, R, Molyneux-Hodgson, S, & Viklander, M. (2013). "An emergent non-structural response for reducing flood impact in UK urban catchments". (Submitted to Journal of Hydrology – Special issue Incorporating water resources in integrated urban and regional planning)

Søberg, L.C., Vollertsen, J., Haaning Nielsen, A., Viklander, M., Blecken, G-T. (2013). "Bio-accumulation of heavy metals in sediments and fauna from wet retention ponds". (Submitted to Water Research).

4.5.4 Konferensbidrag

2010

Blecken, G-T., Zinger, Y., Deletic, A., Fletcher, TD. & Viklander, M. (2010). "Effect of retrofitting a saturated zone on the performance of biofiltration for heavy metal removal: preliminary results of a laboratory study", *Proceedings of NOVATECH 2010: 7th International Conference on Sustainable Techniques and Strategies in Urban Water Management*. Lyon, France, June

Blecken, G.-T., Zinger, Y., Deletic, A., Fletcher T.D. & Viklander, M. (2010). "Laboratory studies on metal treatment efficiency of stormwater biofilters", *Proceedings of International Short Course: Advances in Knowledge of Urban Drainage from the Catchment to the Receiving Water – Technical Solutions in Stormwater Management*. University of Calabria, Rende, Italy, June.

2011

Al-Rubaei, A., Stenglein, A. L., Blecken, G. & Viklander, M. (2011). "Long-Term performance of a porous asphalt pavement in Luleå, Sweden – preliminary results", *Proceedings of the 12th Nordic / NORDIWA Wastewater Conference*, Helsinki, Finland, 14-16 November.

Ashley, R., Cettner, A., Viklander, M., Walker, L., Sharp, L., & Westling, E. (2011). "Overcoming barriers in the transition from piped to alternative drainage systems", *International Conference on Sustainability Transitions*, Lund, Sweden.

Blecken, G. (2011). "Biofiltrations technologies for stormwater retention and quality treatment". *Proceedings of the 1st International Symposium on Microbial horticulture at SLU*. Alnarp, Sweden. May 2011. Invited contribution.

Galfi, H., Nordqvist, K., Westerlund, C., Viklander M & Marsalek, J. (2011). "Particle Pathways during Urban Snowmelt and Mass Balance of Selected Pollutants", *12th International Conference on Urban Drainage*

Mattsson, J., Hedström, A. & Viklander, M. (2011). "Resources - as a starting point for urban water planning",. *Cities of the Future: Sustainable Urban Planning and Water Management*, IWA, Stockholm. 22-25 May.

Mattsson, J. & Hedström, A. (2011). "The incompatibility of food waste disposers with an aging sewer – Fact or Fiction?" *Proceedings of the 12th Nordic / NORDIWA Wastewater Conference*, Helsinki, Finland, 14-16 nov 2011, 4 s.

Moghadas, S., Berggren, K., Gustafsson, A-M. & Viklander, M. (2011). "Regional and Seasonal Variation in Future Climate – Is Green Roof one Solution?", *12th International Conference on Urban Drainage ICUD*, Sept 2011, Porto Alegre, Brazil.

Nordqvist, K., Viklander, M., Westerlund, C. & Marsalek, J. (2011). "Measuring solids concentrations in urban runoff: Methods of analysis", *12th International Conference on Urban Drainage*, September 11-16, Porto Alegre/RS, Brazil.

Rentz, R., Öhlander, B., Viklander, M., Blecken, G. & Malmgren, C. (2011). "Stormwater impact on urban water bodies: seasonal variations in sediment metal concentrations in a coldclimate - preliminary results", *12th International Conference on Urban Drainage*. September 11-16, Porto Alegre/RS, Brazil, 7 s.

Westerlund, C., Viklander, M., Nordqvist, K., Galfi, H. & Marsalek, J. (2011). "Particle pathways during urban snowmelt and mass balance of selected pollutants". *12th International Conference on Urban Drainage*, September 11-16, Porto Alegre/RS, Brazil

2012

Al-Rubaei, A. , Stenglein, A. L. , Blecken, G-T. & Viklander, M. (2012). "Can vacuum cleaning recover the infiltration capacity of clogged porous asphalt?" *WSUD 2012: Proceedings of the 7th International Conference on Water Sensitive Urban Design*, Melbourne, Australia, 21-23 February.

Berggren, K., Lans, A., Viklander, M. & Ashley, R. (2012). "Future changes affecting hydraulic capacity of urban storm water systems". *Proceedings of the Ninth International Conference on Urban Drainage Modelling*: Belgrade, Serbia, 4-6 Sept.

Borris M., Viklander M., Gustafsson A. M. (2012). "Using an urban runoff model for addressing climate change and urbanisation impacts on urban runoff quality in a Swedish town", *Abstract on the 27th Nordic Hydrological Conference*, Oulu/Finland, 13-15 August.

Borris, M., Viklander, M., Gustafsson A. M., & Marsalek, J. (2012). "Using urban runoff simulations for addressing climate change impacts on urban quality in a Swedish town", *Proceedings of the Ninth International Conference on Urban Drainage Modelling*: Belgrad, Serbia, 4-6 September.

Borris, M. (2012). "Dagvattenkvalitet i framtidens klimat". *Hantering av föroreningar i dagvatten - Internationella erfarenheter och svenska utmaningar*, 13-14 november, Stockholm

Borris, M. (2012). "A strategy for addressing the impacts of climate change and urbanization on storm water quality in northern Sweden *XXVII Nordic Hydrology Conference, Nordic Water 2012 – Catchment restoration and Water protection*, Nordic Association for Hydrology, Oulo 13-15 August.

Herrmann, I., Jourak, A., Lundström, T.S. & Viklander, M. (2012). "Flow design of phosphorus filters", *XXVII Nordic Hydrology Conference, Nordic Water 2012 – Catchment restoration and Water protection*, Nordic Association for Hydrology, Oulo 13-15 August.

Moghadas, S., Westerlund, C., Gustafsson, A-M. & Viklander, M. (2012). "Snowmelt modeling in urban areas: sensitivity analysis of the energy and mass balance method". *Nordic Hydrological Conference: Catchment Restoration and Water Protection*. Uleåborg, Finland, 13-15 August.

Moghadas, S. (2012). "Urban drainage for safe built: Protecting urban settings from storm-water problems using drainage system", *Hantering av föroreningar i dagvatten - Internationella erfarenheter och svenska utmaningar*, 13-14 november, Stockholm

Newman, R., Cettner A. & Viklander, M. (2012) "Management of pollutants in stormwater: International experiences and Swedish challenges", *Hantering av föroreningar i dagvatten - Internationella erfarenheter och svenska utmaningar*, 13-14 november, Stockholm

Panasiuk, O. (2012). "Foul water detection in the storm water system", *Hantering av föroreningar i dagvatten - Internationella erfarenheter och svenska utmaningar*, 13-14 november, Stockholm

Zinger, Y., Blecken, G-T., Deletic, A., Fletcher, T. & Viklander, M. (2012). "Retrofitting a Saturated Zone (RSAZ) in stormwater biofilters: impact on pollutants removal". WSUD 2012: *Proceedings of the 7th International Conference on Water Sensitive Urban Design*, Melbourne, Australia, 21-23 February.

2013

Al-Rubaei, A., Engström, M., Viklander, M. & Blecken, G-T. (2013). "Long-term hydraulic performance of stormwater infiltration systems – a field survey", *Novatech, 8th International Conference - Planning and technologies for sustainable urban water management*. Lyon, France 23-27 June.

Berggren, K., Moghadas, S., Gustafsson, A-M., Ashley, R. & Viklander, M. (2013). "Sensitivity of urban stormwater systems to runoff from green/pervious areas in a changing climate". *Novatech, 8th International Conference - Planning and technologies for sustainable urban water management*. Lyon, France 23-27 June.

Blecken, G.-T., Hunt, W. III, Viklander, M. & Loh, B. (2013). "The Need for SCM/WSUD Maintenance: An International Perspective", *World Environmental & Water Resources Congress*, Cincinnati, Ohio.

Borris, M. , Viklander, M. , Gustafsson, A-M. & Marsalek, J., (2013). "Simulating future trends in urban stormwater quality for changing climate, urban land use and environmental controls", *Novatech, 8th International Conference - Planning and technologies for sustainable urban water management*. Lyon, France 23-27 June. (accepted for oral presentation and publication in electronic proceedings)

Galfi, H, Nordqvist, K, Blecken, G.-T., Viklander, M. & Marsalek, J. (2013). "Influence of sampling methods on the measurements of urban stormwater quality constituents: Preliminary results", *Novatech, 8th International Conference - Planning and technologies for sustainable urban water management*. Lyon, France 23-27 June.

Galfi, H, Haapala, J, Westerlund, C, Blecken, G.-T., Marsalek, J. & Viklander, M. (2013). "Indicator bacteria variation in separate sewer systems in Östersund, Sweden - Preliminary results", *Novatech, 8th International Conference - Planning and technologies for sustainable urban water management*. Lyon, France 23-27 June.

Mattsson, J. Hedström, A. & Viklander, M. (2013). "Bridging the gap between sewer status and new sewer inputs: A decision support tool predicting impacts on small diameter sewers from food waste disposers", *7th International Conference on Sewer Processes & Networks*. IWA, Sheffield, 28-30 August.

Muthanna, T. & Viklander, M. (2013). "Modelling Water Quality in a Cold Climate Bioretention System". *World Environmental & Water Resources Congress*, Cincinnati, Ohio.

Newman, R., Ashley, R., Cettner, A. & Viklander, M. (2013). "The role of context in framing discourses in the transition from piped to sustainable stormwater systems". *Novatech, 8th International Conference - Planning and technologies for sustainable urban water management*. Lyon, France 23-27 June 2013.

Søberg, L.C., Vollertsen, J., Haaning Nielsen, A., Viklander, M. & Blecken, G-T. (2013). "Investigation of freshwater mussels and passive samplers as indicator for heavy metal pollution in aquatic systems", *Novatech, 8th International Conference - Planning and technologies for sustainable urban water management*. Lyon, France 23-27 June 2013.

Inskickade, än ej accepterade konferensbidrag:

Newman, R. (2013) "A multicriteria decision tool for sub-arctic region municipalities for selecting BMPs to adapt to increased flood risk from climate change", *World Water Week*; Sep 1-6; Stockholm, Sweden. (Submitted)

4.5.5 Rapporter

Blecken, G., Viklander, M., Svensson, G. & Hedström, A. (2010). *Fett i avloppsnät – kartläggning och åtgärdsförslag*. Svenskt Vatten Utveckling rapport. 2010-03.

Blecken, G., Viklander, M., Svensson, G. & Hedström, A. (2011). *Fett i avløpsnett: Kartlegning og tiltaksforslag*. Norsk Vann rapport 185-2011.

Hedström, A. (2011). *Improved sustainability of the water and sanitation systems in Bugrino, Kolguev Island*. Luleå University of Technology.

Mattsson, J. (2011). *Resurser inom VA-systemet: En förstudie för Nya Giron*. Luleå: Luleå tekniska universitet. 17 p. (Rapportserie Nya Giron; No. 2011:1).

Mattsson, J. (2011). *Vatten- och avloppssystem för subarktiskt klimat: en förstudie för Nya Giron*. Luleå: Luleå tekniska universitet. 12 p. (Rapportserie Nya Giron; No. 2011:2).

Mattsson, J. (2011). *Matavfallskvarnar: Ett alternativ för ett framtida Kiruna?* Luleå: Luleå tekniska universitet. 9 p. (Rapportserie Nya Giron; No. 2011:3).

Viklander, M. (red.) (2011). *Sustainable living conditions in subarctic regions of Sweden*. Luleå: Luleå tekniska universitet. 106 s. (Research report / Luleå University of Technology).

Cettner, A. (2012). *Overcoming inertia to sustainable stormwater management practice*. Luleå: Luleå tekniska universitet. (Doctoral thesis / Luleå University of Technology).

Mattsson, J. & Hedström, A. (2012). *Matavfallskvarnar: Långtidseffekter på ledningsnät*, Stockholm: Svenskt vatten. 46 s. Svenskt Vatten Utvecklings rapportserie; Nr 2012-08.

4.5.6 Examensarbeten

Malmgren, C. (2010). *Dagvattenhantering i Luleå. Inventering av utsläppspunkter och deras miljöpåverkan*. Examensarbete Väg- och vattenbyggnadsteknik (30 hp).

Danielsson, A. (2010). *Utvärdering av åtta svenska avloppsreningsverk utbyggda för kväverening*. Examensarbete Arena jordens resurser (30 hp).

Stenglein, A.L. (2011). *Porous Asphalt Pavements in Northern Sweden - Long-Term Behaviour*. Examensarbete Väg- och vattenbyggnadsteknik (30 hp).

Lans, A. (2012). *Hydraulisk och hydrologisk dagvattenmodellering i tidiga planskeden: Fallstudie med undersökning av framtida förändringar*. Examensarbete Väg- och Vattenbyggnadsteknik (30 Hp).

Niska, D. (2012). Systemanalysmodell för att utvärdera integrerade systemlösningar: Avlopp – Avfall - Energi. Examensarbete Högskoleexamen Samhällsbyggnad (7,5 Hp).

Josefsson, G. (2013). Avrinningsmodellerna MouseNAM och SWMMs förmåga att modellera ett snösmältningsförlopp i ett urbant avrinningsområde. Examensarbete Väg- och vattenbyggnadsteknik (30 hp).

Hinnemo, S. (2013). Dagvatten i Solna : Föroreningskällor och en studie av dagvattnets sammansättning i tre stadsdelar. Examensarbete Väg- och vattenbyggnadsteknik (30 hp).

Kotiranta Lundberg, K. (2013). VA-system i tillväxtområden : Bedömning av kapacitetsförstärkande åtgärdsalternativ genom multikriterieanalys. Examensarbete Väg- och vattenbyggnadsteknik (30 hp).

4.5.7 Licentiatuppsatser

Borris, M. (juni 2013). Influential factors in simulations of future stormwater quality: Climate change, progressing urbanization and environmental policies”. Luleå tekniska universitet.