



Verksamhetsberättelse 2020



Innehåll

1	Om Dag&Nät	1
1.1	Dag&Näts verksamhetsidé.....	1
1.2	Dag&Näts vision.....	1
1.3	Dag&Näts strategi.....	1
1.4	Dag&Näts partners.....	1
1.5	Dag&Näts organisation.....	1
1.5.1	Styrgruppens sammansättning och sammanträden.....	2
1.5.2	LTU:s ledningsgrupps sammansättning	2
1.5.3	Temareferensgrupper.....	2
1.5.4	Dag&Näts personal.....	3
1.6	Dag&Näts ekonomi	5
2	Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete	6
2.1	Tema Dagvattenkvalitet: från regn till recipient.....	8
2.1.1	Identifiering och utvärdering av dagvattenföroreningskällor.....	9
2.1.2	Källor till och transport av föroreningar i dagvatten	10
2.1.3	Källor och sänkor till mikroplast i dagvatten	11
2.1.4	Spridning av mikroplast via dagvatten	12
2.1.5	Metaller i dagvatten - kemiska faser och transportprocesser.....	13
2.1.6	Svackdikens betydelse för dagvatten-kvalitet	14
2.1.7	Föroreningar i urban snö: Prov-tagningsmetodik, påverkan av snöhantering och spridning med smältvatten	15
2.1.8	Dagvattenbiofilter: Faktorer som kan påverka funktionalitet.....	16
2.1.9	Biofilters långtidsfunktion under kalla förhållanden.....	18
2.1.10	Reduktion av organiskt material och kväve vid försedimentering.....	19
2.1.11	Kemisk fällning av förorenat dagvatten	20
2.1.12	Dagvattenrening med membranteknik och pulserande flöde	21
2.1.13	Yteffektiv dagvattenrening.....	22
2.2	Tema Dagvattensystem.....	23
2.2.1	Förbättrad modellering av grön infrastruktur	24
2.2.2	Dagvattenkvalitet: Massflödesanalys och modellering av avrinningsområden	25
2.2.3	Modellering av dagvattenkvalitet	27
2.2.4	Urban grön infrastrukturens prestanda och hydrologi.....	28
2.2.5	Grön infrastrukturens hydrologiska prestanda i svenskt klimat.....	29
2.2.6	Gröna tak och deras funktion i kalla klimat.....	30
2.2.7	Dagvattenbrunnars funktionalitet kopplat till underhållskriterier	31
2.2.8	Miljöriskbedömning av dagvatten-dammars sediment.....	32
2.2.9	Den multifunktionella ytan.....	34
2.2.10	Hållbarhetsutvärdering av blå-grön infrastruktur	35
2.2.11	Övriga aktiviteter – Fastighetsnära hantering av dagvatten	36
2.3	Tema Ledningsnät.....	37
2.3.1	Ovidkommande vatten i ledningsnät	38
2.3.2	Datastyrd resursoptimering för VA-infrastruktur.....	38
2.3.3	Utvärdering av schaktnätsstrategier	40

2.3.4	Drivkrafter för centralisering eller decentralisering av avloppsrenings-system	41
2.3.5	Gråvattentransport från hushåll till centrala eller decentrala reningsverk....	42
2.4	Projekt- och programportfölj	43
2.4.1	Nya projekt	43
2.4.2	Stora program och kompetenscentra	46
2.5	Samarbetsparter.....	47
2.6	Medverkan i referensgrupper.....	48
2.7	Samverkan med övriga VA-kluster	48
2.7.1	Samarbete kring ämnesgrupper	48
3	Kompetensförsörjning	50
3.1	Studentorienterad branschdag.....	50
3.2	Grundutbildning inom VA-området vid LTU.....	50
3.2.1	Examensarbeten.....	50
3.3	Vattenforskarsskolan	51
3.4	Licentiat och disputationer.....	51
3.5	Uppdrag i betygskommittéer etc	52
3.6	Utbildning och föredrag för yrkesverksamma & allmänhet	52
3.7	Kunskapsutbyte.....	53
4	Kommunikation.....	54
4.1	Hemsida	54
4.2	Nyhetsbrev	54
4.3	Sociala medier.....	54
4.4	Artikelserie Ny Forskning och Teknik	54
4.5	Europeisk vattenplattform.....	54
4.6	Arrangerande av konferens och workshop	54
4.7	Deltagande på konferenser, etc	55
4.8	Utmärkelser och priser.....	55
4.9	Informationsmöten.....	55
4.10	Publikationer	55
4.10.1	Artiklar i vetenskapliga tidskrifter.....	55
4.10.2	Konferensbidrag	57
4.10.3	Rapporter	57
4.10.4	Doktorsavhandlingar	57
4.10.5	Licentiatavhandlingar	57
4.10.6	Examensarbeten.....	57
4.10.7	Artiklar i populärvetenskapliga tidskrifter.....	58
4.11	I media	58

1 Om Dag&Nät

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

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

1.1 Dag&Näts verksamhetsidé

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

1.2 Dag&Näts vision

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

1.3 Dag&Näts strategi

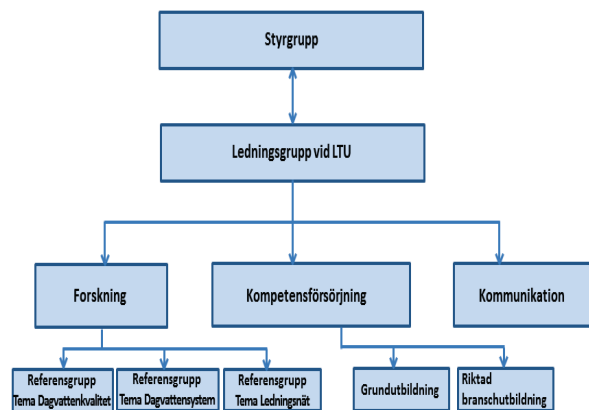
För att nå visionen initierar och genomför Dag&Nät behovsdrivna forsknings-, utvecklings- och utbildningsinsatser inom dagvatten- och ledningsnätområdet. Dag&Nät har särskilt gjort sig känt genom satsningen på att tillhandahålla behovsanpassad forskning och utveckling inom områdena dagvattenkvalitet,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

1.4 Dag&Näts partners

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

1.5 Dag&Näts organisation

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



Figur 1: Dag&Näts organisation

1.5.1 Styrgruppens sammansättning och sammanträden

Styrgruppen har under 2020 bestått av:



Stefan Johansson, Skellefteå kommun (ordförande)

Kristina Kenning Östling, Östersunds kommun (vice ordförande)

Petra Viklund, Luleå kommun

Per Grünhagen, Vakin AB, Umeå kommun

Tomas Larsson, MittSverige Vatten & Avfall AB, Sundsvall

Jan Lundberg, Bodens kommun

Malin Engström, VAK, Växjö kommun

Elin Jansson, RÖK, Uppsala Vatten och Avfall AB

Maria Viklander, LTU (projektledare)

Sylvia Kowar, LTU (koordinator)

Anna Norström, Svenskt Vatten AB (adjungerad)

Under 2020 har styrgruppen haft ett fysiskt möte i februari. Med anledning av coronabrottet och pandemirelaterade

reserestriktioner hölls ytterligare trestyrgruppsmöte digitalt, ett vardera i maj, september och december. Närvaron vid samtliga möten har varit god.

1.5.2 LTU:s ledningsgrupps sammansättning

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

1.5.3 Temareferensgrupper

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

Tema Dagvattenkvalitet – från regn till recipient:

Helena Löfgren (Vakin, Umeå kommun)

Anna Bodén, Gabriella Nygren (Skellefteå kommun)

Erika Lundström (Luleå kommun)

Sara Sjöström (Östersunds kommun)

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

Helena Marttala (Bodens kommun)

Ebba Waernbaum (VA SYD)

Tema Dagvattensystem:

Pär Nyström (Vakin, Umeå kommun)

Helena Jonsson (Skellefteå kommun)

Ann-Sofie Wikström (Luleå kommun)

Tore Johansson (Östersunds kommun)

Erik Norin (MittSverige Vatten & Avfall, Sundsvalls kommun)

Patrik Fahlén, Anders Strandberg (Bodens kommun)

Eleonora Krizanac (VA SYD)

Tema Ledningsnät:

Christer Stenmark (Vakin, Umeå kommun)

Helena Jonsson (Skellefteå kommun)

Ulrika Larsson (Luleå kommun)

Lars Svensson (Östersunds kommun)

Kent Johansson (MittSverige Vatten & Avfall, Sundsvalls kommun)

Tony Bexelius, Erik Tornberg (Bodens kommun)
Niclas Nilsson (VA SYD)

1.5.4 Dag&Näts personal

Vid slutet av år 2020 omfattade Dag&Näts personal 26 doktorander. Tillkommer till detta som forskningsöverbyggnad 20 personer varav 9 personer var verksamma på deltid.

Under 2020 förstärkte Kalpana Gopinath och Mehwish Taneez forskningsgruppen som post doktorer. Kelsey Flanagan anställdes som biträdande universitetslektor. Fortsatt forskningsstöd har erhållits av adjungerade VA-professorerna Jiri Marsalek (National Water Research Institute i Burlington, Kanada), Richard Ashley från Pennine Water Group i Sheffield, Storbritannien, Lian Lundy, professor i miljövetenskap vid Middlesex University i London, Storbritannien, Tone Merete Muthanna, docent vid NTNU i Norge och specialiserad på dagvattenhantering och klimatanpassning, samt Elisabeth Kvarnström (Urban Water Management / RISE). Koordinator för Dag&Nät är Sylvia Kowar.

Nedan presenteras de personer från LTU som under 2020 arbetat inom Dag&Nät.

Maria Viklander Professor

Jiri Marsalek Professor

Lian Lundy Gästprofessor

Tone Muthanna Gästprofessor, biträdande

Richard Ashley Professor, adjungerad



Elisabeth Kvarnström

Annelie Hedström

Godecke Blecken

Inga Herrmann

Heléne Österlund

Kelsey Flanagan

Günther Leonhardt

Jiechen Wu

Kalpana Gopinath

Mehwish Taneez

Sylvia Kowar

Lena Goldkuhl

Stefan Marklund

Kerstin Nordqvist

Peter Rosander

Professor, adjungerad

Professor, biträdande

Professor, biträdande

Universitetslektor, biträdande

Universitetslektor, biträdande

Universitetslektor, biträdande

Forskare

Postdoktor

Postdoktor

Postdoktor

Projekt-koordinator

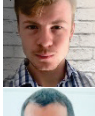
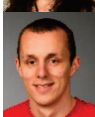
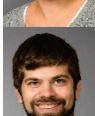
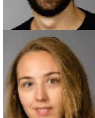
Projekt-koordinator

Projektledare

Forskningsingenjör, l:e

Forskningsingenjör



Oleksandr Panasiuk	Doktorand		Emmanuel Okwori	Doktorand	
Helen Galfi	Doktorand		Haoyu Wei	Doktorand	
Hendrik Rujner	Doktorand		Rasmus Klapp	Doktorand	
Alexandra Müller	Doktorand		Saida Kaykhaii	Doktorand	
Youen Pericault	Doktorand		Sami Mashreki	Doktorand	
Fredrik Nyström	Doktorand		Ali Beryani	Doktorand	
Arya Vijayan	Doktorand		Nikita Razguliaev	Doktorand	
Snežana Gavrić	Doktorand		Ivan Mantilla	Doktorand	
Brenda Vidal	Doktorand		Emelie Hedlund Nilsson	Kommun-doktorand	
Ico Broekhuizen	Doktorand		Lisa Öborn	Kommun-doktorand	
Joel Lönnqvist	Doktorand		Pär Öhrn Sagrelius	Industri-doktorand	
Katharina Lange	Doktorand		Robert Furén	Industri-doktorand	
Ivan Milovanovic	Doktorand				
Sarah Lindfors	Doktorand				

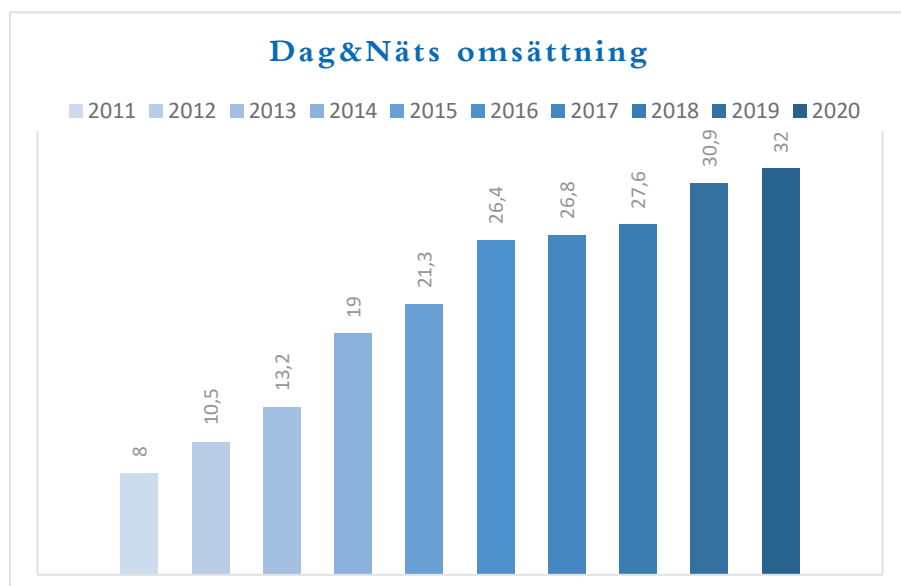
1.6 Dag&Näts ekonomi

Under verksamhetsåret 2020 omsatte Dag&Nät 32 miljoner kronor. Här har Svenskt Vatten Utveckling bidragit med 1,9 miljoner och partnerkommunerna sammantaget ytterligare 1,4 miljoner. Andra finansiärer var bl.a. InfraSweden2030, Naturvårdsverket, Europeiska regionala utvecklingsfonderna Interreg Nord och Interreg Baltic Sea, samt Vinnova och Formas som huvudfinansiärer.

Under detta tionde verksamhetsår har Dag&Nät fortsatt växa kontinuerligt och ökat omsättningen 2020 med 1,1 mkr jämfört med 2019.

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

Vidare hade Dag&Nät tillgång till resurser motsvarande 2,1 miljoner kronor i form av fyra externt finansierade industri- och kommundoktorander.



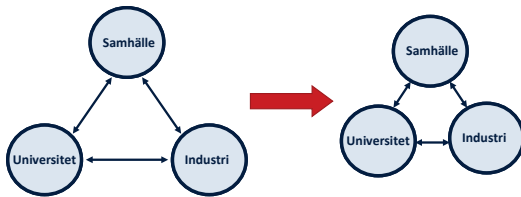
Figur 2: Dag&Näts omsättning (i miljoner kronor) 2011-2020

Under året har vi i likhet med tidigare år och baserat på medlemmarnas behov inlämnat nya ansökningar om FoU-medel, för att ytterligare växla upp Dag&Näts verksamhet. Utfallet från ansökningarna har resulterat i beviljandet av medel från bl.a. Naturvårdsverket, Formas och SVU.

Utöver rena forskningsmedel tillfördes cirka 2,5 mkr till verksamheten för utbildning inom

2 Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete

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



Figur 3: Dag&Näts samverkansarbete

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

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

Våra vägledande principer är:

- Relevans – Forsknings- och utvecklingsarbetet ska ligga i linje med Svenskt 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 2020 planerade Dag&Nät att fortsatt hålla möten på hemmaplan med sina medlemskommuner. I samband med utbrottet av covid-19 pandemin i början av året infördes dock reserestriktioner och rekommendationer på distansarbete och att undvika fysiska träffar under större delen av året vilket ledde till att merparten av mötena fick ställas in och senareläggas.

Enbart möten med Luleå, Boden och Vakin (Umeå) kunde hållas i en något avskalad form. Upplägget har varit olika beroende på respektive kommuns. Gemensamt för dessa möten var att diskutera läge för aktuellt i kommunen pågående forskningsprojekt, återkoppla resultat från projekten och få inspel till fortsatt utveckling.

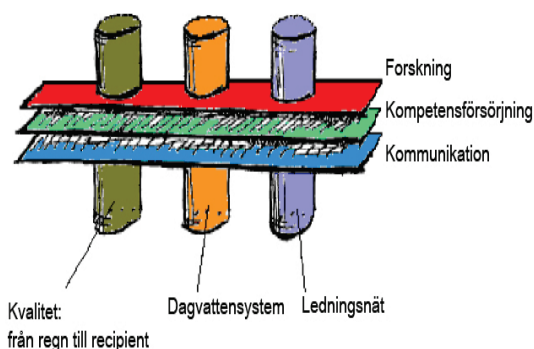
Projektmöten

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

val, oftast i digital form på grund av pandemiläget.

Dag&Näts verksamhetsstruktur

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



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

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

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

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

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

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

2.1 Tema Dagvattenkvalitet: från regn till recipient



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

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

Inom temat Dagvattenkvalitet studeras källor till dagvattenföroreningar i mer detalj, vilket kan kopplas till uppströmsarbete för att erhålla ett renare dagvatten. Arbetet fokuserar på bidrag från material som byggs in i staden och dagvattenkvalitet från olika typer av avrinningsområden med fokus på det som tidigare inte undersökts i Sverige. Under senare år har dagvatten pekats ut som en av de troligen största transportvägarna av mikrokräp från den urbana miljön vidare ut till den akvatiska miljön. Här har Dag & Nät påbörjat ett arbete med karakterisering och spårning av mikrokräpets källor och fällor. Föroreningstransporten och –spridningen vid olika snöhanteringsstrategier studeras, t ex. jämförelse av snöupplag på land kontra dumpning i vattenförekomster. System för dagvattenrening utvärderas och utvecklas vidare. Detta gäller exempelvis biofilter som nu studeras i fullskaliga anläggningar och som är anpassade till svenska förutsättningar. Tekniker för mer avancerade dammsystem och andra reningslösningar för problematiska dagvatten testas och utvärderas.

Inom temat genomförs detaljerade studier avseende dagvattnets, samt dess sediments, kvalitet och 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 användare/huvudmän kommer projektresultaten att användas för att utveckla strategier för uthållig hantering av dagvatten. Detta inkluderar uppströmsarbete, övergripande sedimentbedömning respektive behovet av slutbehandling i processkedjan - till exempel dammar, diken eller mer avancerad rening.

Under 2020 har arbetet tematiskt bedrivits inom 12 forskningsprojekt, bl.a.:

- Bedömning och modellering av grön infrastruktur
- Anonyma källor: Identifiering och karakterisering av källor till diffus föroreningsspridning
- Dagvattenbiofilter: från standardlösningar till avancerade tekniklösningar
- Avancerad dagvattenrening
- Yteffektiv dagvattenrening
- GrönNano 3
- DRIZZLE
- urban Plastics
- FanPLESStic-Sea
- Elektrokoagulation som reningskomponent för förorenat dagvatten
- Avskiljning av mikroplast från dagvatten och snö

2.1.1 Identifiering och utvärdering av dagvattenföroreningskällor



Alexandra Müller, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Jiri Marsalek, professor
Heléne Österlund, bitr. lektor

Diffusa föroreningskällor, alltså antropogena utsläpp från exempelvis trafik eller byggnader, har i EU:s vattendirektiv utpekats som viktigt att ta itu med för uppnående av god ytvattenkvalitet i våra dagvattenrecipienter. Alexandras forskningsområde är främst relaterat till att identifiera och utreda dessa källor till föroreningar i dagvatten.

De föroreningsgrupper som studeras omfattar både metaller och olika organiska föroreningar. Arbetet fokuserar på bidrag av föroreningar från olika urbana ytor och material - exempelvis byggnadsmaterial. Detta omfattar studier i såväl laboratorie- som pilotförsök på konventionella byggnadsmaterial, samt genom litteraturstudier. Pilotförsöken bestående av 33 miniatyrtak med 11 olika materialslag stod färdigt våren 2017; provtagning påbörjades samma år och har fortsatt åren 2018, 2019 och 2020. Alexandras arbete omfattar även en kritisk litteraturstudie över kunskapsläget gällande föroreningsbidrag från olika källor, samt provtagning av snö i urbana områden.



Figur 5. Pilottak med olika byggnadsmaterial vid LTU.

Aktiviteter 2020

- Färdigställande av konferensbidrag till ICUD 2020 (framflyttad till 2021). Konferensartikeln jämför olika metoder för identifiering av källor till föroreningar i dagvatten.
- Fortsatt provtagning av avrinning vid pilotförsök (figur 5).
- Publicering av en kritisk litteraturstudie om de källor som bidrar med föroreningar till dagvatten.
- I december påbörjades planering av nästa studie som handlar om förekomsten av föroreningar i snö från trafikmiljö.

Viktigaste resultat

Litteraturstudien visade att nuvarande kunskapen skiljer sig stort mellan olika kategorier av källor. Atmosfärisk deposition, trafik och metalliska byggnadsmaterial tillhör de största föroreningskällorna och har också studerats i störst omfattning. Metodjämförelsen visade att lakförsök i laboriemiljö effektivt kan identifiera potentiella föroreningskällor samt studera hur yttre faktorer kan påverka utsläppen av olika ämnen. Däremot lämpar de sig inte för att skatta koncentrationer i avrinningen från byggnadsmaterial i utomhusmiljöer.

Publikationer

Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2020). *The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources*. Science of the Total Environment, 709, 136125

2.1.2 Källor till och transport av föroreningar i dagvatten



Mehwish Taneez, postdoktor

Avrinnande dagvatten är som bekant en viktig transportväg för ett spektrum av föroreningar - från urban miljö till mottagande ytvatten. På så sätt bidrar dessa strömmar till en försämrad miljöstatus i stadsnära ytvatten. De material som byggs in i den urbana miljön, exempelvis byggnaders tak och fasader samt andra tekniska komponenter såsom vägräcken, lyktstolpar, bänkar osv. längs gator kan påverka vattenkvaliteten. Även dagvattenledningar är tillverkade av ett brett urval material och de avtryck dessa lämnar på dagvattnet de transporterar återstår än idag att fullt ut karaktärisera.

Initialt kommer forskningsinsatsen att fokusera på att utvärdera interaktion mellan ledningsmaterial och dagvatten – med vatten med olika kemisk sammansättning insamlat från typskilda avrinningsområden – i detta skede ska också belysas inverkan av ledningsålder.

Ett annat forskningsspår är inriktat på provtagningsmetodik och ska fokusera hur förhållanden för lagring av dagvatten och lagringstid påverkar fysiokemiska parametrar inklusive fraktionering av metaller.

Forskningen syftar till att förbättra förståelsen av hur nya och åldrade ledningsmaterial frigör föroreningar till dagvatten samt hur dessa fraktioneras. Här är en viktig aspekt att klarlägga i vilken omfattning prover kan förvaras från provuttag fram till analys (inklusive andra förhållanden) och hur förvaringen påverkar erhållna analysresultat.

Aktiviteter 2020

Under december månad 2020 planerades följande experiment:

- Undersöka påverkan av dagvattenlagring under skilda förhållanden (t.ex. tid och temperatur) samt hur detta påverkar vattenkvalitet gällande pH, EC, TSS, TOC, DOC partikelstorleksfördelning och metallfraktionering. Dagvatten från två avrinningsområden kommer här att användas.
- Dagvatten från tre avrinningsområden kommer att recirkuleras i såväl nya som åldrade ledningar (PVC, betong, galvaniserat stål, polypropen (PP), belagda rör etc). Analysomfånget omfattar ett brett spektrum av parametrar, inkluderande fraktionerade metaller, som underlag för bedömning av dagvattenprovns miljöpåverkan.

2.1.3 Källor och sänkor till mikroplast i dagvatten



Lisa Öborn, kommundoktorand,
Miljöförvaltningen, Stockholms stad
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Heléne Österlund, bitr. univ. lektor

Mikroplaster är ett samlingsnamn för små plastfragment (< 5 mm) och finns överallt. Dagvatten har identifierats som en av transportvägarna för mikroplast från städer ut till sjöar och vattendrag. Det finns ett flertal aspekter att beakta gällande mikroplaster som sprids via dagvatten. Exempelvis kan andra föroreningar adsorberas till mikroplasten och via dagvattnet transporteras ut i sjöar och vattendrag, plasten kan innehålla oönskade ämnen, samt att små plastpartiklar (såsom skräp) är en förorening i sig själv.

Mikroplaster kan delas in i två kategorier beroende på ursprung, dels primära mikroplaster som återfinns i primärt producerad storlek och form - exempelvis plastpellets (råmaterial i plastindustrin), dels sekundära mikroplaster som bildas oavsiktligt då större plastbitar bryts ner - exempelvis efter nedskräpning eller vid slitage av däck och vägmarkeringsfärg. Nedbrytning av större plastbitar (såsom plastskräp) till mikroplast kan orsakas av flera olika faktorer, bl.a. mekanisk nötning, värme, biologiska processer och UV-strålning.

Aktiviteter 2020

- Nedbrytning av plastskräp från makroplast till mikroplast, som sedan kan spridas vidare via dagvatten, har studerats under kontrollerade förhållanden. En accelererad nedbrytning av plast på grund av UV-strålning har simulerats i laboratorium. UV-exponeringen omfattade 7, 28 och 56 dagar vilket i Luleå jämförelsevis motsvarar en tidsperiod under bar himmel

på ca 0,25, 1 respektive 2 år. I studien användes fyra vanligt förekommande plastprodukter av engångskaraktär: lock till kaffemugg, godisförpackning, flaska och påse.



Figur 6. Plastskräp (till vänster) samt provbitar (till höger) som använts i studien. Uppifrån och ner: lock, chokladförpackning, flaska och påse. Foto: Jonathan Svedin, 2020.

Lisa var föräldraledig under januari t.o.m. september 2020.

Viktigaste resultat

Resultaten från studien tyder på att nedbrytning på grund av UV-strålning skiljer sig åt mellan de olika studerade produkterna (plasttyperna), både gällande nedbrytningsmönster över tid och antal partiklar som frigörs efter de olika exponeringstiderna. Störst antal partiklar frigjordes från chokladförpackningen och kaffemuggslocket.

2.1.4 Spridning av mikroplast via dagvatten



Kalpana Gopinath, postdoktor

Mikroplast definieras vanligtvis som plastpartiklar dimensionsmässigt mindre än 5 mm. Urbant dagvatten är en viktig transportväg för föroreningar till ytvattenförekomster eller marina områden, transporterande många skilda substanser såsom mikroplast, tungmetaller, polycykliska aromatiska kolväten, bakterier samt närsalter. Förståelsen för hur landbaserade källor för mikroplast bidrar till detta samt de olika transportvägarna via dagvatten är begränsad, vilket ger en tydlig kunskapslucka gällande vilka föroreningskällor som dominerar och hur de sprids vidare ut i miljön.

Inom denna kontext syftar projektet att nå bättre förståelse när det gäller transportvägar för mikroplast i avrinnade dagvatten.

Aktiviteter 2020

- En översiktsartikel håller på att skrivas med syfte att redovisa dagens kunskapsläge vad gäller mikroplast i dagvatten från urban miljö. I detta ingår exempelvis beskrivning av metoder för provtagning och analys av dagvatten, vilka transportvägar som finns undersökta samt att identifiera forskningsluckor och prioriterade satsningar framåt i tid.
- Metodik för provtagning av dagvatten i tre urbana områden i Luleå utarbetades. Tre områden valdes ut för provtagning: en parkeringsplats (figur 7), takavrinning från en byggnad (figur 8) och en trafikerad väg.
- Prov uttogs på dagvatten från tre regnhändelser under september och oktober månad 2020 i angivna områden ovan.

- Uttagna prov filtrerades, förbehandlades samt konserverades inför senare analys gällande mikroplast.



Figur 7. Provtagning av dagvatten på parkeringsplats vid Luleå tekniska universitet, Luleå.



2.1.5 Figur 8. Utvald provtagningsplats för takavrinning från byggnad.

Metaller i dagvatten - kemiska faser och transportprocesser



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

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

Aktiviteter 2020

- En tidigare färdigställd artikel blev accepterad för publicering i *Science of the Total Environment* vilken behandlar metaller i regn och smältvatten där det undersöktes vilka olika storleksfraktioner metallerna förekommer i. Ultrafiltrering, med en avskiljning på ca 1 nm, var en av de separeringstekniker som användes.
- Under året har Sarah färdigställt ytterligare en artikel om biotillgängliga fraktionen av metaller i regn och smältvatten beräknat med modellen Bio-Met. Provtagning har genomförts i tre olika urbana områden; två industriområden och en parkering och den beräknade biotillgängliga halten har jämförts med lösta halter metaller från upprepade provtagning under hela avrinningstillfällen. Manuskriptet till artikeln är inskickad till vetenskaplig tidskrift och under granskning.



Figur 9. Provtagningsområden i Umeå – industriområde Västerslätt (överst), parkeringen vid Norrlands universitetssjukhus (mitten), industriområde Östteg (längst ned).

- Arbete med att sammanställa hittills erhållna resultat från alla delstudier i en licentiatavhandling har påbörjats och är nästan slutfört.

Viktigaste resultat

De sammanställda resultaten från licentiatavhandlingen visade på att den lösta fraktionen av Cu, Ni och Zn, vanligt förekommande metaller i dagvatten, bestod av en komplex komposition av flera mindre

storleksfraktioner. Dock var den sant lösta fraktionen dominerande oavsett markanvändning och säsong. En jämförelse mellan fraktioneringsresultaten och modellerad biotillgänglighet indikerade att flera lösta fraktioner bidrog till den biotillgängliga fraktionen.

Publikationer

Lindfors, S., Österlund, H., Lundy, L. & Viklander, M. (2020). *Metal size distribution in rainfall and snowmelt-induced runoff from three urban catchments*. Science of the Total Environment, 743, 140813.

2.1.6 Svackdikens betydelse för dagvattenkvalitet



Snežana Gavrić, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Günther Leonhardt, adj. univ.adjunkt

Avrinning av förorenat dagvatten från hårdgjorda ytor kan minskas genom att återskapa vissa naturliga förutsättningar i avrinningsområdet. Svackdiken är härvidlag en vanligt förekommande grön infrastruktur, användbar för att kontrollera dagvattenflöden gällande både kvantitet och kvalitet.

Snežana Gavrićs forskningsområde fokuserar på svackdiken och processer som styr transporten av föroreningar i dessa gräsbevuxna diken. Eftersom svackdiken allmänt anses vara effektiva för att avlägsna metaller från dagvatten genom infiltration och fastläggning av metaller i jord, kan långsiktig användning av svackdiken leda till ackumulation av föroreningar i, och kontamination av svackdikens jordar.

Aktiviteter 2020

- En dataanalys genomfördes gällande markkemi i tre svackdiken belägna i Luleå, nyttjade för både dagvattenavledning och vinterförvaring av snö röjd från intilliggande trafikområden. Dataanalysen omfattade metallkoncentrationer och ett urval fysikalisk-kemiska parametrar (pH, elektrisk konduktivitet, kloridhalt, organiskt innehåll och infiltrationskapacitet).
- En vetenskaplig artikel baserad på ovanstående fältstudie godkändes för publicering.
- Resultat från ovanstående studie presenterades under Svenskt Vattens FoI-dagar (december 2020).

- Under december månad försvarade Snežana sin licentiatavhandling.
- Under årets slutfas uppstartades planering av kommande studier.

Viktigaste resultat

Resultaten från här genomfört arbete visade att jorden i det äldsta svackdike, bredvid vägen med högst trafikintensitet, innehöll högst koncentration av flertalet undersökta metaller. Exempelvis gällde detta medelkoncentrationen av bly (Pb) ~ 70 mg / kg TS (torrvikt), jämfört med < 10 mg / kg TS i de två andra svackdikena. Barium (Ba) däremot visade likvärdiga koncentrationer i samtliga svackdiken, (645 - 699 mg / kg TS). Omkring 90 % av Ba-innehållet förekom bundet i jordpartiklarna och var olösligt, vilket bekräftar dess mineraliska ursprung.



Figur 10. Provtagning av ett gräsbevuxet svackdike i Luleå.

Publikationer

Gavric, S. (2020). *Enhancement of storm-water quality in grass swales: Removal and immobilisation of metals*. Licentiatavhandling, Luleå tekniska universitet.

2.1.7 Föroreningar i urban snö: Provtagningsmetodik, påverkan av snöhantering och spridning med smältvatten

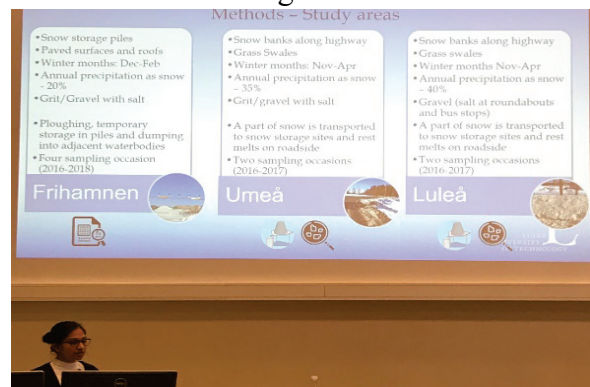


Arya Vijayan, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Jiri Marsalek, professor
Heléne Österlund, bitr. univ. lektor

Snö och smältvatten därur sprider föroreningar till ytvatten och kan försämra ytvattenkvaliteten. De stora källorna till föroreningar i snö i stadsmiljö är trafik, atmosfärisk deposition, vägsalt, halkbekämpningsmedel samt urban nedskräpning. Föroreningar av intresse att studera i snö och under snösmältning är tungmetaller, klorider, organiska föroreningar, mikroplaster och näringsämnen. Aryas forskning fokuserar på att förstå samt klarlägga koncentrationer och total massa gällande föroreningar i snö likväl som föroreningars beteende under ett smältförlopp, för att stödja planering och utveckling av platsspecifika snöhanteringsmetoder.

Aktiviteter 2020

- Under året har Arya färdigställt en artikel om strategier för provtagning av snö och dess effekt på skattning av föroreningsförekomst i snöupplag.
- November månad försvarade Arya sin licentiatavhandling.



Figur 11. Aryas licentiatseminarium hölls på distans på grund av rådande pandemi.

- December månad presenterade Arya resultat från en mikroplaststudie under Svenskt Vattens FoI-dagar 2020.

Viktigaste resultat

Kvaliteten på insamlad snö i de tre ingående studieområdena (Frihamnen Stockholm, Umeå och Luleå) skilde sig tydligt åt på grund av skillnader studieområdena emellan; så till exempel i klimat (särskilt lufttemperatur och årligt snöfall), befolkningstäthet, mark-användningsaktiviteter inklusive genomsnittlig daglig trafikintensitet samt snöhanterings-aktiviteter.

En jämförelse av olika strategier för snöprovtagning visade att en systematisk provtagning i ett rutmönster med jämna avstånd är den bästa strategin jämfört med både ett stickprov (ett enda prov vertikalt uppifrån och ned genom snöhögen, vid någon vald punkt) och samlingsprov (blandat prov från enstaka snöhögar).

Publikationer

Vijayan, A. (2020). *Quality of snow deposited in urban areas: Storage, load assessment and release of selected pollutants with snowmelt*. Licentiatavhandling, Luleå tekniska universitet.

2.1.8 Dagvattenbiofilter: Faktorer som kan påverka funktionalitet



Katharina Lange, doktorand

Handledare:

Godecke Blecken, bitr. professor

Biträdande handledare:

Maria Viklander, professor

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

Aktiviteter 2020

- Under året publicerades två vetenskapliga artiklar om laboratorieförsök som genomfördes 2018 med fokus på biofilter och metallrening. De två försöken undersökte faktorerna vegetation och salt samt vegetation och torra perioder. Både totala, lösta ($< 0,45 \mu\text{m}$) och sant lösta metaller ($< 3 \text{ kDa}$) har analyserats och resultaten sammanställts i artiklarna.
- Provtagningen av fältanläggningen i Sundsvall avseende metaller och mikroplast fortsatte under 2020 (och kommer att avslutas våren 2021).
- Analyser avseende förekomst och rening av mikroplast genomfördes. Insamlingen av data slutfördes tillsammans med IVL Svenska Miljöinstitutet. Utvärderingen påbörjades.
- Vidare provtagning med fokus på metaller och näringsämnen började under 2020 och pågår till och med våren 2021. Totala,

lösta ($< 0,45 \mu\text{m}$) och sant lösta ($< 3 \text{ kDa}$) koncentrationer av metaller analyseras.

- Licentiatavhandlingen försvarades 3 juni.

Viktigaste resultat

Biofilters förmåga att hantera metaller påverkas av förekomst av vegetation, salt och torra perioder. Några växtslag, saltförekomst och utfallande torrperioder har alla negativ inverkan på biofilters reningsfunktion. Med en i grunden resulterande effektiv borttagning av totalhalt metaller framkom i vissa fall lägre reningsförmåga gällande lösta metaller, ända upp till metallakning (koppar direkt efter en torr period för vissa växter). Utgående koncentrationer överskred delvis tröskelvärden för svenska miljökvalitetsnormer. Resultaten understryker vikten av rätt val av växter och filtermaterial när metallrening är prioriterad.

Fältanläggningen i Sundsvall som består av ett biofilter i kombination med en sedimentationskammare kan reducera mikroplastpartiklar i storleksordningen $100 - 300 \mu\text{m}$. Försedimenteringen bidrar inte till reningen.



Figur 12. Provtagning vid biofilteranläggningen i Sundsvall.

Publikationer

Lange, K. (2020). *Total and dissolved metal treatment in stormwater bioretention*. Licentiatavhandling. Luleå tekniska universitet, Luleå.

Lange, K., Österlund, H., Viklander, M. & Blecken, G. (2020). *Metal speciation in stormwater bioretention: Removal of particulate, colloidal and truly dissolved metals*. Science of The Total Environment, Vol. 724, 138121.

Lange, K., Viklander, M. & Blecken, G. (2020). *Effects of plant species and traits on metal treatment and phytoextraction in stormwater bioretention*. Journal of Environmental Management, Vol. 276, 111282.

2.1.9 Biofilters långtidsfunktion under kalla förhållanden



Robert Furén, industridoktorand
Handledare: Godecke Blecken, bitr. professor
Biträdande handledare: Maria Viklander, professor
Marie Kruså, NCC

I våra moderna städer och andra urbana miljöer samlas föroreningar och blandas med nederbörd, vilket tillsammans med hårdgjorda ytor och snabb avvattning leder till stora utmaningar avseende hantering av såväl flöden samt belastning av recipienter. Biofilter är en vanligt förekommande teknik för behandling av dagvatten vilken ökar i popularitet i Sverige idag. Då filtermaterialet är det som har störst effekt på reningen i biofilter inriktar sig Roberts forskning på studier av filtermaterialets reningsförmåga över tid och ackumulation av föroreningar i filtermaterialet. Fältstudier av filtermaterial påbörjades under hösten 2019 och analyser av resultat har pågått under 2020.

Aktiviteter 2020

- Under våren och sommaren har resultat från tidigare provtagningar av filtermaterial och sediment från biofilteranläggningar utförda i USA under 2019 utvärderats.
- Studien har presenterats på Svenskt Vattens digitala FoI-dagar i december 2020.
- Under hösten har arbete med instrumentering av en biofilteranläggning i Stockholm för fullskaliga tester pågått. Provtagning från anläggningen beräknas komma igång i början av 2021.

Viktigaste resultat

Resultaten från provtagning av filtermaterial och sediment från USA 2019 visar på förekomster och halter av metaller samt organiska föroreningar. Sammantaget ger

detta en bild av de risker som byggs in i ett reningsfilter över tid samt ökad förståelse för hur olika ämnen binds till och rör sig i olika filtermaterial. Därav bidrar resultaten till att man kan göra bättre bedömningar av hur sediment och filtermaterial skall hanteras vid drift och underhåll samt i samband med framtida utbyte av filtermaterial.



Figur 13. Testanläggning under utveckling för provtagning av dagvatten.

2.1.10 Reduktion av organiskt material och kväve vid försedimentering



Ali Beryani, doktorand
Handledare:
Godecke Blecken, bitr. professor
Biträdande handledare:
Maria Viklander, professor

Biofilter är en yteffektiv dagvattenreningsteknik som via infiltration genom sandbaserade filtermaterial förbättrar vattnets kvalitet. Ett flertal labbstudier har påvisat att biofilter effektivt minskar föroreningar i dagvatten. Betydligt färre fullskaliga driftsatta anläggningar har undersökts, speciellt gäller detta i Skandinavien med områdets specifika klimatförhållande och omgivande miljö.

Den övergripande inriktningen för denna studie är att utvärdera ett antal fullskaliga biofilter med försedimentering med avseende på behandlingseffektivitet för reduktion av kvävekomponenter och organiska ämnen - under skilda betingelser och urbana miljöer.

Aktiviteter 2020

- Under sommarperioden och hösten utrustades ett biofilter med sedimentationskammare i centrala Sundsvall med provtagare, för att studera behandlingseffektivitet gällande prioriterade organiska mikroföroreningar i trafikdagvatten. I denna delstudie ingår förutom utvärdering av den övergripande reningsförmågan även att mäta och analysera hur koncentrationerna varierar under regnhändelser (alltså att skapa en så kallad pollutograf). Provtagning kopplat till ett fåtal nederbördshändelser genomfördes under hösten, aktiviteten kommer att fortsätta 2021.
- Ali deltog vidare i arbetet med dataanalys inklusive rapportförfattande om en

utvärdering av 26 biofilter i Sverige år 2018. Syftet med studien var att utvärdera funktionaliteten på ett översiktligt sätt samt undersöka om anläggningar har potential att uppfylla sina mål.

Viktigaste resultat

Preliminära resultat från Sundsvalls biofilter med försedimentering visar att anläggningen reducerar dagvattnets innehåll av organiska mikroföroreningar (d.v.s. PAHs, TPHs, alkylfenonoler och BPA) såväl som suspenderat material.



Figur 14. Exempel på biofilter med undermålig (vänster) respektive godtagbar (höger) vegetation

I den andra studien undersöktes tillstånd och funktionalitet för 26 biofilter i Sverige. Här ingick faktorer som funktion kontra design, förbehandlingssteg, vegetationsskiktets status, filterskiktets uppbyggnad samt tekniska driftaspekter. Resultaten visade att bara hälften av biofiltren var helt funktionsdugliga. Gällande flertalet anläggningar rekommenderades en tydligt höjd ambitionsnivå beträffande drift och underhåll, för att säkerställa optimal prestanda.

2.1.11 Kemisk fällning av förorenat dagvatten

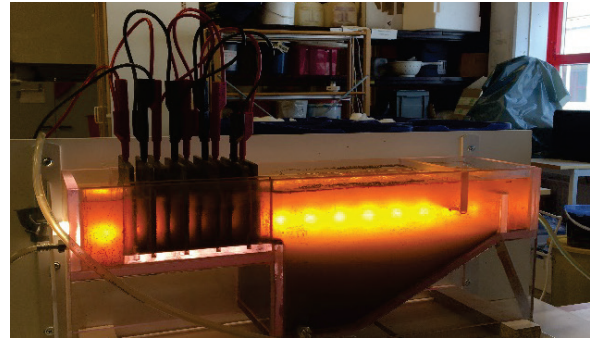


Fredrik Nyström, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Annelie Hedström, bitr. professor
Inga Herrmann, bitr. univ. lektor

Fällningskemikalier såsom metallsalter och polymerer är ofta använda produkter inom vattenbehandling. Däremot är de ej vanligt förekommande inom dagvattensektorn. Detta trots att de huvudsakligen används för att öka sedimentationsförmågan hos partiklar, vilka står för en betydande del av dagvattnets föroreningsinnehåll. Inom detta doktorand-uppdrag har ett flertal studier drivits som syftat till att undersöka behandlingseffekten vid användning av fällningskemikalier. Delstudier i projektet har t.ex. fokuserat på partikelavskiljning men även förorenings-avskiljning i olika typer av dagvatten. Vidare även hur varierande utfall påverkas av val av fällningskemikalie och doseringsnivå. En senare delstudie har även tittat på användning av polymerer för avvattning av sediment muddrat från en dagvattendamm. Här undersöktes i labbskala både förorenings-retention i det avvattnade slammet såväl som avvattningsbarheten.

Aktiviteter 2020

- En försöksuppställning för elektrokoagulationsexperiment (figur 15) har konstruerats i labbskala, försöksserier har genomförts. Järnelektroder såväl som aluminiumelektroder har använts för att behandla urbant samlad smält snö samt vägdagvatten.
- Sedimentprov avsatt i en dagvattendamm i Stockholmsområdet har uttagits i fält. Experiment i laboratorieskala har därefter genomförts där dessa sediment avvattnats varvid avskiljnings-effekt för föroreningar samt avvattnings-barheten har analyserats.



Figur 15. Försöksuppställning för elektrokoagulation (Miljölaboratorium, LTU).

Viktigaste resultat

Kemisk fällning fungerar prestandamässigt mycket väl som en behandlingsteknik för förorenat dagvatten. Speciellt gäller detta partikulära föroreningar vilka utan större svårigheter kan avskiljas till mer än 90 %, vilket inkluderar många av de typiska föroreningar som ofta påträffas i förorenat dagvatten. Specifikt uppnås en avskiljningseffekt för små partiklar ($< 30 \mu\text{m}$) i betydligt större omfattning än endast sedimentation förmår. Det finns även en i viss mån gynnsam effekt gällande avskiljning av lösta metaller, beroende på val av fällningskemikalie.

Publikationer

Nyström. F, Nordqvist. K, Herrmann. I, Hedström. A, Viklander. M. (2020). *Laboratory evaluation of coagulants for treatment of stormwater*. Journal of Water Process Engineering, Vol. 36.

Nyström. F, Nordqvist. K, Herrmann. I, Hedström. A, Viklander. M. (2020). *Removal of metals and hydrocarbons from stormwater using coagulation and flocculation*. Water Research, Vol. 182.

2.1.12 *Dagvattenrening med membranteknik och pulserande flöde*



Saida Kaykhaii, doktorand

Handledare:

Annelie Hedström, bitr. professor

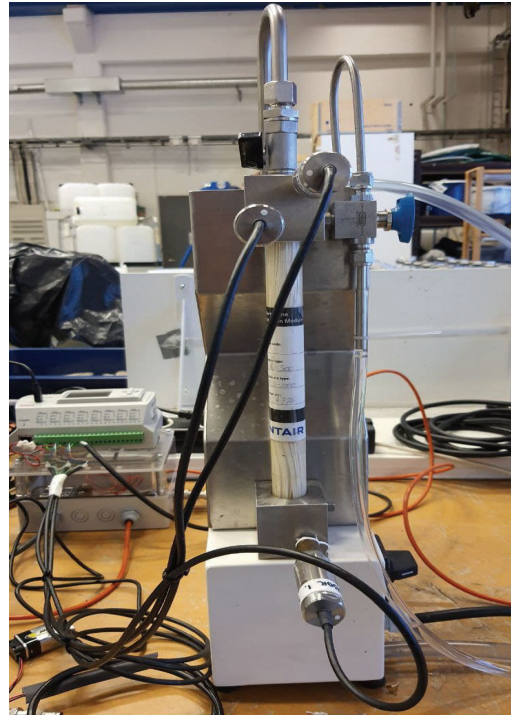
Biträdande handledare:

Inga Herrmann, bitr. univ. lektor

Numera framstår behandling av dagvatten för att möjliggöra olika former av återbruk som nästintill självklart för alla och envar. Olika metoder kan användas för att avlägsna föroreningar och möjliggöra detta. Metod och teknikapplikation väljs huvudsakligen baserat på det föroreningsslag som behöver reduceras. Membranbaserade processer – som är erkänt effektiva för behandling av både vatten och avloppsvatten – kan också vara en lämplig process för behandling av dagvatten. Som bekant är membranteknikens tillämpbarhet och processeffektivitet tydligt beroende på specifik vattenkvalitet. Därför är nuvarande forskningssteg inriktad på två membrantypers förmåga att rena dagvatten samt att selektera fram optimala driftstrategier för god / tillräcklig hög produktivitet och vattenkvalitet (permeat).

Aktiviteter 2020

- I ett första steg fördjupade Saida sin kunskap om dagvattenbehandling med membranteknik – inkluderande olika membrantyper samt olika applikationer och processalternativ. I fortsättningen fördjupade hon även sin kunskap om teknikområdet samt behövlig apparatur, konfiguration och försöksbetingelser.
- Slutligen påbörjades uppbyggnad av en experimentell processkedja, där avancerade sensorer för tryckmätning m.m. kommer att nyttjas.



Figur 16. Membranfilter som används i försöksupställningen.

- I nästföljande steg kommer en rad experiment i labbskala att genomföras.

2.1.13 Yteffektiv dagvattenrening



Ivan Milovanovic, doktorand

Handledare:

Annelie Hedström, bitr. professor

Biträdande handledare:

Inga Herrmann, bitr. univ. lektor

Den pågående urbaniseringen leder till minskade naturområden och ökad andel hårdgjord yta. Resultatet är urbant avrinnande dagvatten innehåller varierande typer och halter av föroreningar, beroende på dränförlopp och bebyggelsestyp. Dagvatten kan sålunda både ur kvantitets- och kvalitetssynvinkel utgöra ett potentiellt hot gentemot omgivande recipienter, något som behöver hanteras eller förebyggas.

På grund av pågående samhällsförtätning ökar behovet av yteffektiva behandlingsanläggningar för dagvatten. Vid Nationalmuseum i Stockholm finns zeolitfyllda filter, för att rena avrinnande vatten från byggnadens koppark. Ivans studie fokuserar filtrets förmåga att minska kopparkoncentrationen samt att undersöka hur filtrets adsorptionskapacitet förändras över tid.

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

Aktiviteter 2020

- Provtagning av takdagvatten före och efter Nationalmuseums zeolitfilter har genomförts vid ett tillfälle år 2020. Slutlig dataanalys har genomförts och sammanställts i en artikel som har skickats till Urban Water Journal.



Figur 17. Provtagning vid zeolitfiltret som är anlagt nära museets huvudbyggnad – Nationalmuseum på Blasieholmen, Stockholm.

- En reaktiv filterstudie har bearbetats datamässigt.

Ivan var föräldraledig 2020 från juni månad året ut.

Publikationer

Milovanovic, I., Vojtěch, B., Hedström, A., Herrmann, I., Pícek, T., Marsalek, J. & Viklander, M. (2020). *Enhancing stormwater sediment settling at detention pond inlets by a bottom grid structure (BGS)*. Water Science and Technology, 81 (2), 274-282 10.2166/wst.2020.101 (DOI)

2.2 Tema Dagvattensystem



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

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

Om utvecklingen fortsätter i dagens riktning kommer framtidens system bestå av många olika komponenter, såsom ledningar, dammar, diken, infiltrationsytor, biofilter, permeabel asfalt, gröna tak m.m., som tillsammans ska uppfylla målen om hållbar dagvattenhantering både ur kvantitets- och kvalitetsperspektiv samt för både små och stora regn- och snösmältningshändelser. Förutom dagvattenkvantitet och kvalitet ligger mer och mer fokus på anläggningar som kan leverera andra ekosystemtjänster och bidra till boendemiljöer på ett estetiskt sätt. Alla olika komponenter kommer dessutom att behöva skötas och underhållas, med olika behov och krav för bibehållen funktion.

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

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

Under 2020 har arbetet inom temat bedrivits inom 13 projekt, bl.a.:

- Förbättrad modellering av grön infrastruktur
- Förbättrad funktion av gröna tak
- Hållbar snöhantering i urbana miljöer
- Bedömning och modellering av grön infrastruktur
- GrönNano
- Yteffektiv dagvattenrening
- Dagvattenbiofilter: från standardlösningar till utvecklade tekniklösningar
- DRIZZLE
- Testbädd för fördröjning och rening av dagvatten

2.2.1 Förbättrad modellering av grön infrastruktur



Ico Broekhuizen, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Günther Leonhardt, adj. univ.adjunkt

Grön infrastruktur används alltmer för att hantera dagvatten på ett hållbart sätt. Matematiska modeller kan användas för att bättre bedöma och förutse dagvattensystems nuvarande och framtida prestanda. Det är dock inte klarlagt vad som krävs för att modellera gröna dagvattensystem på ett tillförlitligt sätt. Därför behövs rekommendationer för pålitlig modellering av grön infrastruktur. Av vikt i sammanhanget är säkerställda mätningar av bl.a. regn och flöde i dagvattenledningar (vad ska mätas, med vilken upplösning och hur stor är mätosäkerheten?), skillnader mellan olika modeller, olika sätt att kalibrera modeller, olika sätt att utvärdera modellprestanda och slutligen skattning av hur stor osäkerheten i modellresultat är.

Aktiviteter 2020

- Ico var en av 14 unga forskare utvalda att presentera sitt bidrag till konferensen ICUD2020 på ett webinarium, som anordnades när konferensen pga pandemiläget fick skjutas upp till 2021. Han berättade om de fördelar som finns med nederbördsrämmare som baseras på kontinuerlig vägning av en behållare samt hur man ska bearbeta data från mätaren så att signalbrus plockas bort, utan att filtrera bort faktiskt nederbörd.
- En studie slutfördes angående användning av jordfuktighetsmätningar vid kalibrering av en detaljerad modell av ett dagvattendike. Resultat sammanfattades i en artikel som skickades in till en vetenskaplig tidskrift.

- Olika målfunktioner (som mäter hur bra en modell lyckas reproducera uppmätt avrinning) utvärderades, med särskilt fokus på målfunktioner som explicit tar hänsyn till skillnaden i tajming mellan simulerad och observerad flöde.
- En jämförelse av fyra olika modeller för gröna tak genomfördes i samarbete med INSA Lyon i Frankrike. Mätdata från Umeå och Lyon användes för att bedöma modellens prestanda för olika tidsperioder.



Figur 18. Nederbördsrämmare

Viktigaste resultat

En kombination av två enkla filter klarar av att ta bort brus från nederbördsrämmningar som baseras på kontinuerlig vägning av en behållare. Därmed blir denna typ av mätare lämpligt för analys och modellering av dagvattensystem.

Jordfuktighetsmätningar kan bidra till mer noggrann och pålitlig modellering av gröna dagvattensystem, brukade parallellt med mätningar av utflöden för modellkalibrering. Vissa modellparametrar kan bara uppskattas när jordfuktighetsdata används.

Att använda målfunktioner som explicit tar hand om tidsmässiga fel mellan uppmätt och simulerad flöde minskar osäkerheten i modellprognoser.

Den relativt enkla konceptuella modellen SWMM och de fysiska modeller Hydrus och SHE visade sig ha bättre prestanda än den enklare modellen Urbis för modellering av gröna tak. Alla modeller genererar dock skilda kalibrerade värden för modellparameter under olika kalibreringsperioder, vilket ifrågasätter hur verklighetstroget modellerna beskriver de fysiska processer som försiggår i gröna tak.

Publikationer

Broekhuizen, I., Leonhardt, G., Marsalek, J. & Viklander, M. (2020). *Event selection and two-stage approach for calibrating models of green urban drainage systems*. Hydrology and Earth System Sciences, Vol. 24, s. 869-885, doi.org/10.5194/hess-24-869-2020

Broekhuizen, I., Leonhardt, G. & Viklander, M. (2020). *Adapting weighing-bucket rainfall observations to urban applications*. 15th International Conference on Urban Drainage, Melbourne, Australia.

2.2.2 Dagvattenkvalitet: Massflödesanalys och modellering av avrinningsområden



Jiechen Wu, post doktor

Olika mänskliga aktiviteter och genom urbanisering ökande andel hårdgjorda ytor kan generera vitt skilda förorenade substanser. Föroreningar av detta slag kan i samband med regn via dagvatten transporteras vidare till vattenrecipienter. Forskningen utförs för att analysera respektive modellera flöden av föroreningar – från källa till recipient.

Pågående projekt inkluderar sammanställning av befintliga dagvattenmodeller för hantering av dagvatten med fokus på urban metabolism, känslighets- och osäkerhetsanalys i modellverktyget StormTac Web och kvalitetsanalys av dagvattensediment från en befintlig skärmdamm i Storsjön/Östersund.

Aktiviteter 2020

- En övergripande litteraturgenomgång av dagvattenmodeller har avslutats. Sex brett använda modeller (SWMM, MOUSE, STORM/SEWSYS, WinSLAMM, MUSIC och StormTac) valdes ut och analyserades mer i detalj inför nyttjande under kommande steg. Ett första utkast till manuskript baserat på detta arbete har sammanställts.
- Metodiken för känslighets- och osäkerhetsanalys gällande StormTac Web genomgicks och analyserades. Arbetet fokuserade på att utvärdera modellens förmåga att simulera vattenflöden och årlig föroreningsbelastning. En artikel baserat på detta arbete har godkänts för publicering i Urban Water Journal (resultaten beskrivs nedan).

- Sedimentprover från skärmdammen i Östersund togs i oktober och analyserades därefter på bl a tungmetaller, fosfor och PAH. Resultaten har därefter bearbetats och sammanställts.



Figur 19. Uttag av sedimentprov från skärmdammen i Storsjön, Östersund

Viktigaste resultat

En osäkerhets – och känslighetsanalys genomfördes för StormTac modellen, varvid har nyttjats lagen om propagerande osäkerhet / felfortplantning samt Morris screening-metoder. Ett mindre avrinningsområde, beläget i bebyggelseområdet Sättra / Södra Stockholm, valdes som geografiskt studie-objekt. Resultaten indikerar att osäkerheten gällande de modellerade dagvattenflödenas vattenkvalitet/föroreningsinnehåll, definierat som avrinnande flödets olika förorenande medelhalter samt korresponderande årsvisa massflöden, är större än faktisk förekomst i ett årsflöde. Dessa förhållanden kan signifikant bidra till ökande förväntad modellosäkerhet.

För försöksområdet var osäkerheten gällande total årsvolym dagvatten 24 %, medan osäkerheten gällande massflödet av föroreningar på årsbasis samt koncentration-nivåer skattades vara ungefär 30 %. Gällande massflöden av föroreningar framkom att mest styrande var markspecifika parametrar, inkluderande årlig avrinningskoefficient samt standardvärden för föroreningshalter kopplat till skilda marktyper och urban funktion. Denna studie kopplad till StormTac Web modellen pekar tydligt ut behovet av fortsatt och fördjupat arbete gällande multipla osäkerheter, kopplade till icke-komplexa begreppsmässig modeller (Low-Complexity Conceptual Models – LCCMs), applicerbara och nyttjade för dagvattenhantering i urbana miljöer.

2.2.3 Modellering av dagvattenkvalitet



Nikita Razguliaev, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Kelsey Flanagan, bitr. univ. lektor
Tone Muthanna, gästprofessor

Utsläpp av förorenat dagvatten påverkar recipienten negativt. Nikitas forskning använder dagvattenkvalitetsmodeller för framtagande av samband mellan nederbörd och avrinning kopplat till varierande föroreningar.

I detta sammanhang är högupplösta dataunderlag av speciellt intresse. Därför handlar en del av forskningsprojektet om teknologier för kontinuerlig mätning av vattenkvalitet bl a. med hjälp av sensorer. Att bredda horisonten för analytiska metoder inom VA-teknik för att förbättra dagvattenkvalitet är av värde för hela samhället. Därför är det primära målet med detta doktorandprojekt att främja och utveckla tidsmässigt högupplösta analysmetoder för dagvattenkvalitet och därmed förbättra hydrologiska modeller.

Aktiviteter 2020

- En litteraturstudie om teknologier för kontinuerlig övervakning av dagvattenkvaliteten har gjorts och kommer att användas i en första forskningsartikel.
- Parallellt samlades information in inför försöksuppsättning för att testa olika teknologier för kontinuerlig mätning av dagvattenkvalitet i fält.

Preliminära resultat

Även om sensorteknik används vid övervakning av många viktiga föroreningar i dagvatten, ligger fokus – när övervakning sker kontinuerligt - oftast på grundläggande parametrar såsom turbiditet och konduktivitet, dvs. parametrar som ibland

används som modellparametrar för essentiella föroreningar. Det är troligt att många befintliga tekniker inte är användbara för dagvatten som är speciellt svårt att analysera på grund av ett antal faktorer, exempelvis dess heterogenitet (inkluderande lösta och fasta faser), komplexitet (dvs. förekomsten av ett brett spektrum av ämnen vid låga koncentrationer) och intermittenta flöden.

2.2.4 Urban grön infrastrukturens prestanda och hydrologi



Hendrik Rujner, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Kelsey Flanagan, bitr. univ. lektor
Günther Leonhardt, adj. univ. adjunkt
Jiri Marsalek, professor

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

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

Aktiviteter 2020

- Bidrag till en artikel som handlar om utformning av svackdiken med avseende på dagvattenrening. Artikeln skrevs i samarbete med forskare från North Carolina State University, Department of Biological and Agricultural Engineering

och publiceras i *Journal of Environmental Management* i början av år 2021.

- Fortsatt arbete med en artikel om utredningsområdet Solbacken, Skellefteå som ska lämnas in under 2021.

Viktigaste resultat

Analysen av den handelsyta i Skellefteå som studerades visade signifikant skilda resultat mellan de två jämförda områdena. Över 45% av de studerade regntillfällena genererade inte något utflöde av vatten medan resterande toppflöden såväl som totalvolymen reducerades avsevärt och fördröjdes innan avledning till anslutande dagvattenrörssystem. Om utflöde genereras är höga regnintensiteter, tillräcklig regnvaraktighet, hög jordfuktighet samt ytligt grundvatten drivande faktorer.

2.2.5 Grön infrastrukturens hydrologiska prestanda i svenskt klimat



Ivan Mantilla, doktorand

Handledare: Maria Viklander, prof.

Biträdande handledare:

Tone Merete Muthanna, gästprofessor

Kelsey Flanagan, bitr. univ. lektor

Grön infrastruktur (GI) implementeras globalt för att anpassa VA-strukturer inför växande dagvattenflöden och volymer. Fastän sambanden mellan grön infrastrukturens hydrologiska funktion, platsspecifika förhållanden och klimatfaktorer är väl kända, gäller aktuella svenska GI-dimensioneringsrekommendationer för hela landet och skiljer inte mellan olika regioner. Det är dock viktigt att förstå om regionala skillnader i klimatet medför signifikanta skillnader på den hydrologiska funktionen av GI för att kunna avgöra om det är nödvändigt att anpassa designkriterier till olika regioners klimatförhållanden.

I den första studien fokuserar Ivan på en utvärdering av grön infrastruktur under de olika svenska klimatförhållandena med hjälp av dagvattenmodeller. För denna utvärdering kommer "Low Impact Development"-modellen som är en del av SWMM att användas; fokus kommer att ligga på regnbäddar, biofilter och dagvattendammar. Syftet är att få insikt i och en teoretisk överblick för att (1) få en förståelse för regionala skillnader i GI-anläggningars hydrologiska prestanda, (2) utvärdera om GIs designrekommendationer bör variera regioner emellan, samt (3) leverera rekommendationer för förbättrad hydrologisk design av grön infrastruktur.

Aktiviteter 2020

- En litteraturgenomgång gällande design- och dimensioneringskriterier för GI i Sverige genomfördes. Därtill studerades vanligast använda, fysiskt baserade

modeller inför val av lämpligaste modell för planerad studie.

- Inom studien analyserades klimatdata för Stockholm, Malmö, Göteborg, Gävle, Örebro, Eskilstuna, Umeå, Luleå och Kiruna. Med användande av Penman-Monteiths ekvation för varje stad estimerades också evapotranspiration upplöst på dygnsnivå.
- En initial hydrologisk modell sattes upp utifrån SMHIs klimatdata samt existerande rekommendationer för design av GI.

Preliminära resultat

Litteraturstudien gav en bättre förståelse av regionala skillnader på extrema regnhändelser i Sverige. En kategorisering av landet i fyra likartade klimatområden övervägdes, som grund för val av vidare studier. En granskning av rekommendationerna för dimensionering av GI visade att inga undersökningar har gjorts hittills huruvida dimensioneringskriterierna kan tillämpas till alla regioner i Sverige, vilket visar vikten att undersöka hur klimatskillnader kan påverka GIs prestanda.

Preliminära dygnsupplösta värden för evapotranspiration beräknades med hjälp av Penman-Monteith-metoden, baserat på SMHIs meteorologiska data från 1997 – 2019. Initiala resultat på årsbasis visade stora variationer mellan olika städer, varvid de högsta nivåerna framkom för Stockholm och Örebro och de lägsta för Kiruna. Dessa klimatdata nyttjades tillsammans med initialt uppsatta värden för designkriterier för att konstruera en hydrologisk modell för första simuleringar.

2.2.6 Gröna tak och deras funktion i kalla klimat



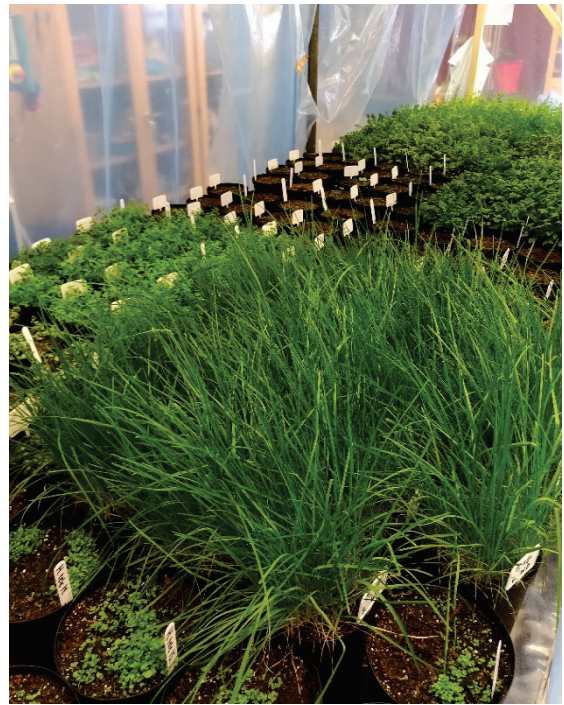
Joel Lönnqvist, doktorand
Handledare:
Godecke Blecken, bitr. professor
Biträdande handledare:
Maria Viklander, professor

Mängden dagvatten som gröna tak kan hantera varierar kraftigt beroende på exempelvis typ av regn och föregående torrperiods längd, men också beroende på en mängd designelement samt klimatrelaterade faktorer. En stor del av den volym dagvatten som "kan försvinna" har direkt koppling till substratet på gröna tak, men växtvalet har här också visat sig vara av betydelse. Man har länge mestadels använt sig av suckulenta *Sedum*-arter då hög täckningsgrad av växter prioriterats, liksom god överlevnad vid torka och estetiskt tilltalande växtlighet. Men även andra växter kan vara intressanta för att anpassa taken för olika systemtjänster, t.ex. minskande dagvattenvolymer och ökad biologisk mångfald.

Aktiviteter 2020

- Under våren och sommaren genomfördes ett växtförsök under kontrollerade former inomhus, där gröna-takväxters förmåga att förbättra takens vattenhållande funktion undersöktes. Nio olika arter utsattes för långa ljuscykler som imiterar sommarförhållanden vid höga/låga latituder. Varje art utsattes för två olika behandlingscykler. Under den första behandlingen utsattes växterna för torka och fick bara 30% av sitt normala vattenbehov. I den andra behandlingen fick växterna 100 % av sitt vattenbehov tillfredsställt och vattnades varannan dag. Växternas vattenanvändning mättes under försöket som varade i drygt två veckor. När försöket var över skördades alla växter och biomassa

samt bladegenskaper mättes för att kunna kategorisera dem avseende funktionella egenskaper, samt för att utröna hur de svarat på den välvattnade / uttorkade behandlingen. Slutligen ska dessa egenskaper relateras till arternas specifika vattenanvändning.



Figur 20. Kontrollerat experiment inomhus under artificiell belysning. Gröna takväxters vattenanvändning och möjlighet att anpassa sig till vattentillgång studeras för växtarter med olika levnadsstrategier.

- Pågående flödesmätning kopplat till ett större antal pilottak på Luleå tekniska universitets campus fortsatte under växtsäsongen 2020 och avslutades samma höst.

Viktigaste resultat

Suckulenter av släktet "Sedum" som ofta används till gröna tak, kan under vissa förhållanden avge mer avrinnande dagvatten än tak försedda med ett rent jordskikt.

Växternas totala bladarea är en mycket viktig parameter för att kunna förutspå vattenutnyttjande och vattenflöden.

Växter vars strategi går ut på att använda mycket resurser och vara konkurrenskraftiga, bidrar i stor utsträckning till att minska avrinnande dagvattenvolymer under rätt förhållanden, men har kraftigt försämrad funktion och riskerar att vissna eller dö vid torka.

Årnuella ruderväxter kan också bidra till ett minskat dagvattenflöde och är relativt motståndskraftiga mot torka.

Publikationer

Lönnqvist, J., Blecken, G., & Viklander, M. (2020). *Växtlighet på gröna tak i norra Sverige* (populärvetenskaplig artikel). Bygg&teknik, 2.

Lönnqvist, J., Hanslin, H. M., Johannessen, B. G., Muthanna, T. M., Viklander, M., & Blecken, G. (2020). *Temperatures and precipitation affect vegetation dynamics on Scandinavian extensive green roofs*. International Journal of Biometeorology, (December). <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02060-2>

2.2.7 Dagvattenbrunnars funktionalitet kopplat till underhållskriterier



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

Dagvattenbrunnar belägna i gatumark är frekvent förekommande i urbana sammanhang. Dessa brunnar är utformade för att hindra större/grövre objekt och suspenderade föroreningar att nå in i ledningsnätet. Genom att kvarhålla sediment och därmed partikelbundna föroreningar kan dagvattenbrunnar också reducera eller minimera påverkan av diffus förorening till recipienter. Därigenom kan de lämna ett bidrag till uppnående av EUs ramvattendirektiv och hållbarhetsmål.

På grund av det mycket stora antal dagvattenbrunnar är underhållsnivån otillfredsställande (t.ex. på grund av underbudgetering samt ringa förståelse för potentiella konsekvenser). Detta forskningsområde har som mål att framta faktabaserat underlag för en optimerad underhållsstrategi.

Aktiviteter 2020

- Ett möte genomfördes med företrädare för VA-verksamheten vid Luleå kommun, varvid en plan för forskningsinriktning kopplat till kommunens dagvattenbrunnar presenterades.
- Viktiga rön och pågående forskningsinsatser presenterades inom ramen för Dag&Näts temaseminarium i februari.
- I samband med DRIZZLEs partsstämma i augusti presenterades pågående forskningsinsatser och genomfördes en mindre workshop med fokus på dagvattenbrunnar med DRIZZLE-partners.
- Två forskningsprojekt planerades och påbörjades. I ett projekt jämförs tidsbestämd förändring av total belastning och fysiokemiska egenskaper av sediment i dagvattenbrunnar uttagna år 2005 jämfört

med år 2020. Ett annat omfattar provtagning och analys av sediment från 27 dagvattenbrunnar för att möjliggöra en jämförelse av säsongspåverkan, gatuutformning samt trafikflöde. Provtagningen planerades i samarbete med NTNU. I analysen fokuseras hur detta påverkar fysiokemiska egenskaper hos dagvattenbrunnars sediment.

Viktigaste resultat

Relativt stora volymer med suspenderad asfalt återfanns i de flesta dagvattenbrunnar som tömdes (figur 21), de misstänktes ha sitt ursprung i ytbeläggning och gatuarbeten av skiftande karaktär. Förekomst av detta asfaltlager såväl tar plats i brunnsbotten som hindrar eller försvårar ett effektivt underhåll.



Figur 21. Emulgerad grovkornig asfalt fanns i många dagvattenbrunnar.

Publikationer

Wei, H. (2020). *Regn – Damm – Dagvattenbrunnar – Vems ansvar?* Tidskriften VATTEN 1. 2020.

2.2.8 Miljöriskbedömning av dagvattendammars sediment



Kelsey Flanagan,
biträdande universitetslektor

Dagvatten fungerar som bärare av ett stort antal föroreningar, bl a. spårelement och organiska ämnen. Orsaken är den breda förekomsten av föroreningskällor i vår urbana miljö. Öppna dammar är en dominerande teknik för rening av dagvatten i Sverige. Sediment (och partikelbundna föroreningar) ansamlas i dammarna över tid och behöver avlägsnas regelbundet. Det kontaminerade sedimentskiktet är en potentiell miljörisk som måste hanteras på ett säkert sätt under muddring och slutligt omhändertagande. Denna forskning fokuserar på metoder och arbetssätt för förbättrad miljömässig riskbedömning av ansamlade sediment i dagvattendammar.

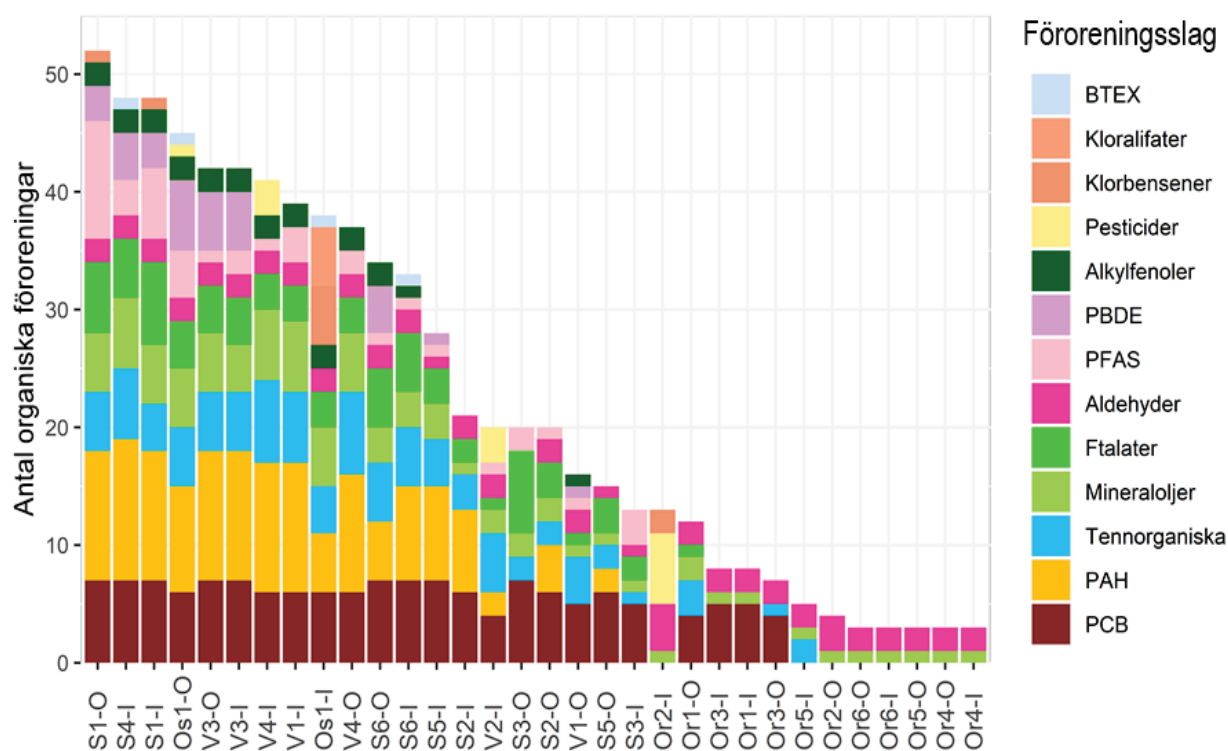
Aktiviteter 2020

- I början av år 2020 analyserades sedimentprov från 17 dagvattendammar (uttagna hösten 2019 vid både in- och utlopp) i totalt fyra kommuner. Proverna analyserades på ett mycket stort antal parametrar; inklusive 259 organiska föroreningar, toxicitet och spårelement.
- Framkomna resultat gällande organiska föroreningar evaluerades med hänsyn till föroreningsförekomst, miljörisk och variabilitet både inom samma och mellan olika provtagningsplatser. Arbetet resulterade i en artikel som publicerades i den prestigefulla vetenskapliga tidskriften *Environmental Science & Technology*.

Viktigaste resultat

Övergripande resultat visar att ett flertal organiska ämnen återfinns i dagvattensediment. Det hittades upp till 52 föroreningar i ett enstaka prov och 92 av de 259 spårade föroreningar i minst ett av

proven. En ”typprofil” gällande urban förorening kunde här fastställas, inkluderande polyklorerade bifenoler (PCB), polycykliska aromatiska kolväten (PAH), organiska tennföreningar, alifatiska kolväten, ftalater, aldehyder, polybromerade difenyletrar (PBDE), poly- och perfluorerade alkydsubstanser (PFAS) och alkylfenoler. Emellertid varierar nivåerna av kontamination stort mellan olika dagvattendammar. Detta förhållande orsakades av andra tillflöden / partikelkällor såsom eroderad jord, sand eller naturlig organiskt materia. För 22 utav totalt 32 prov uppmättes haltmässigt minst en organisk substans som överskred maximalt tillåten nivå, baserat på samlad toxicitet för både sediment och jord.



Figur 22. Påvisade föroreningar vid inlopp (I) och utlopp (O) från de 17 provtagna dagvattendammar.

2.2.9 Den multifunktionella ytan



Emelie Hedlund Nilsson, kommun-doktorand
Handledare: Maria Viklander, professor
Biträdande handledare:
Tone Merete Muthanna, bitr. professor
Mentor: Ulrika Larsson, Luleå kommun

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



Figur 23. Snölagring längs 11 m bred villagata vintertid i bebyggd miljö.

En utmaning kopplad till denna deponerade snö är att lagringen kräver stora utrymmen, något som kan vara en bristvara i urbana miljöer, samtidigt som smältvattnet ofta behöver genomgå någon form av rening innan det avrinner. I sin forskning tittar Emelie därför närmare på ”Den multifunktionella ytan” i städer som ett angreppssätt att hitta ytor inne i stadsmiljöer som kan fungera både som mindre deponier för snölagring vintertid, som smält- och slutligen dagvattenanläggning sommartid. I

ett första skede ska Emelie i sin forskning undersöka olika klimatfaktorer som kan behöva beaktas vid design av en sådan anläggning och hur dessa faktorer eventuellt varierar i Norden.

Aktiviteter 2020

- Under år 2020 har Emelie deltagit i ett antal kurser, inkluderande en kurs i integrerad tillgångsförvaltning (Integrated Asset Management) vid NTNU, Norge.
- Strax före det att pandemiutbrottet under mars månad 2020 stoppade normal fysisk mobilitet över många landsgränser, arbetade Emelie samman med andra doktorander på plats vid NTNU med forskningsbaserad dataanalys.
- Forskningsfokus har varit att analysera förändring i antal smältdagar vid snösmältning i Norden över de sista 30 åren. Frågeställningen har varit om tidpunkter / säsongsomfattning för smältförlopp har ändrat sig, samt i vilken grad det finns ett tidsmässigt ”överlapp” mellan snösmältningssäsongen och säsongen för konvektiva regnhändelser under sommaren.
- I maj anordnades en workshop med ett 50-tal deltagare från kommuner, entreprenörer och andra intressenter för att diskutera fördelar och utmaningar med dagens snöhantering samt framtida lösningar för en integrerad stadsnära snölagring och dagvattenhantering.
- Konferensbidraget ”Design criteria for urban snowmelt facilities at different geographic locations in Northern Europe” togs fram och skickades till ICUD 2020 (Melbourne, Australien). Konferensen flyttades dock till oktober 2021 pga pandemin.
- I december månad presenterade Emelie resultat från sin studie om dagvattenhantering i kallt klimat under Svenskt Vattens FoI-dagar 2020.

2.2.10 Hållbarhetsutvärdering av blå-grön infrastruktur



Pär Öhrn Sagrelius, industridoktorand
Handledare: Maria Viklander, professor
Biträdande handledare:
Godecke Blecken, bitr. professor
Richard Ashley, adj. professor
Johan Kjellin och David Hagerberg,
Tyréns AB

Inriktningen för urban dagvattenhantering har gått från att handla om gråa, rörbaserade system till mer blå-gröna, naturbaserade system. För att underlätta strategisk planering för blå-grön infrastruktur i urbana miljöer undersöks nu miljöpåverkan från biofilter med varierande design och konstruktion, ur ett livscykelperspektiv. Arbetet kommer att kompletteras med en analys av påverkan för sociala och ekonomiska aspekter gällande blå-gröna system. Syftet är att uppnå en heltäckande hållbarhetsutvärdering för att fylla den nuvarande kunskapsluckan inom området, vilken identifierats i tidigare forskning. Målet är att öka kunskapen om blå-grön infrastruktur och påverkan som dessa system har på miljömässiga, sociala och ekonomiska aspekter. Forskningen ska också tydliggöra hur utvärdering av dessa system kan, på ett meningsfullt sätt, gå till.

Aktiviteter 2020

- Workshop på Dag&Näts temadag i februari om synen på hållbar dagvattenhantering och vilka hinder / möjligheter som finns med blå-grön infrastruktur.
- Insamling av data, påbörjad livscykelanalys.

Pär har bedrivit sin forskning på deltid (ca 50%) under 2020.

Viktigaste resultat

En livscykelanalys av biofiltersystem med olika design ger ett viktigt bidrag till att bättre förstå hur blå-grön infrastruktur påverkar

miljön. Detta är en väsentlig del av en helhetssyn för mer omfattande hållbarhetsutvärdering av blå-grön infrastruktur, som tidigare inte utvärderats. Mer konkreta resultat från Pär's forskning kommer att presenteras under 2021.



Figur 24. Nyanlagt biofilter för dagvattenhantering i Malmö.

2.2.11 Övriga aktiviteter – Fastighetsnära hantering av dagvatten

Helene Sörelius, RISE, projektledare, och Godecke Blecken, LTU, har nyligen avslutat ett Dag&Nät projekt om fastighetsnära dagvattenhantering med testbädd. Den fysiska testbädden består av två fördröjningsmagasin vid HSB Living Lab i Göteborg där två typer av biofilter / växtbäddar har utvärderats under en femårsperiod. Stort fokus har legat på utvärdering av anläggningarnas förmåga att fördröja dagvatten, men också vid långvarig skötsel och drift.



Figur 25. Växtbädd vid HSB Living Lab, Göteborg.

Projektgruppen bestående av forskare och tjänstemän från RISE, LTU, Chalmers, Gryaab och Göteborgs stad har även genomfört en scenariostudie av den totala samhällsnyttan av en storskalig implementering av fastighetsnära fördröjning av dagvatten för ett större område i Göteborg. På sikt finns en förhoppning om att denna ska ligga till grund för en ny nationell standard i SIS regim. Vidare finns det planer på att etablera en ny pilotanläggning för test- och utveckling av kompakta, prefabricerade dagvattenanläggningar.

Aktiviteter 2020

- Under år 2020 har samtliga projektdelar såsom Studier av drift och underhåll, Utvärdering av fördröjningskapacitet, Scenariostudier och Branschstandard färdigställts.
- Dessutom har en film färdigställts med råd till fastighetsägare för anläggande av växt-

bäddar för dagvattenhantering. Filmen är tillgänglig via [RISE hemsidan](#).

Viktigaste resultat

Projektet har kunnat dra en rad slutsatser från de två biofiltren vid HSB Living Lab som har utvärderats med avseende på fördröjning. Även om biofiltren endast ger en marginell reduktion av den totala avrinningen vid regn, så har de potential att kraftigt reducera maxflöden vid riktigt intensiva regn. Vidare sker en tidsfördröjning av flödestoppen och därmed också sannolikt en viss dämpning av flödestoppen vid längre regnvattenflöden.

Scenariostudien visar att det finns många samhällsnyttor med fastighetsnära fördröjning i kombination med andra åtgärder för att minska översvänningsrisken och mängden föroreningar som når våra recipienter, öka grundvattenbildningen, minska belastningen på reningsverket och behovet av bräddning.

I nära samarbete med teknikleverantörer, kommuner, myndigheter, och branschorganisationen Svenskt Vatten har projektgruppen utvecklat ett förslag till branschstandard för utvärdering av dagvattenanläggningars prestanda.

Ali Beryanis utvärdering av 26 biofilter var del av testbäddsprojektet, se beskrivning i avsnitt 2.1.10.

Publikationer

Sörelius H., von Scherling, M., Blecken, G. & Karlsson, L. (2020). *Utvärdering av biofilter vid HSB Living Lab – samlade erfarenheter och råd*. RISE rapport 2020:87

von Scherling, M., Sörelius, H. & Svensson, G. (2020). *Simulerade effekter av trög avvattning*. Svenskt Vatten Utveckling rapport 2020:1.

2.3 Tema Ledningsnät



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

Dagens ledningsnät för dag- och spillvatten är en mycket viktig del för VA-systemets totala funktion och omfattar stora ekonomiska värden. Stora delar av dessa ledningssystem är i behov av förnyelse p.g.a. dålig ledningsstatus och ny-exploateringar. 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 ledningarna så sker även "processer" i form av direkta inläckage i otäta ledningar eller överledning av dricks-, dag-, spill- och dränvatten till annan ledning. Inläckage och överkopplingar skapar olika typer av ovidkommande vatten i ledningarna som har flera negativa konsekvenser. Spillvattnet blir utspätt och mer resurser krävs för transport och rening. Bräddningar från spillvattenledningarna ökar. Alternativt kan dagvatten förorenas av spillvatten. Både detta och bräddningar kan i sin tur påverka dricksvattenförsörjning och recipienter negativt.

Förändrade tekniker för ledningsläggning är också på frammarsch, t.ex. med ökad andel lättryckavlopp och samförläggning med andra ledningsslag såsom fjärrvärme. Diskussioner förs också angående antal avloppsrör och vad som ska transporteras i dessa, samt hur en sådan systemförändring kan bidra till ett mera resurseffektivt avloppssystem. Likaså i vilka fall centrala,

decentraliserade eller semicentraliserade avlopps(lednings)system är de mest hållbara. Samtidigt sker en snabb utveckling av digitala verktyg och sensorer vilka, om korrekt använda, kan bidra till ett mer resurseffektivt ledningssystem.

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

Under 2020 har arbetet inom temat bedrivits huvudsakligen inom projekten:

- Resurseffektivt och koordinerat underhåll och förnyelse av VA-ledningar och gator (Formas)
- REKO-Resurseffektivt koordinerat underhåll och förnyelse av gator och VA-ledningar (Vinnova)

Under året beviljades även ett projekt rörande lättryckavlopp (SVU) med start jan 2021, vilket RISE är huvudansvarig för.

2.3.1 Ovidkommande vatten i ledningsnät



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

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

Aktiviteter 2020

- En artikel om en jämförande studie av olika typer av mätmetoder för att identifiera inläckage av tillskottsvatten färdigställdes och skickades in till en tidskrift.

2.3.2 Datastyrd resursoptimering för VA-infrastruktur



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

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

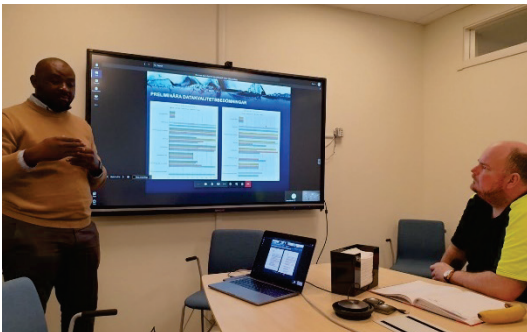
Driftstörningar och åldrande VA-ledningar länkat med en tilltagande urbanisering är alla faktorer som pekar mot ett behov av ett mer utvecklat arbets-sätt för hantering av de resurser som VA-systemet omfattar. En annan tydlig drivkraft är teknikutvecklingen som bl.a. omfattar nya metoder för mer hållbar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

Aktiviteter 2020

- En studie genomfördes som huvudsakligen undersökte en rumslig statistisk metod för att bestämma förklarande faktorerers inverkan på ökad blockeringsbenägenhet i avlopp baserat på rumslig heterogenitet.

Tillvägagångssättet bestod av nätverkets K-funktionsanalys, geografiskt viktade Poisson-regressionsanalys, slumpmässiga skogsensembler.

- Den första delen av datahanteringsstudien omfattade i huvudsak en litteraturgranskning gällande data och datakvalitet för ledningsnätinfrastrukturer, en undersökning med input omfattande fem svenska kommuner, samt tre fokusgruppsseminarier. Detta som underlag för ett föreslaget konceptuellt ramverk för urval / utveckling / antagande av datamodeller eller förbättringsvägar, för att möjliggöra bättre målstyrd förvaltning av kommunala VA-nät. Arbetsetappen har slutförts.



Figur 26. Framtaget koncept för hantering av data gällande VA-nät presenterades för Luleå kommun för att få praktiska synpunkter och inspel på ramverkets genomförbarhet. September 2020

- Under våren och hösten presenterades resultat av dessa studier för deltagande kommuner där data inhämtades, parallellt med deltagande i andra onlinekonferenser och workshops: ESRI-pipe nätverkskonferens för datahantering, ICUD-webinar-serien, Svenskt Vattens FoI-dagar 2020.
- Under 2020 har Emmanuel även deltagit i en kurs i integrerad tillgångsförvaltning (Integrated Asset Management) vid NTNU, Norge.

Viktigaste resultat

Resultat från den första delen av studien skapar en koppling mellan datakvalitet och interoperabilitet. Det illustrerade länkens effekt på datasilor och kedjestyrningen av strategiska mål mellan olika nivåer av infrastrukturell tillgångsförvaltning (IAM Infrastructure Asset Management) i VA-nät.

Utifrån litteraturstudien identifierades datakvalitet och interoperabilitet som kritiska hinder för målstyrd IAM data. Detta validerades med hjälp av svar från en online undersökning samt fokusgruppsseminarier som bekräftade resultat från litteraturstudien i praktiken.

Publikationer

Okwori, E., Viklander, M. & Hedström, A. (2020). *Performance assessment of Swedish sewer pipe networks using pipe blockage and other associated performance indicators*. H₂Open Journal, januari 2020; 3 (1): 46–57.

2.3.3 Utvärdering av schaktningsstrategier



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

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

Aktiviteter 2020

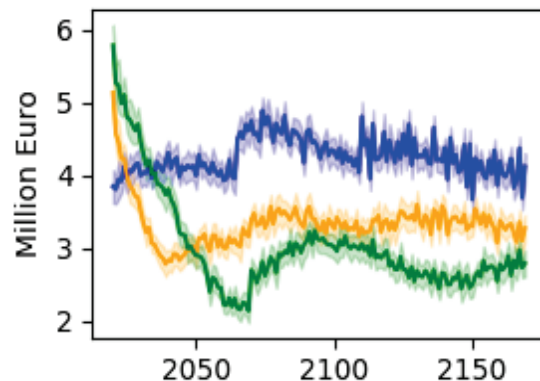
- Inom ramen för det Formasfinansierade projektet ”Resurseffektivt och koordinerat underhåll och förnyelse av VA-ledningar och gator” samt Vinnovaprojektet REKO fortsatte datainsamling (information om befintliga och förnyade ledningar) hos vissa Dag&Nät-kommuner samt Stockholm Vatten och Avfall.
- En metod för att uppskatta de långsiktiga kostnaderna av olika samordningspolicy för förnyelse av VA-ledningar och vägar utvecklades. Metoden tar hänsyn till både synergieffekter i form av t.ex. delade schaktkostnader och negativa effekter i form av förkortade livslängder.
- Metoden har tillämpats på Luleås bostadsgator med syfte att undersöka

optimala samordningsnivåer som minimerar de totala kapitalkostnader, CO₂-utsläpp och trafikstörningar för perioden 2020-2120. I simuleringen antogs omläggning av ledningar utföras med schaktfria metoder och utan samordning med annan infrastruktur.

Viktigaste resultat

Den utvecklade metoden möjliggör modellering av framtida förnyelsekostnader för olika samordningsgrader och kräver följande uppgifter: läge, längd, ålder och tillhörande livslängdkurvor av ledningarna och gatorna som studeras, kostnader per meter av enskilda och samordnade förnyelseåtgärder.

Vid tillämpning av metoden på Luleås bostadsgator minimerade en samordningsgrad på 40 år (dvs när en ledning / väg ska förnyas, förnyas också närliggande ledningar / vägar om deras kvarstående livslängd bedöms vara 40 år eller mindre) de totala reinvesteringskostnaderna för perioden 2020-2120.



Figur 27. Exempel av årliga förnyelsekostnader för VA-ledningar och gator för samordningsgrader av 0 (blå), 25 (orange) och 100 år (grön).

Publikationer

Pericault, Y., Risberg, M., Viklander, M., Hedström, A. (2020). *Temperature performance of a heat-traced utilidor for sewer and water pipes in seasonally frozen ground*. Tunnelling and Underground Space Technology, 97.

2.3.4 Drivkrafter för centralisering eller decentralisering av avloppsrenings-system



Brenda Vidal, doktorand

Handledare:

Annelie Hedström, bitr. professor

Biträdande handledare:

Inga Herrmann, bitr. univ. lektor

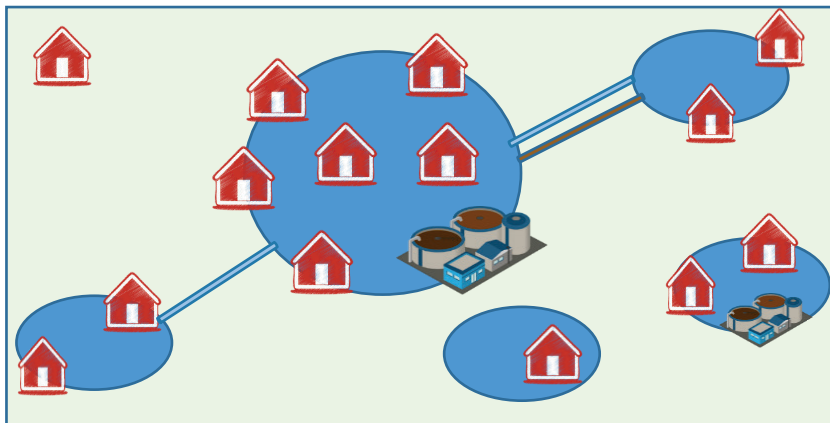
Snabb urbanisering och befolkningstillväxt ökar trycket på befintliga kommunala avloppssystem, som ofta är i slutfasen inför förstärkning och förnyelse. I detta sammanhang är det nyttigt att överväga möjligheten att övergå till ett urbant vattensystem, som är mer resurseffektivt och har potential att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

socialt, ekonomiskt) beaktas under val av tekniska lösningar. Denna ökade förståelse kommer att vara användbar för att kunna bedöma och genomföra en transformering till mer hållbara och resilienta avloppssystem, som förmår hantera de kommande urbana och klimatdrivna utmaningarna i vattensektorn.

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

Aktiviteter 2020

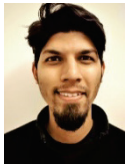
Inga aktiviteter på grund av föräldraledighet.



Figur 28. Centraliserade versus decentraliserade avloppsreningsystem.

Olika drivkrafter påverkar detta val: decentraliserade eller semi-centraliserade system som alternativ till (befintliga) centraliserade VA-system. Brendas forskning fokuserar på att förstå och klarlägga drivkrafter och huruvida olika hållbarhetsdimensioner (miljömässigt,

2.3.5 Gråvattentransport från hushåll till centrala eller decentrala reningsverk



Mashreki Sami, doktorand

Handledare:

Annelie Hedström, bitr. professor

Biträdande handledare:

Inga Herrmann, bitr. univ. lektor

Elisabeth Kvarnström, adj. prof.

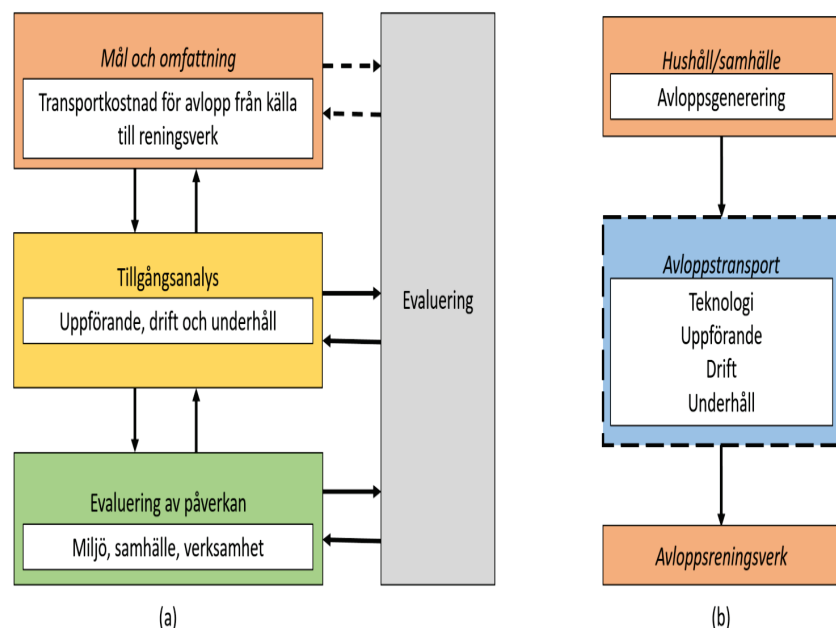
Som alternativ till konventionella avloppssystem har svartvattensystem börjat implementeras på flera platser i Europa. Inom dessa system genereras två fraktioner; svartvatten och gråvatten som behöver hanteras separat. När gråvattnet behandlas lokalt behöver denna fraktion inte transporteras genom det befintliga avloppsvattnet vilket i många fall kan vara fördelaktigt, särskilt när det centrala avloppsreningsverket är nära maxkapacitet eller ledningsnätet riskerar att överbelastas.

I denna studie görs en analys av livscykelkostnaden för olika systemlösningar: (1) lokal gråvattenbehandling med kort ledningsnät med självfall och svartvatten genom vakuumledningar, (2) lokal gråvattenbehandling och svartvatten i slutna tankar, (3) svartvatten genom vakuumledningar och gråvatten genom det befintliga ledningsnätet, och (4) konventionellt avloppssystem.

Livscykelkostnaden bestäms och jämförs för de olika systemlösningarna där även aspekter kring byggnation och underhåll av ledningssystemen beaktas (figur 29).

Aktiviteter 2020

- Samarbete med NSVA angående planeringen för området Östra Ramlösa i Helsingborg initierades.
- Olika systemlösningar togs fram.
- Strukturen för livscykelkostnadsstudien utvecklades, inklusive systemgränser.
- Funktionella enheten för studien bestämdes att vara *transport av den mängd avlopp (m^3) som en person årligen genererar*.



Figur 29. (a) Typiskt processflödesdiagram för livscykelkostnadsanalys, (b) systemgräns för utvärdering gråvatten- och svartvatten-transport.

2.4 Projekt- och programportfölj

Dag&Näts projektportfölj omfattar ett flertal stora som små projekt som finansieras av huvudsakligen Formas och Vinnova. För sammanställning av alla pågående och kommande projekt och program samt finansiär och totalt beviljade medel för Dag&Nät se tabell 1.

Fördelningen av projektens fokusområden på Dag&Näts tre olika temaområden Dagvattenkvalitet, Dagvattensystem och Ledningsnät illustreras i figur 30.

2.4.1 Nya projekt

Under 2020 har Dag&Nät fått beviljad förlängning av sin aktuella verksamhetsperiod som ursprungligen pågick fram till juni 2020 och nu är förlängd från juli 2020 till december 2021. Dessutom har Dag&Näts projektportfölj utökats med tre nya projekt samt att den klustergemensamma Vattenforskarsskolan fått ny finansiering från Svenskt Vatten Utveckling i tre år. Även Sveriges Bygguniversitet (SBU) beviljade medel till Vattenforskarsskolan för utvecklingen av de kurser som ska ges under 2021.

De tre nya projekten som förstärker portföljen fokuserar på samhällsplanering, rening av mikroplast och LTA-system.

Inom Formas utlysningen Samhällsplanering för omställning har Maria Viklander, Luleå tekniska universitet, i ett första steg beviljats planeringsbidrag för att i samarbete med Östersunds kommun och VA SYD under hösten 2020 söka steg 2 för projektet ”Övergång till

hållbar dagvattenhantering i befintlig bebyggelse”.

Under hösten utlyste Naturvårdsverket bidrag till dagvattenutredningar som syftar till ökad kunskap kring dagvattenhantering och för förbättrad vattenmiljö. VA-teknik vid Luleå tekniska universitet har beviljats medel för att studera avskiljning av mikroplast i biofilter och vid smältning av snöhögar. Detta andra nya projekt har påbörjats under 2020 och kommer att slutföras under våren 2021. Resultaten kommer att redovisas i en rapport till Naturvårdsverket och i framtida vetenskapliga artiklar.

Det tredje nya projektet ”Erfarenheter av LTA-system – En kunskapssammanställning” har beviljats medel från Svenskt Vatten Utveckling och kommer att pågå under första halvåret 2021. Solveig Johannesdottir från RISE kommer att projektleda detta Dag&Nät-projekt med en projektgrupp från RISE, LTU och tio svenska VA-förvaltningar och VA-bolag. Syftet med projektet är att samla in och sprida kunskap om LTA-system (lätt tryckavlopp) genom att tillgängliggöra befintlig kunskap, visa på goda exempel och sprida kunskapen kring förvaltning, praktisk användning och implementering.

Tabell 1: Pågående och kommande projekt och program 2020 (före 2020 avslutade projekt visas ej i tabellen).

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	totalt beviljade medel (tkr) för Dag&Nät
SVU, medlemsorganisationer			Dag&Nät 3				period 3: 8550 (SVU) 6300 (7 medlemmar)
Formas			Bedömning och modellering av grön infrastruktur för urbana				3000
			"Anonyma källor": Identifiering och karakterisering av källor till diffus föroreningsspridning med urbant				9676 (Formas) 300 (projektpartner)
			Dagvattenrening med avancerad modulteknik				2997
			Vattenforsarskolan				590 (Formas), 50 (SBU), SVU medel beroende på antal kurser vi ger
			Resurseffektivt och koordinerat underhåll och förnyelse av VA-ledningar och gator				3000
			Från grått till blå-grönt				2560
			Övergång till hållbar dagvattenhantering				300
Formas, SVU			Yteffektiv dagvattenrening - Var? När? Hur?				9998 (Formas) 1989 (SVU)
			Dagvattenbiofilter: från standardlösningar till utvecklade tekniklösningar				9578 (Formas) 2000 (SVU)
Vinnova			GrönNano3				1080
			Testbädd för utvärdering av dagvattenanläggningar				440
			DRIZZLE				36000 (Vinnova) 2300 (projektpartner)
InfraSveDen 2030			REKO Resurseff. koord. underhåll & förnyelse av gator och VA-ledningar				1000
Naturvårdsverket			urban plastics				3750
			Rening av mikroplast i biofilter				1000
Stiftelse J. Gust. Richert			Elektrokoagulation Dagvatten				330
			Påverkan av växter på gröna tak				282
SVU			Erfarenheter av LTA-system				
EU Interreg Nord, Reg. Norrbotten			ON-SITE				162 (Interreg Nord) 56 (Region Norrbotten)
EU Interreg Baltic Sea			FanPLESStic-sea				1789
Energi-myndigheterna			Miljöinvestering och återbetalning av gröna tak				403

- Dag&Nät projekt, projektägare: LTU / VA-teknik
- Dag&Nät projekt, projektägare: RISE
- övriga projekt, med LTU / VA-teknik som projektpartner

I figur 30 presenteras aktuella projekt inom de tre olika temaområdena för Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete.



Figur 30. Temafokus för aktuella projekt

2.4.2 Stora program och kompetenscentra

DRIZZLE – Centrum för dagvattenhantering



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

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

Aktiviteter 2020

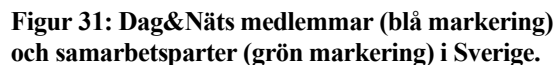
Under 2020 har forskningsresultat från kompetenscentrumets verksamhet presenterats i olika sammanhang,

samtidigt som ett flertal nya forskningsprojekt initierats. Ytterligare ett antal doktorander och postdoktorer har anställts under året, även om flera av dessa anställningar försenades rejält på grund av covid-19-relaterade orsaker. Labbmobilen, d.v.s. forskargruppens specialutrustade fordon vars lastutrymme är utrustat med arbetsytor för att möjliggöra laboratoriearbete direkt i fält, har varit till stor nytta under året, då andra möjligheter till resor för att genomföra fältstudier kraftigt har begränsats till följd av pandemins reserestriktioner. Även de industri- och kommundoktorander som ingår i DRIZZLE, som finansieras av Luleå kommun, NCC, Stockholm stad och Tyréns, har bidragit starkt till genomförandet av fältarbete runt om i landet, då de kunnat assistera med utgångspunkt från sina baser i Stockholm, Malmö och Luleå. DRIZZLE har även arrangerat digitala workshopar inom den Europeiska vattenplattformen Water Europe, digital Partsstämma, samt medverkat i flera digitala nationella och internationella konferenser. För mer information se DRIZZLE:s årsrapport under Publikationer på www.ltu.se/DRIZZLE.

Dag&Nät har ett brett samarbete med olika VA-organisationer och företag inom branschen genom projekt-samarbeten och doktorandprojekt, både nationellt (se figur 31) och internationellt (se figur 32).

Bodens kommun, Göteborgs stad / Kretslopp och vatten, Kiruna kommun, Luleå kommun, Malmö stad, MittSverige Vatten & Avfall AB, NSVA AB, Skellefteå kommun, Stockholms stad, Stockholm Vatten och Avfall, Sundsvalls kommun, Tekniska verken i Kiruna AB, Umeå kommun, VA SYD AB, Vaklin AB, Växjö kommun, Örebro kommun, Örnköldsviks kommun, Östersunds kommun.

Aarsleff Rörteknik
AB, AFRY,
Aquaductus AB,
DHI AB,
Elgocell AB,
Gryaab, IVL
AB, Järven
Ecotech AB,
Kemira Oyj,
LKAB, NCC AB,
Purac AB, Rent
Dagvatten AB,
RISE, Statens
fastighetsverk,
Stockholms Hamnar
AB, StormTac, Sweco
AB, Sweden Water
Research AB, Tyréns
AB,
Vattenmyndigheterna,
Veg Tech AB.



2.6 Medverkan i referensgrupper

Under år 2020 har forskare från Dag&Nät medverkat i referensgrupper för olika forsknings- och doktorandprojekt.

Godecke Blecken har medverkat i referensgruppen för projektet ”Klassning av reningsanläggningar” som bedrevs av RISE och finansierades av Naturvårdsverket. Referensgruppsmedlemmarna deltog i workshops som anordnades inom projektet och har haft möjlighet att regelbundet komma med input till projektet.

Annelie Hedström har medverkat i referensgrupp till SVU projektet ”Tillskottsvatten – kvantifiering och konsekvensanalys för reningsverk och ledningsnät” som leddes av DHI.

Godecke Blecken och Robert Furén (LTU / NCC / Drizzle) ingick i referensgruppen för doktorandprojektet ”Flytande våtmarker för dagvattenrening” vid Stockholms universitet; projektet finansieras av SBUF. Varje år hålls 2 möten där projektets framgång presenteras och referensgruppsmedlemmarna ger input och kommentarer på forskningsarbetet.

2.7 Samverkan med övriga VA-kluster

Under året har Dag&Nät deltagit i två klusterledarmöten och medverkat i olika klustergemensamma aktiviteter och ämnesgrupper. Samverkan inom den klustergemensamma Vattenforskarsskolan förstärktes under 2020 (se pkt. 3.3.). Dessutom har Dag&Nät i rad med DRICKS, VA-kluster Mälardalen och VA-teknik Södra deltagit på SVU:s FoI dagar för att sprida kunskap om aktuellt pågående forskning av intresse för hela VA-samhället.

Den planerade kommunikations-samverkan på Vattenstämman 2020 genom utställning med monter behövde tyvärr ställas in på grund av covid-19 pandemin. Likaså planerades samverkan för klustergemensam utställning i svenska montern på World Water Congress & Exhibition i Köpenhamn som även den blev uppskjuten pga pandemin.

2.7.1 *Samarbete kring ämnesgrupper*

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

Dag&Nät är engagerat i två av ämnesgrupperna:

(1) *Uppströmsarbete för hållbara kretslopp*

Syftet med denna ämnesgrupp är att sammanställa kunskap om tillförsel av

oönskade och miljöfarliga ämnen till avloppsvatten och ta fram lösningar för att minska spridningen av dessa ämnen.

(2) *Tillskottsvatten, bräddning, smittspridning*

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

Under året har ca 4 teamsmöten hållits och aktuella frågeställningar diskuterats. Annelie Hedström, Dag&Nät, deltog i en workshop i januari 2020 i Göteborg som anordnades av Göteborg Kretslopp och Vatten.

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

I februari anordnades den årliga studentorienterade branschdagen vid LTU som är obligatorisk för studenter som läser kursen VA-system på civilingenjörsprogrammen Naturresursteknik och Väg- och vattenbyggnad. Dessutom är branschdagen öppen för yrkesverksamma och alla intresserade i VA-branschen. Det totala deltagarantalet var 125. Arrangemanget genomfördes i samarbete med branschorganisationen Svenskt Vatten.

Årets tema var Dricksvatten. Seminariet bjöd på ett antal intressanta föredrag bl.a. berättade Daniel Hellström, Norrvatten, om de stora utmaningar som finns för vattenförsörjningen. Helena Jonsson, Skellefteå kommun, beskrev arbetet med att ta fram en ny vattenförsörjning och vattenverk för kommunen. Jeffrey Lewis, Tyréns, presenterade intressanta metoder för att rena PFAS från grundvattentäkter. Birgitta Eriksson, WSP, berättade om att det i dricksvattensammanhang är viktigt att planera för det oväntade.

Utanför föreläsningssalen fanns en liten utställning av företag och kommuner som nyttjade möjligheten att prata och mingla med alla deltagare.

3.2 Grundutbildning inom VA-området vid LTU

Grundutbildning på grundläggande och avancerad nivå för VA- teknik omsatte ca 2,5 miljoner kr under 2020. 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	Stud ent- antal	Program
Samhällsbyggande	49	Väg och Vatten
Hydraulik och geologi	41	Väg och Vatten
VA-system	47	Väg och Vatten, Naturresursteknik
Hållbart byggande	81	Väg och Vatten, Naturresursteknik
Naturliga vattentransportprocesser	11	Naturresursteknik
Naturresursteknik	24	Naturresursteknik
Resurseffektiva vatten- och avloppssystem	14	Naturresursteknik
Dagvatten	31	Naturresursteknik , Arkitektur
Tillämpad hydraulik	25	Brandingenjör
Dagvatten	38	Fristående kurs, Norrtälje

3.2.1 Examensarbeten

Examensarbeten är en viktig del i utbildningen av blivande VA-ingenjörer och utförs ofta i samarbete med eller på initiativ av medlemskommuner. Genom denna samverkan får VA-organisationer möjlighet att utföra olika mindre projekt tillsammans med intresserade examensarbetare och i ett tidigt skede attrahera kompetent personal till sin verksamhet. Samtidigt får studenterna möjlighet att fördjupa sig i vatten- och avloppsfrågor och bekanta sig med VA-verksamheten och möjliga framtida arbetsgivare.

För att synliggöra aktuella förslag på examensarbeten inom ämnesområdet Vatten- och avloppsteknik har det under år 2020 skapats en egen [hemsida för examensarbeten](#). Den fungerar som ”mötesplattform” för VA-branschen

där VA-organisationer kan erbjuda och studenter hitta intressanta projektuppslag. Hemsidan uppdateras regelbundet.

Under 2020 har sex examensarbeten med fokus på VA-teknik publicerats vid LTU (se pkt 4.10.6 för fullständig referens).

Dessutom har Emelie Hedlund Nilsson som gjorde sitt examensarbete om biologisk avskiljning av järn och mangan i grundvattenverk i samarbete med Luleå kommun, tilldelats Svenskt Vattens pris för bästa examensarbete inom VA-området. Det lyckade samarbetet inom ramen för examensarbetet ledde även till att Luleå kommun fortsättningsvis anställde Emelie som kommundoktorand inom kompetenscentrumet DRIZZLE.

3.3 Vattenforskarsholan

Vattenforskarsholan har finansierats av ett 4-årigt Formasprojekt (2016-2020) med stöd från Svenskt Vatten genom de olika forskningsklustren Dag&Nät, VA-kluster Mälardalen, DRICKS och VA-teknik Södra samt från Sweden Water Research. Forskarsholan ger doktorander inom VA-sektorn i Sverige en plattform för nätverkande och ett större utbud av kurser. Dessa är även tillgängliga för yrkesverksamma i branschen, i mån av plats. P.g.a. rådande pandemi 2020 kunde det årliga seminariet inte hållas som planerat i Göteborg. Studieresan kunde inte genomföras och de sista kurserna var tvungna att ges på distans. Därför ansöktes och beviljades förlängning av Formasfinansieringen till december 2021.

Eftersom Vattenforskarsholan blivit en sådan succé sökte styrgruppen om medel för fortsatt drift från Svenskt Vatten Utveckling. Denna ansökan beviljades och nu finns finansiering fram till och

med juni 2023. Under denna finansieringsperiod kommer en tätare samverkan att hållas med Svenskt Vattens utbildningsavdelning för att på ett bättre sätt synliggöra Vattenforskarsholans kurser för yrkesverksamma.

Nya deltagare i Vattenforskarsholan tillkommer kontinuerligt. December 2020 var 72 doktorander inskrivna som tog del av forskarsholans kursutbud, seminarier, mentorsprogram och sociala aktiviteter. Sedan start har tio av Vattenforskarsholans doktorander disputerat.

Under 2020 har två doktorandkurser givits (tabell 3).

Tabell 3: Doktorandkurser 2020 inom Vattenforskarsholan

<i>Kurs</i>	<i>Antal deltagare från LTU</i>	<i>Ansvarig</i>	<i>Totalt antal deltagare på LTU kurserna</i>
Water, sustainable development and life cycle analyses	8	Dag&Nät + Dricks	18
Automation	0	Dag&Nät + VA-kluster Mälardalen	

Det årliga seminariet 2020 hölls digitalt på zoom på grund av pandemin.

Annelie Hedström, Dag&Nät är ansvarig för mentorsprogrammet. Under 2020 påbörjade sex av Vattenforskarsholans doktorander mentorsprogrammet, varav en tillhörande Dag&Nät.

3.4 Licentiat och disputationer

Under 2020 har en disputation och tre licentiatseminarier ägt rum i VA-teknik vid Luleå tekniska universitet.

Disputation Helen Galfi, 5 maj 2020. *Assessment of stormwater and snowmelt quality based on water management priorities and the consequent water quality parameters*. Luleå tekniska universitet.
Opponent: Jon M. Hathaway (University of Tennessee, Knoxville, USA)
Betygsnämnd: Giovanna Grossi (University of Brescia, Italy), David Stránský (Czech Technical University, Prague), Per-Arne Malmqvist (Chalmers)

Licentiat Katharina Lange, 3 juni 2020. *Total and dissolved metal treatment in stormwater bioretention*. Luleå tekniska universitet.
Diskutant: Danielle Dagenais (University of Montreal, Quebec, Canada)

Licentiat Arya Vijayan, 3 november 2020. *Quality of snow deposited in urban areas: Storage, load assessment and release of selected pollutants with snowmelt*. Luleå tekniska universitet.
Diskutant: Kim Paus (NMBU Norwegian University of Life Sciences, Norge)

Licentiat Snežana Gavrić, 17 december 2020. *Enhancement of stormwater quality in grass swales: Removal and immobilisation of metals*. Luleå tekniska universitet.
Diskutant: Magnus Bäckström (Svenskt Vatten)

3.5 Uppdrag i betygskommittéer etc

Seniora forskare Annelie Hedström, Godecke Blecken och Lian Lundy, Dag&Nät vid Luleå tekniska universitet, har under året bidragit med sin kompetens i betygsnämnd för olika disputationer nationellt och internationellt:

Anthony Futughe, “*Advanced phytoremediation using soil solarisation enhanced*

with biosurfactant as a novel approach for sustainable remediation”. Middlesex University, UK, februari 2020

Zhenhua Sun, “*The Ecological Role of Roadside Stormwater Ponds - Potential to Support Biodiversity*”. Chalmers, april 2020

Claudia Cossio, “*Sustainability of small wastewater treatment systems in low and lower-middle income countries*”. Chalmers, juni 2020.

Anna Markiewicz, “*Persistent organic pollutants in road runoff: Sources, generation and innovative treatment techniques*”. Chalmers, augusti 2020

Mohammed Al-Ameri, “*The Long-Term Retention of Heavy Metals in Biofiltration Systems*”. Monash University, Australien. november 2020

Jennifer Bitting, “*Can California Solve Its Water Quantity Problem by Solving Its Water Quality Problem?*”. Cambridge University, UK, december 2020

Utöver detta har Dag&Näts seniora forskare agerat sakkunnig i bedömningsgrupper för projektbidrag och vetenskapliga meriter och behörighet.

3.6 Utbildning och föredrag för yrkesverksamma & allmänhet

Under 2020 har LTU/Dag&Nät givit en fristående kurs om Dagvatten. Vanligtvis ges den i Norrtälje, men pga pandemin har den getts enbart med distansverktyg. De flesta av deltagarna var yrkesverksamma inom dagvattenområdet. Vattenforskar-skolans kurser är också öppna att läsas för yrkesverksamma. Under 2020 gav LTU / Dag&Nät en sådan kurs, Water,

Sustainable development & LCA, som inte söktes av några yrkesverksamma.

Under året har både seniora forskare och doktorander givit presentationer på nationella konferenser och andra evenemang som i första hand vänder sig till yrkesverksamma i vattensektorn. På grund av pågående pandemiläget blev dock antalet evenemang betydligt mindre än andra år och genomfördes för det mesta digitalt.

På ett seminarium om tillskottsvatten som anordnades i januari av Chalmers och Göteborg Kretslopp och Vatten presenterade Annelie Hedström ”Tillskottsvatten – Erfarenheter från forskning på LTU”.

På DRIZZLE:s partstämman presenterade Kelsey Flanagan, Emelie Hedlund Nilsson, Ico Broekhuizen, Haoyu Wei och Godecke Blecken forskningsresultat och studier inom dagvattenområdet, exempelvis grön-blå-vit infrastruktur, sediment i dagvattenbrunnar, organiska föroreningar i sediment från dagvattendammar, 2-steps-kalibrering av dagvattenmodeller och snöhantering.

På InfraSweden2030:s öppna programkonferens presenterade Annelie Hedström och Youen Pericault projektet ”Resurseffektivt koordinerat underhåll och förnyelse av gator och VA-ledningar – REKO”.

På Svenskt Vattens FoI-dagar online fick VA-organisationer, konsulter, myndigheter och forskare ta del av aktuellt inom Dag&Näts forsknings- och utvecklingsprojekt som presenterades av Maria Viklander, Arya Vijayan, Godecke Blecken, Snezana Gavric, Robert Furén, Kelsey Flanagan, Emelie Hedlund

Nilsson, Emmanuel Okwori och Annelie Hedström.

Dessutom höll Godecke Blecken och Katharina Lange även en workshop om dagvattenbiofilter och vegetationsval för Hamburg stads bolag för gator, bror och vattendrag (Landesbetrieb Strassen Brücken Gewässer).

3.7 Kunskapsutbyte

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

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

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

Under 2020 hölls ett sådant övergripande temamöte i samband med branschdagen vid LTU i februari och ytterligare referensgruppsmöten i samband med Dag&Näts årliga strategidagar i september. Höstmötet fick genomföras digitalt.

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 2020.

4.1 Hemsida

Dag&Nät tillhandahåller en hemsida med omfattande information om sin verksamhet. Hemsidan uppdateras kontinuerligt med senaste nytt inom främst projektaktiviteter, publikationer, organisation, och personal. Som tidigare år var hemsidan välbesökt under 2020 varvid mer än 60% av besökare var nya användare. De flesta sidvisningar utfördes i Sverige men andelen internationella besökare har fördubblats och utgjorde 30 % av besöken, med länder som Finland, USA, Nederländerna, Österrike, Frankrike, Indien och Italien i topp.

4.2 Nyhetsbrev

Information om Dag&Näts aktuella projekt och aktiviteter publiceras i ett nyhetsbrev som ges ut 3 gånger per år och skickas ut elektroniskt till mer än 350 prenumeranter. Dessutom finns alla nyhetsbrev tillgängliga via hemsidan där man också kan anmäla sig till det elektroniska utskicket.

4.3 Sociala medier

I strävan att snabbt och enkelt kommunicera aktuell information om projekt och aktiviteter inom Dag&Nät till yrkesverksamma och VA-intresserade användare inom branschen använder sig Dag&Nät i första hand av Twitter @_DagNat där det läggs ut ungefär tio

tweets per månad. Antalet följare stiger kontinuerligt, så också under 2020. Även LinkedIn nyttjas för detta ändamål.

4.4 Artikelserie Ny Forskning och Teknik

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

4.5 Europeisk vattenplattform

Dag&Nät är medlem i den Brysselbaserade, europeiska vattenplattformen Water Europe. Bl.a. är Dag&Nät medlem i Water Europes arbetsgrupper WG Urban Pollution, WG Green Infrastructure samt WG Ecosystem Services. Den sistnämnda leds av företrädare från Dag&Nät. Därtill har företrädare från Dag&Nät delat medordförandeskap i NORMAN-nätverkets (Network of research centres for monitoring of emerging environmental substances) arbetsgrupp för riskbedömning och stödprogram. Under året har ett flertal digitala möten och digitala workshopar ägt rum inom arbetsgrupperna.

4.6 Arrangerande av konferens och workshop

Under år 2020 var det planerat att anordna GrönNano slutkonferensen. Även den europeiska EUROSAM (European Sewer Asset Management) workshopen 2020 skulle ha ägt rum i Luleå med Dag&Nät / LTU som värd. Rådande pandemiläget

förhindrade båda arrangemang i sin fysiska form och ledde till att de framflyttades till år 2021.

4.7 Deltagande på konferenser, etc

Under detta speciella år 2020 som präglades av restriktioner på fysiska möten på grund av covid-19 pandemin var även tillfällen på externa konferenser, seminarier, årsmöten och dylikt väldigt begränsade. Nedan följer ett axplock av mestadels digitala arrangemang, både nationellt och internationellt. som Dag&Nät har deltagit i:

28 januari höll Annelie Hedström en presentation om ”Tillskottsvatten – Erfarenheter från forskning på LTU” på ett seminarium om tillskottsvatten som anordnades av Chalmers och Göteborg Kretslopp och Vatten.

28 april deltog Maria Viklander, Dag&Nät, i ett webinarium inom Rörnät och Klimat som anordnades istället för RÖK konferensen (inställd p.g.a. pandemin).

21 oktober presenterade Annelie Hedström och Youen Pericault projektet ”Resurseffektivt koordinerat underhåll och förnyelse av gator och VA-ledningar – REKO” på InfraSweden2030:s digitala projektkonferens.

8 december fick Ico Broekhuizen som en av 14 utvalda unga forskare presentera sitt konferensbidrag till ICUD2020 på ett webinarium som anordnades istället för den inställda dagvattenkonferensen.

8-9 december medverkade Dag&Nät på Svenskt Vattens FoI-dagar online och höll ett seminarium där Maria Viklander, Arya

Vijayan, Godecke Blecken, Snezana Gavric, Robert Furén, Kelsey Flanagan, Emelie Hedlund Nilsson, Emmanuel Okwori och Annelie Hedström presenterade aktuellt från pågående forsknings- och utvecklingsprojekt.

4.8 Utmärkelser och priser

Svenskt Vattens pris för bästa examensarbete inom VA-teknik

Emelie Hedlund Nilssons examensarbete *Biologisk avskiljning av järn och mangan i grundvattenverk – En studie i Klöverträsk med avseende på beredningsuppehåll och årstidsvariationer i råvattenkvalitet* tilldelades Svenskt Vattens pris för bästa examensarbete 2019.

4.9 Informationsmöten

Ett flertal möten har ägt rum med aktörer inom VA-teknikområdet för att sprida kunskap från och om Dag&Näts verksamhet. I år har dock fysiska träffar varit begränsade i antal och oftast till de kommuner som medverkar i Dag&Näts projekt. Fokus på möten var huvudsakligen inspel till eller återkoppling från pågående projekt.

4.10 Publikationer

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

4.10.1 Artiklar i vetenskapliga tidskrifter

Broekhuizen. I, Leonhardt. G, Marsalek. J, Viklander. M. (2020). *Event selection and two-stage approach for calibrating models of green urban drainage systems*. Hydrology and Earth System Sciences, Vol. 24, s. 869-885

- Garmabaki, A.S., Marklund, S., Thaduri, A., Hedström, A. & Kumar, U. (2020). *Underground pipelines and railway infrastructure: failure consequences and restrictions*. Structure and Infrastructure Engineering, Vol. 16, nr 3
- Hamann, F., Blecken, G.-T., Ashley, R. & Viklander, M. (2020). *Valuing the Multiple Benefits of Blue-Green Infrastructure for a Swedish Case Study: Contrasting the Economic Assessment Tools B£ST and TEEB*. Journal of Sustainable Water in the Built Environment, Vol. 6, nr 4
- Lange, K., Österlund, H., Viklander, M., Blecken, G. 2020. *Metal speciation in stormwater bioretention: Removal of particulate, colloidal and truly dissolved metals*. Science of The Total Environment, Vol. 724, 138121.
- Lange, K., Viklander, M., Blecken, G. 2020. *Effects of plant species and traits on metal treatment and phytoextraction in stormwater bioretention*. Journal of Environmental Management, Vol. 276, 111282.
- Lindfors, S., Österlund, H., Lundy, L. & Viklander, M. (2020). *Metal size distribution in rainfall and snowmelt-induced runoff from three urban catchments*. Science of the Total Environment, 743, 140813.
- Lundström, S., Åkerstedt, H., Larsson, S., Marsalek, J. & Viklander, M. (2020). *Dynamic Distributed Storage of Stormwater in Sponge-Like Porous Bodies: Modelling Water Uptake*. Water, Vol. 12, no 8
- Lönnqvist, J., Hanslin, H. M., Johannessen, B. G., Muthanna, T. M., Viklander, M., & Blecken, G. (2020). *Temperatures and precipitation affect vegetation dynamics on Scandinavian extensive green roofs*. International Journal of Biometeorology, (December). doi.org/10.1007/s00484-020-02060-2
- Milovanovic, I., Vojtěch, B., Hedström, A., Herrmann, I., Picek, T., Marsalek, J. & Viklander, M. (2020). *Enhancing stormwater sediment settling at detention pond inlets by a bottom grid structure (BGS)*. Water Science and Technology, 81 (2), 274-282
- Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2020). *The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources*. Science of the Total Environment, 709, 136125
- Nyström, F., Nordqvist, K., Herrmann, I., Hedström, A., Viklander, M. (2020). *Laboratory scale evaluation of coagulants for treatment of stormwater*. Journal of Water Process Engineering, Vol. 36.
- Nyström, F., Nordqvist, K., Herrmann, I., Hedström, A., Viklander, M. (2020). *Removal of metals and hydrocarbons from stormwater using coagulation and flocculation*. Water Research, Vol. 182.
- Okwori, E., Viklander, M., Hedström, A. (2020). *Performance assessment of Swedish sewer pipe networks using pipe blockage and other associated performance indicators*. H₂Open Journal, januari 2020; 3 (1): 46–57.
- Pericault, Y., Risberg, M., Viklander, M., Hedström, A. (2020). *Temperature performance of a heat-traced utilidor for sewer and water pipes in seasonally frozen ground*. Tunnelling and Underground Space Technology, 97.
- Søberg, L., Al-Rubaei, A., Viklander, M. & Blecken, G.-T. (2020). *Phosphorus and*

TSS Removal by Stormwater Bioretention: Effects of Temperature, Salt, and a Submerged Zone and Their Interactions. Water, Air and Soil Pollution, Vol. 231, nr 6

4.10.2 Konferensbidrag

Broekhuizen, I., Leonhardt, G. & Viklander, M. (2020). *Adapting weighing-bucket rainfall observations to urban applications.* 15th International Conference on Urban Drainage (ICUD), Melbourne, Australia.

4.10.3 Rapporter

Dag&Nät Verksamhetsberättelse 2019, (2020). Stockholm: Svenskt Vattens C-rapportserie

Blecken, G., Hamann, F., Ashley, R. & Viklander, M. (2020). *Vilka nyttor kan blå-grön infrastruktur bidra med? Ekonomisk bedömning av en fallstudie i Luleå med verktygen B&ST och TEEB.* Svenskt Vatten Utveckling rapport 2020-12

Sörelius H., von Scherling, M., Blecken, G. & Karlsson, L. (2020). *Utvärdering av biofilter vid HSB Living Lab – samlade erfarenheter och råd.* RISE rapport 2020:87

von Scherling, M., Sörelius, H. & Svensson, G. (2020). *Simulerade effekter av trög avvattnings.* Svenskt Vatten Utveckling rapport 2020-01

4.10.4 Doktorsavhandlingar

Galfi, H. (2020). *Assessment of stormwater and snowmelt quality based on water management priorities and the consequent water quality parameters.* Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet.

4.10.5 Licentiatavhandlingar

Gavric, S. (2020) *Enhancement of stormwater quality in grass swales: Removal and immobilisation of metals.* Licentiatavhandling, Luleå tekniska universitet.

Lange, K. 2020. *Total and dissolved metal treatment in stormwater bioretention.* Licentiatavhandling, Luleå tekniska universitet.

Vijayan, A. (2020). *Quality of snow deposited in urban areas: Storage, load assessment and release of selected pollutants with snowmelt.* Licentiatavhandling, Luleå tekniska universitet.

4.10.6 Examensarbeten

Eklund, S. (2020). *An evaluation of the treatment performance of a ten year old stormwater biofilter in Sweden.* Civilingenjörsexamen, Naturresursteknik, 2020

Lundqvist, D. (2020). *Sensitivity analysis of grate inlet representation and a comparison of two coupled hydraulic models for urban flood simulation.* Civilingenjörsexamen, Naturresurs-teknik, 2020

Helmersson, K. (2020). *Effects of Microplastic Leachates on Phytoplankton: A Laboratory Study on Nodularia spumigena and Phaeodactylum tricornutum.* Civilingenjörsexamen, Naturresursteknik, 2020

Agerberg, F. (2020). *Data interpolation for groundwater modelling: How choice of interpolation method and sample size affect the modelling results.* Civilingenjörsexamen, Naturresursteknik, 2020

Svedin, J. (2020). *Photodegradation of macroplastics to microplastics: A labora-*

tory study on common litter found in urban areas. Civilingenjörsexamen, Naturresursteknik, 2020

Eriksson, J. (2020). *Sensitivity analysis of pluvial flood modelling tools for dense urban areas: A case study in Lundby-Lindholmen, Gothenburg.* Civilingenjörsexamen, Naturresursteknik, 2020

4.10.7 Artiklar i populärvetenskapliga tidskrifter

Lönnqvist, J., Blecken, G., & Viklander, M. (2020). Växtlighet på gröna tak i norra Sverige. *Bygg&teknik*, 2

Wei, H. (2020). *Regn – Damm – Dagvattenbrunnar – Vems ansvar?* Tidskriften VATTEN 1. 2020.

4.11 I media

Dag&Nät har under 2020 medverkat eller uppmärksammats i populärvetenskapliga artiklar.

Prisregn över Luleås VA-avdelning. I: vårt Luleå, 12 juni 2020

Nya coronaprov på Luleås avloppsvatten. I: Kuriren, 7 oktober 2020

Höjd säkerhet ger forskningen extrajobb. I: Cirkulation Nr 7, november 2020