



Verksamhetsberättelse 2022

Innehåll

1	Om Dag&Nät.....	1
1.1	Dag&Näts verksamhetsidé.....	1
1.2	Dag&Näts partners.....	1
1.3	Dag&Näts vision 2030.....	1
1.4	Dag&Näts strategi.....	2
1.5	Dag&Näts organisation.....	2
1.5.1	Styrgruppen	2
1.5.2	Ledningsgruppen	3
1.5.3	Temareferensgrupper	3
1.5.4	Dag&Nät forskningsgruppen vid LTU.....	3
1.6	Dag&Näts ekonomi	6
2	Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete	7
2.1	Tema DAGVATTEN från regn till recipient.....	9
2.1.1	Fokusområde Dagvattenkvalitet	11
2.1.2	Fokusområde Dagvattenrening.....	15
2.1.3	Fokusområde Fördröjning och klimatanpassning.....	25
2.1.4	Fokusområde Snöhantering	27
2.1.5	Fokusområde Provtagningsmetodik och övervakning	28
2.1.6	Fokusområde Multifunktionell dagvatteninfrastruktur	29
2.1.7	Fokusområde Modellering.....	32
2.2	Tema Funktion och förnyelse av LEDNINGSNÄT	37
2.2.1	Datastyrd resursoptimering för planerat underhåll av VA-infrastruktur	38
2.2.2	Utvärdering av schaktminsknings- strategier	39
2.2.3	Övriga aktiviteter – Erfarenheter av LTA-system.....	40
2.2.4	Övriga aktiviteter - Tillskottsvatten.....	41
2.3	Tema Resurseffektiva små AVLOPPSSYSTEM.....	42
2.3.1	Små avloppssystem – reningseffektivitet, hållbarhet och implementering ..	43
2.3.2	Naturbaserad avloppsvattenrening – mikroföroreningar och kallt klimat...	44
2.3.3	Decentraliserad BDT-vattenbehandling – faktorer som påverkar effektivitet.....	45
2.3.4	Resursåtervinning från svartvatten	47
2.4	Projekt- och programportfölj	48
2.4.1	Nya projekt	48
2.4.2	Stora program och kompetenscentrum	51
2.5	Samarbetspartner.....	52
2.6	Medverkan i referens- och expertgrupper.....	53
2.7	Samverkan med övriga VA-kluster	54
2.7.1	Samarbete kring ämnesgrupper	54
3	Kompetensförsörjning.....	55
3.1	Studentorienterad branschdag.....	55
3.2	Grundutbildning inom VA-området vid LTU.....	55
3.2.1	Examensarbeten.....	55
3.3	Vattenforskarskolan	56

3.4	MOOC kurs.....	57
3.5	Licentiat och disputationer.....	57
3.6	Uppdrag i betygskommittéer.....	57
3.7	Utbildning och föredrag för yrkesverksamma & allmänhet	58
3.8	Kunskapsutbyte.....	58
4	Kommunikation	59
4.1	Hemsida	59
4.2	Nyhetsbrev	59
4.3	Sociala medier.....	59
4.4	Artikelserie Ny Forskning och Teknik	59
4.5	Europeisk vattenplattform.....	59
4.6	Arrangerande av seminarier, workshops, föreläsningar	60
4.6.1	Medverkande i programkommitté	60
4.7	Deltagande på konferenser, etc	61
4.8	Utmärkelser, priser och ärofyllda uppdrag	61
4.9	Informationsmöten.....	62
4.10	Publikationer	62
4.10.1	Artiklar i vetenskapliga tidskrifter.....	62
4.10.2	Konferensbidrag	63
4.10.3	Rapporter	64
4.10.4	Doktorsavhandlingar	64
4.10.5	Licentiatuppsatser.....	64
4.10.6	Examensarbeten.....	64
4.10.7	Dag&Nät artikelserie ”Ny Forskning och Teknik”	65
4.10.8	Artikel i populärvetenskaplig tidskrift.....	65
4.11	I media	65

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, tillsammans med Svenskt Vatten Utvecklings satsning på mer omfattande projektprogram inom VA-området, resulterade år 2010 i klusterbildningen Dag&Nät.

Sedan starten av Dag&Nät har förutsättningarna förändrats både för samhällsbyggnadssektorn i stort och inte minst för VA-verksamheten. Många av dessa utmaningar såsom att anpassa våra städer till ett förändrat klimat, hantera dagvattnets föroreningar, maximera resursåterförandet och stadens förmåga att leverera ekosystemtjänster kräver ny kunskap, ny infrastruktur och nya tekniska lösningar, nya samarbetsmodeller, samt ett mer övergripande systemperspektiv och samarbete över branschgränser. Detta bidrar Dag&Nät till genom behovsdriven forskning i framkant och i symbios med samhället.

1.1 Dag&Näts verksamhetsidé

Dag&Nät utvecklar och förmedlar forskningsbaserad kunskap samt bygger nätverk inom dagvatten, ledningsnät och resurseffektiva små avloppssystem med utgångspunkt i

samhällets behov, hållbarhet och klokt resursutnyttjande samt i nära samverkan med privata och offentliga aktörer.

1.2 Dag&Näts partners

Dag&Nät består av forskningsgruppen VA-teknik vid Luleå tekniska universitet, VA-teknik vid Norges teknisk-naturvetenskapliga universitet (NTNU), RISE Urban Water Management, Luleå kommun (Luleå miljöresurs), Skellefteå kommun (Samhällsbyggnadskontoret), Vakin AB (som är huvudman för Umeå, Vindeln och Nordmalings kommuner), MittSverige Vatten & Avfall AB (som är huvudman för Sundsvall, Nordanstig och Timrå kommuner), Östersunds kommun (Teknisk förvaltning), Bodens kommun, VA SYD (huvudman för Lund, Malmö, Burlöv, Eslöv och Lomma kommuner), Nodra samt Svenskt Vatten. Ungefär 1/4 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 finansörer. Till detta kan läggas leveranser i form av examensarbeten och projektarbeten.

1.3 Dag&Näts vision 2030

År 2030 är vi ett ledande internationellt forsknings- och kompetenscentrum inom dagvatten, avloppsledningsnät och resurseffektiva små avloppssystem.

Vi bidrar till ett hållbart samhälle genom att utveckla framtidens vattensystem för nationell och global nytta.

Dag&Näts övergripande mål för 2030 är att genom utmaningsdriven forskning,

utbildning och kompetensförsörjning av högsta kvalitet bidra till:

- hållbar och innovativ samhällsutveckling,
- klimatneutralt VA-samhälle,
- resilient infrastruktur,
- resurseffektivt samhälle där vatten, energi och näringsämnen tas till vara,
- effektivt underhåll och hållbar förnyelseplanering, samt
- livslångt lärande

1.4 Dag&Näts strategi

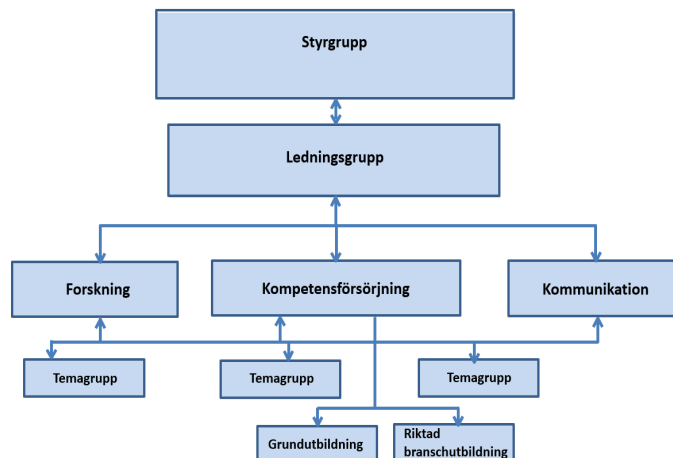
I arbetet med att realisera visionen och de övergripande målen fokuserar Dag&Nät under de kommande åren på sex huvudstrategier.

 <p>Med stabila och långsiktiga samarbeten säkerställer vi kvalitet och relevans inom forskning, utbildning / kompetensförsörjning och kommunikation.</p>	 <p>Genom målgruppsanpassad kommunikation skapar vi synlighet.</p>	 <p>Genom strategiska nätverk såväl nationellt som internationellt positionerar vi oss och påverkar samhällsutvecklingen.</p>
 <p>Med våra labb- och fältanläggningar säkerställer vi forskningsrelevans och stärker vår samverkan.</p>	 <p>Genom aktivt deltagande i branschaktiviteter säkerställer vi relevanta utbildningar och kunskapsåterföring.</p>	 <p>Med ett välkomnande och öppet samarbetsklimat som präglas av mod, delaktighet och tillit lägger vi grunden till utveckling och innovation.</p>

Figur 1: Dag&Näts huvudstrategier för att nå visionen 2030

1.5 Dag&Näts organisation

Övergripande organisationsstruktur för Dag&Nät omfattar en styrgrupp, ledningsgrupp samt temareferensgrupper (se figur 2).



Figur 2: Dag&Näts organisation

1.5.1 Styrgruppen

Styrgruppen har under 2022 bestått av:



Kristina Kenning, Östersunds kommun (ordförande)

Robert Hansson, Vakin AB, Umeå (vice ordförande, t.o.m. december 2022)

Petra Viklund, Lumire (vice-ordförande fr.o.m. december 2022)

Stefan Johansson, Skellefteå kommun

Mikael Lundin, Vakin AB, Umeå (fr.o.m. december 2022)

Tomas Larsson, MittSverige Vatten & Avfall AB, Sundsvall

Jan Lundberg, Bodens kommun

Bodil Widell, Nodra

Jimmy Andersson, Svenskt Vatten RÖK kommitté, samt NSVA

David Malm, Svenskt Vatten VAK kommitté, samt Karlskrona kommun

Adjungerade till styrgruppen är:

Maria Viklander, LTU (klusterledare)

Sylvia Kowar, LTU (klusterkoordinator)

Anna Norström, Svenskt Vatten Utveckling
(fram till december 2022)

Petra Wallberg, Svenskt Vatten Utveckling
(fr.o.m. december 2022)

Styrgruppen sammanträder fyra gånger per år, i februari, maj, september och december.

1.5.2 Ledningsgruppen

Ledningsgruppen driver verksamheten i sin helhet och har ordinarie möten varannan vecka. Under 2022 har ledningsgruppen bestått av Maria Viklander, Sylvia Kowar, Annelie Hedström, Godecke Blecken, Heléne Österlund och Inga Herrmann, samtliga VA-teknik vid LTU, samt Erik Kärrman, RISE och Tone Muthanna, VA-teknik vid NTNU.

1.5.3 Temareferensgrupper

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

Tema

DAGVATTEN från regn till recipient:

Helena Löfgren (Vakin)

Ingela Caswell, Gabriella Nygren (Skellefteå kommun)

Jenny Bergman, Ylva Hagnelöv, Ann-Sofie Wikström (Luleå miljöresurs)

Marcus Lantz, Tore Johansson, Sol Kluge (Östersunds kommun)

Anna-Maria Kullberg (MSVA)

Helena Marttala, Patrik Fahlén (Bodens kommun)

Ebba Waernbaum, Eleonora Krizanac (VA SYD)

Anna Bellner (Nodra)

Heléne Sörelius (RISE)

Tema

Funktion och förnyelse av LEDNINGSNÄT:

Ulrika Larsson (Luleå miljöresurs)

Lars Svensson, Nicklas Hällgren (Östersunds kommun)

Kent Johansson (MSVA)

Erik Tornberg (Bodens kommun)

Niclas Nilsson (VA SYD)

David Osmanoff (Nodra)

Solveig Johannesdottir (RISE)

Tema

Resurseffektiva små AVLOPPSSYSTEM:

Erika Broström (Luleå miljöresurs)

Claes Jakobsson (Östersunds kommun)

Erik Norin (MSVA)

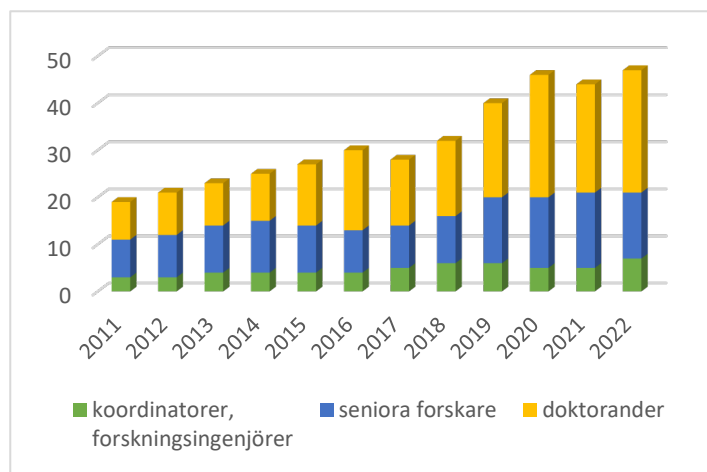
Bodil Widell (Nodra)

Maria Hübinette (RISE)

1.5.4 Dag&Nät forskningsgruppen vid LTU

Under 2022 omfattade Dag&Näts forskningsgrupp vid Luleå tekniska universitet (LTU) 26 doktorander. Tillkommer till detta som forskningsöverbyggnad 21 personer varav 7 personer var verksamma på deltid.


Sedan starten har antalet seniora forskare, doktorander, koordinators och forskningsingenjörer som arbetar inom Dag&Nät vid LTU mer än fördubblats, se figur 3.




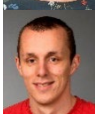
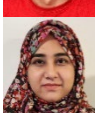





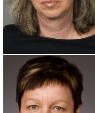


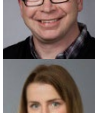







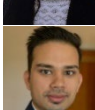


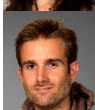



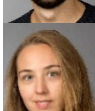


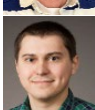




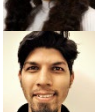

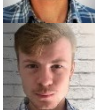
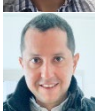

Figur 3: Personalutvecklingen inom Dag&Nät vid Luleå tekniska universitet.

Personella förändringar under 2022 avser Katharina Lange som efter avlagt doktorsexamen inom VA-teknik vid LTU anställdes som postdoktor. Kateryna Utkina förstärkte forskargruppen som gästforskare från Ukraina och Maria Gelfgren anställdes som 1:e forskningsingenjör. 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 (Ecoloop). Koordinator för Dag&Nät är Sylvia Kowar.

Nedan presenteras de personer från LTU som under 2022 arbetat inom Dag&Nät.

Maria Viklander	Professor	
Annelie Hedström	Professor	
Godecke Blecken	Professor	
Jiri Marsalek	Professor, adjungerad	
Elisabeth Kvarnström	Professor, adjungerad	
Richard Ashley	Professor, adjungerad	
Lian Lundy	Gästprofessor	
Tone Muthanna	Gästprofessor	

Inga Herrmann	Professor, biträdande	
Heléne Österlund	Professor, biträdande	
Kelsey Flanagan	Universitetslektor, biträdande	
Ico Broekhuizen	Universitetslektor, biträdande	
Mehwish Taneez	Postdoktor	
Katharina Lange	Postdoktor	
Sylvia Kowar	Projektkoordinator	
Lena Goldkuhl	Projektkoordinator	
Stefan Marklund	Projektledare	
Betty Christakopoulou	Projektledare	
Kerstin Nordqvist	Forskningsingenjör, 1:e	
Maria Gelfgren	Forskningsingenjör, 1:e	
Peter Rosander	Forskningsingenjör	
Alexandra Müller	Doktorand	

Youen Pericault	Doktorand		Stephanie Rusch Fehr- mann	Doktorand	
Arya Vijayan	Doktorand		Suna Ekin Kali	Doktorand	
Snežana Gavrić	Doktorand		Utsav Adhikari	Doktorand	
Brenda Vidal	Doktorand		Emelie Hedlund Nilsson	Kommun- doktorand	
Joel Lönnqvist	Doktorand		Lisa Öborn	Kommun- doktorand	
Ivan Milovanovic	Doktorand		Pär Öhrn Sagrelius	Industri- doktorand	
Sarah Lindfors	Doktorand		Robert Furén	Industri- doktorand	
Emmanuel Okwori	Doktorand		Oleksandr Panasiuk	Forskar- studerande	
Haoyu Wei	Doktorand		Hendrik Rujner	Forskar- studerande	
Saida Kaykhaii	Doktorand		Fredrik Nyström	Forskar- studerande	
Sami Mashreki	Doktorand				
Ali Beryani	Doktorand				
Nikita Razguliaev	Doktorand				
Ivan Mantilla	Doktorand				
Rasmus Klapp	Doktorand				

1.6 Dag&Näts ekonomi

Verksamhetsåret 2022 inledde en ny treårig verksamhetsperiod för Dag&Nät som medförde en utökning av forskningsområden med temat Resurseffektiva små avloppssystem och därmed även en ökning på forskningsmedel. Under 2022 omsatte Dag&Nät 42 miljoner kronor i sina forsknings- och utvecklingsprojekt. Här har Svenskt Vatten Utveckling direkt bidragit med 2,5 miljoner och partnerkommunerna sammantaget ytterligare 1,8 miljoner. Viktigaste finansiärer av projekt som ingår i Dag&Näts paraply var bl.a. Formas, Vinnova, SVU, Naturvårdsverket, europeiska regionala utvecklingsfonderna Interreg Nord och Interreg Baltic Sea.

Under sitt senaste verksamhetsår har Dag&Nät fortsatt växa kontinuerligt och ökat omsättningen med 8 procent jämfört med 2021.

Under året har Dag&Nät i likhet med tidigare år och baserat på medlemmarnas behov inlämnat nya ansökningar om FoU-medel, för att ytterligare växla upp Dag&Näts verksamhet. Utfallet från ansökningarna har varit mycket gott och resulterat i beviljandet av medel från Vinnova, Formas och Naturvårdsverket (för detaljer se pkt 2.4.1). Dessutom har det sökts och beviljats fortsatt stöd för Dag&Nät period 4 (2022-2024).

Utöver rena forskningsmedel tillfördes cirka 2,5 mkr till verksamheten för utbildning inom VA-området, i form av VA-kurser och branschriktade examensarbeten.

Vidare hade Dag&Nät tillgång till resurser

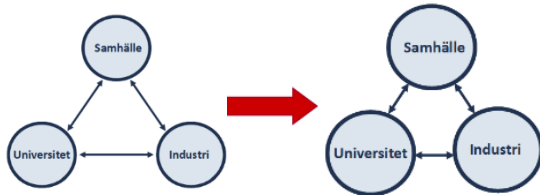
Figur 4: Dag&Näts omsättning (i miljoner kronor) 2011-2022

motsvarande 2,2 miljoner kronor i form av

fyra externt finansierade industri- och kommundoktorander.

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 5.



Figur 5: 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 medlemskommuner

Under år 2022 påverkades Dag&Näts möten med sina medlemskommuner fortsatt i viss utsträckning av pandemin. Första möte under våren, med MittSverige Vatten & Avfall, arrangerades på distans; ett möte med VA SYD och ett möte med Nodra före sommaren kunde hållas fysiskt.

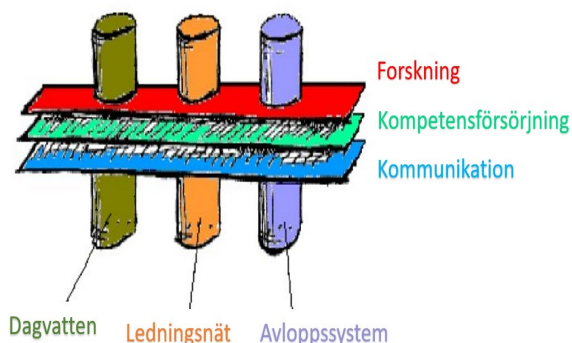
Upplägget på möten har varit olika beroende på respektive kommuns behov. Gemensamt för möten är oftast att diskutera aktuellt i kommunen pågående projekt och läge för gemensamma forskningsprojekt, resultat från projekten, samt aktuella utmaningar för kommunen som inspel till fortsatt utveckling.

Projektmöten

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

Dag&Näts verksamhetsstruktur

För att säkerställa målsättningarna, öka utbytet av erfarenhet, kompetens och kunskap samt förbättra samspelet mellan praktiktäna frågeställningar, utveckling, forskning och utbildning är Dag&Näts verksamhet sedan start strukturerad i tre ansvarsområden; forskning, kompetensförsörjning och kommunikation. Dessa tre områden illustreras som horisontella plan i figur 6.



Figur 6. 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 hantering av dagvatten, ledningsnät och små avloppssystem 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.

Med anledning av förändringar som sker inom samhället och därmed samhällsbyggnads- och VA-sektorn har dessa tre teman vid uppstarten av en ny verksamhetsperiod i början av 2022 anpassats. De ursprungliga teman Dagvattenkvalitet och Dagvattensystem sammanslogs till temat Dagvatten från regn till

recipient. För att tydliggöra vikten av forskningen inom resurseffektiva små avloppssystem lyftes detta område ut ur temat Ledningsnät och tillkom som ett eget tema.

Aktuella teman är:

- DAGVATTEN från regn till recipient
- Funktion och förnyelse av LEDNINGSNÄT
- Resurseffektiva små AVLOPPSSYSTEM

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 hantering av dagvatten, ledningsnät och resurseffektiva små avloppssystem.

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 DAGVATTEN från regn till recipient



Temat ”DAGVATTEN från regn till recipient” leds gemensamt av Heléne Österlund, biträdande professor, och Godecke Blecken, professor, VA-teknik, LTU.

Dagvattenhantering, dvs. ytlig avrinning från vägar och gator, har länge varit en fråga om att på effektivaste sätt avleda nederbördsvattnen till närmaste recipient (vattendrag), i huvudsak via ledningssystem. Ingen eller endast liten hänsyn har tagits till vattnets kvalitet och recipientpåverkan. Inte heller fördröjning för att minska översvämningsrisker har beaktats tillräckligt. Idag implementeras i stället ofta fördröjning och/eller trög avledning i öppna anläggningar, vid behov i kombination med olika dagvattenreningsanläggningar, samt ytliga skyfallsvägar för extremsituationer. Dessa system ska klara de utmaningar som finns på grund av ökad urbanisering, ökade miljökrav och klimatförändringar. Dessutom läggs också mer fokus på åtgärder i avrinningsområdet, t.ex. källor till dagvattenföroreningar i samhället.

Om utvecklingen fortsätter i dagens riktning kommer framtidens system bestå av många olika komponenter, såsom ledningar, dammar, diken, infiltrationsytor, biofilter, gröna tak m.m., som tillsammans ska tillhandahålla en hållbar dagvattenhantering både ur kvantitets- och kvalitetsperspektiv samt för både små och stora regn- och snösmältningshändelser.

Dagvattenkvalitet: Inom temat Dagvatten studeras källor till dagvattenföroreningar (t.ex. byggmaterial) i mer detalj, vilket kan kopplas till uppströmsarbete för att erhålla ett renare dagvatten. Under senare år har dagvatten pekats ut som en av de troligen största transportvägarna av mikroplast/-skräp från den urbana miljön vidare ut till den akvatiska miljön. Här pågår arbete inom Dag&Nät med

karaktärisering och spårning av mikroplast. Inom detta område genomförs detaljerade studier avseende dagvattnets, samt dess sediments, kvalitet och toxicitet samt hur dagvattenutsläpp påverkar recipienters vattenkvalitet.

Dagvattenrening: Reningspotential och processer undersöks för bl.a. dagvattenbiofilter/växtbäddar, dammar och andra sedimentationsanläggningar, våtmarker, prefabricerade kompakta reningsanläggningar, mm. Arbetet rör både prestanda av anläggningar under olika förutsättningar samt vidareutveckling av anläggningar. Dessutom läggs stort fokus på långtidsfunktion och drift/underhåll av anläggningar.

Fördröjning och klimatanpassning: Funktion av dagvattenanläggningar och -system under olika framtida klimatscenarier undersöks. Även här testas förbättrad dimensionering av olika anläggningar för att möta framtida krav.

Snöhantering: Föroreningstransporten och –spridningen vid olika snöhanteringsstrategier studeras, t.ex. hur blå-grön infrastruktur kan användas för både dagvatten- och snöhantering.

Provtagning/övervakning: Olika metoder för provtagning och övervakning av dagvattenkvalitet och -kvantitet undersöks. I olika forskningsprojekt jämförs olika analys- och provtagningstekniker. Exempel är olika metoder för bedömning av vatten- och sedimentkvalitet samt sensorer för övervakning av dagvattenutsläpp.

Multifunktionell dagvatteninfrastruktur:

Så kallad blå-grön infrastruktur har potential att leverera olika funktioner. Denna multifunktionalitet är dock inget som händer automatiskt, utan för att uppfylla potentialen behövs en noggrann planering och en avvägning mellan olika funktioner. Även intressekonflikter mellan olika funktioner kan uppträda. Inom denna kontext genomförs projekt som ska ge bättre kunskap om hinder och möjligheter på både anläggningsnivå och systemnivå. 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.

Modellering: För utvärdering av dessa alltmer komplexa system med 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.

Forskningen innebär mycket fält- och laboratoriearbete där dagvattenflöden och -kvalitet mäts och utvärderas. Detta kompletteras med modelleringsstudier där till stor del data från fältarbetet används. Även systemstudier för att t.ex. utvärdera kostnader och nyttor med olika tekniker genomförs. Studierna genomförs på olika nivåer och innebär processtudier i labb, studier på anläggningsnivå i fält och labb samt systemstudier i fält och modeller.

De resultat som framkommer ger nödvändig kunskap för planering och utformning av en hållbar, multifunktionell och kretsloppsanpassad dagvattenhantering, med minskad förorenings-spridning och miljöbelastning samt anpassning till framtida klimatförhållanden. I samarbete med användare/huvudmän kommer projektresultaten att användas för att

utveckla strategier för uthållig hantering av dagvatten.

Under 2022 har arbetet tematiskt bedrivits inom en rad olika forskningsprojekt, exempelvis:

- Anonyma källor: Identifiering och karakterisering av källor till diffus förorenings-spridning
- Systemstöd för skydd av grundvattenresurser genom hållbar dagvattenhantering
- urban plastics: Källor, sänkor och flöden av mikroplaster i den urbana miljön
- Förekomst och spridning av föroreningar från dagvatten i recipienter
- Dagvattenbehandling i tätbebyggda städer – en öppen utmaning
- Vatten i järnvägsinfrastruktur -hantering av föroreningar
- Rening av dagvatten i biofilter – effekt av biokol
- Dagvattenrening med avancerad modul-teknik
- Yteffektiv dagvattenrening
- Dagvattenbiofilter: från standardlösningar till utvecklade tekniklösningar
- Multifunktionell blågrön infrastruktur – från inneboende potential till ekosystem-tjänster på riktigt
- Samverkan för en hållbar hantering av dagvatten på kvartersmark (leds av RISE)
- Övergång till en hållbar och multifunktionell dagvattenhantering i befintlig bebyggelse
- SECURE – dagvattenplanering för ökad urban resiliens
- Blågrön infrastruktur för en hållbar klimatanpassning av framtidens städer
- Förbättrad funktion av gröna tak
- Kompetenscentrum DRIZZLE

(se tabell 1 för fullständig lista)

2.1.1 Fokusområde Dagvattenkvalitet

2.1.1.1 Identifiering och utvärdering av dagvattenföroreningskällor



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

Diffusa föroreningskällor, alltså antropogena utsläpp från exempelvis trafik eller byggnader, har i EU:s vattendirektiv utpekats som viktigt att ta itu med för att uppnå 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 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 till och med år 2022. Alexandras arbete omfattar även en kritisk litteraturstudie över kunskapsläget gällande föroreningsbidrag från olika källor, samt provtagning av snö i urbana områden för att studera bidraget av föroreningar från trafik.

Aktiviteter 2022

- Provtagning av avrinning från miniatyrtaken beskrivna ovan vid snösmältningen i mars. Se figur 7.
- En studie om förekomsten av organiska föroreningar och metaller i vägnära snö publicerades.
- I november presenterade Alexandra resultat från pilotförsöken vid ett online-

seminarium som arrangerades av DRIZZLE/Dag&Nät.



Figur 7. Pilottak vid LTU.

- Den 25 november presenterade och försvarade Alexandra sin doktorsavhandling.
- Färdigställande av ett konferensbidrag till Novatech 2023 som redovisar resultat från provtagning av organiska föroreningar i dagvatten från tre avrinningsområden i Umeå.

Viktigaste resultat

Resultaten av pilotförsöken visade att flertalet material bidrar med metallerna koppar och zink, samt de organiska ämnena nonylfenoler samt ftalater. Det största bidraget av koppar och zink var från kopparplåt respektive zinkplåt. Takduk av PVC var den största bidragaren av både nonylfenol och ftalater. En jämförelse av avrinningen vid regn och snösmältning visade att föroreningsbidraget generellt sett var större vid regn. Vidare visade resultaten att de flesta ämnen och material inte uppvisade någon minskande eller ökande trend över tid, undantaget nonylfenol, som uppvisade en tydlig minskning efter det första året av provtagning.

Resultaten från studien om föroreningar i vägnära snö identifierade trafik som en källa till antimon, volfram, oktylfenoler och bisfenol A. En tydlig skillnad mellan metallerna i den smälta snön och i avrinningen från byggnadsmaterialen var att metallerna i snön från

trafikområden var i partikulär form, medan metallerna i avrinningen från byggmaterialen i hög utsträckning var lösta (<0,45µm).

Publikationer 2022

Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2022). *Exploiting urban roadside snowbanks as passive samplers of organic micropollutants and metals generated by traffic*. *Environmental Pollution*, 308, 119723.

Müller, A. (2022). *An evaluation of sources contributing to urban runoff pollution*. Doktorsavhandling. Luleå tekniska universitet.

Müller, A. (2022). *Mot hållbara val av byggnadsmaterial: Bidraget av föroreningar till avrinning vid regn och snösmältning*. Dag&Nät artikelserie ”Ny Forskning och Teknik”, nr 13, december 2022.

2.1.1.2 Dagvattnets väg till recipient: föroreningars ursprung och koncentration



Suna Ekin Kali, doktorand
Handledare: Godecke Blecken, prof.
Biträdande handledare:
Maria Viklander, prof.

Det är avgörande att veta hur föroreningarna i dagvatten transporteras till mottagande vattendrag eller vattenförekomst; för att implementera nödvändiga mätningar, åstadkomma tillräcklig behandling och uppfylla gällande krav på recipienters miljö kvalitet. Sunas arbete fokuserar förekomst av tungmetaller, organiska mikro föroreningar och mikroplaster hela vägen från dagvattenavrinning till mottagande vattenförekomster, sålunda hur föroreningshalterna förändras längs vattendrag genom såväl mer rurala som tätt urbaniserade områden.

Aktiviteter 2022

- Provtagning av recipienter (älvar) på tre platser i Sverige: Uppsala (Fyrisån), Norrköping (Ljurabäcken) och Söderköping (Storån) utrustades med automatiska provtagare.
- Totalt tretton provtagningskampanjer; fyra basflöden, sex nederbördstillfällen och tre snösmältningstillfällen bevakades och provtogs mellan juni 2022 och november 2022 i samarbete med WRS AB (Uppsala) och Tyréns AB (Norrköping).
- Proverna togs vid basflöde och under påverkan från dagvattenavrinning och analyserades med avseende på metaller (fokus på koppar, nickel, kadmium, krom, bly, och zink), PFAS (32 st), PAH (16 st), ftalater (13 st), alkylfenoler och -etoxilater (8 st), tennorganiska föreningar (OTC, 10 st) och bisfenol A (BPA) samt ett antal stödparametrar, t ex TSS. I fortsatt arbete kommer mikroplastanalyser att inkluderas.

- Dataanalys gällande preliminära resultat sammanställdes i ett konferensbidrag som är inlämnat till Novatech 2023.



Figur 8. Provtagning i Uppsala sommaren 2022.

Viktigaste resultat

Generellt sett var halterna av TSS, konduktivitet, grumlighet, TOC, DOC och klorid uppmätta under regnhändelser mer variabla och hade högre medel- och maxvärden jämfört med basflöde.

TSS var en god indikator på dagvattenpåverkat vatten eftersom halten steg vid påverkan av dagvattenavrinning på alla provtagningspunkter utom en enda (uppströmpunkten i Ljurabäcken, Norrköping). Liknande mönster kunde även noteras för PFAS och metaller i Fyrisån.

I alla prover detekterades minst en av metallerna Cd, Cu, Cr, Ni, Pb och Zn samt minst en OTC. PAH, ftalater och BPA förekom bara i enstaka prover medan PFAS och alkylfenoler och -etoxilater i något högre utsträckning förekom i avrinningspåverkade prover, jämfört med basflödesprover.

För vissa ämnen var effekten den motsatta, exempelvis för MBT och PFAS i Storån och Ljurabäcken, vilket kan tolkas som att det förekommer en utspädning i recipienten vid dagvattentillförsel, dvs att dagvattnet innehåller lägre halter än recipienten.

2.1.1.3 Föroreningar i dagvatten – storleksfördelning, kemiska faser och transportprocesser



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

Föroreningar och deras förmåga att transporteras i dagvatten samt toxicitet och biotillgänglighet har ett direkt samband med kemiskt fastillstånd och partikelstorlek. Idag är flertalet reningsalternativ för dagvatten baserade på sedimentering av större partiklar och bland annat de metaller de är associerade med. 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 bland annat till att öka kunskapen om metaller i de minsta storleksfraktionerna och hur de kemiska faserna ändras under transport i dagvattensystem. Sarah tittar även på mikroplast från olika urbana ytor, såsom parkering och väg, för att undersöka förekomsten av olika polymerer samt plast i olika storleksfraktioner.

Aktiviteter 2022

- Data om mikroplast och däckpartiklar i dagvatten från olika urbana ytor har bearbetats och en artikel är till stor del färdigställd och kommer skickas på granskning under början av 2023. Artikelns arbetstitel är: *Microplastics and tire wear particles in urban runoff from different land use types.*

Viktigaste resultat

Resultaten från data om mikroplast och däckpartiklar i dagvatten visade på att mikroplast och däckpartiklar förekom på alla undersökta urbana ytor (väg, parkering och tak). Polypropylen, polyetylen och polyester var de

vanligast förekommande polymererna. Storleksfraktionen 10-75 μm dominerade över större storleksfraktioner på alla ytor vilket betonar hur viktigt det är att undersöka små storleksfraktioner av mikroplast.



Figur 9. Provtagning av mikroplast i takavrinning.

2.1.1.4 Källor och sänkor till mikroplast i dagvatten



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

Mikroplaster finns överallt och är ett samlingsnamn för små plastfragment (<5 mm). 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 plasticskräp) till mikroplast kan orsakas av flera olika faktorer, bland annat mekanisk nötning, värme, biologiska processer och UV-strålning.

Aktiviteter 2022

- Sammanställning och utvärdering av resultat från provtagning av sediment i dagvattenbrunnar som analyserats med avseende på förekomst av mikroplast.

Viktigaste resultat

Resultaten från studien tyder på att polypropylen är den vanligast förekommande mikroplasten i sediment i dagvattenbrunnar, både till partikelantal och massa.

Publikationer

Öborn, L., Österlund, H., Svedin, J., Nordqvist, K. & Viklander M. (2022). *Litter in Urban Areas May Contribute to Microplastics Pollution: Laboratory Study of the Photodegradation of Four Commonly Discarded Plastics*, Journal of environmental engineering, 148(11): 06022004.

2.1.2 Fokusområde Dagvattenrening

2.1.2.1 Metaller i urbana dagvattensediment samt jord i grön infrastruktur



Snežana Gavrić, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Kelsey Flanagan, bitr. univ. lektor
Jiri Marsalek, prof. em.

Den pågående urbanisering medför större områden med hårdgjorda ytor; såsom vägar, parkeringsområden och byggnaders tak. Dessa tillkommande täta ytor resulterar i mer förorenat dagvatten, hastigare ytavrinning och ökande vattenvolymer. En bättre balans mellan ”naturlig” och ”urban” dränering kan rikta om och mildra detta förlopp, exempelvis med hjälp av grön infrastruktur.

Syftet med denna forskningsinsats är att öka kunskapen om förekomst av metalliska föroreningar i reningsanläggningar för dagvatten. Fokus är metallkoncentrationer i anläggningars jordlager och ackumulerade sediment. Snežana studerar i sina doktorandstudier jord i gräsbevuxna svackdiken samt sediment från dagvattendammar och -brunnar.

Aktiviteter 2022

- Forskningsinsatsen detta år fokuserade kring utvärdering och sammanställning av data från analyserna av metaller i dagvattenbrunnars ackumulerade sediment.

Viktigaste resultat

Halterna av olika metaller i de undersökta dagvattenbrunnarna, som alla var lokaliserade i lågtrafikerade områden, var generellt sett så låga att de inte kan förväntas utgöra någon risk ur miljösynpunkt.

Metallhalterna varierade med en faktor upp till 8 sinsemellan olika dagvattenbrunnar, inga systematiska skillnader kunde kopplas

till typ av avrinningsområde (bostadsområden, parkeringsytor, kommersiella/industriella områden).

En stor andel av det sediment som ackumulerats i dagvattenbrunnarna i Stockholm härstammar från halkbekämpningen vintertid med grus, som innehåller låga halter metall. Då detta material ingår i den totala ackumulerade massan, tenderar detta att ”späda ut” metallhalterna från mer förorenande källor.



Figur 10. Provtagning av ett gräsbevuxet svackdike i Luleå.

Publikationer

Gavrić, S., Flanagan, K., Österlund, H., Blecken, G.-T. & Viklander, M. (2022). *Facilitating maintenance of stormwater ponds: comparison of analytical methods for determination of metal pollution*. Environmental Science and Pollution Research, 29, 74877-74893.

2.1.2.2 Dagvattenbiofilter: Faktorer som kan påverka funktionalitet



Katharina Lange, postdoktor

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 dataunderlag finns exempelvis beträffande rening av lösta metaller och mikroplaster.

Aktiviteter 2022

- Prover på filtermaterial från olika dagvattenbiofilter (växtbäddar) har analyserats på mikroplasthalter och resultaten sammanställts i en artikel. Artikeln är inskickat till tidskriften Chemosphere. Denna studie utvärderar samma filter som har undersökts av Robert Furén, se pkt. 2.1.2.3.
- Ett bidrag har skrivits till en litteraturstudie som sammanfattar kunskapsläget om mikroplast och dagvatten. Litteraturstudien har publicerats i tidskriften Science of the Total Environment.
- En artikel om utsläpp av mikroplast från flytande våtmarker har sammanställts. Resultaten kommer att behöva utvärderas vidare under 2023.

Viktigaste resultat

Data från provtagning av 7 till 12 år gammalt filtermaterial från olika dagvattenbiofilter (växtbäddar) visar att mikroplastkoncentrationerna är som högst i översta filterlagret. De polymerer som hittats oftast var PP, EVA, PS och EPDM gummi. En stor andel av plastpartiklarna var svarta. Detta understryker vikten

av att inkluderas analys av svarta partiklar vilket inte alltid görs.

Publikationer

Lange, K., Viklander, M. & Blecken, G. (2022). *Investigation of intra - event variations of total, dissolved and truly dissolved metal concentrations in highway runoff and a gross pollutant trap – bioretention stormwater treatment train*. Water Research, Vol. 216

Lange, K., Österlund, H., Viklander, M. & Blecken, G. (2022). *Occurrence and concentration of 20–100 µm sized microplastic in highway runoff and its removal in a gross pollutant trap – Bioretention and sand filter stormwater treatment train* Science of the Total Environment, Vol. 809

2.1.2.3 Biofilters långtidfunktion under kalla förhållanden



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

I våra moderna städer och urbana miljöer samlas och blandas föroreningar med nederbörd. Tillsammans med hårdgjorda ytor och snabb avvattning leder detta till stora utmaningar för lokal vattenmiljö och recipienter avseende hantering av såväl flöden som dagvattenkvalitet. Biofilter är en vanligt förekommande teknik för behandling av dagvattnet med ökande popularitet i Sverige liksom internationellt.

Då filtermaterialet har stor effekt vad gäller rening och funktion i biofilter är studier av filtermaterialets reningsförmåga över tid samt ackumulation av föroreningar i filtermaterialet en central del i detta doktorandprojekt. Fältstudier av filtermaterial påbörjades under hösten 2019, analyser av resultat pågick under 2020/2021.

Aktiviteter 2022

- Under 2022 har resultat från provtagningar och analyser av filtermaterial och sediment från biofilteranläggningar utförda i USA under 2019 presenterats och publicerats.
- Studien har presenterats inom DRIZZLE samt för SBUF:s medlemsorganisationer.
- Under året har resultat av tidigare studier publicerats i vetenskaplig tidskrift och licentiatuppsats.

Viktigaste resultat

Resultaten från provtagning av filtermaterial och sediment från USA 2019 visar på stora variationer i förekomst, halt och fördelning av sex metaller vanligt förekommande i

dagvatten (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb och Zn) samt fyra grupper av organiska föroreningar (alkylfenoler, PAH:er, PCB och ftalater). Vidare visar resultaten vad gäller metaller på risk för läckage från filtermaterial över tid samt att organiska föroreningar i ytlager och försedimentering klarläggs förekomma i mycket höga halter.

Sammantaget ger detta en klarare bild av några av de risker som byggs in i ett reningsfilter över tid samt ökad förståelse för hur olika ämnen binds till och/eller rör sig i olika filtermaterial. Därigenom bidrar resultaten till bättre bedömningar av hur sediment och filtermaterial skall hanteras vid drift och underhåll likaså i samband med framtida utbyte av filtermaterial.



Figur 11. Kalibrering av utrustning inför provtagning av dagvatten i biofilter.

Publikationer

Furén, R., Flanagan, K., Winston, R., Tirpak, R., Dorsey, J., Viklander, M., et al. (2022). *Occurrence, concentration and distribution of 38 organic micropollutants in the filter material of 12 stormwater bioretention facilities*. Science of the Total Environment, Vol. 846

Furén, R. (2022). *Stormwater bioretention: Pollutant occurrence and accumulation in filter materials and forebays*. Licentiatuppsats, Luleå tekniska universitet.

2.1.2.4 Reduktion av organiskt material och kväve vid försedimentering



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

Biofilter är en yteffektiv dagvattenrenings-teknik som via infiltration genom sandbase-
rade filtermaterial förbättrar vattnets kvalitet.
Ett flertal labbstudier har påvisat att biofilter
effektivt minskar föroreningar i dagvatten.
Betydligt färre fullskaliga driftsatta anlägg-
ningar har undersökts, speciellt gäller detta i
Skandinavien med områdets specifika klimat-
förhållande och omgivande miljö.

Den övergripande inriktningen för denna stu-
die är att utvärdera ett antal fullskaliga biofil-
ter med försedimentering med avseende på
variabilitet och behandlingseffektivitet för re-
duktion av kvävekomponenter och organiska
ämnen - under olika förhållanden och urbana
miljöer.

Aktiviteter 2022

- I ett fältprojekt i Malmö undersöktes över-
gripande prestanda hos en serie filtersteg
för dagvatten, vad gäller reduktion av me-
taller och näringsämnen under totalt 19
regntillfällen. Provtagningscyklerna på-
gick från oktober 2021 till maj 2022.
- Vidare utfördes ingående analys av orga-
niska mikroföroreningar från prover tagna
2021 på en storskalig föroreningsreduce-
rade reningsanläggning med speciellt för-
behandlingssteg och biofilter i Sundsvall.
Resultat av denna insats kommer att publi-
ceras i tre vetenskapliga publikationer
samt presenteras under en konferens 2023.

Viktigaste resultat

Dagvattenanläggningen i Sundsvall studera-
des med fokus på behandlingsstegen och ut-
formningen: försedimentering, sandfilter,

vegetation samt tillsats av kalkstensmjöl. För-
sedimenteringen bidrog inte noterbart till be-
handlingseffektiviteten; medianvärde för re-
ning av organiska mikroföroreningar över-
skred inte 20 %, medan alla tre filtersektioner
i biofiltret signifikant förbättrade dagvatten-
kvaliteten i viss omfattning. Den växtbe-
vuxna filtersektionen renade avrinningen sig-
nifikant bättre än det icke-växtbevuxna sand-
filtret. Skillnaden i reningseffektivitet mellan
beväxta och icke-beväxta filter var påtaglig
vad gäller bisfenol A, 4-t-octylphenol, pyren,
C₁₆-C₄₀ samt TSS (reningsgrad > 90% i be-
växt filter, jämförelsevis åtminstone 30%
högre än icke beväxt filter). En vidaregående
statistisk jämförelse visade att tillsatsen av
kalkstensmjöl till filtermediet inte hade någon
signifikant påverkan på reduktion av orga-
niska mikroföroreningar.



Figur 12. Flerstegsrening av dagvatten i en



biofilteranläggning med försedimentering i
Sundsvall, före och strax efter ett
nederbördstillfälle.

2.1.2.5 *Dagvattenbehandling med membran teknik och pulserande flöde*



Saida Kaykhahi, doktorand

Handledare:

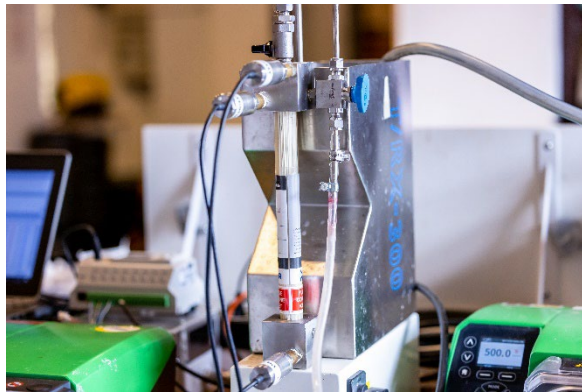
Inga Herrmann, bitr. professor

Biträdande handledare:

Annelie Hedström, professor

Dagvatten kan vara en resurs som kan återanvändas i olika syften om vattnet behandlas och därefter uppfyller de krav på kvalitet som ställs inom de olika användningsområdena. Merparten av all forskning gällande rening av dagvatten har avgränsats till naturbaserade tekniker, t ex dammar, våtmarker samt biofilter. Dessa behandlingsmetoder har vissa inbyggda begränsningar, höga föroreningshalter eller omfattande nederbörd kan påtagligt reducera metodernas effektivitet.

Membranteknik används idag brett för att avskilja föroreningar från vattenflöden och har potential att nyttjas för rening av dagvatten. Denna reningsteknik kan producera ultrarent vatten med dagvatten som råvattenkälla, möjligt att användas för t ex bevattning, inom jordbrukssektorn och likartade ändamål.



Figur 13. Försökupställning med membranfilter.

Aktiviteter 2022

- Cykliskt återkommande rening av membranytan i ett ultrafiltermembran är som standardförfarande absolut nödvändig och sålunda en central process att ingående klarlägga för ett givet vatten. Ett

antal experimentomgångar genomfördes därför med syfte att urskilja en kombination av backspolning och kemikalierengöring för förlängd membranlivslängd vid rening av dagvatten.

- Förtester och experiment utfördes under sammanlagt tre månader. Arbetets resultat är sammanställda i en artikel inlämnad till tidskriften *Chemosphere*.
- Deltagande i 37th Membrane Summer School organiserat av European Membrane Society i Alenjento, Portugal (maj 2022).
- Konferensdeltagande i Euromembrane 2022 (november 2022).
- Hösten 2022 arbetade Saida med sin licentiatuppsats samt förberedande steg för avhandlingspresentation, planerad till 17 februari 2023.

Viktigaste resultat

Membranet backspolades en gång per sammantagen driftimme. En väsentlig faktor för att bestämma lämpligt tidsintervall för backspolning är produktivitet. Ett ökat tidsintervall för backspolning från 30 till 45 sekunder resulterade i ökad backspolningseffekt medan å andra sidan en intervallhöjning från 45 till 60 sekunder resulterade i 3% reducerad produktivitet.

Vid alkalisk rengöring (NaOH med eller utan NaOCl) efterföljt av ett syrasteg (HCl) uppgick membranens permeabilitet och reversibilitet till $107 \pm 13 \text{ l/m}^2/\text{h}/\text{bar}^{-1}$ respektive $96 \pm 67\%$. Nyttjande av NaOCl förhindrar bakteriell tillväxt på membranet men visade sig inte förbättra vare sig permeabilitet eller reversibilitet i denna studie.

SEM/EDX-studier av membranets ytliga föroreningsskikt visade att oorganiska föroreningar existerade både på matningssidan uppströms och permeatsidan nedströms membranet.

Publikationer

Kaykhali, S., Herrmann, I., Hedström, A., Nordqvist, K. & Viklander, M. (2022). *Stormwater treatment using ultrafiltration-Effect of cleaning chemical and backwash time on membrane efficiency*. Euromembrane 2022, Sorrento, Italien, 20-24 november 2022

2.1.2.6 Yteffektiv dagvattenrening



Ivan Milovanovic, doktorand

Handledare:

Annelie Hedström, professor

Biträdande handledare:

Inga Herrmann, bitr. professor

Den pågående urbaniseringen leder generellt till minskade naturytor 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 den långvariga och pågående samhällsförtätningen samt klimatdrivna nederbördsförändringar ökar behovet av yteffektiva behandlingsanläggningar för dagvatten.

Aktiviteter 2022

- År 2021 igångsattes ett projekt i samarbete med MSVA Sundsvall som fokuserar på underjordiska kompakta dagvattenreningssystem. Två dagvattenreningssystem (fabrikat EcoVault) installerades för att behandla avrinnande dagvatten från Sundsvalls centrum. Fördelen med denna anläggningstyp är dess fysiska storlek. Var anläggnings totalyta uppgår till cirka 25 m², möjlig att relativt enkelt integreras i befintlig tät infrastruktur. Anläggningen omfattar två sedimentationskammare och en filterkassett med zeolit som filtermaterial. Fokus för Ivans studie har varit behandling/rening vad gäller TSS, metaller, näringsämnen och organiska föroreningar.
- Prover har uttagits i inloppsdel, efter sedimentationssteg och i utloppsdel.



Figur 14. Dagvattenreningssteget under uppförande.



Figur 15. Montering av provtagningsutrustning.

Preliminära resultat

Preliminära resultat för reningsstegets effektivitet indikerar att halten TSS över reningssteget reducerades med mellan 42 % och 65 %. Metallhalterna reducerades på en lägre nivå, totalhalt Cu reducerades 25 % och totalhalt Zn enbart 15 %. Halterna av löst Cu och Zn förändrades inte över reningssteget, troligtvis på grund av igensättning i filterskiktet. Det föregående sedimenteringssteget till trots.

2.1.2.7 Sediment i dagvattenbrunnar: transport, egenskaper och framtida hantering



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

Dagvattenbrunnar används frekvent i urbana sammanhang, både för att hindra suspenderade sediment att transporteras vidare ut i ledningsnätet och minska påverkan av diffus förorening till recipienter. Därigenom kan de bidra till uppnående av EU:s ramvattendirektiv och hållbarhetsmål.

Det mycket stora antalet dagvattenbrunnar men även andra faktorer bidrar till att underhållsnivån för denna teknikkomponent generellt är otillfredsställande (t.ex. på grund av underbudgetering, delat driftansvar mellan gatuhållare och VA-verksamhet, samt ringa förståelse för potentiella konsekvenser). Detta forskningsområde har som mål att framtida faktabaserat underlag för en optimerad underhållsstrategi.

Aktiviteter 2022

- En studie för att identifiera de tidsmässiga förändringarna av massackumulerings-hastigheten och fysikalisk-kemiska egenskaperna hos sediment i dagvattenbrunnar publicerades.
- Licentiatuppsatsen ”Utvärdera transporten och sammansättningen av sediment i dagvattenbrunnar – under förändrade antropogena aktiviteter och nederbördsregimer” presenterades i maj.
- Viktiga resultat av pågående forskningsarbeten om dagvattenbrunnar presenterades under DRIZZLE lunchseminarier.
- Bidrag till dataanalys och skrivande av artikel om ackumulering och kontaminering av dagvattenbrunnars sediment från lågtrafikerade vägar: metallbelastning,

koncentrationer och fraktionering.

- Dataanalys och skrivande av artikel om en studie av 101 organiska ämnen i dagvattenbrunnars sediment ackumulerade under en ettårsperiod.
- Dataanalys och skrivande av ett konferensbidrag till Novatech 2023 "Utvärdera effekterna av säsongsbetonade aktiviteter och trafikförhållanden på ackumuleringen av sediment i dagvattenbrunnar" baserat på sedimentprovtagning av dagvattenbrunnar i Luleå.



Figur 16. Sediment uppsamlade från en dagvattenbrunn i Luleå, som senare visade sig potentiellt orsaka akut toxicitetseffekt.

Viktigaste resultat

Totalt 63 organiska ämnen kvantifierades minst en gång av alla 26 undersökta dagvattenbrunnar. Alifatiska kolväten, ftalater och organiska tennföreningar var de mest kvantifierade ämnesgrupperna med en frekvens av 100 %. Betyddligt högre massackumuleringshastigheter av oktylfenol-4, nonylfenol, formaldehyd, DBT och DOT rapporterades för dagvattenbrunnar i de kommersiella avrinningsområdena som undersöktes.

Publikationer

Wei, H., Muthanna, T.M., Lundy, L. & Viklander, M. (2022). *An evaluation of temporal changes in physicochemical properties of gully pot sediments*. Environmental Science and Pollution Research 29, 65452–65465.

Wei, H. (2022). *Evaluating the transport and composition of gully pot sediments: Under changing anthropogenic activities and rainfall regimes*. Licentiatuppsats, Luleå tekniska universitet

2.1.2.8 Kemisk fällning av förorenat dagvatten



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

Fällningskemikalier såsom metallsalter och polymerer är ofta använda produkter inom vattenbehandling. Däremot är de ej vanlig 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 doktoranduppdrag 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 föroreningsavskiljning i olika typer av dagvatten. Vidare även hur varierande utfall påverkas av val av fällningskemikalie och doseringsnivå. En sista delstudie har även tittat på sediment från en dagvattendamm och vilka utfall som fås med användning av polymerer vid avvattning medelst geotextilfiltrering. Här undersöktes i labbskala tre polymerer berett på olika vis, och doseringsmängden, föroreningsmängden i rejecktattnet samt det avvattnade slammet såväl som olika generella mätparametrar för avvattningsbarhet.

Aktiviteter 2022

- Fortlöpandes arbete med artikelskrivning kring utfallet från den sista delstudien om avvattning av sediment från en dagvattendamm. Den första artikeln från den studien fokuserar på polymerdosering och föroreningarna i rejecktattnet efter geotextilfiltrering och accepterades för publicering i *Journal of Water Process Engineering* under december 2022. Artikeln kommer vara tillgänglig för läsning i början av 2023.

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.

Den största effekten av hur polymererna bereds (dammvatten, eller kranvatten, låta polymerblandning mogna eller använda direkt) är att sämre beredningsalternativ erfordrar en betydligt högre dosering, upp till två till tre gånger, för att uppnå samma låga föroreningskoncentrationer hos rejecktattnet.



Figur 17: Avvattning av sediment från dagvattendamm och analys av rejecktattnet. Miljölaboratorium, Luleå tekniska universitet.

2.1.3 Fokusområde Fördröjning och klimatanpassning

2.1.3.1 Växternas bidrag till minskat flöde från gröna tak



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

Växtval till gröna tak har traditionellt sett prioriterat torktålighet och hög täckningsgrad. Men andra egenskaper kan vara av intresse för att optimera takens specifika funktioner. En optimal växt för gröna tak bör använda mycket vatten när vatten finns tillgängligt under och efter regn men bör ha låg vattenanvändning under torkperioder för att ha en hög överlevnadsgrad. För att hitta växter med lämpliga egenskaper kan man antingen testa mängder med växter eller istället testa ett mindre urval och identifiera lämpliga egenskaper när det kommer till vattenanvändning, bladegenskaper och livsstrategi.

Aktiviteter 2022

- Artikeln baserad på ett kontrollerat växt-husexperiment som genomfördes 2020, med titel *Plant water use related to leaf traits and CSR strategies of 10 green roof species* skickades in till tidskrift för granskning och publikation.
- Datasammanställning och genomgång av resultat från pilottaken genomfördes.
- En artikel om pilottakstudien sammanställdes.
- Doktorsavhandling med titel "Green roof vegetation in a demanding climate" författades.

Viktigaste resultat

Under kontrollerade förhållanden har växtval stor betydelse för retention av dagvattenvolymer.

Växter med större biomassa och bladarea har högre transpiration och kan bidra till att torka ut substratet mellan regn, men blir sårbara för torka.

Suckulenta fetbladsväxter tål torka bra men har negligerbar påverkan på volymminskning jämfört med bara substrat.

Under naturliga väderförhållanden är betydelsen av växtval för dagvattenretention och fördröjning mindre viktig än under kontrollerade förhållanden men betydelsen ökar med ökad regnvolymer.



Figur 18. Pilottaken på Luleå tekniska universitet där avrinning från naturliga regn mätts under tre säsonger.

2.1.3.2 *Urban grön infrastrukturens prestanda och hydrologi*



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

Hantering av dagvatten med öppna dagvat-
tenlösningar gör det möjligt att dämpa flöde-
stoppar, minska dagvattenvolymer samt
åstadkomma en viss dagvattenrening. Det är
dessutom lätt att notera när dessa anlägg-
ningar 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 svack-
diken och översilningsytor – sammankopp-
lade funktioner kan ge tillförlitlig dagvatten-
dränering.

Utvärdering och jämförelse av data från det
undersökta området i Solbacken, Skellefteå
med en lokal dagvattenlösning och en vanlig
rörnätsbunden sådan fortsatte. Mätningar från
flera år är nu tillgängliga och analyseras uti-
från följande frågor: Hur mycket avlastas ett
konventionellt dagvattensystem av en upp-
ströms LOD/grön infrastruktur? Vilka är de
relevanta hydrologiska faktorerna som styr
utflödet från LOD-området? Vilka långsik-
tiga fördelar uppstår jämfört med ett konven-
tionellt system?

Aktiviteter 2022

- Fortsatt arbete med utvärdering av data
och skrivande av en artikel om utrednings-
området Solbacken, Skellefteå.

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 totalvolymer reduceras-
des avsevärt och fördröjdes innan avledning
till anslutande dagvattenrörssystem. Om ut-
flöde genereras är höga regnintensiteter, till-
räcklig regnvaraktighet, hög jordfuktighet
samt ytligt grundvatten drivande faktorer.



Figur 19. Svackdike i utredningsområdet Sol-
backen, Skellefteå.

Publikationer

Rujner, H., Leonhardt, G., Flanagan, K.,
Marsalek, J. & Viklander, M. (2022). *Green
infrastructure drainage of a commercial
plaza without directly connected impervious
areas: a case study*. Water Science and Tech-
nology, Vol. 86, no 11, p. 2777-2793

2.1.4 Fokusområde Snöhantering

2.1.4.1 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. professor

Snö och smältvatten är källor till föroreningar av ytvatten som negativt kan påverka ytvattenkvalitet. De stora källorna till föroreningar av 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.

Aktiviteter 2022

- En påbörjad litteraturstudie om föroreningar i snö slutfördes och skickades in till Water Air and Soil Pollution.
- Sammanställning av analysdata från provtagningskampanjer genomförda 2021 påbörjades. Studien var en historisk uppföljning av föroreningar i snö (ett urval metaller och PAH) från 90-talet och 00-talet och ett konferensbidrag med preliminära data skickades in till konferensen Nova-tech 2023.

Viktigaste resultat

Litteraturstudien visade att urban snö innehåller föroreningar från många olika källor. Bland dessa föroreningar har fasta ämnen, metaller, klorider och PAH traditionellt fått mest uppmärksamhet i tidigare studier. Under senaste åren har första studier genomförts på mikroplast i urban snö och snösmältning, en nyligen uppmärksammas förorening i dagvatten. Denna litteraturstudie understryker behovet av att basera den urbana

snöhanteringen på en kvantifierad bedömning av föroreningsbelastningen av snö, föroreningarnas källor, utsläpp med smältvatten och övervägande av hanteringsalternativ för skydd av recipienten.

Publikationer

Vijayan, A., Österlund, H., Magnusson, K., Marsalek, J. & Viklander, M. (2022). *Microplastics (MPs) in urban roadside snowbanks: Quantities, size fractions and dynamics of release*. Science of the Total Environment 851.

2.1.5 Fokusområde Provtagningsmetodik och övervakning

2.1.5.1 Källor till och transport av föroreningar i dagvatten



Mehwish Taneez, postdoktor

De material som byggts in i den urbana miljön, exempelvis byggnaders tak och fasader samt andra tekniska komponenter såsom vägräcken, lyktstolpar, bänkar osv. längs gator, kan under sin livscykel frigöra en rad föroreningar – orsakat av exempelvis nötning eller korrosion. Dessa föroreningar kan transporteras vidare av dagvatten. 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 fokuserar forskningsinsatsen på att utvärdera interaktion mellan ledningsmaterial och dagvatten – med vatten med olika kemisk sammansättning insamlat från typskilda avrinningsområden, samt hur sådan interaktion kan variera kopplat till ledningsålder och -material.

Ett annat forskningsspår är inriktat på provtagningsmetodik och fokuserar hur olika förvaring av dagvattenprover, såsom tid (0-32 dagar) och temperatur (rums-, kyl- och frys-), påverkar fysio-kemiska parametrar.

Aktiviteter 2022

- Smältvatten från snö samlades in från Södra hamnleden i Luleå under mars och avrinning från ett koppartak i juni. Det uppsamlade dagvatten recirkulerades därefter genom olika rörmaterial och rörkonstruktioner (plast, metall, betong, renoverade/belagda rör) och det studerades hur vattenkvaliteten förändrades.

- Avrinnande dagvatten från två urbana industriområden i Umeå samlades in under två regntillfällen (maj och oktober) och nyttjades för att utvärdera hur lagring av vattenprov påverkar en rad standardparametrar och metallfraktionering, dvs hur ingående halt av metaller fördelas mellan total/löst/sant löst fraktion.
- En litteraturstudie av artiklar om påverkan av rörmaterial och rörreparationsmetodik på vattenkvalitet, har genomförts och skickats för publicering till Environmental Science and Pollution Research.
- Utvärderingen av lagringen av dagvatten från Umeå presenterades på DRIZZLE partsstämman den 1-2 september 2022.
- Ett konferensabstract om kvalitetspåverkan på dagvatten från utvalda rörmaterial har skickats till NOVATECH 2023.



Figur 20: Insamling av avrinning från koppartak och recirkulation genom olika ledningsmaterial i laboratorieförsök.

Viktigaste resultat

Förändringar i dagvattnets fysio-kemiska status orsakad av recirkulation genom rörledningar identifierades såväl i litteraturstudien som i den utförda studien, där både typ och omfattning av förändring påverkades av såväl dagvattnets sammansättning som rörmaterialet. I genomförda försöken påverkades pH av alla rörmaterial. Exempelvis ökade pH-värdet med 1,38 enheter när dagvatten från koppartak recirkulerades genom nya betongledningar medan det ökade enbart med

0,35 enheter för smält snö. I samma försök med betongrör visades att konduktivitet ökade och turbiditet minskade för både dagvatten från kopparkoppar och smältvatten. Andra resultat var att nya betongrör i sig frigör såväl löst krom samt kalium och att galvaniserat stål frigör stora mängder zink, framför allt i såväl löst som sant löst form.

Lagringsförsöken visade att en rad parametrar (pH, turbiditet, TOC, DOC och metallfraktionering) varierade beroende på typ av lagring och lagringstid. Vissa parametrar påverkades inte (konduktivitet, TSS samt klorid). Övergripande sett var nedfrysning till -18°C den faktor som gav störst påverkan på uppmätta parametrar, med undantag för metallfraktionering då störst påverkan visades vid förvaring i rumstemperatur.

2.1.6 Fokusområde Multifunktionell dagvatteninfrastruktur

2.1.6.1 Den multifunktionella ytan i kallt klimat



Emelie Hedlund Nilsson,
kommundoktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Tone Merete Muthanna, gästprofessor
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 vid dagvattenhantering i städer och samhällen med subarktiskt klimat är att nederbörden under stor del av året faller som snö. I dagsläget transporteras mycket av stadens snö bort från tätbebyggda områden, läggs på tillfälliga deponier och lagras fram tills smältperioden startar.



Figur 21. Snödeponin vid Porsöberget, Luleå. Snöåret 2018/2019 då deponin inte smälte bort på sommaren.

Många utmaningar är kopplade till denna typ av snöhantering. Förutom att transporten är kostsam och orsakar en viss miljöpåverkan, så kräver även lagringen stora utrymmen. Plats är något som kan vara en bristvara i urbana miljöer. Samtidigt behöver ofta smältvatten från urban snö genomgå någon form av rening innan det avrinner till recipient. I sin

forskning tittar Emelie därför närmare på ”Den multifunktionella ytan” i städer som en möjlighet att hitta ytor inne i stadsmiljöer som kan fungera både som mindre deponier för snölagring vintertid, samt smält- och slutligen dagvattenanläggning sommartid.

Luleå är testsite för multifunktionella ytor och vid ett av dagvattenutloppen för Storhedens handelsområde ligger en anläggning konstruerad för att ta emot urban snö. Vid två tillfällen under våren 2022 deponerades urban snö i denna anläggning och därefter togs prover på dag- och smältvattnet i anläggningen. I ett nästa steg ska data från provtagningen sammanställas och utvärderas för att se vilka lärdomar som kan dras från att deponera snö i dagvattenanläggningar.



Figur 22. Testsite Luleå – fullskalig anläggning, Storheden.

Aktiviteter 2022

- Under hösten 2021 och våren 2022 arbetade Emelie fram en prototyp av anläggningen på Storheden i dagvattenmodellen EPA SWMM. Modellen togs fram för att undersöka möjligheten att uppskatta volymen snö som kan deponeras i en multifunktionell yta under en säsong. I maj

presenterade Emelie arbetet med modellen vid konferensen EGU22 (European Geosciences union).

- Under våren 2022 deponerades snö i anläggningen på Storheden och Emelie tog prov på snö, dag- och smältvattnet i systemet. Data från provtagningen ska under våren analyseras och resultera i en studie av deponeringsstrategier vid multifunktionella ytor.

Preliminära resultat

En av slutsatserna från modelleringen av testsite i Luleå med EPA SWMM var att fler parametrar gällande egenskaper hos urban snö behöver tas i beaktning för att kunna uppskatta hur stor volym som kan deponeras.

Publikationer

Hedlund Nilsson, E., Broekhuizen, I., Muthanna, T. M., & Viklander, M. (2022). *Evaluation of Snow Management using Green Infrastructure in Subarctic Climate*. Presenterad vid EGU General Assembly 2022, Wien, Österrike, 23–27 maj 2022. doi.org/10.5194/egusphere-egu22-9977

2.1.6.2 Hållbarhetsutvärdering av blå-grön infrastruktur

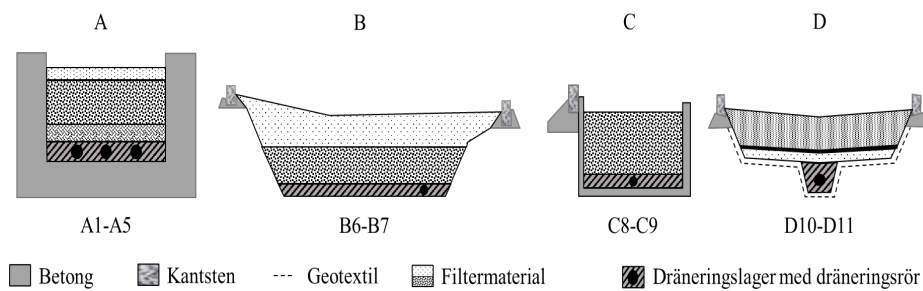


Pär Öhrn Sagrelius, industridoktorand
Handledare: Godecke Blecken, prof.
Biträdande handledare:
Maria Viklander, professor
Mentorer:
Richard Ashley, adj. professor
Johan Kjellin, David Hagerberg, Tyréns

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 miljömässig, ekonomisk och social påverkan från biofilter/växtbäddar med varierande design och konstruktion, ur ett multikriterie- och livscykelperspektiv. 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 2022

- En livscykelanalys av biofiltersystem med olika design har publicerats. Syftet med studien var att bidra med ökad förståelse om hur dessa system påverkar miljön innan de tas i drift. Analysen omfattade fyra olika systemtyper: A, B, C och D. I studien



Figur 23. Illustration över systemtyper av analyserade biofilter (A, B, C och D).

analyserades och jämfördes 11 olika biofilter byggda med varierande konstruktionsmaterial och innehållande olika blandningar av filtermaterial.

- En multikriterieanalys av ovan nämnda biofiltersystem har avslutats och skickats in för granskning till Journal of Environmental Management. Syftet med studien var att göra en integrerad hållbarhetsutvärdering av systemen, vilket inkluderade tekniska, miljömässiga, ekonomiska och sociala aspekter.
- En artikel om blå-grön-vit infrastruktur med syftet att diskutera hur varierande klimat påverkar blå-grön infrastrukturens (BGI) tekniska funktionalitet och möjlighet till leverans av ekosystemtjänster har publicerats.
- Slutfört och presenterat licentiatuppsats i december 2022.

Viktigaste resultat

Blå-grön-vit infrastruktur (BGVI) motiverades genom ett teoretiskt ramverk, som diskuterades för att stödja den systematiska utvidgningen av BGI till BGVI. Ramverket identifierade potentialen för leverans av ett bredare utbud av ekosystemtjänster via BGVI jämfört med BGI.

Med en livscykelanalys och en multikriterieanalys har olika utformningar av biofilter utvärderats. Resultaten visade att även om utformningen hade en stor inverkan på prestandan för biofiltren, fick ingen enskild designkonfiguration högst poäng gällande alla hållbarhetskriterier.

Den bästa prestandan i förhållande till sociala kriterier var förknippad med användningen av träd och mindre volymer pimpsten. I de ekonomiska kriterierna ökade kostnaderna vid användning av betongkonstruktioner och en

komplex blandning av filtermaterial. Biofiltren med en vattenmättad zon och en mängd olika växtarter överträffade de andra systemen i de tekniskt-miljömässiga kriterierna.

Publikationer

Sagrelius, P., Lundy, L., Blecken, G., Rizzo, A. & Viklander, M. (2022). *Blue-Green Infrastructure for All Seasons: The Need for Multicolored Thinking*. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*, Vol. 8, nr. 4

Sagrelius, P., Blecken, G., Hedström, A., Ashley, R. & Viklander, M. (2022). *Environmental impacts of stormwater bioretention systems with various design and construction components*. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 359

Sagrelius, P. (2022). *Sustainability performance of blue-green infrastructure across seasons and with various designs*. Licentiatuppsats, Luleå Tekniska Universitet.

2.1.7 Fokusområde Modellering

2.1.7.1 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. Syftet med detta doktorandprojekt är att bidra till förbättrad dagvattenkvalitet genom kontinuerlig mätning och datainsamling av dagvatten och användande av 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.

Ur ett samhällsperspektiv är det även av värde att bredda horisonten för analytiska metoder inom VA-teknik för att förbättra dagvattenkvalitet. Därför syftar projektet också på att främja och utveckla tidsmässigt högupplösta analysmetoder för dagvattenkvalitet och därmed förbättra hydrologiska modeller.

Aktiviteter 2022

- En ny mätplats inom Storhedens handelsområde i Luleå etablerades.
- Resultat från pågående studien presenterades på World Water Congress & Exhibition 2022 i Köpenhamn.
- Provtagningar av dagvatten genomfördes under 12 nederbördstillfällen i centrala Luleå och fyra tillfällen inom Storhedens handelsområde.
- Dataanalys utfördes och ett konferensbidrag till internationella dagvattenkonferensen Novatec 2023 skickades in.



Figur 24. Provtagning av dagvatten på Storheden, Luleå

Viktigaste resultat

Att utmana analytisk dagvattenundersökning kan leda till ett utfall med signifikant osäkerhet eller avvikelse kopplat till data genererade av kontinuerliga vattensensorer. Detta förhållande uppenbarades först i en studie inriktad mot kontinuerlig mätning kontra diskreta data insamlade genom konventionell provtagning och laboratorieanalys som genomfördes under december 2021. En analys visade att även om skillnader i pH uppmätt i laboratorium respektive fält kunde förklaras enbart med instrumentell osäkerhet, förekom också signifikanta skillnader beträffande konduktivitet och turbiditet, vilket tolkades som förekomst av ytterligare felkällor.

Under förberedelsen av konferensbidraget till IWA WWC&E har ny kunskap framkommit vad gäller förfaranden för dagvattenanalys och variabilitet jämfört med kvalitetsmätning på plats. Skillnader i strukturering av databeträffande turbiditet och TSS (diskreta labb data, kontinuerliga fält data samt data insamlade via fältsensorer i labb) mellan olika dataset bidrog till identifieringen av källan till denna avvikelse (fält data samt labb data) som har sitt ursprung i fältmätningar.

En analys utförd som underlag för Novatech konferensbidraget hade som syfte att undersöka om samband mellan TSS och turbiditet inte bara kan vara platsspecifika utan också

samverkansspecifika (i betydelsen att förutsättningar kan så förändras inom en plats att detta ger utrymme för mer än ett enda platsspecifikt överordnat samband TSS-turbiditet). Detta arbete har visat att säsongsbundna faktorer kan påverka sambandet TSS-turbiditet under kallt klimat.

Publikationer

Razguliaev, N., Flanagan, K., Muthanna, T. & Viklander, M. (2022). *Identifying measurement errors in continuous stormwater quality data by comparison with traditional sampling and analysis*. IWA World Water Congress & Exhibition, 11 september 2022

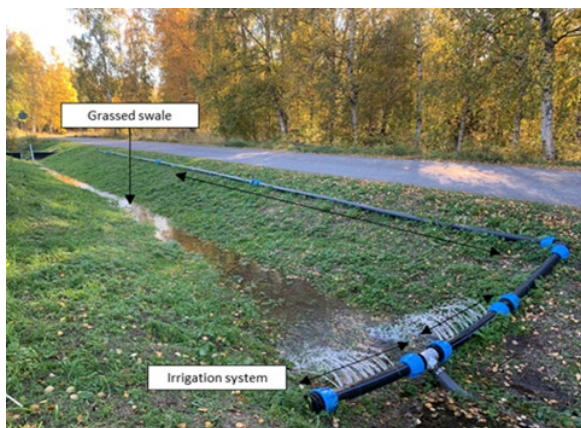
2.1.7.2 Grön infrastrukturens hydrologi – förbättrad funktion och utformning



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

Grön infrastruktur (GI) för hantering av dagvatten omfattar en rad alternativ, exempelvis biofilter, gröna tak och beväxta diken. Detta doktorandprojekt fokuserar utvärdera grön infrastrukturens hydrologiska prestanda, samt generera bidrag för bättre förståelse gällande de centrala hydrologiska processerna (säsongsbunden infiltrationsförmåga, frys-tinande mekanismer, nederbördsmonster) i kallt klimat. Samt till detta villkor och orsakssamband för GI-design.

En utvärdering av beväxta dikens (svackdiken) infiltrationskapacitet genomfördes, där sambandet mellan hydrauliska egenskaper och spatial variation i anläggningen skattades. På likartat sätt framtogs stöd för begrepp samt de villkor som styr implementering av beväxta diken – svackdiken. Härvidlag siktar insatsen mot förbättrad infiltrationskapacitet, ökad dynamisk lagringskapacitet samt reducerad hydraulisk belastning på nedström liggande urbana dräningssystem.



Figur 25. Bevattningssystem för svackdike.

Aktiviteter 2022

- En artikel rubricerad ”Variability of green infrastructure performance due to climatic regimes across Sweden” skickades in för publicering i Journal of Environmental Management.
- Experimentuppsättning och kalibrering av ett styrande utloppsöverfall genomfördes, den testades driftsatt i en befintlig fältenhet.
- Presentation under IWA World Water Congress 2022 av marktytebehov för att uppnå dagvattenrelaterade mål genom implementering av biofilter i städerna Kiruna, Göteborg och Örebro.
- Påverkan av styrande utloppsöverfallet på vattenbalansen i svackdiken undersöktes genom att jämföra olika scenarier med konstanta inflöden bestämda som blockregn enligt svensk standard för urban dagvattendesign.

Preliminära resultat

Vinter/vår – sommar visade högsta/lägsta skillnader säsongerna emellan, resultat som indikerar att implikationer/orsakssamband för design kan vara rättade efter spatial-temporal fördelning av nederbördsmonster.

Resultaten indikerar vidare ett behov att designa biofilter konservativt vad gäller infiltrationskapacitet, grovkorniga processade markbäddsskikt, förbehandling av dagvatten samt varhelst det är möjligt med kontrollerbara bottendräningskikt - som underlättar låg vattenhalt i filtret vid kalla väderförhållanden.

Publikationer 2022

Mantilla, I., Flanagan, K., Muthanna, T. & Viklander, M. (2022). *Impact of seasonal variability of infiltration rates on the land area required for green infrastructure implementation*. IWA World Water Congress & Exhibition, Köpenhamn, Danmark, september 11-15, 2022

2.1.7.3 *Modellering av BGI scenarier och deras hydrologiska prestanda*



Utsav Adhikari, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Godecke Blecken, professor
Ico Broekhuizen, bitr. univ. lektor

Blå-grön infrastruktur (BGI) i urban miljö levererar förmåner såväl vad gäller vattenkvalitet som kvantitet, parallellt med adderande trivselskapande miljöer och ökad biodiversitet. Modellstudier används för att studera hydrologiska prestanda kopplat till både BGI scenarier och åtgärder för dagvattenhantering.

BGIs hydrologiska prestanda är beroende av den urbana miljön i sig samt utformningen av BGI. En serie med skilda BGI scenarier i utvalda urbana avrinningsområden kommer att modelleras och jämföras från ett hydrologiskt perspektiv. Syftet är att identifiera vilket/vilka scenarier som levererar bättre hydrologiskt sett i specifika urbana miljöer. Nyttjade BGI scenarier kommer att selekteras efter rumslig skala och designmässig komplexitet.

Biofilter är en vanligt tillämpad BGI med påvisat goda hydrologiska egenskaper såsom flödeslagring och maxflödesdämpning i såväl pilot- som laboratorieförsök. Däremot har modellering av biofilterssystemens hydrologi utförts i långt mindre omfattning. Generellt saknas modellstudier kopplade mot kalibrerade fältmässiga undersökningar.

Inom detta doktorandprojekt kommer varierande utformningar av blågrön infrastruktur att kalibreras mot kontinuerliga fältdata, samt prestanda att bedömas för ett flertal designvarianter. Syfte med denna studie är att öka den vetenskapliga förståelsen av både modellens kapacitet att beskriva biofilters hydrologi,

samt vilken designvariabel i ett biofilter påverkar systemets kontinuerliga hydrologiska förmåga – samt på vilket sätt.

Aktiviteter 2022

- Interdisciplinär analys av BGI scenarier ur perspektiven vattenkvantitet, vattenkvalitet, styrning samt uthållighet – i samverkan mellan LTU och SLU
- Selektion av BGI scenarier, avgränsning av avrinningsområden, flödesberäkningar samt dimensionering av valda BGI enheter.
- En kritisk genomgång av litteratur relaterad till studier som utvärderar våtmarksystems hydrologiska kapacitet baserat på fältmässigt framtagna data samt forskningsinriktade frågeställningar
- Under inventeringen av tillgängliga fältdata för biofilter genomförd 2022 utvaldes data från två fullskaleenheter, med syfte att selektera fram dataunderlag som möjliggör kalibrering av biofiltersystem i den valda SWMM modellen

2.1.7.4 Övriga aktiviteter – källor och förekomst av mikroplaster i dagvatten

Under året har en översiktsartikel om källor och förekomst av mikroplaster i dagvatten och dagvattenanläggningar sammanställts som kommer att publiceras 2023.

Publikationer

Österlund, H. (2022). *Mikroplaster i dagvatten: En litteratursammanställning av kunskapsläget*. Ny Forskning och Teknik nr 14.

2.2 Tema Funktion och förnyelse av LEDNINGSNÄT



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

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

De processer som sker i ledningsnätet kan påverka ledningarnas funktion men kan även ha stor betydelse utifrån drift- och underhållsaspekter. Detta rör t.ex. bildning av svavelväte, fettansamling mm. Förutom förekommande processer i 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, exempelvis med ökad andel lätttryckavlopp och samförläggning med andra ledningssystem såsom fjärrvärme. Nästa generations sorterande spillvattensystem har även börjat att planeras och byggas, för att öka resurseffektiviteten genom att möjliggöra vattenåteranvändning och ut-

vinning av näringsämnen. I det sammanhanget blir det relevant att undersöka i vilka fall centrala, decentraliserade eller semicentraliserade avlopps(lednings)system kan vara de mest hållbara och vilka ledningsnät som fungerar bäst. 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 områden som vi arbetar vidare med:

- Koordinering av underhåll och förnyelse av ledningsnät med annan infrastruktur
- Samförläggning av ledningssystem
- Datadriven asset management för ledningsnätet så att underhåll och förnyelse
- Metoder för att detektera tillskottsvattenflöden i spillvattenledningarna
- 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 2022 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)
- Erfarenheter av LTA-system - En kunskapsammansättning (SVU); RISE är huvudansvarig.

(se tabell 1 för fullständig lista)

2.2.1 Datastyrd resursoptimering för planerat underhåll av VA-infrastruktur



Emmanuel Okwori, doktorand
Handledare:
Annelie Hedström, 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 arbetssätt för hantering av de resurser som VA-systemet omfattar. En stödjande drivkraft i detta är pågående teknikutveckling som bl.a. omfattar nya metoder för mer hållbar ledningsläggning och ledningsförnyelse samt utvecklade strategier för att bedöma ledningars kondition. Dessa nya strategier eller arbetssätt, som t.ex. kan baseras på maskininlärning och artificiell intelligens, behöver optimeras för att VA-verksamheterna ska kunna leverera önskad servicenivå till acceptabel kostnad. Resurshantering och -optimering omfattar här primärt datainsamling och lagringssystem för registrering av relevant data, i enlighet med VA-organisationernas administrativa prioriteringar. Vidare finns behov av att utveckla metoder för underlättad användning av existerande data, allt i syfte att nå längre i arbetet med optimerad resurshantering.

Aktiviteter 2022

- Resultat från en enkät riktad mot kommunala VA-verksamheter sammanställdes gällande mål för datainsamling, datautnyttjande, utbyte och lagringsrutiner samt vilka faktorer som påverkar dataintegration relaterade till underhåll och förvaltning av ledningsnät.

- Resultat från en pågående studie med fokus på avloppsnätens sårbarhet för avloppsstopp sammanställdes och presenterades vid SPN10 konferensen i Graz, Österrike.



Figur 26. Emmanuel presenterar studien om avloppsstopp under SPN10 i Graz, Österrike.

Viktigaste resultat

Enkätstudien om dataintegration, datautnyttjande, lagring och utbytesrutiner visar att huvudutmaningar med dataintegration kopplat till ledningsnät är följande.

- Datalagrings- och utbytesrutiner verkar vara otillräckliga för att stödja de gemensamma målen
- Datasilos
- Fragmenterad strategisk planering och underhållsplanering (dvs avsaknad av en enhetlig strategi)
- För många olika system är i drift för att hantera olika typer av datamängder
- Problem med åtkomst, auktorisering, behörigheter och brist på resurser
- Datasekretess och cybersäkerhetsproblem
- Glapp mellan teori och praktik, tex olika uppfattningar om metadata

Generellt sett saknades policy för hur data ska lagras och hanteras så att de kan användas av flera system.

Större kommuner tenderar också att använda data mer, både för strategiskt och taktiskt beslutsfattande.

Mindre kommuner tenderar att överföra data mellan system mer manuellt.

Cirka 30% av de VA-verksamheter som svarade har acceptabla nivåer av dataintegration.

Publikationer

Okwori, E., Viklander, M. & Hedström, A. (2022). *Using centrality measures, network cross k-function and geographically weighted regression as decision support for operational issues and redesigning sewers*. 10th International Conference on Sewer Processes and Networks (SPN10), Graz, Österrike, 24-26 augusti 2022.

2.2.2 Utvärdering av schaktminskningsstrategier



Youen Pericault, doktorand

Handledare:

Annelie Hedström, 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), samt 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 2022

- En artikel om en ny utvecklat metod för att uppskatta de långsiktiga kostnaderna av olika samordningspolicy för förnyelse av VA-ledningar och vägar har färdigställt. Metoden har även testats på Luleå kommuns bostadsgator. Artikeln har skickats till tidskriften Water Research och är nu under granskning.
- Bidrag till slutrapporten för Vinnova InfraSweden2030 projektet REKO (Resurseffektivt koordinerat underhåll och förnyelse av gator och VA-ledningar)
- Youen presenterade sina resultat gällande samordningspolicyer på InfraSweden2030 resultatkonferensen 2022, webinariet "I vilken utsträckning bör man samordna förnyelse av VA-ledningar och vägar i bostadsområden?" inom Dag&Näts seminarier, samt Dag&Näts strategidagar.

2.2.3 Övriga aktiviteter – Erfarenheter av LTA-system

Detta SVU-projekt, som är den första kunskapsammansättningen om lättryckavloppssystem sedan år 2000, har genomförts under år 2021-2022 med projektledning från Solveig Johannesdottir på RISE och med ett team bestående av Marcus Ahlström, Maria Hübinette, Elin Flodin och Erik Kärrman från RISE samt Annelie Hedström från LTU. Dessutom bidrog ca 20 kommunala förvaltningar och VA-bolag.

Projektet slutfördes under 2022.

Aktiviteter 2022

- Färdigställande av SVU rapport
- Presentation av resultaten från rapporten vid öppet Dag&Nät webinarium den 25 februari 2022.

Viktigaste resultat

Några viktiga resultat från erfarenhetssammansättningen var:

- Betydelsen av god planering; För att göra kloka och genomtänka systemval krävs en öppenhet kring möjliga teknikval baserat på lokala förhållanden för att avgöra om antingen hybridsystem eller renodlade självfalls- eller LTA-system är mest lämpliga att anlägga.
- Livscykelkostnader; För att kunna göra välgrundade val upplever delar av branschen att mer kunskap krävs kring kostnaden för LTA i det långa loppet, där allt från drift, svavelväteproblematik och arbetsmiljö bör inkluderas i en sådan kalkylen.
- Ansvarsfördelningen mellan fastighetsägare och VA-huvudman varierar i olika kommuner. Frågor kopplade som exempelvis kostnad för service av pump och utbyte

av pumphuvud och ett behov av samordning lyftes.

- Många VA-huvudmän upplever idag stora problem med svavelvätebildning i sina LTA-system. Även om problemen med svavelväten beskrevs i en tidigare erfarenhetssammansättning tycks omfattningen av problematiken ha ökat, eller i alla fall uppmärksammas problematiken i högre grad för dagens LTA-system.

Publikationer

Ahlström M., Johannesdottir S., Flodin E., Hübinette M. och Hedström A. (2022). *Erfarenheter av LTA-system*. SVU-rapport 2022-2. Svenskt Vatten, Stockholm



Figur 27. Ordmoln från workshop som beskriver vanliga utmaningar med LTA-system.

2.2.4 Övriga aktiviteter - Tillskottsvatten

Inom ramen för Ledningsnät har två artiklar färdigställts, skickats in till tidskrift, reviderats och publicerats under 2022. Den ena artikeln rör jämförelse av metoder för att identifiera källor till tillskottsvatten. Den andra artikeln handlar om hur virusnivåer som mäts upp i avloppsvatten bör normaliseras för att exempelvis kompensera för utspädningseffekter av tillskottsvatten. Detta är av vikt för att tolka resultaten av analyserade koncentrationer av virus (tex Sars-cov-2) i avloppsvatten.

Publikationer:

Panasiuk, O., Hedström, A., Langeveld, J., & Viklander, M. (2022). *Identifying sources of infiltration and inflow in sanitary sewers in a northern community: comparative assessment of selected methods*. *Water Science and Technology* 86 (1), 1–16. <https://doi.org/10.2166/wst.2022.151>

Isaksson, F., Lundy, L., Hedström, A., Székely, A. J. & Mohamed, N. (2022). *Evaluating the Use of Alternative Normalization Approaches on SARS-CoV-2 Concentrations in Wastewater: Experiences from Two Catchments in Northern Sweden*. *Environments* 9 (3). <https://doi.org/10.3390/environments9030039>

2.3 Tema Resurseffektiva små AVLOPPSSYSTEM



Temat leds av Inga Herrmann, bitr. professor, VA-teknik, LTU.

Utmaningarna med dagens avloppssystem är många. Exempelvis återvinns enbart en mindre del av de näringsämnen som finns i avloppsvatten idag. Återvinningsgraden kan ökas tex med källsorterande teknik men processerna som behövs för att behandla olika avloppsströmmar och tillverka gödselmedel behöver utvecklas och optimeras. Vissa processer är energikrävande och det är viktigt att undersöka hur återvinningen kan ske på mest energieffektivt sätt samt hur tex restvärme från industri kan nyttjas för processerna. Här ligger den stora utmaningen i att koppla industri och kommunens avloppsbehandling för att nå dessa synergier.

En annan utmaning är avloppshanteringen på landsbygden där antal anslutna personer är få och anläggningarna små och många. Robust men effektiv reningsteknik behövs för att säkerställa en bra avloppshantering. Recirkulering av näringsämnen är en utmaning även här – men helt andra tekniker kan bli aktuella, som tex skogsbevattning eller växtbäddar. Små avloppssystem kan ha fördelar jämfört med stora komplexa system och det är därför viktigt att forskningsaktiviteter riktas även mot mindre system.

I ett förändrat klimat får den viktiga resursen vatten allt större uppmärksamhet. Globalt ökar vattenuttagen, bland annat pga. varmare klimat och ökad levnadsstandard. Samtidigt är färskvatten en bristvara på många håll. Även i Sverige finns områden där vattentillgången är mindre än behoven, särskilt sommartid. Bad-, disk- och tvättvatten (BDT-vatten) är en möjlig resurs som skulle kunna renas för återanvändning och olika ändamål.

Utifrån dessa utmaningar finns frågor som vi arbetar med, framför allt inom mark-/naturbaserad avloppsrening, källsorterande avloppssystem och resursåtervinning från avloppssystem. Under 2022 har forskningen fokuserats på rening av BDT-vatten i minireningsverk och gröna väggar, återanvändning av BDT-vatten, utveckling av processer för behandling av svartvatten för att framta en koncentrerad gödselprodukt (med energiflöde från datacenter), anpassning av vassbäddsteknik till kallt klimat samt driftinstruktioner för små markbaserade avloppssystem.

Under 2022 har arbetet inom temat bedrivits huvudsakligen inom följande projekt:

- Från grått till blå-grönt: Decentraliserad rening av gråvatten för användning i blå-gröna urbana miljöer (Formas)
- VÅG2 – VattenÅteranvändning: Gråvatten och Gotland i fokus (Formas)
- MACRO – Mat i Cirkulära Robusta System (Vinnova)
- Våtmarkssystem för avloppsbehandling på landsbygden: Anpassning till kallt klimat (Formas)
- Drift- och underhållsinstruktioner till markbaserade reningsanläggningar (Havs- och vattenmyndigheten)

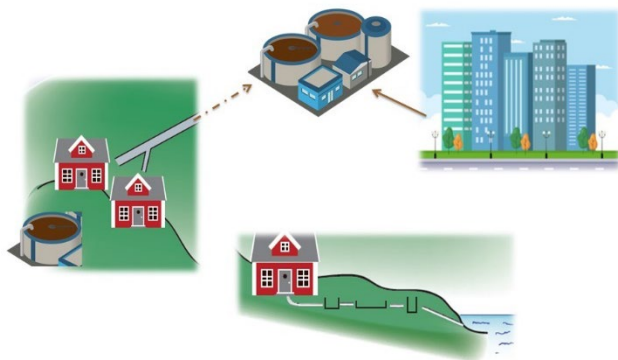
(se tabell 1 för fullständig lista)

2.3.1 Små avloppssystem – reningseffektivitet, hållbarhet och implementering



Brenda Vidal, doktorand
Handledare:
Annelie Hedström, professor
Biträdande handledare:
Inga Herrmann, bitr. professor

I områden utan kommunala vattentjänster finns lokala enskilda avloppssystem som ofta bidrar till negativ miljöpåverkan och hälsorisker på grund av otillräcklig behandling. Ökad kunskap om reningseffektivitet och utsläpp av föroreningar i recipienter och/eller miljö kan möjliggöra bättre hantering av avloppet. I ett större sammanhang anses små och decentraliserade avloppssystem vara framväxande lösningar till nya globala utmaningar som klimatförändringar, miljöbelastning och resursbrist inom avloppssektorn. Delvis på grund av sin flexibilitet och potentialen för lokal återvinning och återanvändning av resurser såsom vatten, energi och näringsämnen.



Figur 28. Centraliserade versus decentraliserade avloppsreningsystem.

Ökad förståelse och kunskap om avloppssystemens hållbarhet och implementering samt de drivkrafter som leder till beslut under val av tekniska lösningar kommer att vara användbara för att kunna bedöma och genomföra en övergång till mer hållbara och

resilienta avloppssystem med t.ex. fokus på resursåtervinning.

Aktiviteter 2022

- ON-SITE projektet i samarbete med Uleåborgs universitet slutfördes med ett avslutande möte och seminarium i april 2022.
- Ett webinarium med titeln "*Hur planerar vi? – En analys av drivkrafter för implementering av avloppssystem*" hölls inom ramen av Dag&Näts seminarieserie.
- Ett projekt om drift- och underhållsinstruktioner till markbaserade avloppsanläggningar genomfördes på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten.
- Den 21 oktober försvarade Brenda sin doktorsavhandling.

Viktigaste resultat

De provtagna enskilda avloppssystem inklusive markbäddar och minireningsverk visade god rening av organiskt material och fosfor (när ett fosforrenande steg fanns). Hög kväverening var svår att uppnå samt höga halter av indikatorbakterier och flera läkemedel hittades i utgående vatten.

Källsortering av BDT-vatten och toalettvattnen visade sig vara ett mycket hållbart alternativ i jämförelse med andra på lokal/enskild nivå. Den allmänna trenden är dock att centralisera vattentjänsterna närhelst det är tekniskt möjligt genom en överledning av avloppsvattnet till ett huvudreningsverk istället för att bygga decentraliserade system med t.ex. källsorteringslösningar.

Publikationer

Vidal, B. (2022). *Small sanitation system – Treatment efficiency, sustainability and implementation*. Doktorsavhandling. Luleå tekniska universitet.

Söderholm, K., Vidal, B., Hedström, A. & Herrmann, I. (2022). *Flexible and Resource-Recovery Sanitation Solutions: What Hindered Their Implementation? A 40-Year Swedish Perspective*. *Journal of Urban Technology*, Vol. 30:1, 23-45

Lehtoranta, S., Laukka, V., Vidal, B., Heiderscheidt, E., Postila, H., Nilivaara, R. & Herrmann, I. (2022). *Circular Economy in Wastewater Management—The Potential of Source-Separating Sanitation in Rural and Peri-Urban Areas of Northern Finland and Sweden*. *Frontiers in Environmental Science* 10, 1.

2.3.2 Naturbaserad avloppsvattenrening – mikroföroreningar och kallt klimat



Rasmus Klapp, doktorand
Handledare:
Inga Herrmann, bitr. professor
Biträdande handledare:
Annelie Hedström, professor

Naturbaserad avloppsvattenrening innebär att naturliga egenskaper och processer i jord, hos organismer och hos växter används för att rena avloppsvatten i olika konfigurationer. Det finns dock kunskapsluckor om hur väl dessa metoder renar mikroföroreningar, samt hur en specifik sådan metod – ett tvåstegs vassbäddssystem för direkt behandling av orenat avloppsvatten, fungerar i kallt klimat. Beroende på hur väl systemet fungerar och dess reningsprestanda, kan det vara en hållbar lösning då man undviker resurskrävande slamhantering. Rasmus undersöker därför en kommunal infiltrationsanläggning och en vassbädds-anläggning i pilotskala med syfte att öka kunskapen om naturbaserad avloppsvattenrening med avseende på mikro-föroreningar och funktion i kallt klimat.

Aktiviteter 2022

- Ett vassbäddssystem i pilotskala undersöktes kontinuerligt med avseende på rening av näringsämnen, indikatorbakterier och organiskt material månadsvis med start i augusti. Även andra parametrar så som filtermaterialets temperatur övervakades under året.
- En vinteranpassning av vassbädden utfördes i oktober genom att värmekablar installerades i utsatta rörledningar och på del av vassbäddsytan. Vassbäddsytorna täcktes också med halm vilket var tänkt att fungera som isolering mot kyla.
- Resultat från en tidigare undersökning om förekomst av mikroplast i avloppsvatten i vassbäddssystemet presenterades vid en

våtmarkskonferens i november (ICWS 2022).

- I slutet av året påbörjades en analys av tidigare inhämtade data och en artikel författades om spridning av läkemedel och ftalater från en infiltrationsanläggning. Denna datamängd omfattar mikroföroreningshalter i grundvatten, ytvatten och jord intill anläggningen, och projektet syftar till att utreda mikroföroreningars förekomst och hur jordens egenskaper påverkar spridningen nedströms infiltrationsanläggningen.



Figur 29. Inspektion av vassbäddssystemet, september 2022.

Preliminära resultat

Reningsprestanda gällande näringsämnen, indikatorbakterier och organiskt material i vassbäddssystemet har generellt varit godtagbar under perioden. Vassbäddssystemet har operativt fungerat väl under hösten med undantag för frysning av vassbäddsytor vid mycket låga temperaturer. Detta åtgärdades genom att värmekabel på vassbäddsytor aktiverades. Förekomsten av ett tjockare snötäcke verkar isolera filtermaterialet och motverka frysning av vassbäddsytan.

Publikationer

Klapp, R., Hedström, A., Molle, P. & Herrmann, I. (2022). *The French two-stage vertical flow constructed wetland in subarctic climate*. ICWS wetlands conference, 6-10 november 2022.

2.3.3 Decentraliserad BDT-vattenbehandling – faktorer som påverkar effektivitet



Mashreki Sami, doktorand

Handledare:

Inga Herrmann, bitr. professor

Biträdande handledare:

Annelie Hedström, professor

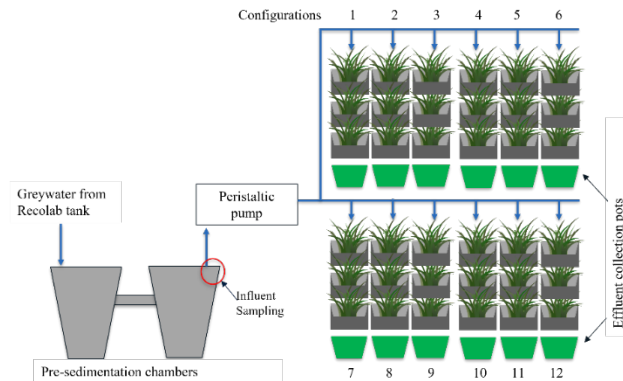
Elisabeth Kvarnström, adj. prof.

Andelen BDT-vatten (bad-, disk- och tvättvatten) i kommunala avloppsflöden överstiger 70%. Detta flöde innehåller organiskt material (t ex BOD), kväve, fosfor, patogent material (t ex E. Coli) samt kemiska föroreningar (t ex ytaktiva ämnen) från hushållsprodukter inkluderande mikroplast. Ett tänkbart system för decentraliserad BDT-vattenrening är s k gröna väggar, en naturbaserad applikation. En ytterligare fördel med gröna väggar, bortsett från själva vattenbehandlingen, är att den kan bidra till både förbättrat mikroklimat, tillika luftkvalitet och ökad biologisk mångfald. Tillbaka till grundfunktionen vattenbehandling kan konstateras att en grön väggs effektivitet påverkas i hög grad av ingående grön växtlighet samt hydrauliska belastningsnivåer, dessa två grundläggande områden behöver studeras närmare.

Aktiviteter 2022

- En grön vägg uppfördes på RecoLab i Helsingborg. RecoLab fungerar som en fältplacerad VA-testbyggnad som mottar BDT-vatten från ett nyligen uppfört bostadsområde i centrala Helsingborg (800 pe).
- Effektiviteten hos fem filtermaterial för rening av BDT-vatten testades: pimpsten, hampa, biokol, förbrukat malet kaffe (SCG) samt komposterad fiberjord (CFS). I tillägg studerades inverkan av förändrad hydraulisk belastning på filtermaterialens behandlingsgrad. Belastningsnivåerna skiftade mellan 4,5, 9 och 18 L/dygn.

- Kapaciteten hos olika filtermaterial att avskilja mikroplaster i ingående BDT-vattenflöde undersöktes.



Figur 30. Experimentell grön väggs försöksuppställning

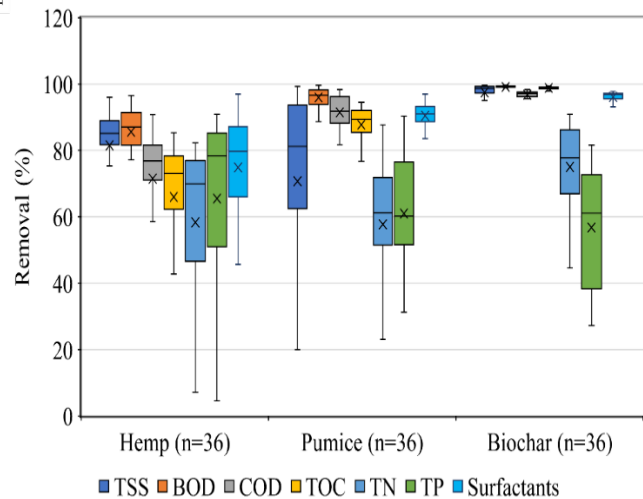


Figur 31. Gröna väggens visuella tillstånd efter 24 veckors belastning med BDT-vatten/Re-coLab.

Viktigaste resultat

Alla undersökta filtermaterial visade sig effektivt kunna reducera BOD > 80% under alla testade belastningsförhållanden. Biokol visade sig leverera den högsta generella reningen av BDT-vatten med en konstant hög

BOD-rening (> 99%) med utgående koncentration på 2 mg/l oavsett belastningsnivå. Högsta reningsnivå vad gäller kväve uppvisade pimpsten (80%) samt biokol - vid maximal belastningsnivå (18 L/dygn). Bionedbrytningen av hampa inverkar negativt på materialets prestanda gällande närsalter. SGC samt CFS testades enbart på belastningsnivån 4,5 L/dygn, SGC visade sig leverera lägst resultat medan CFS låg på en nivå jämförbar med biokol. Biokol, pimpsten samt CFS tolkades effektivare än hampa kunna avskilja mikroplast.



Figur 32. Reningseffektivitet för skilda filtermaterial. Filtermaterial: hampa, pimpsten och biokol. Sammanfattande resultat för alla studerade belastningar (antal=36 för varje material; d v s 3 analyser, 3 konfigurationer, 4 hydrauliska belastningsnivåer).

2.3.4 Resursåtervinning från svartvatten



Stephanie Rusch Fehrmann, doktorand
Handledare:
Annelie Hedström, professor
Biträdande handledare:
Elisabeth Kvarnström, adj. prof.
Andreas Johansson, professor

Gödningsämnen (närsalter) avsedda för produktion av livsmedel innehåller kväve, fosfor och kalium. Kväve utvinns huvudsakligen från fossila drivmedel medan fosfor och kalium utvinns ur mineral. Merparten av dessa närsalter bundna till livsmedel tillförs det urbana avloppsflödet och späds på den resan ut med andra avloppsvattenflöden med låga halter närsalter. Genom att separera avlopp med högt innehåll av närsalter och energi (svartvatten) från mer utspädda avloppsflöden (BDT-vatten) finns potential att både nå en mer effektiv avloppsvattenrening och återvinna/recirkulera resurser som energi, rent vatten och närsalter.

Ett källseparerat avloppsflöde (svartvatten) kommer att studeras genom en rad försök baserat på inledande anaerob behandling (rötning) som producerar energirik biogas. Utgående flöde från rötsteget (behandlat svartvatten) passerar sedan ett behandlingssteg där detta anaeroft behandlade svartvatten separeras i två strömmar med membrandestillation. En av dessa strömmar består av höggradigt rent vatten (permeat) som genereras i ett tekniskt steg där vatten renas via membranbaserad lågtemperaturdestillation. I denna destillationsvariant som inkluderar ett extremt finporigt membran kan vatten evaporeras (avdunstar) vid låga temperaturer, ner mot 40°C, och omformas till rent vatten. Samtidigt koncentreras den andra strömmen (rejekt) som ett närsalts- och energitätare delflöde.

Aktiviteter 2022

- Upprättande av en försöksplan för Stockholm Vatten och Avfall.
- Förberedelse av lämplig förbehandling.
- Karakterisering av permeatets flöde med kranvatten vid olika temperaturer.
- Försök med behandlat svartvatten vid olika temperaturer och med olika pH-värden.
- Laboratieförsök med koncentrerad svartvatten från 100 l till 5 l.
- Presentation av aktuella projektresultat vid EuroMembrane konferens 2022.
- Presentation av resultat från MACRO projektet vid Vinnova resultatkonferens.



Figur 33. Membrandestillering på Miljölaboratorium, Luleå tekniska universitet.

Viktigaste resultat

55°C är lämplig temperatur för membrandestillation av förbehandlat svartvatten.

Lämplig pH-justering för stabilisering av ammoniumkväve kräver ytterligare forskningsinsatser.

Det är möjligt att volymmässigt koncentrera förbehandlat svartvatten 50% och samtidigt utvinna höggradigt rent vatten med hög syrahalt.

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 projekt och program samt finansiär se tabell 1.

Fördelningen av projektens fokusområden på Dag&Näts tre olika temaområden Dagvatten, Ledningsnät och Avloppssystem illustreras i figur 34.

2.4.1 Nya projekt

Under 2022 har Dag&Nät sökt finansiering för nya projekt inom alla tre teman hos olika finansiärer varvid projekten nedan har beviljats:

- DRIZZLE – centrum för dagvattenhantering; fortsättning (Vinnova)
- Which blue-green infrastructure implementation scenarios are best tailored to support public health? (PRECISE, Luleå tekniska universitet)
- AquaClim (Formas)
- GREW: Återanvändning av gråvatten: Var, varför och hur? (Formas)
- Urlakning av biocider från impregnerade byggmaterial och ytbehandlingar (Naturvårdsverket)
- Rening av dagvatten med kompakta reningsanläggningar (Naturvårdsverket)
- Rening av dagvatten och snösmältning (Naturvårdsverket)
- Drift- och underhållsinstruktioner till markbaserade reningsanläggningar (Havs- och vattenmyndigheten)

Tabell 1: Projekt och program pågående år 2022 (blå markerad spalt) inklusive varaktighet under kommande fyra år.

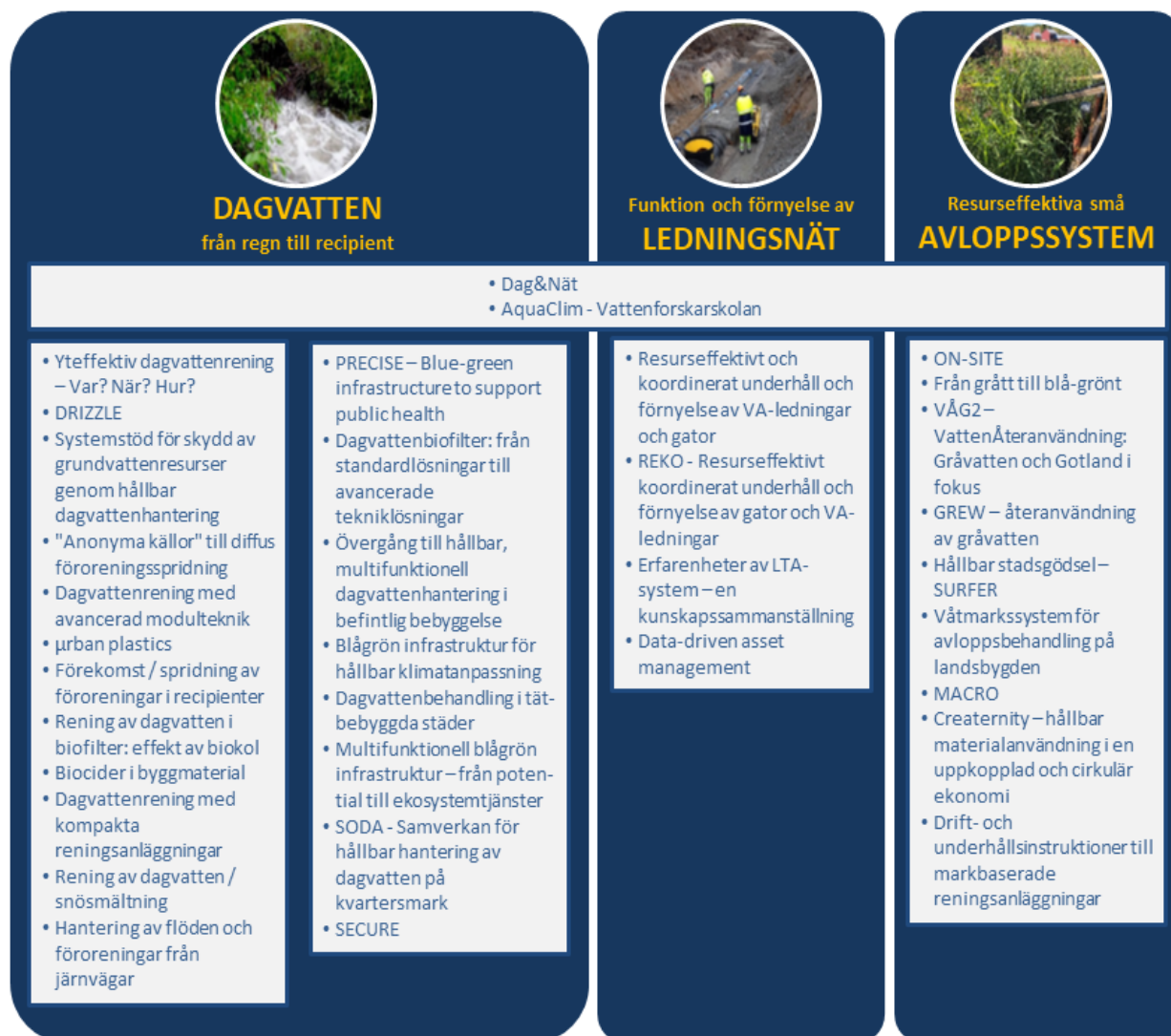
	2022	2023	2024	2025	2026
SVU, medlemsorganisationer		Dag&Nät 4			
SVU	Erfarenheter av LTA-system				
Formas, SVU	Yteffektiv dagvattenrening				
	AquaClim - Vattenforskerskolan				
	Dagvattenbiofilter: från standardlösningar till utvecklade tekniklösningar				
Formas	Anonyma källor				
	Dagvattenrening med avancerad modulteknik				
	Resurseffektivt och koordinerat underhåll och förnyelse av VA-ledningar och gator				
	Från grått till blå-grönt				
	Övergång till en hållbar multifunktionell dagvattenhantering i befintlig bebyggelse				
	Blågrön infrastruktur för hållbar klimatanpassning av framtidens städer				
	Systemstöd för skydd av grundvattenresurser genom hållbar dagvattenhantering				
	Dagvattenbehandling i tätbebyggda städer				
	VÅG2 - VattenÅteranvändning: Grävatten och Gotland i fokus				
	Multifunktionell blågrön infrastruktur - från potential till ekosystemtjänster				
	GREW - Återanvändning av grävatten				
	Hållbar stadsgödsel - SURFER				
	Formas, LOVA, Riche, Rtska, stiftelse	Våtmarkssystem för avloppsbehandling på landsbygden			
Vinnova	DRIZZLE				
	MACRO				
	SODA - Samverkan för en hållbar hantering av dagvatten på kvartersmark				
	SECURE				
Infra Sweden 2030	REKO Resurseffektivt koordinerat underhåll och förnyelse av gator och VA-ledningar				
Naturvårdsverket	Urban plastics				
	Förekomst och spridning av föroreningar från dagvatten i recipienter				
	Rening av dagvatten i biofilter: effekt av biokol				
	Biocider i byggmaterial				
	Dagvattenrening med kompakta reningsanläggningar				
	Rening av dagvatten / snösmältning				
HaV	Drift- och underhållsinstruktioner till markbaserade reningsanläggningar				
EU Interreg Nord, Reg. Norrbotten	ON-SITE				
Trafikverket	Hantering av flöden och föroreningar från järnvägsinfrastruktur				
LTU	Creaternity - hållbar materialanvändning i en uppkopplad och cirkulär ekonomi				
	PRECISE - Blue-green infrastructure tailored to support public health				

Dag&Nät projekt, projektägare: VA-teknik vid LTU

Dag&Nät projekt, projektägare: RISE

övriga projekt, med Dag&Nät / VA-teknik vid LTU

I figur 34 presenteras aktuella projekt inom de tre aktuella temaområdena för Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete.



Figur 34. Aktuella projekt inom Dag&Näts tre teman.

2.4.2 Stora program och kompetenscentrum

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, Stockholms stad, Stockholm Vatten och Avfall, StormTac AB, Tecomatic Entreprenad AB, Tyréns AB, Uponor Infra AB samt Växjö kommun.

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 2022

Efter en mycket gedigen utvärdering beslutade Vinnova under 2022 att fortsätta finansiera DRIZZLE i ytterligare fem år.

Under året har forskningsresultat från kompetenscentrumets verksamhet presenterats i olika sammanhang, samtidigt som ett flertal nya forskningsprojekt initierats. Under året arrangerades 13 lunchseminarier för DRIZZLE:s parter. Under lunchseminarierna presenterade både forskare vid Luleå tekniska universitet samt representanter från övriga partsorganisationer resultat från DRIZZLE.

Labbmobilen, d.v.s. forskargruppens specialutrustade fordon vars lastutrymme är utrustat med arbetsytor för att möjliggöra laboratoriearbete direkt i fält, varit även under detta år till stor nytta i forskningsarbetet. Likaså har de industri- och kommundoktorander som ingår i DRIZZLE, som finansieras av Lumire (Luleå kommun), NCC, Stockholms stad och Tyréns, starkt bidragit till genomförandet av fältarbete runt om i landet, då de kunnat assistera med utgångspunkt från sina baser i Stockholm, Norrköping och Luleå.

DRIZZLE har även detta år deltagit i den europeiska, Brysselbaserade vattenplattformen Water Europes arbete. DRIZZLE har även medverkat i flera nationella och internationella konferenser.

För mer information se DRIZZLE:s rapporter under Publikationer på hemsidan: www.ltu.se/DRIZZLE.

2.5 Samarbetsparter

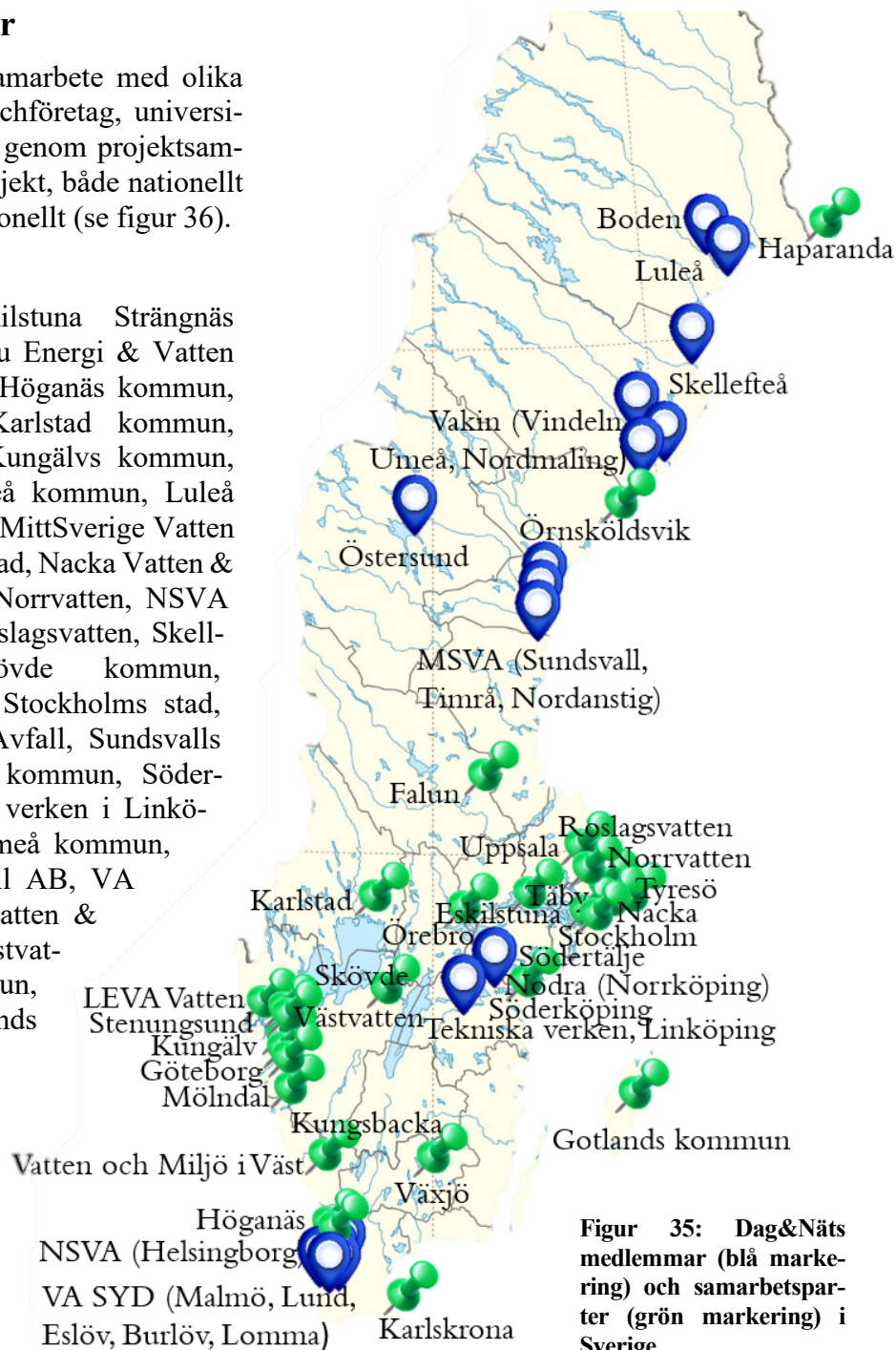
Dag&Nät har ett brett samarbete med olika VA-organisationer, branschföretag, universitet och forskningsinstitut genom projektsamarbeten och doktorandprojekt, både nationellt (se figur 35) och internationellt (se figur 36).

Kommunala företrädare

Bodens kommun, Eskilstuna Strängnäs Energi & Miljö AB, Falu Energi & Vatten AB, Gotlands kommun, Höganäs kommun, Karlskrona kommun, Karlstad kommun, Kungsbacka kommun, Kungälv kommun, LEVA Vatten AB, Luleå kommun, Luleå miljöresurs, Malmö stad, MittSverige Vatten & Avfall AB, Mölndals stad, Nacka Vatten & Avfall AB, Nodra AB, Norrvatten, NSVA AB, Region Gotland, Roslagsvatten, Skellefteå kommun, Skövde kommun, Stenungsunds kommun, Stockholms stad, Stockholm Vatten och Avfall, Sundsvalls kommun, Söderköpings kommun, Södertälje kommun, Tekniska verken i Linköping, Täby kommun, Umeå kommun, Uppsala Vatten & Avfall AB, VA SYD AB, Vakin AB, Vatten & Miljö i Väst (Vivab), Västvatten AB, Växjö kommun, Örebro kommun, Östersunds kommun.

Privata verksamheter

Aarsleff Rörteknik AB, IVL AB, Järven Ecotech AB, Kemira Oyj, Midroc AB, NCC AB, Pumpteknik AB, Purac AB, Rent Dagvatten AB, RISE, Skandinavisk kommunalteknik AB, Statens fastighetsverk, Stockholms Hamnar AB, StormTac AB, Sweco AB, Sweden Water Research AB, Tecomatic, Trafikverket, Tyréns AB, Uponor Infra, Vattenmyndigheterna, Veg Tech AB, Xylem Water Solutions AB.



Figur 35: Dag&Näts medlemmar (blå markering) och samarbetsparter (grön markering) i Sverige.

Svenska universitet och forskningsinstitut:
Chalmers tekniska högskola, KTH, Linköpings universitet, Lunds universitet, RISE, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala universitet



Figur 36: Dag&Näts internationella samarbetsparter

2.6 Medverkan i referens- och expertgrupper

Under 2022 har Heléne Österlund från Dag&Nät medverkat i referensgruppen för projektet om dagvatten i miljöfarlig verksamhet inom Miljösamverkan Sverige www.miljosamverkansverige.se. Godecke Blecken var del av expertgruppen för SOU utredningen om vattenfrågor vid planläggning och byggande.

Utöver detta har Dag&Näts seniora forskare agerat sakkunnig i bedömningsgruppen för projektansökningar till Icelandic research fund, vid Naturvårdsverkets utlysning ”Minskade utsläpp via dagvatten”, samt American Strategic Environmental Research and Development Program (SERDP) utlysningen avseende bättre dagvattenhantering.

2.7 Samverkan med övriga VA-kluster

Under året har Dag&Nät deltagit i två klusterledarmöten och varit även värd för ett av mötena. Dessutom har Dag&Nät medverkat i olika klustergemensamma aktiviteter och ämnesgrupper, såsom planeringen av en klustergemensam konferens i februari 2024. Samverkan inom den klustergemensamma Vattenforskarsskolan fortsätter (se pkt. 3.3.). Dessutom har Dag&Nät tillsammans med övriga kluster deltagit med monter på Vattenstämman och World Water Congress.

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 ämnesgruppen:

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.

Under 2022 anordnade ämnesgruppen även ett seminarium on-line för nätverket ”Tillskottsvatten och bräddning”. Drygt 60 deltagare deltog vid seminariet. Nätverket hade vid årsskiftet 2022/2023 88 medlemmar.

”Tillskottsvatten och Bräddning, 31 Maj 2022 (zoom). Program: Mätning och övervakning av bräddning Tommy Giertz, SVOA; Bräddvattenrening, Erika Lundström; Lumire och Anders Eriksson Karlskoga Energi.

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 Luleå tekniska universitet som är obligatorisk för studenter som läser kursen VA-system på civilingenjörsprogrammen Naturresurstechnik och Väg- och vattenbyggnad. Dessutom är branschdagen öppen för yrkesverksamma och alla intresserade i VA-branschen. Det totala deltagarantalet var 92. Arrangemanget genomfördes i samarbete med branschorganisationen Svenskt Vatten.

Årets tema var Dagvatten. Seminariet bjöd på ett antal intressanta föredrag bland annat berättade Mattias Borris, Trafikverket, dagvatten och de utmaningar som är kopplade till statliga vägar och järnvägar. Gustaf Josefsson Köhler, SWECO, presenterade dagvattenprojekt kopplade till den industriella omställningen i norra Sverige. Tim Delshamar, VA SYD, berättade om allt vi vet att vi inte vet och som vi skulle vilja veta i vår strävan att rädda världen. Representanter från AFRY berättade om arbetet med att ta fram en Grön, Blå, vit plan för Dundrets skidåläggning. Emelie Hedlund Nilsson, Lumire och doktorand på LTU berättade om det projekt hon arbetar med rörande multifunktionella ytor i kallt klimat. Snezana Gavric, LTU berättade om sin studie om metaller i sediment från dagvattendammar.

2021 hölls seminariet åter på plats på LTU vilket uppskattades av alla som deltog. Arrangemanget sändes även på zoom. 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 2022. Nedan visas vilka kurser som getts, antalet studenter som läst kurserna och i vilka program kurserna gavs.

Tabell 2: LTU-kurser inom VA-teknik

Kurs	Student-antal	Program
Samhällsbyggande	32	Väg och Vatten
Hydraulik och geologi	40	Väg och Vatten
VA-system	39	Väg och Vatten, Naturresurstechnik
Hållbart byggande	114	Väg och Vatten, Arkitektur
Naturliga vatten-transportprocesser	20	Naturresurstechnik
Naturresurstechnik	9	Naturresurstechnik
Resurseffektiva vatten- och avloppssystem	1	Naturresurstechnik
Dagvatten	12	Naturresurstechnik, Arkitektur, Samhällsbyggnad
Tillämpad hydraulik	17	Brandingenjör
Samhällets planering för risker och kriser	21	Brandingenjör, Samhällsbyggnad
Dagvatten	17	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.

Sedan 2020 samlar vi förslag på examensarbeten inom ämnesområdet vatten- och avloppsteknik på en särskild websida. Den fungerar som ”mötesplattform” för VA-branschen där VA-organisationer kan erbjuda studenter intressanta projektuppslag. Kontinuerligt tillkommer nya examensarbeten på denna sida, och gamla plockas bort. Från och med hösten 2021 läggs även externa exjobb upp på LTUs samverkansplattform Annonportal.

Under 2022 har sex examensarbeten med fokus på VA-teknik publicerats vid LTU (se pkt 4.10.6 för fullständig referens).

3.3 Vattenforskarsholan

Forskarskolan 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.

Vattenforskarsholan har finansierats av ett 4-årigt Formasprojekt (2016-2021) med stöd från Svenskt Vatten genom de olika forskningsklustren Dag&Nät, VA-kluster Mälardalen, DRICKS och VA-teknik Södra samt från Sweden Water Research. Svenskt Vatten (SVU) finansierar nu forskarskolan fram till och med juni 2023. I november 2022 fick vi besked att Vattenforskarsholan får fortsatt finansiering från Formas under namnet AquaClim. Detta är en stor satsning från Formas. AquaClim forskarskolan tilldelades 40 miljoner för 5 år, varav ca en fjärdedel kommer att gå till att driva forskarskolan vidare. Resten av pengarna kommer att gå till finansiering av fem doktorander som kommer att vara stationerade på Luleå tekniska universitet, Uppsala universitet, Chalmers och Lunds universitet. Alla doktorandprojekt kommer

att genomföras i nära samverkan med VA-bolag och kommuner och är tvärdisciplinära.

Nya deltagare i Vattenforskarsholan tillkommer kontinuerligt. December 2022 var 77 doktorander inskrivna som tog del av forskarskolans kursutbud, seminarier, mentorsprogram och sociala aktiviteter. Sedan start har 25 av Vattenforskarsholans doktorander disputerat, tre har avslutat sina forskarstudier i samband med licentiat och fyra hoppat av sina studier.

Det årliga seminariet genomfördes 8-9 juni 2022, åter igen som ett fysiskt på plats, denna gång i Uppsala. Det var mycket givande dagar med presentationer, workshoppar och en postersession.

Under 2022 har fem doktorandkurser givits inom ramen för Vattenforskarsholan (tabell 3). Dag&Nät var involverad i två av kurserna.

Tabell 3: Doktorandkurser 2021 inom Vattenforskarsholan

<i>Kurs</i>	<i>Antal deltagare från LTU</i>	<i>Ansvarig</i>	<i>Totalt antal deltagare (*)</i>
Management in the water sector	3	Sweden Water Research	11
Micropollutants	2	VA-teknik Södra/Dag&Nät	19 (2)
Populärvetenskapligt skrivande på svenska	1	VA-teknik Södra	7
Dagvattenhantering	2	Dag&Nät	11 (4)
Water energy nexus	1	Sweden Water Research	11

*sedan hösten 2021 räknas yrkesaktiva som läser kurserna separat, se antalet i parentes.

Annelie Hedström, Dag&Nät är ansvarig för mentorsprogrammet. Under 2022 påbörjade

tre av Vattenforskarsskolans doktorander mentorsprogrammet, ingen tillhörande Dag&Nät.

3.4 MOOC kurs

Under 2022 skapades en så kallad massive open on-line course (MOOC), som är kostnadsfritt tillgänglig för alla som är intresserade av [dagvattenhantering i ett föränderligt klimat](#). Trots att kursen bara varit tillgänglig ett par månader har ett hundratal gjort kursen. Vi ser detta som ett sätt att ytterligare nå ut med vår forskning och kunskap till omgivande samhälle.

3.5 Licentiat och disputationer

Under 2022 har två disputationer och tre licentiatseminarier ägt rum i VA-teknik vid Luleå tekniska universitet.

Disputation Brenda Vidal, 21 oktober 2022. *Small sanitation systems – Treatment efficiency, sustainability and implementation*. Luleå tekniska universitet.

Opponent: Günter Langergraber (BOKU / University of Natural Resources and Life Sciences (Wien, Österrike)

Betygsnämnd: Talis Juhna (Riga technical university, Latvia), Berit Balfors (KTH, Sverige) och Gustaf Olsson (Lund universitet, Sverige)

Disputation Alexandra Müller, 25 november 2022. *An evaluation of sources contributing to urban runoff pollution*. Luleå tekniska universitet.

Opponent: Shirley Clark (Penn State University, USA)

Betygsnämnd: Kim Paus (NMBU, Norge), Marie-Christine Gromaire (University of Paris-Est, Frankrike), Mike Revitt (Middlesex university, London)

Licentiat Haoyu Wei, 24 maj 2022. *Evaluating the transport and composition of gully pot sediments: Under changing anthropogenic activities and rainfall regimes*. Luleå tekniska universitet.

Diskutant: Damien Tedoldi (Insa Lyon, Frankrike)

Licentiat Robert Furén, 21 november 2022. *Stormwater bioretention: Pollutant occurrence and accumulation in filter materials and forebays*. Luleå tekniska universitet.

Diskutant: Jes Vollertsen (Aalborg universitet, Danmark)

Licentiat Pär Öhrn Sagrelius, 15 december 2022. *Sustainability performance of blue-green infrastructure across seasons and with various designs*. Luleå tekniska universitet.

Diskutant: Erik Glaas (Linköpings universitet)

3.6 Uppdrag i betygskommittéer

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

Ditte Marie Reinholdt Jensen, “*Challenging current practices for management of pollution in separate stormwater discharges*”, DTU Environment, Danmark, januari 2022

Malin Ullberg, “*Exploring the role of granular activated carbon in drinking water production*”, SLU, Uppsala, april 2022

Zhaozhi Zheng, “*Stormwater micropollutants removal via advanced oxidation process*”, University of New South Wales, Australien, juni 2022

Jody Scott, “*Key Insights into Clogging for Permeable Interlocking Concrete Pavement: Measuring, Mimicking and Mitigating Clogging*”, University of Toronto, Kanada, augusti 2022

Clement Ataguba, “*Stormwater runoff treatment from automobile workshops in Nigeria using combined Rice Husk, Gravel and Activated Carbon filters*”, Stellenbosch University, Sydafrika, oktober 2022 (online)

Eloïse Lenormand, “*Étude des impacts du vieillissement des techniques alternatives sur leurs fonctionnalités et leurs performances. Caractérisation de la biodiversité végétale des milieux et devenir des boues accumulées dans le contexte des rejets urbains par temps de pluie.*” (Studie om hur åldring av hållbara dagvattensystem påverkar dess funktion och prestanda: karakterisering av växternas mångfald i närområde och transportvägar för ackumulerade sediment vid urban avrinning), University of Strasbourg, december 2022

3.7 Utbildning och föredrag för yrkesverksamma & allmänhet

Under året har både seniora forskare och doktorander givit kurser och presentationer på nationella konferenser och andra evenemang som i första hand vänder sig till yrkesverksamma i vattensektorn.

Den fristående kursen om Dagvatten i Norrtälje som ges av LTU/Dag&Nät vänder sig också till yrkesverksamma inom dagvattenområdet. Flesta deltagare vid kurstillfällena 2022 utgjordes av yrkesverksamma. Vattenforskar skolans kurser är likaså öppna att läsas för yrkesverksamma.

3.8 Kunskapsutbyte

I syfte att vidareförmedla och sprida den kunskap som samlats in genom forskning och

projektarbete inom Dag&Näts temaområden arrangeras regelbundna temamöten, utöver kommun- och projektmöten.

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

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

Under 2022 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.

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 2021.

4.1 Hemsida

Dag&Nät tillhandahåller en hemsida med omfattande information om sin verksamhet. Hemsidan riktas brett mot alla aktörer inom VA-Sverige och uppdateras kontinuerligt med senaste nytt inom främst projektaktiviteter, publikationer, organisation, och personal. Hemsidan var välbesökt under 2021. Det går dock inte att jämföra siffror för hemsidesstatistiken direkt med tidigare år eftersom de tekniska förutsättningarna för spårning av hemsidesbesök har förändrats markant. Noteras kan dock fortfarande att mer än 60 % av besökare är nya användare som visar stort intresse för hemsidan.

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 500 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 inlägg per månad. Antalet följare stiger kontinuerligt, så också under 2022. Det har även

skapats en LinkedIn grupp Dag&Nät som nyttjas för att nå ut ännu bredare i branschen.

4.4 Artikelserie Ny Forskning och Teknik

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

Under 2022 har det publicerats två nya artiklar om hållbara val av byggnadsmaterial och mikroplaster i dagvatten (se pkt. 4.10.7 för fullständig referens).

4.5 Europeisk vattenplattform

Dag&Nät är medlem i den Brysselbaserade, europeiska vattenplattformen Water Europe. Bl.a. leder en företrädare från Dag&Nät Water Europes arbetsgrupp WG Ecosystem Services, medan en annan är biträdande ledare för WG Water and Zero Pollution. Dag&Nät är även medlem i arbetsgrupperna WG Managing Hydroclimatic Extremes samt WG Nature-based solutions. Under året har ett flertal digitala möten och digitala workshopar ägt rum inom arbetsgrupperna.

För att stödja behandlingen av potentiellt hälsofarliga ämnen (CECs – Contaminants of emerging concern) i strategiska dokument på politisk nivå samarbetade tre arbetsgrupper (WG Urban Water Pollution, WG Emerging Concern och WG Bathing Waters) inom Water Europe för att ta fram ett policydokument (White Paper) som identifierar den senaste tekniken, kunskapsluckor och hur dessa kan åtgärdas. Lian Lundy ledde det gemensamma initiativet och policydokumentet om

hantering av potentiellt hälsofarliga ämnen i vatten publicerades under 2022.

4.6 Arrangerande av seminarier, workshops, föreläsningar

DRIZZLE lunchseminarier

Under 2022 fortsatte "DRIZZLE - centrum för dagvattenhantering" sin serie av lunchseminarier online, där resultat från DRIZZLE:s pågående arbete presenterades för intresserade inom partnerskapet. Totalt 14 seminarier gavs via Zoom, för det flesta varannan onsdag. Seminarierna omfattade kortare presentationer och gav möjlighet till dialog med dem som presenterade.

Dag&Nät seminarier

Med start i mars 2022 initierade Dag&Nät en ny öppen seminarier serie där resultat från aktuell forskning inom Dagvatten, Ledningsnät och Resurseffektiva Små Avloppssystem presenterades och diskuteras en gång i månaden. Seminarierna riktas mot alla som är intresserade inom VA-branschen.

Totalt hölls sju seminarier under 2022. Temana för dessa var:

1. Hur mycket spillvatten genereras från enskilda fastigheter – vägledning för dimensionering av LTA-system?
2. I vilken utsträckning bör man samordna förnyelse av VA-ledningar och vägar i bostadsområden?
3. Hur planerar vi? – En analys av drivkrafter för implementering av avloppssystem
4. Funktion av minireningsverk för BDT- och avloppsvatten
5. Hur väl renar zeolitfilter avrinning från kopparkoppar?
6. Föroreningar i avrinning från olika byggnadsmaterial: Utveckling under en femårsperiod
7. Hur påverkar bristande dataintegration tillgångsförvaltning av VA-ledningsnät?

Seminarium om spillvattenvolymer och LTA-system på Världsvattendagen

Med anledning av Världsvattendagen den 22 mars som hade temat Grundvatten - att göra det osynliga synligt, anordnades seminariet "Hur mycket spillvatten genereras från enskilda fastigheter – vägledning för dimensionering av LTA-system?" som samtidigt var uppstarten för nya Dag&Nät seminarier serien inom Ledningsnät och Resurseffektiva små avloppssystem.

Docentföreläsningar

Den 25 mars arrangerades två öppna föreläsningar på Vetenskapens hus i Luleå med anledning av att Inga Herrmann och Heléne Österlund installerades som biträdande professorer i VA-teknik vid Luleå tekniska universitet. Temat för föreläsningarna var "Going circular with small sanitation systems" (Inga Herrmann) och "Vad innehåller dagvattnet och snön i våra städer? - Föroreningar, deras källor och hur de sprids" (Heléne Österlund).

DRIZZLE partsstämma 2022

Den 1-2 september anordnades DRIZZLE:s årliga Partsstämma som Stockholm Vatten & Avfall, Bromma stod värd för, med stort deltagande från DRIZZLE:s partnerorganisationer. Under de två dagarna presenterades resultat från ett antal av DRIZZLE:s pågående forskningsprojekt, som sedan diskuterades i mindre grupper med deltagande från samtliga parter.

4.6.1 Medverkande i programkommitté

SPN10

Den 24-26 augusti 2022 arrangerades konferensen SPN10 (Sewer Process Networks) på TU Graz, Österrike. Maria Viklander, Dag&Nät var del av programkommittén.

4.7 Deltagande på konferenser, etc

Nedan följer ett axplock av arrangemang, både nationellt och internationellt, som Dag&Nät har deltagit i under 2022:

18-19 januari presenterade Emmanuel Okwori, Annelie Hedström, Godecke Blecken och Katharina Lange aktuellt från sin forskning på RÖK konferensen 2022. Dag&Nät deltog även med en monter.

8-9 februari deltog Inga Herrmann i slutseminariet för projektet ON-SITE – Småskaliga avloppssystem: styrning, reningskapacitet, föroreningsrisker och innovativa lösningar för processoptimering.

16-17 mars presenterade Inga Herrmann och Brenda Vidal resultat från On-Site projektet samt om provtagningen av små avlopp på VAK konferensen. Lian Lundy och Godecke Blecken höll presentationer kring dagvattenföreningar och Elisabeth Kvarnström visade på lärdomar från projektet MACRO 3.

9-11 maj deltog Dag&Nät med en monterutställning på Svenskt Vattens Vattenstämma.

11-13 maj representerades Dag&Nät av Youen Pericault på den internationella konferensen LESAM 2022 (Leading Edge Strategic Asset Management).

16-20 maj deltog Iván Mantilla i European Junior Scientist Workshop där han presenterade och diskuterade sin forskning med andra doktorander från hela Europa som arbetar inom samma område.

23-27 maj presenterade Emelie Hedlund Nilsson resultat från sin studie om snödeponering på multifunktionell blå-grön infrastruktur på European Geosciences Union konferensen 2022.

14-15 juni deltog Lian Lundy i innovationsdagarna WIE2022, arrangerade av europeiska vattenplattformen Water Europe och ledde sessionen From spring to sea: healthy bath hotspots for the benefit of our net-zero carbon society.

24-26 augusti deltog Annelie Hedström och Ico Broekhuizen på SPN10 konferensen (Sewer Processes & Networks). Emmanuel Okwori presenterade resultat från en pågående studie.

11-15 september deltog en stor delegation från Dag&Nät på IWA World Water Congress & Exhibition i Köpenhamn. Nikita Razguliaev höll en presentation mätosäkerheter vid dagvattenprovtagning och Iván Mantilla ställde ut en poster. Både Dag&Nät och DRIZZLE var även representerade i utställningens svenska paviljong.

6-10 november presenterade Rasmus Klapp och Mashreki Sami sin pågående forskning om våtmarkssystem i kallt klimat och rening av mikroplast i grävatten på den internationella våtmarkskonferensen ICWS 2022 i Lyon, Frankrike.

4.8 Utmärkelser, priser och ärofyllda uppdrag

Pris för bästa fallstudie

Forskargruppen mottog 2022 års pris för bästa fallstudie från Journal of Sustainable Water in the Built Environment. Den prisade publikationen "Valuing the Multiple Benefits of Blue-Green Infrastructure for a Swedish Case Study: Contrasting the Economic Assessment Tools B&ST and TEEB" handlar om en fallstudie i Luleå som belyser de olika nyttorna av blå-grön infrastruktur som har analyserats med verktygen B&ST och TEEB.

Ordförande för IWA expertgrupp

I början av 2022 har Inga Herrmann valts till ordförande för internationella vattenför- eningens expertgrupp för små vatten- och av- loppssystem (IWA Small Water and Wastewater Systems Specialist Group) i två år.

4.9 Informationsmöten

Ett flertal möten har ägt rum med aktörer inom VA-teknikområdet för att sprida kun- skap från och om Dag&Näts verksamhet. Fo- kus på möten var huvudsakligen inspel till el- ler återkoppling från pågående projekt. Dess- utom har Dag&Nät träffat VA-organisationer som visat intresse på medlemskap i Dag&Nät. Möten har mynnat i att Tekniska Verken i Linköping kommer att bli ny med- lem från och med 2023.

4.10 Publikationer

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

4.10.1 Artiklar i vetenskapliga tidskrifter

Furén, R., Flanagan, K., Winston, R., Tirpak, R., Dorsey, J., Viklander, M., et al. (2022). *Occurrence, concentration and distribution of 38 organic micropollutants in the filter material of 12 stormwater bioretention facil- ities*. Science of the Total Environment, Vol. 846

Gavrić, S., Flanagan, K., Österlund, H., Blecken, G.-T. & Viklander, M. (2022). *Facilitating maintenance of stormwater ponds: comparison of analytical methods for deter- mination of metal pollution*. Environmental Science and Pollution Research, 29, 74877- 74893.

Isaksson, F., Lundy, L., Hedström, A., Székely, A. J. & Mohamed, N. (2022). *Evalu- ating the Use of Alternative Normalization Approaches on SARS-CoV-2 Concentrations in Wastewater: Experiences from Two Catch- ments in Northern Sweden*. Environments 9 (3). <https://doi.org/10.3390/enviro- nments9030039>

Lange, K., Viklander, M. & Blecken, G. (2022). *Investigation of intra - event varia- tions of total, dissolved and truly dissolved metal concentrations in highway runoff and a gross pollutant trap – bioretention storm- water treatment train*. Water Research, Vol. 216

Lange, K., Österlund, H., Viklander, M. & Blecken, G. (2022). *Occurrence and concen- tration of 20–100 µm sized microplastic in highway runoff and its removal in a gross pollutant trap – Bioretention and sand filter stormwater treatment train*. Science of the Total Environment, Vol. 809

Larm, T., Wallsten, A., Marsalek, J. & Vi- kländer, M. (2022). *A Data-Driven Approach to Stormwater Quality Analysis in Two Ur- ban Catchments*. Sustainability, 14(5), 2888; doi.org/10.3390/su14052888

Lehtoranta, S., Laukka, V., Vidal, B., Heider- scheidt, E., Postila, H., Nilivaara, R. & Herrmann, I., (2022). *Circular Economy in Wastewater Management—The Potential of Source-Separating Sanitation in Rural and Peri-Urban Areas of Northern Finland and Sweden*. Frontiers in Environmental Science 10, 1.

Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J., & Vi- kländer, M. (2022). *Exploiting urban road- side snowbanks as passive samplers of or- ganic micropollutants and metals generated by traffic*. Environmental Pollution, 308, 119723.

Panasiuk, O., Hedström, A., Langeveld, J., & Viklander, M. (2022). *Identifying sources of infiltration and inflow in sanitary sewers in a northern community: comparative assessment of selected methods*. *Water Science and Technology* 86 (1), 1–16. <https://doi.org/10.2166/wst.2022.151>

Rujner, H., Leonhardt, G., Flanagan, K., Marsalek, J. & Viklander, M. (2022). *Green infrastructure drainage of a commercial plaza without directly connected impervious areas: a case study*. *Water Science and Technology*, Vol. 86, no 11, p. 2777-2793

Sagrelus, P., Lundy, L., Blecken, G., Rizzo, A. & Viklander, M. (2022). *Blue-Green Infrastructure for All Seasons: The Need for Multicolored Thinking*. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*, Vol. 8, nr. 4

Sagrelus, P., Blecken, G., Hedström, A., Ashley, R. & Viklander, M. (2022). *Environmental impacts of stormwater bioretention systems with various design and construction components*. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 359

Söderholm, K., Vidal, B., Hedström, A. & Herrmann, I. (2022). *Flexible and Resource-Recovery Sanitation Solutions: What Hindered Their Implementation? A 40-Year Swedish Perspective*. *Journal of Urban Technology*, Vol. 30:1, 23-45

Vijayan, A., Österlund, H., Magnusson, K., Marsalek, J. & Viklander, M. (2022). *Microplastics (MPs) in urban roadside snowbanks: Quantities, size fractions and dynamics of release*. *Science of the Total Environment* 851.

Wei, H., Muthanna, T.M., Lundy, L. & Viklander, M. (2022). *An evaluation of temporal changes in physicochemical properties of gully pot sediments*. *Environmental*

Science and Pollution Research 29, 65452–65465.

Öborn, L., Österlund, H., Svedin, J., Nordqvist, K. & Viklander M. (2022). *Litter in Urban Areas May Contribute to Microplastics Pollution: Laboratory Study of the Photodegradation of Four Commonly Discarded Plastics*, *Journal of environmental engineering*, 148(11): 06022004.

4.10.2 Konferensbidrag

Hedlund Nilsson, E., Broekhuizen, I., Muthanna, T. M., & Viklander, M. (2022). *Evaluation of Snow Management using Green Infrastructure in Subarctic Climate*. Presentrad vid EGU General Assembly 2022, Wien, Österrike, 23–27 maj 2022. doi.org/10.5194/egusphere-egu22-9977

Kaykhaii, S., Herrmann, I., Hedström, A., Nordqvist, K. & Viklander, M. (2022). *Stormwater treatment using ultrafiltration-Effect of cleaning chemical and backwash time on membrane efficiency*. *Euromembrane 2022*, Sorrento, Italien, 20-24 november 2022

Klapp, R., Hedström, A., Molle, P. & Herrmann, I. (2022). *The French two-stage vertical flow constructed wetland in subarctic climate*. *ICWS wetlands conference*, 6-10 november 2022.

Mantilla, I., Flanagan, K., Muthanna, T. & Viklander, M. (2022). *Impact of seasonal variability of infiltration rates on the land area required for green infrastructure implementation*. *IWA World Water Congress & Exhibition*, Köpenhamn, Danmark, september 11-15, 2022

Okwori, E., Viklander, M. & Hedström, A. (2022). *Using centrality measures, network cross k-function and geographically weighted regression as decision support for*

operational issues and redesigning sewers. 10th International Conference on Sewer Processes and Networks (SPN10), Graz, Österrike, 24-26 augusti 2022.

Razguliaev, N., Flanagan, K., Muthanna, T. & Viklander, M. (2022). *Identifying measurement errors in continuous stormwater quality data by comparison with traditional sampling and analysis.* IWA World Water Congress & Exhibition, 11 september 2022

4.10.3 Rapporter

Dag&Nät Verksamhetsberättelse 2021, (2022). Stockholm: Svenskt Vattens C-rapportserie

Ahlström M., Johannesdottir S., Flodin E., Hübinette M. och Hedström A. (2022). *Erfarenheter av LTA-system.* SVU-rapport 2022-2. Svenskt Vatten, Stockholm

Lundy, L., Blecken, G., Österlund, H. & Viklander, M. (2022). *Svensk dagvattenforskning - En systematisk genomgång av forskning under perioden 2012-2021.* Rapport, Luleå tekniska universitet

Lundy, L., Blecken, G., Österlund, H. & Viklander, M. (2022). *Systematic review of urban stormwater research in Sweden (2012-2021).* Rapport, Luleå tekniska universitet

Lundy, L., et.al. (2022). *Towards a zero-pollution strategy for contaminants of emerging concern in the urban water cycle.* Policydokument (White Paper), Water Europe, Technology & Innovation, Bryssel

4.10.4 Doktorsavhandlingar

Müller, A. (2022). *An evaluation of sources contributing to urban runoff pollution.* Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet.

Vidal, B. (2022). *Small sanitation systems – Treatment efficiency, sustainability and*

implementation. Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet.

4.10.5 Licentiatuppsatser

Furén, R. (2022). *Stormwater bioretention: Pollutant occurrence and accumulation in filter materials and forebays.* Licentiatuppsats, Luleå tekniska universitet.

Wei, H. (2022). *Evaluating the transport and composition of gully pot sediments: Under changing anthropogenic activities and rainfall regimes.* Licentiatuppsats, Luleå tekniska universitet.

Öhrn Sagrelius, P. (2022). *Sustainability performance of blue-green infrastructure across seasons and with various designs.* Licentiatuppsats, Luleå tekniska universitet

4.10.6 Examensarbeten

Forsberg, J. (2022). *PFAS in a Swedish wastewater treatment plant: An analysis of the effectiveness of major treatment steps on 33 PFAS.* Civilingenjörsexamen, Naturresurstechnik, 2022

Isaksson, F. (2022). *The use of alternative normalization approaches to understand changes in SARS-CoV-2 concentrations in wastewater.* Civilingenjörsexamen, Naturresurstechnik, 2022

Jernå, C. (2022). *Insamling och behandling av klosettavatten från slutna tankar i Södertälje: En utvärdering av massflöden och förbättringsområden.* Civilingenjörsexamen, Naturresurstechnik, 2022

Nyström, L. (2022). *Acoustic Doppler Current Profiling for streamflow measurements in subarctic climate.* Civilingenjörsexamen, Naturresurstechnik, 2022

Schéele, D. (2022). *Dagvattenhantering med gröna tak i subarktiskt klimat.* Civilingenjörsexamen, Arkitektur, 2022

Träff, A. (2022). *Evaluation of pollutant removal performance of stormwater biofilters in a Swedish climate; Comparison of three different filter media designs*. Civilingenjörsexamen, Naturresurstechnik, 2022

Klimatsmart stadsgödsel – Industri, matproduktion och avloppssystem i en urban symbios. I: Dagens Industri

4.10.7 Dag&Nät artikelserie ”Ny Forskning och Teknik”

Müller, A. (2022). *Mot hållbara val av byggnadsmaterial: Bidraget av föroreningar till avrinning vid regn och snösmältning*. Dag&Nät artikelserie ”Ny Forskning och Teknik”, nr 13, december 2022.

Österlund, H. (2022). *Mikroplaster i dagvatten: En litteratursammanställning av kunskapsläget*. Ny Forskning och Teknik nr 14.

4.10.8 Artikel i populärvetenskaplig tidskrift

Blecken, G., Lange, K., Österlund, H., Viklander, M. & Kullberg, A.M. (2022). *Reining av mikroplast från vägdagvatten – utvärdering av dagvattenfilter vid E4*. Bygg&teknik, 4

4.11 I media

Dag&Nät har under 2022 Isak eller uppmärksamhets i media och populärvetenskapliga artiklar.

Skadliga ämnen samlas i snöhögarna – ger möjlighet att rena naturen. I: Sveriges Radio P4 Ekot, 12 mars 2022

Forskaren tipsar: Så tvättar du bilen miljövänligt. I: Sveriges Radio P4 Norrbotten, 29 mars 2022

Så ska effekterna av skitig snö i naturen minskas. I: P4 Norrbotten, 22 april

Nya vatteningenjörer ska utbildas i Luleå. I: va-guiden, 11 april