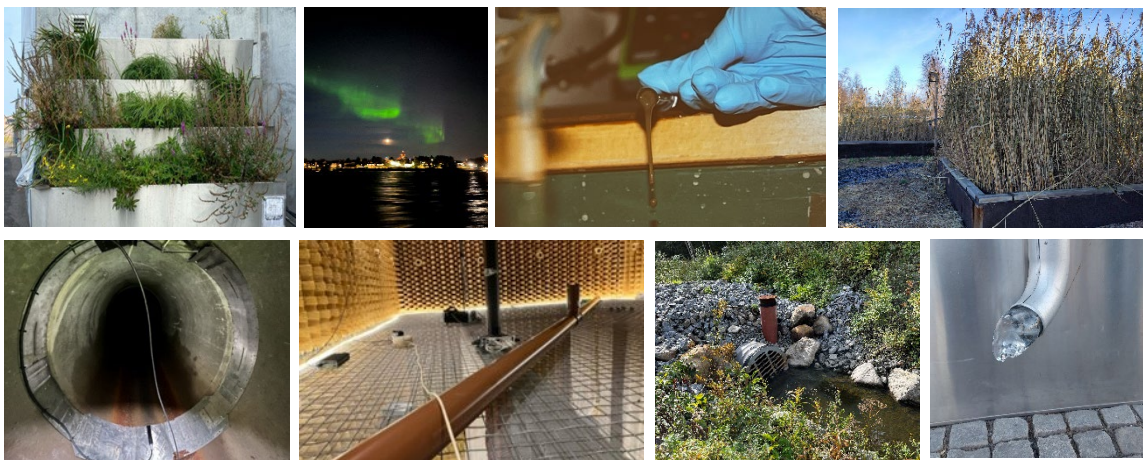




Verksamhetsberättelse 2024

Luleå, maj 2025

www.ltu.se/dag-nat

Innehåll

1 Om Dag&Nät.....	4
1.1 Dag&Näts verksamhetsidé.....	4
1.2 Dag&Näts partners.....	4
1.3 Dag&Näts vision 2030.....	4
1.4 Dag&Näts strategi.....	4
1.5 Dag&Näts organisation.....	5
1.5.1 Styrgruppen	5
1.5.2 Ledningsgruppen	5
1.5.3 Temareferensgrupper	5
1.5.4 Dag&Näts personalstyrka.....	6
1.6 Dag&Näts ekonomi	7
2 Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete	9
2.1 Tema DAGVATTEN från regn till recipient.....	11
2.1.1 Fokusområde Dagvattenkvalitet	13
2.1.2 Fokusområde Dagvattenrening.....	17
2.1.3 Fokusområde Fördröjning och klimatanpassning.....	27
2.1.4 Fokusområde Snöhantering	30
2.1.5 Fokusområde Provtagningsmetodik och övervakning	31
2.1.6 Fokusområde Multifunktionell dagvatteninfrastruktur	32
2.1.7 Fokusområde Modellering.....	34
2.1.8 Fokusområde Recipientpåverkan: grundvatten och ytvatten.....	42
2.2 Tema Funktion och förnyelse av LEDNINGSNÄT	47
2.2.1 Analysdrivna metoder för att stödja tillgångsförvaltning av avloppsledningsnät	48
2.2.2 Implementering av källsorterande avloppssystem.....	49
2.2.3 Akustik för tillståndsovervakning i avloppsledningar.....	50
2.3 Tema Resurseffektiva små AVLOPSSYSTEM.....	52
2.3.1 Återanvändning av BDT-vatten.....	53
2.3.2 Decentraliserad BDT-vattenbehandling	54
2.3.3 Analys av mikroföroreningar i BDT-vatten	56
2.3.4 Naturbaserad avloppsvattenrening i kallt klimat – rening och spridning av mikroföroreningar	57
2.3.5 Resursåtervinning från klosettwater	58
2.3.6 Membranrening av urbana avloppsvattenfraktioner för resursåtervinning ..	59
2.3.7 Övriga aktiviteter – Källsorterande avloppssystem i ny stadsbyggnad	61
2.4 Samverkansprojekt.....	62
2.4.1 StormCompetence - Stärka ukrainska forskares kompetenser inom dagvattenhantering.....	62
2.5 Projekt- och programportfölj	63
2.5.1 Nya projekt	63
2.5.2 Stora program och kompetenscentrum	67
2.6 Samarbetsparter.....	68
2.7 Medverkan i expertgrupper.....	69

2.8	Samverkan med övriga VA-kluster	69
2.8.1	Samarbete kring ämnesgrupper	69
3	Kompetensförsörjning.....	70
3.1	Studentorienterad branschdag	70
3.2	Grundutbildning inom VA-området vid LTU.....	70
3.2.1	Examensarbeten.....	70
3.2.2	Projektkurser.....	71
3.3	Vattenforskarsholan	71
3.4	MOOC kurs.....	71
3.5	Licentiat och disputationer.....	71
3.6	Utbildning och föredrag för yrkesverksamma & allmänhet	72
3.7	Kunskapsutbyte.....	72
3.8	Tekniksprånget	73
4	Kommunikation	74
4.1	Hemsida	74
4.2	Nyhetsbrev	74
4.3	Sociala medier.....	74
4.4	Artikelserie Ny Forskning och Teknik	74
4.5	Europeisk vattenplattform.....	74
4.6	Arrangerande av seminarier, workshops, föreläsningar	74
4.7	Deltagande på konferenser, etc	75
4.8	Publikationer	76
4.8.1	Artiklar i vetenskapliga tidskrifter.....	76
4.8.2	Konferensbidrag	78
4.8.3	Rapporter	79
4.8.4	Doktorsavhandlingar	80
4.8.5	Licentiatuppsatser.....	80
4.8.6	Examensarbeten.....	81
4.8.7	Dag&Nät artikelserie "Ny Forskning och Teknik"	81
4.8.8	Artikel i populärvetenskaplig tidskrift.....	81
4.9	I media – ett axplock.....	81

1 Om Dag&Nät

Ett väl fungerande vattenförsörjnings- och avloppssystem (VA-system) är en förutsättning för långsiktigt hållbar samhällsutveckling. Detta inkluderar dagvattensystemens och stadsdräneringens funktion, som är viktiga för samhällsekonomi, miljö samt medborgarnas säkerhet och hälsa.

Forskningsgruppen VA-teknik vid Luleå tekniska universitet har i mer än 25 år framgångsrikt bedrivit inom VA-system med fokus på hållbarhet och resurseffektivitet, i nära samverkan med branschens aktörer.

Sedan starten av Dag&Nät 2010 har förutsättningarna förändrats både för samhällsbyggnadssektorn i stort och inte minst för VA-verksamheten. Utmaningar som att anpassa våra städer till ett förändrat klimat, hantera dagvattnets föroreningar, maximera resursåterföring och stadens förmåga att leverera ekosystemtjänster kräver ny kunskap och infrastruktur, nya tekniska lösningar och samarbetsmodeller, samt ett mer övergripande systemperspektiv och samarbete över alla gränser. Dag&Nät bidrar till detta 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 Vatten och klimatanpassning och Cirkulära Avloppssystem, Luleå miljöresurs (Luleå kommun), 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, Tekniska verken i Linköping, samt Svenskt Vatten.

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

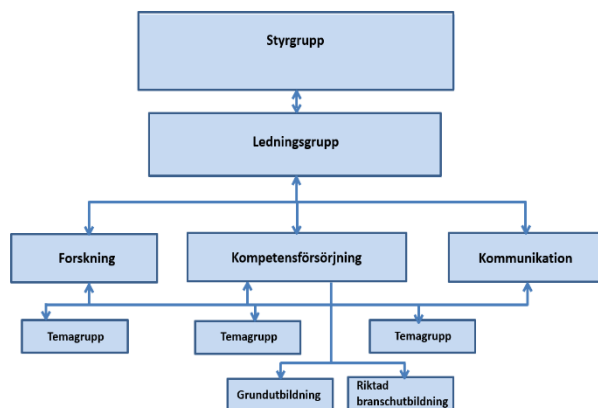
I arbetet med att realisera visionen och de övergripande målen fokuserar Dag&Nät under de kommande åren på sex huvudstrategier.



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). Klusterledare är Maria Viklander, klusterkoordinator är Sylvia Kowar.



Figur 2: Dag&Näts organisation

1.5.1 Styrgruppen

Under 2024 har styrgruppen bestått av:



Kristina Kenning, Östersunds kommun (ordförande t.o.m. maj 2024)

Petra Viklund, Lumire (vice-ordförande t.o.m. maj 2024, ordförande fr.o.m. maj 2024)

Mikael Lundin, Vakin (vice-ordförande fr.o.m. maj 2024)

Stefan Johansson, Skellefteå kommun

Tomas Larsson, MittSverige Vatten & Avfall

Carl Bernin-Ortved, Bodens kommun

Bodil Widell, Nodra

Karin Fernström, VA SYD

Peter Wimble, Tekniska verken i Linköping

Ulrika Larsson, Svenskt Vatten RÖK kommitté, samt Lumire

Klara Westling, Svenskt Vatten VAK kommitté

Maria Viklander, LTU (klusterledare)

Sylvia Kowar, LTU (klusterkoordinator)

Alexander Keucken (t.o.m. augusti 2024) och

Emma Risén (fr.o.m. oktober 2024), Svenskt Vatten Utveckling

Styrgruppen har fyra ordinarie möten per år samt strategidagar efter sommaren då även ledningsgruppen och temareferensgrupperna deltar.

1.5.2 Ledningsgruppen

Ledningsgruppen driver verksamheten i sin helhet och har ordinarie möten varannan vecka. Under 2024 har ledningsgruppen bestått av Maria Viklander, Sylvia Kowar, Annelie Hedström, Godecke Blecken, Heléne Österlund och Inga Herrmann, samtliga VA-teknik vid LTU, samt Erik Kärman, 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 och hade följande representanter under 2024:

Tema

DAGVATTEN från regn till recipient:

André Hellnersson (Vakin)

Jens Berg, Stina Jonsson (Skellefteå kommun)

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

Sol Kluge, Jenny Rydén, Sofia Olsson (Östersunds kommun)

Anna-Maria Kullberg, Erik Norin (MSVA)

Helena Marttala, Patrik Fahlén (Bodens kommun)

Ebba Waernbaum, Eleonora Krizanac (VA SYD)

Anna Bellner (Nodra)

Magnus Hammar (Tekniska verken)

Heléne Sörelius, Moa Hamré (RISE)

Tema

Funktion och förnyelse av LEDNINGSNÄT:

Petter Walan (Vakin)

David Vernersson (Skellefteå)

Ulrika Larsson (Luleå miljöresurs)

Lars Svensson, Joacim Sundqvist (Östersunds kommun)

Anna Olofsson (MSVA)

Erik Tornberg (Bodens kommun)

Mattias Ahlbert (Tekniska verken)

Solveig Johannesdottir (RISE)

Tema

Resurseffektiva små AVLOPPSSYSTEM:

Ulf Åström (Skellefteå)

Erika Broström (Luleå miljöresurs)

Jon Isaksson (Östersunds kommun)

Erik Norin (MSVA)

Bodil Widell (Nodra)

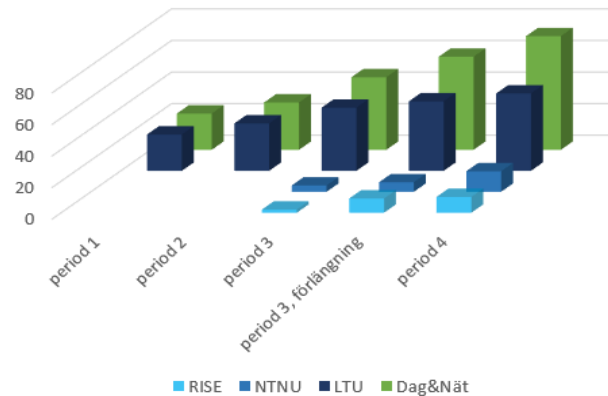
Magnus Hammar (Tekniska verken)

Anna Norström (RISE)

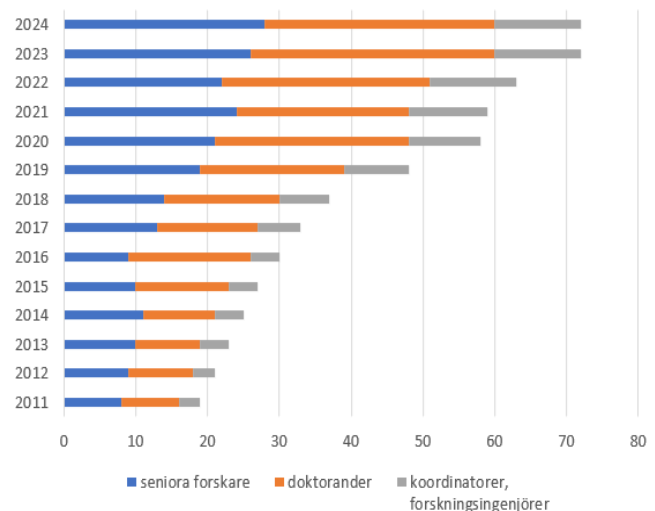
1.5.4 Dag&Näts personalstyrka

Dag&Näts forskargrupp omfattar 72 seniora forskare, doktorander, projektledare, koordinatörer och forskningsingenjörer från både VA-teknik vid LTU, VA-teknik vid NTNU och RISE enheterna Vatten och klimat-

anpassning samt Cirkulära Avloppssystem. Sedan start 2010 har Dag&Nät mer än tredubblat sin personalstyrka (se fig. 3). För andel forskare, doktorander och projektledare/forskningsingenjörer se figur 4.



Figur 3: Personalutvecklingen inom Dag&Nät, vid slutet av respektive verksamhetsperiod.



Figur 4: Andel forskare, doktorander och koordinatörer/projektledare/forskningsingenjörer i forskningsgruppen genom åren (2011 – 2024).

Under 2024 ingick i Dag&Näts forskningsgrupp:

Seniora forskare:

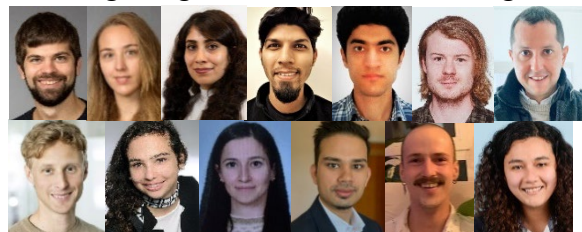
Maria Viklander, Annelie Hedström, Godecke Blecken, Tone Muthanna, Jiri Marsalek, Lian Lundy, Elisabeth Kvarnström, Richard Ashley, Inga Herrmann, Heléne Österlund, Marius Møller Rokstad, Franz Tscheikner-Gratl, Thomas Meyn, Kelsey Flanagan,

Ico Broekhuizen, Alexandra Müller, Mehwish Taneez, Katharina Lange, Brenda Vidal, Vincent Pons, Bardia Roghani, Emmanuel Okwori, Snežana Gavrić, Haoyu Wei, Erik Kärman, Anna Norström, Anna Pettersson Skog



Doktorander:

Ivan Milovanovic, Sarah Lindfors, Saida Kaykhani, Mashreki Sami, Ali Beryani, Nikita Razguliaev, Iván Mantilla, Rasmus Klapp, Stephanie Rusch Fehrmann, Suna Ekin Kali, Utsav Adhikari, Levien Melse, Letty Mora, Robert Furén, Lisa Öborn, Hannah Johansson, Emmanuel Kassim Bangura, Henriette Nishimwe, Lea Hagen, Lina Otte, Nils Brattgård, Marco Manetti, Talat Satilmisoglu, Suneeta Kakati, Hendrik Rujner, Shamsuddin Daulat, Prasanna Moss, Merethe Strømberg, Spyridon Pritsis, Mahdi Bahrami, Thea Ingeborg Skrede, Werner Svelling



Projektkoordinatorer, projektledare och forskningsingenjörer:

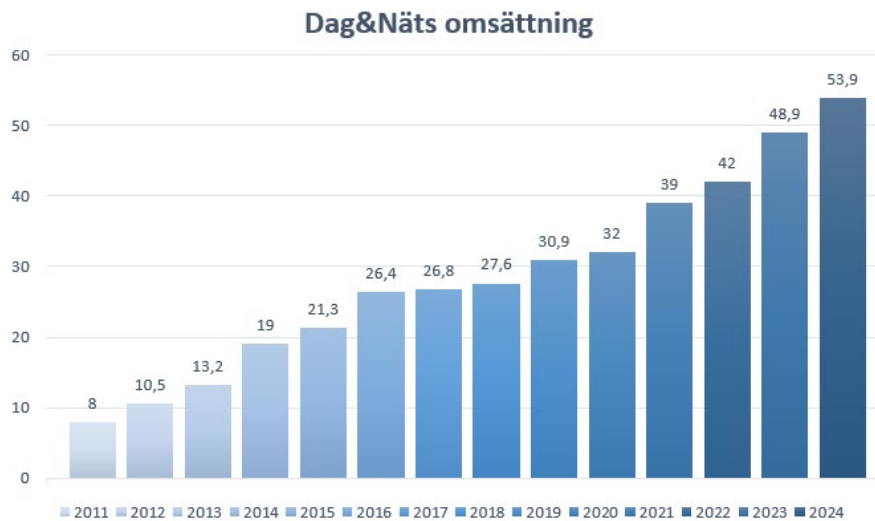
Sylvia Kowar, Lena Goldkuhl, Stefan Marklund, Helene Sörelus, Solveig Johannesdottir, Beatrice Nordlöf, Hanna Matschke Ekholm, Moa Hamré, Ann Johansen, Marcus Ahlström, Maria Gelfgren, Peter Rosander, Shadi Kohzadi



1.6 Dag&Näts ekonomi

Dag&Näts omsättning i forsknings-, utvecklings- och samverkansprojekt 2024 var knappt 54 miljoner kronor. Svenskt Vatten Utveckling har direkt bidragit med 2,5 miljoner och partnerkommunerna sammantaget ytterligare drygt 2 miljoner kronor (utan in-kind). Viktigaste finansiärer av projekt som ingår i Dag&Näts paraply var bl.a. Formas, Vinnova och Naturvårdsverket. Dag&Nät har därmed fortsatt utöka sin verksamhet, växlat upp SVU forskningsstödet 22 gånger i rena forskningsmedel och ökat omsättningen med 10 procent jämfört med året innan.

Dag&Nät har, med utgångspunkt från medlemmarnas behov, sökt extern projektfinansiering vid ett flertal finansiärer i mån av möjlighet. Utfallet från ansökningarna har varit mycket gott och resulterat i beviljandet av medel för 18 nya nationella och internationella projekt (för detaljer se pkt 2.5.1).



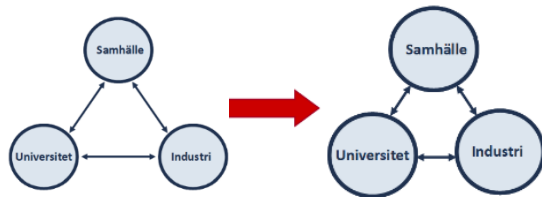
Figur 5: Dag&Näts omsättning (i miljoner kronor) 2011-2024

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

Vidare hade Dag&Nät tillgång till resurser motsvarande 2,9 miljoner kronor i form av externt finansierade industri- och kommun-doktorander.

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 6.



Figur 6: 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 VA-system
- Originalitet – Forsknings- och utvecklingsarbetet ska medföra tydliga framsteg genom att fylla identifierade teoretiska eller praktiska kunskapsluckor
- Kvalitet – Forsknings- och utvecklingsarbetet ska vara av hög internationell standard
- Delaktighet – Forsknings- och utvecklingsarbetet ska aktivt uppmuntra växelverkan och utbytet mellan olika aktörer

och discipliner, mellan forskning och tillämpning samt överbrygga geografiska skillnader

- Öppenhet – Forsknings- och utvecklingsarbetet ska föras framåt i en anda av öppenhet, för att överskrida traditionella gränslinjer och bidra till en kultur som möjliggör effektivt samarbete.

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

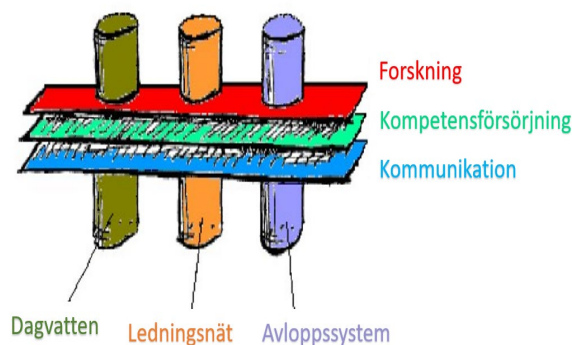
Dag&Nät håller regelbundna träffar med sina medlemsorganisationer för att diskutera aktuellt i kommunen pågående projekt och läge för gemensamma forskningsprojekt, resultat från projekten samt aktuella utmaningar för kommunen som inspel till fortsatt utveckling. Träffarna kan vara utformade som specifika projektmöten eller bredare tematräffar och strategimöten.

Möten med intressentkommuner

Dag&Nät välkomnar nya medlemmar och ser mycket positivt på vidareutveckling av verksamheten som nya medlemsorganisationer kan bidra till. Under 2024 har flera VA-organisationer uttryckt intresse och ett flertal informationsmöten har hållits.

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 7.



Figur 7. 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, klimatanpassning och cirkularitet 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:

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

Dessa teman utgör utgångspunkten 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 leds gemensamt av Heléne Österlund, biträdande professor, och Godecke Blecken, professor, VA-teknik, LTU.

Dagvattenhantering, dvs. yttlig avrinning från vägar och gator, har länge varit en fråga om att på effektivaste sätt avleda nederbördsvatten 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 översvämningssrisker har beaktats tillräckligt. Idag implementeras i stället ofta fördröjning och/eller trög avledning i öppna anläggningar, vid behov i kombination med olika dagvattenreningsanläggningar, samt yttliga 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

karakterisering och spårning av exempelvis PFAS och mikroplast. Inom detta område genomförs detaljerade studier avseende dagvattnets, samt dess sediments, kvalitet och toxicitet.

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.

Recipientpåverkan: grundvatten och ytvatten: I princip hamnar de flesta kemiska ämnen som finns i samhället i dagvattnet på ett eller annat sätt. I de fall dagvatten inte renas, det vill säga i de flesta fall, släpps dagvatten ut i en närliggande recipient med risk för negativa effekter på ekologin. Därtill, på grund av vattenbrist på flera platser så ökar behovet av att (åter)använda dagvatten för icke-drickbara ändamål och att fylla på grundvattenmagasin. Det finns därför behov av att undersöka hur urbant dagvatten påverkar både ytvatten och grundvatten.

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 2024 har forskningen fokuserats på mikroplast i dagvatten och dagvattensediment, förekomst av näringsämnen i dagvatten, utvärdering av dagvattenanläggningar såsom biofilter och EcoVault med avseende på tungmetaller och organiska mikroföroreningar, analys och utvärdering av PFAS i olika delar av dagvattensystemet såsom dagvatten, sediment & biofilterssubstrat samt recipientvatten, undersökningar av exteriöra byggnadsmaterial såsom förekomst av biocider och toxicitetstester på avrinningen, ledningsmaterialens påverkan på dagvattenkvaliteten samt utvärdering av olika tillvägagångssätt för provtagning, förvaring och analys av dagvattenprover. Därtill har påverkan på fördröjning av dagvattenflöden vid implementering av centraliserade vs decentraliserade anläggningar undersökts.

Se pkt 2.5.1, tabell 2 för fullständig lista över projekt inom temat Dagvatten.

2.1.1 Fokusområde Dagvattenkvalitet

2.1.1.1 Föroreningar i dagvatten – storleksfördelning och kemiska faser



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

Föroreningar och deras förmåga att transporteras i dagvatten samt toxicitet och biotillgänglighet har ett direkt samband med kemiskt fastillstånd och partikelstorlek.

Sarahs forskning syftar bland annat till att öka kunskapen om metaller i de minsta storleksfraktionerna och förekomsten av olika plastpolymerer och mikroplasts storleksfördelning i dagvatten. Sarah tittar även på förekomsten av näringsämnen i dagvatten från olika urbana ytor, såsom parkeringar och industriområden, för att kartlägga näringsämnen i dagvatten ur ett svenskt perspektiv.

Aktiviteter 2024

- En artikel om mikroplast i dagvatten från olika urbana ytor har skickats in för granskning till tidskriften *Science of the total environment*.
- En artikel om kväve och fosfor i dagvatten från olika urbana ytor runt om i Sverige är till stor del färdigställd. Artikelns arbetstitel är *Nutrients in Stormwater from Varying Land Use Types*.

Viktigaste resultat

Mikroplast och däckpartiklar förekom i dagvatten på alla undersökta urbana ytor (väg, parkering och tak). Polypropylen, polyetylen och polyester var de vanligast förekommande polymererna. Storleksfraktionen 10-75 μm dominerade jämfört med större storleksfraktioner för alla undersökta ytor, vilket betonar

hur viktigt det är att undersöka små storleksfraktioner av mikroplast.

Provtagning av dagvatten från olika urbana områden spridda över Sverige uppvisade liknande koncentrationer av näringsämnen oavsett markanvändning. Jämfört med utsläpp från avloppsreningsverk är belastningen av näringsämnen från dagvatten ringa, på lokal nivå kan dock dagvatten bidra med likvärdig eller högre belastning kontra naturliga källor (ex. grundvatten).

Publikationer

Lindfors, S., Kevin Geronimo, F., Österlund, H., Lundy, L., Müller, A., & Viklander, M. (2024). *Metal speciation in industrial park and parking lot runoff*. IWA 21st International Conference on Diffuse Pollution & Eutrophication, Chiang Mai, Thailand, 11-14 december.

Lindfors, S., Blecken, G., Viklander, M., & Österlund, H. (2024). *Näringsämnen i dagvatten från olika avrinningsområden*. Rapport. Luleå tekniska universitet.

2.1.1.2 Källor till och sänkor för mikroplast i dagvatten



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

Mikroplaster är små plastpartiklar (<5 mm) som finns överallt i miljön. De härstammar från nedbrytning av större plastprodukter exempelvis skräp eller kommer från utsläpp av mikroplastprodukter. Dessa partiklar sprids sedan till vatten, mark och luft. 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 till recipienterna. Plasten i sig kan också innehålla oönskade ämnen, samt att de små plastpartiklarna är en förorening i sig.

Aktiviteter 2024

- Utvärdering och sammanställning av data från analyserna av mikroplaster i dagvattenbrunnar och -dammars sediment; resultat kommer att publiceras i två vetenskapliga publikationer.
- Presentation av viktiga resultat från pågående forskningsarbete om mikroplaster i dagvattenbrunnar på DRIZZLES partstämman i augusti.

Viktigaste resultat

Analys av innehåll av mikroplast i sediment från sedimentationsanläggningar i olika storlekar, dagvattenbrunnar med sandfång och dammar, visar att mikroplast samlas i dessa. Detta innebär att de inte sprids vidare nedströms med dagvattnet. Polypropylen (PP) var den vanligaste polymertyp i sedimenten

och samtidigt den typen som är mest benägen att brytas ner på grund av UV-exponering.

Dagvattenbrunnar förekommer i stor utsträckning (ca 40 000 i Stockholm), och stora mängder sediment inklusive mikroplaster ansamlas i dessa. En plan för underhåll av dagvattenanläggningar inklusive dagvattenbrunnar är viktig för att säkerställa en korrekt hantering av sediment och minimera risken för ytterligare mikroplastförorening i miljön.

Publikationer

Öborn, L. (2024). *Microplastics in the urban environment: Concentrations and composition in stormwater sediments and UV-degradation of common litter*. Licentiatuppsats. Luleå tekniska universitet

Öborn, L., Österlund, H., Viklander, M. (2024). *Microplastics in gully pot sediment in urban areas: Presence, quantities and characteristics*. Environmental Pollution, vol 353, 124155

Öborn, L., Österlund, H., Lorenz, C., Vianello, A., Lykkemark, J., Vollertsen, J. & Viklander, M. (2024). *Composition and concentrations of microplastics including tyre wear particles in stormwater retention pond sediments*. Water Science & Technology, vol. 90 (10), 2857-2869.

2.1.1.3 PFAS i dagvatten – förekomst, källor och variation av PFAS-ämnena



Hannah Johansson, samverkansdoktorand, Växjö kommun
Handledare: Heléne Österlund, bitr. prof.
Biträdande handledare:
Maria Viklander, professor
Kelsey Flanagan, universitetslektor

Dagvatten har identifierats som en bidragande faktor till att föroreningar kan spridas vidare från urbana områden till vattendrag och omliggande natur. PFAS är föroreningar som har blivit högradigt omtalade de senaste åren utifrån deras toxicitet, bioackumulerande förmåga och miljömässig persistens.

Hannahs forskning syftar till att undersöka förekomst av PFAS i dagvatten baserat på variabilitet av PFAS-ämnena och bl.a. hur det skiljer sig i urbana områden med olika markanvändning. Även hur förekomst och koncentration av PFAS i regn- och smältvatten samt basflöde kunde se ut i urbana dagvattensystem för drygt 10 år sedan har varit i fokus.

Aktiviteter 2024

- Provtagning av dagvatten i städer runtom i Sverige som första steg inför en kommande studie



Bild 1. Provtagning i Luleå, juni 2024, inför kommande studie.

- Provtagning av totalt 42 prover i sex olika städer samt analys mellan maj – november, i samarbete med Växjö kommun, Tekniska verken i Linköping, Nodra i Norrköping, Stockholms stad, Sollentuna kommun, Östersund kommun och Lumire i Luleå.
- Presentation av preliminära resultat av provtagningen på DRIZZLE:s partsstämma i augusti.
- Analys av 47 prover av dagvatten och basflöde i Östersund tagna under åren 2012–2013, under våren 2024.
- Sammanställning av rapport för Naturvårdsverket med inriktning på förekomst och koncentration av PFAS i de 2012–2013 tagna proven, i samarbete med Östersund kommun.

Preliminära resultat

PFAS detekterades i nästan alla prover från 2012–2013 vilket indikerar att flöden från urbana dagvattensystem kan bidra till spridning av PFAS till miljön.

De främst förekommande varianterna av PFAS var tre långkedjade PFAS-ämnena.

PFAS detekterades i både regnvattnet, smältvattnet och basflödet i dagvattensystemet, där regn- och smältvattnet uppvisade en högre variation av förekommande PFAS-ämnena.

Högst uppmätta koncentrationer av PFAS återfanns i avrinningsområdet med mest varierad markanvändning, inkluderat större centrala delar.

Publikationer

Johansson, H., Flanagan, K., Viklander, M., & Österlund, H. (2024). *Förekomst av per- och polyfluorerade alkylsubstanter (PFAS) i dagvatten från urbana områden i Östersund*. Rapport. Luleå tekniska universitet.

2.1.1.4 Övriga aktiviteter – Urlakning av biocider från olika byggnadsmaterial för tak och fasader

Biocider tillsätts exteriöra byggnadsmaterial och ytbehandlingar för att förhindra påväxt av mikroorganismer såsom mossor, svampar, bakterier, alger och lavar som bryter ner materialet, samt för att konservera t.ex. tak- och fasadfärg innan applicering. Urlakning av biocider från dessa ytor kan ske vid regn och riskerar att transporteras via dagvatten från den urbana miljön till omkringliggande vattenförekomster. I detta projekt som finansierades av Naturvårdsverket genomfördes laboratieförsök för att jämföra biocidurlakning från olika ytbehandlingar och material som används på tak, fasader eller andra ytor i den urbana miljön, samt att uppskatta vilka av de studerade materialen som är troliga källor till biocider i dagvatten. De testade materialen inkluderade bitumenmembran, impregnerade trä och olika typer av färger avsedda för trä-, plåt- och betong-/puts-ytor.

Aktiviteter 2024

- Sammanställning och publikation av resultaten för denna studie i en vetenskaplig artikel samt i en slutrapport

Viktigaste resultat

Totalt 10 av 398 analyserade biocider detekterades i försöket.

Diuron var den biocid som frigjordes från flest av de testade materialen.

Färger för träfasader och betong urlakade högst koncentrationer av biocider bland de testade materialen.

Bitumenshingel var det enda testade materialet som inte urlakade några biocider.

Impregnerat trä frisatte högst koncentrationer av koppar.

Publikationer

Kohzadi, S., Müller, A., Österlund, H., Viklander, M. (2024). *Building surface materials as potential sources of biocides: Insights from laboratory leaching investigations of different material types*. Chemosphere, vol 368, 143741

Kohzadi, S., Müller, A., Viklander, M., Österlund, H. (2024). *Urlakning av biocider från exteriöra byggnadsmaterial och ytbehandlingar*. Rapport. Luleå tekniska universitet

2.1.1.5 Övriga aktiviteter – Toxicitetstester av avrinning från olika byggnadsmaterial

Exteriöra byggnadsmaterial är kända som en av de största bidragarna av föroreningar till dagvatten. Många av de ämnen som är vanligt förekommande i dagvatten har potentiella eller till och med bekräftade negativa effekter på vattenlevande organismer. I detta projekt, som har finansierats av Naturvårdsverket, har vi analyserat toxiciteten mot tre testorganismer (grönalgen *Pseudokirchneriella subcapitata*, kräftdjuret *Daphnia magna*, samt ägg från zebrafisk *Danio rerio*) hos avrinning från sju exteriöra byggnadsmaterial. De material som ingick i studien var sådana som är vanligt förekommande på tak och fasader, eller andra ytor i den urbana miljön och omfattande följande sju material: metallplåtar av koppar, zink, galvaniserad stål samt rostfritt stål; bitumenbaserat takpapp samt takduk av PVC från två olika tillverkare.

Aktiviteter 2024

- Sammanställning och publikation av slutrapport
- Presentation av resultaten på Dag&Nät webinarium i november 2024

Viktigaste resultat

Toxiska effekter observerades på samtliga tre testorganismer som ingick i studien. Avrinning från kopparplåt bedömdes ha en stark toxisk effekt på samtliga tre testorganismer. För tillväxten hos grönalg hade även zinkplåt samt galvaniserad stål en starkt toxisk effekt. Hos kräftdjuret *Daphnia magna* samt ägg från zebrafisk var det, utöver kopparplåt, ett av PVC-materialen, zinkplåt och galvaniserad stål som uppvisade högst toxisk effekt.

Publikation

Müller, A., Viklander, M. & Österlund, H. (2024). *Toxicitetstester av avrinning från olika byggnadsmaterial*. Rapport. Luleå tekniska universitet

2.1.2 Fokusområde Dagvattenrening

2.1.2.1 Biofilters långtidsfunktion 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 förekommande föroreningar och 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 i detta sammanhang en vanligt förekommande teknik för behandling av dagvatten med ökande popularitet i Sverige liksom internationellt.

Huvudinriktningen i Roberts forskning ligger på hållbar dagvattenhantering och långtidsfunktion i kalla klimat. Då dessa anläggningars utformning och val av filtermaterial har stor inverkan på såväl biofilters reningsförmåga som funktion är studier av filtermaterialets reningsförmåga över tid samt ackumulation av föroreningar i såväl filtermaterial som försedimenteringssteg under kalla förhållanden en central del av Roberts forskning.

Aktiviteter 2024

- Publikation av resultat av tidigare studier i *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*.
- Presentation och publikation av resultat från provtagning av dagvatten, analys av filtermaterial och sediment från biofilteranläggningar.
- Presentation av studien vid 16th International Conference on Urban Drainage 2024 (ICUD) i Delft, NL.



Bild 2. Provtagning av filtermaterial i biofilter.

Viktigaste resultat

Resultaten från provtagning av dagvatten visar att filter särskilt framtagna för kallare klimat och med mycket hög infiltrationsförmåga är effektiva för avskiljning av bland annat Cu, Pb och Zn. Salt från vinterväghållning har negativ inverkan på rening av metaller i dagvatten och risk finns för läckage av metaller under och efter säsong när vägsalt använts. Dock är avskiljning av metaller och ackumulering över tid större än aktuellt läckage, varför biofilter sammantaget detta till trots har en positiv effekt vid hantering av vägdagvatten.

Studierna av filtermaterial och sediment 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 för metaller på risk för läckage från filtermaterial över tid samt att de organiska föroreningarna har mycket höga halter i ytlager och i försedimenteringsenheter. Förekomst av steg för försedimentering tillsammans med kontinuerlig planlagd drift & underhållsinsats av dessa anläggningar kan förbättra biofilters långtidsfunktion.

Nedlagt arbete ger en bild av de risker som byggs in i ett reningsfilter över tid samt ökad förståelse för hur olika ämnen binds till och rör sig i olika filtermaterial. Därigenom kan resultaten bidra till förbättrad design av biofilter samt bättre bedömningar av hur sediment och filtermaterial skall hanteras vid drift och underhåll - samt även i samband med framtida utbyte av filtermaterial.

Publikationer

Furén, R., Flanagan, K., Österlund, H., Lange, K., Beryani, A., Winston, R. J., Tirpak, R.A., Dorsey, J.D., Smith, J., Viklander, M. & Blecken, G.-T. (2024). *Stormwater bioretention: Occurrence and accumulation of metals, PAHs, PCBs, alkylphenols, phthalates, PFASs and microplastics*. 16th International Conference on Urban Drainage, ICUD 2024, Delft, Nederländerna, 9-14 juni.

Furén, R., Winston, R., Tirpak, Dorsey, J., Smith, D., Viklander, M., Blecken, G.T. (2024). *Occurrence and Concentration of 6 Metals and 28 Organic Micropollutants in the Forebays of Bioretention Facilities*. Journal of Sustainable Water in the Built Environment, vol. 11, no. 1

Blecken, G.-T., Flanagan, K., Furén, R., Lange, K., Gavric, S., Otte, L., ... Viklander, M. (2024). *Occurrence, concentration and pathways of emerging, contemporary and legacy contaminants in horizontal and vertical flow wetlands for stormwater treatment*. 18th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control (ICWS 2024), Fort-de-France, Martinique, 25-29 november.

2.1.2.2 Biofilters prestanda vid rening, ackumulation och dynamik av organiska mikroföroreningar



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

Biofilter är en yteffektiv dagvattenreningsteknik 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 anläggningar har undersökts, speciellt gäller detta i Skandinavien med områdets specifika klimatförhållande och omgivande miljö.

Det övergripande syfte med denna studie är att utvärdera ett antal biofilter med avseende på driftprestanda och behandlingseffektivitet vad gäller reduktion av organiska mikroföroreningar - under olika förhållanden, varierande design och hydraulisk belastning.

Aktiviteter 2024

- Publikation av tre vetenskapliga artiklar, tre konferensbidrag samt en datasammanställning
- Bidrag till tre tekniska rapporter på uppdrag av Svenskt Vatten samt Naturvårdsverket, omfattande behandlingseffektivitet och långsiktig ackumulering av organiska mikroföroreningar i biofilteranläggningar belägna i USA/Sverige
- Fortsatt arbete med två fältprojekt i respektive Växjö, Sverige, samt Ohio, USA. I Ohio fokuserades för första gången förekomst och ackumulering av PFAS i 20 biofilteranläggningar. I Växjö undersöktes övergripande prestanda hos en serie biofilteranläggningar gällande rening av organiska mikroföroreningar i tillrinnande dagvatten över ett tidsspänn på två år.
- Sammanställning av doktorsavhandling för planerad disputation i mars 2025.

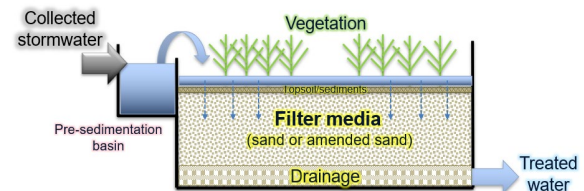


Bild 3. Biofilter för dagvattenbehandling i Växjö (övre bild) samt schematiskt tvärsnitt (nedre bild).

Viktigaste resultat

Arbetet visar att ett stort antal farliga organiska mikroföroreningar förekommer i urbant dagvatten: polycykliska aromatiska kolväten (PAH) samt petroleumkolväten, bisfenol A, alkylfenoler, ftalater, PFAS. Många av dessa ämnen kunde borttas samt ackumuleras i en biofilter-anläggning (försedimentering och biofilter).

Emellertid styr organiska mikroföroreningars egenskaper och anläggningens utformning i hög grad behandlingseffektivitet. Exempelvis kunde mer hydrofoba föroreningar, såsom PAH, petroleumkolväten och långkedjade PFAS, i högre grad renas i enkla sandbase-rade biofilter än mer mobila ämnen såsom bisfenol A, alkylfenoler samt kortkedjiga PFAS.

Forskningen om biofilter med biokol, den första studien i fältskala gällande behandling av organiska mikroföroreningar, visade att de komplexa förhållanden som råder i dagvattensammanhang (multipla interferenser och intermittenta flödesförhållanden) gör validering av denna teknik under verkliga förhållanden långt från trivial. Med denna utvärdering av biofiltermaterial, inkluderande förorenade

biokolpartiklar, undersöktes också de interferenser som var orsaken till att resultat från fältförsök understiger förväntningarna från labb- och pilotstudier.

Publikationer

Beryani, A., Flanagan, K., Viklander, M., Blecken, G.-T. (2024). *Intra-event variations of organic micropollutants in highway runoff and a presedimentation-biofilter treatment facility*. Journal of Hazardous Materials, 476.

Beryani, A., Furén, R., Österlund, H., Tirpak, A., Smith, J., Dorsey, J., ... Blecken, G.-T. (2024). *Occurrence, Concentration, and Distribution of 35 PFASs and Their Precursors Retained in 20 Stormwater Biofilters*. Environmental Science and Technology, 58(32), 14518–14529.

Beryani, A., Flanagan, K., Viklander, M., & Blecken, G.-T. (2024). *Intra-event variations of organic micropollutants in a stormwater biofilter treatment system*. 18th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control (ICWS 2024), Fort-de-France, Martinique, 25-29 november.

Beryani, A., Österlund, H., Viklander, M., Blecken, G.-T. (2024). *A field study on concentration, treatment, and accumulation of PFASs in stormwater biofilter systems*. 16th International Conference on Urban Drainage, ICUD 2024, Delft, Nederländerna, 9-14 juni.

Beryani, A., Furén, R., Österlund, H., Viklander, M., Blecken, G.-T. (2024). *Ackumulering av perfluoralkylsubstanser (PFAS) och deras prekursorer i regnbäddar och biofilter för dagvattenrening*. Rapport. Luleå tekniska universitet.

Beryani, A., Österlund, H., Viklander, M., & Blecken, G.-T. (2024). *Reining av organiska föroreningar i dagvattenbiofilter med och utan tillsats av biokol*. Rapport. Luleå tekniska universitet.

2.1.2.3 Trafikrelaterade föroreningar i vägkantsområden: Förekomst och fördelning



Lea Hagen, Doktorand
Handledare: Godecke Blecken, prof.
Biträdande handledare:
Maria Viklander, professor
Kelsey Flanagan, universitetslektor

Avrinnande vägvatten bär med sig föroreningar som kan påverka omgivande vattenmiljö. Vanliga reningsåtgärder är svackdiken och buffertzoner, men deras förmåga att kvarhålla föroreningar i jord är inte väl dokumenterad.

Finansierat av NordFoU (Trafikverket, Sverige, och Statens Vegvesen, Norge) och Naturvårdsverket samt i samarbete med NTNU, syftar detta projekt till att förbättra hanteringen av vägavrinning genom att dokumentera jordens kvarhållande förmåga samt analysera trafikrelaterade föroreningar. I detta syfte uttogs jordprov på skilda platser. Proven togs på två olika djup och varierande avstånd från vägkant. I ett senare skede kommer prover från svackdiken längs en motorväg nära Stockholm att undersökas.

Aktiviteter 2024

- Jordprovtagning längs vägar och motorvägar i Sverige och Tyskland slutfördes enligt plan



Bild 4. Jordprovtagning längs landsväg nära Luleå (augusti 2024)



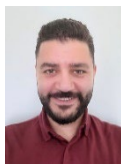
Bild 5. Jordprovtagning längs en tysk motorväg (september 2023)

- Insamling av mer än 200 jordprover på 12 platser mellan september 2023 och november 2024
- Prover skickades till laboratorium för mikroplastanalys med Pyrolys GC-MS. Utvalda prover skickades för mikroplastanalys med mikroskop.
- Prover analyserades dessutom beträffande förekomst av metaller, PAH och PFAS.
- Analys av partikelstorleksfördelning för alla prover för att stödja resultaten från kemisk analys
- Inledande planering inför provtagning av svackdiken längs en motorväg nära Stockholm

Preliminära resultat

I motsats till vad som förväntades detekterades i prov analyserade med Pyrolys GC-MS minimalt med mikroplast i flertalet jordproverna. Mikrorester från däckslitage kvantifierades likaså sällan, även längs högtrafikerade vägar. Emellertid kunde via en första mikroskopianalys plast- och däckslitagepartiklar identifieras.

2.1.2.4 Dagvattenbehandling med kompakt reningsteknik



Talat Kemal Satilmisoglu, industri-doktorand, GF Piping Systems
Handledare: Godecke Blecken, prof.
Biträdande handledare:
Lian Lundy, gästprofessor
Maria Viklander, professor

Kompakta dagvattenreningstekniker är specialiserade system utformade för att avlägsna föroreningar från dagvattenavrinning på platser där utrymmet är begränsat. Till skillnad från traditionella metoder för dagvattenrening (såsom stora dammar eller konstruerade våtmarker) kräver dessa kompakta lösningar mindre utrymme, vilket gör dem särskilt lämpliga för stads- och industriområden. Talats forskning fokuserar på sådana kompakta behandlingsanläggningar för dagvatten, mer specifikt behandlingsprocesser som inryms i under mark belägna konstruktioner.

Detta doktorandprojekt syftar till att noggrant analysera reningsprocesserna i dessa dagvattenanläggningar genom ett fördjupat fokus på filtrerings- och sedimenteringssteg, inkluderande mätning och jämförelse av anläggningarnas inflöde och utflöde.

Aktiviteter 2024

- Etablering av samarbete med IKT (Institute for Underground Infrastructure, Tyskland) för analys av filtreringssteg
- Filterkammartester har genomförts vid IKT
- Sedimentprovtagning i Boden, Sundsvall, Östersund, Norrköping och Ullared, genomförd i följande anläggningsvarianter: 8 st Uponor Vault, 2 st EcoVault och 1 st Sediment Trap Biofilter
- Framtagning av diagram för sedimentens partikelstorleksfördelning via våtsiktning och laserdiffraktion



Bild 6. Sedimentprovtagning i Boden, september 2024

Viktigaste resultat:

Ökat tillflöde till kompakta dagvattenrenings-system reducerar filtreringsbaserade reningsteknikers prestanda.

För filtreringsbaserade reningsprocesser i kompakta dagvattenreningssystem är det kritiska scenariot när de belastas med maxflöden, eftersom filtreringseffektiviteten då kan sjunka snabbt.

Uppsamlingen av sediment i kompakta dagvattenreningssystem är direkt relaterad till grad av urbanisering i avrinningsområdet och andelen icke permeabel yta.

Regelbundet underhåll är avgörande för sedimentationsbaserad rening.

2.1.2.5 Yteffektiv dagvattenrening



Ivan Milovanovic, doktorand

Handledare:

Annelie Hedström, professor

Biträdande handledare:

Godecke Blecken, professor

Den pågående urbaniseringen leder generellt till minskade grönytor och ökad andel hårdgjord yta. Resultaterande urbana avrinning innehåller varierande typer och halter av föroreningar, beroende på dränförlopp och bebyggelsetyp. 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 2024

- Analys av insamlade data i EcoVault-studien slutfördes och en artikel skickades till tidskriften Urban Water för granskning.
- Skrivit en artikel om zeolitfilter för avrinning från koppartak inom Dag&Näts artikelserie "Ny Forskning och Teknik".

Viktigaste resultat

EcoVault avskiljde TSS i dagvatten motsvarande -15% och 83 %, med ett genomsnitt på 46% och 40% för de två studerade anläggningarna EcoVault A och B.

Avskiljningen av metaller varierade; i genomsnitt minskade totalhalten av koppar med 26% respektive 53% i EcoVault A och B, Totalhalten av zink minskade med 18% respektive 58%.

Halter lösta metaller påverkades ej troligtvis orsakat av igensättning av zeolitfiltret i

EcoVaultsystemen Detta i så fall trots befintligt sedimenteringssteg och höga flödeshastigheter.

EcoVault-tekniken kan vara en lämplig lösning när det är begränsat utrymme i den byggda miljön, men resultaten belyser också systemets utmaningar vad gäller lösta föroreningar. Detta understryker behovet av ytterligare systemoptimering och förfining av anläggningens utformning.

Resultaten från studien om zeolitfilter för avrinning från koppartak visade att filtret lyckades minska total och löst koppar med 52 – 82 % respektive 48–85 %. Trots detta var kopparhalterna i utgående vatten fortfarande höga, mellan 350–600 µg/l. Detta överstiger rekommenderade nivåer och indikerar behovet av fortsatt forskning för att förbättra behandlingsmetoderna och minimera miljöpåverkan från koppartak.



Bild 7. EcoVault anläggning under provtagning

Publikationer

Milovanovic, I., Hedström, A., & Herrmann, I. (2024). Zeolitfilter för avrinning från koppartak. Dag&Nät artikelserie "Ny Forskning och Teknik", nr 18, mars 2024

2.1.2.6 Miljöpåverkan av dagvatten och snöhantering



Snežana Gavrić, postdoktor

Olika dagvattenanläggningar och multifunktionella ytor implementeras allt oftare i urban miljö. Samtidigt medför urbaniseringen större områden med hårdgjorda ytor, föroreningskällor och antropogena utsläpp som påverkar dagvattenkvalitet.

Snežanas forskning fokuserar på dagvattenkvalitet och påverkan av dagvattendränning på jordkvalitet, sediment och systemunderhåll, samt potentiella miljöeffekterna av dagvatten och multifunktionella ytor i urbana områden. Snežana undersöker i detta syfte metalliska föroreningar och organiska ämnen. Genom att bedöma olika komponenter i dräneringssystem med fokus på kvalitet i både sediment och dagvatten är syftet övergripande att öka kunskapen om huvudprocesser och faktorer som påverkar föroreningar i urbant dagvatten.

Aktiviteter 2024

- Analys av data från provtagningar från industriområden i Luleå. Arbetet ingår i ett projekt med syfte att undersöka möjligheten att omdana diken till fungerande snödeponi under vintern. Data ska publiceras som en rapport hos Naturvårdsverket 2025.
- Avslutad provtagning av avrinning från piltak, för att genomföra en effektbaserad analys baserad på dessa dagvattenprov. Dataanalys är påbörjad och kommer att sammanställas för vetenskaplig publicering samt presenteras på ett DRIZZLE lunchseminarium under 2025.



Bild 8. Duplikata prover av avrinnande dagvatten från 8 olika takmaterial - för effektbaserad analys.

- Bidrag till Naturvårdsverket vetenskapliga sammanställningar med en rapport där prestanda och design för olika dagvattenanläggningar i kallt klimat sammanfattades.
- Deltagande i förarbetet till en studie om pilotdiken på universitetets campus i Luleå som ska utvecklas vidare under 2025
- Presentation om snöhantering i urban miljö på Parkkongress i Umeå som samlade olika yrkesgrupper, såsom landskapsarkitekter, stadsarkitekter och forskare (augusti 2024).

Preliminära resultat

Uppläggning av snö med snöslunga i ett dike i Luleå, som användes som testsite, visade ingen negativ påverkan på vattenkvaliteten i utflödet från diket. Vid sidouppläggning av snö medels traktor kunde däremot en skarp

ökning av metallhalter i utloppet påvisas, som sedan långsamt sjönk under resten av dagen. Trots denna ökning var dock vattenkvaliteten vid utflödet i samma storleksordning som vid inflödet, bortsett från bly (Pb). Det krävs sålunda fortsatta undersökningar för att förbättra förståelsen kring vilka faktorer som påverkar användning av blå-grön infrastruktur för snöhantering i urbana miljöer.

Undersökning av biologiska effekter av organiska föroreningar i avrinnande vatten från olika takmaterial, påvisade relevansen för omfattande analys av dagvattnets kvalitet. Dataanalysen här omfattar jämförelse med resultaten från kemiska analyser samt akuta toxicitetstester.

2.1.2.7 Dagvattenbiofilter och flytande våtmarker: Faktorer som kan påverka funktionalitet



Katharina Lange, postdoktor

Biofilter och flytande våtmarker för dagvattenrening är teknik som implementeras alltmer i Sverige och världen runt. Den bärande tanken är här att efterlikna reningsprocesser som finns i naturliga system. Dessa tekniker bedöms i detta sammanhang som potentiellt ekonomiskt slagkraftiga, utrymmesbesparande och/eller kunna tillföra estetiskt tilltalande reningsanläggningar för dagvatten. I dagsläget kvarstår dock en hel del oklarheter kring reningsprocesserna i biofilter och med flytande våtmarker. Alltför lite dataunderlag finns exempelvis tillgängligt beträffande olika växters inverkan på rening av näringsämnen i biofilter, faktorer för metallrening i biofilter och hur flytande våtmarker bidrar till mikroplastkontamination i miljön.

Aktiviteter 2024

- Publikation av en artikel om hur flytande våtmarker bidrar till mikroplastkontamination i miljön i tidskrift Journal of Sustainable Water in the Built Environment
- Uppstart av dataanalys och artikelförberedelse, gällande en tidigare laboratoriestudie om olika växters inverkan på näringskoncentrationerna i utflödet från biofiltersystem vid varierande dagvattentillförsel
- Bidrag till Svensk Vatten Rapport 2024-17 "Dagvattenbiofilter och regnbäddar – rening och ackumulering av föroreningar - Resultat av fältstudier i Malmö, Växjö, Stockholm och Sundsvall".

Viktigaste resultat

En undersökning som fokuserar frågan om flytande våtmarker tillverkade av olika typer av polymerer frigör mikroplast när de utsätts för ultraviolett (UV) strålning visar att flytande våtmarker tillverkade av polyetentereftalat (PET) släppte/frigjorde mer mikroplast än flytande våtmarker tillverkade av polyeten med hög densitet (HDPE).

Preliminära resultat av en laboratoriestudie med biofilterkolonn visar på ineffektiv kväverening, särskilt efter en torkperiod, samt effektiv fosforbehandling. Val av växtarter påverkar främst kvävereningen, medan urval av små växter verkar reducera reningsgraden.

Publikationer

Lange, K., Jönsson, E., Österlund, H., Blecken, G.-T. & Viklander, M. (2024). *Floating Treatment Wetlands Made of HDPE and PET Can Be Sources of Microplastics*. Journal of Sustainable Water in the Built Environment, 10(4), Article ID 06024001.

Blecken, G.-T., Lange, K., Beryani, A., Furén, R., Österlund, H., Flanagan, K., Viklander, M. 2004. *Dagvattenbiofilter och regnbäddar – rening och ackumulering av föroreningar; resultat av fältstudier i Malmö, Växjö, Stockholm och Sundsvall*. Svenskt Vatten Rapport Nr. 2024-17.



Bild 9. Biofilter i Växjö.

2.1.2.8 Från uppströmsarbete till samhälls-effekt: dagvattenhantering i sin helhet



Haoyu Wei, postdoktor

Haoyus forskning täcker ett brett spektrum av dagvattenrelaterade ämnesområden, från specifika föroreningskällor till deras toxiska effekter, och bidrar till flera forskningsprojekt. Inom projektet “uppströms” undersöks hur föroreningar kan reduceras vid källan, medan studier om gatusopning utvärderar effektiviteten av denna avrinningsåtgärd för att kontrollera föroreningar nära respektive källa. Forskning om sediment som ackumuleras i dagvattenbrunnar och skärmbassänger stöder diskussionen om underhållsbehov och avfallshantering. Sensorteknik används för att övervaka sediment i avloppsledningar, optimera underhåll och identifiera ”hot spots”. ISWIM-projektet utvecklar innovativa metoder för att rena mobila och långlivade föroreningar, medan effektbaserade analyser belyser toxiska effekter av föroreningsblandningar i dagvattenmatriser. Studierna sker i nära samarbete med kommuner och VA-organisationer som Stockholms stad, Tekniska verken i Linköping, VA SYD i Skåne, MSVA i Sundsvall, och Lumire i Luleå.

Aktiviteter 2024

- Disputation den 14 mars 2024.



Bild 10. Diskussion under disputationen med opponent Prof. David Butler (Exeter University, UK).

- Presentation av forskningsresultat om påverkan av typ av markanvändning på förorening och ackumulering av sediment i dagvattenbrunnar på ICUD 2024.
- Publikation av en artikel om inverkan av säsongsbundna aktiviteter och trafikförhållanden på föroreningsgenerering och ackumulering av sediment i dagvattenbrunnar.
- Publikation av en artikel om utvecklingen av ett system för att mäta sedimentdjup i avloppssystem - baserat på analys av temperaturdynamik.
- Bidrag till syntesrapporten för projektet “Dagvattenforskning i kallt klimat – en vetenskaplig sammanställning”.
- Medverkan i framtagandet av ett position paper tillsammans med internationellt verksamma yngre forskare.
- Arbete med en artikel som belyser de spatiala egenskaperna hos bottensediment i en skärmbassäng i Östersund.
- Arbete med en artikel om att utvärdera toxiska effekter av dagvattendammars sediment med *in-vitro* bioanalyser.
- Deltagande i designsprinten inom projektet ISWIM Innovativ hantering av dagvatten för ett hållbart samhälle.
- Organisering av workshop inom “uppströms”-projektet, om att minimera transporten av mikroföroreningar i dagvatten.
- Initiativtagare till ett forskningsprojekt för att utvärdera påverkan av gatusopning på fördelningen av sediment och associerade föroreningar på vägyta och i dagvattenbrunnar.

Viktigaste resultat

De betydande variationerna i sediments massackumuleringshastighet och associerade föroreningar i dagvattenbrunnar ifrågasätter nytan av den idag generella underhållsstrategin. Ett mer målinriktat underhåll, som prioriterar underhåll av dagvattenbrunnar i avrinningsområden med olika antropogena aktiviteter

och anpassas efter lokala prioriteringar, kan ge bättre resultat.

Ett temperaturbaserat system för att övervaka sedimentackumulering i avloppssystem möter behovet av kontinuerliga mätningar i sådana infrastrukturer. Det har också potential för utvidgad användning i andra urbana dräneringssystem, såsom dagvattenbrunnar.

Flertalet föroreningar visade högst koncentration i skärmbassängens inlopp. De spatiala egenskaperna hos sedimenten som ackumulerats i skärmbassängen indikerade en dominans av historiskt avskilda sediment. Vid planering av muddring och deponering måste dessa historiska sediment beaktas för att kunna minska åtgärdernas miljöpåverkan.

Publikationer

Wei, H., Lundy, L., Muthanna, T. M., & Viklander, M. (2024). *Impacts of seasonal activities and traffic conditions on the contamination and accumulation of gully pot sediments: Metal(loid)s and organic substances*. Science of the Total Environment, 948.

Regueiro-Picallo, M., Langeveld, J., Wei, H., Bertrand-Krajewski, J.-L., & Rieckermann, J. (2024). *Combining a daily temperature pattern analysis and a heat-pulse system to estimate sediment depths in sewer systems*. Environmental Science, 10(4), 922–935.

Wei, H., Lundy, L., Muthanna, T. M., & Viklander, M. (2024). *Accumulation and contaminant loads of sediments in gully pots: a comparison between land use types*. ICUD 2024, Delft, The Netherlands, 9-14 juni.

Wei, H. (2024). *Accumulation and Composition of Gully Pot Sediments under Varying Anthropogenic Activities*. Doktorsavhandling. Luleå tekniska universitet.

2.1.3 Fokusområde Fördröjning och klimatanpassning

2.1.3.1 Urban grön infrastrukturs prestanda och hydrologi



Hendrik Rujner, forskarstuderande

Handledare:

Maria Viklander, professor

Biträdande handledare:

Kelsey Flanagan, universitetslektor

Jiri Marsalek, professor

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

I detta projekt undersöks bevuxna svackdikens hydrologiska egenskaper gällande kontroll av urbant dagvatten. Bevuxna svackdiken kan beskrivas som grunda öppna kanaler som påverkar urban avrinning via infiltration, transport, lagring, spridning samt filtrering. Detta leder till reducerade avrinnande flöden och dämpade flödestoppar.

Hendrik har framforskat ny kunskap gällande svackdikens funktionalitet, såsom samband mellan hydrauliska och hydrologiska prestanda under varierande förhållanden. Nyckelfrågeställningar här inkluderar att undersöka relationer mellan hydrauliska - hydrologiska faktorer inkluderande även hydrografer för svackdiken. I detta syfte har markfuktdynamik och svackdikens egenskaper, återspeglade svackdikens processer och rumslig variabilitet studerats och därur evaluerad

långsiktig hydrologisk funktionalitet beträffande innehåll av markvatten.

Aktiviteter 2024

- Publikation av doktorsavhandlingen och disputation i september 2024



Bild 11. Infiltrationsförsök i ett svackdike, Luleå

Viktigaste resultat

Här nedlagt arbete understryker betydelsen av initial halt markfukt på bevuxna svackdikens funktionalitet. Låg markfuktighet medför starkt reducerande förhållanden (avrinning reduceras tydligt - upp mot 74%) medan hög markfuktighet resulterar i ett dominerade direkt transportförlopp (avrinning reduceras i ringa grad – ner mot 17%). Avrinnande flödestoppar reducerades proportionellt, med en tidsförskjutning för avrinnande hydrograf på 5 till 15 minuter.

Ett beväxt svackdike kombinerat med ytterligare funktionellt dränerande enheter uppströms genererar frekvent en reducerad avrinnande volym jämfört med resultat framkomna i studier av bevuxna svackdiken eller översilningsytor. Något som tillskrevs bero på stora permeabla områden samt riklig förekomst av små ytliga försänkningar för vattenlagring.

Den hydrologiska reduktionen var knuten till lokala förhållanden, såsom markförhållanden och ytlig markvatteninteraktion, resulterande i en mediankoefficient för avrinnande flöde

på 0,03 täckande 60 regntillfällen. Grundvatteninteraktion och markfuktvariation påverkade dynamiken i den omättade zonen, i sin tur genererande vattenavrinning även under torra perioder. Detta gav som följdverkan variabel transporttid för avrinnande flöde och försenade toppflöden.

En mätperiod omfattande totalt åtta år avslöjade hög spatial variabilitet för markfuktighet, något som bedömdes bero på omblandning av olika markskikt under inledande markarbeten. Beväxta slänter uppvisade större variabilitet på markfuktighet jämfört med nedströms beläget svackdike, påverkad av laterala dagvattenflöden. Säsongsbaserade trender över tid indikerade ökad fukthalt i studerat område, styrt av vegetativ mognad – något som förbättrade dagvattenretentionen och områdets uthållighet.

Publikation

Rujner. H, (2024). *Hydrologic processes of vegetated swales in controlling urban stormwater*. Doktorsavhandling. Luleå tekniska universitet.

2.1.3.2 Övriga aktiviteter – Värdering av nyttor med blågrön infrastruktur

Anläggningar baserade på blågrön infrastruktur (BGI) anses vara en lovande metodik för bättre dagvattenhantering, mildrad risk för översvämningar och förbättrad vattenkvalitet i en mottagande vattenförekomst. Därtill kan den ge ytterligare nyttor i form av ekologisk funktionalitet.

Som en del av PRECISE och FORMAS-finansierade projekt, utvecklades sju alternativ i två skalor beroende på typ av BGI-anläggning (konstruerad, naturlig och infiltrationsbaserad) och specifik placering (decentral, end-of-pipe och kombination av bägge). En bedömning av resultat omfattande utvecklade alternativ för BGI-implementering applicerade på innerstaden (Davidshall, Malmö), presenterades på ICUD2024 i Delft, Nederländerna. En publikation är inlämnad.

2024 utökades den samhällsekonomiska bedömningen med två nya platser: en bostadsförort (Ångbryggeriets område i Östersund) och ett planerat bostadsområde i Uppsala.

Aktiviteter 2024

- Resultaten från fallstudien Davidshall, Malmö, presenterades på ICUD2024-konferensen, en vetenskaplig artikel färdigställdes och lämnades in.
- Alternativ för ytterligare två platser utvecklades och datainsamling genomfördes. För en mer omfattande ekonomisk bedömning insamlades och användes därefter typkostnader för olika slag av BGI-anläggningar.
- För den socio-ekonomiska bedömningen valdes B£ST – Benefit Estimation Tool (www.susdrain.org/resources/best.html) eftersom det utvecklats för bedömning av nyttan genererad av BGI.
- Resultat från de tre platserna presenterades under DRIZZLE-seminariet "Värdering av nyttan med Blå och Grön Infrastruktur för

beslutsfattande" (16 oktober 2024). En artikel om de tre platserna är under sammanställning.

Viktigaste resultat

Fallstudie Davidshall: decentral och decentral/end-of-pipe-alternativ ger störst totalt värde. De decentrala alternativen ger ett bredare utbud av ekonomiska fördelar (6-7 typer), medan end-of-pipe-alternativen endast genererar 2-3 typer och infiltrationsalternativet 5 typer. Kategorierna för kulturella ekosystemtjänster toppar för tekniskt decentral/end-of-pipe (nytt urbant bostadsområde). Inverkan på tillhandahållande och stödjande ekosystemtjänster var försumbar.

Tre platser: total bedömning per capita visar de högsta värdena för naturliga alternativ (innerstad och bostadsförort) och tekniskt decentral/end-of-pipe (nytt urbant bostadsområde). Förmånskategorierna Bekvämlighet, Översvämning och Hälsa ger högsta värden.

Forskningsresultaten kan användas för att ta fram rekommendationer till beslutsfattare och för att öka medvetenheten bland lokalbefolkningen och stadsplanerare.

Publikationer

Utkina, K, Viklander, M, Blecken, G, Kali, S, Adhikari, U, Sun, Z, et al. (2024). *Valuing of multiple benefits of Blue and Green Infrastructure: case study of Davidshall, Malmö*. ICUD 2024, Delft, The Netherlands, 9-14 juni

2.1.4 Fokusområde Snöhantering

2.1.4.1 Övriga aktiviteter - Föroreningar i urban snö: Provtagningsmetodik, påverkan av snöhantering och spridning med smältvatten

Snö och smältvatten bidrar till föroreningar av ytvatten, vilket kan försämra vattenkvaliteten. I stadsmiljö är de främsta källorna till snöföroreningar trafik, atmosfärisk deposition, vägsalt, halkbekämpningsmedel och urban nedskräpning. Föroreningar som är viktiga att studera i snö och under snösmältning inkluderar tungmetaller, klorider, organiska föroreningar, mikroplaster och näringsämnen.

Aktiviteter 2024

- Publikation av litteratursammanställning om föroreningar i snö som kompletterades med nya data på ämnen som studerats mer sällan (volfram, antimon och rodium).
- Publikation av analysdata från snöprovtagningar genomförda 2021. Studien var en historisk uppföljning av föroreningar i snö (ett urval metaller och PAH'er) från 90-talet och 00-talet.

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., Marsalek, J., Viklander, M. (2024). *Variation in urban snow quality indicated by three seasonal sampling surveys conducted in Luleå (Sweden) within a span of 27 years*. Journal of Contaminant Hydrology, vol 260, 104286

Vijayan, A., Österlund, H., Marsalek, J., Viklander, M. (2024). *Traffic-related metals in urban snow cover: A review of the literature data and the feasibility of filling gaps by field data collection*. Science of The Total Environment, vol 920, 170640

2.1.5 Fokusområde Provtagningsmetodik och övervakning

2.1.5.1 Optimering av metoder för provtagning, lagring och analys av dagvattenkvalitet



Henriette Nishimwe, doktorand

Handledare:

Heléne Österlund, bitr. professor

Biträdande handledare:

Alexandra Müller, bitr. univ. lektor

Maria Viklander, professor

Behovet av att genomföra dagvattenprovtagning för att undersöka dagvattenkvaliteten har bara ökat; därför finns även behov av förbättrade tillvägagångssätt för att samla in data om dagvatten, inklusive provtagning, förvaring och analys av urban dagvattenavrinning.

Lämplig hantering av dagvattenprover från provtagning till analys är viktig för att provet förblir intakt och analysresultaten pålitliga. För närvarande är kunskapen om inverkan av faktorer som förvaringstemperatur och hur länge dagvatten- och smältvattenprover kan lagras ofullständig.

Data för dagvattenkvalitet, som är mycket varierande, är viktigt även för dagvattenhantering; därför förekommer ofta övervakning av ett urval kvalitetsparametrar. Detta till trots finns idag bara begränsade rekommendationer gällande när och hur man bör provta.

Aktiviteter 2024

- Analyser av hur förvaringstid (mellan 1 och 32 dygn) samt temperatur (rumstemperatur, kylskåpstemperatur samt frysskåpstemperatur) påverkar prov innehållande dagvatten och smält snö.
- Sammanställning av vetenskapliga studier om påverkan av förvaringstid och temperatur på proven.
- Litteraturoversikt och planering av en studie gällande utveckling av strategier för

provtagning och hantering av dagvatten och smältvatten som inkluderar kontinuerlig mätning av turbiditet för att simulera suspenderade partiklar och metaller.

Preliminära resultat

Prov innehållande dagvatten och smält snö påverkas av både tid och temperatur.

Hur länge och vid vilken temperatur ett prov kan förvaras beror på om metallen är i suspenderad eller löst form. Exempelvis kan prov för analys av totalhalt lagras längre tid än prov som ska analyseras för löst metallhalt.

Fysikalisk-kemiska parametrar som pH och turbiditet är mer benägna att förändras med lagringstid jämfört med totala suspenderade ämnen (TSS) och elektrisk konduktivitet.

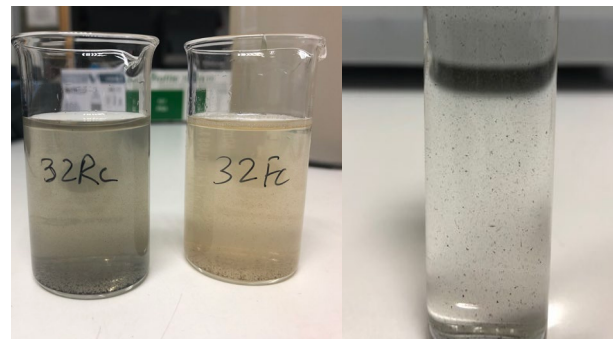


Bild 12: Visuell skillnad efter 32 dygns lagring av dagvatten vid rumstemperatur (vänster), kylskåpstemperatur (mitten) samt frysskåpstemperatur (höger).

2.1.6 Fokusområde Multifunktionell dagvatteninfrastruktur

2.1.6.1 Värdering av nyttor med blågrön infrastruktur

Anläggningar baserade på blågrön infrastruktur (BGI) anses vara en lovande metodik för bättre dagvattenhantering, mildrad risk för översvämningar och förbättrad vattenkvalitet i en mottagande vattenförekomst. Därtill kan den ge ytterligare nyttor i form av ekologisk funktionalitet.

Som en del av PRECISE och FORMAS-finansierade projekt, utvecklades sju alternativ i två skalar beroende på typ av BGI-anläggning (konstruerad, naturlig och infiltrationsbaserad) och specifik placering (decentral, end-of-pipe och kombination av bägge). En bedömning av resultat omfattande utvecklade alternativ för BGI-implementering applicerade på innerstaden (Davidshall, Malmö), presenterades på ICUD2024 i Delft, Nederländerna. En publikation är inlämnad.

2024 utökades den samhällsekonomiska bedömningen med två nya platser: en bostadsförort (Ångbryggeriets område i Östersund) och ett planerat bostadsområde i Uppsala.

Aktiviteter 2024

- Resultaten från fallstudien Davidshall, Malmö, presenterades på ICUD2024-konferensen, en vetenskaplig artikel färdigställdes och lämnades in.
- Alternativ för ytterligare två platser utvecklades och datainsamling genomfördes. För en mer omfattande ekonomisk bedömning insamlades och användes därefter typkostnader för olika slag av BGI-anläggningar.
- För den socio-ekonomiska bedömningen valdes B£ST – Benefit Estimation Tool (www.susdrain.org/resources/best.html) eftersom det utvecklats för bedömning av nyttan genererad av BGI.

- Resultat från de tre platserna presenterades under DRIZZLE-seminariet "Värdering av nyttan med Blå och Grön Infrastruktur för beslutsfattande" (16 oktober 2024). En artikel om de tre platserna är under sammanställning.

Viktigaste resultat

Fallstudie Davidshall: decentral och decentral/end-of-pipe-alternativ ger störst totalt värde. De decentrala alternativen ger ett bredare utbud av ekonomiska fördelar (6-7 typer), medan end-of-pipe-alternativen endast genererar 2-3 typer och infiltrationsalternativet 5 typer. Kategorierna för kulturella ekosystemtjänster toppar för tekniskt decentral/end-of-pipe (nytt urbant bostadsområde). Inverkan på tillhandahållande och stödjande ekosystemtjänster var försumbar.

Tre platser: total bedömning per capita visar de högsta värdena för naturliga alternativ (innerstad och bostadsförort) och tekniskt decentral/end-of-pipe (nytt urbant bostadsområde). Förmånskategorierna Bekvämlighet, Översvämning och Hälsa ger högsta värden.

Forskningsresultaten kan användas för att ta fram rekommendationer till beslutsfattare och för att öka medvetenheten bland lokalbefolkningen och stadsplanerare.

Publikationer

Utkina, K, Viklander, M, Blecken, G, Kali, S, Adhikari, U, Sun, Z, et al. (2024). *Valuing of multiple benefits of Blue and Green Infrastructure: case study of Davidshall, Malmö*. ICUD 2024, Delft, The Netherlands, 9-14 juni

2.1.6.2 Övriga aktiviteter – Återanvändning av regn- och dagvatten

Tillgång till vatten i våra samhällen kan variera mycket och leda till översvämningar i fall av för mycket vatten, medan brist på vatten kan orsaka problem som otillräcklig tillgång till dricksvatten och behov av ransonering. Både överflöde och brist av vatten utgör stora samhällsutmaningar som förvärras av den pågående klimatförändringen. Ett sätt att hantera detta är att återanvända regn- och dagvatten - i ett led till klok resurshantering.

Detta projekt syftar till att öka kunskapen om vattenåtervinning, med fokus på nordiska förhållanden, samt att utveckla verktyg och expertis för att hjälpa marknadsaktörer att avgöra när investeringar i återvinning är lönsamma och hållbara ur ett helhetsperspektiv.

Projektet leds av Tyréns och drar nytta av pågående forskning inom DRIZZLE och Dag&Nät. Arbetet utförs i nära samverkan med behovsägare och partner

Aktiviteter 2024

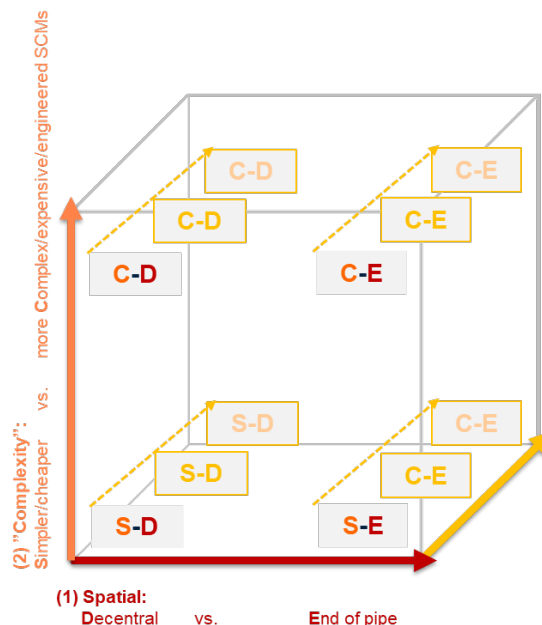
- Utvärdering av befintliga system för återanvändning av vatten i Skandinavien.
- Utveckling av en forskningsartikel om ämnet, planerad att skickas in för publicering i början av 2025.
- Genomförande av intervjuer för att samla in erfarenheter och förväntningar.
- Analys av nyckelparametrar, såsom volym av återanvänt vatten och energiförbrukning.

Viktigaste resultat

Ett utvärderingsverktyget för vattenåteranvändning är under utveckling. Verktyget, som är avsett att användas av marknadsaktörer, inkluderar ett kartverktyg för kvantifiering och dimensionering av återanvändningssystem, samt en metod för holistisk jämförelse av system.

2.1.6.3 Övriga Aktiviteter – Hur uppfattas blågrön infrastruktur i den offentliga miljön?

Blågrön infrastruktur (BGI) kan implementeras på olika sätt med hjälp av olika koncept. Inom detta projekt har sju scenarier identifierats för hur BGI kan implementeras på avrinningsområdesnivå längs en rumslig skala (t.ex. många små anläggningar fördelade i avrinningsområdet kontra några få end-of-pipe anläggningar eller en kombination av båda) och en komplexitetsskala (t.ex. konstruerade, komplexa anläggningar som biofilter kontra enklare, mindre konstruerade anläggningar som svackdiken). Vidare kan dessa scenarier prestera olika över tid (t.ex. komplexa system kan ha större potential men kräver mer underhåll för att bibehålla den prestandan över tid). Därför har en tidsskala lagts till. Scenarierna illustreras i Figur 8.



Figur 8: Scenarier för implementering av BGI

Det finns en växande databas om den tekniska prestandan hos blågrön infrastruktur när det gäller att uppnå mål för vattenkvalitet och vattenmängd. Däremot finns det endast begränsad information om hur intressenter (t.ex. kommuner och allmänheten) uppfattar BGI när det gäller till exempel deras roll i

gatubilden, de fördelar de ger eller de bekymmer de kan ha över deras installation.

Studien utfördes tvärvetenskapligt i samverkan med forskare i statsvetenskap på Luleå tekniska universitet, samt i ett internationellt samarbete med Ohio State University, US, och Wuhan University, Kina.

Aktiviteter 2024

- Genomförande av semistrukturerade intervjuer med personal från cirka 10 kommuner för att:
 - evaluera uppfattningar om BGI inom den kommunala verksamheten,
 - informera om konceptet av ekosystemtjänster och personalens roll i att leverera flera ekosystemtjänster,
 - sätta antagandet på prov att yrkesverksamma ser positivt på BGI i urbana områden, samt
 - undersöka om potentiella ekosystemtjänster levereras/upplevs i praktiken.
- Genomförande av en representativ undersökning av allmänhetens förväntningar och uppfattningar om olika utföranden av BGI och hur anläggningarna upplevs bidra till livskvalitet och rekreation ur olika aspekter. Undersökningen genomfördes både i Sverige, Ohio (USA) och Wuhan (Kina) för att möjliggöra en omfattande jämförelse av allmänhetens uppfattningar i olika länder, samhällskontexter och politiska system.
- Pågående dataanalys som kommer att slutföras 2025.
- Utveckling av två forskningsartiklar som planeras skickas in för publikation under 2025.

2.1.7 Fokusområde Modellering

2.1.7.1 Modellering av dagvattenkvalitet



Nikita Razguliaev, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.

Biträdande handledare:

Kelsey Flanagan, universitetslektor

Tone Muthanna, gästprofessor

Utsläpp av förorenat dagvatten påverkar recipienten negativt. Genom kontinuerlig mätning och insamling av högupplösta data kan sambanden mellan nederbörd, avrinning och varierande halter av föroreningar analyseras och bidra till att stärka kunskapen och beslutsunderlaget för hantering av dagvattenföroreningar i urbana miljöer.

En viktig del av arbetet är att utvärdera och vidareutveckla teknologier för in-situ-mätning, där sensorer möjliggör realtidsövervakning av vattenkvalitet. Tillsammans med robusta metoder för datavalidering och kvalitetskontroll kan det skapas en pålitlig databas som kan användas för att optimera åtgärder och investeringar i dagvattenhantering.

Aktiviteter 2024

- Fortsatt fältarbete med mätningar, datainsamling och analys av data från två platser i Luleå (stadscentrum, industriområde).



Bild 13. Provtagning av dagvatten i Luleå centrum

- Fördjupning av kunskap om metoder inom maskininlärning som kan användas för att komplettera ofullständig data (imputation) och upptäcka avvikelser i datamaterialet.
- Deltagit i en workshop med fokus på hur sensorer kan användas för att samla in tillförlitlig och kontinuerlig data över tid.

Viktigaste resultat

Ett protokoll har utvecklats för halvautomatisk validering och korrigering av datakvalitet.

Tre maskininlärningsalgoritmer för att modellera saknade data för dagvattenkvalitet har utvecklats och prestandan har utvärderats. Fokus var att bedöma behovet av avancerade data-drivna metoder för att hantera stora dataset insamlade av sensorer. Resultaten bidrar till att bredda användningen av högupplösta data inom VA-sektorn, med särskilt fokus på att stärka tillämpningen av hydrologiska modeller i praktiken.

Publikationer

Razguliaev, N., Flanagan, K., Muthanna, T. & Viklander, M. (2024). *Urban stormwater quality: A review of methods for continuous field monitoring*. Water Res. 249.

Flanagan, K., Razguliaev, N., Muthanna, T., & Viklander, M. (2024). *Kan sensorer användas för att utvärdera dagvattenkvalitet?* Rapport, Luleå tekniska universitet

2.1.7.2 Svackdikens infiltrationskapacitet under grundvattennära förhållanden



Iván Mantilla, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Tone Muthanna, gästprofessor

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 orsaks-samband för GI-design.

Att implementera grön dagvatteninfrastruktur i områden med grundvattennära förhållanden innebär stora utmaningar som kan begränsa den utbredda användningen av gräsbevuxna svackdiken. Denna forskningsstudie utvärderar rumslig och temporal distribution av infiltrationshastighet i ett 30 m långt gräsbevuxet svackdike, med hjälp av en modifierad Philip-Dune infiltrometer och ett antal fullskaliga infiltrationstester. Grundvattennivåerna uppmättes via tre piezometrar installerade i svackdikets slänter, för att bedöma hur den omättade zonens djup påverkar infiltrationskapacitet.

Aktiviteter 2024

- Presentation av licentiatuppsats vid ett seminarium den 3 maj 2024.
- Under sommaren har en serie av infiltrationsmätningar samt två iterationer av ett fullskaligt infiltrationstest genomförts i ett svackdike i Luleå.



Bild 14. a) Översvämmat svackdike. b) Installerad flödeskontroll vid utlopp

- En publikation med titeln *Assessing Spatial and Temporal Variability of Grass Swale Infiltration in Shallow Groundwater Conditions*, har skickats till *Journal of Environmental Management* för granskning.

Viktigaste resultat

Punktinfiltrationsmätningar visade signifikant rumslig variabilitet i ks_{at} -värden, från 13 mm/h vid svackdikets botten till 98 mm/h på slänten. Mellan 2022 och 2024 observerades en minskning med 52% i det geometriska medelvärdet av ks_{at} -värden.

Dessa försök uppvisade en genomsnittlig infiltrationshastighet på 4 mm/h – motsvarande endast 1/3 av rekommenderade värdet (12 mm/h). Att enbart förlita sig på resultat från punktmätning kan signifikant landa i överskattad infiltrationskapacitet för svackdiken.

Infiltrationshastigheten avtog med tilltagande djup för den omättade zonen, dock framkom ingen stark korrelation ($r^2 = 0.27$).

Publikationer 2024

Mantilla, I. (2024). *Climate and Geographical Influence on the Performance of Infiltration-Based Facilities for Managing Runoff*. Licentiatuppsats. Luleå tekniska universitet

Mantilla, I., Flanagan, K., Broekhuizen, I., Muthanna, T., Marsalek, J. & Viklander, M. (2024). *Retrofit of grass swales with outflow controls for enhancing drainage capacity*. *Journal of Hydrology*, vol. 639.

2.1.7.3 Modellering av blågrön infrastruktur: design och prestanda



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

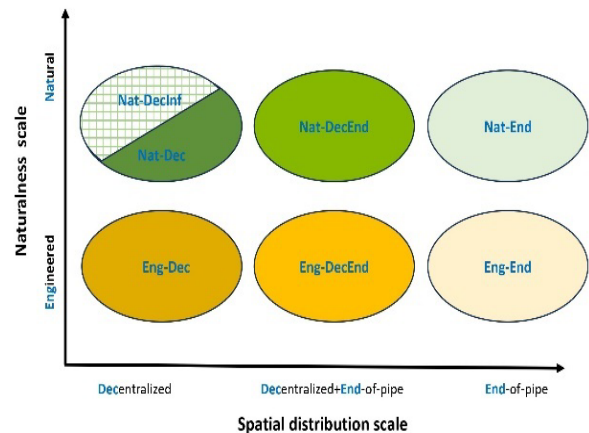
Blågrön infrastruktur (BGI) kan hantera dagvatten vid källan genom att tillfälligt lagra det på ytan och fördröja flöden under regnhändelser. Att implementera BGI i urbana avrinningsområden är ofta utmanande, eftersom det finns en palett av alternativ och designöverväganden för BGI parerat vanligtvis med brist på utrymme. I denna studie undersöks olika alternativ för implementering av olika BGI-tekniker i urbana avrinningsområden. Alternativen har utvecklats längs två skalor – rumslig fördelning av anläggningarna i avrinningsområdet (lokalt vs. end-of-pipe) samt deras komplexitet (enkla naturnära tekniker vs. mera komplicerade och dyrare tekniker). Syftet är att undersöka den hydrologiska prestandan av dessa alternativ och kvantifiera skillnader mellan alternativen. Resultaten kommer att ge vägledning för ett mera evidensbaserat val av BGI-anläggningar och implementeringsstrategier.

En annan pågående forskningsstudie syftar till att utvärdera och förbättra den hydrologiska prestandan hos dagvattenbiofilter som är en mycket vanlig förekommande BGI-teknik. Dessa implementeras i regel för dagvattenrening. I denna studie ligger fokus på att undersöka hur olika designparametrar (val av filtermedia, filtermediadjup, filterytans djup) kan förbättra deras förmåga att fördröja dagvattenflöden och volymer.

Aktiviteter 2024

- Utveckling av en modell med olika BGI-scenarier för tre svenska avrinningsområden (Malmö, Östersund och Uppsala) varibelyses hur BGI-strategier kan

kombineras / implementeras för att generera olika hydrologisk nytta. Exempelvis: minska översvämningsrisk under intensivt regn, potentiell infiltration, förmåga att fördröja stora flöden vid regnhändelser.



Figur 9. Formulerad implementeringsstrategi för BGI alternativ

- Presentation av experimentella resultat på ICUD-konferensen i Delft, Nederländerna (9-14 juni 2024) samt under DRIZZLE Partsstämman 2024.

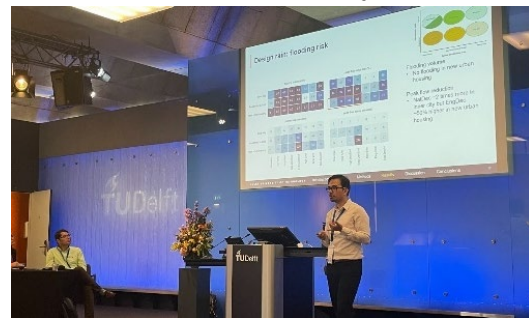


Bild 15. Utsav Adhikari presenterar sin forskning på ICUD, juni 2024

- Kalibrering av en biofiltermodell och validering i fältskala, vari hydrologisk prestanda för olika designparametrar har undersökts
- Resultat har presenterats på ICWS-konferensen 2024, ett DRIZZLE lunchseminarium (28 mars 2024) och Dag&Nät temadagen i februari 2024.

- Utvärdering av SWMM modellens tillförlitlighet för modellering av biofilters hydrologiska prestanda

Viktigaste resultat

BGI-lösningarnas rumsliga fördelning och deras designkomplexitet har en stor inverkan på avrinningsområdenas hydrologiska prestanda.

Infiltrationsbaserade BGI-alternativ (permeabel beläggning, bassänginfiltration) är användbara för att maximera hydrologisk prestanda, men kanske inte prioriteras på platser där andra BGI-alternativ kan installeras.

Modellering av biofilter i pilotskala visar att biofilteranläggningar har potential för inte endast kvalitetsmässig utan även för kvantitetsmässig funktionalitet.

En balans måste eftersträvas mellan ytlig lagring (högre kapacitet under intensiva regn), tjockare filtermaterial (bättre flödesfördröjning för mer frekventa regn) samt tjockare dräneringslager (bättre kapacitet att emotta bräddning / översvämning vid intensiva regn).

Publikationer

Adhikari, U., Broekhuizen, I., Pons, V., Sun, Z., Sjöman, J.D., Randrup, T.B., Viklander, M., Blecken, G.T. (2024). *Comparing the hydrological performance of blue green infrastructure design strategies in urban/semi-urban catchments for stormwater management*. Water Science and Technology, 90 (9): 2696–2712.

Adhikari, U., Broekhuizen, I., Blecken, G.T. & Viklander, M. (2024). *Design of vertical-flow wetlands for improved urban stormwater hydrology*. 18th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, 25-29 november 2024, Fort-de-France, Martinique.

2.1.7.4 Modellering av urbana avrinningsområden – inkludera processer för grönområden



Marco Manetti, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof
Biträdande handledare:
Ico Broekhuizen, bitr. univ. lektor

Användande av naturbaserade lösningar i urban miljö kräver att gröna områdens speciella hydrologi inbäddas i existerande urbana modelleringsverktyg för dagvattenhantering. Selektion av rätt modell är därför viktigt, liksom att inkludera data som är relaterade till inbyggda processer. Allt för att maximera modellprestanda och reducera dess osäkerhet.

Detta projekt syftar till att studera möjligheten att förbättra modellnoggrannhet genom att nyttja processer knutna till gröna områden inklusive anknutna data. En av de väsentliga forskningsfrågorna är om modellprestanda kan förbättras genom att inkludera mätningar av jordens omättade vatteninnehåll och total potential. Frågeställning understryks än mer av det faktum att tillgängliga sensorer är prisvärda samt enkla att använda och underhålla.

Aktiviteter 2024

- Kontinuerlig insamling av fältdata samt underhåll av utrustning inom ett urbant avrinningsområde i Luleå.
- Modellbaserad analys täckande ett urbant avrinningsområde i Luleå, för att identifiera delområden lämpade för installation av sensorer för mätning av jordens omättade vatteninnehåll och jordfuktighetens potential, samt installation av ett flertal sensorer efter fältbesök och analys. Sensorerna är avsedda att integreras i existerande mät-system (mätning av flöde och nederbörd).
- Skrivande av ett konferensbidrag om resultat från den modellbaserade analysen; planen är att presentera det på Urban Drainage Modelling Conference i Innsbruck 2025.

Preliminära resultat

Den modellbaserade analysen visade sig vara ett användbart verktyg för att preliminärt välja ut lämpliga platser för sensorinstallation. Som ett resultat av denna analys har tre platser (A, B och C) inom avrinningsområde identifierats, totalt 12 sensorer för markvatthalt och 10 sensorer för jordfuktighetens potential har där installerats på olika punkter och djup i marken.



Bild 16. Sensorer installerade i de tre delområdena i Luleå

2.1.7.5 Klimatanpassning för urbana dräneringssystem och dess vattenkvalitet: data och modeller



Vincent Pons, postdoktor

Antropogena aktiviteter påverkar klimatet både lokalt och globalt, och är källor till och vägar för anknutna föroreningar. För att mildra negativa effekter eller anpassa systemen till en föränderlig miljö är det nödvändigt att utveckla modeller och metoder som kan hjälpa till att ta hänsyn till dessa förändringar och utvärdera deras påverkan.

Klimatmodeller, trots sina förbättringar över åren i termer av tidsmässig och rumslig upplösning, levererar inte lämpliga indata för dagvattenmodeller. Därför finns det ett behov av att utveckla metoder för att generera data lämpade för dagvattenmodellering från klimatmodellens utleverans. På samma sätt finns det ett behov av att anpassa metoder för modellering och design av urbana dräneringssystem.

Att modellera föroreningar i urbana vattensystem är utmanande på grund av det stora antal föroreningar att beakta och de begränsade datamängder som finns tillgängliga. För att modellera föroreningskoncentrationer krävs också en detaljerad hydrologisk modell. Orsakat av detta är djupa epistemiska osäkerheter inneboende i modellering av dagvattenkvalitet. Vincents arbete fokuserar på metoder för att ta hänsyn till epistemiska osäkerheter vid modellering, samt att vägleda mätningar och producera bättre dataset.

Aktiviteter 2024

- Initiering av en arbetsgrupp för klimatanpassning av urban dränering, i samverkan med kollegor från andra universitet. Målen är att säkerställa en bättre koppling till

klimateforskare, diskutera vår position som forskare samt vår praxis gällande att inkludera klimatförändringar i vårt forskningsämne, samt hur man säkerställer en bättre koppling till medborgare och praktiker.

- Utveckling av ett verktyg programmerat i Python för att skapa enklare tillgång till högupplöst nederbördsdata för tillämpning av dagvattenmodeller under framtida klimatförhållanden. Detta är del av Formas/Joint Program Initiative projektet GreenStorm.
- Utveckling av en metod för att ta hänsyn till epistemisk osäkerhet - en utmaning inneboende i begreppet vattenkvalitet. Detta på grund av ökningen av nya föroreningar samt övervakningsbegränsningar.
- Utveckling av en metadatastandard för att öka återanvändbarheten av dataset.
- Påbörjad undersökning av konvektionstillstånd klimatmodellens eventuella mervärde för urban dränering.

Viktigaste och preliminära resultat

Ett Python-verktyg för statistisk nedskalning av nederbörd under nuvarande och framtida klimat har utvecklats och testats; dock måste dess dokumentation förbättras innan det släpps.

Kalibreringen av statistiska nedskalningsmodeller för 5 europeiska städer (inom ramen för GreenStorm) var framgångsrik. Det har också genomförts för flera andra städer världen över i nära samarbete med andra forskare.

En metod för att explicit ta hänsyn till epistemisk osäkerhet i vattenkvalitetsmodeller har implementerats.

Utvecklingen av en standard för vattenkvalitetsmetadata pågår, i samarbete med det europeiska projektet StopUP och den internationella arbetsgruppen för nya föroreningar (CEC, contaminants of emerging concern) inom Joint Committee on Urban Drainage.

Publikationer

Pons, V., Strömberg, M., Blecken, G.-T., Tscheikner-Gratl, F., Viklander, M., & Muthanna, T. M. (2024). Embracing epistemic uncertainty: A risk evaluation method for pollutants in stormwater. *Water Science and Technology*, 90(1), 398–412.

Pritsis, S., Pons, V., Rokstad, M. M., Clemens-Meyer, F. H. L. R., Kleidorfer, M., & Tscheikner-Gratl, F. (2024). The role of hydrograph shape and designer subjectivity in the design of an urban drainage system. *Water Science and Technology*, 90(3), 920–934.

Bertrand-Krajewski, J.-L., Sobrinha, L. A., Pons, V., Bonneau, J., & Grimard, J.-C. (2024, June). Modelling green roof hydrologic performances under various conditions: Geography, climate change scenarios, simulation time step. *16th International Conference on Urban Drainage*. ICUD 2024, Delft, Netherlands.

Kerimov, B., Pons, V., Pritsis, S., Taormina, R., & Tscheikner-Gratl, F. (2024). Sensor Placement and State Estimation in Water Distribution Systems Using Edge Gaussian Processes. *Engineering Proceedings*, 69(1), Article 1.

Strömberg, M., Pons, V., Tscheikner-Gratl, F., & Muthanna, T. M. (2024, June). Climate robust integration of green and grey infrastructure for CSO-reduction. *16th International Conference on Urban Drainage*. ICUD 2024, Delft, Netherlands.

2.1.7.6 Överförbarhet mellan urbana avrinningsområden av kalibrerade parameteruppsättningar för dagvatten



Emmanuel K Bangura, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof
Biträdande handledare:
Tone Muthanna, gästprofessor
Ico Broekhuizen, bitr. univ. lektor

Integration av mätningar och modeller är central för att förbättra vår förståelse av urbana dagvattenprocesser, där mätningar producerar observationsdata väsentliga för att kalibrera och validera hydrologiska modeller. Kalibreringsprocessen är ofta beroende av högupplösta, platsspecifika mätningar som kanske inte alltid är tillgängliga för centrala parametrar i alla berörda urbana avrinningsområden. Överförbarhet av parametrar kan åtgärda denna brist genom att möjliggöra användning av kalibrerade parametrar från data-täta avrinningsområden, för att simulera dagvattenprocesser i avrinningsområden med brist på data.

För att utforska detta djupare fokuserar forskningen på att undersöka överförbarheten av kalibrerade parameteruppsättningar täckande avgränsade urbana avrinningsområden, med det övergripande målet att öka förståelsen för urbana dagvattenprocesser genom innovativa modellapplikationer och effektiv användning av tillgängliga data. Arbetet utförs i nära samarbete med Lumire, VA-huvudman i Luleå kommun.

Aktiviteter 2024

- Litteraturgenomgång täckande studier med bredare perspektiv beträffande mätningar och modellering av urbana dagvattenprocesser.
- Deltagande i kurser för ökad kunskapsbas gällande modellering, programmering och projektledning

- Installation av 6 st ISCO flödessensorer i dagvattennät och en regnmätare (tipping bucket) inom Storhedens handelsområde.



Bild 17. Installerad flödes- och nivågivare i 1200 mm dagvattenrör

- Underhåll av installerade sensorer och uppstart av preliminär datainsamling från ISCO sensorer
- Utveckling av fyra SWMM-modeller täckande fyra avgränsade avrinningsområden inom Storheden. Modellerna har kalibrerats för olika regntillfällen och resulterande parameteruppsättningar har sedan även testats på de övriga delavrinningsområden.

Preliminära resultat

Kalibrerade parameteruppsättningar kan på ett tillförlitligt sätt överföras mellan större och mindre avrinningsområden, utan någon märkbar prestandaförlust.

Överförbarheten påverkades inte av avrinningsområdets skala eller storlek (områden sinsemellan). Detta kan minska den stora beräkningsbörda och de resurser som krävs för att kalibrera modeller omfattande stora urbana avrinningsområden - under förutsättning att representativa avgränsade avrinningsområden finns tillgängliga men där relativ storlek ej är en faktor som behöver beaktas.

Parameteruppsättningar som härrör från enstaka händelser och längre simuleringsperioder kan överföras på ett tillfredsställande sätt.

2.1.8 Fokusområde Recipientpåverkan: grundvatten och ytvatten

2.1.8.1 Klimatförändringarnas påverkan på grundvatten och innovativa hante-ringsstrategier



Nils Brattgård, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Lian Lundy, gästprofessor
Ico Broekhuizen, bitr. univ. lektor

En konsekvens av klimatförändringarna är förändringar i nederbördsmonster med intensivare regn och längre torrperioder. Nya metoder behöver tillföras för att hantera dessa torrperioder med eventuell vattenbrist som följd. Att tillåta dagvatten att infiltrera till grundvatten, en viktig källa till färskvatten, kan bidra till en större vattentillgång även under dessa perioder.

Återanvändning av dagvatten har också föreslagits som metod för att minska förbrukningen av färskvatten och kan således bidra till ett bättre hushållande med vatten. Syftet med Nils forskning är att undersöka möjligheterna till att implementera dessa metoder sett ur ett kvantitetsperspektiv. För detta nyttjas yt- och grundvattenmodellen Mike SHE i kombination med avloppsnätsmodell i Mike+ som tillåter detaljerad modellering av vattenflöden på och under ytan både i och utanför urbaniserade områden. Historiskt har dessa modeller främst nyttjats för att modellera stora naturliga avrinningsområden, och det finns därför oklarheter i hur man bäst utformar dessa för att modellera mindre och mer urbaniserade områden vilket denna forskning även syftar till att undersöka.

Aktiviteter 2024

- Påbörjad flödesmätning och insamling av klimatdata i ett av två områden som ska modelleras. Flödesmätningar har påbörjats på sex platser i detta område, och ska utvidgas med ett fåtal till för att uppnå

tillräcklig täckning av samtliga delområden. Regnmätare har installerats.



Bild 18. Installerad Geonor T-200B regnmätare

- Applikationen av Mike SHE/Mike+ modell har påbörjats för området. I detta tidiga skede har datatillgängligheten utvärderats och existerande data modifierats för att öppna för skapande av en högkvalitativ modell.
- Diskussioner runt och planering inför installation av utrustning för datainsamling och modellering av vidare fallstudieområden.
- Påbörjad studie med syfte att avgöra vilken detaljnivå som behövs för olika kategorier av indata till ytvatten-grundvattenmodeller. Syftet med denna studie är att skapa en grund för val av data i efterkommande studier. Samt att den förväntas bidra till att göra modelleringen mer målinriktad, resurseffektiv och med minskad osäkerheterna.

Preliminära resultat

Studien är i ett tidigt skede och första resultat väntas vara redo i januari 2025.

2.1.8.2 Grundvattenförorening orsakad av dagvatteninfiltration



Lina Otte, doktorand
Handledare: Maria Viklander, prof.
Biträdande handledare:
Alexandra Müller, bitr. univ. lektor
Lian Lundy, gästprofessor

Infiltration av dagvatten anses vara en hållbar och etablerad metod att minska ytavrinning och förbättra grundvattenbildning. Men detta kan också leda till att föroreningar som näringsämnen, metaller, bekämpningsmedel och organiska föreningar förs ner i markens lägre liggande jordlager, vilket innebär risker för grundvattnets kvalitet.

Syftet med Linas forskning är att öka kunskapen om vilka risktyper och dessas storleksordning som är förknippat med infiltration av dagvatten till grundvattennivån, samt att identifiera hur dagvattenavrinning ska hanteras för att säkerställa ett långsiktigt skydd av grundvattnets kvalitet. Studierna omfattar provtagning av dagvatten och grundvatten i olika områden: såsom ett handelsområde, en motorväg och en flygplats, samt kontrollerade experiment med tre svackdiken i pilotskala.

Aktiviteter 2024

- Litteraturstudie om föroreningar i grundvatten med särskilt fokus på föroreningar orsakade av dagvatteninfiltration
- Möten och platsbesök med projektparter
- Kontinuerlig mätning av grundvattennivå, temperatur och elektrisk ledningsförmåga i grundvattenrör i handelsområdet Storheden, Luleå, sedan sommaren 2024
- Påbörjad identifiering av specifik studieplats och planering för provtagning från och med sommaren 2025
- Planering för och förberedande arbete i fält vid svackdiken i pilotskala, inklusive förbättring av dikenas uppbyggnad, genomförande av infiltrationsmätningar,

bestämning av partikelstorleksfördelning i laboratorium och installation av 18 markfuktighetssensorer.



Bild 19. Lina tar jordprover i svackdike i Luleå.

2.1.8.3 Interaktion mellan dagvatten och grundvatten



Franz Kevin Geronimo, postdoktor

Grundvatten är en viktig vattenkälla för olika användningsområden. Balansen mellan uttag av grundvatten och ytvatten för att kunna möta dessa behov varierar mellan olika regioner.

Globalt sett har undersökningar om användningen av dagvatten som en potentiell vattenkälla för påfyllning av akviferer inte bedrivits i någon större utsträckning. I ett pågående forskningsprojekt söks denna kunskapslucka att överbryggas genom bättre förståelse av interaktionen mellan dagvatten och grundvatten ur ett vattenkvalitetsperspektiv. Projektet genomförs i samarbete med olika intressenter; inklusive Sigtuna kommun, Swedavia, Norrvatten, Luleå kommun genom Lumire, Solentuna kommun och Trafikverket.

Aktiviteter 2024

- En systematisk litteraturstudie har sammanställts om potentiell påverkan av infiltration av dagvatten på grundvattenkvalitet. Specifikt fokuserar studien på dels bedömning av olika provtagningsmetoder och dels alternativ för att fastställa förändringar i grundvattenkvaliteten efter infiltration av dagvatten.
- Följande utrustning har installerats: flödessensorer för dagvatten, mätare för nederbörd samt konduktivitet, temperatur och djup (CTD diver) i Luleå (se bild XX).
- Preliminära resultat från den systematiska litteraturstudien om interaktionen mellan dagvatten och grundvatten har presenterats och på ett DRIZZLE lunchseminarium den 4 september 2024.
- Resultat från en studie som fokuserar metallspeciering i industriområden och

parkeringsplatser har presenterats under IWA DIPCON 2024.



Bild 20. Installation av flödessensorer i urbant avloppsnät i Luleå.

Preliminära resultat

Den systematiska litteraturstudien påvisade att det finns en tydlig kunskapslucka när det gäller effekterna av infiltration av dagvatten på grundvattenkvaliteten. Få studier har rapporterat provtagningsmetoder för både dagvatten och grundvatten. Dessutom finns det osäkerheter om huruvida det grundvatten som provtagits efter specifika regnhändelser är av äldre slag eller kan ses som ett nytillskott, eftersom det i vissa studier inte togs hänsyn till tiden det tog för dagvattnet att nå fram till aktuell akvifer. Denna brist försvårar tolkningen av vilka slutsatser som kan dras när det kommer till bedömningen av dagvattnets påverkan på grundvattenkvaliteten.

Några av de vattenkvalitetsparametrar som är av intresse i de granskade studierna inkluderar elektrisk konduktivitet, klorid, zink, koppar och nickel. Slutligen identifierades flera provtagningsmetoder för att bedöma

effekterna av infiltration av dagvatten på grundvatten. Dessa inkluderar aktiv infiltration genom grön infrastruktur och andra tekniker, avsiktlig akviferpåfyllning och jämförelser mellan ett urbant hårdgjort och ett genomsläppligt avrinningsområde som användes som referensområden.

2.1.8.4 Dagvattnets väg till recipient: föroreningars ursprung och koncentration



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

Det är viktigt att veta hur enskilda föroreningar i dagvatten transporteras till recipient för att kunna implementera effektiva åtgärder, tillhandahålla adekvat rening och uppfylla gällande krav på miljö kvalitet.

Sunas arbete omfattar provtagning av urbana vattenförekomster i tre svenska städer: Uppsala, Norrköping och Söderköping. Hennes forskning syftar till att undersöka potentiell påverkan av avrinnande dagvatten på recipients vattenkvalitet. Analyserna omfattar ett brett spektrum av substanser såsom organiska mikroföroreningar, mikroplaster, metaller och näringsämnen. Utöver kemisk analys inkluderar denna forskning innovativa metoder för att utvärdera effekterna av dagvattenutsläpp. I forskningsarbetet används till exempel bioanalytiska metoder, såsom cellanalyser på bottensediment, för att få insikt i de biologiska effekterna av föroreningar från dagvattenavrinning till urbana vattendrag. Dessutom analyseras vatten- och biota-prover med hjälp av miljö-DNA-tekniker (eDNA) för att bedöma de ekologiska effekterna av urbana belastningar, inklusive dagvattenutsläpp, på recipienter.

Aktiviteter 2024

- Presentation av resultat om förekomst och koncentration av PFAS i recipienter vid 16th International Conference on Urban Drainage (ICUD 2024) i juni 2024.
- Bidragit till en rapport om forskning om dagvatten i kalla klimat: en sammanställning av bevis.
- Sedimentprover från vattendragen i Uppsala, Norrköping och Söderköping

analyserades med hjälp av cellbaserade analyser (effektbaserad analys).

- Vatten- och biota-provtagningen från vattendragen slutfördes framgångsrikt.



Bild 21. eDNA-provtagning utförd i Höjeå - augusti 2024

- Analys av eDNA från vatten- och biota-prover för olika taxonomiska grupper, inklusive makroevterbrater, kiselalger, musslor, amfibier och fisk (samarbete med SLU).
- En rapport om förekomst och koncentrationer av PFAS i vatten och bottensediment i urbana vattendrag påverkade av dagvatten publicerades.
- Publikation av en artikel om dagvattenutsläppens inverkan på PFAS-koncentrationerna i recipienter.

Viktigaste resultat:

Koncentrationen av PFAS var högre under våta väderförhållanden, speciellt nära urbana områden; detta tyder på avrinnande dagvatten som sannolikt huvudsaklig källa.

Halt PFOS överskred frekvent miljö kvalitetsstandard under våta väderförhållanden.

Långkedjiga PFAS dominerade under våta väderförhållanden, indikerande partikelbunden transport via urban avrinning.

Variationen PFAS som detekterades visar att det är otillräckligt att bara mäta ett fåtal föreningar (t ex PFOS) för att bedöma miljörisken.

Sediment nära punktkällor uppvisade högre halter PFAS.

Sediment nära punktkällor uppvisade högre koncentration av PFAS, varvid långkedjiga PFAS och deras prekursorer förekom i större utsträckning i sediment än i vattenfas.

Publikationer

Kali, S.E., Österlund, H., Viklander, M., Blecken, G-T. (2024). *Förekomst och koncentrationer av PFAS i vatten och bottensediment i urbana vattendrag påverkade av dagvatten*. Slutrapport NV-06920-21 och NV-03808-23. Luleå tekniska universitet

Kali, S.E., Blecken, G-T., Österlund, H., Viklander, M. (2024). *Per and poly-fluoroalkyl substances (PFAS) in urban rivers affected by stormwater discharges*. 16th International Conference on Urban Drainage (ICUD 2024), Delft, Nederländerna, 9-14 juni 2024.

2.2 Tema Funktion och förnyelse av LEDNINGSNÄT



Temat leds av Annelie Hedström, 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 underhållsspekter. Detta rör t.ex. bildning av svavelväte, fettansamlingar 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 utspädd 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 lättryckavlopp och samförläggning med andra ledningsslag såsom fjärrvärme. Nästa generations sorterande spillvattensystem har även börjat att planeras och byggas, för att öka resurseffektiviteten genom att möjliggöra vatten- och värmeåteranvändning samt utvinning 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 och en effektivare tillgångsförvaltning av dessa.

Utifrån dessa utmaningar och de förändringar som sker i samhället arbetar vi för närvarande med följande områden som rör ledningsnät:

- Akustiska metoder för konditionsbestämning av självfallsledningar
- Datadriven asset management av ledningsnätet
- Metoder för bedömning av samordnad förnyelse - ledningsnät och gata
- Metoder och arbetssätt för att utveckla framtidens VA-system och ledningsläggning så att det samlade infrastrukturella försörjningssystemet för samhället blir så effektivt som möjligt - LCA och multikriterieanalyser.
- Sorterande avloppssystem (BDT/klosett-vatten) när överföringsledningar är för kläna?
- Tillskottsvattenproblematik i spillvattenledningar

Se pkt 2.5.1, tabell 2 för fullständig lista över projekt som pågår inom temat.

2.2.1 Analysdrivna metoder för att stödja tillgångsförvaltning av avloppsledningsnät



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

Efter disputation i mars 2024 har Emmanuel Okwori fortsatt att arbeta deltid som adjungerad lektor med forskning kopplad till smart konditionsbedömning av infrastruktur för vatten- och avloppsledningar. Syftet är att bidra till ett mer databaserat beslutsfattande rörande tillgångsförvaltning av de kommunala VA-näten.

Emmanuel Okwori arbetar främst med projekten VA-NET och Smart Sewers som båda fokuserar på akustiska metoder för att bedöma status på ledningsnät och där i dessa projekt medverkar Emmanuel främst med sin kunskap om maskininlärningsalgoritmer som avses att tränas på olika typer av defekter i självfallsledningar.

Aktiviteter 2024

- Disputation 11 mars 2024. Avhandlingen fokuserade på förbättrad underhållsplanering och förvaltning av avloppsledningsnät genom att hantera problem med datasilor och öka förståelsen för orsakssamband till avloppsstopp.
- En vetenskaplig artikel publicerades gällande graph centrality measures och spatial analys - där forskningen påvisade att de spatiala sambanden mellan kritiska ledningar och ledningar i dåligt skick inte var slumpmässiga. Detta indikerar att nätverksstruktur och ledningsegenskaper påverkar sårbarhetsmönster, vilket kan användas för att förbättra proaktiv underhållsplanering och VA-nätverkens motståndskraft.

- Forskningsresultat presenterades på konferensen Rörnät och Klimat 2024.

Viktigaste resultat

Spatiala analyser avslöjade betydande variation i förekomsten av avloppsstopp, vilket möjliggjorde identifiering av kritiska punkter i ledningsnäten.

Genom analys av mönster och faktorer som påverkar avloppsstopp, erhöles djupare insikter i bakomliggande orsaker och påverkande faktorer.

Fokusgruppsworkshopar och enkäter resulterade i ett konceptuellt ramverk för att utvärdera datakvalitet och interoperabilitet mellan system, vilket adresserade problem med datasilor.

Resultaten användes för att framta effektiva datadrivna strategier för underhållsplanering på strategisk, taktisk och operativ nivå.

Genom avancerade spatiala metoder, såsom täthetsanalys, network k-funktion och geografiskt viktad Poisson-regression, visade avhandlingen hur data kan användas för att förbättra både beslutsfattande och förebyggande åtgärder inom förvaltning av VA-nät.

Publikationer

Okwori, E. (2024). *Analytics-driven approaches to support asset management in sanitary sewer networks*. Doktorsavhandling. Luleå tekniska universitet

Okwori, E.J., Viklander, M. & Hedström, A. (2024). *Edge-based graph centrality measures with spatial analytics to support vulnerability assessment and maintenance planning in sewer networks*. Journal of Hydroinformatics 26, 2146–2161.

Okwori, E., Viklander, M., & Hedström, A. (2024). *Data integration in asset management of municipal pipe networks in Sweden: Challenges, gaps, and potential drivers*. Utilities Policy, 86

2.2.2 Implementering av källsorterande avloppssystem



Letty Mora, doktorand
Handledare:
Annelie Hedström, professor
Biträdande handledare:
Inga Herrmann, bitr. professor

Avloppsvatten betraktas i ökande grad som en bärare av näringsämnen och energi. Dock är det så att återvinning av näringsämnen är enklare i system som ej späds ut med BDT-vatten. Ett bärkraftigt alternativ för genomförande som framträder här är då källsorterande avloppsteknik. Då den kommunala vatten-sektorn har en konservativ syn vad gäller ändrad teknik för avloppsledningar, samt att det bara finns begränsad tillgång till vägledning gällande anläggande och drift av sådana sorterande avloppssystem, behövs en analys av vägval och de ekonomiska incitament som främjar en förändring av denna långlivade permanenta urbana struktur.

Detta doktorandprojekt fokuserar på källsorterande avloppssystem och om och hur dessa så kallade triplikat-system kan implementeras i både nybebyggelse och existerande urbana/semiurbana miljöer.

Eftersom källsorterande avloppssystem som sådana är tydligt sammanhangsberoende valdes här att genomföra forskningsarbetet baserat på fallstudier. Luleå kommuns VA-verksamhet Lumire är en nyckelintressent i detta arbete.

Aktiviteter 2024

- Litteraturstudie om källsorterande system, med speciellt fokus på de frågor som identifierades i workshoparna kring deras genomförande
- Medverkande på EuroSam workshop (17-18 september).
- Presentation av de preliminära resultaten från första studien vid IWA 17th SWWS and 9th ROS konferensen i november

- Genomförda seminarier och möten med Lumire för att utvärdera det föreslagna ramverket och definiera alternativ för den andra studien

Preliminära resultat

Fyra möjliga systemkonfigurationer med olika varianter av källsorterande ledningsnät analyserades utifrån den integrativa litteraturoversikten och intervjuer.

Ett preliminärt ramverk har utvecklats som ett resultat från den första delen av studien.

Från litteraturoversikten framkom det att bristen på kapacitet i det befintliga avloppsnätet kan vara en huvuddrivkraft för implementeringen av källseparerande avloppssystem. Men det är inte den enda, det finns andra drivkrafter som i kombination med bristen på hydraulisk kapacitet kan leda till valet av ett av de föreslagna alternativen. Det är dock nödvändigt att ta hänsyn till överväganden relaterade till, till exempel, användningen av vakuumsystem, återanvändning av grävatten och lagring av svartvatten.

Publikationer

Mora Chirito, L., Herrmann, I., Kvarnström, E., Hedström, A. (2024). *Implementing source-separating wastewater systems when the existing sewer network lacks capacity – Considerations and consequences*. 17th IWA Small Water and Wastewater Systems and 9th IWA Resource Oriented Sanitation conference, Curitiba, Brasilien, 10-14 november 2024.

2.2.3 Akustik för tillståndsovervakning i avloppsledningar



Suneeta Kakati, doktorand
Handledare:
Annelie Hedström, professor
Biträdande handledare:
Örjan Johansson, professor

Markförlagda ledningsnät är oundvikliga i urban infrastruktur. Icke funktionsstörande samt kostnadseffektiva mät- och kontrollsystem behövs för att över tid minimera risken för havererade avloppssystem.

Suneetas arbete inkluderar utveckling av akustisk mätteknik för konditionsbedömning av ledningar avsedda för avancerade mätsystem. Projektet genomförs i tre etapper: först labbskala, därefter pilotskala samt slutligen fullskala. De kommunala avloppsledningar som ingår i denna studies fullskaledel finns i Luleå, Linköping, Sundsvall (MSVA) och Boden. Forskningen har som mål att öka förståelsen för hur ljudvågor kan nyttjas för att klarlägga strukturella förhållanden och anomalier i ledningsnätet, och samtidigt bidra med metoder som snabbare och effektivare kan ge återkoppling på status på självfallsledningar. Projektets slutmål är att tillämpa algoritmer som nyttjar maskininlärning och/eller djupinlärning för att underlätta realtidsbedömning av självfallsledningar.

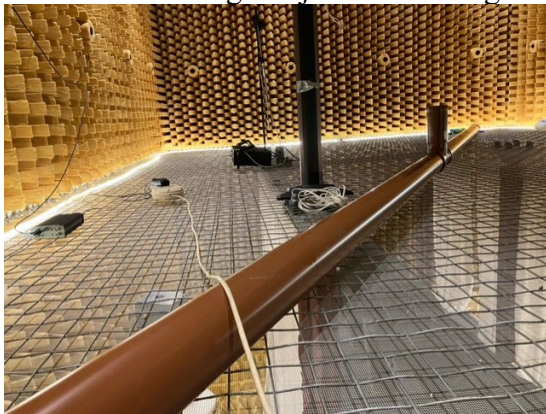


Bild 22. Ledningssystem för avloppsvatten - utvärdering i ekofri mätkammare av akustiska egenskaper kopplat till tillståndsbedömning (november 2024.)

Aktiviteter 2024

- Försöksuppställningen i laboratorieskala är klar, utrustningen har testats som första steg.
- Detektionseffektivitet för försöksuppställningen har kontrollerats för olika gränsförhållanden.
- Varierande rörkonfigurationer har testats: raka 6 m rör, två rör sammanbundna med en öppen och slutna T-sektion samt laterala strukturer.
- I laboriemiljö har tester gällt detektion av två i vattengången blockerande ansamlingar med i steg skild totalstorlek, innefattande alla rörkonfigurationer.



Bild 23. Installation av högtalare och mikrofon i en rörsektion i den eko-fria kammaren (november 2024).

Preliminära resultat:

Preliminära resultat från laborieexperimenten med akustiska metoder utlovar potential beträffande detektering av anomalier i rörledningar.

Insamlade mätdata kunde framgångsrikt identifiera blockeringar baserat på variation i signalamplitud och frekvens.

I sin laboriemiljö pekades exakt två typer av blockeringar ut – under bäge gränsvillkoren.

Större blockerande ansamlingar kunde associeras med lägre signalamplitud, vilket indikerar metodens potential för att estimerar ansamlingens storlek.

Signalstyrkan försvagades med tilltagande lateral rörlängd.

T-sektioner med öppen rörände medförde mindre signaldämpning jämfört med laterala konstruktioner, men omvänt större jämfört med blockerande ansamlingar.

Dessa resultat kommer att nyttjas som stöd för verifiering i fält. Simultant kommer också andra modifieringar att göras.

2.3 Tema Resurseffektiva små AVLOPSSYSTEM



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

Det finns flera utmaningar med dagens avloppssystem. 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 extensiv rening i växtbäddar. Små avloppssystem kan ha fördelar jämfört med stora komplexa och ofta dyra system och det är därför viktigt att forskningsaktiviteter riktar 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 arbetar vi med frågor gällande mark-/naturbaserad avloppsrening, källsorterande avloppssystem och resursåtervinning från avloppssystem.

Under 2024 har forskningen fokuserats på rening av BDT-vatten i våtmarker och gröna väggar, återanvändning av BDT-vatten, mikroföroreningar i BDT-vatten, utveckling av processer för behandling av klosettavatten, samt anpassning av vassbäddsteknik till kallt klimat.

Se pkt 2.5.1, tabell 2 för lista över samtliga projekt som pågår inom temat.

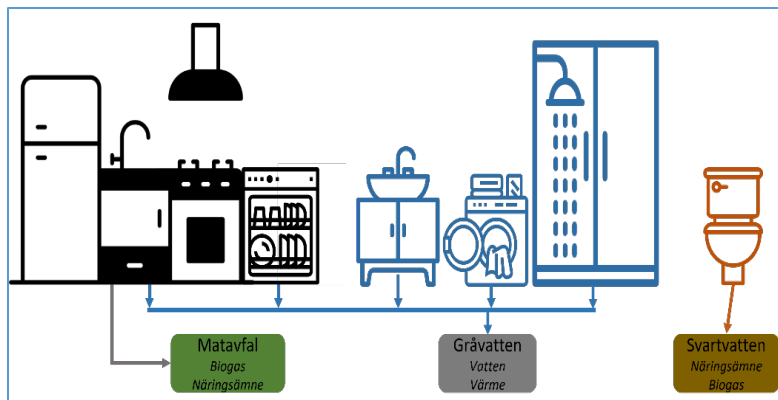
2.3.1 Återanvändning av BDT-vatten



Brenda Vidal, postdoktor

Det finns en växande förståelse för vatten som resurs, inräknat behovet att både minska användningen av rent vatten och öka återanvändningen av brukat vatten. Alternativa vattenkällor kan användas som råvatten för dricksvattenproduktion samt för icke-dricks-vattenändamål såsom bevattning. Ett exempel på en sådan alternativ vattenkälla är behandlat BDT-vatten, som är tillgänglig kontinuerligt. Dock krävs separat insamling och behandling av BDT-vatten för att kunna nyttjas effektivt.

Inom projektet GREW - Återanvändning av grävatten: Var, varför och hur? nyttjar Brenda systemanalys för att jämföra olika vattenproduktionsmetoder, såsom avsaltning och avancerad behandling av BDT-vatten, för att uppskatta miljöpåverkan och för att jämföra de olika alternativen på ett rättvist sätt. Resultaten kan användas för att stödja övergripande beslutsprocesser och stadsplaneringsprojekt. Projektet genomförs i samarbete med region Gotland där vattenbrist idag är en utmaning som driver framtagande av innovativa lösningar för BDT-vattenbehandling.



Figur 10. Resursåtervinning från olika källor

Aktiviteter 2024

- Presentation av BDT-vattenprojektet i en "speed-dating" session på forsknings- och innovationskonferens över VA-klustrens gränser, Uppsala den 6–7 februari.
- Presentation av möjligheterna och utmaningarna med att återanvända renat BDT-vatten för vattenproduktion i ett cirkulärt samhälle, tillsammans med Levien Melse, på VA-seminarium och branschdag på Luleå tekniska universitet den 27 februari
- Deltagande i LCA symposium i Göteborg, arrangerad av Swedish Life Cycle Center och SETAC (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry), 21-23 oktober i Göteborg
- Presentation av preliminära resultat från BDT-vattenprojektet på IWA-konferensen om små vatten- och avloppssystem (SWWS) och resursorienterad sanitet (ROS), 10-14 nov i Curitiba, Brasilien
- Deltagande i BDT-vattendag på LTU den 26 november, där forskning om BDT-vatteninnehåll, källsorteringssystem, BDT-vattenbehandling, utmaningar och hållbarhet diskuterades mellan forskare från Luleå tekniska universitet, Lund universitet, NSVA, Norge, Tyskland och Nederländerna.

Preliminära resultat

Båda alternativen för dricksvattenproduktion, avancerade BDT-vattenbehandling och avsaltning, visade högre och lägre miljöpåverkan beroende på påverkanskategori. Klimatpåverkan var liknande för båda alternativen. De huvudsakliga bidragande aspekter till miljöpåverkan är slamhantering, avloppsreningssprocesser och elproduktion. För kategorin klimatpåverkan var GAC-filtret (i BDT-vattenalternativet) och produktionen av omvänd

osmos membranmoduler (i avsaltningsalternativet) de mest bidragande processerna.

Publikationer

Vidal, B., Hedström, A., Herrmann, I. (2024). *Greywater treatment or desalination for drinking water supply? A life cycle perspective*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th Conference on Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

2.3.2 Decentraliserad BDT-vattenbehandling



Mashreki Sami, doktorand

Handledare:

Inga Herrmann, bitr. professor

Biträdande handledare:

Annelie Hedström, professor

Elisabeth Kvarnström, adj. prof.

Att separera bad-, disk- och tvättvatten (BDT-vatten) från hushållens klosettwater kan ha flera fördelar. Andelen BDT-vatten i ett hushållspillvatten är ca 70% vilket gör att en separat insamling och lokal behandling av detta flöde kan vara av fördel när det befintliga ledningsnätet saknar kapacitet eller hushållet inte kan anslutas till det kommunala nätet. BDT-vatten innehåller organiskt material (t ex BOD), kväve, fosfor, patogent material (t ex *E. coli*), kemiska föroreningar (t ex ytaktiva ämnen) från hushållsprodukter och mikroplast. Olika filtertekniker är lovande för decentraliserad BDT-vattenrening; tex gröna väggar eller markbaserade system. Gröna väggar har potentiellt ytterligare fördelar som tex förbättrat mikroklimat och luftkvalitet samt estetiska aspekter. Markbaserad rening kan utformas på olika sätt och är en potentiellt robust och passiv reningsmetod.

Samis forskning syftar till att undersöka de förhållanden som påverkar effektiviteten hos olika decentraliserade system för BDT-vattenbehandling. Här ingår lokala minireningsverk, två gröna vägg-system i pilotskala samt ett horisontellt våtmarkssystem som tar emot BDT-vatten från en bostadsbyggnad. Anläggningarna undersöktes med avseende på rening av organiskt material, näringsämnen (kväve och fosfor), tensider och mikroplast. Dessutom kommer forskningen att undersöka filtermaterialets kapacitet att ackumulera mikroplast i dessa system genom analys av

mikroplast i inkommande och utgående vatten. Resultaten från dessa undersökningar kommer att bidra med viktiga insikter om BDT-vattnets kvalitet från olika källor, reningsmekanismerna, filtermaterialens påverkan och effekten av förändringar i hydraulisk belastning på reningskapaciteten hos decentraliserade system. Dessutom kommer olika växtarter att testas för det gröna vägg-systemet i skandinaviskt klimat. Forskningsresultaten kan också vara intressanta med avseende på potentiell återanvändning av det reade BDT-vattnet för att minska beroendet av färskvattenuttag. Forskningen genomfördes i samverkan med Södertälje kommun, NSVA och NMBU (Norges miljø- og biovitenskapelige universitet) samt Alchemia nova i Österrike.



Bild 24. Konstruerad våtmarkssystem för rening av källsorterat BDT-vatten i Klosterenga, Oslo, januari 2024.

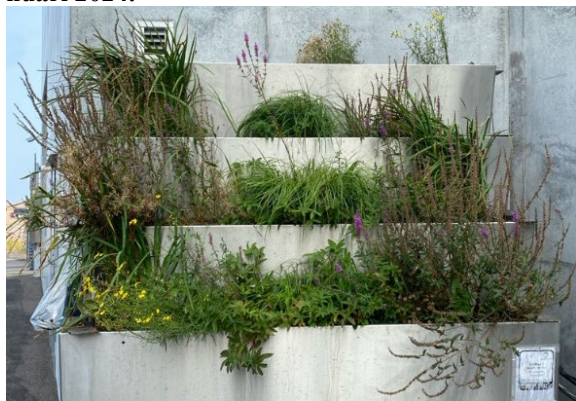


Bild 25. Experimentell grön vägg i full skala, RecoLab, Helsingborg, augusti 2024.

Aktiviteter 2024

- Datainsamling inom två nya forskningsstudier som inkluderar en konstruerad våtmark i Oslo, Norge, och en experimentell grön vägg i full skala vid RecoLab i Helsingborg, Sverige, för att undersöka reningsprestanda i skandinaviskt klimat
- Presentation av de aktuella forskningsstudierna vid IWA-konferens SWWS /ROS i Brasilien.
- En ny studie om mikroplaster i BDT-vatten och retentionskapaciteten hos olika reningssystem har initierats.

Viktigaste resultat

Resultaten från tidigare studier och de aktuella studierna från de olika BDT-vattenreningssystemen visade effektiv behandling av BOD, TSS och grumlighet i BDT-vatten. Utgående vatten ligger inom EU:s riktvärden för återanvändning av avloppsvatten i jordbruket. Däremot varierade avlägsnandet av patogener, t.ex. *E. coli*, och var inte tillfredsställande för säker återanvändning. Dessutom observerades effektiv retention av mikroplast i BDT-vatten av systemen.

Publikationer

Sami, M., Hedström, A., Kvarnström, E., Österlund, H., Nordqvist, K., Herrmann, I. (2024). *Treatment of greywater and presence of microplastics in on-site systems*. Journal of Environmental Management, 366.

Sami, M., Hedström, A., Kvarnström, E., Jenssen, P. D., Herrmann, I. (2024). *Long-term evaluation of a constructed wetland for greywater treatment*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th Conference on Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

2.3.3 Analys av mikroföroreningar i BDT-vatten



Levien Melse, doktorand
Handledare: Inga Herrmann, bitr. prof.
Biträdande handledare:
Annelie Hedström, professor
Roland Kallenborn, professor, NMBU

Källsortering av avloppsvatten resulterar dels i en ström av näringsrikt klosettwater och dels en ström av bad-, disk- och tvättwater (BDT-water) som potentiellt lämpar sig för wateråteranvändning. För att BDT-water ska kunna återanvändas krävs rening, där särskild uppmärksamhet bör ägnas åt mikroföroreningar.

Olika källor till mikroföroreningar i BDT-water är kända idag, men information om föroreningskoncentrationer är mycket begränsad. Dessutom är BDT-water heterogent, dvs. det finns exempelvis dygnsvariationer, och även sociokulturella faktorer påverkar förekomst och koncentrationer av mikroföroreningar. Levien fokuserar till en början på att analysera BDT-waterkvaliteten och identifiera vilka mikroföroreningar som finns i BDT-vattnet. Senare kommer mikroföroreningarna även kvantifieras och behandlingseffektiviteten undersökas i olika reningssystem.

Inom projektet samarbetar forskningsämnen organisk analytisk kemi och VA-teknik.

Aktiviteter 2024

- Analys av prover från Oceanhamnen i Helsingborg och Klosterenga i Oslo (tagna 2023 för non-target analys) avslutades i början av 2024, med hjälp av både vätske- och gaskromatografi.
- Dataanalys för vätskekromatografi slutfördes och analys av data från gaskromatografin påbörjades.
- Med hjälp av data från non-target analysen kommer en lista över prioriterade mikroföroreningar att upprättas. En

litteraturstudie genomfördes 2024 för att nå insikt i andra studiers prioriteringsstrategier - som kan tillämpas på denna studie.

- Presentation av preliminära resultat från non-target analysen med vätskekromatografi vid den kombinerade 17:e IWA SWWS / 9:e ROS konferensen, 10-14 november i Curitiba, Brasilien (bild till höger).



Preliminära resultat

Dataanalys av non-target analysen med vätskekromatografi gjordes med hjälp av olika databaser med öppen källkod. Sammanlagt 172 föroreningar sammanställdes på detta sätt. Dessutom analyserades skillnaden i föroreningsprofil mellan de två provtagningsplatserna (Helsingborg och Oslo) med hjälp av funktioner (potentiella föroreningar) i datamängden. Det visade sig att 17% samt 19% av egenskaperna var betydligt mer förekommande i Helsingborg respektive Oslo.

Litteraturstudiens preliminära resultat klargjorde att tidigare studier använder olika faktorer för att prioritera mikroföroreningar i avloppsvatten. Faktorer som kommer att användas i denna studie är persistens, toxicitet, riskkvot, bioackumuleringspotential och förmåga att passera genom konventionell rening.

Publikationer

Melse, L., Kryuchkov, F., Hedström, A., Kallenborn, R., & Herrmann, I. (2024) *Non-Target Screening Of Micropollutants In Greywater Using Liquid Chromatography – High Resolution Mass Spectrometry*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th Conference on Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

2.3.4 Naturbaserad avloppsvattenrening i kallt klimat – rening och spridning av mikroföroreningar



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. 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 vassbäddsanläggning i pilotskala, i samarbete med Lumire, i syfte att öka kunskapen om naturbaserad avloppsvattenrening med avseende på mikroföroreningar och funktion i kallt klimat.



Bild 26. Vassbäddssystemet i november 2024, när prover på vass och slam samlades in.

Aktiviteter 2024

- Vassbäddssystemet undersöktes kontinuerligt månadsvis genom vattenprovtagning med avseende på rening av

näringsämnen, indikatorbakterier, organiskt material och läkemedel.

- Presentation av resultat från läkemedelsundersökningar på en konferens om småskalig avloppsvattenrening i Curitiba, Brasilien (SWWS/ROS 2024) i november.
- Insamling av prover från vass och slam i bäddarna under hösten för att undersöka förekomst av läkemedel och PFAS, för att utreda potentiella spridningsvägar från vassbädden.

Viktigaste resultat

Ett flertal läkemedel hittades i inkommande och utgående vatten från vassbäddssystemet, med lägre totala halter i utgående prover vilket tyder på en reduktion under reningsprocessen. Reduktionen var högre under de varmare månaderna, vilket troligtvis beror på högre biologisk aktivitet i vassbädden. Enstaka substanser renades mycket väl medan andra var mer svårrenade. Resultaten från vass och slamproverna med avseende på läkemedel och PFAS återstår att redovisas.

Publikationer

Klapp. R, Hedström. A, Molle. P, Herrmann. I (2024). *Removal of pharmaceuticals in a vertical flow constructed wetland for raw wastewater treatment in subarctic climate*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th Conference on Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

2.3.5 Resursåtervinning från klosett-vatten



Stephanie Rusch Fehrmann, doktorand
Handledare:

Annelie Hedström, professor

Biträdande handledare:

Elisabeth Kvarnström, adj. prof.

Andreas Johansson, professor

I dagsläget sker matproduktionen huvudsakligen i icke-urbana miljöer. Huvuddelen av gödningsmedel som nyttjas är av icke förnybart slag. Merparten av de makro- och mikronäringsämnen som intas via mat tillförs sedan avloppssystemen via avsöndrad urin och avföring. En separat insamling av klosettwater (tex med vakuumteknik) är fördelaktigt i olika avseenden, exempelvis kan förekommande biogasproduktion höjas 70% och potentialen för återvinning av växtnäring ökar.

Stephanies doktorandprojekt fokuserar på återvinning av makro- och mikronäringsämnen i klosettwater som genomgått anaerob behandling. Detta kan göras med olika metoder där Stephanie fokuserar på att tillverka ett flytande gödsel genom koncentration av klosettwater via membrandestillering och indunstning. Membrandestillation undersöktes i laboratorieskala vid varierande pH-nivå och temperatur. Indunstningstester genomfördes vid olika pH-nivåer. För båda teknologier kan lågvärdig överskottsvärme från industrier nyttjas.

Aktiviteter 2024

- Presentation av arbetet med experimentell modellering av koncentrerat klosettwater med hjälp av luftgap-membrandestillation på 17th SWWS / 9th ROS IWA konferens i november
- Licentiatseminarium 29 november
- Konstruktion av bioreaktorer i labbskala för stabilisering av klosettwater med syfte

att nitrifiera svartvattens ammoniuminnehåll till nitrat.

- Utveckling av en modell för att förutspå evaporationens entalpi, vid skilda reduktionsnivåer, i en pilotskalebaserad lågtempererad evaporator.
- Kemisk simulering av hur varierande temperatur och pH påverkar struvitfällning i klosettwater.
- Föreläsning på distans för Universitetet Hamburg om källsorterande system och näringsåtervinning från klosettwater.
- Presentation av licentiatuppsatsens centrala innehåll för Svenska Näringsplattformen
- Deltagande i Creaternity Impact Days samt Colloquium



Bild 27. Försökupställning, RecoLab: avdunstare för klosettwater.

Viktigaste resultat

Genom att nyttja en lågtempererad evaporator i pilotskala, reducerades volymen på klosettwater 87 gånger vid pH 6 och 85 gånger vid pH 2,8. Massförhållanden av kväve, fosfor och kalium vid pH 6 var 6/0,5/1,2; och vid pH 2,8 var den 6,7/1,5/1,2 av reducerad volymvikt. De huvudsakliga förlusterna av närsalter i processen orsakades av utfällning/fastläggning av fosfor, magnesium och kalk på ytor inne i avdunstaren.

Energiåtgången för att koncentrera klosettwater ökte över tid, eftersom dess

kolligativa egenskaper sänker partialtrycket och höjer evaporationstemperaturen.

Publikationer

Rusch Fehrmann, S. (2024). *Nutrient Concentration of Blackwater Digestate using Low-Grade Heat Technologies*. Licentiatuppsats. Luleå tekniska universitet.

Rusch Fehrmann, S., Johansson, A., Kvarnström, E., Hedström, A. (2024). *Experimental Modelling of Blackwater Digestate Concentration using Air Gap Membrane Distillation*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th Conference on Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

Rusch Fehrmann, S., Hedström, A., Kvarnström, E., Antelo, J., Bisschops, I., Herrmann, I. (2024). *Nutrient concentration of blackwater digestate using an air gap membrane distillation process*. Journal of Water Process Engineering, vol. 68, 106357

2.3.6 Membranrening av urbana avloppsvattenfraktioner för resursåtervinning



Saida Kaykhahi, doktorand
Handledare:
Inga Herrmann, bitr. professor
Biträdande handledare:
Annelie Hedström, professor

De senaste åren har resursåtervinning fått stor uppmärksamhet. Klosettavatten som är en kombination av urin, avföring och vatten kan vara en resurs för värdefulla näringsämnen, exempelvis och fosfor. Dessutom, efter att ha separerat näringsämnena, organiska ämnen, föroreningar och sanitet, kan klosettavatten vara en vattenresurs. Urin innehåller höga halter av växtnäring men också mikroföroreningar som hormoner och läkemedel. Avföring har en hög organisk belastning som kan användas som energikälla. Därför är det viktigt att ha en korrekt behandlingsmetod för att effektivt återvinna dessa värdefulla ämnen från klosettavatten.

Membranteknik, som redan har använts i olika applikationer, kan också vara ett alternativ för rening av olika typer av avloppsvatten. När det gäller rening av klosettavatten kan applikationen av membranteknik vara fördelaktig vid avskiljning av metaller, organiska rester och suspenderade fasta ämnen från klosettavatten. Separering av föroreningar från klosettavatten innan näringsåtervinning kan vara ett sätt att förbättra effektiviteten i dessa processer (struvitfällning).

Aktiviteter 2024

- Undersökning av keramiska mikrofiltreringsmembrans effektivitet och förmåga att separera organiska ämnen och metaller från rötat klosettavatten vid RecoLab, Helsingborg.
- Experiment med struvitfällning från rötat klosettavatten med tre olika kvaliteter av rötat klosettavatten. Data har analyserats

och en vetenskaplig artikel baserad på denna studie planeras skickas in till *Chemosphere*.

- Presentation av forskningsresultat om membranbehandling av rötat klosettavvatten på EuroMembrane konferensen i Prag, Tjeckien, i september.
- Presentation av forskningsresultat om struvitfällning från rötat klosettavvatten på 17:e IWA-konferensen om små vatten- och avloppssystem (SWWS) i Curitiba, Brasilien, i november.



Bild 28. Saida Kaykhahi presenterar på SWWS konferens i Brasilien.

- Sammanställning av doktorsavhandling för planerad disputation i mars 2025.

Viktigaste resultat

Keramiska mikrofiltreringsmembranet reducerade totalhalt suspenderade ämnen (TSS) under detektionsgräns och reducerade delvis halt av totalfosfor, metaller och organiska ämnen, vilket förbättrade kvaliteten på rötat klosettavvatten.

Struvit som producerades från membranbehandlat rötat klosettavvatten uppvisade högre renhetsgrad och mer definierade kristallstrukturer. Struvit som fälldes ut direkt från obehandlat rötat klosettavvatten innehöll förhöjda nivåer av koppar (Cu) och zink (Zn).

Kombinationen av luftning och backspolning visade sig vara effektiv för att bibehålla permeatflödet samt det transmembrana trycket (TMP) hos den keramiska membranen under behandling av rötat klosettavvatten.

Publikationer

Kaykhahi, S., Herrmann, I., Hedström, A., Nordqvist, K., & Viklander, M. (2024). *Stormwater treatment using an ultrafiltration membrane and pulsatile fluid flow*. *Urban Water Journal*, 21(10), 1176–1184.

Kaykhahi, S., Hedström, A., Kvarnström, E., Gelfgren, M., Kjerstadius, H., Moges, M. E., & Herrmann, I. (2024). *Membrane filtration of anaerobically digested blackwater as a pretreatment before struvite precipitation*. EUROMEMBRANE 2024, Prag, Tjeckien, 8-12 september.

Kaykhahi, S., Kjerstadius, H., Hedström, A., Kvarnström, E., & Herrmann, I. (2024). *Struvite precipitation from full-scale blackwater anaerobic digestion following different blackwater pre-treatment methods*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th Conference on Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

2.3.7 Övriga aktiviteter – Källsorterande avloppssystem i ny stadsbyggnad

Inom projektet GREW – Återanvändning av gråvatten: Var, varför och hur? har AP 1 som mål att titta närmare på transitionsprocessen inom stadsbyggnads- och VA-organisationer i de deltagande kommunerna (fyra stycken) rörande kunskap och acceptans kring källsorterande avloppssystem i ny stadsbyggnad. Inom projektet har arbetsgrupper formerats i varje kommun med representation från stadsbyggnads- och VA-organisationerna. En nulägesstudie gjordes i kommunerna innan start, och i varje arbetsgrupp genomfördes aktiviteter kommunvis under 2024. Exempel på genomförda aktiviteter är kunskaps-höjande workshops, studiebesök och inspirationsseminarier. Före och efter varje aktivitet fyllde deltagarna i en enkät, så att den kort-siktiga effekten av aktiviteter kan mätas. Den långsiktiga effekten mäts i jämförelse av nulägesstudie före (2023) och efter projektiden (2026).

Inom Water Wise Societies projektet “Decentraliserade system för vatten och avlopp” som började i nov 2024 gjordes också en nulägesanalys av små avlopps- och vattensystem.

Aktiviteter 2024

- Under 2024 genomfördes olika aktiviteter i de fyra kommunerna, som tex studiebesök, workshops och inspirationsseminarier.

2.4 Samverkansprojekt

2.4.1 StormCompetence - Stärka ukrainska forskares kompetenser inom dagvattenhantering

Dagvattenforskningen i Ukraina har under många år fokuserat på kvantitets- och reningsaspekter. Under pågående krig kan dock forskningsaktiviteter knappt fortgå eller resultat implementeras och infrastrukturen förstörs efterhand i allt större utsträckning. Därför behöver både den vetenskapliga akademien och samhällets praktiker stöd och tillförsel av ny kunskap.

StormCompetence är ett samverkansprojekt mellan Dag&Nät / VA-teknik vid Luleå tekniska universitet och ukrainska doktorander och unga forskare vid O. M. Beketov National University of Urban Economy i Char'kiv, Ukraina. Projektet finansieras av Svenska institutet och fokuserar på att stärka nationella forskares professionella kompetens inom dagvattenhantering - för renovering och återställning av Ukrainas urbana infrastruktur efter kriget. Inom StormCompetence-projektet bidrar svenska dagvattenforskare både med stöd och kunskap till ukrainska forskare såväl som gemensamt drivna forskningsaktiviteter.

Aktiviteter 2024

- De ukrainska forskarna har fått tillgång till forskningsinfrastruktur, kunskap om europeiska riktlinjer och standarder samt tillgång till vetenskaplig litteratur. Två online-seminarier genomfördes för att presentera forskningsresultat. Dessutom har de ukrainska doktoranderna deltagit i två online-seminarier som tillhandahållits av Dag&Nät/DRIZZLE och en online IWA-workshop.
- En ung forskare från Ukraina kom på studiebesök till Luleå tekniska universitet i

november och kvarstannade i två veckor. Besöket inkluderade bland annat fältresor, laboratoriearbete, möten och diskussioner samt två hybridseminarier där erfarenheter från Ukraina delades med forskningsgruppen inom Dag&Nät.

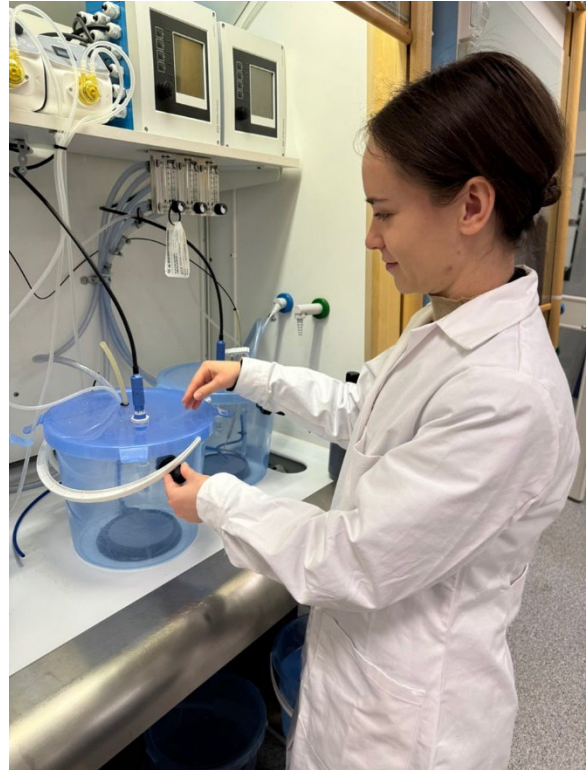


Bild 29. Ukrainsk forskare i miljölaboratoriet på Luleå tekniska universitet, november 2024

2.5 Projekt- och programportfölj

Dag&Näts projektportfölj omfattar ett flertal stora som små projekt som finansieras av huvudsakligen Formas, Vinnova och Naturvårdsverket. För sammanställning av alla aktuella projekt och program samt finansiär se tabell 1.

Fördelningen av projektens fokusområden på Dag&Näts tre olika temaområden Dagvatten, Ledningsnät och Avloppssystem illustreras i tabell 2.

2.5.1 Nya projekt

Under 2024 har Dag&Nät sökt finansiering för nya projekt inom alla tre teman hos olika finansiärer varvid projekten nedan har beviljats.

Projekt som Dag&Nät är projektägare:

- CUREE Closing the water cycle to increase Urban Resilience to Extreme Events (Formas)
- BioReStorm - Anticipating Biological Succession in Rehabilitation of Long-Term Operated Nature-Based Solutions for Stormwater Treatment in Different Climate Zones (Formas)
- Underlag till gemensam branschpraxis för kravställning av förorenat dagvatten (SVU)
- SODA Samverkan för en hållbar dagvatten- och skyfallshantering på kvartersmark (Vinnova)
- µppströms: minimera förekomsten av mikroföroreningar som sprids med dagvattenströmmar (Water Wise Societies/Vinnova)
- Urbant dagvatten: från risk till resurs (Water Wise Societies/Vinnova)
- Decentraliserade system för vatten och avlopp (Water Wise Societies/Vinnova)
- Kartläggning och förekomst av PFAS i dagvatten (Naturvårdsverket)

- Påverkan av dagvatten på ekologin i urbana vattendrag (Naturvårdsverket)
- Effektbaserade analysmetoder: bedöma dagvattnets miljöpåverkan (Naturvårdsverket)
- Effektbaserade analysmetoder och recipientpåverkan: Bottensediment i urbana vattendrag (Naturvårdsverket)
- Metaller, PFAS och andra organiska föroreningar i vägdiken (Naturvårdsverket)
- Läkemedelsrening i vassbäddar för avloppssystem (Naturvårdsverket)
- Infiltration för rening av vägdagvatten i Sverige och Norge (NordFoU)

Projekt som Dag&Nät deltar som projektpart:

- ArcticSewlutions (projektägare: Oulu universitet) (Interreg Northern Periphery and Arctic (NPA))
- ProWater (projektägare: Oulu universitet) (Interreg Aurora)
- NBS-RECON - NBS pRECIson cONdition Assessment (projektägare: Universidade da Coruña) (Co-UDLabs)
- Transnationellt forskningsprojekt "Standardutveckling för dagvattenhantering i Sverige" (projektägare: Universidade da Coruña) (Co-UDLabs)

Tabell 1: Projekt och program pågående år 2024 (blå markerad spalt) och framåt, inklusive varaktighet.

	2024	2025	2026	2027	2028	2029
SVU, medlemsorganisationer	Dag&Nät 4	Dag&Nät 5				
SVU	Underlag till branschpraxis för kravställning av förorenat dv					
	Beslutsstöd för regn- och dagvattenåtervinning					
Formas	Övergång till en hållbar multifunktionell dagvattenhantering i befintlig bebyggelse					
	Systemstöd för skydd av grundvattenresurser genom hållbar dagvattenhantering					
	Dagvattenbehandling i tätbebyggda städer - en öppen utmaning					
	Yteffektiv dagvattenrening					
	Från grått till blå-grönt					
	Blågrön infrastruktur f hållbar klimatanpassning av framtidens städer					
	Multifunktionell blågrön infrastruktur- från potential till ekosystemtjänster					
	Hållbar Stadsgödsel - SURFER					
	GREW - Återanvändning av grävatten					
	VA-NET Vibrations-baserad bedömning av VA-ledningsnät för realtidsövervakning och underhållsplanering					
	ISGM (Integrated surface water and groundwater management)					
	Smart Sewers - Akustiska metoder för att bedöma avloppsledningars status					
	Dags att omvärdera dagvattenmodeller: ökad pålitlighet genom jordfuktighetsmätningar					
	BiReStorm - Biological Succession in Rehabilitation of Nature-Based Solutions for					
	CUREE - Closing the water cycle to increase Urban Resilience to Extreme Events					
	AquaClim					
	ISWIM - Innovativ hantering av dagvatten för ett hållbart samhälle					
Formas, LOWA, Riche, rtska stiftelse	GreenStorm					
Formas, LOWA, Riche, rtska stiftelse	Våtmarkssystem för avloppsbehandling på landsbygden					

projektägare: Dag&Nät (VA-teknik vid LTU)
 projektägare: Dag&Nät (RISE)
 annan projektägare

se nästa sida för fortsättning av tabellen

Fortsättning tabell 1:

	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Vinnova	DRIZZLE					
	SODA - Samverkan för hållbart omhändertagande av dagvatten och skyfall på kvartersmark					
Water Wise Societies / Vinnova		Uppströms: minimera förekomsten av mikroföroreningar som sprids med dagvattenströmmar				
		Urbant dagvatten: från risk till resurs				
		Decentraliserade system för vatten och avlopp				
Naturvårdsverket	Kartläggning och förekomst av PFAS i dagvatten					
	Påverkan av dagvatten på ekologin i urbana vattendrag					
	Effektbaserade analysmetoder och recipientpåverkan: Bottensediment i urbana vattendrag					
	Effektbaserade analysmetoder: bedöma dagvattnets miljöpåverkan					
	Metaller, PFAS och andra organiska föroreningar i vägdiken					
	Läkemedelsrening i vassbäddar					
Naturvårdsverket, Havs- och vattenmyndigheten	Dagvattenforskning i kallt klimat - en vetenskaplig sammanställning					
Svenska institutet	StormCompetence					
LTU	Creaternity - hållbar materialanvändning i en cirkulär ekonomi					
Nord FoU	Infiltration för rening av vägdagvatten i Sverige och Norge					
EU Co-UD Labs	Standardutveckling för dagvattenhantering i Sverige					
	NBS-RECON (NBS precision cONdition Assessment)					
Interreg NPA	Arctic Sewlutions					
Interreg Aurore	ProWater					

projektägare: Dag&Nät (VA-teknik vid LTU)
 projektägare: Dag&Nät (RISE)
 annan projektägare

Tabell 2: Aktuella projekt 2024 inom de tre temaområdena för Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete.

 DAGVATTEN från regn till recipient	 Funktion och förnyelse av LEDNINGSNÄT	 Resurseffektiva små AVLOPPSSYSTEM
• Dag&Nät • AquaClim - Vattenforskerskolan		
• Yteffektiv dagvattenrening • DRIZZLE • Systemstöd för skydd av grundvattenresurser genom hållbar dagvattenhantering • Hållbar, multifunktionell dagvattenhantering i befintlig bebyggelse • Blågrön infrastruktur för hållbar klimatanpassning • Dagvattenbehandling i tätbebyggda städer • Multifunktionell blågrön infrastruktur – från potential till ekosystemtjänster • BioReStorm • SODA • ISGM • ISWIM • GreenStorm • Dags att omvärdera dagvattenmodeller • CUREE • Infiltration för rening av vägdagvatten i SE och NO • Gemensam branschpraxis för kravställning av förorenat dagvatten • Syntesrapport dagvattenhantering	• StormCompetence • Beslutsstöd för regn- och dagvattenåtervinning • NBS-RECON • Standardutveckling för dagvattenhantering i SE • Metaller, PFAS och andra organiska föroreningar i vägdiken • uppströms: minimera förekomsten och spridning av mikroföroreningar i dagvatten • Urbant dagvatten: från risk till resurs • Decentraliserade system för vatten och avlopp • Kartläggning och förekomst av PFAS i dagvatten • Påverkan av dagvatten på ekologin i urbana vattendrag • Effektbaserade analysmetoder: bedöma dagvattnets miljöpåverkan • Effektbaserade analysmetoder och recipientpåverkan: Bottensediment i urbana vattendrag	• VA-NET -Vibrations-baserad bedömning av kommunala VA-ledningsnät • AquaClim – Triplicate • Smart Sewers - Akustiska metoder för att bedöma avloppsledningars status
		• Från grått till blå-grönt • GREW – återanvändning av gråvatten • Hållbar stadsgödsel – SURFER • Våtmarkssystem för avloppsbehandling på landsbygden • Creaternity – hållbar materialanvändning i en uppkopplad och cirkulär ekonomi • Arctic Sewlutions • ProWater • Läkemedelsrening i vassbäddar för avloppssystem • Decentraliserade system för vatten och avlopp

2.5.2 Stora program och kompetenscentrum

DRIZZLE – Centrum för dagvattenhantering



DRIZZLE, som etablerades 2017, är ett kompetenscentrum inom dagvatten, ett av de områden som Vinnova anser viktiga för Sveriges konkurrenskraft. Inom DRIZZLE bedriver företag och offentliga aktörer, under ledning av forskningsämnet VA-teknik, LTU excellent och behovsdriven forskning och utveckling av innovativa dagvattenlösningar.

DRIZZLE består av 13 parter, d.v.s. Aarsleff Rörteknik AB, Dag&Nät, Luleå kommun, Luleå tekniska universitet (projektledare), NCC Infrastructure, Rent Dagvatten AB, Stockholms stad, Stockholm Vatten och Avfall, StormTac AB, Tecomatic 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 2024

Under året har forskningsresultat från DRIZZLE:s verksamhet presenterats i olika sammanhang, samtidigt som ett flertal nya forskningsprojekt initierades. DRIZZLE har bl a medverkat i flera nationella och internationella konferenser. DRIZZLE:s studier har publicerats i mycket högt rankade vetenskapliga tidskrifter, samt även uppmärksammats i media. DRIZZLE har även detta år deltagit i den europeiska, Brysselbaserade vattenplattformen Water Europes arbete. Vidare arrangerades 17 lunchseminarier för DRIZZLE:s parter, varav fyra hölls som gemensamma DRIZZLE och Dag&Nät-seminarier. Under seminarierna presenterade både forskare vid LTU samt representanter från övriga partsorganisationer resultat från DRIZZLE.

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

För mer information: www.ltu.se/drizzle

2.6 Samarbetsparter

Dag&Nät har – utöver med sina medlemmar - ett brett samarbete med olika VA-organisationer, branschföretag, universitet och forskningsinstitut genom projektsamarbeten och doktorandprojekt, både nationellt över hela landet (se figur 11) och internationellt (se figur 12).

Figur 11: Dag&Näts medlemmar (blå markering) och samarbetsparter (grön markering) i Sverige.

Kommunala företrädare

Bodens kommun, Falckenbergs kommun, Götene kommun, Gävle kommun, Luleå kommun, Lumire, Malmö stad, MSVA, Nodra, Norrvatten, NSVA, Region Gotland, Sigtuna kommun, Skellefteå kommun, Skövde kommun, Sollentuna kommun, Stockholms stad, SVOA, Sundsvalls kommun, Söderköpings kommun, Södertälje kommun, Tekniska verken i Linköping,



Umeå kommun, Uppsala Vatten & Avfall, VA SYD, Vakin, Varbergs kommun, Vivab, Växjö kommun, Örebro kommun, Östersunds kommun.

Privata aktörer

Aarsleff Rörteknik, Byggvarubedömningen, Edge, EFLA, IVL, Kemira, Landskapslaget, LKAB, NCC, Ponoa, Poseidon, Purac, Rent Dagvatten, Serneke, SISAB, Statens fastighetsverk, StormTac, Sweco, Swedavia, Sweden Water Research, Tecomatic, Trafikverket, Tyréns, Uponor Infra, Vattenfall, Vattenmyndigheterna, Veg Tech

Svenska universitet och forskningsinstitut:

Chalmers tekniska högskola, KTH, Linköpings universitet, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Malmö universitet, RISE, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala universitet



Figur 12: Dag&Näts internationella samarbetsparter

2.7 Medverkan i expertgrupper

Under 2024 har representanter från Dag&Nät medverkat i vetenskapliga eller programkommittén för

- internationella konferenserna ICUD, IWA konferensen om små vatten- och avloppssystem (SWWS) och resursorienterad sanitet (ROS), samt DIPCON International Conference on Diffuse Pollution & Eutrophication
- nationella VA-klusterkonferensen "Vatten utan gränser".

Maria Viklander har agerat sakkunnig i bedömningsgrupper för projektansökningar, såsom i FCT (Foundation for Science and Technology, Portugal) bedömningsgrupp för utlysningar inom samhällsbyggnadsområde, samt i Norges forskningsråd.

Inga Herrmann har fortsatt verkat som ordförande för internationella vattenföreningens expertgrupp för små vatten- och avloppssystem (IWA Small Water and Wastewater Systems Specialist Group), Letty Mora valdes till ledamot i ledningsgruppen för Young Water Professionals Sweden, medan Elisabeth Kvarnström medverkar som ledamot i IWA Sveriges ledningsgrupp.

Vidare är Annelie Hedström lärarledarmot i Tekniska fakultetsnämnden vid Luleå tekniska universitet.

2.8 Samverkan med övriga VA-kluster

Samverkan med de andra av Svenskt Vatten finansierade VA-kluster har fortsatt under 2024 i gemensamma klusterledarmöten. Dag&Nät har bland andra aktiviteter deltagit med monter i Vattenstämman 2024 tillsammans med övriga VA-klustren, samt bidragit med presentationer inom sina expertområden om dagvattenhantering, mikroplast i dagvatten och blå-grön infrastruktur för klimatanpassning av framtidens städer, i den av VA-

teknik Södra anordnade workshopen "Vad innebär hållbar dagvattenhantering?". Dessutom fortsätter samarbete inom den klustergemensamma Vattenforskarskolan (se pkt. 3.3.) och AquaClim.

2.8.1 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 två teamsmöten hållits och aktuella frågeställningar diskuterats.

Under 2024 anordnade ämnesgruppen även två digitala träffar för nätverket "Tillskottsvatten och bräddning". Temat för första seminariet var "Hur kan man kartlägga och analysera tillskottsvatten?". Vid tillfället presenterade Youen Pericault resultat från sitt arbete på Lumire. På andra seminariet diskuterades frågan hur vi kan möta myndigheternas tillskottsvattenkrav.

Nätverket hade vid årsskiftet 2024/2025 148 enskilda medlemmar från 58 kommuner, 18 privata företag och tre universitet, en myndighet och ett regionförbund.

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

Den årliga studentorienterade branschdagen vid Luleå tekniska universitet som är obligatorisk för studenter som läser kursen VA-system på civilingenjörsprogrammen Naturresursteknik och Väg- och vattenbyggnad gick den 27 februari. Branschdagen är även öppen för yrkesverksamma och alla intresserade i VA-branschen och ger möjlighet för mingel i utställningen och nätverkande mellan företag, kommuner och studenter. Totalt deltog drygt 130 personer, varav ca 100 på plats och ett 30-tal online.

Årets tema var vattenförsörjning. På programmet fanns inslag om arbetet med att skydda vattenresurser och VA i den gröna omställningen i Norrbotten, med fokus på framtida samarbetsmöjligheter mellan Luleå och Bodens kommuner. Olika perspektiv på framtidssäkrad dricksvattenförsörjning från flera delar av landet presenterades likaså som dricksvattenutredningar från råvatten till tappkran och behovet av riskanalyser. Det presenterades också exempel på konsultuppdrag med fokus på det förebyggande arbetet och hantering av oönskade händelser, samt om ”den fjärde tekniken”: tekniskt vatten. Från LTU presenterade Brenda Vidal och Levien Melse om möjligheterna och utmaningarna med återanvändning av BDT-vatten för dricksvattenproduktion.

3.2 Grundutbildning inom VA-området vid LTU

Inom grundutbildningen på grundläggande och avancerad nivå för VA-teknik hölls 2024

kurserna listade i tabell 3 som visar vilka kurser som getts, antalet studenter som läst kurserna och i vilka program kurserna gavs.

Tabell 3: LTU-kurser inom VA-teknik

Kurs	Student-antal	Program
Samhällsbyggande	21	Väg och Vatten
Hydraulik och geologi	26	Väg och Vatten
VA-system	33	Väg och Vatten, Naturresursteknik
Hållbart byggande	87	Väg och Vatten, Arkitektur, Brandingenjör
Naturliga vatten-transportprocesser	14	Naturresursteknik
Naturresursteknik	13	Naturresursteknik
Resurseffektiva vatten- och avloppssystem	7	Naturresursteknik
Dagvatten	29	Naturresursteknik, Arkitektur, Samhällsbyggnad
Tillämpad hydraulik	17	Brandingenjör
Samhällets planering för risker och kriser	38	Brandingenjör, Samhällsbyggnad
Dagvatten	32	Fristående kurs

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 Annonsportal.

Under 2024 har två examensarbeten med fokus på VA-teknik publicerats vid LTU (se pkt 4.8.6 för fullständig referens).

3.2.2 Projektkurser

Under 2024 har en student genomfört ett projekt genom projektkurs i VA-teknik motsvarande 7,5 hp.

3.3 Vattenforskarskolan

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.

För närvarande finansieras Vattenforskarskolan genom Formasprojektet AquaClim. Tidigare har Vattenforskarskolan finansierats av ett 4-årigt Formasprojekt (2016-2021) och av Svenskt Vatten (2021-2023). Därtill stöds Vattenforskarskolan av de olika forskningsklustren Dag&Nät, VA-kluster Mälardalen, DRICKS och VA-teknik Södra.

Nya deltagare i Vattenforskarskolan tillkommer kontinuerligt samtidigt som allt fler blir alumner genom att de disputerar. December 2024 var 80 doktorander inskrivna som tog del av forskarskolans kursutbud, seminarier, mentorsprogram och sociala aktiviteter. Sedan start har 47 av Vattenforskarskolans doktorander disputerat, fyra har avslutat sina forskarstudier i samband med licentiat och fyra hoppat av sina studier.

Under oktober 2024 genomfördes i Göteborg ett klustergemensamt tvådagarsseminarium inom ramen för AquaClim. Vid detta seminarium deltog de fem doktorander som finansieras av projektet samt deras handledare och de kommunala parter som är kopplade till projektet.

Under 2024 har tre doktorandkurser givits inom ramen för Vattenforskarskolan:

- Organisation och styrning för hållbara vattentjänster (ansvarig: AquaClim)
- Avancerad urban VA-teknik (ansvarig: VA-teknik Södra)
- Kvalitativa forskningsmetoder (ansvarig: VA-kluster Mälardalen)

Dag&Nät har inte medverkat in någon kurs.

3.4 MOOC kurs

Den tidigare skapade massive open on-line course (MOOC) [Dagvattenhantering i ett föränderligt klimat](#) har fortsatt varit kostnadsfritt tillgänglig för alla intresserade under hela 2024. Sedan starten har kursen tagits av mer än trehundra personer. Därmed har vi kunnat ytterligare nå ut med vår forskning och kunskap till omgivande samhälle.

3.5 Licentiat och disputationer

Under 2024 har tre disputationer och tre licentiatseminarier ägt rum i VA-teknik vid Luleå tekniska universitet.

Disputation Emmanuel Okwori, 11 mars 2024. *Analytics-driven approaches to support asset management in sanitary sewer networks*.

Opponent: Marius Møller Rokstad (NTNU Trondheim, Norway)

Betygsnämnd: Dragan A. Savić (University of Exeter, UK), Dirk Muschalla (Uni Graz, Österrike), Rita Salgado Brito (National Laboratory for Civil Engineering LNEC, Lisbon, Portugal)

Disputation Haoyu Wei, 14 mars 2024. *Accumulation and composition of gully pot sediments under varying anthropogenic activities.*

Opponent: David Butler (Exeter University, UK)

Betygsnämnd: Ann Mattsson (Chalmers), Alma Schellart (University of Sheffield, UK), Peter Steen Mikkelsen (DTU, Danmark)

Disputation Hendrik Rujner, 27 september 2024. *Hydrologic effectiveness of vegetated swales in controlling urban stormwater.*

Opponent: Elizabeth Fassman-Beck (Southern California Coastal Water Research Project (SCCWRP), Costa Mesa, USA)

Betygsnämnd: Virginia Stovin (University of Sheffield, UK), Gilbert Svensson (GS Vattenforum, Göteborg), Allen P. Davis (University of Maryland, College Park, USA)

Licentiat Lisa Öborn, 17 april 2024. *Microplastics in the urban environment: concentrations and composition in stormwater sediments and UV-degradation of common litter.*

Diskutant: Mats Gustafsson (VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut)

Licentiat Iván Mantilla, 3 maj 2024. *Climate and geographical influences on the performance of infiltration-based facilities for managing runoff.*

Diskutant: Vegard Nilsen, (NMBU, Ås, Norge)

Licentiat Stephanie Rusch Fehrmann, 29 november 2024. *Nutrient concentration of blackwater digestate using low-grade heat technologies.*

Diskutant: Håkan Jönsson (SLU)

Dessutom har seniora forskare från Dag&Nät medverkat i betygsnämnd för disputationer,

licentiat- och mittseminarier, nationellt och internationellt.

3.6 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 som ges av LTU/Dag&Nät vänder sig också till yrkesverksamma inom dagvattenområdet. Flesta deltagare vid kurs-tillfällen 2024 utgjordes av yrkesverksamma. Vattenforskarsskolans kurser är likaså öppna att läsas för yrkesverksamma.

3.7 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. Ett sådant möte hölls i samband med branschdagen vid LTU i februari 2024 och ytterligare referensgruppsmöten i samband med Dag&Näts årliga strategidagar i september.

3.8 Tekniksprånget

Under hösten tog forskargruppen VA-teknik vid Luleå tekniska universitet emot en tekniksprångare med intresse för miljö- och vattenfrågor som efter studenten ville testa något nytt och fick möjlighet att få insyn i VA-teknik och forskningens olika aspekter genom att bl.a. få bidra till utformning, byggnation och uppstart av bioreaktorexperimentet, assistera med administrativa uppgifter, labb- och fältarbete samt delta i studiebesök.



Bild 30. På miljölaboratoriet, Luleå tekniska universitet

4 Kommunikation

Spridning av kunskap och resultat från forsknings- och utvecklingsarbetet till så många aktörer som möjligt inom VA-Sverige är en viktig aspekt. Dag&Nät genomförde ett stort antal kommunikationsaktiviteter i detta syfte under 2024.

4.1 Hemsida

Dag&Nät tillhandahåller en hemsida med omfattande information om sin verksamhet. Hemsidan riktas brett mot alla intresserade av vattenfrågor och uppdateras kontinuerligt med senaste nytt inom främst projektaktiviteter, publikationer, kompetensförsörjning och utbildning, organisation, och personal.

4.2 Nyhetsbrev

Information om Dag&Näts aktuella projekt och aktiviteter publiceras i ett nyhetsbrev som ges ut fyra gånger per år. Nyhetsbrevet skickas ut via mejl till mer än 600 prenumarer samt sprids via Dag&Näts sociala mediekkanaler. På hemsidan kan man anmäla sig till det elektroniska utskicket av nyhetsbrevet samt ta del av senaste nummer.

4.3 Sociala medier

I strävan att snabbt och enkelt kommunicera aktuell information om projekt och aktiviteter inom forskningsklustret till yrkesverksamma och VA-intresserade användare använder sig Dag&Nät i första hand av LinkedIn.

4.4 Artikelserie Ny Forskning och Teknik

Under 2024 fortsatte Dag&Nät att lyfta och beskriva nyttan av forskningsresultaten framtagna inom Dag&Nät ur ett användarperspektiv i sin populärvetenskapliga artikelserien Ny Forskning och Teknik. Artiklarna i denna

serie består av utökade sammanfattningar av forskningsartiklar på svenska och skickas ut elektroniskt samt publiceras på Dag&Näts hemsida.

Under 2024 har det publicerats två nya artiklar om zeolitfilter för avrinning från kopparkoppar och BDT-vattenrening i enskilda avlopp. (se pkt. 4.8.7 för fullständig referens).

4.5 Europeisk vattenplattform

Den Brysselbaserade vattenplattformen Water Europe är ett viktigt europeiskt forum för påverkan och samarbete inom vattensektorn. Dag&Nät är sedan flera år medlem i plattformen och har deltagit i dess senaste omstrukturering till Communities of Practice som är ett forum för dialog, erfarenhetsutbyte och påverkansarbete, samt expertgrupper, i syfte att stödja transformationen mot ett vattensmart samhälle. Dag&Näts aktiviteter är för närvarande fokuserade på expertgrupperna för Zero Pollution and Health (kärnmedlem) och Water and Climate (biträdande ledare), vars första aktiviteter är att gemensamt utveckla arbetsprogram för det kommande året.

4.6 Arrangerande av seminarier, workshops, föreläsningar

DRIZZLE lunchseminarier

Under 2024 fortsatte "DRIZZLE - centrum för dagvattenhantering" sin serie av lunchseminarier online, där resultat från DRIZZLE:s pågående arbete presenterades för intresserade inom partnerskapet. Totalt gavs 17 seminarier, för det flesta varannan onsdag. Seminarierna omfattade kortare presentationer och gav möjlighet till diskussion om ämnet.

Dag&Nät seminarier

Dag&Näts öppna seminarier med presentation och diskussion av resultat från aktuell forskning inom Dagvatten, Ledningsnät och

Resurseffektiva Små Avloppssystem fortsatte under 2024. Seminarierna riktas mot alla som är intresserade inom VA-branschen och anordnas som webinarier via Zoom.

Totalt hölls åtta seminarier på temana:

1. Återanvändning av regn- och dagvatten - När övervinner fördelarna nackdelarna?
2. Metoder för att identifiera orsaker till stopp i avloppsledningar - Stöd för underhållsplanering?
3. Gröna väggar för rening av BDT-vatten - hur fungerar de och vilken påverkan har vårt kalla klimat?
4. Uppgradering av dagvattensystem: implementering och utvärdering av EcoVault i befintligt nät
5. Biofiltersystems prestanda i Sverige – 20 år av forskning
6. Membranfiltrering av anaerozt rötat klosettavatten som förbehandling för struvitfällning
7. Toxicitetstester av avrinning från olika byggnadsmaterial
8. Implementera källseparerande avloppssystem när befintligt avloppsnät saknar kapacitet – Överväganden och konsekvenser

FoI-konferens Vatten utan gränser

Den 6-7 februari arrangerade de fyra av Svenskt Vatten finansierade VA-klustren Dag&Nät, DRICKS, VA-kluster Mälardalen och VA-teknik Södra, tillsammans med Svenskt Vatten, en forsknings- och innovationskonferensen i Uppsala, för att samla VA-Sverige och diskutera aktuella utmaningar inom branschen och samhället, utforska nya lösningar och hitta mellanrummen och skärningspunkter mellan forskningsklustren för att tillsammans ta sig an VA-sektorns utmaningar.

DRIZZLE partsstämma 2024

DRIZZLE:s årsmöte ägde rum den 27-28 augusti i Luleå, med DRIZZLE-parten Lumire AB som värd. Under dagarna fick deltagarna

ta del av de senaste forskningsrönen inom dagvattenområdet, som t ex mikroplast och PFAS i dagvatten, designstrategier för blågröna dagvattenlösningar, mm. Lumire bjöd på två studiebesök, där det ena fokuserade på lokala dagvattenlösningar, inklusive dagvattenlösningar i världsarvet Gammelstads kyrkstad. Det andra bestod av en guidad båttur i Luleå skärgård, där fokus låg både på VA-frågor och på de enormt stora gröna investeringarna som sker i området.

4.7 Deltagande på konferenser, etc

Nedan följer ett axplock av arrangemang, både nationellt och internationellt, som Dag&Nät har deltagit i under 2024:

18 januari presenterade Ico Broekhuizen forskningsprojektet SECURE på VA Tour Sweden i Umeå.

13-14 mars deltog Ivan Milovanovic, Godecke Blecken, Kelsey Flanagan och Brenda Vidal på konferensen Vatten Avlopp Kretslopp i Sundsvall och presenterade resultat från sin forskning.

15-19 mars representerades Dag&Nät av flera forskare i Creaternity Impact Days i Kiruna och Luleå.

19-20 mars bidrog Dag&Nät med flera presentationer om bl.a. LTA-projektet i konferensen Rörnät och Klimat 2024 i Malmö.

13-15 maj deltog Dag&Nät med en monterutställning på Svenskt Vattens Vattenstämma.

9-14 juni representerades Dag&Nät av en delegation forskare på internationella dagvattenkonferensen ICUD 2024 i Delft, Nederländerna.

29-30 augusti bidrog Snežana Gavrić med en presentation om snö i urban miljö till

Parkkongressen 2024 som arrangerades av Föreningen Sveriges stadsträdgårdsmästare i Umeå.

8-13 september presenterade Saida Kaykhaili forskningsresultat på europeiska membran-workshopen Euromembrane i Prag.

15-16 oktober presenterade Godecke Blecken kortfattat den forskning som genomförts inom Dag&Nät om dagvattenbiofilter under det senaste decenniet på Konferanse om vannforurensning fra vei som samarrangerades av Statens Vegvesen i Norge och Trafikverket i Sverige.

21-23 oktober deltog Brenda Vidal och Letty Mora i SETAC Europe 26th LCA Symposium i Göteborg.

10-14 november deltog och presenterade ett flertal forskare inom Dag&Näts tema Resurseffektiva Små Avloppssystem sina pågående forskningsstudier på Int Conf on Small Water and Wastewater Systems and Resource-oriented sanitation (Curitiba, Brasilien, 10-14 nov).

24-29 november presenterade Utsav Adhikari, Godecke Blecken, Kelsey Flanagan och Ali Beryani tre studier om våtmarker för dagvattenhantering, med särskilt fokus på rening samt anpassning till klimatförändringar, på Internatinal Conference om Wetland Systems i Martinique.

4.8 Publikationer

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

4.8.1 Artiklar i vetenskapliga tidskrifter

Adhikari, U., Broekhuizen, I., Pons, V., Sun, Z., Deak Sjöman, J., Randrup, T. B., ... Blecken, G.-T. (2024). *Comparing the*

hydrological performance of blue green infrastructure design strategies in urban/semi-urban catchments for stormwater management. Water Science and Technology, 90(9), 2696–2712.

Beryani, A., Flanagan, K., Viklander, M., & Blecken, G.-T. (2024). *Intra-event variations of organic micropollutants in highway runoff and a presedimentation-biofilter treatment facility*. Journal of Hazardous Materials, 476.

Beryani, A., Furén, R., Österlund, H., Tirpak, A., Smith, J., Dorsey, J., ... Blecken, G.-T. (2024). *Occurrence, Concentration, and Distribution of 35 PFASs and Their Precursors Retained in 20 Stormwater Biofilters*. Environmental Science and Technology, 58(32), 14518–14529.

Furén, R., Winston, R., Tirpak, Dorsey, J., Smith, D., Viklander, M., Blecken, G.T. (2024). *Occurrence and Concentration of 6 Metals and 28 Organic Micropollutants in the Forebays of Bioretention Facilities*. Journal of Sustainable Water in the Built Environment, vol. 11, no. 1

Kaykhaili, S., Herrmann, I., Hedström, A., Nordqvist, K., & Viklander, M. (2024). *Stormwater treatment using an ultrafiltration membrane and pulsatile fluid flow*. Urban Water Journal, 21(10), 1176–1184.

Kerimov, B., Pons, V., Pritsis, S., Taormina, R., & Tscheikner-Gratl, F. (2024). *Sensor Placement and State Estimation in Water Distribution Systems Using Edge Gaussian Processes*. Engineering Proceedings, 69(1), Article 1.

Kohzadi, S., Müller, A., Österlund, H., & Viklander, M. (2024). *Building surface materials as potential sources of biocides: Insights from laboratory leaching investigations of different material types*. Chemosphere, vol 368, 143741.

- Lange, K., Jönsson, E., Österlund, H., Blecken, G.-T., & Viklander, M. (2024). *Floating Treatment Wetlands Made of HDPE and PET Can Be Sources of Microplastics*. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*, 10(4).
- Mantilla, I., Flanagan, K., Broekhuizen, I., Muthanna, T. M., Marsalek, J., & Viklander, M. (2024). *Retrofit of grass swales with out-flow controls for enhancing drainage capacity*. *Journal of Hydrology*, 639.
- Okwori, E. J., Viklander, M., & Hedström, A. (2024). *Edge-based graph centrality measures with spatial analytics to support vulnerability assessment and maintenance planning in sewer networks*. *Journal of Hydroinformatics*, 26(9), 2146–2161.
- Okwori, E., Viklander, M., & Hedström, A. (2024). *Data integration in asset management of municipal pipe networks in Sweden: Challenges, gaps, and potential drivers*. *Utilities Policy*, 86.
- Pons, V., Strömberg, M., Blecken, G.-T., Tscheikner-Gratl, F., Viklander, M., & Muthanna, T. M. (2024). *Embracing epistemic uncertainty: a risk evaluation method for pollutants in stormwater*. *Water Science and Technology*, 90(1), 398–412.
- Pritsis, S., Pons, V., Rokstad, M. M., Clemens-Meyer, F. H. L. R., Kleidorfer, M., & Tscheikner-Gratl, F. (2024). *The role of hydrograph shape and designer subjectivity in the design of an urban drainage system*. *Water Science and Technology*, 90(3), 920–934.
- Razguliaev, N., Flanagan, K., Muthanna, T., & Viklander, M. (2024). *Review of Urban stormwater quality: A review of methods for continuous field monitoring*. *Water Research* 249.
- Regueiro-Picallo, M., Langeveld, J., Wei, H., Bertrand-Krajewski, J.-L., & Rieckermann, J. (2024). *Combining a daily temperature pattern analysis and a heat-pulse system to estimate sediment depths in sewer systems*. *Environmental Science*, 10(4), 922–935.
- Regueiro-Picallo, M., Schellart, A., Jensen, H., Langeveld, J., Viklander, M., & Lundy, L. (2024). *Flow rate influence on sediment depth estimation in sewers using temperature sensors*. *Water Science and Technology*, 89(11), 3133–3146.
- Rusch Fehrmann, S., Hedström, A., Kvarnström, E., Antelo, J., Bisschops, I., & Herrmann, I. (2024). *Nutrient concentration of blackwater digestate using an air gap membrane distillation process*. *Journal of Water Process Engineering*, 68.
- Sami, M., Hedström, A., Kvarnström, E., Österlund, H., Nordqvist, K., & Herrmann, I. (2024). *Treatment of greywater and presence of microplastics in on-site systems*. *Journal of Environmental Management*, 366.
- Vijayan, A., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2024). *Traffic-related metals in urban snow cover: A review of the literature data and the feasibility of filling gaps by field data collection*. *Science of the Total Environment*, 920.
- Vijayan, A., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2024). *Variation in urban snow quality indicated by three seasonal sampling surveys conducted in Luleå (Sweden) within a span of 27 years*. *Journal of Contaminant Hydrology*, 260.
- Wei, H., Lundy, L., Muthanna, T. M., & Viklander, M. (2024). *Impacts of seasonal activities and traffic conditions on the contamination and accumulation of gully pot*

sediments: Metal(loid)s and organic substances. Science of the Total Environment, 948.

Öborn, L., Österlund, H., & Viklander, M. (2024). *Microplastics in gully pot sediment in urban areas: Presence, quantities and characteristics*. Environmental Pollution, 353.

Öborn, L., Österlund, H., Lorenz, C., Vianello, A., Lykkemark, J., Vollertsen, J. & Viklander, M. (2024). *Composition and concentrations of microplastics including tyre wear particles in stormwater retention pond sediments*. Water Science & Technology, vol. 90 (10), 2857-2869.

4.8.2 Konferensbidrag

Adhikari, U., Broekhuizen, I., Blecken, G.-T., & Viklander, M. (2024). *Design of vertical-flow wetlands for improved urban stormwater hydrology*. 18th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control (ICWS 2024), Fort-de-France, Martinique, 25-29 november.

Bertrand-Krajewski, J.-L., Sobrinha, L. A., Pons, V., Bonneau, J., & Grimard, J.-C. (2024, June). *Modelling green roof hydrologic performances under various conditions: Geography, climate change scenarios, simulation time step*. 16th International Conference on Urban Drainage. ICUD 2024, Delft, Nederländerna.

Beryani, A., Flanagan, K., Viklander, M., & Blecken, G.-T. (2024). *Intra-event variations of organic micropollutants in a stormwater biofilter treatment system*. 18th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control (ICWS 2024), Fort-de-France, Martinique, 25-29 november.

Beryani, A., Österlund, H., Viklander, M., & Blecken, G.-T. (2024). *A field study on concentration, treatment, and accumulation of*

PFASs in stormwater biofilter systems. 16th International Conference on Urban Drainage, ICUD 2024, Delft, Nederländerna, 9-14 juni.

Blecken, G.-T., Flanagan, K., Furén, R., Lange, K., Gavric, S., Otte, L., Viklander, M. (2024). *Occurrence, concentration and pathways of emerging, contemporary and legacy contaminants in horizontal and vertical flow wetlands for stormwater treatment*. 18th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control (ICWS 2024), Fort-de-France, Martinique, 25-29 november

Furén, R., Flanagan, K., Österlund, H., Lange, K., Beryani, A., Winston, R. J., ... Blecken, G.-T. (2024). *Stormwater bioretention: Occurrence and accumulation of metals, PAHs, PCBs, alkylphenols, phthalates, PFASs and microplastics*. 16th International Conference on Urban Drainage, ICUD 2024, Delft, Nederländerna, 9-14 juni.

Kali, S. E., Blecken, G.-T., Österlund, H., & Viklander, M. (2024). *Per and poly-fluoroalkyl substances (PFAS) in urban rivers affected by stormwater discharges*. 16th International Conference on Urban Drainage, ICUD 2024, Delft, Nederländerna, 9-14 juni.

Kaykhaii, S., Hedström, A., Kvarnström, E., Gelfgren, M., Kjerstadius, H., Moges, M. E., & Herrmann, I. (2024). *Membrane filtration of anaerobically digested blackwater as a pretreatment before struvite precipitation*. EUROMEMBRANE 2024, Prag, Tjeckien, 8-12 september.

Kaykhaii, S., Kjerstadius, H., Hedström, A., Kvarnström, E., & Herrmann, I. (2024). *Struvite precipitation from full-scale blackwater anaerobic digestion following different blackwater pre-treatment methods*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th Conference on

Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

Klapp, R., Hedström, A., Molle, P., & Herrmann, I. (2024). *Removal of pharmaceuticals in a vertical flow constructed wetland for raw wastewater treatment in subarctic climate*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th Conference on Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

Lindfors, S., Kevin Geronimo, F., Österlund, H., Lundy, L., Müller, A., & Viklander, M. (2024). *Metal speciation in industrial park and parking lot runoff*. IWA 21st International Conference on Diffuse Pollution & Eutrophication, Chiang Mai, Thailand, 11-14 december.

Melse, L., Kryuchkov, F., Hedström, A., Kalenborn, R., & Herrmann, I. (2024). *Non-Target Screening Of Micropollutants In Greywater Using Liquid Chromatography – High Resolution Mass Spectrometry*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th Conference on Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

Mora Chirito, L., Herrmann, I., Kvarnström, E., & Hedström, A. (2024). *Implementing source-separating wastewater systems when the existing sewer network lacks capacity – Considerations and consequences*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th Conference on Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

Rusch Fehrmann, S., Johansson, A., Kvarnström, E., Hedström, A. (2024). *Experimental Modelling of Blackwater Digestate Concentration using Air Gap Membrane Distillation*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th

Conference on Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

Sami, M., Hedström, A., Kvarnström, E., Jenssen, P. D., & Herrmann, I. (2024). *Long-term evaluation of a constructed wetland for greywater treatment*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th Conference on Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

Strömberg, M., Pons, V., Tscheikner-Gratl, F., & Muthanna, T. M. (2024, June). *Climate robust integration of green and grey infrastructure for CSO-reduction*. 16th International Conference on Urban Drainage. ICUD 2024, Delft Nederländerna, 9-14 juni.

Utkina, K., Viklander, M., Blecken, G.-T., Kali, S. E., Adhikari, U., Sun, Z., ... Randrup, T. B. (2024). *Valuing of multiple benefits of Blue and Green Infrastructure: case study of Davidshall, Malmö*. 16th International Conference on Urban Drainage, ICUD 2024, Delft, Nederländerna, 9-14 juni.

Vidal, B., Hedström, A., & Herrmann, I. (2024). *Greywater treatment or desalination for drinking water supply? A life cycle perspective*. 17th IWA Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and 9th Conference on Resource Oriented Sanitation (ROS), Curitiba, Brasilien, 10-14 november.

Wei, H., Lundy, L., Muthanna, T. M., & Viklander, M. (2024). *Accumulation and contaminant loads of sediments in gully pots: a comparison between land use types*. 16th International Conference on Urban Drainage, ICUD 2024, Delft, Nederländerna, 9-14 juni

4.8.3 Rapportör

Dag&Nät Verksamhetsberättelse 2023 (2023). Stockholm: Svenskt Vattens C-rapportserie.

Beryani, A., Furén, R., Österlund, H., Viklander, M., & Blecken, G.-T. (2024). *Ackumulering av perfluoralkylsubstanser (PFAS) och deras prekursorer i regnbäddar och biofilter för dagvattenrening*. Rapport. Luleå tekniska universitet.

Beryani, A., Österlund, H., Viklander, M., & Blecken, G.-T. (2024). *Rening av organiska föroreningar i dagvattenbiofilter med och utan tillsats av biokol*. Rapport. Luleå tekniska universitet.

Blecken, G.-T., Lange, K., Beryani, A., Furén, R., Österlund, H., Flanagan, K., Viklander, M. 2004. *Dagvattenbiofilter och regnbäddar – rening och ackumulering av föroreningar; resultat av fältstudier i Malmö, Växjö, Stockholm och Sundsvall*. Svenskt Vatten Rapport Nr. 2024-17.

Flanagan, K., Razguliaev, N., Muthanna, T., & Viklander, M. (2024). *Kan sensorer användas för att utvärdera dagvattenkvalitet?* Rapport. Luleå tekniska universitet.

Johansson, H., Flanagan, K., Viklander, M., & Österlund, H. (2024). *Förekomst av per- och polyfluorerade alkylsubstanser (PFAS) i dagvatten från urbana områden i Östersund*. Rapport. Luleå tekniska universitet.

Kali, S. E., Österlund, H., Viklander, M., & Blecken, G.-T. (2024). *Förekomst och koncentrationer av PFAS i vatten och bottensediment i urbana vattendrag påverkade av dagvatten*. Rapport. Luleå tekniska universitet.

Kohzadi, S., Müller, A., Viklander, M., & Österlund, H. (2024). *Urlakning av biocider från exteriöra byggnadsmaterial och ytbehandlingar*. Rapport. Luleå tekniska universitet.

Lindfors, S., Blecken, G., Viklander, M., & Österlund, H. (2024). *Näringsämnen i dagvatten från olika avrinningsområden*. Rapport. Luleå tekniska universitet.

Müller, A., Viklander, M., & Österlund, H. (2024). *Toxicitetstester av avrinning från olika byggnadsmaterial*. Rapport. Luleå tekniska universitet.

4.8.4 Doktorsavhandlingar

Okwori, E. (2024). *Analytics-driven approaches supporting asset management of sanitary sewer networks*. Doktorsavhandling. Luleå tekniska universitet.

Rujner, H. (2024). *Hydrologic processes of vegetated swales in controlling urban stormwater*. Doktorsavhandling. Luleå tekniska universitet.

Wei, H. (2024). *Accumulation and Composition of Gully Pot Sediments under Varying Anthropogenic Activities*. Doktorsavhandling. Luleå tekniska universitet.

4.8.5 Licentiatuppsatser

Mantilla, I. (2024). *Climate and geographical influence on the performance of infiltration-based facilities for managing runoff – Temporal and spatial variability*. Licentiatuppsats. Luleå tekniska universitet.

Rusch Fehrmann, S. (2024). *Nutrient concentration of blackwater digestate using low-grade heat technologies*. Licentiatuppsats. Luleå tekniska universitet.

Öborn, L. (2024). *Microplastics in the urban environment: Concentrations and composition in stormwater sediments and UV-degradation of common litter*. Licentiatuppsats. Luleå tekniska universitet.

4.8.6 Examensarbeten

Gren, L. (2024). *The mass balance of compounds in source-separated blackwater treatment at RecoLab, Helsingborg*. Civilingenjör Naturresursteknik.

Snijder, J. (2024). *Evaluation of stormwater quality improvement from bioretention: Comparing filtermedia and vegetation* (Dissertation). Civilingenjör Arkitektur.

4.8.7 Dag&Nät artikelserie ”Ny Forskning och Teknik”

Milovanovic, I., Hedström, A. & Herrmann, I. (2024). *Zeolitfilter för avrinning från koppartak*. Ny Forskning och Teknik, nr 18, mars 2024.

Sami, M., Hedström, A., Kvarnström, E. & Herrmann, I. (2024). *Hur fungerar BDT-vattenrening i enskilda avlopp?* Ny Forskning och Teknik, nr 19, december 2024.

4.8.8 Artikel i populärvetenskaplig tidskrift

Broekhuizen, I. (2024). *Klimatanpassning av dagvattensystem – ett axplock av forskningsresultat*. Vatten, (3), 122–127.

4.9 I media – ett axplock

Dag&Nät har under 2024 medverkat eller uppmärksammat bl.a. i nedan listade medieinslag och populärvetenskapliga artiklar.

Så kan vår avföring tas om hand – och återanvändas: ”En resurs”. I: TV4, 23 mars

Zeolitfilter för rening av dagvatten från koppartak. I: va-guiden, 2 maj

Hur giftig är avrinningen från olika byggnadsmaterial? I: va-guiden, 6 maj

Mikroplasters förekomst i sediment från dagvattenbrunnar och dammar. I: va-guiden, 13 maj

Biofilters förmåga att rena vägdagvatten. I: va-guiden, 17 maj

Grön vägg renar BDT-vatten i Oceanhamnen i Helsingborg. I: SVT, 17 juni

Hur sker uppsamling av PFAS i biofilteranläggningar? I: va-guiden, 8 augusti

VA-podden #40 – Heléne Österlund och Goddecke Blecken om dagvattenforskningen de senaste 20 åren. I: va-guiden, 18 september

Vetenskaplig studie av sju BDT-filter och en markbädd. I: va-guiden, 18 september

Biofilter – vad vet vi efter 20 år av forskning? I: va-guiden, 4 oktober

Ny studie om svackdikens hydrologiska och hydrauliska prestanda. I: va-guiden, 28 oktober

Översvämningar för 1,5 miljard – Övertorneå värst drabbat. I: SVT, 5 november