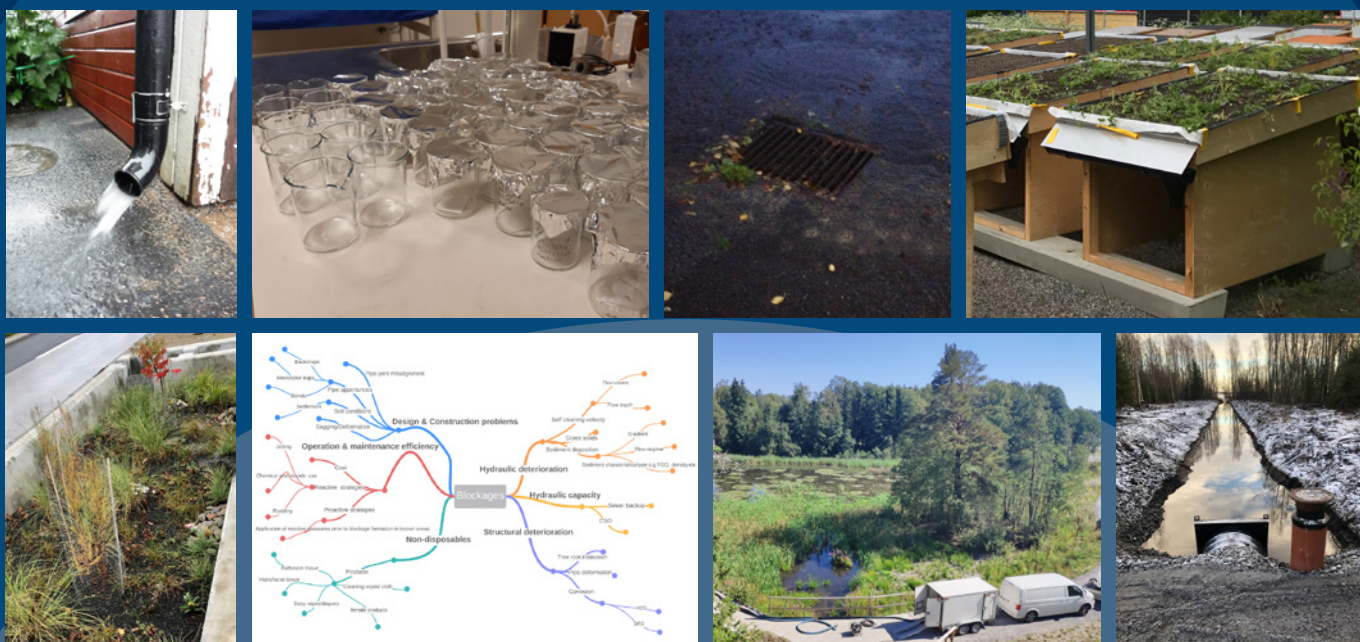




DAG&NÄT



Slutrappport

Forsknings- och utvecklingsprogram

juli 2017 – december 2021



Kontaktuppgifter:

Maria Viklander, professor VA-teknik, klusterledare.
maria.viklander@ltu.se. Tel 0920 49 1634, 070 33 014 86

Sylvia Kowar, klusterkoordinator Dag&Nät.
sylvia.kowar@ltu.se. Tel 0920 49 1473, 072 247 36 63

Vatten i en föränderlig värld

Idag står hela världen, inklusive Sverige, inför en rad stora utmaningar som klimatförändring, ökad urbanisering, begränsade resurser och försämrad kvalitet på vatten samt skärpta miljökrav.

Förutsättningarna både för samhällsbyggnadssektorn i stort och inte minst för VA-sektorn har förändrats. Många av dessa utmaningar såsom att klimatanpassa den bebyggda miljön, minimera miljöpåverkan, minska resursanvändningen och maximera stadens förmåga att leverera ekosystemtjänster kräver ny kunskap, ny

infrastruktur och tekniska lösningar, nya samarbetsmodeller, samt ett mer övergripande systemperspektiv och samarbete över branschgränser. Detta bidrar Dag&Nät till genom behovsdriven forskning i framkant och i symbios med samhället.



Dag&Nät firar 12 framgångsrika år!

Forskningsklustret Dag&Nät bildades i slutet av 2010 av företrädare för de kommunala VA-organisationerna i Luleå, Skellefteå, Sundsvall, Umeå och Östersund. Medlemskretsen har utökats under senaste verksamhetsperioden med Boden och VA SYD. Tillsammans ansvarar de för vatten och avlopp i 15 stora och små kommuner, från Malmö i syd till Boden i norr.

Dag&Nät koordineras av forskningsgruppen VA-teknik vid Luleå tekniska universitet (LTU), i samverkan med RISE Urban Water Management och VA-teknik vid Norges teknisk-naturvetenskapliga universitet (NTNU) Trondheim. Samtliga ingår i Dag&Näts styrgrupp tillsammans med representanter från sex av de kommunala medlemsorganisationerna, samt Svenskt Vattens Avloppskommitté (VAK) och Rönnätskommitté (RÖK). Antalet övriga intressenter och företag har vuxit efter hand. En stor andel av de forskningsprojekt som bedrivs inom forskningsklustret genomförs i samverkan med dessa parter.

Dag&Nät är ett av totalt fyra forskningskluster som får finansiellt stöd från Svenskt Vatten Utveckling (SVU).

SVU:s grundfinansiering har varit en styrka sedan starten. Den är mycket viktig som katalysator för att skapa samverkan och få finansiering från andra finansiärer för omfattande, mångåriga forskningssatsningar. Medlemmarna bidrar också till finansieringen. Dessutom kommer betydande medel från olika forskningsfinansiärer som Forskningsrådet Formas, Vinnova, Naturvårdsverket, Europeiska regionala utvecklingsfonden (Interreg) och Infra Sweden 2030.

Läs mer: Dag&Näts årliga verksamhetsberättelser finns att läsa som C-rapporter, utgivna av SVU. De finns också tillgängliga direkt på Dag&Näts webbplats där det även går att prenumerera på Dag&Näts nyhetsbrev, www.ltu.se/dag-nat.





Dag&Nät - dagvatten och ledningsnät i fokus

Dag&Nät bedriver behovsanpassad forskning och utveckling inom områdena Dagvattenkvalitet, Dagvattensystem och Ledningsnät i nära samarbete mellan forskare, kommunala VA-organisationer och företag. Samtidigt är forskningsklustret Dag&Nät en viktig katalysator för ny samverkan inom VA-området, med fler mötesplatser för befintliga och nya aktörer.

Dag&Näts tre teman

Redan idag finns problem förknippade med förorenat dagvatten och stadigt ökar vår kunskap om föroreningskällorna och föroreningarna som sprids med dagvattnet. En stor del av dagvattnet renas inte idag, men enligt EU:s ramdirektiv för vatten ska kvaliteten i Europas ytvatten bevaras eller förbättras. Klimatförändringar och förtätningen av våra städer förväntas leda till ökade volymer förorenat dagvatten och att nya föroreningar dyker upp i dagvattnet. Det sätter fokus på sambandet dagvatten – recipient. I **Tema Dagvattenkvalitet** följer forskarna dagvattenkvaliteten hela vägen från regnet till recipienten.

Samhällena behöver bli mindre känsliga för översvämningar. Redan nu klarar inte ledningsnät eller recipienter av att hantera dagens regnvatten, än mindre framtidens extrema regn och snösmältning. Staden måste planeras för att skapa ytliga vägar för avrinning, fördröja avrinningen och rena dagvatten. Det innebär att dagvattensystemen kommer bestå av fler kompo-

nenter, och därmed bli mer komplexa. **Tema Dagvattensystem** innefattar allt från dagvattnets generering, transport, utvärdering av dagvattensystem och behandling till planerings- och ansvarsfrågor.

Dagens spill- och dagvattennät utgör en viktig del för VA-systemets funktion. De representerar ett mycket stort ekonomiskt värde, och stora delar av det behöver förnyas. Samtidigt lyfts frågor om att förändra utformningen av ledningsnäten så att hela VA-systemet blir mera hållbart. Processer i ledningsnäten kan påverka deras funktion, och också ställa särskilda krav på drift och underhåll. Felkopplade ledningar eller inläckage av regn- och grundvatten skapar olika typer av tillskottsvatten i ledningarna. Det kan påverka funktion, vattenkvalitet och öka risken för översvämningar. I

Tema Ledningsnät studeras de processer som sker i ledningsnätet, hur de påverkar ledningarnas funktion, hur systemen ska underhållas och förnyas och på vilket sätt utformningen av ledningsnäten kan utvecklas så att VA-systemet blir mera hållbart.

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

Dag&Näts arbete med att realisera visionen och de övergripande målen bygger på sex huvudstrategier.

Dag&Näts vision och strategi

Tillsammans har Dag&Näts medlemmar arbetat fram en ny vision, övergripande mål och en strategi för kommande perioder då även resurseffektiva små avloppssystem kommer att utgöra ett forsknings- och utvecklingstema.

Dag&Näts vision 2030 är:

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.

Det övergripande målet för 2030 är att genom utmaningsdriven forskning, utbildning och kompetensförsörjning av högsta kvalitet bidra till:

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

Forskningsinriktning juli 2017 – december 2021

Forskargruppen inom Dag&Nät har en mycket bred och tvärvetenskaplig sammansättning. Det främjar framtagandet av ny kunskap och lösningar som länkar ihop samhällsstrukturer, ledningsnät och reningsanläggningar.

Dag&Näts kompetensområden ligger inom klimatpåverkan, urban hydrologi, hydraulik, föroreningar i dagvatten och snö, naturbaserad rening i gröna och blå strukturer, reningsprocesser, biologiska och kemiska processer, modellering, asset management och AI. Det ger en helhetssyn som gör det möjligt att skapa breda, praktiskt fungerande lösningar i samhället.

Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete bygger på samverkan med medlemskommunerna och deras engagemang i gemensamma forskningsprojekt på hemmaplan som under denna period har varit mångfaldiga. Dessutom har omfattande fältinsatser bedrivits med samarbetspartnerna i till exempel Stockholm, Kiruna och Växjö kommuner.

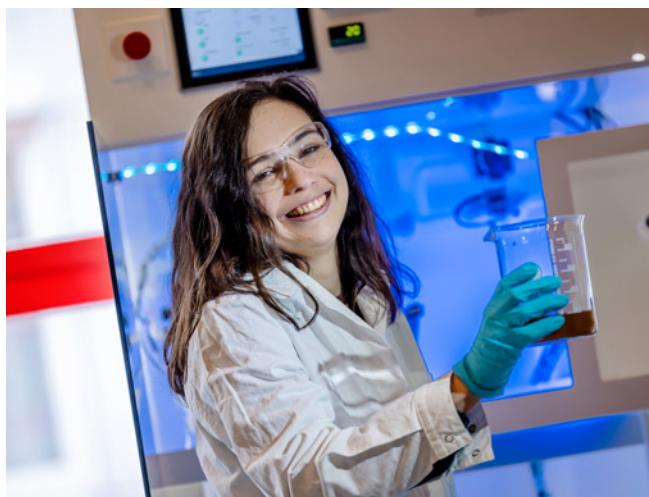
Forskningsprojekten bedrivs inom Dag&Näts tre stora, övergripande teman Dagvattenkvalitet, Dagvattensystem och Ledningsnät. Under perioden har följande projekt stått i fokus:

- Dagvattenbiofilter – utformning och dimensionering
- Dagvattenföroreningar och dess källor
- DRIZZLE – centrum för dagvattenhantering
- Förbättrad funktion av gröna tak
- Förbättrad modellering av grön infrastruktur



Aktuella projekt inom de tre temaområdena för Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete mellan juli 2017 och december 2021.

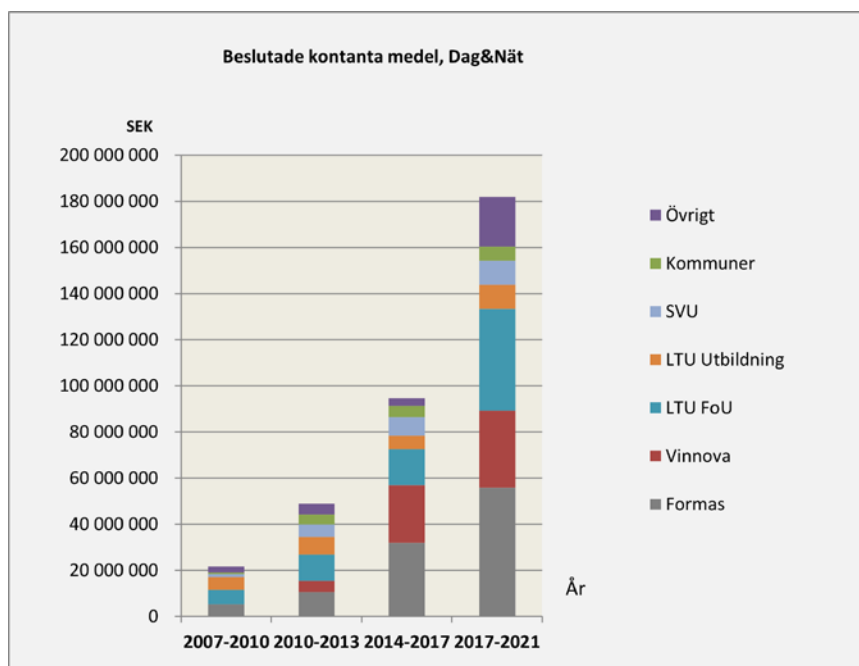
- GrönNano – innovativ dagvattenhantering
- Hållbar snöhantering i urbana miljöer
- Resurseffektivt och koordinerat underhåll och förnyelse av ledningsnät
- Små flexibla avlopps lösningar
- Urban plastics: Källor, sänkor och flöden av mikroplast i den urbana miljön
- Yteffektiv dagvattenrening



Verksamheten i korthet

Genom att bygga vidare på arbetet från förra perioden, 2014 till 2017, har Dag&Nät fortsatt sin framgångsrika utveckling:

- Antalet forsknings- och utvecklingsprojekt som bedrivs under perioden har ökat från 19 till 41.
- Antalet forskare och doktorander inom Dag&Nät har ökat stadigt och omfattar 50 personer, varav 20 doktorander på LTU.
- Dag&Näts forskningsprojekt genomfördes både på kontoret, i labb och i fält. Tillsammans med samarbetspartnerna undersöktes bland annat olika källors bidrag till föroreningar i dagvatten, förekomsten av föroreningar i dagvattenanläggningar, spårning av felkopplade rör och tillskottsvatten med innovativ teknik och utvecklingen av gröna dagvattenlösningar. Se hela projektlistan på föregående sida.
- Det stora forskningsprojektet GrönNano2 avslutades och fick sin fortsättning i GrönNano3.
- DRIZZLE, ett av Vinnovas kompetenscentrum för forskning i världsklass inom områden som är viktiga för Sveriges konkurrenskraft, startade under perioden.
- Forskningsprojekten har genererat direkt användbara resultat, se sid. 13-23 för exempel.
- Drygt 30 kommuner och lika många företag har samarbetat i olika projekt under Dag&Näts paraply.
- Med Bodens kommun och VA SYD har två nya medlemmar anslutit till Dag&Nät.
- Forskningssamarbetet med RISE Urban Water Management och VA-teknik vid NTNU har tagits ett steg vidare – båda ingår numera som medlemmar i Dag&Nät.
- Professor Jiri Marsalek erhöll IWA Career Achievement Award 2017. Godecke Blecken utnämndes till årets dagvattenhjärte 2019 av VA-guiden. Svenskt Vattens pris för bästa examensarbete inom VA-teknik tilldelades Mårten Winkler året 2017 och Emelie Hedlund Nilsson året 2019.
- Dag&Nät är medlem i den europeiska vattenplattformen Water Europe och leder respektive medverkar i flera av dess arbetsgrupper.
- Stor vikt ligger fortsatt på kommunikation, kompetensförsörjning och kunskapsåterföring. Dag&Nät har anordnat och medverkat i ett stort antal nationella och internationella konferenser, seminarier och workshops, exempelvis RÖK, VAK, Nordiwa och ICUD, samt publicerat bland annat 64 vetenskapliga artiklar i ledande internationella tidskrifter såsom Water Research, Environmental Science and Technology och Science of the Total Environment, 39 konferensbidrag och sju rapporter inom ramen för SVU och Naturvårdsverket.
- En ny civilingenjörsutbildning Vattensystem och miljö har skapats vid Luleå tekniska universitet, i nära samverkan med Dag&Nät (utbildningsstart hösten 2022).
- Omsättningen har stadigt ökat, från 26,8 miljoner kronor 2017 till 39 miljoner kronor 2021.



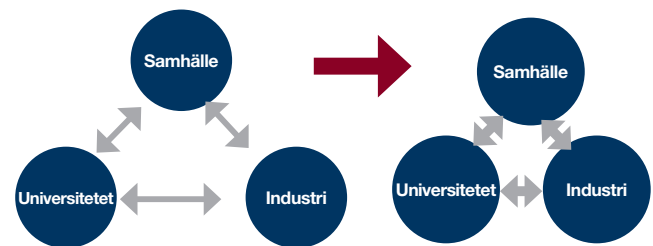
Ända sedan starten har Dag&Näts budget vuxit kontinuerligt. Viktiga finansiärer är Formas och Vinnova.

Behovsbaserad utveckling och kunskapsåterföring

Dag&Nät bygger på långsiktigt samarbete och ett stort engagemang hos alla medverkande aktörer. Det är endast så framtidens utmaningar inom VA-området kan lösas. Den nära samverkan mellan samhälle, näringsliv och universitet bidrar till en livfull, innovativ och vetenskaplig process där partnererna ständigt kommer närmare varandra.

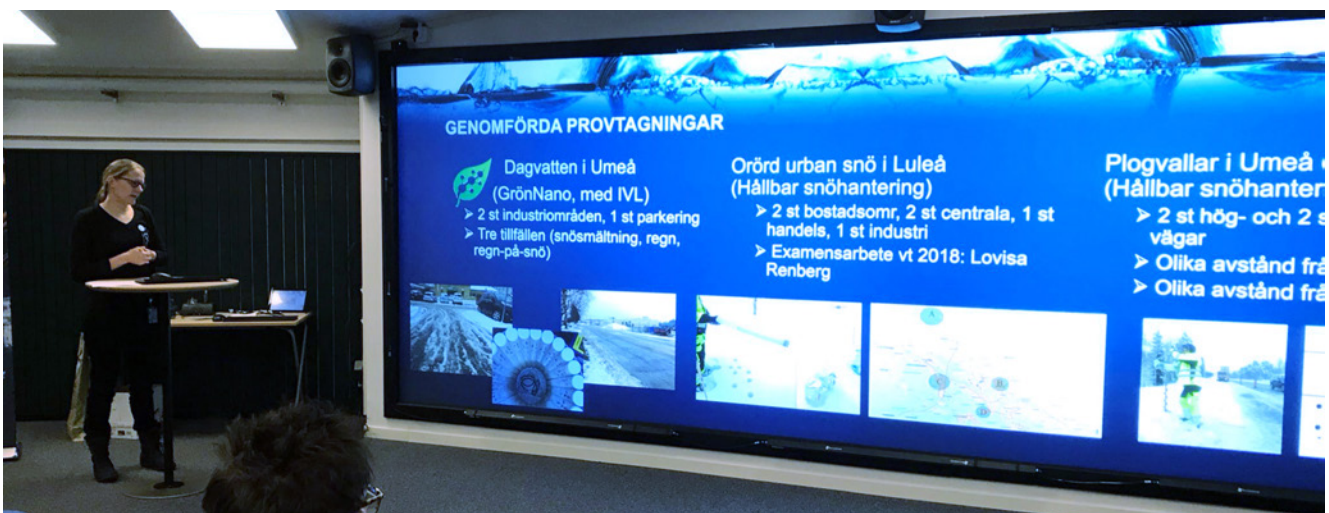
En viktig del i detta är att Dag&Nät regelbundet besöker medlemskommunernas VA-verksamheter för att gå igenom pågående gemensamma projekt, stödja förbättrad verksamhet på hemmaplan, bidra till kompetensutveckling, samt diskutera aktuella utmaningar och därmed få inspel till framtida projekt. De behov och möjligheter som identifieras vid dessa möten utgör sedan basen för att ta fram de pågående FoU-projekten. Dag&Nät har också, baserat på dessa behov, arbetat fram och lämnat in ansökningar om FoU-medel som resulterat i 25 nya projekt som startats under perioden.

Som mötesplattform för medlemsorganisationerna och blivande VA-ingenjörer anordnas ett VA-seminarium och branschdag varje år i februari. I samband med detta har även hållits en temadag med seminarier och workshops inom Dag&Näts tre teman för medlem-



Dag&Nät skapar en nära samverkan mellan kommunala aktörer, universitet och näringsliv.

marna. Övergripande syfte är att sprida kunskapen som tagits fram inom forskningsprojekten, lyfta aktuella frågeställningar och tjäna som plattform för erfarenhetsutbyte. I mån av möjlighet och behov har dessutom separata projekt- och uppstartsmöten hållits antingen inom pågående FoU-projekt eller inför projektstart.



Omväxlande arbetsmiljö!

Forskning kring dagvatten och ledningsnät genomförs vanligen under bar himmel, längs befintliga ledningsnät och dagvattenstrukturer. Detta medför – i motsats till exempelvis avloppsreningssinriktad forskning – mätning, uppföljning och kontroll över relativt stora geografiska områden. Noteras kan också att dagvattensystem och ledningsnät till största delen inte utvecklas och byggs baserat på miljöprövning eller tillståndsgivning samt de kvalitetsnormer och begränsningsvärden som i övrigt gäller för VA-sektorn.

Att arbeta och forska i bebodda urbana miljöer, ofta djupt under mark, kräver koncentration och uthållighet. En påtaglig faktor i dagvattenrelaterad forskning är hur den styrs av vädrets makter, något som kan rubba även den erfarna och rucka på realistisk årstidsplanering. En förutsättning för fältstudierna som genomförts har varit de engagerade medarbetarna från de kommunala VA-organisationerna och företag.





Kommunikation - nödvändig för forskningen

Kommunikation är A och O – även i forskningen. Den är också en viktig pelare i Dag&Näts arbete, allt i syfte att sprida information och resultat från Dag&Näts forsknings- och utvecklingsarbete så brett som möjligt. För att nå ut med relevant FoU-information till berörda och intresserade måste den vara lättillgänglig och anpassas till lokala förutsättningar.

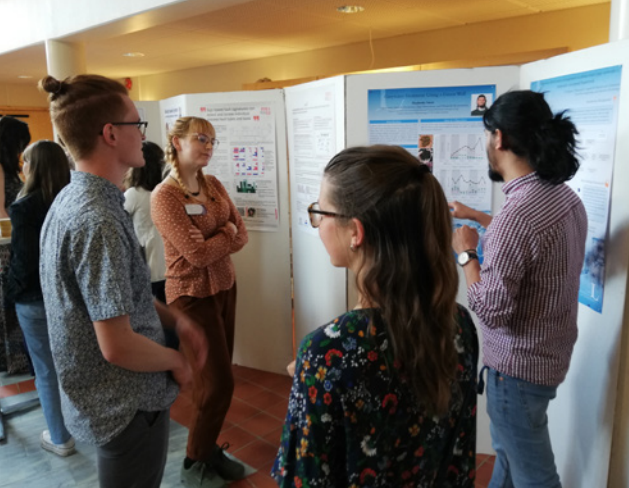
Därför är Dag&Näts kommunikationsinsatser mångfaldiga och utvecklas kontinuerligt:

- **Hemsida** där det presenteras nyheter, forskning och publikationer. www.ltu.se/dag-nat
- **Nyhetsbrev**, tre gånger per år, med bland annat presentationer av forskningsprojekt och tips på seminarier och konferenser. Skickas ut till prenumeranter och finns på hemsidan.
- **Twitter-profil** med regelbundna nyheter om aktuella aktiviteter i projekt samt tips på konferenser och nya publikationer. Twitter @_DagNat
- **LinkedIn grupp Dag&Nät**, nyskapad under perioden för att sprida aktuellt inom Dag&Nät (liknande Twitter) till en ännu bredare krets.
- **Artikelserien** "Ny forskning och teknik" som populärt beskriver ett urval av våra studier. www.ltu.se/dag-nat
- **Möten, workshoppar och seminarier**. Bland annat anordnas en årlig branschdag på LTU som mötesplats för framtida VA-ingenjörer, VA-aktörerna och alla som är intresserade av VA-branschen, i samband med ett seminarium med roterande temana dagvatten, avloppshantering, vattenförsörjning och ledningsnät varje år.

■ **SVU-rapporter**. Utöver Dag&Näts årliga verksamhetsberättelser som publiceras som SVU C-rapporter har Dag&Nät också bidragit med SVU-rapporter om utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten, nyttor som blå-grön infrastruktur kan bidra med, rening av mikroplast i dagvatten från motorväg, samt en kunskapssammanställning om dagvattenkvalitet. Genom SVU-rapporterna blir resultaten lättillgängliga för VA-branschen.

■ **Internationella och nationella konferenser**. Medlemmar från Dag&Nät har presenterat forskningsresultat i ett betydande antal både fysiska och digitala internationella och nationella konferenser. På nationell nivå är det bland annat Rörnät och Klimat, Vatten Avlopp Kretslopp och Svenskt Vattens årliga evenemang Vattenstämman som Dag&Nät har medverkat i, även med monter där tillfälle fanns.

■ **Internationella tidskrifter**. Dag&Nät publicerar kontinuerligt ett betydande antal vetenskapliga artiklar i ledande internationella tidskrifter. Fullständig publiceringslista finns på hemsidan.



Vattenforskarskolan – en gemensam satsning som ger avtryck

Den nationella Vattenforskarskolan som utvecklats i samarbete mellan de fyra forskningsklustren Dag&Nät, VA-kluster Mälardalen, VA-teknik Södra och DRICKS samt Sweden Water Research är en framgångssaga. Idag är 77 doktorander inskrivna i forskarskolan och 20 doktorander har under den tid forskarskolan funnits tagit sin doktorsexamen. En viktig del av forskarskolans verksamhet är att utveckla och tillhandahålla dokto-

randkurser. Fyra till sex kurser erbjuds årligen och alla är öppna för yrkesverksamma som jobbar i VA-branschen. En annan viktig roll som Vattenforskarskolan har är att möjliggöra nätverksbyggande för de doktorander som är med. Under perioden har detta blivit lidande på grund av pandemin, men med kraft ser vi nu att aktiviteterna och nätverkande har kommit i gång igen.

GrönNano – innovativ dagvattenhantering

Forsknings- och innovationsprojektet GrönNano avslutades i oktober 2021 med en digital konferens. Det innebar slutet på ett drygt åtta år långt arbete, som har letts av LTU i samverkan med drygt 30 partner. Projektet har uppfyllt sitt mål att implementera och utveckla innovativa metoder för hållbar dagvattenhantering.

Under projektets gång har dagvattenreningsanläggningar implementerats i bland annat Malmö, Växjö, Sundsvall och Östersund med input från forskare vid LTU, som har instrumenterat och utvärderat anläggningarna. Dessutom har bland annat utvecklingsarbete för innovativa reningskomponenter, nya underhållslösningar, vidareutveckling av modelleringsverktyg, ny kunskap om vilka föroreningar dagvatten innehåller samt metoder som bidrar till grönare städer tagits fram. Resultat från GrönNano finns publicerade i en rad populärvetenskapliga broschyrer, som finns att ladda ned gratis på projektets hemsida.

Att projekttiden för GrönNano blev hela åtta år beror på effekter av covid-19 pandemin, som ledde till att

Vinnova förlängde projekttiden. Det möjliggjorde bland annat en mer robust utvärdering av de anläggningar som byggts inom projektet – värdefull kunskap inför kommande implementeringar av innovativ dagvatteninfrastruktur.

Samarbetspartner: Afry, Bodens kommun, Dag&Nät, DHI Sverige, Galären, Gryaab, Göteborgs Stad Kretslopp och vatten, IVL Svenska Miljöinstitutet, Järven Ecotech, Kemira Kemi, Kronan Exploatering, Luleå kommun, LTU Licens, Länsstyrelsen i Västernorrlands Län, Malmö stad, MittSverige Vatten & Avfall, NCC Sverige, Purac, RD Rent Dagvatten, Skellefteå kommun, Stockholms stad, StormTac, Sundsvalls kommun, Sweco, Tyresö kommun, Vatten och Avfallskompetens i Norr (Vakin), VA SYD, Vattenmyndigheterna, VegTech, Växjö kommun, Östersunds kommun

Finansiärer: Vinnova och medverkande parter

Läs mer: www.ltu.se/greennano





DRIZZLE – centrum för dagvattenhantering

I ett kompetenscentrum bedriver universitet, företag och offentliga aktörer i nära samarbete forskning i världsklass inom områden som är viktiga för Sveriges konkurrenskraft. Vinnova har beviljat 13 kompetenscentrum inom olika områden, varav DRIZZLE – centrum för dagvattenhantering är det enda inom samhällsbyggnadsområdet.

Inom DRIZZLE samarbetar forskare, kommuner, tillverkare av dagvattenlösningar, tjänsteleverantörer, samt entreprenadföretag för att utveckla forskningsbaserade dagvattenlösningar. Syftet är att minimera föroreningar i sjöar och vattendrag och fånga de möjligheter som dagvattenavrinning ger.

DRIZZLE ger tillgång till kunskap i forskningsfronten,

som kan användas vid utveckling av varor och tjänster. Forskningsaktiviteterna baseras på företagens och kommunernas behov, vilket även påverkar innehållet i LTU:s kurser. Därmed ges LTU möjlighet att erbjuda än mer attraktiva akademiska utbildningar, vilket ger företag och kommuner tillgång till anställda med strategisk kompetens som möter deras behov.

Samarbetspartner: Aarsleff Rörteknik, Dag&Nät, Järven Ecotech, Luleå kommun, NCC Infrastructure, Rent Dagvatten, Miljöförvaltningen Stockholms stad, Stockholm Vatten och Avfall, StormTac, Tyréns.

Finansiärer: Vinnova och medverkande parter

Läs mer: www.ltu.se/DRIZZLE

Ett axplock av praktiskt användbara resultat...
...som vi kommit fram till!

Avancerade statistiska metoder för proaktivt underhåll av avloppsstopp

Tekniska problem i avloppsledningsnät som beror på stopp kan ge störningar hos hushåll och verksamheter och utgöra en risk för både hälsa och miljö. På grund av den komplexa karaktären hos denna infrastruktur sker underhållet vanligtvis reaktivt. Reaktiva metoder för underhåll innebär ofta högre kostnader och förbrukar mer av de begränsade resurser som finns tillgängliga. Dessutom är kunskapen om var och vilka mekanismer som orsakar avloppsstopp i ledningar ofullständig.

Det är därför nödvändigt att undersöka nya metoder som dels kan förbättra förståelsen för var och varför avloppsstopp uppstår, dels för att stödja mer proaktiv underhållsplanering och garantera önskad servicenivå. En av de undersökta statistiska metoderna är geografiskt viktad Poisson-regression (GWPR). Analysen har baserats på data från tre svenska kommuner. Resultaten från GWPR-analysen kunde på en karta visa vilka

som var de vanligaste orsakerna till stopp i olika delar av avlopps nätet. Rörmaterial, flack ledningslutning och ledningar i nära anslutning till restauranger visade sig ha störst betydelse för att det blev stopp i avloppet i de undersökta kommunerna. Dessa resultat kan hjälpa kommuner att schemalägga underhållsaktiviteter som avloppsspolning mer effektivt eller att prioritera CCTV-inspektioner.

Samarbetspartner: Bodens kommun, Vakin, Luleå kommun.

Finansiär: SVU / Dag&Nät

Läs mer: Okwori, E., Viklander, M. & Hedström, A. (2021). Spatial heterogeneity assessment of factors affecting sewer pipe blockages and predictions. Water Research, Volume 194, 116934, ISSN 0043-1354, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.116934>.



Ett axplock av praktiskt användbara resultat...
...som vi kommit fram till!



Nyttor av blågrön infrastruktur – en socio-ekonomisk bedömning

Blå-grön infrastruktur (BGI) har flera nyttor än att bara hantera dagvatten. Om finansiären är VA-huvudmannen, är denne ofta inte den viktigaste nyttemottagaren. I en fallstudie i Luleå, ett nyexploaterat bostadsområde, visade det sig att de största ekonomiska värden genereras i kategorierna attraktivitet, hälsa, bostadsvärden och social sammanhållning, vilka inte tillhör VA-organisationens uppgift.

Studien har använt och jämfört två modeller för att värdera nyttorna i monetära termer, B£ST från Storbritannien och TEEB från Nederländerna. B£ST var mer användbar eftersom den har specifikt utvecklats för blå-grön dagvatteninfrastruktur, medan TEEB kan användas för grön infrastruktur generellt. Men eftersom B£ST är mer komplex och kräver mer indata, kan TEEB vara ett alternativ för generella bedömningar tidigt i utredningar.

Trots osäkerheten i de monetära värdena rekommenderas modellerna för framtida utvärderingar. Värdet som räknas fram är sekundärt i sammanhanget utan det är snarare förhållandet mellan kategorierna och alternativen som man kan dra slutsatser av.

Verktyg som B£ST och TEEB kan eventuellt stödja VA-organisationerna när det gäller att lyfta fram ytterligare nyttor i diskussionen med andra beslutsfattare och finansiärer.

Samarbetspartner: Luleå kommun

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

Byggnadsmaterial – största källan till föroreningar i dagvatten?

Dagvattnets kvalitet avgörs av vilka ytor vattnet rinner över. God kunskap om de material som bidrar med specifika ämnen gör det möjligt att undvika att de når recipienter genom exempelvis materialval eller installation av reningsanläggningar.

Byggnadsmaterial är ett av de största bidragen till föroreningar i dagvatten. Pilotskaleförsök med tio olika byggnadsmaterial, som är vanligt förekommande på tak och fasader, har genomförts vid LTU. Avrinning från materialen samlades upp och innehållet av metaller och organiska föroreningar analyserades.

Resultaten visade att metallmaterial som kopparplåt, zinkplåt och galvaniserat stål bidrog med stora mängder löst koppar och zink, medan en lack eller annan ytbeläggning minskade mängden metaller som följde med avrinningen. Bland de organiska föroreningarna visade sig takduk av PVC bidra med högst halter av industrikemikalierna ftalater och nonylfenoler. Nonylfenoler fanns även i avrinningen från bitumenbaserad takpapp. Samtliga dessa ämnesgrupper kan ha skadliga effekter på vattenlevande organismer. En jämförelse med lakförsök i laboratoriet visade att labbförsök

generellt fungerar bra för att identifiera källor till olika föroreningar, men för att uppskatta de mängder som materialen släpper ifrån sig till avrinning är pilotförsök bättre lämpade.

Samarbetspartner: Miljöförvaltningen Stockholms stad

Finansiärer: Formas, Vinnova, Åke och Greta Lissheds stiftelse

Läs mer: Müller, A., Österlund, H., Nordqvist, K., Marsalek, J., & Viklander, M. (2019). *Building surface materials as sources of micropollutants in building runoff: A pilot study*. Science of the Total Environment, 680, 190-197.

Müller, A. (2019). *Urban Surfaces as Sources of Stormwater Pollution: An Evaluation of Substances Released from Building Envelopes*. Licentiatavhandling, Luleå tekniska universitet.

Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2021). *Comparison of three explorative methods for identifying building surface materials contributing pollutants to stormwater*. Journal of Environmental Management, 299, 113574.



Vilka föroreningar finns i dagvattendammar?

Vid en undersökning av sediment i dagvattendammar påvisades förutom metaller ett stort antal organiska föroreningar. I de 32 proverna som togs från 16 svenska dammar hittades faktiskt totalt 92 olika föroreningar; i minst ett av proverna påvisades så många som 52 olika föroreningar. Många av dessa ämnen överskrider riktvärdena för föroreningar av sedimentet samt de svenska riktlinjerna för känslig markanvändning. Det innebär att de kan skada ekosystemen i dammar och att sedimenten inte kan återanvändas på alla platser.

En typisk profil identifierades som inkluderade polyklorerade bifenyl (PCB), polycykliska aromatiska kolväten (PAH), tennorganiska föreningar, alifatiska kolväten, ftalater, aldehyder, polybromerade difenyletrar (PBDE), perfluorerade ämnen (PFAS) och alkylfenoler. Föroreningar från dessa ämnesgrupper tenderade att hittas tillsammans, vilket visar att de är typiska för stadsmiljön och kan komma från liknande källor eller åtminstone från källor som finns i samma områden.

De mest förorenade sedimenten var vanligtvis lösa och svarta i färg, medan de minst förorenade sedimenten var gråa och bestod av lera. Det är troligt att de svartfärgade partiklarna kommer från antropogena källor som väg- och däckslitagepartiklar eller sot och innehåller många av de föroreningar som visat sig vara återkommande. När det finns andra partiklar i sedimentet, som eroderad jord eller naturligt organiskt material, späder detta förmodligen ut föroreningssammansättningen och gör sedimentet mindre förorenat. Men det innebär också att dammen fylls snabbare och måste tömmas oftare för att upprätthålla god funktion.

Finansiär: Vinnova

Läs mer: Flanagan, K., Blecken, G.-T., Österlund, H., Nordqvist, K. & Viklander, M. (2021). *Contamination of Urban Stormwater Pond Sediments: A Study of 259 Legacy and Contemporary Organic Substances*. Environmental Science & Technology 2021, 55 (5), 3009–3020.





Dagvattenbiofilter utvärderas i fält

Dagvattenbiofilter (och växtbäddar) implementeras i ökande takt i Sverige. Inom Dag&Nät utvärderas biofilter i fält i Sundsvall, Stockholm, Växjö och Malmö. Anläggningarna har till stor del utformats som samarbetsprojekt. De faktorer som utvärderas i de olika filtren kompletterar varandra och bygger vidare på tidigare forskning i labb på LTU. Bland annat har olika typer av vegetation och filtermaterial undersökts. Rening av partikulära, lösta och sant lösta metaller, näringsämnen, organiska mikroföroreningar och mikroplast har undersökts. Generellt visar resultaten att växtbevuxna filter renar bättre än sandfilter utan växter. Biokol visade ingen tydlig effekt på reningen av metaller och näringsämnen, men utvärderingen fortsätter dock. En studie om variationer av föroreningar under olika regn visar att ingen så kallad *first flush* fanns.

Studien om mikroplast – som var bland de tre första som publicerats i världen – visar att mikroplast kan avskiljas i biofilter. Dock skiljer sig processerna från andra partikelbundna föroreningar eftersom till exempel densitet och/eller partiklarnas form kan vara olika.

Förutom reningsförmågan har det undersökts hur och var föroreningarna ackumuleras i filtermaterial. Resultaten visar att också mikroplast och organiska föroreningar till stor del ackumuleras högst upp i filtermaterialet, vilket tidigare har visats för metaller. Detta underlättar underhåll av biofilter eftersom utbyte av det översta filterlagret i stället för hela filtret kan förlänga livslängden avsevärt.

Slutligen har en livscykelanalys genomförts och biofilterutformningar jämförts. Anläggningar med mycket betong, filtermaterial med långa transportvägar (till exempel pimpsten) genererar höga koldioxidutsläpp vid produktion och bör undvikas.

Samarbetspartner: MittSverige Vatten & Avfall, Växjö kommun, VA SYD, Malmö stad, Stockholms stad, Stockholm Vatten och Avfall, NCC, Tyréns, IVL, Ohio State University (USA)

Finansiärer: Formas, SVU, J. Gust. Richert stiftelsen, Vinnova

Läs mer: Lange, K., Blecken, G., Magnusson, K., Kullberg, A.M. & Viklander, M. (2021). *Rening av mikroplast i dagvatten från motorväg - Utvärdering av en reningsanläggning vid E4-bron i Sundsvall*. Svenskt Vatten Utveckling rapport 2021-22

Resultaten var input till: Larm, T. & Blecken, G. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. Svenskt Vatten Utveckling rapport 2019-20

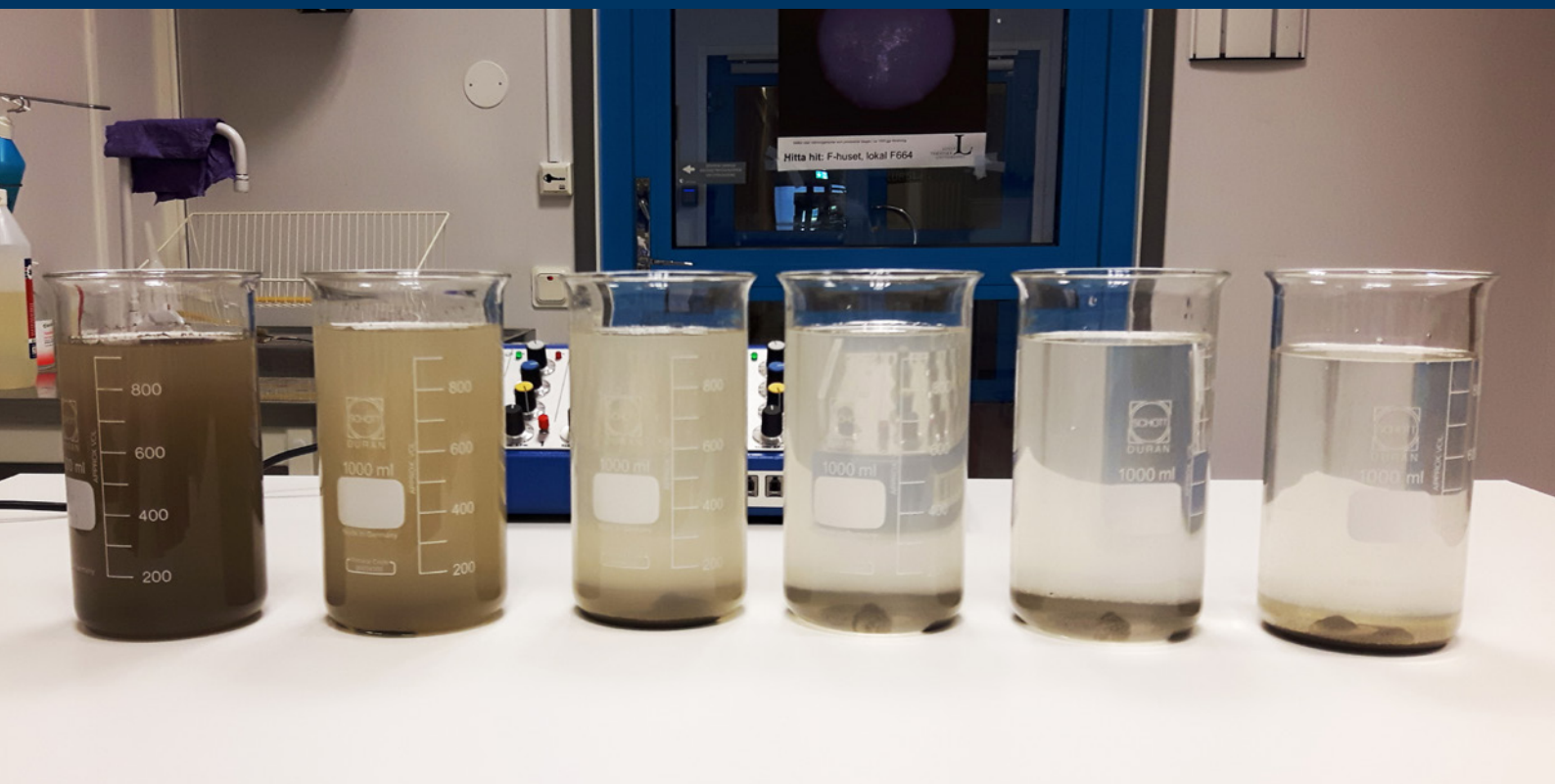
Lange, K. (2021). *Metal and microplastic treatment in stormwater bioretention*, Doktorsavhandling. Luleå tekniska universitet, Luleå.

Nordiwa 2021, www.nordiwa.org

I media: SVT Nyheter, TV4 Nyheter, mm.

Ett axplock av praktiskt användbara resultat...

...som vi kommit fram till!



Kemisk fällning renar dagvatten

Mindre partiklar ($<10\text{ }\mu\text{m}$) och särskilt kolloidala partiklar ($<1\text{ }\mu\text{m}$) är väldigt svåra att rena bort i dagvattenanläggningar med sedimentation som främsta renings-teknik, som till exempel dagvattendammar. Väldigt ofta utgör partiklar av de här storlekarna procentuellt den största föroreningsmängden i form av metaller och organiska ämnen. Därför är det viktigt att undersöka reningstekniker som effektivt renar bort dem. Kemisk fällning är en väl beprövad teknik inom både avlopps-behandling och dricksvattenproduktion där en tillsats av en fällningskemikalie får små partiklar att klumpa ihop sig för att sedan enkelt avskiljas genom sedimentation eller filtrering.

Inom Dag&Nät har kemisk fällning av dagvatten utvärderats med avseende på reningsgraden hos de föroreningar som förekommer i dagvatten genom labbstudier. De fällningskemikalier som testats har varit kommersiella produkter av både järn- och aluminiumsalter. Även chitosan, som är en sockerpolymer framtagen ur skal från kräftdjur, har undersökts. Genom att tillsätta fällningskemikalier till vägdayvatten kunde partikelavskiljningen märkbart förbättras, mätt som både suspenderat material och turbiditet.

Enbart sedimentation avskilde 75 procent av suspenderat material och 30 procent av turbiditet, medan med

kemisk fällning var avskiljningsgraden 99 respektive 98 procent. Reningsgraden för organiskt material ökade också, från 30 procent med endast sedimentation till 70 procent med kemisk fällning med järn- eller aluminiumsalt. Reningsgraden för metaller ökade från 40-50 procent för sedimentation av Cd, Cr, Cu, Ni, Pb och Zn till över 90 procent genom kemisk fällning. Chitosan utmärkte sig för de lösta metallfraktionerna där järn- och aluminiumsalt uppvisade mindre effekt med 0-30 procents avskiljning kontra 50-70 procent för chitosan.

Samarbetspartner: Kemira, Luleå tekniska universitet

Finansiärer: Formas, VINNOVA

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

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

Nyström, F., Nordqvist, K., Herrmann, I., Hedström, A. & Viklander, M. (2019). *Treatment of road runoff by coagulation/flocculation and sedimentation*. Water Science and Technology, Vol. 79, nr. 3, s. 518-525

Tvåstegskalibrering av dagvattenmodeller för snabbare och pålitligare resultat

När dagvattenmodeller kalibreras automatiskt krävs många tusentals modellkörningar. För att undvika allt för lång beräkningstid måste antalet regntillfällen som används vid kalibrering hållas nere. Frågan är då hur man bäst gör det för att få så bra modellresultat som möjligt? I avrinningsområden med en stor andel grönytor kan kalibreringen delas upp i två steg. I första steget används små regntillfällen och det antas att all avrinning kommer från hårdgjorda ytor, och då kalibreras endast modellparametrar relaterade till sådana ytor. I andra steget används större regn där även grönytor antas bidra med avrinning och då kalibreras endast modellparametrar relaterade till grönytor.

Denna metod kräver mindre räknetid under kalibreringen, eftersom färre regntillfällen simuleras i de olika stegen. Det minskade antalet modellparametrar som kalibreras samtidigt underlättar för kalibreringsalgoritmen. På så sätt kan modelleringsprojekt utföras snabbare.

Med tvåstegskalibreringen blev modellresultat mer pålitliga vad gäller total flödesvolym och maxflöde. Det betyder att modellerna blir mer pålitliga när de används som underlag vid dimensionering av till exempel dagvattendammar eller ledningssystem. Därmed undviks dels att systemen blir underdimensionerade och inte klarar funktionskrav, dels att de inte blir överdimensionerade och tar för mycket plats och kostar onödigt mycket pengar.

Samarbetspartner: Akademiska hus, Luleå kommun, Luleå tekniska universitet

Finansiärer: Formas, VINNOVA

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



Zeolitfilter renar avrinning från koppartak

Fasader och tak av koppar bidrar med betydande mängd föroreningar till sjöar och vattendrag. För att skydda dem från föroreningar är det bra om avrinningen från koppartaken renas.

För att rena takavrinningen från det nyrenoverade Nationalmuseum valdes en underjordisk filtreringsanläggning med zeolit som filtermaterial. Den inkommande totala kopparkoncentrationen varierade mellan 920 µg/L och 2100 µg/L. Det mesta av kopparn (mer än 90 procent) var löst, vilket är känt för att vara mer giftigt för vattenlevande organismer än partikelbunden koppar. Under observationsperioden på 16 månader avlägsnade zeolitfiltret 52–82 procent och 48–94 procent av total mängd respektive löst koppar.

Även om reningen var rätt betydande var kopparkoncentrationen i det behandlade vattnet ändå relativt hög, 360–600 µg/L. Vi såg även tendenser till att kopparreningen minskade med tiden. En möjlig orsak till den observerade reningsnivån kan vara en för hög hydraulisk belastning som representeras av mängden vatten

som passerar genom filtret under en tidsenhet. Ju lägre värde, desto längre tid är vattnet i kontakt med filtret och det möjliggör bättre behandling.

Filtret vid Nationalmuseum dimensionerades för en dubbel så hög hydraulisk belastning än den som rekommenderas i litteraturen. En möjlig lösning för att förbättra reningseffektiviteten skulle därför kunna vara att sänka pumpkapaciteten för pumpen som levererar vattnet till filtret. Denna studie visade att även om reningsanläggningen kunde behandla vattnet till en relativt hög nivå skulle det vara ännu bättre om man tog mer hänsyn till den kontakttid som behövdes för att säkerställa högre rening.

Samarbetspartner: Statens fastighetsverk, Stockholms stad

Finansiärer: Formas, Vinnova

Läs mer: Milovanović, I., Hedström, A., Hermann, I. & Viklander, M. (2022). *Performance of a zeolite filter treating copper roof runoff*. Urban Water Journal, DOI: 10.1080/1573062X.2022.2031230



Mikroplaster åker snålskjuts med dagvatten från våra städer till haven

Våra städer har identifierats som en stor källa till de mikroplaster* som återfinns i sjöar och hav. Det kan handla om exempelvis textilfibrer från kläder i syntetiska material, slitagepartiklar från däck samt plastförpackningar. Dagvatten har, föga förvånande och som för många andra föroreningar, pekats ut som en betydande transportväg av dessa partiklar vidare ut i miljön.

Dag&Nät har genomfört ett flertal undersökningar av förekomsten av mikroplast i dagvatten och snö samt hur dagvattenbiofilter, en befintlig reningsteknik som redan är i bruk, kan användas för avskiljning även av mikroplaster. Studierna visar att olika typer av mikroplaster dominerar i olika provtyper och att koncentrationerna mikroplast är mycket varierande. Högst koncentrationer uppmättes i plogvalar längs vägar där däckpartiklar och vägslitage dominerade. I "orörd" snö, som inte plogats eller trampats ner, återfanns också mikroplaster men i mycket lägre koncentrationer. I dessa prover dominerade textilfibrer. Dagvatten från en motorväg visade sig också innehålla däckslitage samt plasten polypropen. Även andra typer av gummi detekterades, exempelvis EVA och EPDM. På den positiva sidan kunde vi konstatera att dagvattenbiofiltret reducerade förekomsten av mikroplast med i genomsnitt mellan 50 och 90 procent.

* Mikroplast är ett samlingsnamn för små plastfragment som är upp till fem millimeter. Det kan vara tillverkat som mikroplast, eller bildas vid slitage eller nedbrytning av plast.



Samarbetspartner: Vakin, MittSverige Vatten & Avfall, IVL

Läs mer: Österlund, H., Renberg, L., Nordqvist, K. & Viklander, M. (2019). *Micro litter in the urban environment: sampling and analysis of undisturbed snow*. Novatech 10th International Conference on Urban Water.

Vijayan, A., Österlund, H., Magnusson, K., Marsalek, J. & Viklander, M. (2019). *Microplastics pathways in the urban environment: Urban roadside snowbanks*. Novatech 10th International Conference on Urban Water.

Vijayan, A., Österlund, H., Magnusson, K., Marsalek, J. & Viklander, M. (2021). *Tire and road wear particles in roadside snow banks: Quantities and dynamics of release*. Presented at the NORDIWA Wastewater Conference 2021, [DIGITAL], September 28 - October 1, 2021.

Lange, K., Magnusson, K., Viklander, M. & Blecken, G. (2021).

Removal of rubber, bitumen and other microplastic particles from stormwater by a gross pollutant trap - bioretention treatment train. Water Research 202, 117457.

Lange, K., Österlund, H., Viklander, M. & Blecken, G. (2021). *Occurrence and concentration of 20–100 µm sized microplastic in highway runoff and its removal in a gross pollutant trap – bioretention and sand filter stormwater treatment train*. Science of the Total Environment, 151151.

Lange, K., Magnusson, K., Österlund, H., Viklander, M. & Blecken, G. (2021). *Treatment of microplastics in a stormwater treatment train: gross pollutant trap and bioretention system*. 15th International Conference on Urban Drainage, Melbourne, September 2020

