

Klima 2050 og evaluering av en grønn grøft langs RV3

Av Camillo Bosco, Elhadi Mohsen Hassan Abdalla, Tone M. Muthanna, Knut Alfredsen, Britt Rasten, Heidi Kjennbakken og Edvard Sivertsen

Camillo Bosco (Ph.D) er forsker ved SINTEF Community.

Elhadi Mohsen Hassan Abdalla (Ph.D) er forsker ved SINTEF Community.

Tone M. Muthanna (Ph.D) er professor ved NTNU.

Knut Alfredsen (Dr.ing.) er professor ved NTNU.

Britt Rasten (Siv.ing.) er seksjonsleder VA Klimatilpasning i Multiconsult Norge AS.

Heidi Kjennbakken (Ph.D) er sjefingeniør ved Statens vegvesen.

Edvard Sivertsen (Dr.ing.) er seniorforsker ved SINTEF Community.

Summary

Klima 2050 and evaluation of an infiltration swale along RV3. Klima 2050 has established a pilot project along RV3 at Ommangsvollen and studied the performance of an infiltration swales. Among other things, we have adopted a new approach to evaluate the hydrological performance of infiltration swales in cold climates, by using the continuous measurements of the groundwater level to calibrate and validate hydrological models. We have used built-in modules in the Stormwater Management Model (SWMM), which is a widely used tool for assessing hydrological performance. Current modules for simulating the hydrological performance of infiltration swales in cold climates are the aquifer- and LID-modules in addition to the Snow Pack-module, where the aquifer-module achieved better models than the LID-module. The calibrated models provide valuable insight into the long-term hydrological performance of infiltration swales, enabling the identification of events that trigger surface runoff and the eventual activation of step 3 of the three-step approach for stormwater management.

Sammendrag

Klima 2050 har etablert et pilotprosjekt langs RV3 ved Ommangsvollen og studert ytelsen til en grønn grøft. Vi har blant annet tatt i bruk en ny tilnærming for å evaluere den hydrologiske ytelsen til grønne grøfter i kaldt klima, ved å benytte de kontinuerlige målingene av grunnvannsnivået til kalibrering og validering av hydrologiske modeller. Vi har brukt innebygde moduler i Stormwater Management Model (SWMM), som er et mye brukt verktøy for å vurdere den hydrologiske ytelsen. Aktuelle moduler for å simulere den hydrologiske ytelsen til grønne grøfter i kaldt klima er akvifer- og LID-modulen i tillegg Snow Pack-modulen, der akvifer-modulen oppnådde bedre modeller enn LID-modulen. De kalibrerte modellene gir verdifull innsikt i den langsiktige hydrologiske ytelsen til grønne grøfter, noe som gjør det mulig å identifisere hendelser som utløser overflateavrenning og eventuelt aktivering av trinn 3 i treleddsstrategien.

Innledning

Byvekst, fortetting og klimaendringer utfordrer dagens overvannshåndtering. I tillegg til de

rør-baserte løsningene er det ønskelig at man tar i bruk løsninger som spiller på lag med naturens naturlige prosesser og som følger treleddsstrategien for overvannshåndtering. Treleddsstrategien angir at man skal infiltrere, fordrøye og sørge for sikker avledning av overvannet til nærmeste resipient. En løsning som kan favne alle tre trinnene i treleddsstrategien er grønne infiltrasjonsgrøfter, dersom de utformes riktig. Slike grøfter kan konstrueres slik at de infiltrerer mest mulig av overvannet, de vil ha “innebygget” kapasitet til å fordrøye vannet på overflaten og de vil kunne lede overvannet mot en resipient. Det er finnes imidlertid lite dokumentasjon på hvordan slike grøfter virker i norsk klima og validert modelleringsverktøyet er mangelfullt.

Klima 2050 var et senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) som ble avsluttet mars 2023 (se www.klima2050.no for mer informasjon). Klima 2050 hadde som målsetning å redusere samfunnsrisiko og har blant annet jobbet med overvannshåndtering. Sammen med partnerne i senteret ble det utviklet flere pilotprosjekter som testet nye løsninger, der et av pilotprosjektene var knyttet til testing av en grønn infiltrasjons-

grøft. Pilotprosjektet var et samarbeid mellom Skanska, Multiconsult, Statens vegvesen, NTNU og SINTEF og løsningen var plassert langs nye RV3 ved Ommangsvollen som ble ferdigstilt i 2020. Her er mye av overvannet håndtert med en grønn grøft som primært infiltrerer overvannet, men som også har betydelig fordrøyningsvolum i tillegg til sikker avledning til nærliggende vassdrag, se Figur 1.

Målsetningen med pilotprosjektet var å dokumentere hvor godt den grønne grøften infiltrerer overvannet og hvordan samspillet er med nærliggende vassdrag. Mari Lillegraven studerte samspillet mellom grøfta og nærliggende vassdrag og laget hydrologiske modeller for avrenning fra grøfta til Stabekken og videre til Fura-vassdraget. Mer informasjon kan finnes i masteroppgaven (Lillegraven, 2021). Denne artikkelen gjengir noen resultater fra et nylig publisert studie som fokuserer på infiltrasjonseffekten av grøften (Bosco mfl. 2023). Gode data som kan brukes til å validere modellene til den hydrologiske ytelsen til grønne grøfter har vært mangelvare. I studien brukte vi målte data fra RV3 til å vurdere hvor godt ulike moduler i



Figur 1. Pilotprosjektet RV3 i Klima 2050 er etablert rundt Fuglset bro, bildene er tatt henholdsvis januar, april og juli 2023 (Foto: Edvard Sivertsen).

Storm Water Management Model (SWMM) modellerer den hydrologiske ytelsen til grønne grøfter. Studien sammenlignet akvifer-modulen og LID-modulen i SWMM i tillegg til å bruke Snow Pack-modulen for å modellere vinterforhold og snø. Vi så nærmere på *i*) følsomheten til de ulike parameterne i akvifer-modulen og LID-modulen og hvilke parametere som har størst innflytelse på den hydrologiske ytelsen, *ii*) validerte de to modulene sammen med Snow Pack-modulen for å simulere både snø- og snøfrie perioder, og, *iii*) benyttet validerte modeller og lange tidsserier med værdata til å simulere ytelsen til en grunn grøft under ulike klimatiske forhold.

Materialer og metode

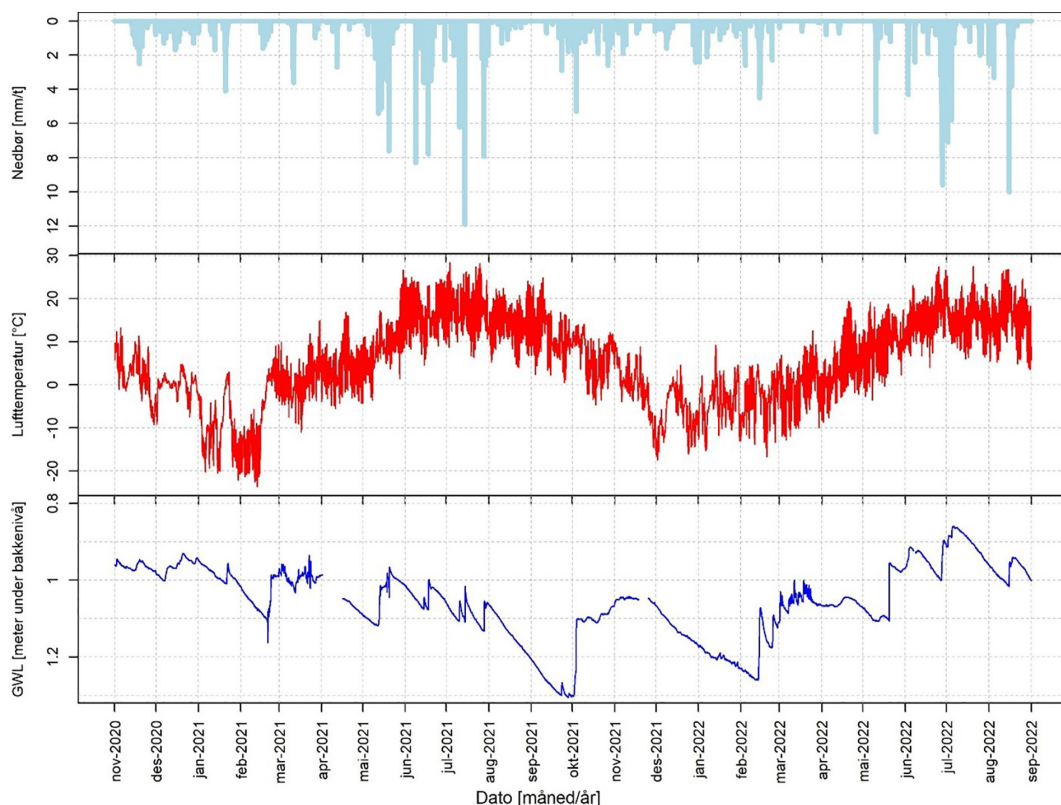
I pilotprosjektet ble det installert 11 piezometere med egne dataloggere for å måle grunnvannsnivået ved forskjellige posisjoner langs en strek-

ning på ca. 700 meter. Det ble også installert en egen værstasjon nær Fuglset bro (kan sees på bildene i Figur 1). Piezometerne er av merket HOBO og type MX2001 og logget vannivå hvert 10. minutt. Det er i alt fem ulike posisjoner langs veien, der tre av posisjonene har sensorer plassert på tre ulike dybder (ca. 0.7 m, ca. 2 m og ca. 3 m under overflaten på grøfta). I denne studien er målte verdier for den mest sentrale vannstandssensoren langs grøften på dybde lik 2 meter under overflaten benyttet. Figur 2 viser målt nedbør, temperatur og vannivå for nevnte posisjon og dybde i perioden fra november 2020 til august 2022.

Resultater og diskusjon

Parametere som har størst innflytelse på den hydrologiske ytelsen

Akvifer- og LID-modulene i SWMM inkluderer en lang rekke parametere som beskriver egen-



Figur 2. Målt nedbør, temperatur og vannivå i perioden november 2020 til august 2022 (fra Bosco mfl. 2023).

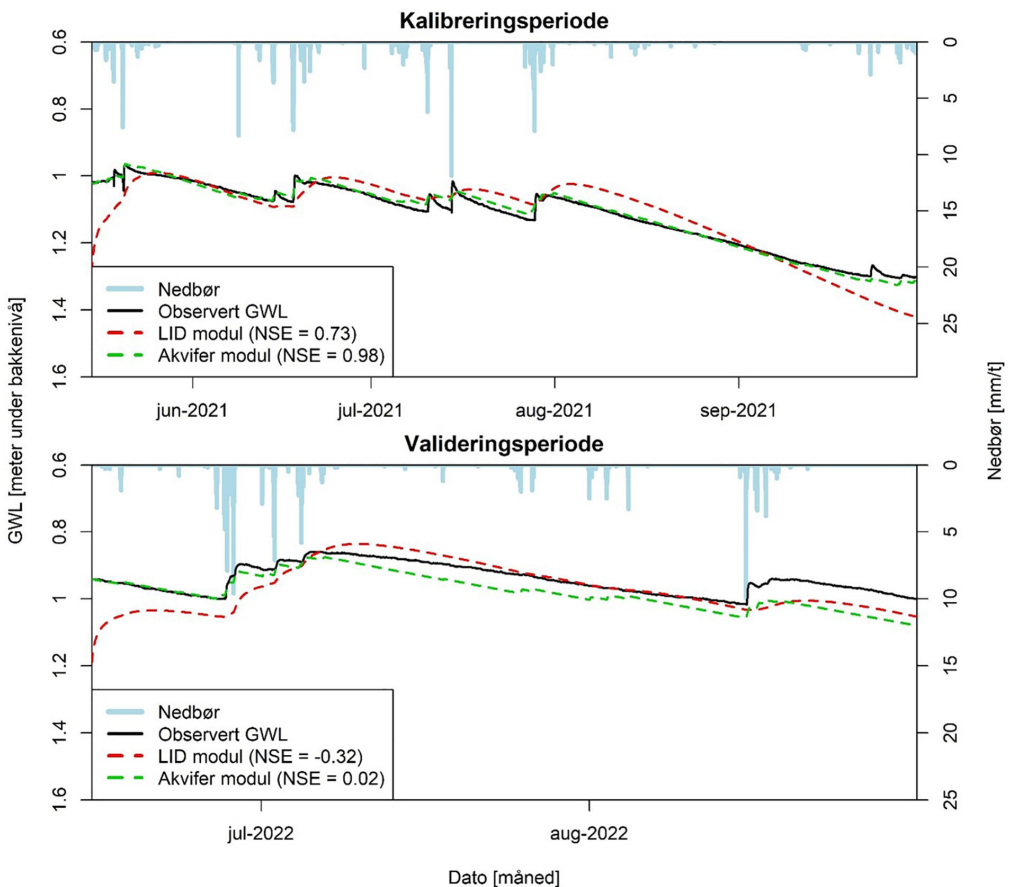
skaper til de ulike lagene i en grøft, se Bosco mfl. (2023) for detaljer. For å vurdere hvilke parametre som har størst innflytelse på den hydrologiske ytelsen ble en global følsomhetsanalyse basert på Sobol-metoden benyttet. Denne metoden beregner indekser som måler effekten av de individuelle parameterne og deres interaksjoner på den totale variasjonen til modellen. Det ble benyttet snøfrie perioder fra 2021 og 2022 til modelleringen. Analysen konkluderte med at det er porøsitet til laget under overflaten og undergrunnens evne til å ta unna vann (perkolasjonshastighet) som er de viktigste variablene i modellene som ligger til grunn i modulene i SWMM. Figur 3 viser observert og simulert vannivå ved å bruke både akvifer- og LID-modulene. Merk kalibrert NSE for begge

modellene er god, mens de validerte verdiene er mindre gode.

Validerte modeller for både snø- og snøfrie perioder

I tillegg til å modellere snøfrie perioder, ble det også kalibrert og validert modeller for vinterperioder med snø fra 2021 og 2022 og ved å bruke Snow Pack-modulen i SWMM. I tillegg til å kalibrere variablene i Snow Pack-modellen, var det bare verdien på grunnvannspærkolerings som trengte å endres mellom snøfrie periode og perioder med snø. Figur 3 viser observert og simulert vannivå ved å bruke både Akvifer- og LID-modulene i tillegg til Snow Pack modulen i SWMM.

Resultatene vist i Figur 3 og Figur 4, viser at

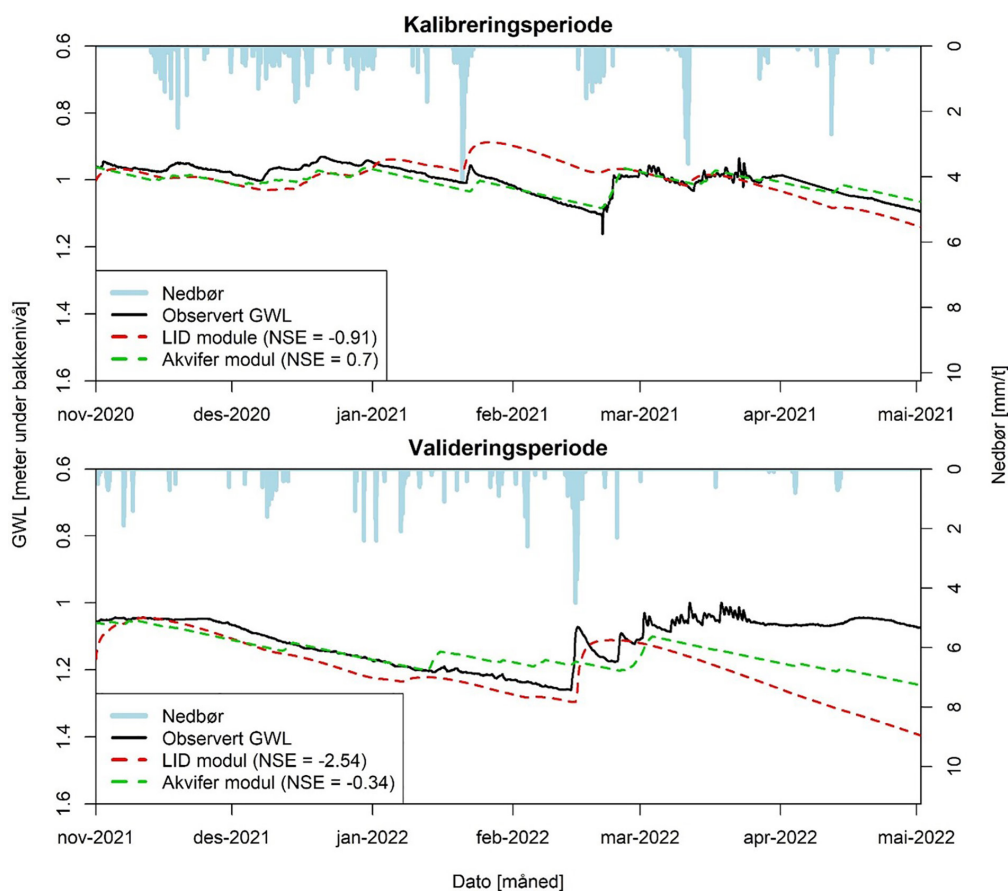


Figur 3. Sammenligning mellom observert og simulert vannivå ved å bruke henholdsvis akvifer- og LID-modulene i SWMM (fra Bosco mfl. 2023).

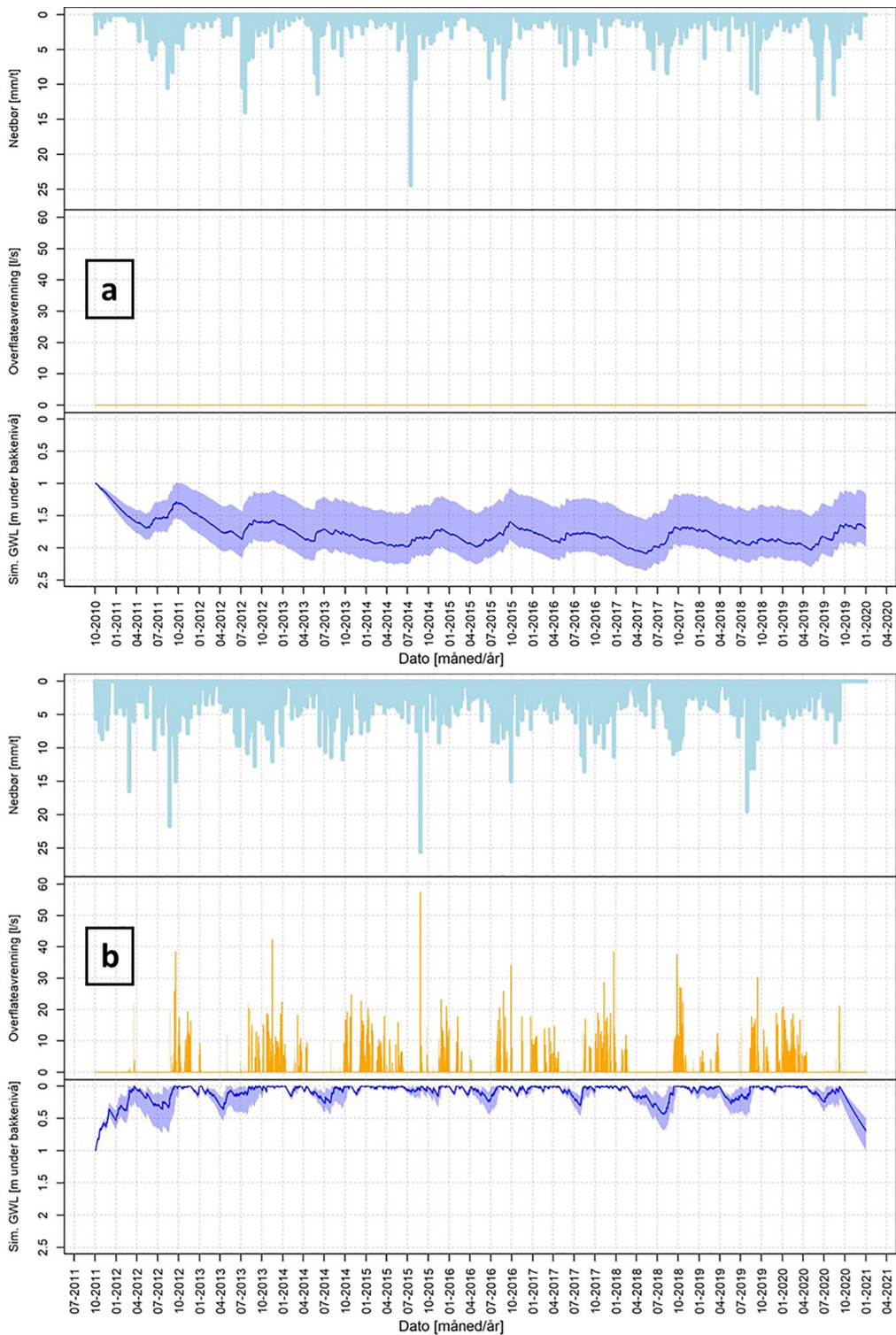
akvifer-modulen er bedre enn LID-modulen for å fange opp dynamikken til de observerte vannnivåene i grøfta. Dette gjelder også for perioder med snø, selv om differansen mellom observerte og simulerte vannnivåer i valideringsperioden er høyere sammenlignet med differensen i snøfrie perioder. Det er flere forhold som kan tilskrives dårligere nøyaktighet om vinteren i tillegg til generell overtilpasning av modellene. Blant annet er grøfta ny og en stabiliseringsperiode av massene må forventes, salting av vegen vil påvirke smelting og tilrenning til grøfta, men det er ikke innhentet informasjon om og når det har vært saltet på vegen og, det er vanskelig å vurdere om det har skjedd en omfordeling av snø for eksempel ved kraftig vind som også kan påvirke mengden tilrenning til grøfta

Langtidssimuleringer for å vurdere ytelsen til en grønn grøft under ulike klimatiske forhold

For å vurdere ytelsen til en grønn grøft under ulike klimatiske forhold har vi benyttet den kalibrerte modellen i akvifer-modulen sammen med modellen i Snow Pack-modulen og simulert vannnivå og overflateavrenning i grøfta basert på lange tidsserier (2010-2020) av nedbør og temperatur fra Hamar og Bergen. Som tidligere diskutert er modellen svært følsom for verdien på perkolasjonshastigheten, så vi har utført tre langtidssimuleringene der vi har benyttet verdier for perkolasjonshastighet bestemt for snøfrie perioder, for perioder med snø og gjennomsnittsverdien for disse to. Figur 5 viser nedbør, overflateavrenning og vannnivå for Hamar (a) og



Figur 4. Sammenligning mellom observert og simulert vannnivå ved å bruke henholdsvis akvifer- og LID-modulene i SWMM i tillegg til Snow Pack-modulen (fra Bosco mfl. 2023).



Figur 5. Målt nedbør og simulert overflateavrenning og vannivå i grøfta for perioden 2010-2020 i Hamar (a) og Bergen (b) (fra Bosco mfl. 2023).

Bergen (b) for 10-årsperioden vi har data. Vi ser at en grøft plassert på Hamar ikke vil ha overflateavrenning i denne perioden, mens en tilsvarende grøft lokalisert i Bergen vil ha regelmessig overflateavrenning. Det vil si at det i Bergen er større sannsynlighet for at grøfta også virker som et trinn 2 og eventuelt trinn 3 tiltak etter treleddsstrategien og det er vil være viktig å sørge for at grøfta har sikker avrenning til en resipient. Det kan også bemerkes at forskjellen i vannivå som følge av forskjellige verdier på perkolasjonshastigheten er mye mindre i Bergen enn for Hamar. Det vil si at for klima som ligner på det i Bergen vil vannivå bestemmes mer nøyaktig som følge av at grunnen under grøfta er mettet med vann.

Konklusjon

Klima 2050 har etablert et pilotprosjekt langs RV3 ved Ommangsvollen og studert ytelsen til en grønn grøft ved å måle vannivået i konstruk-

sjonen under grøfta. Den nye tilnærmingen for å evaluere ytelsen ved å måle vannivå viste at den grønne grøfta har stor kapasitet til å håndtere overvann. Videre viste en kalibrering og validering av akvifer- og LID-modulen i SWMM ved å bruke de observerte vannivåene at akvifermodulen beskriver dynamikken i grøfta best.

Referanser

Camillo Bosco, Elhadi Mohsen Hassan Abdalla, Tone Merete Muthanna, Knut Alfredsén, Britt Rasten, Heidi Kjennbakken, Edvard Sivertsen (2023); Evaluating the Stormwater Management Model for hydrological simulation of infiltration swales in cold climates. *Blue-Green Systems*, bgs2023044. doi: <https://doi.org/10.2166/bgs.2023.044>

Lillegraven, M.G: Hydrological modelling of infiltration swale and local ungauged catchment - A case study at Rv3 Stabekken. Master Thesis. NTNU, Trondheim 2021 (<https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2787926>)



EU mener det slippes ut for mye forurenset vann, og ber bedriftene ta tak.

Mivanor gjør det enklere for bedriftene å møte sine rensekrav, bli mer bærekraftige og ta bedre vare på miljøet. Alt vi trenger er en vannprøve, så er vi igang.

Vårt renseanlegg MivaMag™ fjerner forurensning fra industrielt avløpsvann og sigevann ved hjelp av en unik teknologi basert på magnetisme.

Les mer om hvordan vi kan hjelpe på vår nettside: www.mivanor.no

**MANGE MILJØKRAV?
MIVANOR gjør det enklere**



MIVANOR
WASTEWATER TREATMENT