

SPILDEVANDSKOMITEEN

ERFARINGSUDVEKSLING I VANDMILJØTEKNIKKEN **EVA**

NR. 1 • 33. ÅRGANG • JANUAR 2020

Adresseliste for udvalgsmedlemmer

Jakob Badsberg Larsen

Niras A/S
Sortemosevej 19, 3450 Allerød
e-mail: jla@niras.dk
Tlf. 4810 4561, Mobil 2141 8335

Tina Kristensen Nettelfield

EnviDan A/S
Vejlshøjvej 23, 8600 Silkeborg
e-mail: tkn@envidan.dk
Tlf.: 8680 6344

Kjartan Gunnarsson Ravn

Vejle Spildevand A/S
Toldbodvej 20, 7100 Vejle
e-mail: kjara@vejlespildevand.dk
Tlf. 5118 1415

Benedikte Foldby Jakobsen

Rambøll A/S
Hannemanns Allé 53, 2300 København S
e-mail: bfja@ramboll.dk
Tlf: 5161 1000

Ulla Boje Jensen

Novafos
Blokken 9, 3460 Birkerød
e-mail: ubj@novafos.dk
Tlf. 4137 5416

Jesper Ellerbæk Nielsen

Aalborg Universitet, Institut for Byggeri og Anlæg
Thomas Manns Vej 23, 9220 Aalborg Ø
e-mail: jen@civil.aau.dk
Tlf. 9940 2905

Agnethe Nedergaard Pedersen

VandCenter Syd as
Vandværksvej 7, 5000 Odense C
e-mail: anp@vandcenter.dk
Tlf. 6114 9310

Udgiver

Ingeniørforeningen, IDA – Spildevandskomiteen Erfaringsudveksling i Vandmiljøteknikken EVA.
Indlæggene i bladet står for forfatterens egen regning, og Eva-udvalget er ikke nødvendigvis enig i den udtrykte holdning eller anbefaling.

Hjemmeside

www.evanet.dk

E-mail

evaudvalg@gmail.com

Dette blads redaktør

Tina Kristensen Nettelfield, tkn@envidan.dk

Næste blads redaktør

Benedikte Foldby Jakobsen, bfja@ramboll.dk

Deadline for indlæg

Medio marts 2020

Næste blad forventes udgivet

April 2020

Redaktion

Margrethe Nedergaard, margrethe_nedergaard@hotmail.com

Indhold

Leder	5
Indbydelse til Temadag	6
Opdatering af dimensioneringspraksis i Danmark Birgit Paludan	10
Nyt projekt skal forbedre praksis for dimensionering med regn Ane Loft Mollerup, Toke Sloth Illeris, Ida Bülow Gregersen, Hjalte Jomo Danielsen Sørup, Birgit Paludan og Søren Thorndahl	14
Byernes regnbetingede udløb til vandløb: Hvad tillader vi? Anja Thrane Hejselbæk Thomsen, Ditte M. Reinholdt Jensen, Sara Egemose og Torben Larsen	18
Regner vi rigtigt på byens grønne områder? Kristoffer Tønder Nielsen	28

Kalender

Faglige arrangementer

EVA-udvalget opfordrer til, at medlemmerne holder øje med faglige arrangementer på relevante hjemmesider (EVA-udvalget, DANVA, IDA Miljø, Ferkvandscenteret m.fl.)

EVA-udvalget søger at placere temadage så de ikke konflikter med andre større fagligt relevante arrangementer.





Leder

Kære EVA medlem

2019 endte i den våde ende af statistikken i forhold til årsnedbør, og det er på den måde et år, der har gjort sig bemærket overfor os. Vi starter derfor med et tilbageblik på den seneste temadag, som blev afholdt den 26. september 2019 med temaet "Regner" vi rigtigt?.

Temadagen var arrangeret i samarbejde med Spildevandskomitéens regnudvalg. Det gav en temadag med spændende oplæg om Spildevandskomiteens arbejde i det faglige udvalg og i de nedsatte arbejdsgrupper indenfor anvendelse af regn, initial- og randbetingelser, usikkerheder, kalibrering og validering med målinger samt vandkvalitet. Dertil kom interessante oplæg om monitorering af overfladeafstrømning fra grønne områder samt om en forsynings projekt med klimafremskrivning af målt nedbør til afløbsteknisk anvendelse. Endeligt bød dagen også på oplæg om DMI's arbejde med KlimaAtlas, som giver et bud på, hvor der er særlig risiko for oversvømmelser i Danmark. Vi har her i bladet samlet en række artikler, som uddyber nogle af indlæggene fra temadagen. Du kan også se eller gense præsentationerne fra mødet [her](#). Vi siger tak til alle jer, der deltog i temadagen!

Den næste temadag bliver holdt den **27. februar 2020** på Hotel Nyborg Strand med emnet **Kend din drift**. På dagen afholdes også EVA-udvalgets årsmøde, hvis dagsorden findes i programmet for temadagen. På temadagen vil en række dygtige oplægsholdere med forskellig baggrund præsentere deres erfaringer med drift af grønne regnvandsløsninger, lige fra de aftaler der laves om drift på papiret før etablering – til de erfaringer, der "høstes i marken" efter etablering. Sidst men ikke mindst vil vi stille spørgsmålstejn ved om vores løsninger er fremtidssikrede, om vi skal og kan fortsætte med at drifte som vi gør, eller om vi i stedet skal begynde at se drift som et innovationsområde?

Vi glæder os til at se dig til en spændende, erfaringsdelende og tankevækkende dag på Hotel Nyborg Strand!

Vel mødt i Nyborg!
EVA-udvalget



EVA-udvalget indbyder til

EVA-temadag

Torsdag den 27. februar 2020

Hotel Nyborg Strand

Kend din drift

Vi kender den jo godt, driften. Eller gør vi? Hvad består den egentlig i, og hvordan tager vi den med i arbejdet, når vi planlægger vores projekter? Vi er vant til at fokusere på faserne før ibrugtagning, dvs. de indledende faser i et projekt samt byggefasen, men hvad med resten af projektets levetid. Den tid, hvor ejerne af de grønne regnvandsløsninger skal tage sig af anlægget og hvor borgerne lever med det – hvordan håndterer vi det? Selvom det er svært at spå om fremtiden, er det nødvendigt at forholde sig til, at der venter opgaver (og udfordringer) forude med de LAR-løsninger vi vælger.

Til denne temadag vil vi stille skarpt på driften af de grønne regnvandsløsninger på godt og på ondt. Hvilke erfaringer har vi med nu eksisterende grønne løsninger – hvad har vi lært, hvad har fungeret godt, hvordan bærer vi erfaringerne videre fra projekt til organisation, hvordan samarbejdes der kommuner/forsyninger imellem og hvem gør hvad? Inddrager vi borgerne, som jo er naboer til vores løsninger, og hvis vi gør, hvordan? Og endeligt: skal vi tilpasse vores løsninger, så de kan driftes, eller skal vi i stedet gøre noget ved den måde vi drifter på – som et felt for innovation? Til at svare på disse spørgsmål får vi på besøg af en række oplægsholdere, som med deres erfaringer fra forskellige steder i projekterne og deres forskellige baggrunde, vil være med til at tegne et spændende billede af hvad drift indebærer. Vi kommer til at høre om konkrete projekter, om erfaringer med metoder og værktøjer, om samarbejde med en kommune – set fra en forsynings synspunkt – og om samarbejde med en forsyning – set fra en kommunes synspunkt.

Kort sagt vil det blive en temadag, hvor drift ansues fra forskellige synspunkter og hvor der lægges op til debat, så vi kan få erfaringerne fra projekter videre ud i branchen. Undervejs i temadagen afholdes årsmøde med beretning fra formanden og valg af bestyrelsesmedlemmer.

Vel mødt!
EVA-Udvalget

Program

9.30 Kaffe/te og rundstykker

10.00 Velkomst og intro til dagen

v. Benedikte Foldby Jakobsen, EVA udvalget

10.10 LAR-vejbede
– er løsningerne fremtidssikrede eller hvad skal der til?
Og hvad er alternativet?

v. Gitte Møller Jensen og Uffe Linneberg Gangelhof, VandCenterSyd

I oplægget præsenteres dels vejbede i forhold til de større linjer med CO₂-aftryk og livscyklusanalyse og dels detaljer ift. plantevalg, etablering og drift af LAR-vejbede.

10:40 Tværfagligt klimaprojekt i København med fokus på
forsinkelse, forskønnelse og forankring

v. Daniel Koudal, Landskabsarkitekt MDL, Årstiderne Arkitekter

Hvordan kommer vi videre fra de eksperimenterende pilotprojekter, som har haft større fokus på proces, synlighed og ekstern formidling end på egentlig funktion, økonomi, drift og forankring?

Deltagergebyr

Medlem af EVA
1300 kr.

Øvrige
1500 kr.

Ingeniører,
Ikke medlem af IDA
3450 kr.

Studerende gratis

Tilmelding

Tilmeld dig på
IDAs hjemmeside

Hvor du opgiver

- Arrangement nr.
- Navn
- Adresse
- Tlf. nr.
- E-mail
- Helst fødselsdato
- Oplysning om du er ingeniør eller ej.

(Arrangementet er åbent for alle)

11:05 Pause

11:20 Hvad med driften?

v. Anne Laustsen, Aarhus Vand

Erfaringer med rollefordeling og samarbejde mellem kommune og forsyning om driften af grønne løsninger

11:45 Skylleskader og drift af LAR

v. Michael Wendel, projektleder – kloakmester, OKNygaard

Praktiske erfaringer med driften af LAR-anlæg.

12:05 Frokost

13:05 Drift - hvordan strukturerer vi det?

v. Mikkel Nicolas Priess og Anne Mette Dahl Jensen, Frederiksberg Kommune

Med udgangspunkt i et helt konkret projekt præsenteres nogle af Frederiksbergs Kommunes udfordringer med drift af deres regnvandsanlæg. Derudover løfter vi os op på et højere niveau og ser nærmere på, hvordan driften er organiseret, hvornår den inddrages, hvordan den overdrages og hvordan der arbejdes med værktøjer, der hjælper med driften.

13:40 Årsmøde

v. Jakob Badsberg Larsen, Formand for EVA udvalget

1. Valg af dirigent
2. Bemærkninger til dagsordenen
3. Formandens beretning
4. Fremlæggelse af regnskab
5. Valg af udvalgsmedlemmer *
6. Eventuelt

* Kjartan Gunnarsen har været medlem af bestyrelsen i 2 x 3 år og kan derfor ikke genopstille.

Jakob Badsberg Larsen er på valg for en ny treårig periode. Bestyrelsen foreslår genvalg.

Forslag til kandidater fremsendes til Jakob Badsberg Larsen (jla@niras.dk) eller Agnethe Nedergaard Pedersen (anp@vandcenter.dk) senest den 18. februar 2020.

14:10 Kaffepause

14:30 Drift er også et felt for innovation!

v. Birgitte Hoffmann, Aalborg Universitet (Institut for planlægning)

I oplægget kommer Birgitte med sit bud på, hvorfor vi skal arbejde med drift som et innovationsområde. Det handler dels om, at vi ikke kan fortsætte med at drifte som vi gør – det er der ikke midler til i den nuværende organisering, og det betyder, at der er en stor risiko for at få kedelige anlæg, som alene er bygget for at få nem drift. Dels handler det om, at drift kan blive et område, hvor vi kan lave innovation – som kan skabe arbejdspladser, viden og grøn vækst.

15:00 Hvad vi taler om, når vi taler om drift

v. Anne Mette Dahl Jensen, projektleder for drift af klimaprojekter ved Frederiksberg Kommune

Hvad omfatter drift også?
Hvordan sikrer vi os, at vores anlæg ikke bliver ødelagt?
Hvilke erfaringer skal tages med videre?
I præsentationen kommer der eksempler på udfordringer og hvilke løsninger, der blev fundet.

15:15 Afrunding og afsluttende bemærkninger

v. Benedikte Foldby Jakobsen, EVA udvalget

15:25 Tak for denne gang og kom godt hjem



Opdatering af dimensioneringspraksis i Danmark



Af: Birgit Paludan,
Det faglige udvalg under
Spildevandskomiteen
(tidligere Regnudvalget)

Oversvømmelser i Danmark sker hyppigere og i større omfang og mange kommuner er kommet godt i gang med at planlægge klimatilpasning af afløbssystemerne og se på skybrudshåndtering.

Gennem de seneste år er det blevet klart, at dimensioneringspraksis for afløbssystemer og anbefalinger til anvendelse af designregn ved dimensionering og analyser af kloaksystemer ikke altid er tilstrækkelige, når der skal planlægges, dimensioneres og analyseres komplekse og store afstrømningssystemer.

Det faglige udvalg under Spildevandskomiteen har derfor igangsat et arbejde med at opdatere dimensioneringspraksis.

Arbejdet vil samle eksisterende viden og komme med anbefalinger til de forskellige problemstillinger, som relaterer sig til dimensioneringspraksis, men også skubbe på udviklingen af nye, påkrævede metoder.

I det følgende beskrives en række af behov, som der er identificeret, og som har sat gang i arbejdet med opdatering af dimensioneringspraksis.

Lange klimafremskrevne regn-designtidsserier

Det står klart, at der er behov for udvikling af designregnsrækker, som kan anvendes til dimensionering af afstrømningssystemer, hvor koblede regnhændelser er kritiske. Behovet har vist sig ved regnhændelser over lang tid (fx flere dage eller uger), som får især vandløb og tilsluttede afløbssystemer til at oversvømme byerne. Greve og Aarhus har for eksempel haft store skadevoldende oversvømmelser forårsaget af disse "koblede regnhændelser", som er anderledes end de højintense regn af kort varighed. Klimafremskrevne tidsserier af regn vil også bidrage til analyser af f.eks. overløb fra fællessystemer og indløb til renseanlæg.

Oversvømmelser i Danmark sker hyppigere og i større omfang og mange kommuner er kommet godt i gang med at planlægge klimatilpasning af afløbs-systemerne og se på skybrudshåndtering.



Anvendelse af regn ved etablering af oversvømmelseskort på kommuneniveau

Med kommunernes planlægning af klimatilpasning, som blev gennemført i kommuneplanerne i 2013-2014, er der stillet spørgsmålstegn ved, om der kan anvendes kunstige højintense regn som CDS regn til at beregne oversvømmelsesrisikoen i kommunerne. Problemstillingen er blevet endnu mere vigtig, med udgivelsen af Skrift 31, som netop anbefaler, at der gennemføres sådanne oversvømmelsesberegninger, men som ikke anbefaler hvilke nedbør der skal anvendes. Skrift 27 anbefaler, at der for ukomplicerede systemer anvendes CDS regn, men der er ikke anbefalinger til, hvordan oversvømmelseskort f.eks. kan etableres og om/hvordan CDS regn kan anvendes.

Designregn ved dimensionering af anlæg som afleder vand fra store oplande

Arbejdet med planlægningen af skybrudstunnellerne og Harrestrup Å i København og omegn har vist behov for etablering af designregn for store oplande, som sikrer, at anlæggene ikke overdimensioneres og dermed bliver alt for dyre. Hvis der anvendes en uniform punkt CDS regn på store oplande, vil de anlæg, som skal aflede vand fra oplandet, blive overdimensionerede. Der er derfor behov for at se på arealreduktionsfaktorer for regnen og/eller på fordelingen af regnen over oplandet.

Noget tilsvarende vil gøre sig gældende ved dimensionering af de store å-systemer, som skal aflede vand fra både land og by. Herunder kan nævnes Aarhus Å og store fællessystemer, som leder vand til renseanlæggene.

Usikkerheder ved dimensionering

Skrift 27 anbefaler, at der tages højde for usikkerhed ved dimensionering. I Skrift 27 lægges der stor vægt på at forklare, hvor vigtigt det er at se på usikkerheden, men praksis i Danmark har været, at der blot påføres en sikkerhedsfaktor på regnen på 1.2. De mange gode erfaringer, der er i Danmark med dimensionering, fordrer, at der ses på, hvordan usikkerhed kan introduceres mere aktivt ved dimensionering. De relativt store omkostninger, som klimatilpasning og skybrudssikring udgør, betyder, at det bliver endnu mere vigtigt at overveje usikkerhederne på de beregninger, som skal ligge til grund for de store investeringer, som gennemføres. HOFOR har bl.a. gennemført en usikkerhedsanalyse ved dimensioneringen af skybrudstunneller, hvor erfaringerne herfra formentlig kan nyttiggøres.

Initial og randbetingelser

Randbetingelser for modellering er ikke altid entydige og kan kræve, at der gennemføres analyser af afhængigheder mellem de forskellige initial- og randbetingelser. F.eks. kan nævnes afhængighed mellem regn og stormflod, implementering af afstrømning fra grønne områder, jordmætning mm.

Anvendelse af målinger ved dimensionering af afløbssystemer

Skrift 27 anbefaler, at man ved dimensionering af afløbssystemer med modeller sikrer sig, at modellen repræsenterer virkeligheden. Mange forsyninger anvender målinger i afløbssystemerne til kalibrering og validering af modeller, men det gøres på mange forskellige måder og med meget forskellige resultater, som afhænger af hvilke fagpersoner, som gennemfører arbejdet. Der er derfor et stort behov for, at der udarbejdes anbefalinger til, hvordan man anvender målinger, når man dimensionerer og analyserer kloakker.

Vandkvalitet

Fastsættelse af forudsætninger og rammer for dimensionering af afløbssystemer foregår i et tæt samarbejde mellem kommuner og forsyninger. Bl.a. skal det fastlægges hvor store udløb fra afløbssystemet, der må være til vandløb, og hvor hyppigt der må være overløb til recipienterne. Der skal arbejdes efter proportionalitetsprincippet, hvor omkostningerne til tiltag, som sikrer et vist niveau, skal stå mål med den effekt, som opnås. Metoderne til at fastlægge sådanne krav er derfor af stor vigtighed, og der bør være en vis lighed mellem, hvordan de forskellige områder af landet arbejder med disse randbetingelser.

Skrift 31 – Serviceniveau for vand på terræn

Mange kommuner og forsyninger ser ikke alene på dimensioneringen af afløbssystemerne for at opnå anbefalingerne fra Skrift 27, men ønsker også at se på serviceniveau for vand på terræn. Skrift 31 anbefaler, at der findes optimale serviceniveauer ved at anvende cost-benefit-analyser eller såkaldte samfundsøkonomiske analyser. Mange er gået i gang med regnearbejdet, og det viser sig, at arbejdet kan gennemføres på mange forskellige måder. F.eks. hvilke typer af skader skal inddrages? Skal man regne med sikkerhedsfaktorer? Hvor store dele af bygninger skal oversvømmes og med hvor stor vanddybde, før de skades? Hvad koster skader? Der er rigtig mange ting, som skal besluttes og det er for beslutningstagere og rådgivere en udfordring at overskue og kommunikere de tekniske problemstillinger og valg. Vi ser et stort behov for, at så mange som mulige af disse svære spørgsmål harmoniseres, så resultaterne af analyserne ikke afhænger af personer, men af de faktiske forhold.



Opdatering af dimensioneringspraksis

Som følge af disse behov, har Spildevandskomiteens igangsat 6 arbejdsgrupper vedr.:

- Dimensioneringsregn
- Usikkerhed
- Initial og randbetingelser
- Anvendelse af målinger
- Vandkvalitet
- Anvendelse af Skrift 31



Hver arbejdsgruppe afdækker behov, indsamler eksisterende viden, foreslår videre arbejde med problemstillingerne og vil komme med forslag til det videre arbejde.

Fagpersoner fra hele branchen er inviteret ind i arbejdsgrupperne baseret på vores og vores netværks viden om, hvem der har størst indsigt og erfaring med emnerne. Der har været meget stor interesse og tilslutning til arbejdet.

Arbejdsgruppernes arbejde koordineres af Det Faglige Udvalg, som samler arbejdet fra grupperne og udarbejder anbefalinger til arbejdsmetoder og dimensioneringspraksis i fremtiden.

Resultatet af arbejdet vil blive formidlet som hidtil af Det Faglige Udvalg på temadage, i Spildevandskomiteens Skrifter, fagtidsskrifter mm.

Vi ser frem til samarbejdet om "Opdatering af Dimensioneringspraksis".

Nyt projekt skal forbedre praksis for dimensionering med regn



Af: Ane Loft Møllerup,
Novafos



Af: Toke Sloth Illeris,
HOFOR



Af: Ida Bülow
Gregersen, Rambøll



Af: Hjalte Jomo
Danielsen Sørup, DTU



Af: Birgit Paludan,
Birgit Paludan



Af: Søren Thorndahl,
AAU

Små og store forsyninger investerer i disse år stort i klimatilpasning og udbygning af afløbssystemerne i Danmark.

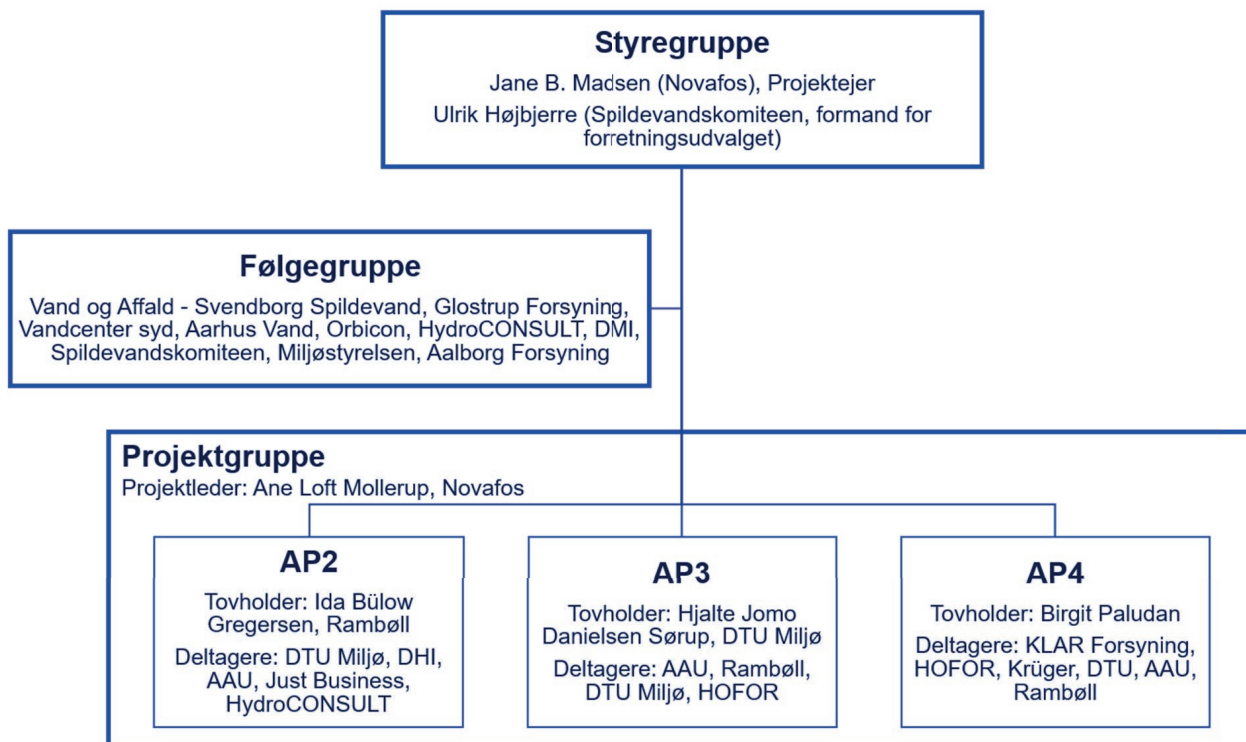
Forsyningerne bruger Spildevandskomiteens skrifter som branchestandard for, hvordan man dimensionerer afløbssystemer, herunder korrekt valg af regninput.

For at sikre at forsyningerne dimensionerer på et fremtidssikret grundlag, er der flere af spildevandskomiteens anbefalinger, der trænger til at blive suppleret med ny viden, nye metoder og nye inputs.

1. november lød startskuddet for projektet VÆRDI, der har som mål at forbedre praksis vedrørende brug af dimensionsgivende regn, til gavn for alle landets forsyninger og branchen som helhed. I løbet af de næste tre år skal projektet levere nyttig viden og værktøjer om regn til gavn for alle landets forsyninger og branchen som helhed.

Projektets titel, VÆRDI, står for "VÆRktøjer og regndata til Dimensionering af fremtidens tilpassede afløbssystemer". Projektet er initieret af arbejdsgruppen under det faglige udvalg, der arbejder med dimensioneringsregn. Bag udførelsen af projektet står en række forsyninger, virksomheder og vidensinstitutioner (figur 1).

Projektledelsen af VÆRDI er placeret hos vand- og spildevandsselskabet Novafos, som også har været hovedansøger på ansøgningen til VUDP (Vandsektorens Udviklings- og Demonstrationsprogram), og har netop fået bevilget knap 1,5 mio. kr. til projektet. Dermed er finansieringen af de i alt 3,2 mio. kr., som projektet er budgetteret til, faldet på plads. Det glæder adm. direktør hos Novafos, Carsten Nystrup:



Figur 1
Organiseringen af VÆRDI.

” Med finansieringen på plads kan vi nu komme i gang med at aktivere de mange gode kræfter som deltager i projektet. Udover de i alt 18 partnere, som direkte er involveret i projektet, følges projektet af en gruppe fra forsynings siden, Miljøstyrelsen og ikke mindst rådgivere fra Spildevandskomiteens Faglige Udvalg. Så det er en både bred og solid vifte af fagligheder, som er inde over projektet, **siger Carsten Nystrup.**

VÆRDI tager udgangspunkt i værktøjerne fra Spildevandskomiteen og videreudvikler dem, så de kan bringes til at dække nogle af de problemstillinger, der ikke kan håndteres i dag. Eksempelvis udvides statistikken i Spildevandskomiteens regionale regnmodel til også at dække regnvarigheder over flere døgn, hvilket er vigtigt når der regnes på bassiner med meget lange tømmetider pga. skærpede krav til forsinkelse.

Et andet eksempel er behovet for en forbedret praksis vedrørende brug af klimafremskrevne regnserier. Både hos AAU og DTU arbejder man med at udvikle klimafremskrevne regnserier baseret på to meget forskellige metoder, som har hver deres styrke i forhold til forskellige typer dimensioneringsopgaver. I VÆRDI er det tanken at generere landsdækkende syntetiske, klimafremskrevne regnserier med de to metoder og at udvikle et værktøj, der skal hjælpe forsyninger og rådgivere med at vælge den bedste regnserie til den konkrete opgave. Som input til dette, samarbejdes med DMI, der med deres Klimaatlas, forventes at bidrage med nye bud på klimafaktorer, der er mere differentierede mht. tidslig og spatial opløsning end tidligere.



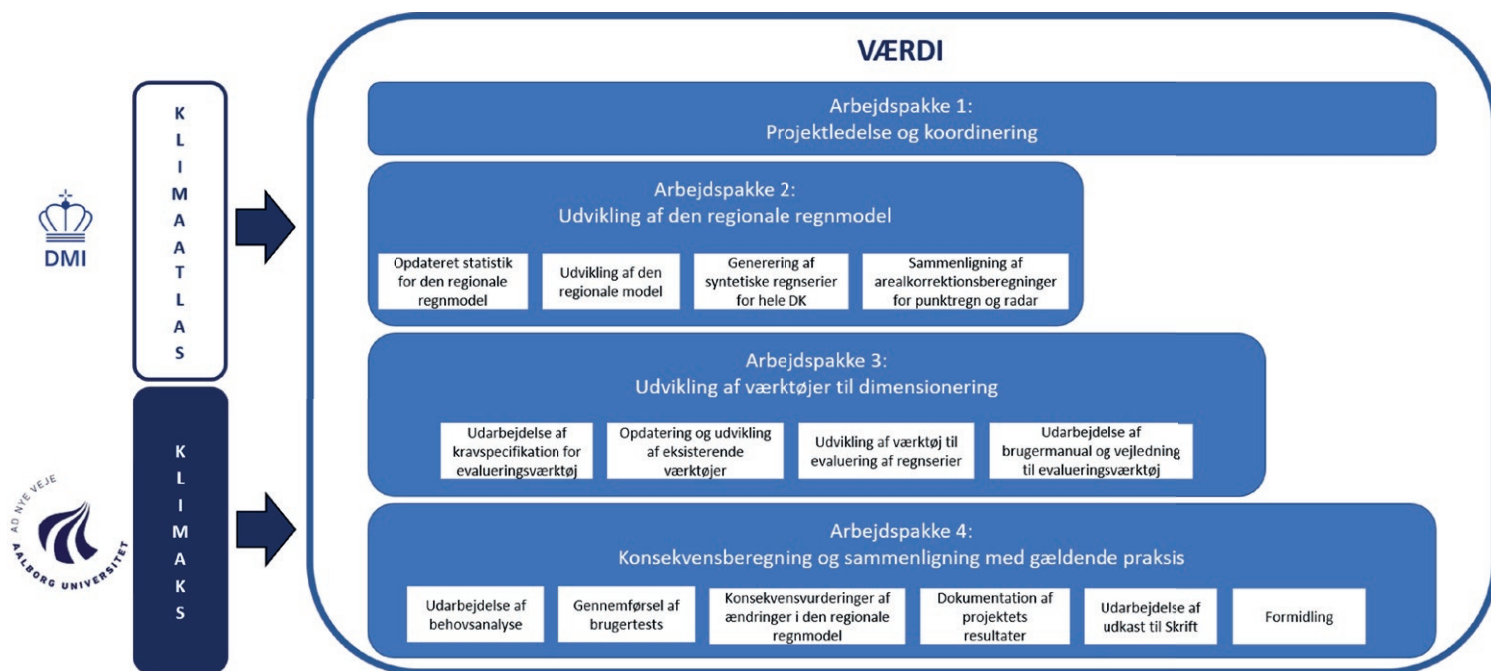
Med VÆRDI opdateres, dokumenteres og operationaliseres den nyeste viden fra DMI, AAU, DTU og Spildevandskomiteen omkring regn og klimaforandringer. Det vil give forsyninger og kommuner betydeligt bedre mulighed for at klimatilpasse med fokus på integreret vandhåndtering i det urbane vandkredsløb. Det reducerer risikoen for at der investeres i løsninger, som kun løser en del af den samlede problemstilling med vandhåndtering eller at der med investeringer i en problemstilling skabes et problem et andet sted i vandets kredsløb. Projektet vil give et kvalitativt løft til branchen og skabe bedre muligheder for at foretage målrettede investeringer i regnvandsløsninger til klimatilpasning.

Hensigten er at samle erfaringerne fra projektet i en række anbefalinger suppleret med en række konkrete gennemregnede eksempler på hvilken ændring disse anbefalinger medfører. Det hele forventes udgivet i et opdateret skrift i regi af Spildevandskomiteen.

Formand for Spildevandskomiteen i Ingeniørforeningen, IDA, Ulrik Højbjerg, ser frem til samarbejdet om at styrke det statistiske og praktiske grundlag for dimensionering af fremtidens afløbssystemer:

” Jo mere vi kan forbedre datagrundlaget og metoderne til at beregne og håndtere fremtidige vejrscenarier, jo bedre kan vi være med til at sikre, at de enorme investeringer der skal gøres i klimatilpasningen af Danmark, anvendes bedst muligt i forsyninger og kommuner. Dermed er projektet et vigtigt element i Spildevandskomiteens løbende arbejde med at opdatere dimensioneringspraksis og nyttiggøre resultaterne for branchen som helhed, **siger Ulrik Højbjerg.**

Projektet forventes afsluttet i efteråret 2022.



Figur 2
Struktureringen af VÆRDI.

Projektpartnerne er:

- Aarhus Vand
- AAU
- Birgit Paludan
- DHI
- DMI
- DTU
- Glostrup Spildevand
- HOFOR
- HydroCONSULT
- Just Business
- KLAR Forsyning
- Krüger
- Miljøstyrelsen
- Orbicon
- Rambøll
- Spildevandskomiteen
- Vand og Affald – Svendborg Spildevand
- Vandcenter Syd

Yderligere oplysninger:

Projektleder Ane Loft Mollerup,
Email: alm@novafos.dk



Byernes regnbetingede udløb til vandløb:

Hvad tillader vi?



Af: Anja Thrane
Hejselbæk Thomsen,
Orbicon|WSP og AAU



Af: Ditte M.
Reinholdt Jensen,
DTU, Institut for
Vand og Miljøteknologi



Af: Sara Egemose,
SDU,
Biologisk Institut



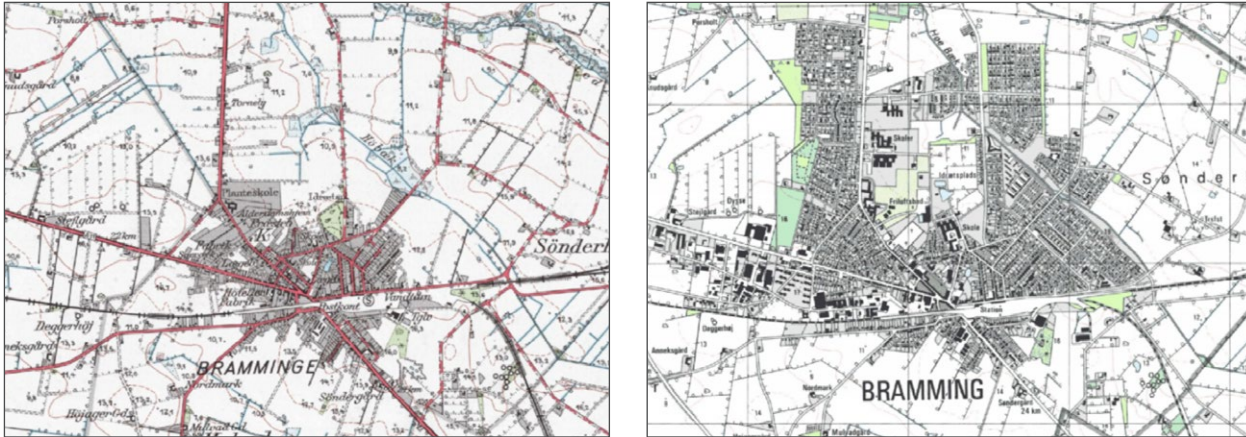
Af: Torben Larsen,
AAU, Institut
for Byggeri og Anlæg

Følgende artikel præsenterer data fra en analyse udarbejdet af "Arbejdsgruppen vedrørende vandkvalitet i relation til recipientudledninger", som er nedsat under Spildevandskomitéens Faglige Udvalg (tidl. Regnudvalget).

Analysen har taget udgangspunkt i arbejdsgruppens behov for indsigt i den aktuelle praksis i de kommunale forvaltninger vedr. formulering af krav og betingelser i udledningstilladelserne. Formålet har således været at undersøge graden af ensartethed i forvaltningerne og kortlægge eventuelle mangler i den eksisterende tilgang, således denne indsigt kan forme gruppens videre arbejde

Baggrund for analysen

De bebyggede arealer i Danmark vokser eksponentielt, og i takt hermed stiger mængden af regnbetingede udledninger. Flere undersøgelser (eksempelvis Walsh et al. 2005; Koziel et al. 2019 og Karlsen et al. 2019) har gennem årene påvist, at regnbetingede udledninger kan medføre en negativ påvirkning af vandløbenes fysiske forhold såvel som biodiversitet, og der er dermed generel konsensus om at drosle de urbane udledninger for herved at skåne vandløbene for gentagne spidsbelastninger. Graden af drosling og dermed tilbageholdelse i regnvandsbassiner reguleres gennem de kommunale udledningstilladelser. Et karakteristisk eksempel på den øgede urbanisering er udbygningen omkring Bramming øst for Esbjerg (Fig. 1). Det er i den sammenhæng vigtigt, at væksten i det bebyggede areal ikke er jævnt fordelt på landets vandløbsoplande, men primært sker i udkanten af de store og middelstore byer.



Figur 1
Bramming 1953-1976 (til venstre)
og 1980-2001 (til højre)
fra Miljøstyrelsens MiljøGIS.

Kombinationen af øget urbanisering, behov for klimatilpasning og den udbredte brug af separatkloakering, resulterer i flere og større udledninger til recipienterne. Samtidig stilles der i dag større krav til beskyttelse af de naturlige vandområder end tidligere, og dermed også et øget dokumentationskrav i forbindelse med ansøgning om udledningstilladelse. I forhold til processen omkring udledningstilladelser, er der generelt konsensus om, at det vil være hensigtsmæssigt for alle involverede med en nogenlunde ensartet praksis.

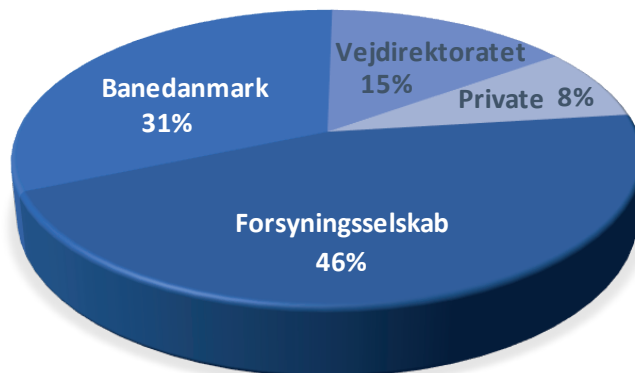
Fra myndighedernes side er det f.eks. enighed om hvilke vurderinger der skal laves i forhold til at stille krav, og fra ansøgers side en bevidsthed om relevant dokumentation. Virkeligheden i dag er dog, at ansvaret for udarbejdelse af udledningstilladelserne i høj grad er lagt ud til de lokale kommunale myndigheder med kun få centrale, nationale vejledninger som hjælp til at understøtte vurderingen af den acceptable udledningstilladelse. Denne ansvarsfordeling gav i arbejdsgruppen anledning til en forventning om, at en analyse af en række udledningstilladelser ville vise en forholdsvis forskelligartet myndighedsbehandling.

Præsentation af data

For at undersøge hvordan nyere tilladelser i praksis er udarbejdet, indsamlede arbejdsgruppen 37 udledningstilladelser (fra 2014-2018), som er alle skaffet gennem 'convenience sampling' i arbejdsgruppens netværk. Det primære fokus var at få den størst mulige geografiske spredning (som illustreret i Figur 2) samt spredning på ansøgertype og arealanvendelse (Figur 3). Eftersom der kan være stor forskel på arealanvendelsen for de forskellige områder i udledningstilladelserne, kan det være vanskeligt at få et indtryk af ensartetheden på tværs af kommunen. Arbejdsgruppen valgte derfor også at fokusere på tilladelser fra BaneDanmark og Vejdirektoratet for dermed at sikre et datagrundlag med sammenlignelige udledningstyper. Dermed afspejler fordelingen af tilladelserne ikke den generelle fordeling i Danmark hvor hovedparten gives til forsyningselskaberne. Dette er også forklaringen på den store mængde udledningstilladelser langs Køge Bugt, hvor BaneDanmark har modtaget en række udledningstilladelser i forbindelse med Ringstedbanen.



Figur 2
Geografisk fordeling af
analyserede tilladelser.



Figur 3
Fordelingen af ansøgere
i de analyserede tilladelser.

De indsamlede tilladelser er blevet gennemgået vha. af en opsummeringsmatrice, hvori der blev registreret flere parametre, som i hovedtræk kan opdeles i følgende kategorier:

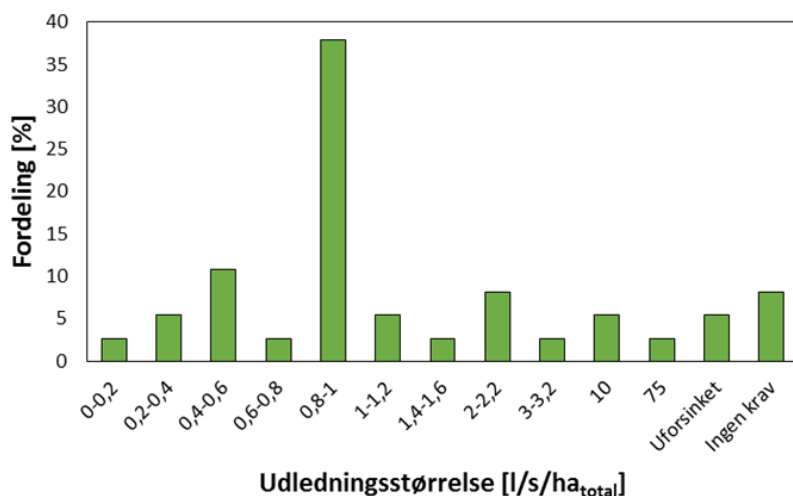
- **Fysiske/hydrauliske udlederkrav:** udløbstal, gentagelsesperiode for overskridelse og metode for fastsættelse af udlederkrav.
- **Krav til løsning (funktionskrav/BAT):** rensemetode, designkrav, dimensioneringskrav (herunder også krav til klimafaktor), vedligeholdelseskrav og krav i tilfælde af spild.
- **Krav til kvalitetsparametre (koncentrations- eller renskrav):** fysiske effekter (erosion og oversvømmelse), æstetiske effekter (lugt, efterladenskaber etc.), hygiejniske forhold (mikrobiel forurening), næringssalte (N og P), suspenderet stof (TSS), iltforhold, ammoniak og svovlbrente, miljøfremmede stoffer (metaller, organiske forbindelser, PAH og pesticider), kombinerede effekter, pH og temperatur.

I nærværende artikel præsenteres analysens overordnede resultater. Der gås dermed ikke i dybden med alle parametre nævnt i ovenstående.

Resultater af analysen

Udløbstal

Udløbstallet er en af de primære parametre, der fastsættes i udledningstilladelsen. Udledningens størrelse skal ifølge Spildevandsvejledningen (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2018) fastsættes efter vandløbets hydrauliske kapacitet, og er afhængig af, hvorvidt vandløbet i forvejen er hydraulisk belastet. En generel betragtning i forhold til de analyserede tilladelser er, at det i tilladelsen sjældent nævnes, hvorvidt der er taget højde for dette – det er kun i de færreste tilfælde, at der refereres til andre udledninger i tilladelserne, og den akkumulerede effekt er dermed ikke italesat. Dog skal det i denne sammenhæng huskes, at der i nærværende analyse kun er set på selve tilladelserne, og ikke på følge- eller baggrundsmateriale, så eventuelle analyser i baggrundsmaterialet er ikke vurderet.



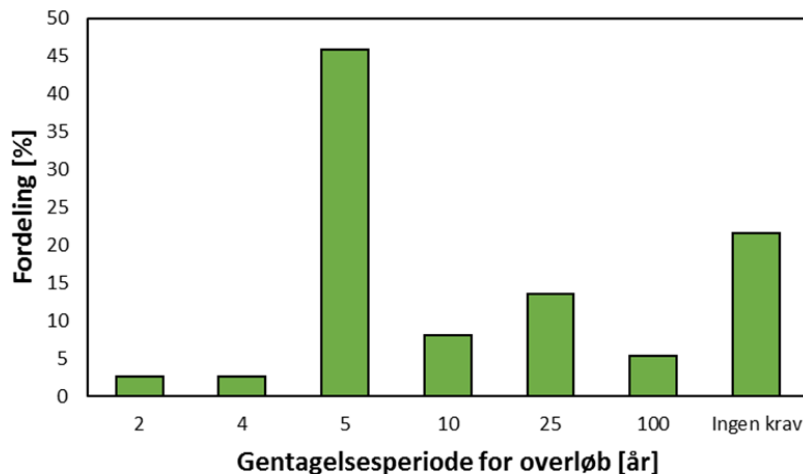
Figur 4

Fordelingen af udledningsstørrelse i de analyserede tilladelser.

Figur 4 viser analysens fordeling af udledningsstørrelser konverteret til l/s/ha total opland. I de analyserede udledningstilladelser er den tilladte udledningsstørrelse angivet skiftevis efter totalopland, reduceret opland og total tilladt udledningmængde (l/s), men for at sammenligne, er alle tilladelse omregnet til l/s/ha total opland. I vejledningen til spildevandsbekendtgørelsen (Miljø- og Fødevareministeriet, 2018) refereres til, at udledningstilladelser bør angives i l/s/ha (reduceret opland), men der var i tilladelse ikke tilstrækkelig gode oplysninger om de reducerede oplande til, at det var muligt at omregne til denne enhed.

Det fremgår af Figur 4, at størsteparten af tilladelse tillader en udledning på 1 l/s/ha (totalopland). Dette udløbstal har været det generelt anvendte i mange år, og udgangspunktet med 1 l/s/ha nævnes i såvel Vandplanerne 2009-2015 (eks. Naturstyrelsen, 2011) og i den seneste version af Vejledningen til Spildevandsbekendtgørelsen (Miljø- og Fødevareministeriet, 2018)

På Figur 4 fremgår også en række tilladelse med et væsentlig lavere afløbstal. Årsagen til dette kan for hovedpartens vedkommende findes i en formulering i flere nyere afgørelser fra Miljø og fødevareklagenævnet, hvor der fokuseres på, at udledningen ikke må medføre hyppigere eller større oversvømmelser af vandløbet, end hvad der ville være tilfældet ved afstrømning fra vandløbets naturlige opland (se eksempelvis NMK-10-00760). I denne afgørelse formuleres yderligere, at dette sikres ved at respektere vandløbets hydrauliske kapacitet, hvilket her enten kan gøres ved at sætte udledningen lig den naturlige afstrømning svarende til medianmaksimumafstrømningen eller ved en konkret vurdering af vandløbets hydrauliske kapacitet. For de tilladelse, hvor der er foretaget en konkret analyse af vandløbenes hydrauliske kapacitet, er dette gjort vha. en robusthedsanalyse, hvor der vurderes risiko for erosion og oversvømmelse (DANVA and KL, 2018). Årsagerne til de højere afløbstal i disse tilladelse er primært, at recipienten enten ikke er vurderet hydraulisk sårbar overfor høje udledninger, eller at der ikke er foretaget en vurdering af recipienten i det hele taget.



Figur 5
Fordeling af krav til gentagelsesperiode i tilladelserne.

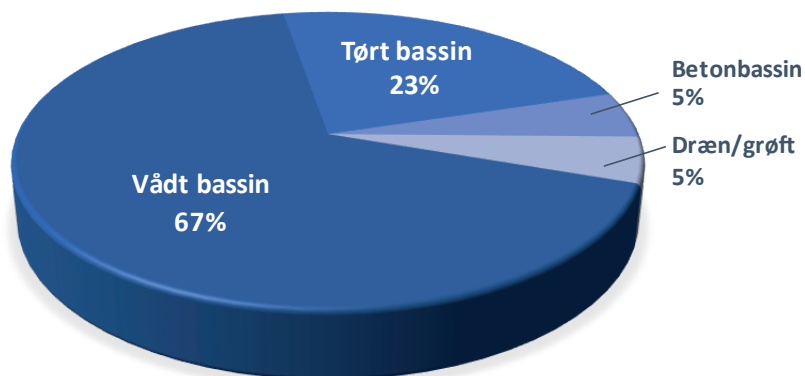
Gentagelsesperiode for overløb fra bassiner

Gentagelsesperioden for overløb fra bassiner varierer fra 2-100 år, hvor langt hovedparten skal sikre til en 5 årshændelse (se Figur 5). Dette resultat er i fuld overensstemmelse med arbejdsgruppens erfaringer på området, hvor en gentagelsesperiode for overløb på 5 år er standard, såfremt der ikke er et tungtvejende årsager til forøgelse – primært i forhold til særligt følsomme recipienter eller særligt følsomt infrastruktur nedstrøms udledningen.

Kravet om 5 års gentagelsesperiode svarer til SVK minimumsanbefalingen for dimensionering af separate systemer i byer (IDA Spildevandskomitéen, 2005) – disse anbefalinger er dog ikke formuleret med henblik på udløbsbassiner, men kun i forhold til oversvømmelse i byerne. Kravet om dimensionering til en 5 års hændelse kan yderligere genfindes i afgørelser fra Miljø- og Fødevarerklagenævnet (se eksempelvis afgørelse NMK-10-00590)

På Figur 5 ses også 5 tilladelser med en gentagelsesperiode på 25 år. Dette skyldes, at der i mange af BaneDanmarks tilladelser stilles krav om 25 års gentagelsesperiode. BaneDanmark forslår selv 25 års gentagelsesperiode i deres ansøgninger, hvilket dermed også bliver kriteriet i tilladelsen. Der har i arbejdsgruppen været en diskussion om det principielle i at denne 'frivillige' forøgelse af det normale serviceniveau omsættes til krav ved formuleringen af tilladelserne, hvilket reelt betyder at der stilles strengere krav til BaneDanmark end til andre ansøgere. Hvordan branchen i fremtiden skal forholde sig til dette, er ikke vurderet her, men eksemplet viser tydeligt i hvor høj grad ansøgningsmaterialet får indflydelse på kravsætningerne i tilladelserne.

Overordnet var det ofte uklart, hvilken betydning den valgte gentagelsesperiode ville have på f.eks. overskridelse af afløbstallet (overløb), oversvømmelser af nedstrøms recipient og/eller oversvømmelser omkring bassinet. Der blev desuden ikke taget stilling til hvordan overløbsvandet skulle håndteres ved overskridelse af den dimensionsgivende gentagelsesperiode (med undtagelse af henvisninger til beredskabsplaner).

**Figur 6**

Fordelingen af krav til anvendt teknologi før udløb i de analyserede tilladelser.

Sikkerhedsfaktor

Ses der på sikkerhedsfaktor i forbindelse med dimensioneringen, stilles der i langt størstedelen af tilladelserne ingen krav (fordelingen er 70/30). For de tilladelser, hvor der stilles krav (11 tilladelser) er det forskelligt, om der arbejdes med klimafaktorer, faktorer for usikkerhed eller begge dele. Kravene til den samlede sikkerhedsfaktor spænder fra 1-1.56.

Hovedparten af de anvendte sikkerhedsfaktorer kan genfindes i Spildevands Komiteens Skrift 30 (IDA Spildevandskomitéen, 2014). Der kan er dog ikke observeret nogen generel tendens ud fra de præsenterede data, eftersom de anvendte faktorer ikke i alle tilfælde stemmer overens med skriftens anbefalingen for den tilhørende gentagelsesperiode.

Rensemethode

Som det fremgår af Figur 6, er der i de analyserede tilladelser henvist til fire forskellige rensemetoder, hvor våde regnvandsbassiner den hyppigst anvendte.

Regnvandsbassiner har udviklet sig fra at kun at have et hydraulisk formål til også at skulle sikre rensning. Bassiner, og særligt våde regnvandsbassiner, er en af de bedst beskrevne BAT teknologier (eksempelvis: Vollertsen et al. 2012a; Vollertsen et al. 2012b; DANVA, 2018; Aarhus Kommune and Aarhus Vand A/S, 2016; Teknologisk Institut, 2018), og måske netop derfor også en af de mest anvendte i de gennemgåede tilladelser.

BaneDanmark anvender oftest tørre bassiner til banevand, idet disse betragtes som BAT jf. BaneDanmarks egne banenormer (Banestyrelsen, 2006; Banestyrelsen, 2003), mens der anbefales bassiner med permanent vandspejl, hvis der er koblet vejvand på. Den del af tilladelserne, der stiller krav om tørre regnvandsbassiner, omhandlede alle afvanding af banestrækninger.

For både de tørre og våde bassiner var der ofte krav om supplerende renseteknologier (eksempelvis sandfang eller olieudskiller) samt specifikke designkrav (f.eks. bassindybde eller prøvetagningsmuligheder), og her er der meget stor spredning på tværs af tilladelserne.

Krav til kvalitetsparametre

Der er meget stor spredning både mht. hvilke kvalitetsparametre der blev stillet krav til i tilladelserne (om overhovedet nogen) og hvordan kravene er blevet formuleret. For at give et kortfattet overblik opsummerer Figur 7 hvordan der er taget stilling til en række parametre inddelt efter tre kategorier:

- 1) **Vurderet:** Denne kategori indeholder vurderinger af risiko, både hvor det er valgt at stille krav og hvor det er valgt ikke at stille krav.
- 2) **Generelle krav:** Denne kategori er formuleret med ord, og kunne også kaldes 'overordnede krav'.
- 3) **Operationelle krav:** Denne kategori er formuleret med tal (enten som udlederkrav eller BAT rensekrav).

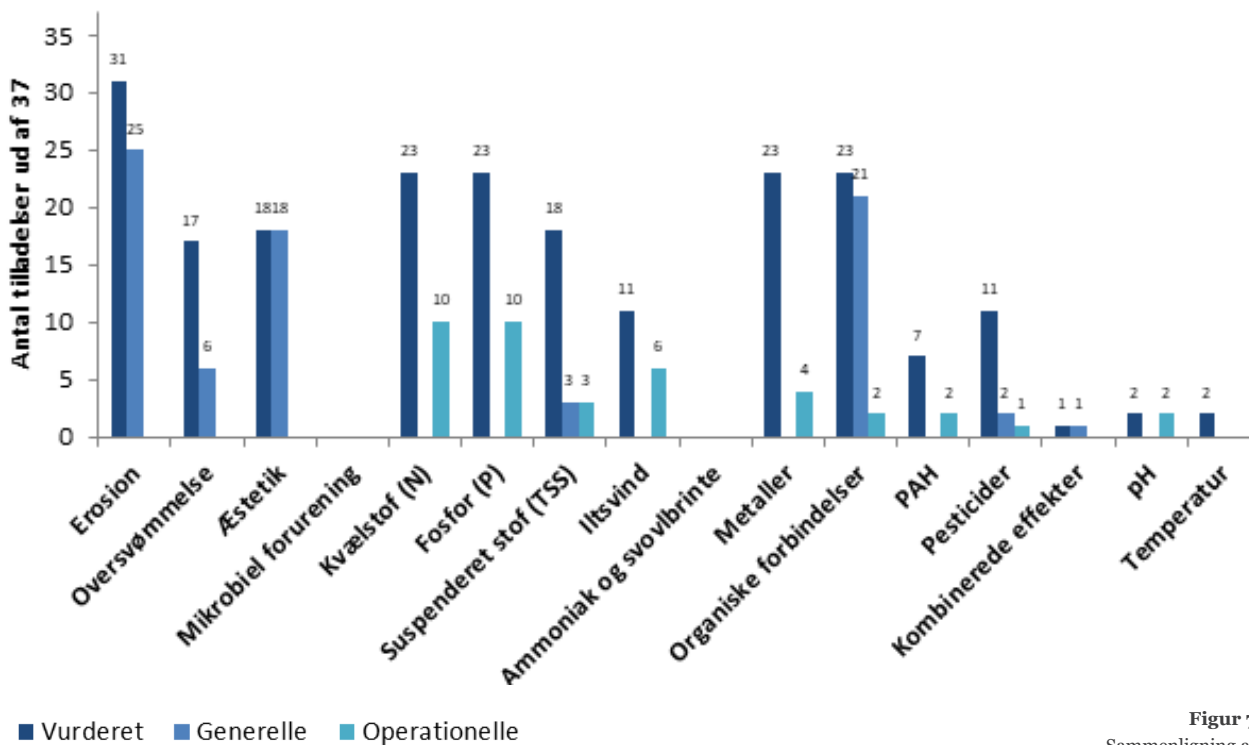
Der er ikke i Figur 7 samme indtryk af konsensus, som for de hydrauliske krav om eksempelvis udløbstal og gentagelsesperiode. Dette kan indikere, at der mangler en velbeskrevet procedure for vurdering af vandkvalitet.

I flere tilladelser henvises til opfyldelse af BAT-kravene, der oftest er stillet som relative krav til rensegrad i % (funktionskrav). Der bør være opmærksomhed omkring, at disse krav ikke nødvendigvis er sammenholdt med vandløbets sårbarhed eller koncentrationen og stofsammensætningen af tilløbsvandet. Det kan dermed være vanskeligt at sammenholde funktionskravene med forholdene på lokaliteten. Enkelte tilladelser stillede specifikke udlederkrav om overholdelse af en række grænseværdier i udledningspunktet. For regnvandsbassiner, hvor indløbskoncentrationen i høj grad er tonegivende for udløbskoncentrationen, og hvor der kan være stor forskel på stofbelastningen fra hændelse til hændelse, så vil denne form for regulering kræve nye og velbeskrevne procedurer for måleprogrammer- eller teoretiske modeller for vurdering af udledningens effekt.

Opsummering

Analysearbejdets konklusioner kan kort opsummeres som følger:

- Udledningstilladelserne indeholder mange overordnede og positive formuleringer med fokus på at beskytte vandløbene. På det konkrete plan er billedet mindre tydeligt
- Der er et meget varierende indhold i tilladelserne, og konsekvensen er potentielt meget varierende mulige effekter på og/eller beskyttelse af det enkelte vandløb
- Flere af tilladelserne afspejler tidligere tilladelser givet i lokalområdet (samme form og formulering af krav)
- Der ses en høj grad af implementering af de forskellige tilgængelige vejledninger. Som eksempler kan nævnes Banenormerne, Jes Vollertsens rapport om rensegrader i våde regnvandsbassiner, SVK27 og afgørelser fra Miljø og Fødevarerklagenævnet
- Der ses konsensus omkring brugen af 1 l/s/ha som det generelle udløbstal, og det er sjældent, der i tilladelsen henvises til konkrete vurderinger af den hydrauliske kapacitet i recipienten eller helhedsvurderinger, der tager højde for andre udledninger til recipienten samt potentielle konsekvenser nedstrøms udløbspunktet
 - Den store variation, der alligevel er i kravene forventes at afspejle tvivl omkring anbefalingerne i vejledningerne, og i få tilfælde tilpasning til de praktiske forhold



Figur 7
Sammenligning af miljøkvalitetskravene i de analyserede tilladelser.

- Der ses konsensus omkring gentagelsesperioden for overløb (5 år), men denne er kopieret fra dimensioneringspraksis for afløbssystemer i byer, og der tages ikke højde for hvad konsekvensen vil være ved overløb
- Der er store variationer i praksis for brug af sikkerheds- og klimafaktorer ved dimensionering
- Der var mange tilladelser der slet ikke stillede krav for vandkvalitet
- Våde regnvandsbassiner var den mest udbredte BAT teknologi, men der var stor spredning på de forventede rensegrader, som blev nævnt i tilladelserne, og de var sjældent sammenholdt med ønskede grænseværdier i recipienten
- Der er mangel på viden om alternative BAT-teknologier, og på dokumentation af specifik ydeevne under forskellige forhold
- Der mangler en oversættelse mellem kravene i vandområdeplanerne mm. (målsætning beskrevet ved biologisk/kemisk indeks) og de rensekrav, der skal stilles i udledningstilladelserne
 - Dette kræver systematiske undersøgelser af effekterne af regnbetingede udledninger fra byer.

Det videre arbejde

Arbejdsgruppen arbejder videre med emnet, og herunder belysning af områder hvor der mangler viden og vejledninger. Alle interesserede er meget velkommen til at bidrage med kommentarer, ønsker mv.

Arbejdsgruppen fortsætter arbejdet, og nye output forventes i løbet af 2020.

Referencer

- Aarhus Kommune and Aarhus Vand A/S (2016) Regnvandsbassiner – design og dimensionering
- Banestyrelsen (2006) BN1-11-1: Afvanding af Sporarealer
- Banestyrelsen (2003) BN3-12-2: Vejledning til miljø- og vandløbsager i forbindelse med afvandingsanlæg
- DANVA (2018) Designguide for regnvandsbassiner,
https://www.danva.dk/media/4817/danva_regnvandsbassiner_designguide_2018_final.pdf
- DANVA and KL (2018) Administrationspraksis for regnvandsbassiner og udledningstilladelser
- IDA Spildevandskomiteén (2005) Skrift nr. 27 - Funktionspraksis for afløbssystemer under regn
- IDA Spildevandskomiteén (2014) Skrift nr. 30 - Opdaterede klimafaktorer og dimensionsgivende regnintensiteter
- Karlsen, C. S., Flindt, M. R., Sønderup, M. J., Madsen, M. H., & Egemose, S. (2019). Impact of Land Use and Runoff on Stream Quality. Sustainability, 11(19), 5479.
- Koziel, L., Juhl, M., & Egemose, S. (2019). Effects on biodiversity, physical conditions and sediment in streams receiving stormwater discharge treated and delayed in wet ponds. Limnologica, 75, 11-18.
- Miljø- og Fødevarerministeriet (2017). Rapport fra ekspertudvalget til ændret vandløbsforvaltning.
- Miljø- og Fødevarerministeriet (2018) Spildevandsvejledningen,
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/06/978-87-93710-38-2.pdf>
- Naturstyrelsen (2011) Vandplan 2009 – 2015. Limfjorden. Hovedvandopland 1.2 Vanddistrikt: Jylland og Fyn
https://mst.dk/media/129570/12-limfjorden- med_forside.pdf
- NMK-10-00590, Afgørelse i sag om tilladelse til udledning af overfladevand til vandløbet Byåen
<https://mfkn.naevneneshus.dk/afgoerelse/7c820a84-5a35-4868-8bb2-59d5780b0f39?highlight=NMK-10-00590>
- NMK-10-00760, Afgørelse i sag om Odder Kommunes tilladelse til udledning af overfladevand fra [adresse1] til regnvandsbassin ved Torrild og videre til Stampmøllebæk
<https://mfkn.naevneneshus.dk/afgoerelse/08331175-b3fd-40e0-abe6-75c6f33ec80b?highlight=%20NMK-10-00760>
- Spildevandskomiteén, 1998. Udledningskrav for regnbetingede udløb fra kloaksystem i relation til fysiske forhold i vandløb. Rapport fra Spildevandskomiteén, IDA – Ingeniørforeningen i Danmark.
- Teknologisk Institut (2018) Regnvandsbassiner med natur og aktivitet
- Vollertsen, J., Hvitved-Jacobsen, T., and Nielsen, A. H. (2012a) Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner,
http://separatvand.dk/download/Faktablad_Våde_bassiner_3.pdf
- Vollertsen, J., Hvitved-Jacobsen, T., Nielsen, H., and Gabriel, S. (2012b) Våde bassiner til rensning af separat regnvand - Baggrundsrapport.
- Walsh, C. J., Roy, A. H., Feminella, J. W., Cottingham, P. D., Groffman, P. M., & Morgan, R. P. (2005). The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. Journal of the North American Benthological Society, 24(3), 706-723.



Regner vi rigtigt på byens grønne områder?



Af: Kristoffer Tønder Nielsen, EnviDan

I modeller for overfladeafstrømning antages det ofte, at byens grønne områder kan optage alt den regn, der falder på dem. Det er dog ikke nødvendigvis altid tilfældet og ofte ses en forøget tilstrømning til eksempelvis renseanlæg under nedbør. Den forøgede afstrømning kan skyldes flere ting, hvori de fleste processer ofte beskrives som uvedkommende vand.

I 2015 satte en projektgruppe bestående af Aarhus Vand, Aalborg Universitet og EnviDan sig for at undersøge, hvordan afstrømning fra byens grønne områder bidrager til den uvedkommende vandmængde. Resultatet var overraskende. Op mod 18 procent af den samlede nedbør viste sig at strømme af fra et grønt område i Lystrup.

I 2015 startede forskningsprojektet Monitoring af Overfladeafstrømning fra byen Grønne Områder (MOGO) med støtte fra Vandsektorens Teknologiuudviklingsfond (VTUF). Projektet blev iværksat, fordi der kun findes sparsom viden om, hvordan overfladeafstrømning fra byens grønne (permeable) overflader opfører sig under regn og i hvilket omfang de bidrager til den totale regnafstrømning. Af samme grund findes der heller ingen retningsgivende vejledning til, hvordan afstrømning fra grønne områder inddrages i dimensioneringen af nye afløbssystemer.

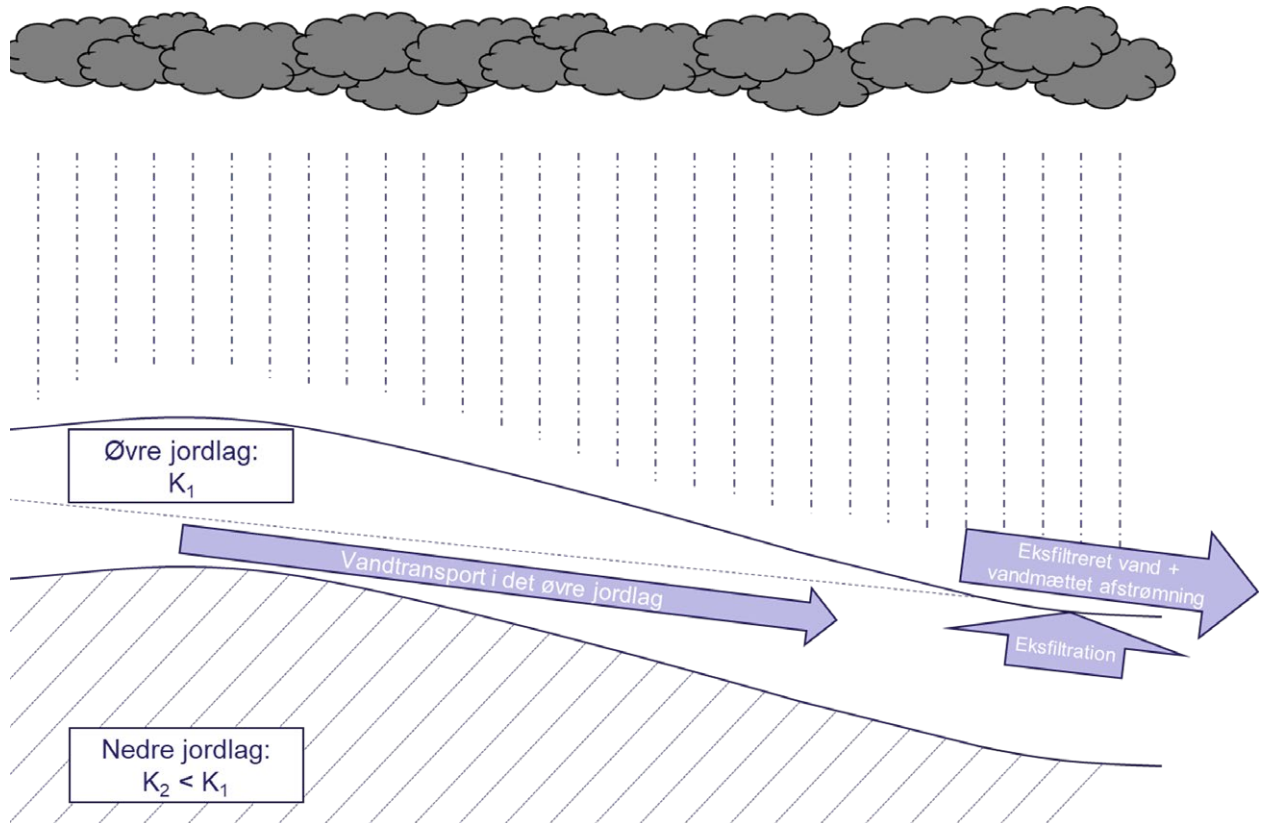
Det er ikke unormalt, at de grønne og permeable overflader i byen udgør 50 til 70 % af det totale overfladeareal i byen. Derfor vides det ofte ikke, hvordan, eller om, mere end halvdelen af de grønne og permeable områder bidrager til den samlede overfladeafstrømning under nedbør. Dette kan have betydning for afløbssystemets kapacitet og i sidste ende betyde, at det ønskede serviceniveau ikke overholdes. Endeligt forventes det, at afstrømningen fra de grønne og permeable områder kan få øget indflydelse i takt med klimaforandringerne.



Figur 1
Projektlokaliteten i Lystrup
nær Aarhus.

For at undersøge problemstillingen nærmere, blev der i 2016 etableret et stor-skala forsøgsanlæg med det formål at kvantificere afstrømningen fra en grøn overflade. Forsøgsanlægget skulle opsamle og monitorere overfladeafstrømning fra et 4.300 m² stort område i Lystrup nær Aarhus som vist på Figur 1. Et område, som primært er dækket af græs og hvor jorden har en lerholdig konsistens under overfladen. Forsøgsanlægget har i to år målt på overfladeafstrømning, og det viste sig, at overfladeafstrømning fra området forekom væsentligt hyppigere og under andre omstændigheder end der som udgangspunkt var forventningen. Det var nemlig ikke de højintense korte sommerhændelser, der resulterede i afstrømning, men derimod længere regnhændelser med lav intensitet og stort volumen. Disse regnhændelser var heller nødvendigvis fulgt af store gentagelsesperioder, men ofte ledsaget af en forudgående våd jord. Dette resulterede i, at vandet fra de højvoluminøse hændelser ikke lige så let kunne trænge ned gennem jorden og videre til dybereliggende grundvandsmagasiner.

Jordens manglende evne til at magasinere og infiltrere regnvandet resulterer grundlæggende i, at vandet opmagasineres i det øvre jordlag, hvor der i nogle dele af jordlaget opstår fuld vandmætning. Det medfører, at vandet ikke længere kan binde sig til jorden og dermed begynder at bevæge sig frit i jorden ned ad bakke. Det resulterer i en strømning i det øvre jordlag som vist på Figur 2, hvor vandet først i bunden af bakken atter presses op af jorden og på den måde resulterer i overfladeafstrømning, der ender i afløbssystemet. Dette var den dominerende proces, der var skyld i overfladeafstrømning, som også viste at strække sig over lange periode. Der blev observeret afstrømningshændelser, der strakte sig i helt op til 16 dage. I kortere perioder bidrog det regn, der faldt direkte ovenpå områder hvor vandet blev eksfiltreret fra jorden, også til afstrømningen. Dette var dog i et mindre omfang. Hvad der var yderst overraskende, var, at afstrømning som følge af at jordoverfladens infiltrationskapacitet overskrides, ikke var til stede. Dette er selvom at denne teori typisk er den mest anvendte i forbindelse med modellering af overfladafstrømning fra permeable områder i byen.



Figur 2

Afstrømningen i Lystrup foregik primært ved, at regnvand blev opmagasineret i det øvre jordlag, hvorefter det startede en strømning ned ad bakke på grund af højt vandindhold i jorden. Senere blev dette vand igen presset op til overfladen. K står for den hydrauliske ledningsevne af henholdsvis jordlag 1 og 2 (hhv. det øvre og nedre jordlag).

Men hvad med Horton's infiltrationsætning?

Som regel anvendes Horton's infiltrationsætning til at vurdere, hvornår der er overfladeafstrømning fra permeable områder eller ej. Infiltrationsætningen siger i hovedtræk, at hvis regnintensiteten overskrider jordoverfladens infiltrationskapacitet, så bliver regnvandet på overfladen, og strømmer af derpå. Jordens infiltrationskapacitet antages i denne anledning at falde som følge af regnens varighed. Denne type overfladeafstrømning blev ikke observeret med storskala forsøgsanlægget i Lystrup.

Men er dette nødvendigvis ensbetydende med, at det ikke kan forekomme?

Til at undersøge dette nærmere blev der i forbindelse med MOGO udviklet en fysisk regnsimulator, der udover et afgrænset område på en kvadratmeter kunne reproducere lige netop den regn, som det var ønsket at studere. Det vil sige, at der kunne iværksættes et studie af, hvor høj regnintensiteten skal være, før jordoverfladens infiltrationskapacitet overskrides. Efter en række simuleringer kunne det konkluderes, at det kræver relativt høje regnintensiteter for at overskride jordoverfladens infiltrationskapacitet. Ligeledes blev faldt jordoverfladens infiltrationskapacitet ved meget høje og meget lave vandindhold. Ved lave vandindhold fra 0,05 til 0,2 m³ H₂O/m³ jord var infiltrationskapacitet fra 1,0 til 1,7 mm/min, ved vandindhold fra 0,2 til 0,4 m³ H₂O/m³ jord var infiltrationskapaciteten fra 1,7 til 2,0 mm/min, mens infiltrationskapaciteten ved meget høje vandindhold over 0,4 m³ H₂O/m³ jord strækker sig helt fra 0,2 til 2,0 mm/min. Der er altså store udsving i jordoverfladens evne til at filtrere vand, som også i særdeleshed er afhængig af årstiden grund den store afhængighed af vandindholdet. Det mest sandsynlige er, at eventuelle skybrud, der ville danne basis for, at jordoverfladens infiltrationskapacitet overskrides, vil ske ved de lave til mellemhøje vandindhold. Det vil sige i et interval fra 1,0 til 2,0 mm/min. For sætte dette i perspektiv kan jordoverfladen med en gennemsnitlig infiltrationskapacitet på 1,5 mm/min, filtrere 45 mm nedbør i løbet af en 30 minutter, hvis jorden har et relativt lavt indhold af vand. Dette stemmer også fint overens med målingerne på stor skala, hvor der blandt andet



Figur 3
Linjedræn til opsamling
af afstrømmende regnvand
ved nyt forsøgsanlæg i
Viby-bydelen i Aarhus.

blev målt en sommerhændelse, hvor der faldt 22 mm nedbør i løbet 30 minutter, som ikke gav anledning til overfladeafstrømning, fordi den faldt under relativt tørre jordforhold.

Når dette er sagt, er det vigtigt at understrege, at denne type afstrømning sagtens kan foregå hyppigere i andre områder, med andre jord- og overfladetyper, men måden overfladeafstrømning fra permeable områder kan foregå på, er vidt forskellig og bør vurderes individuelt fra område til område. Der er nemlig stor forskel i afstrømningsdynamikken alt efter om der er tale om strømning i jorden, som senere når op til overfladen, eller om der som her, er tale om afstrømning direkte på jordoverfladen.

Endnu mere viden i fremtiden

Baseret på studiet i Lystrup, ser det ud til, at afstrømning i det øvre jordlag med senere frigivelse til jordoverfladen er den mest dominerende proces. Denne viden er ny og værdifuld i forhold til den fremtidige dimensionering af afløbssystemerne, men der er behov for flere forsøg, der går i dybden med de lokale afstrømningsforhold, og kigger på, hvordan hydrologien opfører sig andre steder. Derfor har den samme projektgruppe bestående af Aarhus Vand, Aalborg Universitet og EnviDan, startet et nyt udviklingsprojekt under Vandsektorens Udviklings- og Demonstrationsprogram (VUDP) ved navn Monitoring af Overfladeafstrømning fra grønne områder TO (MOTO). I projektet er der igen etableret et forsøgsanlæg, der skal opsamle naturlig genereret overfladeafstrømning. Forsøgsanlægget skal opsamle afstrømmende regnvand fra en ca. 100 m² stor overflade beliggende i Viby-bydelen i Aarhus. Dette gøres igen med et linjedræn som vist på Figur 3. Samtidig med målingerne i Viby, måles der denne gang også på, hvordan vandindholdet i oplandet varierer samt hvordan afstrømningen andre steder i afløbssystemet opfører sig, når der måles afstrømning fra den grønne overflade i Viby. Om afstrømningen i Viby opfører sig på samme måde vides endnu ikke, men én ting er sikkert. Resultaterne fra Lystrup var ikke som vi forventede, så måske bliver vi nok engang klogere i Viby.

EVA studierejselegat

*for studerende på de videregående
uddannelsesinstitutioner*

Studerer du indenfor det faglige område, som EVA-udvalget normalt dækker gennem temadage, og har du mod på at rejse ud i verden og hente ny viden med hjem til Danmark og videreformidle denne viden, da har du mulighed for at søge det nye EVA-studierejselegat.



Formål

- At medvirke til at studerende opsøger ny/nyeste viden indenfor EVA-udvalgets faglige interesseområder gennem deltagelse i seminarer, kurser på udenlandske universiteter, udstillinger, studieture, studie/praktikophold eller lignende
- At dygtiggøre danske studerende og give dem international indsigt
- At medvirke til at der bringes ny viden og inspiration med hjem til Danmark, og at denne formidles til EVA's medlemmer gennem et mundtligt indlæg på en EVA-temadag og et skriftligt indlæg i EVA-bladet.

Vilkår

1. Legatet kan søges af danske studerende, som har gennemført mindst 2 år af en dansk videregående uddannelse og indenfor en EVA-relevant studieretning
2. Legatet kan kun søges individuelt, dvs. af enkeltpersoner, og kan kun tildeles den samme person én gang
3. Legatet kan tildeles til deltagelse i fagrelevant aktivitet
4. Ansøgning med kort beskrivelse af aktiviteten og det forventede udbytte heraf, vedlagt budget og udtalelse/anbefaling fra studiested kan løbende fremsendes pr. mail til EVA-udvalget, se yderligere information herom på evanet.dk. Der findes ikke noget ansøgningsskema. Eventuelle spørgsmål kan rettes til EVA-udvalget
5. Legatet kan maksimalt være på DKK 20.000,-
6. Alle ansøgninger besvares personligt direkte til ansøgeren når afgørelsen er truffet
7. EVA-udvalget afgør suverænt eventuelle tvivlsspørgsmål vedrørende opfyldelse af ovennævnte vilkår
8. Legatmodtageren fremsendes umiddelbart efter aktiviteten en kort skriftlig redegørelse, indeholdende et kort resume af aktiviteten og en evaluering af udbyttet for legatmodtageren
9. Et studierejselegat er som udgangspunkt skattefrit, men legatet indberettes til SKAT, hvilket betyder at legatmodtageren er pligtig til at gemme de nødvendige dokumenter/bilag til dokumentation af de afholdte udgifter
10. På normalt næstkommende EVA-temadag afholder legatmodtageren et fagligt indlæg, baseret på deltagelse i aktiviteten, samt leverer et skriftligt indlæg til det efterfølgende EVA-blad.

