



AMOK – er det bare sund fornuft?  
Avanceret online Måling af OverløbsKvalitet

**Bassø, Lene; Rasmussen, Michael; Mikkelsen, Peter Steen**

*Published in:*  
EVA : Erfaringsudveksling i vandmiljøteknikken

*Publication date:*  
2014

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Bassø, L., Rasmussen, M., & Mikkelsen, P. S. (2014). AMOK – er det bare sund fornuft? Avanceret online Måling af OverløbsKvalitet. *EVA : Erfaringsudveksling i vandmiljøteknikken*, 27(4), 10-13.  
[http://evanet.dk/Pdf/Blade/2014\\_04\\_EVA\\_blad.pdf](http://evanet.dk/Pdf/Blade/2014_04_EVA_blad.pdf)

---

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# AMOK – er det bare sund fornuft?

—

## *Avanceret online Måling af OverløbsKvalitet*



Af: Lene Bassø,  
Aarhus Vand



Af: Michael Rasmussen,  
AAU



Af: Peter Steen Mikkelsen,  
DTU

Der foretages i disse år væsentlige investeringer i afskæring af fælleskloakerede overløb for at forbedre vores vandløb, søer og fjordes økologisk kvalitet.

Disse investeringer baserer sig på den centrale antagelse at overløb er en væsentlig kilde til påvirkning med organisk stof, næringssalte, bakterier og miljøfremmede stoffer. Men ved vi i virkeligheden hvor meget der aflastes hydraulisk og stofmæssigt? Og er det overhovedet muligt at måle vandmængder og stofmængder fra overløbsbygværker, der ikke er udformet efter alle hydraulikkens grundprincipper? Det spørgsmål stillede vi hinanden i projektgruppen tilbage i 2012. Vi var overbeviste om, at hvis dette skulle løses, så krævede det udvikling af en ny type virtuelle sensorer der gerne billigt og stabilt skulle kunne give os svar på vores spørgsmål uden at der skulle bruges store ressourcer på komplicerede instrumenter og analysemetoder: Software sensorer baseret på simple målinger i overløbsbygværket.

I dag har vi fået besvaret spørgsmålet – det kan faktisk lade sig gøre at måle på få punkter i komplicerede overløbsbygværker og derefter bruge software sensorer til beregning af overløbsmængder for både vand og stof.



Figur 1  
Overløbsbygværket ved Viby Renseanlæg med overløbskanal til sparebassinet.



Figur 2  
Opstilling af In-situ og ex-situ udstyr.

## Om projektet

I 2012 opstartede vi VTUF-projektet "Overløb fra fællesloak – Hvordan måles det – og Hvorfor?". Projektet gennemføres i samarbejde mellem Aalborg Universitet (AAU), Danmarks Tekniske Universitet (DTU), Dansk Hydraulisk Institut (DHI), Krüger A/S (KRG) og Aarhus Vand (AAV).

I projektet er gennemført en række sammenhængende målinger af nedbør (punkt og flade) og flow/stofkoncentrationer ved et hydraulisk kompliceret overløbsbygværk i afløbssystemet. Overløbsbygværket er en del af indløbet til Viby Renseanlæg. Overløbet træder i funktion, når renselanlæggets kapacitet ( $Q=1360$  l/s) overskrides. Overløbsbygværket aflaster til et stort sparebassin ( $15.000$  m<sup>3</sup>), som er udstyret med en række niveaumålere og flowmålere. På figur 1 ses i venstre side et oversigtsfoto med overløbsbygværket og etablering af sparebassinet. I højre side ses overløbsbygværket med et dobbeltsidet overløb og derfra løber overløbsvandet i en stor kanal til sparebassinet.

Der er gennemført både in-situ målinger og ex-situ målinger på lokaliteten. In-situ-målingerne er gennemført i indløbskanalen, overløbsbygværket og i sparebassinet. Insitu-målingerne omfatter måling af turbiditet, pH, NH<sub>4</sub>-N og ledningsevne.

Ex-situ-målingerne er gennemført i en container, der er bygget i projektet. Containeren er udstyret med en prøvetagningskanal samt on-line sensorer til måling af turbiditet, pH, NH<sub>4</sub>-N, ledningsevne, Total P, COD og TSS (S::CAN-måler).

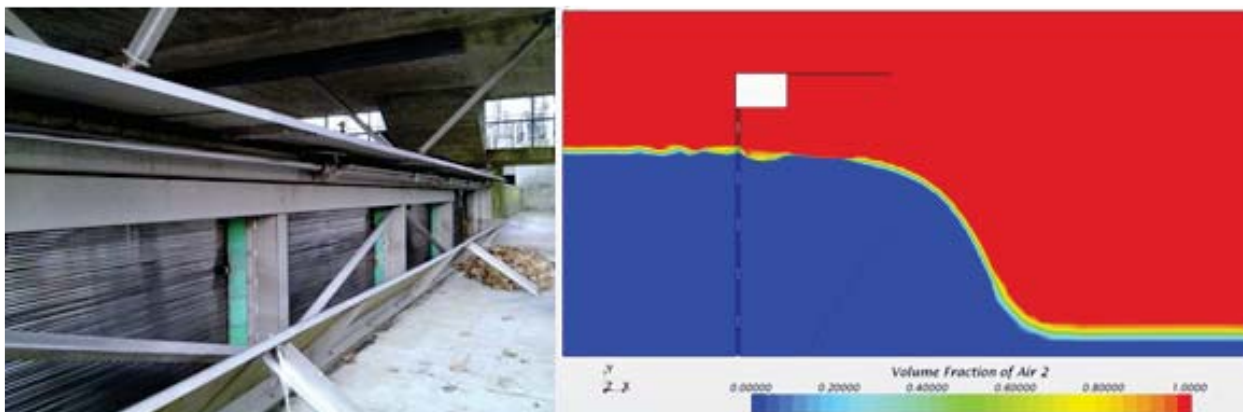
Endvidere udtages prøver til laboratorieanalyse af en række vandkvalitetsparametre inklusive udvalgte prioriterede kemiske stoffer og mikrobielle parametre. For at skabe et bedre grundlag for modellering og prioritering udføres målingerne i systemet løbende – også selvom der ikke forekommer overløb. Målingerne opsamles og kvalitetssikres i en DIMS-CORE database, der er oprettet specifikt til nærværende projekt.

Måleperioden har selvfølgelig budt på forskellige udfordringer, hvilket nok nærmest er mere reglen end undtagelse ved opstilling af et måleprogram.

Nogle af de udfordringer vi har haft er følgende:

Regn hændelser er uforudsigelige: Hvornår de forekommer, hvor længe de varer og de undertiden forekommer i weekender/helligedage/om natten

- Analyse omkostninger er meget høje, hvis der analyseres for alle parametrene
- Mange overløbsbygværker: økonomi/praktisk
- Forskellige stofparametre kræver forskellige indsamlings- og måle metoder
- Tilstopning af pumper
- Vinter sikring



Figur 3  
Billede af overløbsbygværk  
og beregningsresultat fra  
CFD-modellering.

### Hydrauliske sensorer

Hydrauliske sensorer er i princippet små "lommeregner", som kan omsætte 1-4 niveaumålinger i overløbsbygværkerne til et flow over overløbskanten for de overløbsbygværker, der ikke er udformet efter hydraulikkens grundprincipper for veldefinerede overløbskanten med fri stråle. I Aarhus (og de fleste andre steder) er der sandsynligvis ikke etableret et eneste overløbsbygværk, som er bygget efter disse grundprincipper, da formålet er at aflaste afløbssystemet under regn og ikke at måle aflastningsmængderne præcist. I projektet er formålet at anvende CFD-modellering (Computational Fluid Dynamics) til at opstille en funktion for sammenhængen mellem flow og niveau i udvalgte punkter, hvilket vil være inputtet til de hydrauliske sensorer.

I projektet er gennemført avancerede CFD-modellering af et simpelt bygværk med frit overløb for at kunne eftervise, at CFD-modellering kan anvendes til beskrivelse af overløbsmængde og flow. Resultat af dette har været yderst overbevisende, hvorefter der er opstillet en CFD-model for det komplicerede overløbsbygværk ved Viby renseanlæg.

Viby renseanlæg er særdeles velegnet til at undersøge denne hydrauliske modellering, da sparebassinet indeholder vandstandsmålere der kan bruges til at beregne det korrekte overløbsflow. Samtidigt er der monteret flowmålere på de pumper der pumper vandet tilbage til renseanlægget, således at der kan etableres 2 massebalancer på det samme overløbsvolumen.

Fremadrettet skal vi have verificeret CFD-modellen. Til dette formål er tænkt, at anvende informationer fra vores regnradar samt informationer fra vandstandsmålere og overløbssensorer til kalibrering af modeldata med målte data. I dette projekt er udviklet nogle "low cost" vandstandsmålere og overløbssensorer, som skal installeres i et fin-masket grid i bygværket til en endelig verificering af CFD-modellernes anvendelse i komplicerede overløbsbygværker.

Modellerne vil blive kalibreret med fokus på massebalancen i overløbsbygværket for både lav, mellem og høj intense regnhændelser til kontrol af metoden. Til dette formål anvendes både de eksisterende niveau-sensorer og de nye low-cost sensorer. Efter kalibrering af metoden udvikles hydrauliske sensorer til beregning af flow over overløbskanten baseret på enkelte niveaumålinger i bygværket.

## Vandkvalitets sensorer

Vandkvalitets softwaresensorer er ligesom de hydrauliske softwaresensorer i princippet små "lommeregner", som kan omsætte målte stofkoncentrationer for en stoftype og efterfølgende anvende den til beregning af stofkoncentrationen af andre stoftyper. Som nævnt tidligere i artiklen er der gennemført stofmålinger både in-situ og ex-situ. Dette har til formål at undersøge muligheden for at have et mobilt måleudstyr, som kan anvendes i en periode til at kalibrere og verificere vandkvalitets softwaresensorerne opstillet til det enkelte bygværk. Vi kan således undersøge om der er forskellige stoftyper, som har samme "fortyndings"-mønster eller en indbyrdes sammenhæng, således at en stofmåling kan anvendes til beregning af andre stofkoncentrationer.

I projektet er gennemført en kontinuert måleperiode i både tørvejr og regnvejr.

I figur 4 ses en udvalgt måleperiode for ammonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ). Af grafen ses en tydelig sammenhæng imellem in-situ og ex-situ sensormålinger og manuelle prøver udtaget til laboratorie-analyser. Ex-situ målingerne viser dog en konstant lavere koncentration end in-situ-målingerne og de manuelle målinger, hvilket kan skyldes "gammel" vand i målekanalen eller for lave flow i målekanalen.

Ud fra disse målinger er opstillet de første vandkvalitets softwaresensorer, hvilket ses af figur 5. Der er meget god overensstemmelse mellem målt og beregnet ammonium-koncentration. Den røde kurve er den målte koncentration, den sorte stiplede kurve er den beregnet koncentration, og den grå kurve er det måle flow. Fremadrettet vil vi prøve at udvikle vandkvalitets-sensorer for andre forureningsparametre, ligesom vi i projektet skal have en måleperiode med samtidig drift af vandkvalitets sensorer og hydrauliske sensorer.

## Projektets resultat

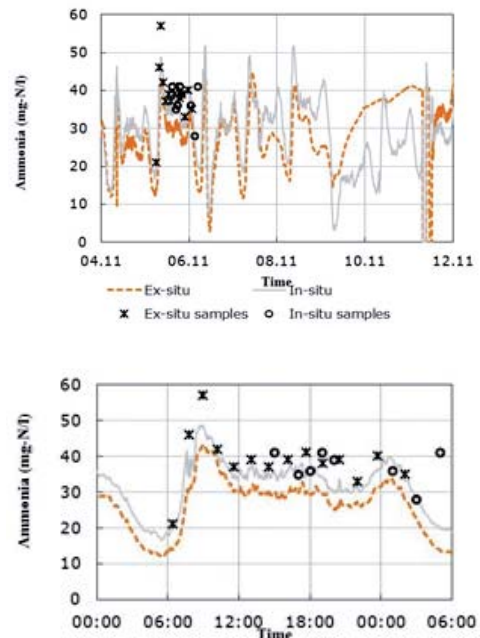
Projektet vil resultere i en kort vejledning om måling i overløbsbygværker med en række tekniske bilag til dokumentation af resultater af VTUF-projektet "Overløb fra fælleskloak – Hvordan måles det – og Hvorfor?".

Det er målet at denne vejledning vil bidrage til at få et bedre overblik over hvor, hvornår og hvor meget afløbssystemerne aflaster. Dette vil forhåbentlig i fremtiden gøre os i stand til at kontrollere/styre aflastningerne på en mere hensigtsmæssig måde set i forhold til miljø og servicekrav.

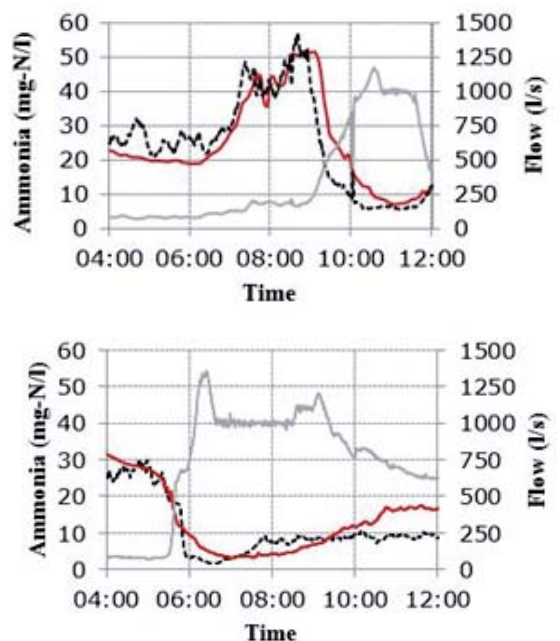
## Tak til

Vi retter en særlig tak til enkeltpersoner fra de deltagende organisationer, som har bidraget til projektet:

- Anitha K. Sharma, DTU Miljø
- Luca Vezaro, DTU Miljø
- Signa Tanja Andersen, DTU Miljø
- Maltha Kristian Skovby Ahm, Aalborg Universitet
- Jesper Ellerbæk Nielsen, Aalborg Universitet
- Søren Thorndahl, Aalborg Universitet
- Anders Lynggaard-Jensen, DHI
- Niels Henrik Eisum, DHI
- Jan Høgh, Krüger
- Theis Nikolai Gadegaard, Krüger
- Erling Brodersen, Aarhus Vand
- Bo Snediker Jacobsen, Aarhus Vand.



Figur 4  
Ex-situ og in-situ ammonium sensor målinger sammenholdt med manuelle prøver.



Figur 5  
Målt og beregnet ammonium koncentration.