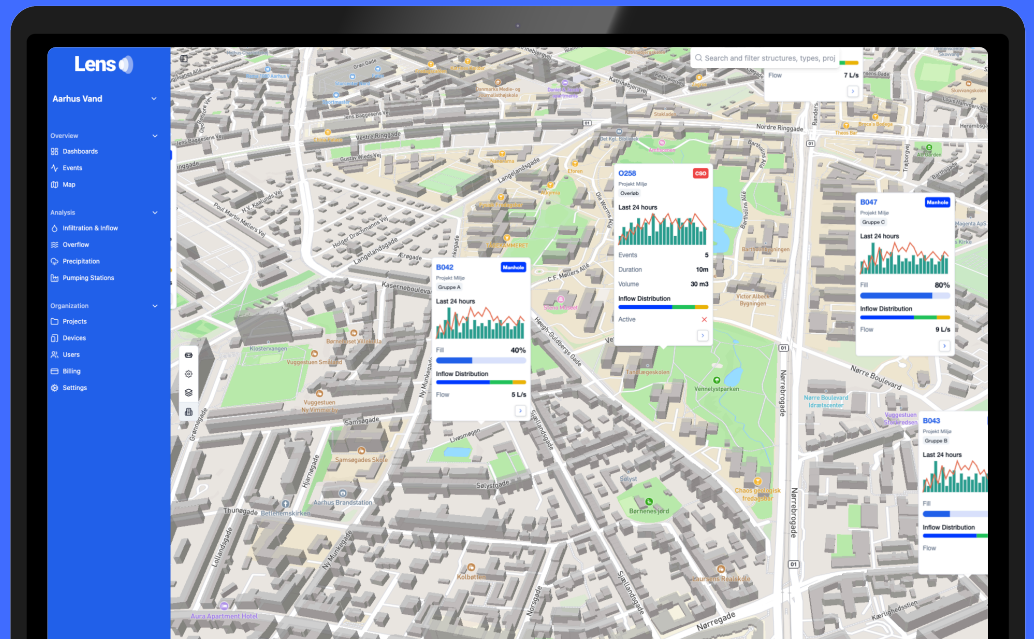

Dryp.
Hardware-enabled SaaS platform that helps utilities & municipalities future-proof sewers

Dryp leverer hydrauliske indsigter

gennem kvalitetsikrede målinger

LENS Platformen



Trådløse vandstandsmålere

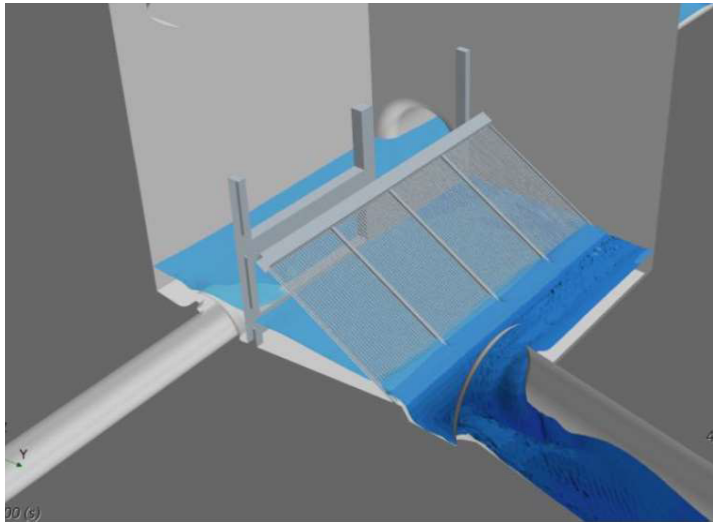


Agenda

Indhold - 25 minutter !

- Dryp og Overløb – hvorfor måle ?
- Hvordan skal vi måle – og hvor nøjagtigt bliver det?
- Hvor skal vi måle ?
- Hvordan sikrer vi værdien af indsatsen ?





Peter S. Rasch
CVO og grundlægger Dryp
peter@drypdata.com

Fysiker, DHI, Målinger,
Operationelle systemer

Dryp.

Om Dryp og Overløb

- Dryp blev etableret i 2019 for at kombinere fremskridt i (billige) IoT, Sensorer, Hydraulik, data og data-science (maskin-læring)
- Overløb var en af de oplagte anvendelser med politisk fokus
- Overløbs kunder lige fra start
- MUDP OREO – fokus på validering af målinger i 80% af bygværker
- MUDP Overløb – bedre sensorer, stofindhold, forbedringer
- Mange års samlet erfaring med flow, tryk, radar, ultralyd, osv.
- Lidt mindre erfaring med stof-målinger og first-flush i praksis

Konklusionen/erfaringen ?

1. Overløbsbygværker og oplande er MEGET forskellige
2. Der er ikke en one-size fits all
3. Skal I bare rapportere eller vil I også blive klogere ?
4. Overløbs målinger bliver bedre over tid !
5. Ekstra måling opstrøms giver stor værdi (redundans)



Overløb – en del af noget større…

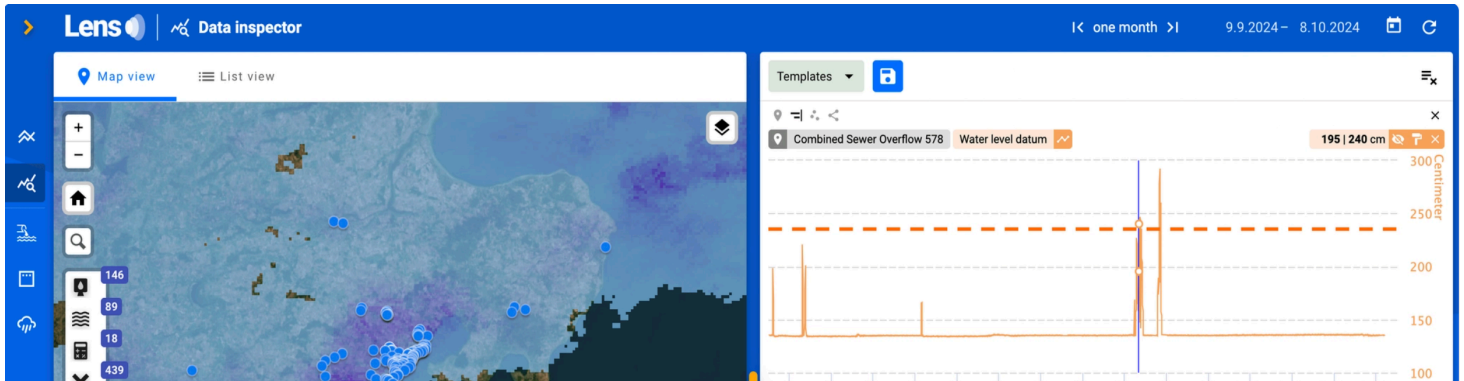
Overløb

Model validering

Uvedkommende vand

Alarmer til drift etc.

Kapacitetsoverblik



Målemetoder, Sensorer, Flow bestemmelse

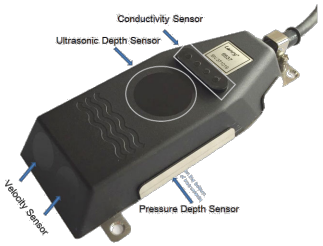
Intro til måleteknologier



Tryk



Radar



Flow

- Udviklet og verificeret som del af større forsknings- og udviklingsprojekter
- Gennemtestet i samarbejde med Aarhus Vand, Aalborg Universitet og VandCenter Syd

Radar (anbefalet standard)

- Ingen installation i vand
- Lavt vedligehold
- Homogent vandspejl → bedre grundlag for kvalitetssikring
- Nem at montere ved overløbskant, hvis nødvendigt

Tryk (i udvalgte tilfælde)

- Måler hele vandsøjlen
- Kan give stabile målinger under optimale forhold

Flow (i udvalgte tilfælde)

- Måler gennemsnits-hastighed i optimale forhold

aarhusvand

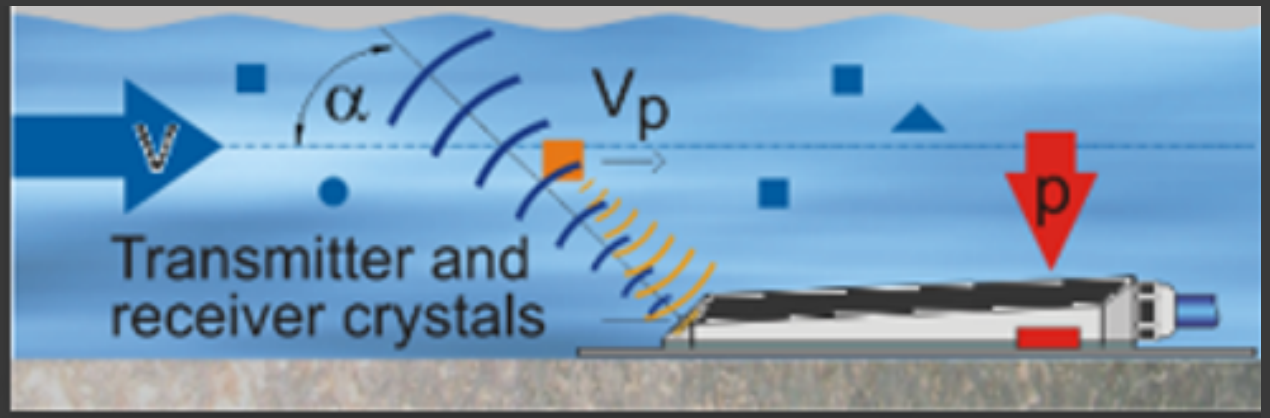
AALBORG UNIVERSITET

VandCenterSyd

Dryp.

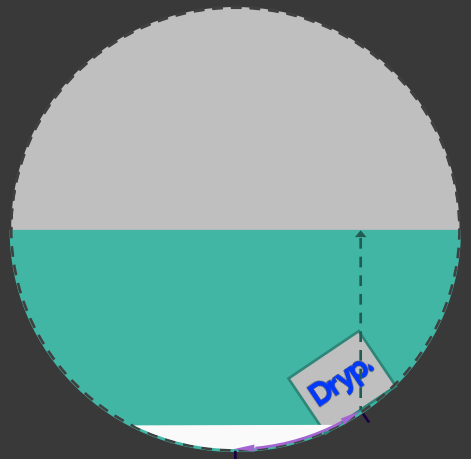
Hastighedsmålinger (Ring-flow)

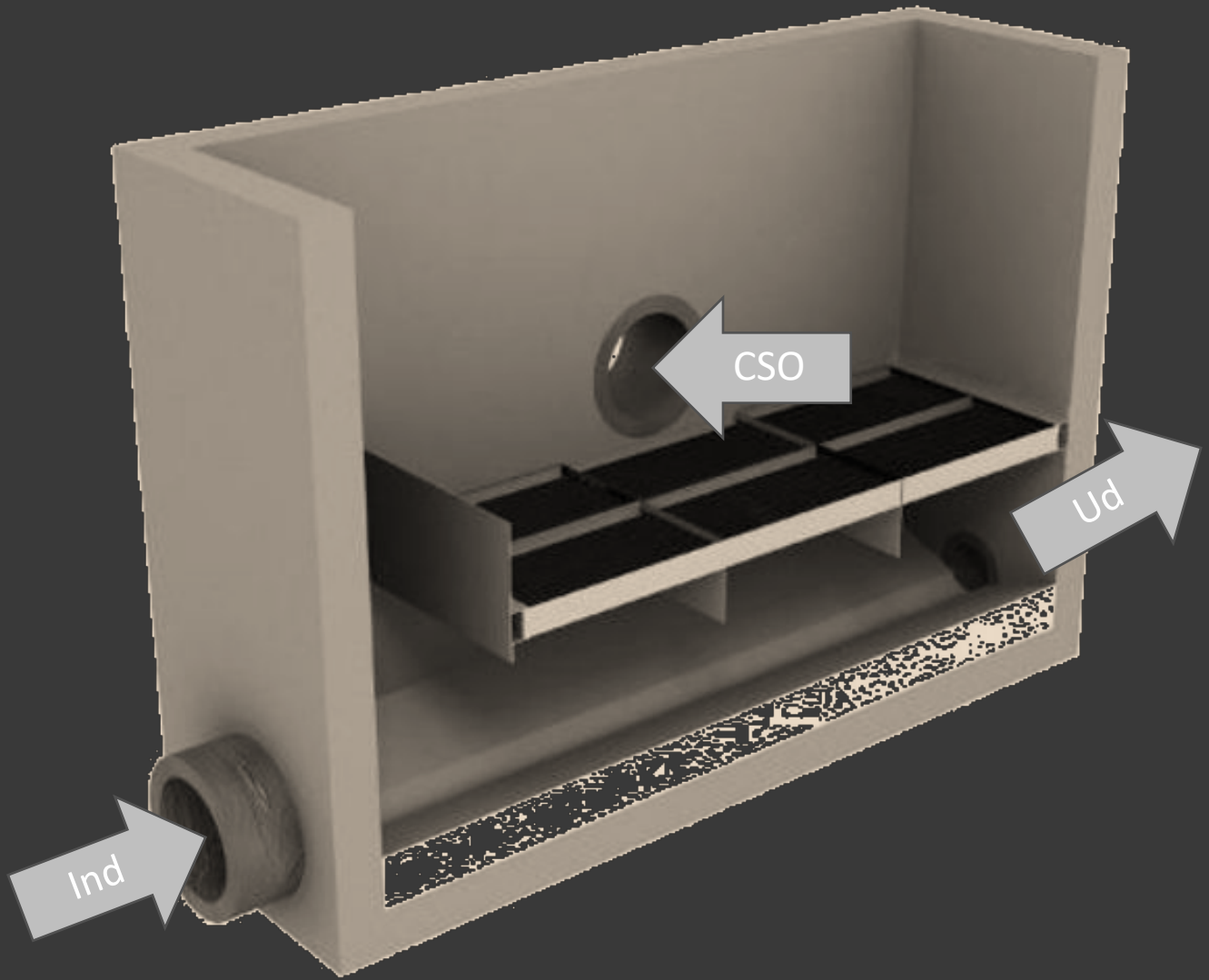
- Erfaringer oparbejdet med Eisum og flere typer af ultralyds flow målere (ISCO/NIVUS/UNIDATA)
- Bedst ved høje gennemsnitlige vandstande (>4 cm)
- Kræver installation og i langt de fleste tilfælde vedligehold for sediment. RSSI værdier vigtige.
- Vores erfaring er at in-situ kalibrering med midlertidig afpropning bør overvejes.
- Qh relationer kan efterfølgende anvendes.





Flow måling med +/- og samtidighed…





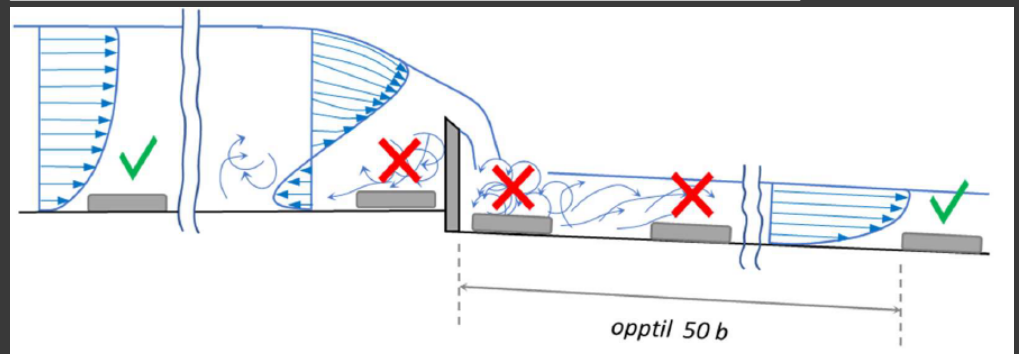
Billede © Enviropro, UK

CSO = Målt i overløb ?

CSO = Målt Ind - Målt Ud ?

CSO = Målt Ind - Kapacitet Ud ?

Målekvalitet af hastighed og resulterende vandføring i praksis.
+/- 60% til 20%

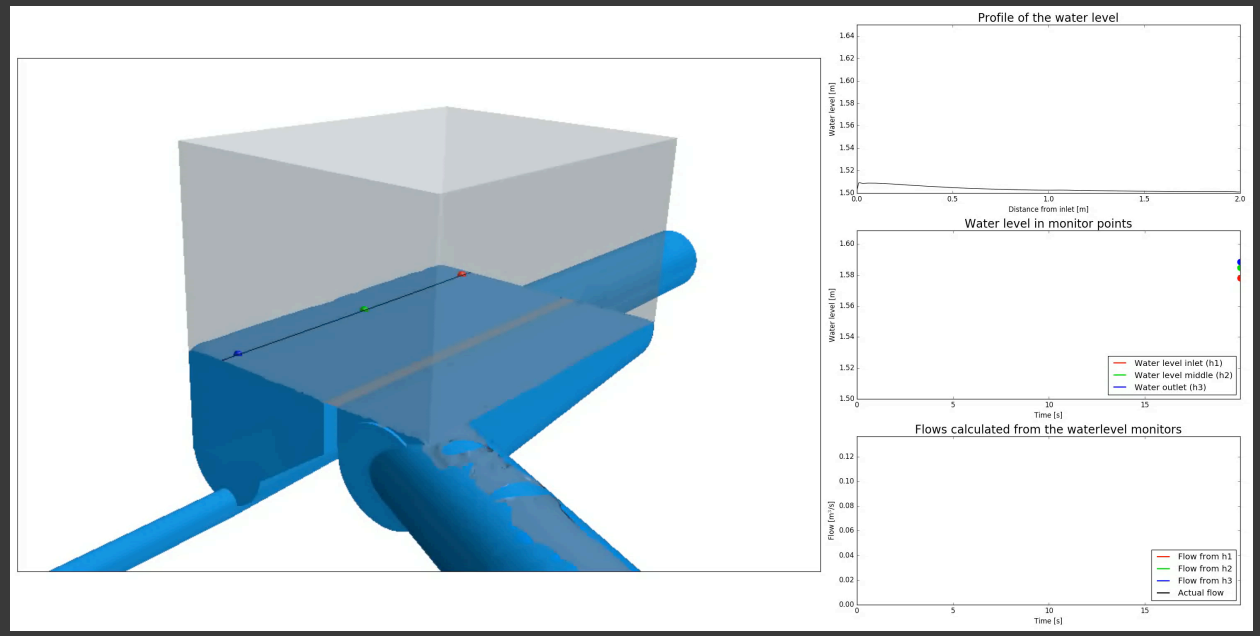


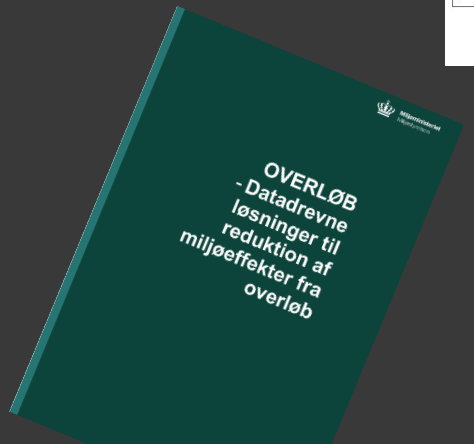
Figur 3-7 Plassering foran og bak overløp og terskel, etter Nivus GmbH (2020)

Dryp.

Dokumenteret metode til måling af overløb

- Dryps målemetode er baseret på mange års forskning i hydraulik og måleprincipper
- Vi har testet forskellige placeringer og konfigurationer i både laboratorie og felten
- Resultatet er en dokumenteret anbefaling for, hvor vandstand måles for mest stabil og præcis beregning af flow, varighed og volumen



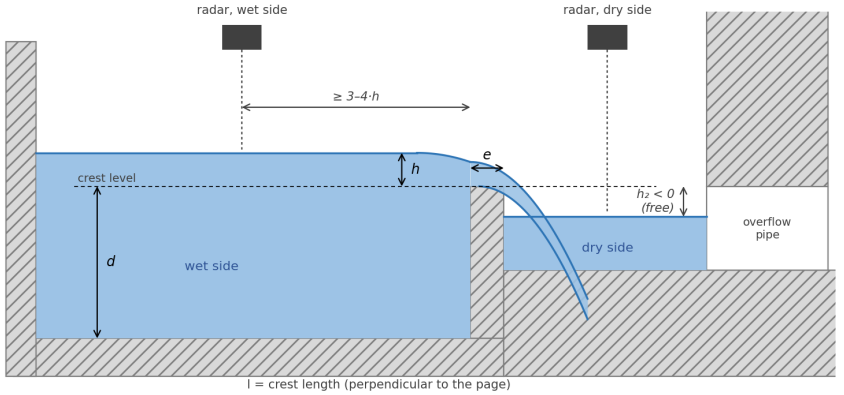


Målekvalitet af resulterende vandføring.

+/- 80% til +/- 10%

3 typer overløb – Vandstand til flow

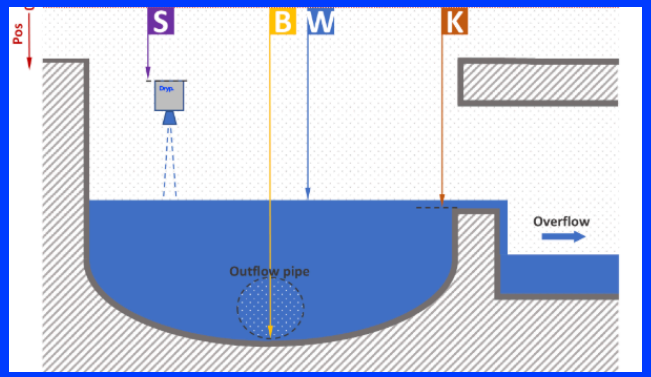
Der findes nærmest ikke 2 overløb der er ens. Alligevel kan 95% af alle overløb placeres i en af 3 kategorier. I alle 3 kategorier kan vandstands-sensorer benyttes og overløbs-volumen kan beregnes med forskellige variationer af:



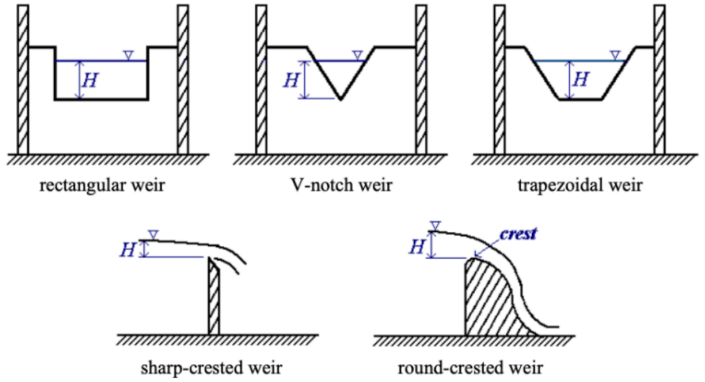
Type	Volumen-beregning fra vandstand mulig?	Noter til flow	Behov for 2 vandstandsensorer?	Beregningsformel
"Standard" overløb	Ja	Normalt svært at anvende flow.	Normalt ikke, kun ved rist, eller ved recipient, der kan have indflydelse	Poleni/Weir-formula $Q = \frac{2}{3} C_d \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$
Overløb til rør	Ja	Ok hvis udløbsrøret ikke er for stejlt	Normalt ikke, kun ved recipient, der kan have indflydelse	$Q = V \cdot A \ , \ V = M \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$
Rør efter overløb	Ja	Ok hvis udløbsrøret ikke er for stejlt	Ja, det anbefales så vi har en kontinuerlig måling på den våde side	$Q = V \cdot A(h) \ , \ V = M \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$

Dryp.

“Standard” overløb



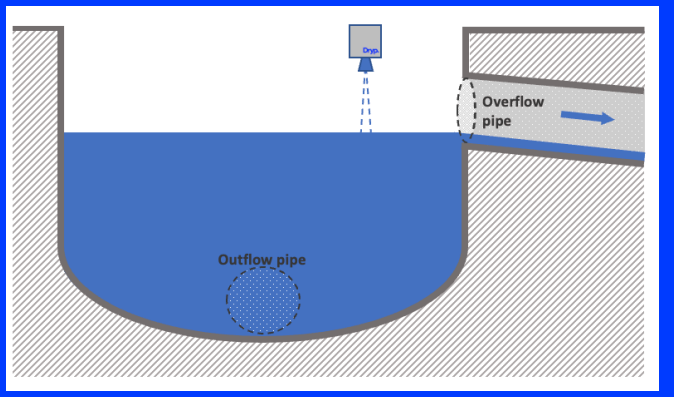
- Der måles på den ”våde” side af overløbskanten.
- Præcis indmåling af overløbskantens højde og bredde.
- Kan suppleres af sensor på den ”tørre” side.
- Overløb beregnes med Poleni-formlen.





Dryp.

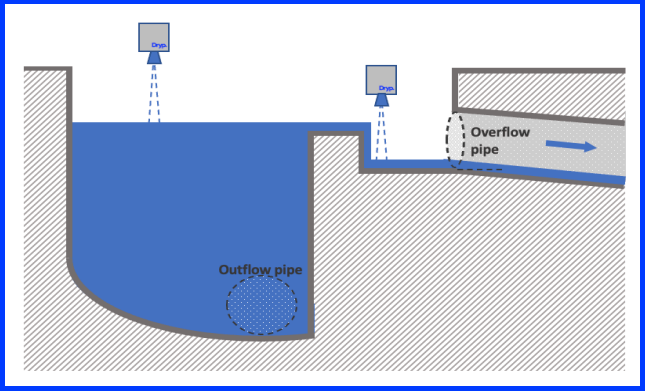
Overløb til rør



- Der måles på den ”våde” side af overløbskanten.
- Præcis indmåling af bund af overløbsrør, samt diameter, materiale og hældning af overløbsrør.
- Overløb beregnes med Orificie-formlen.



Rør efter overløb



- Der måles på den ”tørre” side af overløbskanten.
- Kan suppleres af sensor på den ”våde” side- en fordel hvis der ikke er en rist.
- Præcis indmåling af bund af overløbsrør, samt diameter, materiale og hældning af overløbsrør.
- Overløb beregnes med Orificie-formlen.



Kendte udfordringer

Følgende er kendte udfordringer ved overløbsinstallationer.

Udfordring	Løsning
Rist	Afhængig af ristens udformning og drift, kan den tilbageholde vand. Tag højde for forhøjet vandstand på den våde side eller suppler med måling på den tørre side.
Skumskærm	Kan ændre en smule i vandstanden. Hvis der plads, kan man normalt opsætte sensoren, så skumskærmen ikke forstyrrer
Bassiner	Åbne bassiner, kan lede til meget lille overløbshøjde og dermed stor usikkerhed på overløbsberegningen. Suppler med ekstra sensor på den tørre side. I meget dybe bassiner kan det være svært at måle hele vanddybden. Suppler med ekstra sensor, der måler godt ved lav vandstand.
Tilbagestuvning	Tilbagestuvning fra recipienter kan i data fejlagtigt opfattes som overløb. Dette kan undgås, ved at måle vandstand i recipient.

Overløbsinstallationer - eksempler

A: Riste
Standard overløbsformel med kantkorrektion. Mål på både tør og våd side på indløbssiden.

B: Overløb ved rørkanten
Skal bruges til orificie-formlen for det udgående rør.

C: Sideoverløb
Velegnet til overløbsformel. Mål nær indløb.

D: Åbent røroverløb (med/uden rist)
Mindre defineret overløbskant. Ristemåling er støjet, men giver et godt signal under overløb.

E: Lang overløbskant (uden rist)
Overvej at supplere med flere vådsidesensorer på grund af stående bølger og kompleks hydraulik.

F: Naturlige bassinoverløb (uden rist)
Anbefal mindst to vådniveausensorer for at bestemme dynamikken i bassinet.

A



B



C



D



E



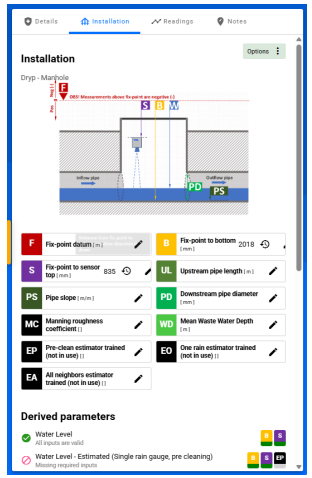
F

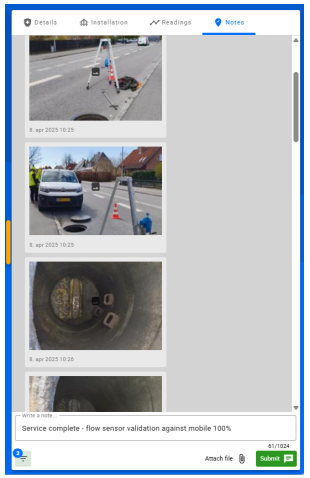


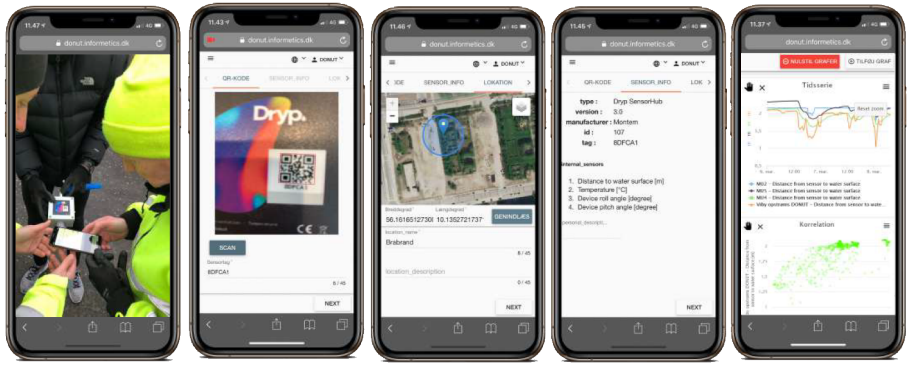
Hvordan øger vi måle kvaliteten ?

Installation, dokumentation og indmåling

- Planlægning fra GIS, tegninger og helst også billeder
- Fokus på riste, spulefrekvens, udløb (tilbagestuvning)
- Installation med indmåling, billeder, noter og video – du kommer I tvivl senere
- Start gerne med flytbare sensorer
- Måle på den våde side så vi får meningsfulde data hele tiden
- Også måle på den tørre side ? I udløbet ?
- Synlige spor efter overløb ?
- Kan man lave en in-situ kalibrering ?
- Start med højt nok tids-skridt (1 min)

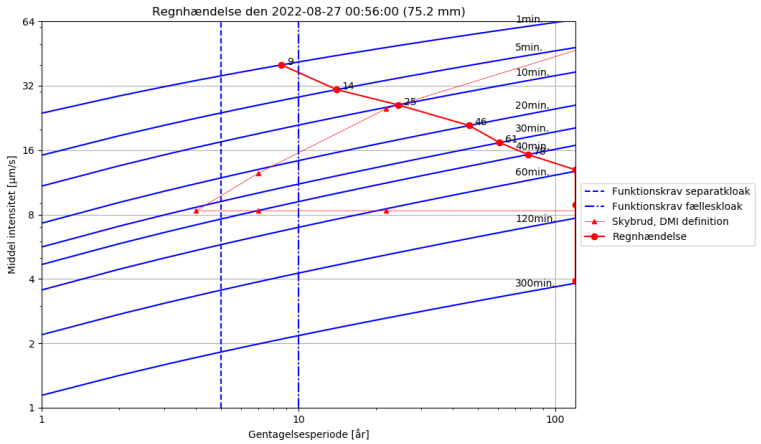


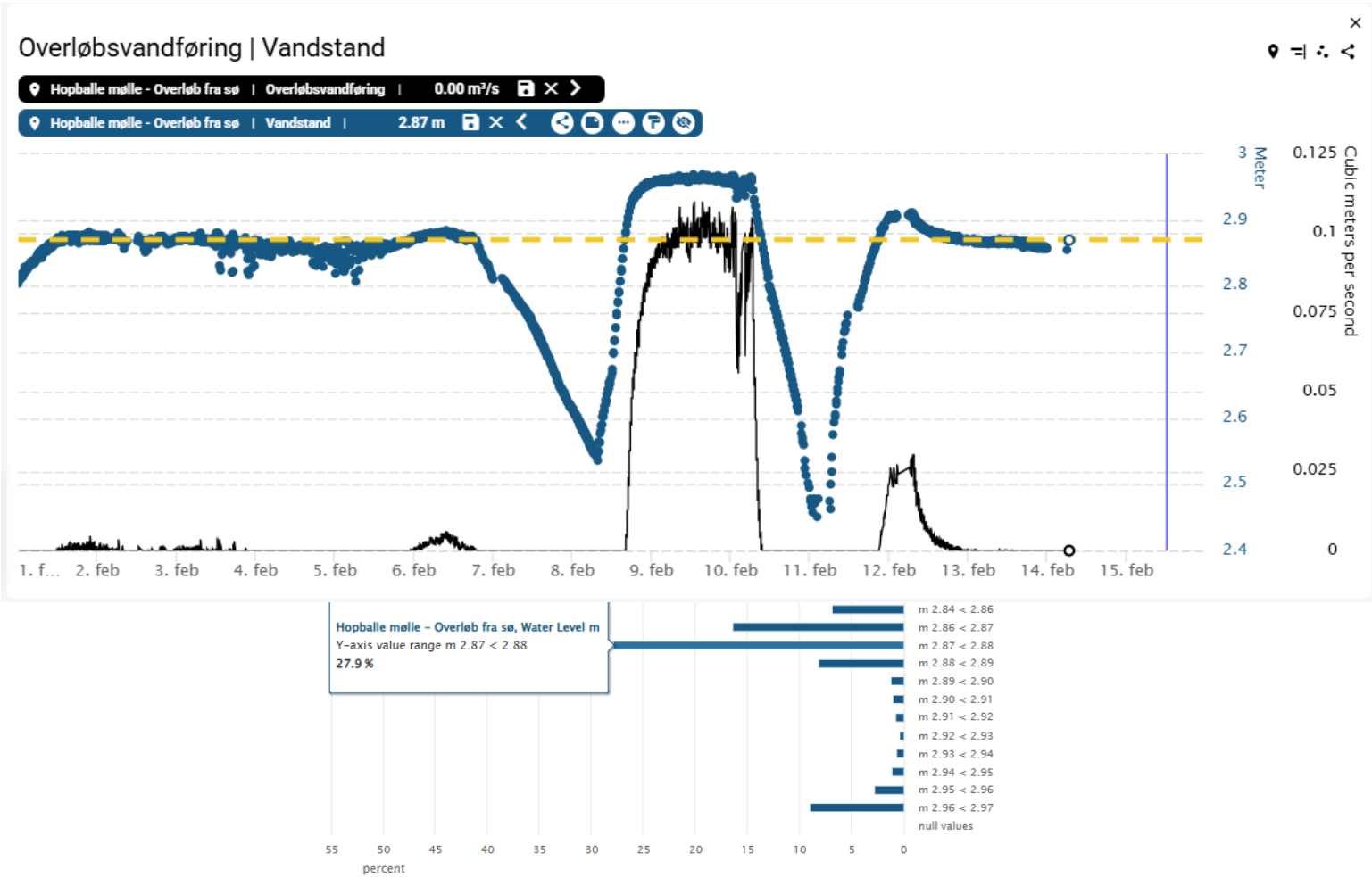




Efter de(n) første hændelse(r) og løbende

- Passer dit tørvejsflow med PE ?
- Passer timing med nedbør ?
- Gentagelsesperioderne med !
- Viser data en kant ?
- Hvad skal vi justere på ?





Overvej Automatiseret Overløbsrapportering (mens organisationen kan huske/checke det!)

Automatiseret overløbsrapportering

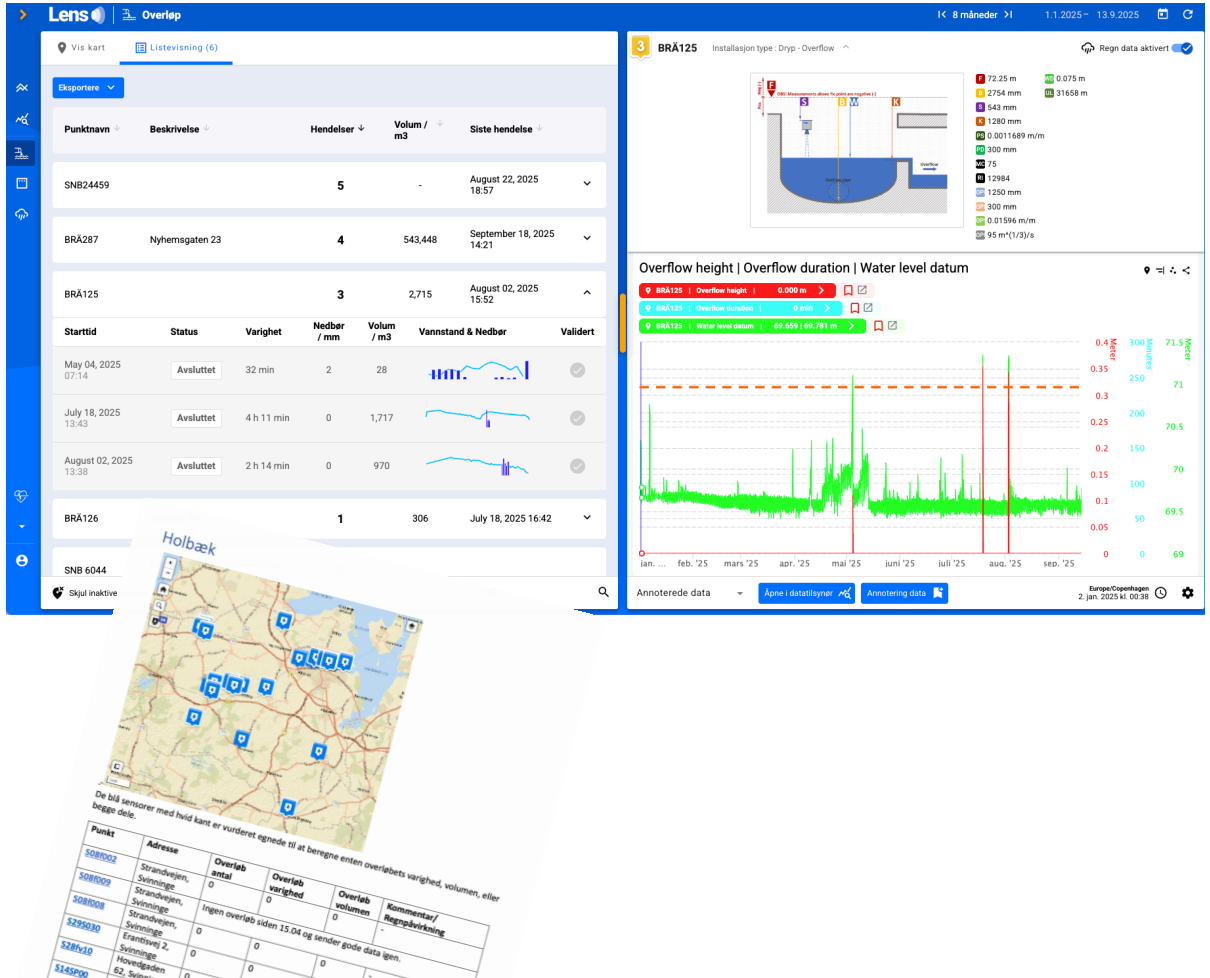
- Fuldt overblik over alle overløb – pr. punkt og samlet
- Viser om overløb har forekommet, varighed og beregnet volumen
- Overvej automatisk mail (hændelse/uge/måned)

Indbygget kvalitetssikring

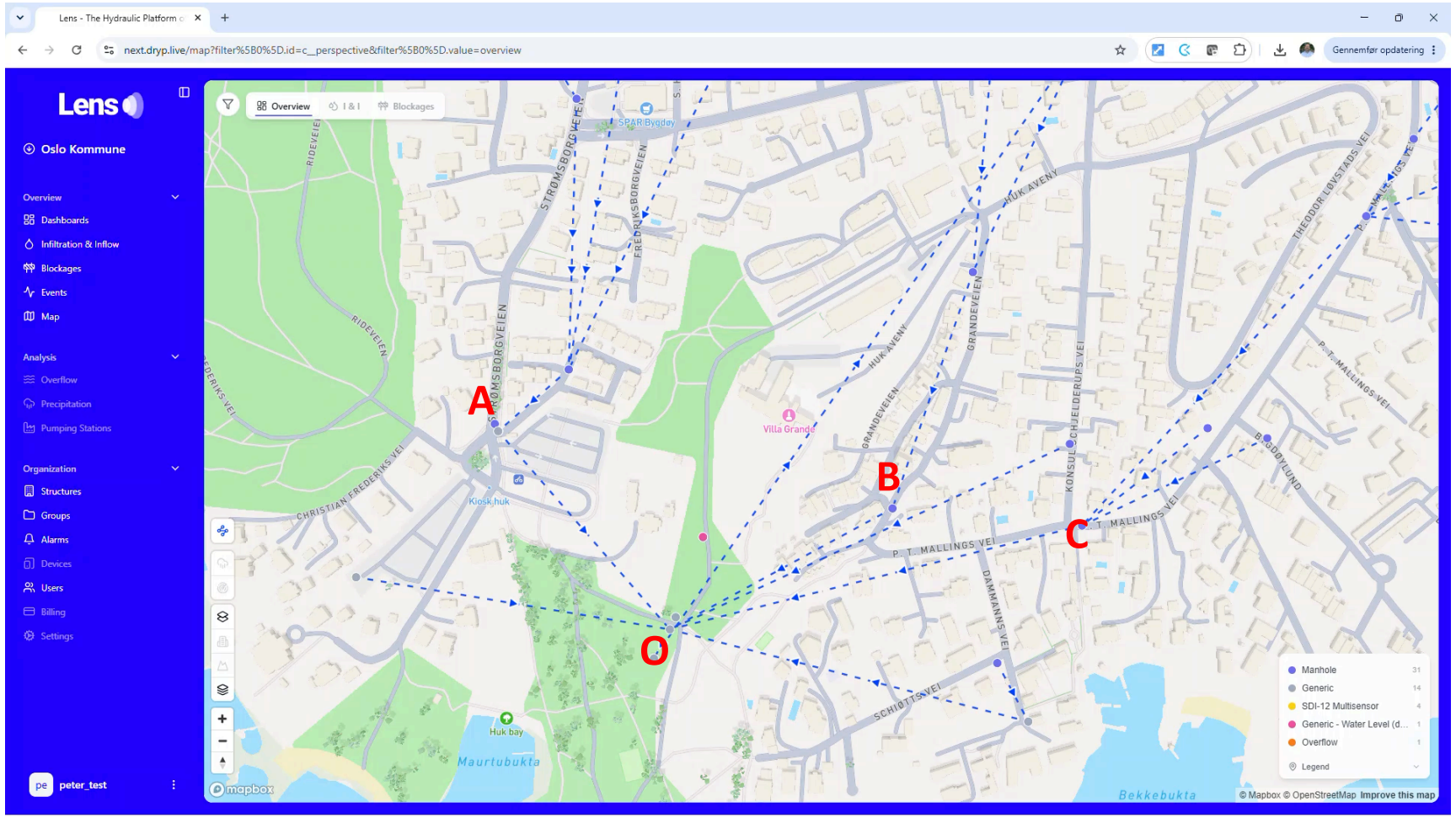
- Overløb korreleres med nedbør og evt. recipientvandstand
- Overveje en 2Eye validering af hændelse

Resultat

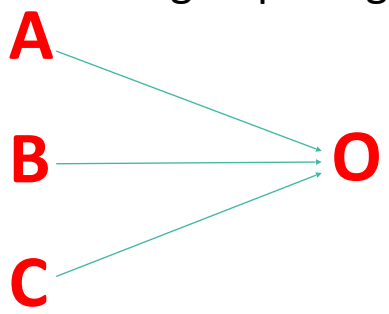
- Klar dokumentation til myndigheder
- Tillid til overløbs måler og mængde beregninger



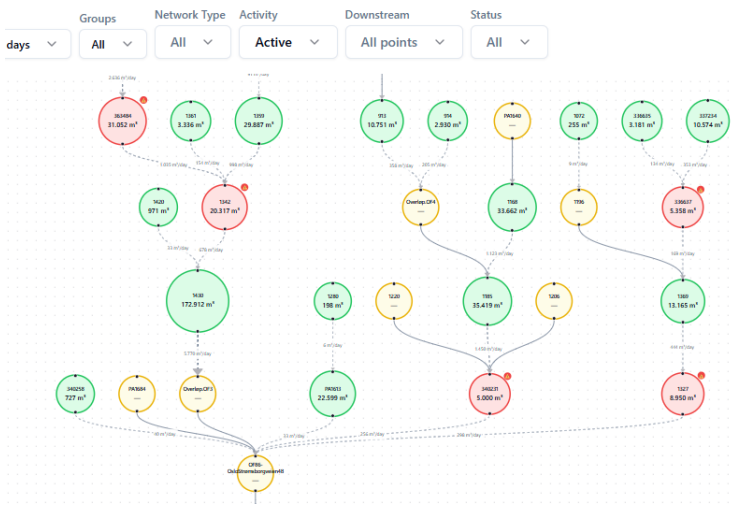
Opstrøms sammenhænge - relationer



Prediktion og Gapfilling

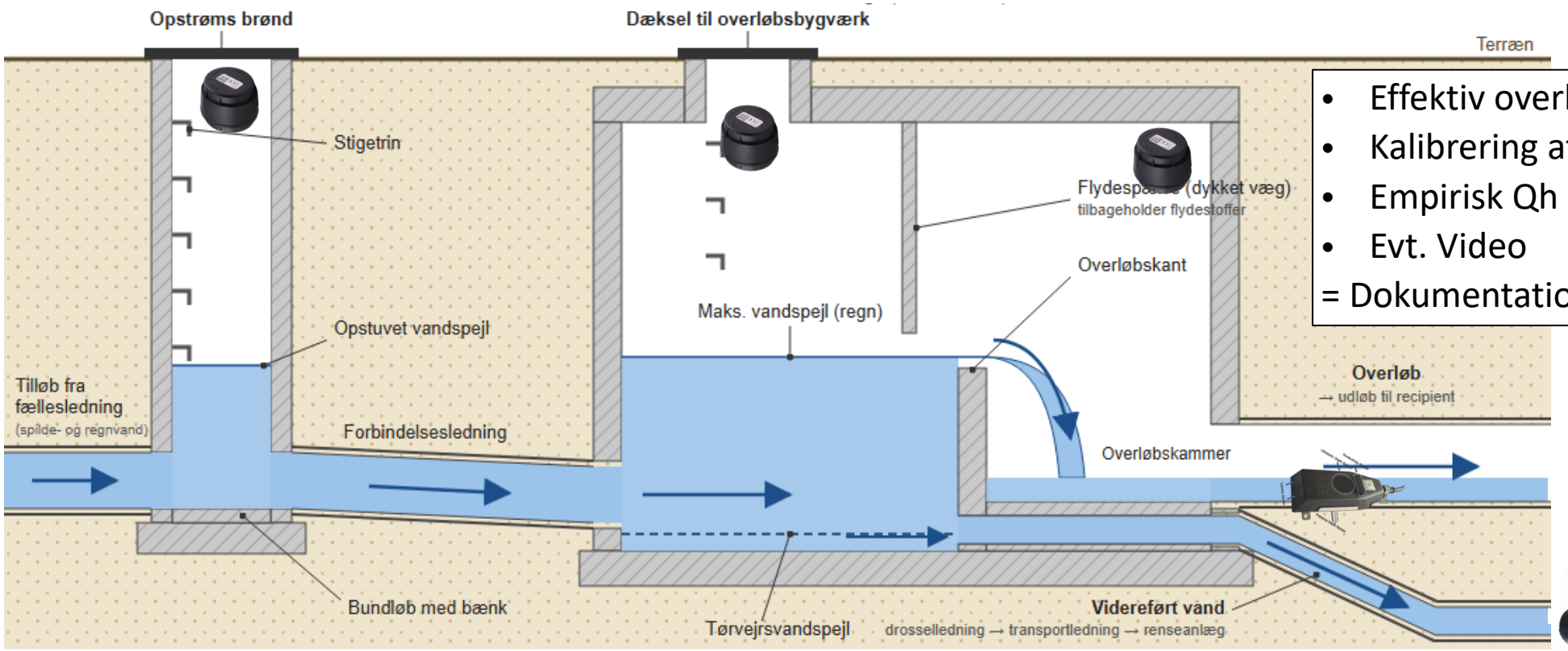


Massebalance



Kalibrering og Qh relation – Niveau 4½ ?





- Effektiv overløbskant
- Kalibrering af Qh
- Empirisk Qh relation
- Evt. Video

= Dokumentation og viden

Rørprop



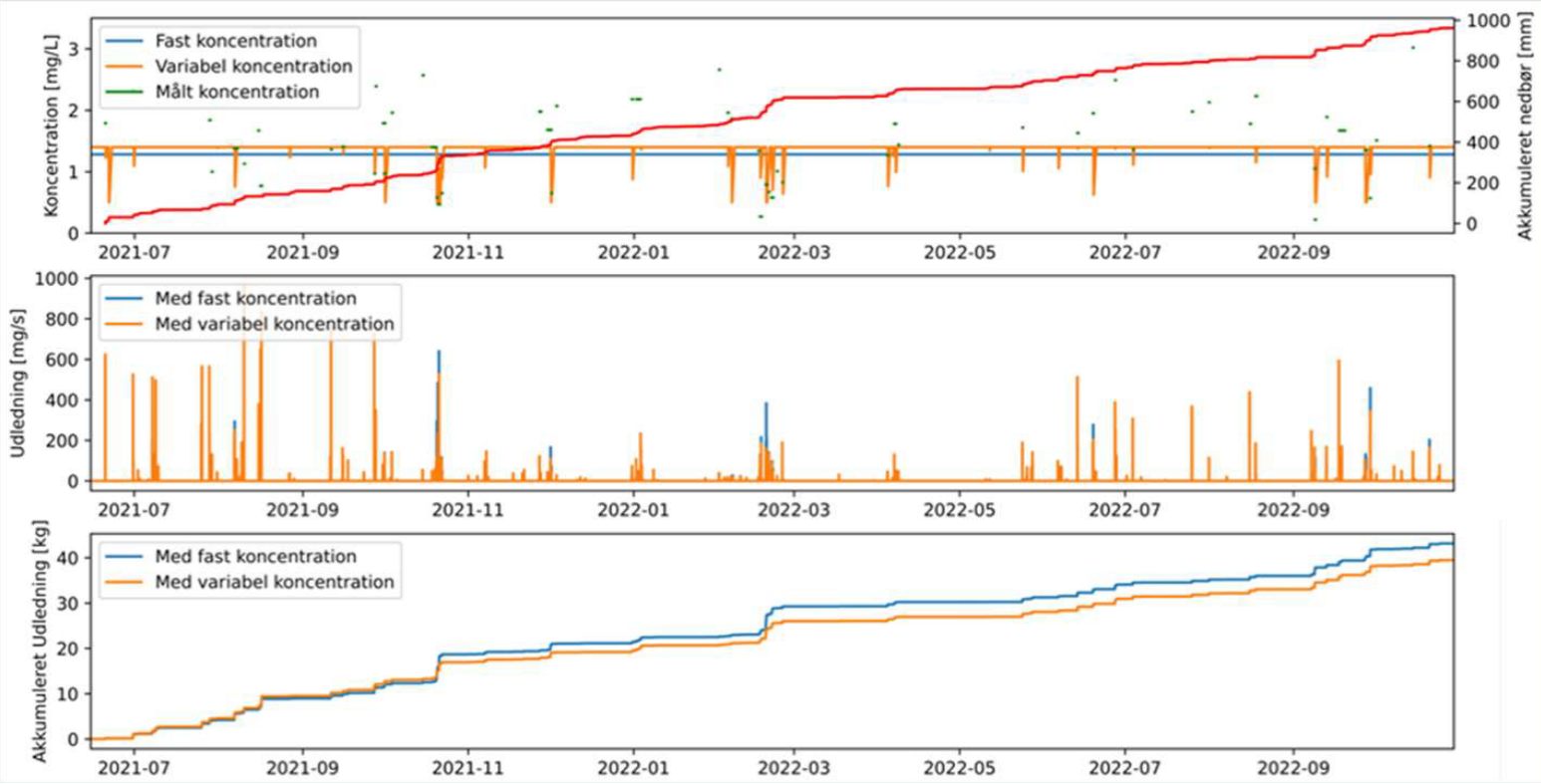
I tørvejr løber alt vand under overløbskanten gennem drosselledningen til renseanlægget. Når tilløbet under regn overstiger drosselkapaciteten, stiger vandspejlet i bygværket (og stuver op i den opstrøms brønd), indtil vandet løber over overløbskanten og ud til recipienten.

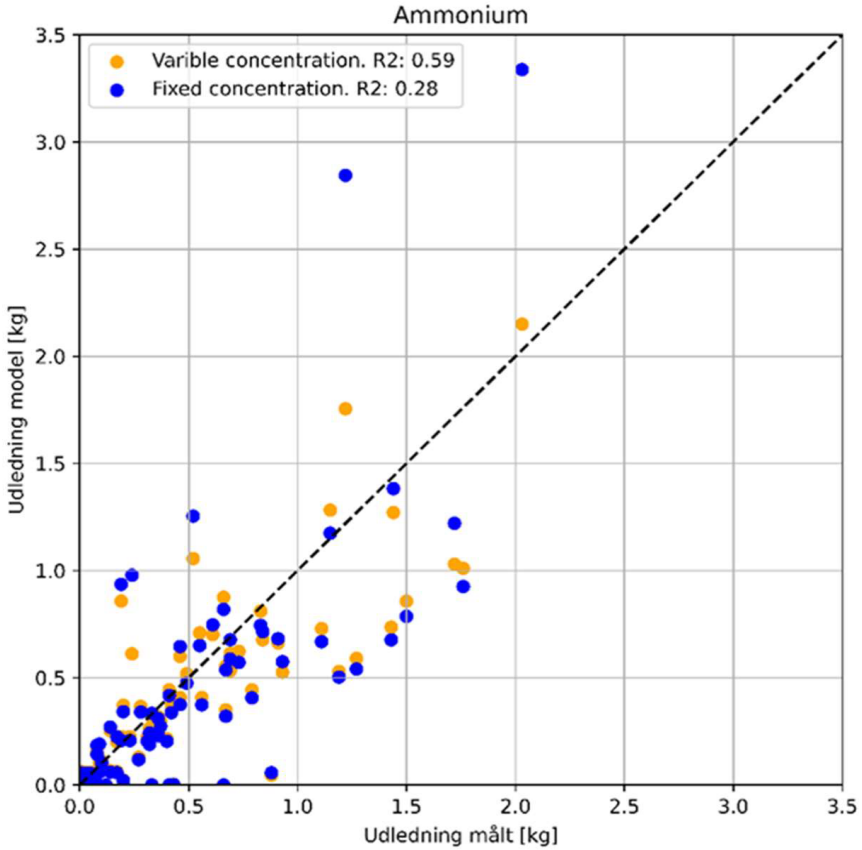
Stofindhold fra regnintensiteter og længde

Valideret mod målinger i overløb og recipient

Rigtig gode korrelationer, kan erstatte typetal.

Argument for højere





Nøglen til succesfulde overløbsmålinger

- Transparens i kvalitetssikring og tydelig adskillelse af rå data fra validerede data.
- Fyldestgørende dokumentation fra installation – helst tilgængeligt direkte med data
- Valide regndata fra alle punktets opland(e)
- Jævnlig opfølgning på datakvalitet.
- Anvendelse af validerede data til alle beregninger.
  - Mulighed for individuelle Qh relationer
  - Mulighed for individuelle beregninger baseret på regnhændelser – kalibrering af beregningsmetoden
- Vandstandsmåling med radar
  - Mulighed for brug af 1, 2 eller 3 radarer i punktet efter behov, men ikke som default.
- In-situ kalibrering
- En platform der automatiserer så meget som muligt som bibeholder transparensen.

Målekvalitet af resulterende vandføring.

+/- 30% til 10%

+ En masse muligheder for forståelse af nettet …

TAK for opmærksomheden

Ræk endelig ud !

Peter Rasch, peter@drypdata.com
Dryp, info@drypdata.com
www.drypdata.com

https://www.linkedin.com/company/drypdata

Dryp giver nu (efter inspektion og de første hændelser) et konkret usikkerhedsestimat på overløbs målinger der kan bruges til dokumentation, samt anbefalinger til forbedringer om ønsket.
Primært på egne målere, men også gerne på eksisterende installationer.

