

En 1D hydrodynamisk model består som regel af en overflademodel og en rørmodel. Overflademodellen benyttes til at beregne de hydrologiske forhold i vedr. overfladeafstrømning, mens rørmodellen beskriver strømningerne i afløbssystemet.

Overflademodel

Til forskel fra overfladeafstrømningen beregnet med niveau 1, opdeles oplandet i den 1D hydrodynamiske model i en række deloplande. Disse deloplande tilknyttes en knude i rørmodellen, hvor det afstrømmede vand tilføres. Derudover har deloplandene tilknyttede hydrologiske overflademodeller.

For at reducere usikkerheden på overflademodellen, skal de parametre som befæstelsesgrad vurderes ud fra basere sig på en nøje kortlægning af oplandet, ligesom lokalkendskab til øvrige hydrologiske modelværdier bør inddrages.

Rørmodel

For at kunne opbygge modellen er det nødvendigt at kende afløbssystemets strukturelle udformning med en god detaljeringsgrad. Dette indebærer viden om ledninger og knuders placeringer, tilslutninger, dimensioner og materialer. Herudover skal bassiner/bygværkers voluminer, placering og overløbskoter være kendte. Information om ovenstående bør i vid udstrækning kunne udledes af forsyningernes ledningsregistreringer. Ligeledes skal der gives et kvalificeret bud på størrelsen af uvedkommende vand og spildevand i afløbssystemet, som inddrages i rørmodellen.

Niveau 3

Anvendelse af niveau 3 ved indberetning til PULS-databasen, skal ske med afsæt i en velkalibreret model. Den velkalibrerede model er et vidt begreb, og der er ikke nødvendigvis en løsning, dog bør en række betingelser være opfyldt, hvis dette niveau anvendes til indberetning af overløbsvoluminer.

Grundlæggende indeholder den 1D-hydrodynamiske model i niveau 3 de samme krav som beskrevet i niveau 2, men derudover er der foretaget en kalibrering. Det specificeres ikke i TA, hvordan kalibreringen skal gennemføres, da der findes mange forskellige måder at gribe det an på. Minimum for dette vidensniveau er dog, at der er foretaget målinger i overløbsbygværket af start og slut tidspunktet for overløb.

Minimum for kalibreringen er, at der i de måledata, der ligger til grund for kalibreringen, indgår fem klart adskillelige overløb. Disse fem hændelser skal indgå i modelkalibreringen.

Niveau 4

Vidensniveau 4 indebærer anvendelse af softwaresensorer til estimering af overløbsvoluminer. Anvendelse af en softwaresensor baseres grundlæggende på en model for overløbsbygværket og målinger heri. I niveau 4 er det ikke en forudsætning, at der benyttes viden om oplandets hydrologiske og hydrauliske forhold.

Formålet med denne softwaresensor er at opstille en Q-h-relation, så det på baggrund af lettilgængelige måledata (f.eks. vanddybde), er muligt at estimere overløbsvolumenet relativt præcist. Anvendelse af niveau 4, forudsætter at modellen, der anvendes til at opstille Q-h-relationen, er en veldokumenteret og valideret model. Som udgangspunkt vil det kræve en CFD-modellering, der beskriver strømningen i bygværket, herunder strømningen over en eller flere overløbskanter i bygværket.

Niveau 5

Der findes adskillige teknikker og måleteknologier, der kan anvendes til at estimere overløbsvoluminer på baggrund af målinger. Anvendelse af niveau 5 til overløbsbestemmelse kan som udgangspunkt foregå på mange forskellige måder, det påkræves dog, at overløbsmængderne kan estimeres på et grundlag, der sænker usikkerheden på estimering af udledte stofmængde til 30 %.

Grundlæggende forudsætter dette vidensniveau en målebaseret overløbsestimering, der forudsætter følgende to elementer:

1. bestemmelse af overløbsflowet målt enten direkte eller indirekte gennem en massebalanceopgørelse (det samlede tilløb til bygværket skal være lig med det samlede afløb/udløb fra bygværket), og
2. måling af stofkoncentrationer i overløbsvandet i en afgrænset periode eller ved hver aflastning.

3.1.2 Stofkoncentrationer i regnbetingede overløb

De udledte stofmængder kan beregnes på to forskellige måder:

- a) Der kan anvendes typetal for stofkoncentrationer som vist i Tabel 1, som ganges på det estimerede årlige overløbsvolumen.
- b) Der kan fastsættes en lokal, og eventuel hændelsesspecifik, opspædningsgrad mellem regn- og spildevand, hvor typetal for overvands- og spildevandskoncentrationer som vist i Tabel 1 benyttes til at bestemme koncentrationen i overløbsvandet.

For indberettede tal på vidensniveau 1 og 2 kan der anvendes typetal for overløbsvand (punkt a ovenfor), mens der for vidensniveau 3, 4 og 5 skal beregnes en opspædningsgrad (punkt b ovenfor).

Typetallene i Tabel 1 for stofkoncentrationer er udledt på baggrund af målinger fra NOVANA-programmet af vand fra fællessystemer.

Komponent	Overvand Middelbelastning (mg/l)	Spildevand (mg/l)	Overløbsvand Mid- delbelastning (mg/l)
Bl ₅	25	160	30
COD	160	320	180
Tot-N	10	43	12
Tot-P	1,8	7	2,0

Tabel 1: Typetal for forureningskoncentrationer i overvand, spildevand og overløbsvand. [1]

Miljøstyrelsen overvåger gennem det intensive måleprogram eventuel udvikling i stofkoncentrationerne, og typetallene i Tabel 1 justeres, hvis ny viden indikerer, at der er behov for ændringer. Eksempelvis blev typetallet for COD hævet fra 120 mg/l til 160 mg/l for overvand i fællessystemer i 2000, og typetallet for fosfor i overløbsvand blev i 2019 reduceret med 1/3 på baggrund af måling af mindre fosfor i hus-spildevand.

3.1.3 Data til indberetning af regnbetingede overløb

Nødvendige data i PULS indberetningen	Hvor i PULS findes data	Datakrav	
Bygværkstype (Sc1074)	Stamdata	OV OS OF OK Bypass	Overløbsbygværk Overløbsbygværk med sparebassin (tilbageløb til renseanlæg) Overløbsbygværk med forsinkelsesbassin på overløb Overløb med spare- og forsinkelsesbassin (Kombibassin) Overløb inde på renseanlægget som ikke indgår i renseanlæggets afløbsmålinger
Tot. areal (ha)	Kloakopland	Skal være > 0	
Red. areal (ha)	Kloakopland	Skal være > 0 og < Tot. areal	
Sparebassin (m ³)	Stamdata	Sættes til 0 hvis der ikke er tilknyttet bassin	
Afledningskapacitet fra overløbsbygværk/sparebassin = Qa (l/s)	Stamdata	Skal være > 0 eller Null	
Tørvejrs spildevandsmængde + evt. indsivning (l/s)	Kloakopland		
Metode	Udledning	Udledningsberegningemetoden skal være: Niveau 0 - 5	
Regnserie	Udledning	Evt. navn og Regnmålernummeret for den anvendte regnmåler i Spildevandskomitéens regnmålersystem anvendes.	
Nedbør (mm/år)	Udledning	Bruttoårsnedbør	
Vandmængde m ³ /år)	Udledning	Ved niveau 0 skal den beregnes som Teoretisk udledning eller indberettes den i PULS med angivelse af metode	
Stofmængder (kg/år)	Udledning	Beregnes med typetal ved import af vandmængden via regneark til PULS. Alternativt angives mængderne direkte i PULS	
Antal overløb (antal/år)	Udledning	Målt eller modelberegnet.	
Bemærkninger	Udledning	Hvordan er antal overløb målt eller beregnet.	

Tabel 2: Nødvendige data i PULS for regnbetingede overløb fra **fælleskloak**.

3.2 Tekniske forhold for regnvandsudløb fra separatkloak

3.2.1 Estimering af udløbsvolumen fra regnvandsudløb

Estimering af udløbsmængder fra separate regnvandssystemer er simple end for fællessystemer, da alt overfladevand her udledes til vandområder. Nedbørens dynamik påvirker altså ikke den totale udledning i væsentlig grad.

Udledte vandmængder fra separate regnvandssystemer kan derfor estimeres på baggrund af årsnedbøren og antallet af målte regnhændelser med en lokal regnmåler samt de hydrologiske parametre; befæstelsesgrad, initialtab og hydrologisk reduktionsfaktor.

Den samlede udledning er derfor den samlede årsnedbør fratrukket initialtabet for hver hændelse ganget med det bidragende oplandsareal udledt på baggrund af den hydrologiske reduktionsfaktor og det

befæstede oplandsareal. Dette udgør det eneste beregningsniveau for den hydrauliske belastning ved udledninger fra separate regnvandssystemer.

3.2.2 Typetal for stofkoncentrationer i regnvandsudløb

For regnvandsudløb beregnes den udledte stofmængde på baggrund af typetallene i Tabel 2 målt i forbindelse med det intensive måleprogram for stofkoncentrationer i separat overfladevand.

Komponent	Regnvandsudløb (mg/l)
BI ₅	6
COD	50
Tot-N	2
Tot-P	0,3

Tabel 3: Typetal for forureningskoncentrationer i regnvandsudløb fra separatkloak. [1]

Typetallene kan reduceres for et specifikt opland, hvis regnvandet renses inden udledningen. I disse tilfælde reduceres stofkoncentrationen svarende til bassinets rensegrad.

I forhold til typiske rensegrader kan henvises til faktablad fra AAU [9]

3.2.3 Data til indberetning af regnvandsudløb

Nødvendige data i PULS indberetningen	Hvor i PULS findes data	Datakrav
Bygværkstype (Sc1074)	Stamdata	SE Separat regnvand SF Separat regnvand med forsinkelsesbassin
Tot. areal (ha)	Kloakoplande	
Red. areal (ha)	Kloakoplande	Skal være > 0 (ved spildevandskloakeret opland kan arealet dog være 0)
Volumen forsinkelsesbassin (m ³)	Stamdata	Sættes til 0 hvis der ikke er tilknyttet bassin
Indsivning (l/s)	Kloakoplande	Skal udfyldes hvis spildevandet løber til et overløbsbygværk som skal beregnes som Niveau 0.
Metode	Udledning	Udledningsberegningemetoden skal være Niveau 0. Benyttes en anden metode beskrives denne kort med max. 5 ord
Identifikator for lokal regnserie	Udledning	Regnmålernummeret for den anvendte regnmåler i Spildevandskomitéens regnmålersystem anvendes.
Nedbør (mm/år)	Udledning	Bruttoårsnedbør
Vandmængde m ³ /år)	Udledning	Ved niveau 0 skal den beregnes som Teoretisk udledning i PULS eller indberettes/importeres den i PULS med angivelse af metode
Stofmængder (kg/år)	Udledning	Beregnes med typetal ved import af vandmængden via regneark til PULS. Alternativt angives mængderne direkte i PULS
Beregning af teoretisk udledning	Teoretisk udledning	Nedbør og Typetal for stofkoncentrationer kan under "Opsætning" i PULS, ændres hvis der fx forventes en renseffekt i bassiner (opsætning)

Tabel 4: Nødvendige data i PULS for regnvandsudløb fra **separatkloak**.

3.3 Data, koder og tidsfrister

I PULS benyttes Stancode [6], som er en samling af kodelister for miljødata. Det fremgår af PULS og PULS brugervejledningen, hvilke kodelister der skal benyttes i hvilke sammenhænge [6].

Eventuelle spørgsmål til Stancode eller ansøgning om nye Stancode-koder sendes til: Standart-sekretariatet [6]

3.4 Fejl og mangler

Kommunen er ansvarlig for indberetningen i PULS og kvaliteten af de indberettede data. Miljøstyrelsen opfordrer dog til kommune og forsyning til at samarbejde om at få de bedst mulige data lagt i PULS.

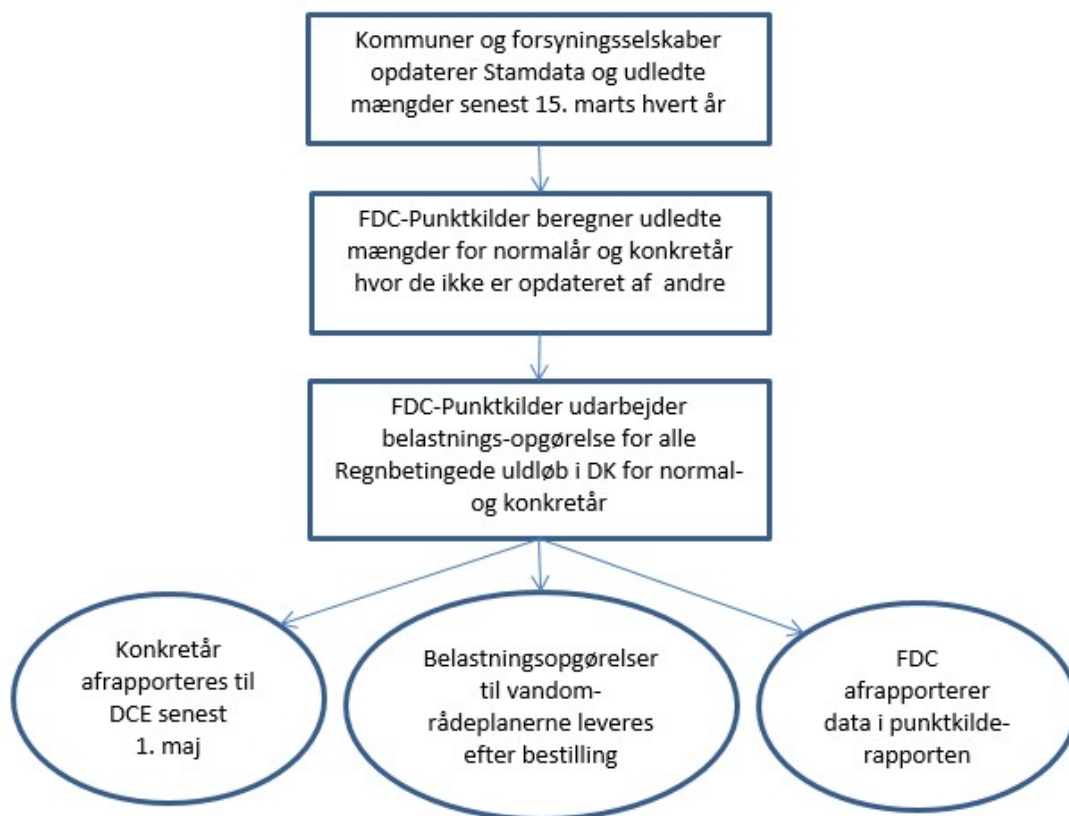
4 Kvalitetssikring

Der foretages kvalitetssikring af følgende dataemner.

- Stamdata og udledte mængder

4.1 Procedure for kvalitetssikring

Proceduren for kvalitetssikring af Stamdata og udledte mængder for de regnbetingede udløb fremgår af Figur 1.



Figur 1: Flowdiagram for Kvalitetssikrings af belastningsopgørelser for regnbetingede udløb samt anvisning af fremtidigt vidensniveau.

4.2 FDC's Faglige kvalitetskontrol

Opgørelserne over de udledte mængder skal kvalitetssikres ved at foretage nedenstående beregninger og sikre, at de ikke afviger fra de angivne acceptintervaller. Ved afvigelser kontaktes den dataansvarlige med henblik på at få rettet eventuelle fejl. Kontrollen laves i regneark på baggrund af data udtrukket fra Puls. Regnearket er udviklet og vedligeholdes af FDC-punktkilder.

Fælleskloak	Acceptinterval	Enheder
Kvælstof/Vandmængde	10-12	mg/l
Fosfor/Vandmængde	1,5-3,5	mg/l
Vandmængde/red.areal	< 5000	m ³ /red.ha
COD/BI-5	3-7	

Tabel 4: Acceptintervaller for udledning fra regnbetingede overløb fra fælleskloak

Separatkloak	acceptinterval	enheder
Kvælstof/Vandmængde	1,8 -2,2 (0,9 -2,2)*	mg/l
Fosfor/Vandmængde	0,2-0,5 (0,1 – 0,5)*	mg/l
Vandmængde/red.areal	3500-9000 (nedbørsafhængig)	m ³ /red.ha
COD/BI-5	7-9	

Tabel 5: Acceptintervaller for udledning fra regnvandsudløb fra separatkloak.

*) gælder for udløb med bassin (Kode i PULS: SF) hvor der kan være renseeffekt indregnet.

5 Links og referencer

[1] Spildevandsforskning: nr. 4 1990 "Bestemmelse af belastningen fra regnvandsbetingede udløb".
<https://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/1990/nov/bestemmelse-af-belastningen-fra-regnvandsbetingede-udloeb/>

[2] DMI Klimanormaler:
<https://www.dmi.dk/vejrarkiv/>

[3] Danmarks Miljøportal adgang til PULS (kræver brugeroprettelse)
<https://puls.miljoportal.dk/dashboard/2020>

[4] Spildevandskomitéens regnmålersystem
http://svk.dmi.dk/dmi/RainEvents/*.login

[5] Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner
http://separatvand.dk/download/Faktablad_V%C3%A5de%20bassiner_3.pdf

[6] Stancodelister
<https://dce.au.dk/overvaagning/stancode/stancodelister/>

[7] PULS brugervejledning:
<https://danmarksmiljoportal.zendesk.com/hc/da/sections/201659565-Spildevand-og-badevand->

[8] PULS-indberetning af overløb. Udarbejdelse af grundlag for standardiseret indberetning af overløb.
<https://www.kfst.dk/media/pyvhqhy/rapport-standardiseret-bestemmelse-af-overl%C3%B8b.pdf>

[9] Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner, AAU 2012
http://separatvand.dk/download/Faktablad_V%C3%A5de%20bassiner_3.pdf

[10] Dataansvarsaftalen Punktkilder
<https://miljoportal.dk/media/1175/dataansvarsaftalen-bilag-4-punktkilder.pdf>

6 Bilag

6.1 Kodelister

De forskellige kodelister der benyttes i PULS kan findes på StanCode hjemmeside.

<http://dce.au.dk/overvaagning/stancode/stanodelist/>

6.2 Relaterede data TA'er

Der kan henvises til nedenstående 2 TA'er der beskriver det praktiske forudsætninger for prøveudtagning ved regnbetingede udløb:

Teknisk anvisning P01 - Regnbetingede udløb, fælleskloak

Teknisk anvisning P02 - Regnbetingede udløb, separatkloak

<https://mst.dk/natur-vand/overvaagning-af-vand-og-natur/punktkilder/fagdatacenter-for-punktkilder/>

7 Oversigt over versionsændringer

Version	Dato	Emne:	Ændring:
1	18-9-2014		Kvalitetsafsnit udarbejdet
1.1	1-4-2017		Indberetningsomfang og overløbsvand tilføjet
1.2	1-11-2018		Udbygning af kvalitetsafsnit og nyt bilag 6.3
2	13-1-2019		Tilpasset begreberne i Puls 2.0 og ny typetal for fosfor og MFS.
3	1-1-2021		Tilføjelse af nye vidensniveauer og tilpasning til PULS 2.0