

## Introduktion til IT-værktøjet 'Dambrugsrapport'

### 1. Indledning

Dansk Akvakultur driver i samarbejde med DHI A/S en IT hosting løsning, som automatisk håndterer resultater fra dambrugs egenkontrolanalyser. Princippet er, at analysefirmaerne løbende og digitalt overfører resultater til en database, hvorfra de overføres til en udviklet Excel skabelon ('Dambrugsrapporten'), der foretager de nødvendige beregninger. Skabelonen indeholder faneblade, hvor brugeren på en nem og overskuelig måde kan se resultaterne fra egenkontrollen. Dambrugsrapporten er tilpasset det enkelte dambrug og sendes automatisk via e-mail til dambrugeren, hver gang der foreligger et nyt sæt resultater. Den er målrettet dambrug på emissionsbaseret regulering og kan håndtere dambrug med op til tre ind- og udløb.

Dambrugsrapporten dækker kravene i dambrugsbekendtgørelsen (nr. 1567 af 7/12/2016) bilag 2 til kontrol af maksimale årlige udledninger af  $BI_5$ ,  $NH_4$ , TN og TP, krav til maksimal daglig udledning af TN og TP og krav til maksimale koncentrationer af  $NH_4$  og  $BI_5$ . Den dækker også krav til iltmætning (bilag 7).

Dambrugsrapporten indeholder ikke BAT beregninger, men den præsenterer data af særlig interesse for ASC certificerede dambrug.

I det følgende redegøres der for grundlaget for egenkontrollen, dernæst gennemgås de relevante præsentationer af resultaterne i Dambrugsrapporten, og til slut gives en kort beskrivelse af øvrige forhold (forudsætninger, kvalitetssikring af data m.v.).

### 2. Krav og kontrolregler for dambrug på emissionsbaseret regulering jf. bilag 2 og 7

TN og TP kan påvirke fjernrecipienten. Derfor opgøres de i **mængder**.  $BI_5$  og  $NH_4$  kan påvirke vandløbet. Derfor opgøres de i **koncentrationer**. Det medfører, at der er forskellige krav og kontrolregler til TN/TP og  $BI_5/NH_4$ .

#### 2.1 Kontrol af maksimale årlige udledninger

De tilladte maksimale årlige udledninger ( $U_{max}$ ) af TP, TN,  $BI_5$  og  $NH_4$  fremgår af dambrugets miljøgodkendelse, og de skal manuelt indtastes i faneblad 'DS\_Raadata\_SpecifikkeKrav'. Dette gøres af DHI A/S ved tilmelding til systemet. Ved ændringer af miljøgodkendelsen skal DHI A/S adviseres for opdatering af Dambrugsrapporten.

De maksimale årlige udledninger kontrolleres med tilstandskontrol for  $NH_4/BI_5$  og transportkontrol for TN/TP.

#### **$BI_5$ og $NH_4$ : Tilstandskontrol**

Her beregnes udledergrænseværdier ( $U_k$ ) i mg/l for  $BI_5/NH_4$  ud fra  $U_{max}$  (kg/år) og middel vandafledning.

Tilstandskontrollen udføres som  $\mu + k_k(n) * s_k < U_k$ , hvor

- $\mu$ : Gennemsnit af forskelle i koncentrationer i ud- og indløb.  
 $k_k(n)$ : Justeringsfaktor, der afhænger af antal prøver (n). Se faneblad 'justeringsfaktorer'.  
 $s_k$ : Spredningen på  $\mu$ .

**Eksempel for B15**

$U_{max} = 34.000$  kg (fra dambrugets miljøgodkendelse)

Gennemsnitlig vandafledning = 400 l/s

$k_k(24) = 0,49$  (opslag i faneblad 'Justeringsfaktor')

$\mu = 1,2$  mg/l (dambrugsrapporten beregner den gennemsnitlige udledning fra de 24 prøver)

$s_k = 0,55$  (dambrugsrapporten beregner spredningen på de 24 prøver)

Først beregnes udledergrænseværdien:  $U_k = \frac{34.000 \cdot 1.000.000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 400} = 2,7$  mg/l

Dernæst udføres kontrollen som  $\mu + k_k(24) \cdot s_k = 1,2 + 0,49 \cdot 0,55 = 1,5$  mg/l

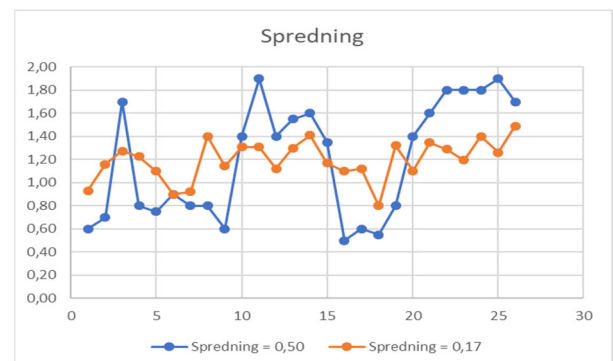
Dambruget overholder kravet da  $1,5 < 2,7$ .

Ved tilstandskontrol bør dambruget være opmærksomt på følgende forhold.

a) Den **gennemsnitlig vandafledning** beregnes for hvert nyt analyseresultat, og ændringer vil påvirke  $U_k$ . Det gælder især i starten af året (få prøver). Gennemsnittet bliver mere 'robust' i takt med, at prøveantallet stiger.

b) **Justeringsfaktoren** afhænger af antal prøver. Ved 6 prøver er den 0,17, og den stiger progressivt til 0,5 ved 26 prøver.

c) **Spredningen** på prøverne er udtryk for, hvor store afvigelser der er mellem de enkelte analyser og gennemsnittet af alle prøver. Figuren til højre viser resultatet fra 26 prøver. Gennemsnittet er 1,2 i begge grafer, men spredningerne er hhv. 0,5 (blå) og 0,17 (orange). En høj spredning gør det svære at overholde udlederkravet. Betydningen af spredningen stiger med antal prøver, fordi justeringsfaktoren også stiger.



**TP og TN: Transportkontrol**

Her divideres  $U_{max}$  for TN og TP med 365 for at fastlægge de maksimale daglige udledergrænseværdier  $U_T$ .

Transportkontrollen udføres som:  $\mu + k_T(n) \cdot s_T < U_k$ , hvor

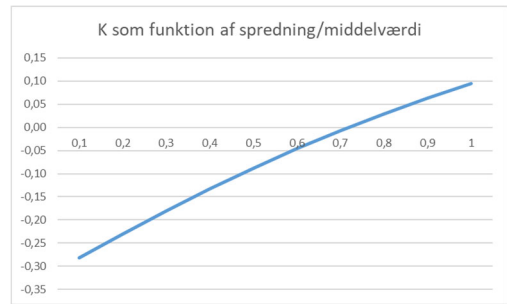
$\mu$ : Gennemsnit af beregnede nettoudledninger (koncentrationer gange vandføring).

$K_T(n)$ : Justeringsfaktor.

$s_k$ : Spredningen på  $\mu$ .

Justeringsfaktoren beregnes via flere formler, men den afhænger af antal prøver, gennemsnittet ( $\mu$ ) og spredningen ( $s_k$ ). Der henvises til dambrugsbekendtgørelsen for yderligere detaljer om beregningsgrundlaget. Forholdet mellem spredningen og gennemsnittet har afgørende betydning. I nedenstående figur er vist sammenhængen mellem justeringsfaktoren og variansen (spredning/gennemsnit) på prøverne.

Det fremgår heraf, at justeringsfaktoren er negativ, så længe forholdet mellem spredningen og gennemsnittet er mindre end ca. 0,7. Det fremgår videre af figuren, at det er i dambrugets interesse at have det laveste mulige forhold mellem spredning og gennemsnit.



**Eksempel for TN**

$U_{max} = 12.000$  kg (fra dambrugets miljøgodkendelse)

$N = 24$  prøver

$\mu = 35$  kg/dag (dambrugsrapporten omregner koncentration til kg per dag)

$s_k = 28$  (dambrugsrapporten beregner spredningen)

Forholdet mellem spredning og gennemsnit =  $28/35 = 0,8$ , og justeringsfaktoren beregnes til  $0,13$

Først udregnes udledergrænselværdien som  $12.000/365 = 32,9$  kg/dag, og kontrollen udføres som  $\mu + k_T(24) \cdot s_k = 35 + 0,13 \cdot 28 = 38,6$  kg/dag. Dambruget overholder ikke udlederkravet da  $38,6 > 32,9$ .

Ændres  $s_k$  til  $11$ , falder justeringsfaktoren til  $-0,17$ . Kontrollen er  $\mu + k_T(24) \cdot s_k = 35 - 0,17 \cdot 11 = 33,1$  kg/dag. I dette tilfælde overholder dambruget udlederkravet.

**Udledergrænselværdien** ændres kun, hvis dambrugets miljøgodkendelse ændres. **Gennemsnittet** ændres hver gang der kommer en ny analyse, og den påvirkes af vandføring. **Justeringsfaktoren** og **spredningen** ændres også for hver ny analyse og forholdet mellem spredningen og gennemsnittet er vigtig.

For både tilstandskontrol og transportkontrol er det derfor relevant at sammenligne resultater fra indeværende år med resultaterne fra sidste år. Det gælder især i starten af året, hvor der er få resultater

**2.2 Kontrol af maksimale daglige udledninger af TN og TP**

Den maksimale daglige udledning af TN og TP må ikke overskride 1 % af den årlige maksimale nettoudledning beregnet som et løbende gennemsnit over 7 dage. Et dambrug, der må udlede  $15.100$  kg TN/år, må maksimalt udlede  $15.100 \cdot 0,01 = 151$  kg TN/dag som et løbende gennemsnit over 7 dage. Dambrugsrapporten udregner den maksimale udledning over alle 7 dages perioder og sammenholder det med kravet.

**2.3 Fastsættelse af maksimal  $NH_4$  og  $BI_5$  koncentration**

Den maksimale koncentration af hhv.  $NH_4$  og  $BI_5$  må ikke overskride følgende kriterier:

Fra april til september:  $4 \cdot K_{udl} \cdot Q_{mm} \cdot Q_{va}$  og fra oktober til marts:  $6 \cdot K_{udl} \cdot Q_{mm} \cdot Q_{va}$ , hvor:

$K_{udl}$  =  $0,4$  mg/l for  $NH_4$  og  $1,0$  mg/l for  $BI_5$

$Q_{mm}/Q_{VA}$  = Vandløbets medianminimum/Dambrugets middel vandafledning

Dambrugsrapporten indeholder funktioner, der tester, om kravene er overholdt.

## 2.4 Krav til iltmætning af afløbsvand

Krav til iltmætning (%) af afløbsvand fremgår af dambrugsbekendtgørelsens bilag 7. Iltmætningen i udløbet må kun være under 70 %, hvis vandudledningen er mindre end 10 % af medianminimum ( $Q_{mm}$ ), hvor iltmætningen skal være mindst 50 %. Der er ingen kontrolregler. Dambrugsrapporten viser, om kravet er overholdt.

## 2.5 Krav til maksimal vandafledning

Krav til maksimal vandafledning (l/s) fremgår af dambrugets miljøgodkendelse, og indtastes i faneblad 'DS\_Raadata\_SpecifikkeKrav'. Her skal DHI A/S også adviseres, hvis der sker ændringer i miljøgodkendelsen. Der er ingen kontrolregler. Dambrugsrapporten viser om kravet er overholdt.

## 3. Præsentation af resultater

Resultaterne præsenteres i fem forskellige faneblade.

### 3.1 'Løbende resultat'

Fanebladet opdateres for hver ny analyse, og resultaterne sammenlignes med samme antal analyser fra sidste år. Af hensyn til den statistiske sikkerhed vises den først, når der er mindst 6 analyser. Feltet med antal analyser er gult, når der er 6 - 12 analyser (middel sikkerhed) og grønt, når der er over 12 analyser (høj sikkerhed).

Fanebladet indeholder resultaterne fra ovenstående beregninger, data for vandafledning, fiskebestand, iltkoncentrationer i ind- og udløb, antal analyser, og det vises, om krav til maksimum antal dage mellem analyser er overholdt. Krav felter er grønne, hvis kravet er overholdt, og røde, hvis kravet ikke er overholdt. I dette nedenstående eksempel er der fx behov for at se nærmere på  $BI_5$  og  $NH_4$ . De kan fx sammenlignes med resultaterne fra sidste år, og en nærmere analyse kan pege på mulige årsager.

|                                   | BI5 [mg/l] |       | NH4 [mg/l] |       | TN [kg/d] |       | TP [kg/d] |      |
|-----------------------------------|------------|-------|------------|-------|-----------|-------|-----------|------|
|                                   | Krav       | Res.  | Krav       | Res.  | Krav      | Res.  | Krav      | Res. |
| Udledning kontrolstørrelse        | 1,8        | 1,9   | 0,88       | 0,73  | 51        | 51,7  | 2,0       | 1,54 |
| Middel                            |            | 0,75  |            | 0,55  |           | 47,1  |           | 1,48 |
| Spredning                         |            | 0,35  |            | 0,21  |           | 16,3  |           | 1,29 |
| Max. tilladt udlederconc. apr-sep | 32         | 1,1   | 16         | 0,94  |           |       |           |      |
| Max. tilladt udlederconc. okt-mar | 42         | 1,6   | 23         | 0,76  |           |       |           |      |
| Max. daglig udledning             |            |       |            |       | 140       | 51,3  | 10,1      | 4,51 |
| Max. årlig udledning              | 10.101     | 5.194 | 12.004     | 5.990 | 14.900    | 9.848 | 1.307     | 199  |

|                                 | Maksimum | Middel | Spredning |
|---------------------------------|----------|--------|-----------|
| Vandafledning (døgnværdi) [l/s] | 340      | 324    | 13        |
| Fiskebestand [t]                | 383      | 264    | 84        |

|                          | Krav Ilt | Res. | Dato     |
|--------------------------|----------|------|----------|
| Min. iltconc. indløb [%] |          | 71   | 2/1/2020 |
| Min. iltconc. udløb [%]  | 50       | 61   | 2/3/2020 |

|        | Antal analyser 2020 | Max dage 2020 | Krav max dage |
|--------|---------------------|---------------|---------------|
| Indløb | 15                  | 23            | 25            |
| Udløb  | 15                  | 23            | 25            |

### 3.2 'Års resultat'

Dette faneblad indeholder de samme oplysninger som 'Løbende resultat' men for hele år. 'Års resultat' foreligger først, når der er indkommet mindst 1 analyse fra både ind- og udløb det efterfølgende år.

### 3.3 'Oversigt løbende udledning'

Her gives en oversigt over de enkelte analyseresultater for 'indeværende år'. Oversigten rummer både de enkelte data samt beregnede værdier. Oversigten viser:

- Vandføring ud (l/s) og det tilhørende krav
- Foder (kg/døgn)
- BI<sub>5</sub>/NH<sub>4</sub>/TN/TP (mg/l, kg/dag og kg/ton foder) og tilhørende krav for mg/l og kg/dag.

Her kan brugeren følge udviklingen i udledninger mellem de enkelte analyser og ændringer i vandføring og foderforbrug. Det er især relevant, hvis der er røde felter i det første faneblad og/eller, hvis dambruget arbejder med særlige tiltag som fx ændringer i den daglige drift.

### 3.4 'ASC'

Dette faneblad er relevant for dambrug, der er ASC-certificeret. Fanebladet kan printes i forbindelse med ASC-certificering. Oversigten (på engelsk) viser analyseresultater for indeværende og sidste år for:

- TP/TP/BI<sub>5</sub> inlet og outlet (mg/l)
- Oxygen outlet (relativ saturation %)
- Flow inlet (l/sec)

### 3.5 'Figurer'

Her er grafer for: Akkumulerede udledninger og grænseværdier for indeværende/sidste år for TN og TP, koncentrationer (netto) og grænseværdier for BI<sub>5</sub> og NH<sub>4</sub> for indeværende/sidste år, vandtemperatur/udfodring/fiskebestand og iltmætning i udløb.

## 4. Øvrige forhold

Vandflow opgøres i forbindelse med vandanalyser og som døgnværdier beregnet ud fra 10 minutters loggede værdier. Det forudsættes, at døgnflow er målt i mindst 300 dage, før det kan anvendes til beregning af årsudledninger (lineær integration).

Vand, der siver ind på anlæg, antages at have samme koncentrationer som i den seneste grundvandsanalyse.

Hvis et tilløb eller afløb tages i brug eller ud af brug i løbet af året, skal dato og resultater fra sidste/første prøvetagning indtastes. Dette skal sikre, at årsudledningerne beregnes korrekt. Dette gøres ved at advisere DHI A/S om tidspunkter for start og stop.

Stofkoncentrationer i vand, der siver ud (opløst stof), beregnes som følgende % af målte koncentrationer i udløbet: BI<sub>5</sub>: 80, NH<sub>4</sub>: 100, TN: 90 og TP: 50.

Data fra analysefirmaer kvalitetssikres som følger. 1. Resultaterne overføres kun til databasen, hvis der ikke er mangler i analyserne (fx vandflow), og hvis formatet er korrekt. 2. Analyseresultater < end detektionsgrænsen (DG) erstattes med en estimeret værdi =  $(100\% - A) \cdot 3 \cdot \frac{DG}{100}$ , hvor A = andel af analyser < DG. For 'løbende år' erstattes estimerende værdier indledningsvis med DG. Det skyldes, at den estimerede værdi først kan beregnes, når resultater for hele året foreligger. Når året er afsluttet, anvendes formlen ovenfor. 3. Outliers, defineret som  $x <> X \pm 4*s$ , fjernes når der er minimum 6 analyser.

Dambrugsrapporten kan korrigere vandanalyser for anlæg med flere ind-/udløb og for tilfælde, hvor der siver vand ind eller ud af anlægget.

Der vil være 339 dage uden analyseresultater, hvis et år består af 365 dage, og hvis der fx tages 26 analyser. De 339 dage 'fyldes ud' ved hjælp af lineær interpolation mellem analyserne. Det er nødvendigt for at kunne beregne de årlige nettoudledninger. Vandflow kan være målt (loggede værdier på alle 365 dage) eller beregnet (lineær interpolation ud fra fx 26 årlige målinger). Derfor anvendes der to modeller for lineær interpolation.

Dambrugsrapporten tager hensyn til 'skæve' produktioner, hvor mere end 45 % af produktionen sker inden for tre måneder og mindre end 10 % af produktionen sker inden for tre andre måneder. Ved 'skæve' produktioner omregnes koncentrationsforskelle ( $BI_5$  og  $NH_4$ ) og nettoudledninger (TP og TN) til naturlige logaritme. Disse værdier anvendes i de efterfølgende beregninger. Det fremgår af præsentationsarkene, om beregningerne bygger på en jævn eller en skæv produktion. Det kan fx være tilfældet ved produktion af sættefisk til havbrug.