

# Ændring af metode til beregning af fo- deropskrivning

---

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 19. december 2013  
Rettet: 24. februar 2014 og 10.marts  
2014

Lars M. Svendsen

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Rekvirent:  
Miljøstyrelsen  
Antal sider:18

Faglig kommentering:  
Søren E. Larsen, Institut for Bioscience  
Kvalitetssikring, centret:  
Susanne Boutrup



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000  
E-mail: [dce@au.dk](mailto:dce@au.dk)  
<http://dce.au.dk>

# Indhold

<b>1</b>	<b>Spørgsmål fra Miljøstyrelsen</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Indledning</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Baggrund</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Diskussion og anbefalinger</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Nødvendige ændringer i bilag 2 i bekendtgørelsen</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Supplerende spørgsmål</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Afsluttende bemærkninger</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Referencer</b>	<b>19</b>

# 1 Spørgsmål fra Miljøstyrelsen

Miljøstyrelsen ønsker belyste hvilke ændringer der er nødvendige i Bekendtgørelsen hvis grundlaget for fastlæggelse af maksimalt tilladte udledninger skal være egenkontrol i stedet for de teoretiske rensegrader på henholdsvis 7, 20 og 20 % for total kvælstof, total fosfor og BI<sub>5</sub>. Systemet skal konstrueres således, at det er egenkontrol-data, der skal være datagrundlag for fastlæggelsen af de maksimalt tilladte udledninger.

## Supplerende spørgsmål

Endvidere har Miljøstyrelsen efterfølgende bedt DCE om at:

- give forslag til håndtering af outliers ved beregning af nettoudledninger fra dambrug
- beskrive hvordan man håndterer beregning af nettokoncentrationen over dambrug, når der mangler koncentrationer i enten ind- eller udløb (eller der er forskellig prøvetagningshyppighed ind og ud af dambruget)
- angive hvordan man bedst beregner den årlige udledning fra dambrug.

## 2 Indledning

DCE har inden udarbejdelse af dette faglige notat af Miljøstyrelsen fået yderligere afklaret indholdet af første spørgsmål. Miljøstyrelsen ønsker belyst, hvordan udlederkontrollen beskrevet i bilag 2 i Bekendtgørelsen om miljøgodkendelse og samtidig sagsbehandling af ferskvandsdambrug (2012) skal ændres, såfremt udlederkravene skal fastlægges ud fra de faktisk målte udledninger. Det vil sige, at man vil basere sig på egenkontrollodata for udledte stofmængder og de deraf afledte rensegrader fremfor at anvende de teoretiske rensegrader på henholdsvis 7, 20 og 20 % for total kvælstof, total fosfor og BI<sub>5</sub>, der er udgangspunktet i Bekendtgørelsen fra 2012. Det betyder, at et dambrug i en periode inden ombygning/ansøgning om miljøgodkendelse vil skulle måle de faktiske (reelle) udledninger baseret på 12 eller 26 prøvesæt på et år for at fastlægge udledningerne. Det forudsættes samtidig, at forbruket er uændret ift. perioden før målingerne, og at der er uændret (opfyldt) DVFI-målsætning nedstrøms dambruget indenfor den målte periode.

De faktiske udledninger som dambruget har haft op til ombygning/ansøgning om miljøgodkendelse vil - forudsat vandløbets målsætning nedstrøms dambruget er opfyldt - efterfølgende blive grundlaget for de udlederkrav, som fastlægges for dambruget. Den ændrede fremgangsmåde skal ifølge Miljøstyrelsen tage højde for, at de tilladte udledninger fastlægges ud fra et teoretisk produktionsbidrag og de ovennævnte teoretiske rensegrader hvor man dermed tillader nogle udledninger uden at kende de reelle udledninger før ombygningen. Den nuværende fremgangsmåde i Bekendtgørelsen (2012) giver dermed en risiko for i visse tilfælde at tillade øgede udledninger fra nogle dambrug.

Efterfølgende har Miljøstyrelsen stillet nogle supplerende spørgsmål omkring håndtering af outliers i udlederkontrollen, håndtering af manglende koncentrationer, når der skal beregnes forskel mellem koncentration i ind- og udløb samt hvordan den faktiske årligt udledte mængde mest korrekt kan beregnes (hvilket er en anden problemstilling end det at lave udlederkontrol, som alene er baseret på de døgn, der er tages vandkemiske prøver i ind- og udløb). Svaret på disse spørgsmål er også indarbejdet i notatet.

### 3 Baggrund

Baseret på målinger fra nogle danske dambrug og ud fra en vurdering af kvaliteten af det vandløbsvand, en række dambrug indtager, har DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet (DCE) og DTU, Aqua tidligere vurderet, at nettoudledninger baseret på de teoretiske rensegrader på 7 % for kvælstof, 20 % for total fosfor og 20 % for BI<sub>5</sub> af produktionsbidraget ofte vil overestimere de faktiske udledninger af kvælstof, fosfor og organisk stof, og især af fosfor og BI<sub>5</sub> (f.eks. Svendsen et al., 2011 og Svendsen et al., 2013). Det skyldes blandt andet, at der ofte er mange partikler i det vand, der indtages fra vandløb til dambruget og en del af disse bliver tilbageholdt hen over dambruget i dets renseforanstaltninger og evt. i dammene, så nettorensgraderne af især fosfor og BI<sub>5</sub>, bliver højere, når der er et betydende vandløbsbidrag. I Svendsen et al. (2013) ses for klassiske dambrug en ret klar tendens til, at jo større andel vandløbsbidraget (indtagne stofmængde fra indtagne vandløbsvand) udgør af den samlede stoftilførsel til dambruget, desto højere nettorensegrad ses over dambruget.

De teoretiske rensegrader på 7 % total kvælstof, 20 % total fosfor og 20 % BI<sub>5</sub> i bekendtgørelsen er oprindeligt fastlagt for et traditionelt (klassisk) dambrug med få renseforanstaltninger dvs. typisk kun et bundfældningsanlæg (enten i hver dam eller centralt bundfældningsanlæg) og et slamdepot. Der er ikke taget hensyn til vandløbsbidrag og de teoretiske rensegrader er under disse forhold velfunderede (Pedersen et al., 2013).

Der er i Svendsen et al. (2013) beregnet nettorensgrader for de klassiske dambrug, der indenfor de seneste ca. 8 år havde mindst 12 måledata for et eller flere måleår. Der blev i gennemsnit beregnet nogle meget høje nettorensgrader, men der var samtidig meget stor variation fra dambrug til dambrug og fra år til år - se tabel 1. Der var kun 6 dambrug med i alt 27 måleår, som opfyldte kriterierne om 12 prøvesæt pr. år, og som derfor blev medtaget i beregningerne. Med "kun" 12 årlige prøver og dambrug, der alene indtager vandløbsvand til produktionen, blev udledningerne fastlagt med relativ stor usikkerhed. Det skyldes både, at vandindtag og/eller vandafledning var usikkert fastlagt, og der blev målt stor variation i koncentrationerne i både ind- og afløb på nogle af dambrugene. Desuden var der ikke nødvendigvis samvariation i koncentrationer i ind- og udløb.

Trods usikkerheden på de målte udledninger er det tydeligt, at nogle af de høje rensegrader findes, hvor der indtages mange partikler med indtagsvandet (højt vandløbsbidrag). Dette kan forklare, at der over et måleår kan beregnes negative nettoudledninger og dermed rensegrader på over 100 %. Det skal understreges, at der ikke er kendskab, til hvor stor en del af den stofmængde, der indtages med vandløbsvandet, der er på partikulær form. Størstedelen af den stofmængde, der indtages med indtagsvandet, kan i princippet være på opløst form i et vandløb og på partikulær form i et andet vandløb. Det vanskeliggør en direkte sammenligning af andelen af indtaget stof med vandløbsvandet ift. rensegraderne.

**Table 1.** Nettoorensegrader af ammonium og total kvælstof, total fosfor og BI<sub>5</sub> for 6 klassiske dambrug kaldet D1 til D6 samt standardafvigelser (STD), variations koefficienter (CV) og 2 gange standard error (2 \* SE) på de målte koncentrationer (for D1 og D5 kun gennemsnit, da de kun har et måleår med i analysen). I sidste kolonne er angivet hvor stor andel stofindtaget med vandindtaget (vandløbsbidraget) udgør af den samlede tilførte stofmængde til dambruget, hvor første tal i sidste kolonne refererer til ammonium kvælstof, det andet til total kvælstof m.v. Fra Svendsen et al (2013).

	NH <sub>4</sub> -N %	TN %	TP %	BI <sub>5</sub> %	Stof vand ind i % stof ind i alt
Gennemsnit D1	45	55	75	59	42-75-69-75
Gennemsnit D2	70	38	177	113	18-34-57-51
STD D2	17	28	46	44	11-5-10-7
CV D2	25	73	26	39	59-15-18-14
2*SE D2	13	21	35	33	8-4-8-5
Gennemsnit D3	41	19	88	62	29-73-69-68
STD D3	20	47	13	39	6-5-5-8
CV D3	48	244	15	62	22-7-7-12
2*SE D3	18	42	12	35	6-5-4-8
Gennemsnit D4	48	69	119	44	36-54-63-60
STD D4	7	11	120	4	14-9-13-60
CV D4	14	16	101	10	41-17-20-0,6
2*SE D4	5	8	90	5	11-7-10-0,4
Gennemsnit D5	43	1.600	-226	-23	18-97-82-77
Gennemsnit D6	49	30	90	56	4-16-26-27
STD D6	10	19	5	12	5-7-7-12
CV D6	22	63	6	22	109-42-26-45
2*SE D6	9	16	4	10	4-5-6-10

Dambrug D5 – hvorfra der kun foreligger et års målinger – har et meget højt vandløbsbidrag og usædvanlig høj fjernelse af total kvælstof over dambruget, mens der til gengæld udledes mere total fosfor og BI<sub>5</sub> end produktionsbidraget umiddelbart kan forklare. Dette kan tyde på problemer med nogle af de kemiske analyser. Det har dog ikke været muligt at få bekræftet eller kunne konkludere ved sammenligning med andre stofparametre og prøver, at en eller flere af resultaterne fra egenkontrollen er forkerte. Dette illustrerer også, at det ikke er tilstrækkeligt at basere udledninger i et måleår fra et dambrug alene på 12 målinger, men at der bør udtages mindst 26 prøvesæt pr. måleår for at få et nogenlunde sikkert estimat af udledningerne det pågældende år (med evt. undtagelse af dambrug, der alene anvender grundvand i indtaget, her vil man kunne nøjes med 12 prøver i indtaget) – mere herom senere.

For et dambrug med et højt vandløbsbidrag vil der selv med samme foderforbrug fra år til år kunne komme store variationer i de målte nettoudledninger. Det vil eksempelvis være tilfældet, hvis det ene år er tørt med relativt lavt indhold af partikler i indtagsvandet og det efterfølgende år er vådt med stort indhold af partikler. Dette er illustreret med et eksempel i tabel 2. For et klassisk dambrug med en foderkvote på 100 tons og et vandforbrug på 300 l pr. 100 tons foder (svarende til gennemsnittet for de 6 klassiske dambrug jf. Svendsen et al., 2013) vil den teoretiske nettoudledning være 56 kg N pr. tons foder minus 7 % dvs. 52,1 kg N pr tons foder eller 52.100 kg N for 100 tons foder. I tabellen vises tre eksempler:

1. Tørt år (år 1) hvor stofmængden i vandindtaget (vandløbsbidraget) er lavt ift. produktionsbidraget (47 % af samlede stoftilførsel) og

det indtagne kvælstof primært er på opløst form fra et vandløb med lav kvælstofkoncentration. Det antages, at der ikke er nogen tilbageholdelse af det indtagne kvælstof hen over dambruget. Anvendt koncentration af total kvælstof i indløbsvandet er ca. 0,55 mg/l.

2. Et mere gennemsnitligt år (år 2), hvor vandløbsbidraget er større end tilfælde 1 (84 % af samlede stoftilførsel), noget af det indtagne kvælstof er på partikulær form og en del af dette tilbageholdes over dambruget. Anvendt koncentration af total kvælstof i indløbsvandet ca. 3,2 mg/l.
3. Et meget vådt år (år 3), hvor vandløbsbidraget er meget stort (95 % af samlede stoftilførsel) og hvor en stor del af det indtagne kvælstof er på partikulær form og en stor del af det tilbageholdes over dambruget. Anvendt koncentration af total kvælstof i indløbsvandet ca. 10,6 mg/l.

Nettorensgraden  $R_N$  (%) beregnes som (Bekendtgørelsen, 2012):

$$R_N(\%) = ((P - U_N)/P) * 100, \quad (1)$$

hvor  $P$  er produktionsbidraget og  $U_N$  nettoudledningen (stof i afløb minus stof i vandindtaget). For år 1, som kun viser tal for total kvælstof (men det kunne laves tilsvarende for fosfor og  $BI_5$ ), er eksemplet lavet således at nettorensgraden bliver 7 % (svarende til den teoretiske rensesgrad) eller en nettoudledning pr. tons foder på 52,1 kg/tons. År 1 kunne være et tørt år, med relativ lav vandføring, få variationer i afstrømningen i vandløbet, lille vandløbsbidrag, næsten alt indtagne stof på opløst form der ikke tilbageholdes over dambrug.

**Tabel 2.** Eksempler, som illustrerer betydningen af vandløbsbidraget for de beregnede netto rensesgrader over dambruget og betydning af usikkerhed. For et klassisk dambrug med et årligt foderforbrug på 100 tons, som indtager 300 l/s pr. 100 tons foder, er der beregnet netto rensesgrader for et stof (total kvælstof) for tre år med et tænkt lavt, ret højt og meget højt vandløbsbidrag. År 1a, 2 a og 3a er henholdsvis som år 1, 2 og 3, men hvor der pålægges en 20 % usikkerhed på fastlæggelse af stofmængden i indløb (underestimering) og 20 % i afløbet (overestimering) fra dambruget.

År	Stof indtag kg	Produktions- bidrag kg	Stof tilført i alt kg	Vandløbs- bidrag i % af stof tilført i alt	Stof udledt kg	Netto stof udledning kg	Netto udledt pr. kg foder kg/tons	Netto rensesgrad %
1	5.000	5.600	10.600	47	10.200	5.200	52,1	7
1a	4.000	5.600	9.600	42	12.240	8.240	82,4	-47
2	30.000	5.600	35.600	84	32.600	2.600	26,0	54
2a	24.000	5.600	29.600	81	39.120	15.120	151,2	-170
3	100.000	5.600	105.600	95	70.000	-30.000	-300	636
3a	80.000	5.600	80.600	93	87.500	7.500	75,0	-34

År 2 viser en situation, hvor vandløbsbidraget er større end ved år 1, og hvor en del af vandløbsbidraget tilbageholdes over dambruget (en del af den partikulære del). Her bliver nettoudledningen pr. tons foder reduceret til 26,0 kg/tons, og netto rensesgraden bliver 54 %. År 2 kunne rent vejr- og afstrømningsmæssigt repræsentere et gennemsnitsår, hvor der vil være nogle

flomme, og hvor der vil være en del flere partikler i vandløbsvandet end i et afstrømningsfattigt år.

År 3 skal illustrere et meget nedbørsrigt år med stor vandløbsafstrømning, hyppige flomme med meget høj koncentration af partikulært stof i vandløbet. Nettoudledningen pr. tons foder bliver i eksemplet -300 kg/tons, dvs. en negativ nettoudledning svarende til, at der netto tilbageholdes mere stof over dambruget end der tilføres med produktionsbidraget. Netto rensegraden bliver 636 %! Dambruget fjerner i praksis meget af det partikulært bundne stof, der føres ind med indtagsvandet, og en lille del af produktionsbidraget, men netto ender rensegraden langt over 100 %.

År 1a, 2a og 3a har præcis de samme forudsætninger som henholdsvis år 1, 2 og 3, men her illustreres betydningen af at inddrage usikkerheden på fastlæggelsen af vandindtag og udledninger. I eksemplerne antages, at usikkerheden har ledt til en systematisk underestimering af stofindtaget på 20 % og tilsvarende en systematisk overestimering af udledningerne på 20 %. For f.eks. år 3a betyder det en nettoudledning på 75 kg/tons foder mod -300 kg/tons foder i år 3 og at netto rensegraden bliver negativ (-34 %) og dermed, at dambruget skulle udlede mere stof end der tilføres med produktionsbidraget. Det samme sker i år 1a og 2a. Systematisk underestimering af indtagne stofmængder og overestimering af udledte stofmængder er naturligvis ikke reglen, men 15-20 % usikkerhed på indtagne eller udledte stofmængde på et år kan forekomme for mindre dambrug med kun 12 målinger og med varierende kvalitet af det indtagne vand. Usikkerhed vil netop have størst effekt på beregnede rensegrader i de tilfælde, hvor der indtages relativt store vandmængder og meget (partikulært) stof sammenlignet med produktionsbidraget. Med kun 12 prøvesæt pr. måleår og vandindtag og -afløb, der tilsyneladende i en del tilfælde kun måles/estimeres få gange årligt, vil der kunne være en endnu større usikkerhed på de fastlagte stofmængder ikke mindst i år, hvor der forekommer store variationer i afstrømningen. De angivne eksempler er derfor ikke nødvendigvis ekstreme, og for dambrug D5 i tabellen kan usikkerheden på de fastlagte stofmængder i ind- og afløb godt sandsynliggøre, at der for total kvælstof beregnes en stor negativ nettoudledning pr. kg fisk samtidigt med en meget høj nettoudledning af BI<sub>5</sub>. Ud over usikkerheden kan årsagen til de afvigende resultater være, at en eller flere af de kemiske prøver er fejlbehæftede, selv om det ikke har været muligt at påvise, at det er tilfældet.



## 4 Diskussion og anbefalinger

Eksemplerne i tabel 2 er medtaget for at vise:

- Vandløbsbidragets (den partikulære del) betydning for beregnede nettoudledninger fra et dambrug og de beregnede nettorensgrader og udledninger pr tons foder (eller fisk – BAT-krav).
- Betydningen af usikkerheden på fastlæggelsen af indtagne stofmængder og stofudledninger for de beregnede netto stofudledninger og netto rensgrader.
- Hvordan der fås et repræsentativt år til fastlæggelse af et dambrugs nettoudledninger.

Hvis grundlaget for at regulere dambrug er de faktiske udledninger inden ombygning/miljøgodkendelse, er det væsentligt at kunne fastlægge udledningerne med rimelig høj sikkerhed for miljøet og dambrugeren og sikre, at de er repræsentative. Ved udlederkontrollen anbefales uændret som tidligere anbefalet, at der udtages 26 prøvesæt (Larsen og Svendsen, 1998, Svendsen et al, 2008). Hermed vil der ved tilstandskontrol højst være 0,83 % risiko for at acceptere en udledning, der i virkeligheden overskrider udlederkravene, og ved transportkontrol vil risikoen tilsvarende højest være godt 4,5 %. Anvendes kun 12 prøvesæt vil de tilsvarende risici være henholdsvis næsten 12 % og 30 %. Samtidig vil man ved 26 prøvesæt og kontinuert måling af vandindtag og vandafledning reducere risikoen for systematisk at over eller underestimere stofmængderne ind i og ud af dambruget og reducere den usikkerhed, hvormed udledningerne er bestemt (Kronvang og Bruhn, 1996).

*Skal de faktiske udledninger være grundlaget for fastlæggelse af fremtidige udledninger anbefales det, at der udtages 26 prøvesæt (i samlede vandindtag og samlede afløb) per måleår, og at der måles kontinuert på vandindtag/afløb.*

Herudover er der problemstillingen om, hvordan det sikres, at man får kvantificeret de faktiske udledninger fra et dambrug, således at de reelt repræsenterer de faktiske udledningsforhold, der har været frem til et dambrug har søgt om miljøgodkendelse, hvis kvantificeringen skal baseres på et års målinger:

- Det er eksemplificeret, at alene usikkerheden på måling af indtagne og udledte stofmængder kan give meget stor usikkerhed på de fastlagte nettoudledninger for dambrug med stort vandløbsbidrag. Usikkerheden kan reduceres ved at der årligt udtages 26 prøvesæt (døgnpuljet) og der foretages kontinuert måling af de samlede vandmængder ind og ud af dambruget.
- Et dambrug, der indtager vandløbsvand, og hvor vandløbsbidraget har en stor betydning for nettoudledningerne, vil have varierende nettoudledninger fra år til år selv om der er samme foderforbrug og produktionsmåde/-praksis. Måler dambruget et "tørt" år, vil man risikere at fastlægge en høj nettoudledning, mens det omvendte let kan blive tilfældet i et vådt/afstrømningsrigt år. Her risikerer dam-

brugeren, at der fastlægges negative eller meget lave nettoudledninger, således at hans fremtidige udlederkrav bliver baseret på, der ikke må være nogen nettoudledning. Det centrale spørgsmål er her hvilken nettoudledning, der skal anvendes som repræsentativ og grundlag for dambrugets udledninger ved ansøgning om en miljøgodkendelse.

*Hvis dambrugets nettoudledninger er under stor indflydelse af vandløbsbidraget, vil det fagligt set være nødvendigt at måle nettoudledninger i mere end et år og tage et gennemsnit af disse, men man vil ikke på forhånd kunne sige hvor mange år, der kræves, hvis der kommer flere tørre eller nedbørsrige år i træk. Det vil være nødvendigt at vurdere, om udledningerne fra et givent års målinger kan anses for at være repræsentative ved at vurdere, om afstrømnings-/stoftransportforholdene i vandløbet har været "gennemsnitlige," vurdere om produktions- og driftsforholdene har været "normale", herunder at der ikke har været sygdom som har medført større fiskedød, samt endvidere at sammenligne med tidligere års målinger, såfremt disse findes (tilstrækkeligt antal prøver,) og der ikke er sket væsentlige ændringer i indretning og foderforbrug.*

- Man kunne ved beregningen af nettoudledningen forsøge at tage højde for vandløbsbidragets betydning. Det vil dog dels kræve at man skal måle de partikulære fraktioner af total kvælstof, total fosfor og BI<sub>5</sub> i vandindtag og afløbet fra dambruget, og dels lave antagelser om, hvor stor en del af vandløbsbidraget, som reelt tilbageholdes over dambruget. Det vil måleteknisk være en både omfattende og vanskelig, og i nogle tilfælde svært vanskelig opgave, at lave en god kvantificering af hvor meget af det stof, der tilbageholdes over et dambrug, som stammer fra henholdsvis vandløbsbidraget og produktionsbidraget.

*Der er på nuværende tidspunkt ikke tilstrækkeligt fagligt grundlag for at kunne gøre dette på andet end overslagsniveau, og det vil helt afhænge af det enkelte dambrugs indretning og stofsammensætning/-form. Umiddelbart vil problemstillingen omkring vandløbsbidraget kunne få en væsentlig indflydelse på de fastlagte nettoudledninger, når det et år udgør over f.eks. en tredjedel (33 %) af den samlede stoftilførsel (stof i vandindtaget plus stoftilførsel via produktionsbidraget) (se også Svendsen et al., 2013).*

- En dambruger, som har haft et væsentligt vandløbsbidrag i det måleår, der anvendes som grundlag for fastlæggelse af udledninger i en miljøgodkendelse, vil være udfordret, når han efter denne godkendelse vil få den tilladte vandmængde der må indtages reduceret, eller der i stedet skal anvendes dræn/grundvand. Det vil medføre, et væsentlig mindre (eller ikke eksisterende) vandløbsbidrag. Umiddelbart vil en dambruger, der fortsat bruger samme foder-mængde og har samme renseforanstaltninger, automatisk få højere nettoudledninger, selv om rensningen af produktionsbidraget er ligeså godt eller bedre end før. Problemstillingen er, at man beregner stoffjernelsen over dambruget, og ikke alene hvor meget dambrugeren fjerner af produktionsbidraget. Men ift. påvirkning af vandmiljøet er det stofmængden/-koncentrationen af det, der udledes grundet produktionen, dvs. den del af produktionsbidraget, som ikke fjernes i dambrugets renseforanstaltninger, som er relevant og især hvor meget opløste uorganiske næringsstoffer som dambrugs-

produktionen netto udleder. Det stof, dambruget fjerner fra det indtagne vandløbsvand, ville have været i vandløbet nedstrøms dambruget, hvis ikke vandet blev anvendt på dambruget. Når et dambrug efter miljøgodkendelsen kun har tilladelse til at indtage en mindre mængde vand, vil der altså blive ført mere stof via vandløbet direkte nedstrøms dambruget, da dambruget vil få tilført mindre stof det kan tilbageholde fra indtaget vandløbsvand – og dette vil samtidigt blive målt som en potentielt øget nettoudledning fra dambruget, selv om rensningen kan være mindst lige så god eller bedre end før miljøgodkendelsen blot fordi vandløbsbidraget er reduceret!

- *Anvendelse af faktiske målinger som grundlag for fremtidig fastlæggelse af udlederkrav vil derfor umiddelbart give et dambrug med lav stoffjernelse (lav nettorensegrad) udsigt til at måtte udlede mere stof end et dambrug med stor stoffjernelse (høj nettorensegrad) så længe DVFI og eksisterende udlederkrav overholdes. Det betyder, at dambrug, der allerede har investeret i bedre renseforanstaltninger, vil få tilladelse til lavere udledninger end et klassisk dambrug på foderregulering, der kun har de renseforanstaltninger, dette kræver. Samtidig vil dambrugere, der generelt har et højt vandløbsbidrag (vandløb med høj koncentration af stof især partikulært) udtrykt i høj rensegrad før en miljøgodkendelse, efterfølgende skulle fjerne mere stof over dambruget end dem med lavt vandløbsbidrag (f.eks. en del kildebække med lav koncentration og partikulært stof) og en lavere rensegrad. For dambrug med høj rensegrad kan en overgang til anvendelse af væsentlig mindre vandløbsvand eller dræn/grundvand betyde, at man kan få udlederkrav, der ikke teknisk muliggør en dambrugsproduktion.*
- *Som det fremgår af tabel 1 og 2, vil der kunne komme situationer, hvor nettoudledninger er negativ for nogle stoffer og positive for andre. De negative udledninger må antages at medføre, at der ikke gives tilladelse til at udlede dette stof (næppe en negativ udledningstilladelse), dvs. krav om 100 % rensning, men samtidig en udledningstilladelse for andre stoffer. Dette kan i praksis kun opfyldes ved ikke at have nogen produktion*
- *Der må umiddelbart være en vis risiko for, at en dambruger, der ikke tidligere har fået fastlagt sine udledninger, vil søge at øge dem i den periode, de skal fastlægges, men samtidig stadig overholde de udlederkrav, der måtte være for dambruget. Herudover skal dambrugeren sikre at udledningerne i måleperioden ikke blive så høje at målsætningen nedstrøms dambruget påvirkes, så denne målsætningen ikke overholdes. En vis forøgelse i udledningerne i forhold til foregående år vil ikke nødvendigvis afspejle sig i ændret DVFI nedstrøms samme år. Det må derfor formodes, at der ved en række dambrug vil komme større udledninger i den måleperiode, som anvendes til at fastlægge dambrugets udledninger, end de har haft før måleperioden – ud over den nævnte problemstilling med varierende betydning af vandløbsbidraget fra år til år.*

## 5 Nødvendige ændringer i bilag 2 i bekendtgørelsen

Såfremt de faktiske udledninger fastlagt ud fra målte data (egenkontrol) skal ligge til grund for fastlæggelse af dambrugerens fremtidige maksimale årlige og daglige udledninger fra ferskvandsdambrug jf. bekendtgørelsens kapitel 3 om dambrug på udlederkontrol, vil det være nødvendigt med en række væsentlige ændringer i selve bekendtgørelsen og ikke kun i bekendtgørelsens bilag 2.

DCE har forstået, at tanken er, at dambruget skal beholde retten til de hidtidige udledninger, hvis DVFI ellers er overholdt. Dette er udgangspunktet for nedenstående punkter.

- Relateret foderforbrug er ikke længere relevant.
- Vandforbruget i bilag 1 kan ikke angives ift. relateret foderforbrug, da begrebet må udgå.
- Definitionen af recirkuleringsgraden i bilag 1 skal ændres.
- I bilag 2 side 8 og 9 kan alt fjernes startende fra tabellen med rensegrader og frem til afsnit 2.. Afsnittet om rensegrader er ikke længere relevant, da vi forstår det således, at der ikke længere stilles krav herom. Tabellen med produktionsbidraget kan evt. beholdes, hvis man gerne vil beregne, hvor meget stof, der tilføres dambruget fra fiskeproduktionen (produktionsbidraget) eller ud fra udlederformlen skønne en rensegrad. Der indsættes i givet fald i afsnit 1 en tekst, der beskriver, hvordan de maksimale årlige udledninger fastlægges ud fra egenkontrol-målinger.

”De maksimale udledninger for ammonium kvælstof ( $U_{NH_4-N}$ ), total kvælstof ( $U_{TN}$ ), total fosfor ( $U_{TP}$ ) og  $BI_5$  ( $U_{BI5}$ ) fastlægges på baggrund af som minimum et års egenkontrol med 26 prøvesæt (26 i det samlede indløb og 26 i det samlede udløb), som skal være repræsentative for dambrugets udledninger op til ansøgning om miljøgodkendelse [såfremt dette implementeres vil der være relevant at vejlede om krav til/kriterie for repræsentativitet]. De årlige udledninger baseres på døgnpuljede prøver og kontinuert måling af det samlede vandindtag til og vandafløb fra dambruget. For hvert stof  $x$  beregnes en nettoudledning  $T$  for prøvetagningsdagen  $i$  ved:

$$T_{xi} = q_{ui} \times c_{xui} - q_{ii} \times c_{xii} \quad (2)$$

hvor  $c_{xui}$  og  $c_{xii}$  er døgnkoncentrationen dag  $i$  for stof  $x$  i det samlede udløb og indløb og  $q_{ui}$  og  $q_{ii}$  tilsvarende vandføring i samlede indløb og udløb.

For de dage, hvor der ikke er koncentrationsmålinger, laves der lineær interpolation mellem målte koncentrationer i ind og udløb. Endvidere beregnes døgnvandføringer enten ud fra de kontinuerte registreringer ind og ud af vandløbet eller, hvis der mangler vandmængdedata for en periode, ved lineær interpolation mellem de målte dage. Herefter anvendes formel 2 til at beregne døgnlige nettostofudledninger  $T_{xi}$  for alle måleperiodens dage.

Den maksimale årlige udledning fastlægges hermed ved:

$$U_{NH4-N} = \sum_{i=1}^{365} T_{(NH4-N)i}$$

$$U_{TN} = \sum_{i=1}^{365} T_{(TN)i}$$

$$U_{TP} = \sum_{i=1}^{365} T_{(TP)i}$$

$$U_{BI5} = \sum_{i=1}^{365} T_{(BI5)i}$$

(ved skudår går i fra 1 til 366 dage).” (3)

Herefter kan der i princippet fortsættes med afsnit ”2. Kontrol af maksimale årlige udledninger” på side 9 i den nuværende bekendtgørelse.

- Det skal overvejes, hvordan der skal tages højde for de problemstillinger, der er angivet tidligere i notatet omkring sikkerhed på fastlæggelse af faktiske udledninger (herunder afklare hvor mange år, man kan forlange, der skal måles, f.eks. grundet særlig afstrømningsforhold), sygdom på dambruget osv., betydning af vandløbsbidraget, håndtering af, at de målte udledninger for de enkelte kemiske stoffer ikke hænger sammen på tværs (negative nettoudledninger for et stof samtidig meget med høje nettoudledninger for et andet stof) således at resultatet for en af dem kan betyde, at det ikke giver mening at give tilladelse til udledning af de tre andre stoffer osv.
- Der skal overvejes, hvordan der sikres mod, at der sker en ”optimering” af udledninger i det (de) år, som anvendes som grundlag for at fastlægge udledningerne.
- Hele bekendtgørelsen skal gennemgås for referencer til rensegrader, relateret foder og opdeling i produktionstørrelser, som ikke længere giver mening en række steder.
- Det skal også overvejes, hvordan BAT kravene kommer til at hænge sammen med de maksimale udledninger, når der ikke længere er en forudsætning omkring rensegrader af produktionsbidraget.
- Såfremt udgangspunktet er målte nettoudledninger før ansøgning om miljøgodkendelse, skal dette kombineres med nogle ”formaliserede/teoretiske beregninger”, der kan tage højde for vandløbsbi-

draget og sandsynliggøre, om de målte udledninger er repræsentative for dambrugets udledninger.

## 6 Supplerende spørgsmål

Nettoudledningerne for et måleår fra et dambrug bør beregnes som angivet i formel (2) og (3) ovenfor. Der beregnes for de 26 eller 12 prøvetagningsdage en nettoudledning (formel (2)). *For de dage der ikke er koncentrationsmålinger laves lineær interpolation mellem målte koncentration i ind- og udløb. Endvidere beregnes døgnvandføringer enten ud fra de kontinuerte registreringer ind og ud af vandløbet eller ved lineær interpolation mellem de målte dage. Herefter anvendes formel (2) til at beregnes døgnlige nettostofudledninger som herefter summeres til en årssum jf. formel (3).*

Det er vigtigt at understrege, at for selve udlederkontrollen anvendes kun de 26 (12) dage, hvor der er koncentrationsmålinger, da udlederkontrollen er bygget på kontrol af de dage, hvor der er målt, og hvor spredning er beregnet for netop de dage, hvor der er foretaget målinger.

Såfremt der mangler koncentrationsmålinger en eller flere dage, vil DCE som udgangspunkt anbefale, at man laver lineær interpolation mellem nærmeste målinger for at estimere en koncentration (vandmængde) de dage, hvor disse måtte mangle i indløb. Såfremt der er tale om indtagsvand fra grund/drænvand, er det normalt helt uproblematisk at interpolerer mellem de 12 dage, hvorfra der er prøver i indtag, så der skabes koncentrationsdata svarende til de 26 dage, hvor der er taget prøver i udløbet. Der kan omvendt være behov for at lave en kvalificeret faglig vurdering, hvis der er tale om indtagsvand fra et vandløb, hvor der er stor variation i koncentrationer, eller der mangler vandprøver for en lang periode. Her kan et gennemsnit af koncentrationerne fra før og efter eller for en længere periode være et alternativ. Mangler der koncentrationsmåling i udløbet, kan lineær interpolation som udgangspunkt anbefales, men der bør altid foretages en faglig vurdering af, om det ser rimeligt ud, da det især ved en lang periode uden data kan være nødvendigt f.eks. at anvende et gennemsnit for en længere (repræsentativ) periode.

Mangler vandmængden en eller flere dage, vil lineær interpolation som oftest kunne anvendes.

Ved vurdering af outliers anbefales:

- Anvende Dixon's 4 sigma test, der definerer en outlier som en værdi der ligger udenfor intervallet: middelværdien  $\pm$  4 gange standardafvigelsen (Larsen og Svendsen, 2013). Middelværdien kan være f.eks. af seneste 1 til flere års målinger eller, hvis der er årstidsvariation, af gennemsnit af flere sæsoner (hvor der ikke er sket væsentlig ændringer over tid) og standardafvigelsen beregnes for den tilsvarende periode
- Anvende nogle erfaringsmæssige maksimums og minimumsværdier (minimumsværdierne kan være den analyse-mæssige kvantifikationsgrænse).
- Sammenholde de forskellige kemiske parametre, som måles (ammonium og total kvælstof, total fosfor og  $\text{BI}_5$ ), for at afklare om hø-

je/lave koncentrationer forekommer samtidig, eller forholdene mellem nogle af parametre afviger markant fra hvad det plejer at være.

Er der tale om en outlier forkastes denne og man kan anvende lineær interpolation m.v. til at estimere en erstatningsværdi jf. ovenfor.



## 7 Afsluttende bemærkninger

Ved alene at basere fremtidige maksimale udledninger på målte udledninger op til ansøgning om miljøgodkendelse forsvinder hele rygraden i den nuværende bekendtgørelse og hele tankesættet omkring at anvende rensegrader til at fremme anvendelse af mere teknologi. Det er teknisk simpelt at lave denne regulering på faktiske udledninger, hvis de i øvrigt kan fastlægges rimeligt præcist og repræsentativt, men hele opsætningen omkring rensegrader og krav hertil og understøttelsen af dem, der har været gode til at rense, forsvinder. Det vil i stedet som udgangspunkt være en fordel at have udledt meget og dermed rensset lidt. Man vil dermed ramme skævt i forhold til hvem, der kan få høje og lave udlederkrav, og ellers ens dambrug kan blive behandlet meget forskelligt.

Det ville være hensigtsmæssigt at undersøge muligheden for en model, der kan tage hensyn til vandløbsbidraget (dvs. se bort fra dets betydning ift. de beregnede nettoudledninger). Ved alene at basere sig på faktiske nettoudledninger, hvor to dambrug, der er helt ens indrettet, anvender samme foder og fodermængde osv., renser præcis samme andel af produktionsbidraget, men hvor det ene anvender vandløbsvand fra et vandløb med en del partikulært stof og det andet et kilde vandløb, vil dambruget i kilde vandløbet få målt den største "før" nettoudledning og kan altså efterfølgende udlede mere, mens dambruget med højt vandløbsbidrag får ret til lavere udledninger. Desuden skal det, når det skal reducere/ændre vandindtag til dræn/grundvand foretage yderligere rensning, da vandløbsbidraget falder og dermed fjernelsen heraf. Udfordringen bliver især stor, hvis der må indtages mindre vand eller der skal overgås til drænvand, idet det så vil det blive vanskeligt at undgå højere nettoudledninger, hvis man i forvejen fjernede en del af vandløbsbidraget. En dambruger kan let komme i den situation, at han i tons efter en miljøgodkendelse måler lavere udledninger end før godkendelsen, men samtidig har større nettoudledninger, med mindre han reducerer sin produktion væsentligt.

Der vil være motivation til at udlede så meget som muligt (men overholde udlederkrav og DVFI nedstrøms), før man søger om miljøgodkendelse. Der bør arbejdes med kriterier for, hvordan man får et repræsentativt mål for udledningerne, og hvordan det sikres, at det ikke bliver et lotteri, om man måler et år med høje eller lave nettoudledninger eller et år, hvor man rammes af sygdom eller målefejl. Der bør tages 26 prøvesæt i et måleår og som udgangspunkt bør der kontinuert måles vandmængder på samlede indtag og udløb.

BAT kravene er allerede i den nuværende bekendtgørelse i nogle tilfælde ikke i overensstemmelse med udlederkravene (Svendsen, 2014), men sammenhængen vil helt forsvinde, hvis udlederkravene fastlægges ud fra faktiske nettoudledninger før ombygning. Dette stiller jo ikke umiddelbart krav om bestemte minimum rensegrader, som tilfældet er i den nuværende bekendtgørelse. Der kan komme situationer, hvor BAT krav vil være meget forskellige fra udlederkravene. Såfremt BAT kravene skal medvirke til at hæve teknologien for de 20-25 % af dambrugene med mindst/dårligst teknologi og hænge sammen med faktiske udledninger, bør man kende de faktiske udledninger og produktionen fra mange dambrug. Overholdelse af BAT kravene vil bedst kunne vurderes, hvor stofmængden i det indtagne

vand udgør en mindre del af det samlede stofinput til dambrugene (f.eks. mindre end en tredjedel), da det ikke giver mening at vurdere dem efter, hvor gode dambrugene er til at fjerne vandløbsbidragene samtidig med, at man ønsker at reducere eller helt at stoppe med at anvende vandløbsvand og dermed ikke længere have noget vandløbsbidrag. Dambrug med et højt vandløbsbidrag vil kunne overholde skrappe BAT krav, selv om de måske reelt ikke fjerner ret meget af produktionsbidraget, men i det øjeblik der anvendes væsentligt mindre vand eller dræn/grundvand, kan BAT kravene blive meget vanskelige at overholde. Det står DCE uklart, om det er hensigten, at BAT kravene skal gå forud for overholdelse af udlederkravene, og hvordan det i givet fald skal hænge sammen med, at det er de udledninger dambruget hidtil har haft, som fastlægger de fremtidige udlederkrav.

Afslutningsvist skal det understreges, at for dambrug, hvor stofindtaget udgør en beskedent del af det samlede stofinput til dambruget, vil nettoudledninger i de fleste tilfælde kunne fastlægges med rimelig god sikkerhed på baggrund af 26 prøvesæt et år og kontinuert vandmåling ind i og ud af dambrug, såfremt dambruget undgår større sygdomstilfælde og har sædvanlig produktions- og driftsforhold og der ikke er væsentlige fejl på de analyserede af udtagne prøver. Det skyldes at indtagsvandet og store variationer i stofmængderne heri og tilbageholdelse af vandløbsinput på dambruget får en beskedent betydning og det giver mindre usikkerhed på fastlæggelsen af nettoudledningerne.

## 8 Referencer

Bekendtgørelse om miljøgodkendelse og samtidig sagsbehandling af ferskvandsdambrug, 2012. Bekendtgørelse nr. 130 af 8. februar 2012 - Miljøministeriet.

Kronvang, B. & Bruhn, A. & (1996). Choise of sampling strategy and estimation methods for calculating nitrogen and phosphorus transport in small lowland streams. *Hydrological Processes*, vol. 10, 1583-1501.

Larsen, S.E. & Svendsen, L.M. (1998). Afløbskontrol af dambrug. Statistiske aspekter og opstilling af kontrolprogrammer. Faglig rapport fra DMU, nr. 260, 88s.

Larsen, S.E. & Svendsen, L.M. 2013. Statistical aspects in relation to Baltic Sea Pollution Load Compilation. Task 1 under HELCOM PLC-6. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 34 pp. Technical Report from DCE - Danish Centre for Environment and Energy No. 33. <http://dce2.au.dk/pub/TR33.pdf>

Pedersen, P.B., Dalsgaard, A. J.T. & Svendsen, L.M., 2013. Renseforanstaltninger på klassiske dambrug - muligheder og effekter. Underrapport 2 til "Faglig rapport fra Dansk Akvakultur nr. 2012-5. Dansk Akvakultur 11s.

Svendsen, L.M., Sortkjær, O., Ovesen, N.B., Skriver, J., Larsen, S.E., Boutrup, S., Pedersen, P.B., Rasmussen, R.S., Dalsgaard, A.J.T., Suhr, K., 2008. Modeldambrug under forsøgsordningen. Faglig slutrapport for måle- og dokumentationsprojekt for modeldambrug. DTU Aqua, Technical University of Denmark. DTU Aqua-rapport nr. 1993-08, 226 p.

Svendsen, L.M., Larsen, S.E., Dalsgaard, A.J.T. & Michelsen, K., 2011. Renseeffektivitet på model 1 dambrug. Rapportering af WP4 under dambrugsteknologiprojektet. Faglig rapport fra DMU nr. 842, 106 s.

Svendsen, L.M., Dalsgaard, A.J.T., Pedersen, P.B. & Michelsen, K., 2013. Analyse af historiske udledninger fra klassiske dambrug. DCE, AU's bidrag til arbejdsplan 1 (WP1) under projekt "optimering af driften på klassiske dambrug", 20 s.

Svendsen, L.M. (2014). BAT- og ammonium krav ved ferskvandsdambrug. Fagligt notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet, 21 p.