



Modtager(e): Miljøstyrelsen

NOTAT

FAQ med beregningseksempler på overgang fra foderkvote til udlederkontrol, daglig og årlig udledning, kontrol af udledninger m.v. (bilag 2 i "Bekendtgørelse om miljøgodkendelse og samtidig sagsbehandling af ferskvandsdambrug")

Indledning

Dato: 13. februar 2012

Side 1/9

I denne FAQ beskrives:

- hvordan der omregnes fra et dambrugs F_{till} (årlige foderforbrug, der er meddelt den enkelte virksomhed i en fodertilladelse i henhold til bekendtgørelse om ferskvandsdambrug) til maksimale udledninger af ammonium og total kvælstof, total fosfor og organisk stof (BI_5) for tre produktionsstørrelser
- fastlæggelse af maksimal daglig udledning af total kvælstof og total fosfor
- fastlæggelse af maksimal tilladt ammonium kvælstof og organisk stof koncentration i udledninger
- kontrol af maksimale årlige udledninger

Der vælges tre eksempel dambrug:

- dambrug A med F_{till} på 20 tons som reguleres jf. tabel i bilag 1 som den mindste produktionsstørrelse af dambrug
- dambrug B med F_{till} på 200 tons som reguleres jf. tabel i bilag 1 som den mellemste produktionsstørrelse af dambrug
- dambrug C med F_{till} på 600 tons som reguleres jf. tabel i bilag 1 som den største produktionsstørrelse af dambrug.

Hvor der er forskelle for de tre typer dambrug A-C beskrives de hver for sig og hvor der gælder samme forhold beskrives det fælles.

Produktionsbidrag

Produktionsbidraget på foder beregnes ud fra DTU Aqua's ved Per Bovbjergs notat/beregningsmodel¹ og baseres på en række krav til foderet jf. bilag 5 i

¹ Per Bovbjerg, DTU Aqua: Beregning af produktionsbidrag for et foder der opfylder Dambrugsbekendtgørelsens minimumskrav - En beskrivelse af standardiseret produktionsbidrag som udgangspunkt for overgang til regulering på udledning. Notat DTU Aqua 18. maj 2011.



bekendtgørelsen og forudsætningerne i DTU Aqua's notat. Herudover er forudsat:

- Foderspild plus støv sættes til 1 % af udfodringen
- Tørstofindhold i foderet på 94 %
- Der anvendes i eksemplerne en foderkvotienten på 0,95
- Optag af kvælstof og fosfor i fisk sættes til henholdsvis 2,75 % og 0,43 % af fiskens vådvægt

Dette giver følgende *produktionsbidrag*:²

39 kg ammonium kvælstof/tons foder

56 kg N/tons foder

4,9 kg P/tons foder

97 kg BI₅/tons foder

Ovenstående standardproduktionsbidrag pr. tons foder anvendes for alle produktionsstørrelser.

Fastlæggelse af maksimal årlig nettoudledning

Nettoudledning for et dambrug beregnes ved:

$$U = P - (R_N * P) = P * (100 \% - R_n) \quad (1)$$

Hvor

U = samlede nettoudledning fra et dambrug af et givent stof (N, P og organisk stof), dvs. den samlede faktiske udledning minus stofindhold i vandindtaget

P = produktionsbidraget af et givent stof (N, P og organisk stof)

R_N = rensgraden for et givent stof (N, P og organisk stof) som jf. bekendtgørelsen for de forskellige produktionsstørrelser fastlægges jf. tabel 1.

² For moderfisk og havbrugsudsætningsfisk må foderkvotienten max. være 1 hvilket vil give nedenstående produktionsbidrag

97 kg BI₅/tons foder

57 kg N/tons foder

40 kg ammonium kvælstof/tons foder

5,1 kg P/tons foder

Table 1: Rensegrader for dambrug på udlederkontrol fordelt på forskellige produktionsstørrelser. N = kvælstof, P = fosfor, BI₅ = organisk stof.

Produktionsstørrelse (F _{till})	≤ 25 tons foderforbrug Rensegrad	25 til 230 tons foderforbrug Rensegrad	>230 tons foderforbrug Rensegrad
R _N ammonium_N	47 %	55 %	65 %
R _N total_N	50 %	50 %	50 %
R _N total P	60 %	65 %	70 %
R _N BI ₅	60 %	75 %	85 %

Bekendtgørelsen opererer ved beregning af maksimale udledninger pr. tons foder med en faktor 1,86 som er en omregningsfaktor fra F_{till} til relateret foderforbrug (F_{ret}). Rationalet bag denne faktor er at dambruget ved overgang fra regulering på foderforbrug til udlederkontrol må udlede samme mængde total kvælstof som hidtil baseret på F_{till}. Men hvor rensegraden under dambrugsbekendtgørelsen er fastsat til 7 % forudsættes den for dambrug på udlederkontrol uanset produktionsstørrelse at være 50 %. Derfor beregnes hvor meget foder et dambrug reguleret på udlederkontrol (det som benævnes det relaterede foderforbrug) kan anvende forudsat det maksimalt må udlede samme mængde kvælstof ud fra følgende forhold jf. Bekendtgørelse om modeldambrug nr. 1327 fra 20/11/2006:

$$\text{Relateret foderforbrug} = F_{\text{till}} * ((1 - R_n) / (1 - R_N)), \quad (2)$$

hvor R_n er rensegraden for et standarddambrug (7 % for total kvælstof) og R_N for et modeldambrug (50 % for kvælstof), dvs.:

$$\begin{aligned} \text{Relateret foderforbrug} &= F_{\text{till}} * ((1 - 0,07) / (1 - 0,50)) = F_{\text{till}} * (0,93/0,50) \\ &= F_{\text{till}} * 1,86 \end{aligned}$$

Herved fremkommer formlerne for de maksimale udledninger U i bilag 2 i bekendtgørelsen ved anvendelse af F_{till}:

$$\text{Total kvælstof:} \quad U_{\text{TN}} = P_{\text{TN}} * (100 \% - R_{\text{N}}(\text{TN})) \quad (3)$$

$$\text{Ammonium kvælstof:} \quad U_{\text{NH}_4\text{-N}} = P_{\text{NH}_4\text{-N}} * (100 \% - R_{\text{N}}(\text{NH}_4\text{-N})) * 1,86 \quad (4)$$

$$\text{Total fosfor:} \quad U_{\text{P}} = P_{\text{TP}} * (100 \% - R_{\text{N}}(\text{P})) * 1,86 \quad (5)$$

$$\text{BI}_5: \quad U_{\text{BI}_5} = P_{\text{BI}_5} * (100 \% - R_{\text{N}}(\text{BI}_5)) * 1,86 \quad (6)$$

hvor P er produktionsbidraget pr. tons foder for de respektive stoffer jf. tidligere i denne FAQ.



I tabel 2 (fra bilag 2 i bekendtgørelsen) er der for de forskellige produktionsstørrelser anvendt formlerne 3 til 6 og rensegraderne fra tabel 1 til pr. tons F_{till} at beregne maksimale udledninger af de forskellige stoffer.

Tabel 2: Maksimal udledning pr. tons F_{till} for dambrug der overgår til udlederkontrol for de forskellige produktionsstørrelser. N = kvælstof, P = fosfor, BI_5 = organisk stof.

Produktionsstørrelse (F_{till})	≤ 25 tons foderforbrug	25 til 230 tons foderforbrug	>230 tons foder
	kg pr tons F_{till}	kg pr tons F_{till}	kg pr tons F_{till}
U_{max} ammonium_N	38,5	32,6	25,4
U_{max} total N	52,1	52,1	52,1
U_{max} total P	3,7	3,2	2,7
U_{max} BI_5	72,2	45,1	27,1

Maksimale udledninger for *dambrug A* ($F_{\text{till}} = 20$ tons):

$$\begin{aligned}U_{\text{max}} \text{ ammonium_N} &= 20 \text{ tons} * 38,5 \text{ kg tons}^{-1} = 770 \text{ kg ammonium N} \\U_{\text{max}} \text{ total N} &= 20 \text{ tons} * 52,1 \text{ kg tons}^{-1} = 1.042 \text{ kg total N} \\U_{\text{max}} \text{ total P} &= 20 \text{ tons} * 3,7 \text{ kg tons}^{-1} = 74 \text{ kg total P} \\U_{\text{max}} \text{ } BI_5 &= 20 \text{ tons} * 72,2 \text{ kg tons}^{-1} = 1.444 \text{ kg } BI_5\end{aligned}$$

Maksimale udledninger for *dambrug B* ($F_{\text{till}} = 200$ tons):

$$\begin{aligned}U_{\text{max}} \text{ ammonium_N} &= 200 \text{ tons} * 32,6 \text{ kg tons}^{-1} = 6.520 \text{ kg ammonium N} \\U_{\text{max}} \text{ total N} &= 200 \text{ tons} * 52,1 \text{ kg tons}^{-1} = 10.420 \text{ kg total N} \\U_{\text{max}} \text{ total P} &= 200 \text{ tons} * 3,2 \text{ kg tons}^{-1} = 640 \text{ kg total P} \\U_{\text{max}} \text{ } BI_5 &= 200 \text{ tons} * 45,1 \text{ kg tons}^{-1} = 9.020 \text{ kg } BI_5\end{aligned}$$

Maksimale udledninger for *dambrug A* ($F_{\text{till}} = 600$ tons):

$$\begin{aligned}U_{\text{max}} \text{ ammonium_N} &= 600 \text{ tons} * 25,4 \text{ kg tons}^{-1} = 15.240 \text{ kg ammonium N} \\U_{\text{max}} \text{ total N} &= 600 \text{ tons} * 52,1 \text{ kg tons}^{-1} = 31.260 \text{ kg total N} \\U_{\text{max}} \text{ total P} &= 600 \text{ tons} * 2,7 \text{ kg tons}^{-1} = 1.620 \text{ kg total P} \\U_{\text{max}} \text{ } BI_5 &= 600 \text{ tons} * 27,1 \text{ kg tons}^{-1} = 16.260 \text{ kg } BI_5\end{aligned}$$

Fastlæggelse af maksimal daglig udledning

For total kvælstof og total fosfor bestemmes denne som at den daglige udledning U_d ikke må overskride 1 % af dambrugets samlede årlige maksimale net-toudledning U_{max} beregnet som et løbende gennemsnit over 7 dage:



Dambrug A ($F_{\text{till}} = 20$ tons):

Total kvælstof: $U_d(\text{total N}) \leq 0,01 * U(\text{total N}) = 0,01 * 1.042 = 10,4$ kg total N pr døgn som et løbende gennemsnit over 7 dage.

Total fosfor: $U_d(\text{total P}) \leq 0,01 * 74 = 0,74$ kg total P pr døgn som et løbende gennemsnit over 7 dage.

Dambrug B ($F_{\text{till}} = 200$ tons):

Total kvælstof: $U_d(\text{total N}) \leq 0,01 * U(\text{total N}) = 0,01 * 10.420 = 104$ kg total N pr døgn som et løbende gennemsnit over 7 dage.

Total fosfor: $U_d(\text{total P}) \leq 0,01 * 640 = 6,4$ kg total P pr døgn som et løbende gennemsnit over 7 dage.

Dambrug A ($F_{\text{till}} = 600$ tons):

Total kvælstof: $U_d(\text{total N}) \leq 0,01 * U(\text{total N}) = 0,01 * 31.260 = 312,6$ kg total N pr døgn som et løbende gennemsnit over 7 dage.

Total fosfor: $U_d(\text{total P}) \leq 0,01 * 1.620 = 16,2$ kg total P pr døgn som et løbende gennemsnit over 7 dage.

Ved kontrol af maksimale stofudledning pr. dag beregnes en daglig stofudledning og der beregnes et løbende gennemsnit over 7 dage. Vandudledningen findes direkte ud fra de kontinuerte målinger af vandafledningen og vandindtaget. Døgnkoncentrationer af total N og total P findes ud fra lineær interpolation mellem de 26 prøvetagningsdages døgnkoncentrationsmålinger (evt. 12 ved grund./drænvand), så der kan beregnes døgnkoncentrationer af i nettoudledningen (døgnkoncentration i udledning minus døgnkoncentration i indtagsvand). Herefter ganges nettodøgnkoncentration i udledning med målte udledte vandmængde for at få daglig udledt nettostofmængde af total N og total P.

Fastlæggelse af maksimal ammonium kvælstof og organisk stof koncentration

For ammonium kvælstof og organisk stof fastlægges de maksimale koncentrationer der aldrig må overskrides ved:

- I perioden april–september må koncentrationen i udledningerne ikke på noget tidspunkt være højere end: $4 * K_{\text{udl}}, * Q_{\text{mm}}/Q_{\text{va}}$
- I perioden oktober-marts må koncentrationen i udledningerne ikke på noget tidspunkt være højere end: $6 * K_{\text{udl}}, * Q_{\text{mm}}/Q_{\text{va}}$,



hvor

K_{udl} = udledergrænseværdier for hhv. ammonium kvælstof (0,4 mg/l) og BI_5 (1 mg/l) jf. bilag 2 i bekendtgørelsen

Q_{mm} = vandløbets medianminimum umiddelbart nedstrøms dambruget

Q_{va} = aktuelle vandafledning fra dambruget

Dambrug A ($F_{till} = 20$ tons):

Antages dambruget af have et max. vandafledning på 93 l/s (250 l/s vand pr. 100 tons relateret foder eller 2,5 l/s pr tons relateret foder, dvs. 20 tons $F_{till} * 1,86 * 2,5$ l/s = 93 l/s) og antages denne vandafledning at svare til 50 % af Q_{mm} fås følgende max. netto koncentrationer der aldrig må overskrides:

	april-september	oktober-marts
	mg/l	mg/l
Ammonium kvælstof:	3,2	4,8
BI_5 :	8,0	12,0

Dambrug B ($F_{till} = 200$ tons):

Antages dambruget af have et max. vandafledning på 279 l/s (75 l/s vand pr. 100 tons relateret foder eller 0,75 l/s pr tons relateret foder, dvs. 200 tons $F_{till} * 1,86 * 0,75$ l/s = 279 l/s) og antages denne vandafledning at svare til 25 % af Q_{mm} fås følgende max. nettokoncentrationer der aldrig må overskrides:

	april-september	oktober-marts
	mg/l	mg/l
Ammonium kvælstof:	6,4	9,6
BI_5 :	16,0	24,0

Dambrug C ($F_{till} = 600$ tons):

Antages dambruget af have et max. vandafledning på 167,4 l/s (15 l/s vand pr. 100 tons relateret foder eller 0,15 l/s pr tons relateret foder, dvs. 600 tons $F_{till} * 1,86 * 0,15$ l/s = 167 l/s) og antages denne vandafledning at svare til 10 % af Q_{mm} fås følgende max. netto koncentrationer der aldrig må overskrides:

	april-september	oktober-marts
	mg/l	mg/l
Ammonium kvælstof:	16,0	24,0
BI_5 :	40,0	60,0

Ved kontrol af maksimale koncentrationer baseres denne på de målte netto-koncentrationer i udledningerne (målt koncentration i udledningen (26 prøver pr. år) minus målt koncentration i vandindtag (evt. interpoleret, hvor der



kun er målt 12 gange om rådet)) sammenholdt med den kontinuert afledte vandmængde, hvor sandsynligheden for overskridelse af tilladte maksimal koncentration primært må antages at kunne forekomme ved en især hurtig stigning til høj vandafledning ift. normal vandafledning.

Vedr. kontrol af maksimale årlige udledninger

Til kontrol af maksimale årlig udledning skal der *fastlægges udledergrænseværdier* U_k .

For ammonium kvælstof og organisk stof anvendes tilstandskontrol.
For total kvælstof og total fosfor anvendes transportkontrol.

Dambrug C ($F_{till} = 600$ tons)

Der gennemgås detaljeret et beregningseksempel – *dambrug C med $F_{till} = 600$ tons* – mens der for eksemplerne dambrug A og B er lavet i kort form, da beregningerne foregår helt på samme måde ved alle produktionsstørrelser. For dambrug C anvendes den maksimale årlige udledning U_{max} som vist i denne FAQ. Der antages et *max. vandforbrug* på 600 tons $* 1,86 * 0,15$ l/s tons foder⁻¹ = 167,4 l/s.

For *ammonium kvælstof* er U_k :

$$15.240 \text{ kg ammonium N} / (365 \text{ dage} * 167,4 \text{ l/s}) = 15.240 * 10^6 \text{ mg} / (365 * 60 * 60 * 24 \text{ s} * 167 \text{ l/s}) = 2,89 \text{ mg/l}$$

For *organisk stof* er U_k :

$$16.260 \text{ kg BI}_5 / (365 \text{ dage} * 167,4 \text{ l/s}) = 3,08 \text{ mg BI}_5/\text{l}$$

Herefter udføres tilstandskontrollen som angivet i bilag 2.

For *total kvælstof* er udledergrænseværdien U_{Tk} :

$$31.260 \text{ kg total N} / 365 \text{ dage} = 85,6 \text{ kg total N/døgn}$$

For *total fosfor* er udledergrænseværdien U_{Tk} :

$$1.620 \text{ kg total P} / 365 \text{ dage} = 4,44 \text{ kg total P/døgn}$$

Ved transportkontrol skal udlederkravet tilpasses overgangen fra tilstands- til transportkontrol ved:

$$U_T = U_{Tk} + (k_T - k_k) * S_T$$

Hvor $k_T(n)$ = justeringsfaktoren ved transportkontrol for n prøver. $k_T(26) = -0,3352$; $k_T(12) = -0,5205$



$k_k(n)$ = justeringsfaktoren ved tilstandskontrol for n prøver. $k_k(26) = 0,5035$,
 $k_k(12) = 0,3586$

s_T = spredningen på de n nettodøgnudledninger

U_{Tk} = udledergrænseværdi overført direkte ved at dividere årlig maksimalt tilladte udledning med 365 (som beregnet ovenfor)

U_T = korrigerede udledergrænseværdi (kg pr. døgn)

Der anvendes følgende standardværdier for s_T indtil der findes minimum 1 års måleserie med spredninger på målte stofafledninger fra ferskvandsdambrug:

Produktionsstørrelse (F_{till})	≤ 25 tons $n = 12$ og 26	25 til 230 tons $n = 12$ og 26	> 230 tons $n = 12$ og 26
Total kvælstof	0,150	0,502	2,51
Total fosfor	0,010	0,032	0,160

Det antages at der er taget 26 prøver i såvel ind- som udløb og de angivne standard spredninger for total kvælstof og total fosfor ovenfor anvendes:

For *total kvælstof* er den korrigerede udledergrænseværdi:

$$\begin{aligned}U_T &= 85,6 \text{ kg tot N/døgn} + (-0,3352 - 0,5035) * 2,51 \text{ mg/l} * 167,4 \text{ l/s} = \\ &= 85,6 \text{ kg tot N/døgn} - 0,8387 * (2,51 \text{ mg} * 167,4 \text{ l/s} * 86400 \text{ s/1000000}) \\ &= 85,6 - 30,4 \text{ kg tot N/døgn} = 55,2 \text{ kg tot N/døgn}\end{aligned}$$

For *total fosfor* er den korrigerede udledergrænseværdi:

$$\begin{aligned}U_T &= 4,44 \text{ kg tot P/døgn} + (-0,3352 - 0,5035) * 0,160 \text{ mg/l} * 167,7 \text{ l/s} = \\ &= 4,44 \text{ kg} - 1,94 \text{ kg tot P/døgn} = 2,50 \text{ kg tot P/døgn}\end{aligned}$$

Herefter udføres transportkontrollen som angivet i bilag 2.

Dambrug A (F_{till} 20 tons, vandafledning 93 l/s)

For *ammonium kvælstof* er U_k :

$$770 \text{ kg ammonium N} / (365 \text{ dage} * 93 \text{ l/s}) = 0,263 \text{ mg/l}$$

For *organisk stof* er U_k :

$$1.444 \text{ kg BI}_5 / (365 \text{ dage} * 93 \text{ l/s}) = 0,49 \text{ mg BI}_5/\text{l}$$

For *total kvælstof* er udledergrænseværdien U_{Tk} :

$$1.042 \text{ kg total N} / 365 \text{ dage} = 2,85 \text{ kg total N/døgn}$$



For *total fosfor* er udledergrænseværdien U_{TK} ::
 $74 \text{ kg total P}/365 \text{ dage} = 0,203 \text{ kg total P/døgn}$

For *total kvælstof* er den korrigerede udledergrænseværdi:
 $U_T = 2,85 \text{ kg tot N/døgn} + (-0,3352 - 0,5035) * 0,150 \text{ mg/l} * 93 \text{ l/s}$
 $= 2,85 - 1,01 \text{ kg tot N/døgn} = 1,84 \text{ kg tot N/døgn}$

For *total fosfor* er den korrigerede udledergrænseværdi:
 $U_T = 0,203 \text{ kg tot P/døgn} + (-0,3352 - 0,5035) * 0,010 \text{ mg/l} * 93 \text{ l/s}$
 $= 0,203 \text{ kg} - 0,067 \text{ tot P/døgn} = 0,135 \text{ kg tot P/døgn}$

Dambrug B (F_til 200 tons, vandafledning 279 l/s)

For *ammonium kvælstof* er U_k :
 $6.520 \text{ kg ammonium N}/(365 \text{ dage} * 279 \text{ l/s}) = 0,74 \text{ mg/l}$

For *organisk stof* er U_k :
 $9.020 \text{ kg BI}_5/(365 \text{ dage} * 279 \text{ l/s}) = 1,03 \text{ mg BI}_5/\text{l}$

For *total kvælstof* er udledergrænseværdien U_{TK} :
 $10.420 \text{ kg total N}/365 \text{ dage} = 28,5 \text{ kg total N/døgn}$

For *total fosfor* er udledergrænseværdien U_{TK} ::
 $640 \text{ kg total P}/365 \text{ dage} = 1,75 \text{ kg total P/døgn}$

For *total kvælstof* er den korrigerede udledergrænseværdi:
 $U_T = 28,5 \text{ kg tot N/døgn} + (-0,3352 - 0,5035) * 0,502 \text{ mg/l} * 279 \text{ l/s}$
 $= 28,5 - 10,1 \text{ kg tot N/døgn} = 18,4 \text{ kg tot N/døgn}$

For *total fosfor* er den korrigerede udledergrænseværdi:
 $U_T = 1,75 \text{ kg tot P/døgn} + (-0,3352 - 0,5035) * 0,032 \text{ mg/l} * 279 \text{ l/s}$
 $= 1,75 \text{ kg} - 0,65 \text{ tot P/døgn} = 1,11 \text{ kg tot P/døgn}$

For kontrol af udledninger henvises i øvrigt til Svendsen et al. (2008) Modeldambrug under forsøgsordninger. Faglig slutrapport for "Måle- og dokumentationsprojektet for modeldambrug". DTU-Aqua-rapport nr. 193-08, side 206-212 og "Notat vedrørende tilpasning af udlederkrav ved overgang fra tilstandskontrol til transportkontrol" fra Danmarks Miljøundersøgelser (Larsen S.E. og Svendsen, L.M. 2002).