

## NOTAT

Til Miljøstyrelsen  
Erhverv  
J.nr. MST-1251-00068  
Ref. Thobj

Vedr. Notat til belysning af forhold vedr. foder

23. september 2013  
Endelig 24/11 13  
Notat MSt  
PBP

---

### Fagligt notat til belysning af flere forhold vedrørende foder

Miljøstyrelsen (MSt) har via brev af 8. juli 2013 udbedt sig et fagligt notat vedr. flere forhold vedrørende foder i relation til en revision af dambrugsbekendtgørelsen.

Følgende beskrivelse til notatets indhold er medsendt:

*"I lyset af et ønske om en fuldstændig fjernelse af alle krav i relation til foder i bekendtgørelsen, skal Miljøstyrelsen bede om et fagligt notat til belysning af flere forhold vedrørende foder. MSt skal bede om et uddybende notat om følgende emner:*

- 1) Kan det fagligt forsvares at fjerne alle krav til foder med undtagelse af energiindhold som du tidligere har frarådet for dambrug der reguleres på udlederkontrol?*
- 2) Hvilken foderkvotient bør anvendes i beregningsgrundlaget for moderfisk, æg/yngel, store fisk (1,5 kg eller større) og for andre arter? (for regulering på foderkvote)*
- 3) Hvilken foderkvotient bør være grundlag for havbrugsfisk (0,8-4 kg)*

#### **An 1) Kan det fagligt forsvares at fjerne alle krav til foder med undtagelse af energiindhold som du tidligere har frarådet for dambrug der reguleres på udlederkontrol?**

Det antages, at sætningen skal tolkes således, at MSt ønsker bibeholdt et krav til energiindhold.

DTU Aqua kan støtte et sådant ønske som bør baseres på minimumskrav til indhold af fordøjelig energi, idet der herved sikres anvendelse af foder af en vis minimumskvalitet. Argumentation følger af nedenstående:

### Principielt om fjernelse af indholdskrav

Overordnet kan fremføres, at såfremt et dambrug overgår til udlederkontrol kan samtlige krav til foder-sammensætning principielt fjernes. Effekterne af anvendelse af et ikke-optimalt foder vil nemlig umiddelbart resultere i forøgede produktionsbidrag af N og/eller P og/eller O. Alt afhængig af produktionsbidragets fordeling på henholdsvis opløst og partikulær form, samt anlæggets belastning og renseforanstaltningernes sammensætning, beskaffenhed og drift kan et forøget produktionsbidrag risikere at forøge udledningen af det pågældende stof (N,P,O) og vil dermed efterfølgende blive registreret via udlederkontrollen. En velfungerende udlederkontrol, hvorunder regelmæssig og repræsentativ prøvetagning og -analyse foretages, er således en sikring af overholdelse af kravene til udledningen. En overholdelse af BAT-kravene er ikke implicit indeholdt, men kan dog efterfølgende beregnes på baggrund af produktionsdata.

### Sammenhæng mellem produktionsbidrag og udledning

Produktionsbidragets størrelse og fordeling på henholdsvis opløst og partikulær form kan beregnes via input af foderets sammensætning (protein, fedt, NFE, træstof, akse, fosfor og vand) og fordøjelighederne heraf, samt den realiserede foderkvotient.

Produktionsbidraget kan således beregnes relativt præcist, men sammenhængen med den resulterende udledning er derimod endnu ikke velkendt. Ved simple, enkeltstående renseforanstaltninger kan en god sammenhæng med rimelighed beskrives, blot man i beskrivelsen tager hensyn til produktionsbidragets sammensætning. I mere komplekse systemer med recirkulering og mange, forskelligt-virkende renseforanstaltninger i serie herunder nogle internt i recirkulerings-cyklussen og nogle alene på afløbsvandet herfra (såkaldt "end-of-pipe" treatment), bliver sammenhængene betydeligt mere komplekse og indbyrdes afhængige. Eksempelvis kan stof fjernet af én renseforanstaltning naturligvis ikke også fjernes af den næste i serien, uagtet at denne renseforanstaltning også kunne have fjernet (helt/delvist) stoffet, såfremt den foranstående ikke have været der. Hertil kommer en indbyrdes afhængighed komponenterne og processerne imellem – biofiltre kan ikke omsætte ammonium hvis de belastes for hårdt af organisk stof; partikler skal gerne fjernes før biofilteret; de nitritoxiderende bakterier kan kun omsætte hvis de ammoniumoxiderende gør det; opløst kvælstof kan kun fjernes via denitrifikation hvis det forefindes på nitratform og hvis der er organisk stof nok; nitrifikation kræver ilt - denitrifikation ikke o.s.v. o.s.v.

DTU Aqua arbejder med at opstille en model (dambrugsmodellen) til beskrivelse af nogle af disse sammenhænge mellem produktionsbidraget og den resulterende udledning, baseret på anlæggets bestykning og dimensionering. Det er forventningen, at denne model vil kunne udvikles tilstrækkeligt til med rimelig sikkerhed at kunne beregne/forudsige udledningen (N,P,O) fra Modeldambrug type 3, hvor forholdene er rimeligt ensartede og renseforanstaltningerne ligeså. Modellen vil også kunne udvikles videre til også at dække andre typer dambrug med andre bestykninger og forhold under forudsætning af velbeskrevne forhold og dimensioner.

Konkluderende kan det derfor sammenfattes, at betydningen af foderændringer på produktionsbidraget kan fastslås ret præcist, mens betydningen for den resulterende udledning i et komplekst system er mere usikker og primært vil basere sig på erfaring, procesforståelse og logiske sammenhænge.

### Fjernelse af krav om foderkvotient

Krav til opnået foderkvotient kan fjernes i en situation med velfungerende udlederkontrol. En bedre (dvs. lavere) foderkvotient vil betyde et reduceret produktionsbidrag og dermed forventeligt lavere udledning pr. ton produceret fisk af samtlige næringsstoffer inkl. organisk stof, og opdrættet vil kunne øge sin produktion af fisk ved fastholdte udlederkrav. Omvendt vil en dårligere foderkvotient betyde et større produktionsbidrag og eventuelt en højere udledning af næringsstoffer/organisk stof pr. ton produceret fisk. Opdrætteren vil i givet fald være nødsaget til at reducere udfodringen, og/eller forbedre effektiviteten af renseforanstaltningerne for at overholde udlederkravene.

En illustration af foderkvotientens betydning for produktionsbidraget kan ses i nedenstående tabel 1, hvor der i beregningerne er anvendt et foder med 52,875 % protein, 21,7 % fedt og 12 % kulhydrat, 6 % aske samt 0,94 % fosfor og fordøjeligheder på 90 %, 90 % og 70 % for henholdsvis protein, fedt og NFE:

Produktionsbidrag		kg/t foder	kg/t fisk produceret		
FK		0,95	0,85	0,95	1,05
N	Total-N	56	44	53	61
	- heraf ammonium	39	31	36	43
P	Total-P	4,9	3,69	4,63	5,57
O	COD	319	268	300	332
	BI <sub>5</sub>	97	81	91	100

Tabel 1.

Det skal dog her understreges, at det ikke vil være realistisk at have et så stort spænd i FK (fra 0,85 til 1,05) med det samme foder. Normalt vil en sådan forskel i FK skyldes forskelle i proteinindhold og -kvalitet samt især i mængden af fordøjelig energi – og der er således tale om et andet foder og et andet produktionsbidrag fra foderet.

### Fjernelse af krav om energirigt, højt fordøjeligt tørfoder

Krav om energirigt, højt fordøjeligt tørfoder kan ligeledes principielt fjernes i en situation med velfungerende udlederkontrol, men det er som indledningsvist anført ikke umiddelbart anbefalelsesværdigt helt at fjerne dette krav, såfremt en optimeret, miljøeffektiv produktion skal opretholdes. Gennem krav om brug af energirigt og højt fordøjeligt (næringsstofbalanceret) foder sikres et reduceret produktionsbidrag og dermed forventeligt en mindre udledning pr. ton produceret fisk. Et sådant foder vil generelt være dyrere end andet, men vil give lavere foderkvotient og opdrætteren vil, alt andet lige, kunne øge sin produktion af fisk ved fastholdte udlederkrav.

### Eksempel:

Reduceres fordøjelighederne i ovennævnte foder eksempelvis til 80 %, 80 % og 60 % for henholdsvis protein, fedt og kulhydrat vil det samme foder, som før understøttede en FK på 0,95 nu svare til en FK på 1,06 idet mængden af fordøjelig energi reduceres. Produktionsbidraget ændres dermed som vist i nedenstående tabel 2.

Produktionsbidrag i kg/ton produceret fisk	Fordøjeligheder: 90 %, 90 % og 70 % FK = 0,95	Fordøjeligheder: 80 %, 80 % og 60 % FK = 1,06
--	---	---

Total-N	53	62
- heraf ammonium	36	36
Total-P	4,63	5,66
COD	300	564
Bl <sub>5</sub>	91	167

Tabel 2.

Hovedparten af den store forskel vil dog komme til udtryk som en forøgelse i den partikulære del (grundet den lavere fordøjelighed). Det vil således være på en form, som relativt nemt kan fjernes. For at understøtte, at foderfirmaerne operativt løbende kan optimere foderet og tilpasse det såvel den løbende udvikling som varierende råvareforsyningsmuligheder og –priser, er det nødvendigt med et betydeligt råderum, men et vist minimumskrav til foderets indhold af fordøjelig energi vurderes desuagtet som værende rimeligt set fra et miljøregulerings-synpunkt. Samtidigt vil kravet kunne understøtte fisk og opdrætter i det naturlige krav om en vis lødighed i det valgte produkt.

#### Fjernelse af krav om bruttoenergiindhold

Bruttoenergiindholds-kravet kan umiddelbart fjernes, da det i givet fald primært er mængden af fordøjeligt energi som er relevant jævnfør ovenstående. Krav til brutto-energiindholdet sikrer ikke kvalitet eller lødighed af foderproduktet.

#### Fjernelse af krav om foderets kvælstofindhold

Krav til foderets kvælstofindhold kan fjernes. Protein er en dyr bestanddel af foderet, og udnyttelsen vil løbende blive søgt optimeret under hensyntagen til tilgængelighed og pris. En forøget udledning vil blive målt via udlederkontrollen, og da kvælstof-udledningen generelt vil være den begrænsende parameter for produktionen må det forventes, at fokus specifikt vil være på nedbringelse af såvel produktionsbidrag som udledning af kvælstof for at kunne overholde udlederkravet og producere flere fisk. Et relativt højere indhold af fordøjeligt protein (digestible protein, DP) i forhold til den fordøjelige energi (digestible energy, DE) i foderet, kaldet DP/DE-forholdet, er meget betydende for en optimal foderudnyttelse (lav foderkvotient). Forholdet afhænger af foderingredienser, drift og fiskestørrelse men til illustration fandtes følgende foderudnyttelse hos små fisk ved et nyligt forsøg under laboratorieforhold på DTU Aqua (tabel 3). Resultatet understreger, at der kan opnås såvel produktionsmæssige som miljømæssige fordele ved at indføre større frihedsgrader i foderets sammensætning.

DP/DE	FK
23	0,66
21	0,67
19	0,74
17	0,75
15	0,82

Tabel 3.

#### Fjernelse af krav til foderets maksimale fosforindhold

Krav til foderets maksimale fosforindhold kan fjernes i en situation med udlederkontrol. I flere situationer kan det hidtil eksisterende krav faktisk være tæt på at være den begrænsende parameter for fiskenes foderudnyttelse. Med den fortsatte udvikling hen imod mere effektive fodertyper og især mod

forøget anvendelse af plantebaserede råvarer vil dette problem blev accentueret. Et forøget fosforindhold i form af ufordøjeligt fosfor vil resultere i et forøget produktionsbidrag af P, men dette vil være på partikulær form, som relativt nemt kan fjernes. Anvendelse af foder med et højt indhold af let tilgængeligt fosfor, som overstiger fiskenes fosforbehov, vil dels blive reguleret af fiskene (fordøjeligheden af fosfor falder), og dels resultere i et forøget produktionsbidrag af opløseligt fosfor (ortho-fosfat), som er mere vanskeligt at fjerne, men som, i fald det udledes, vil blive registreret via udlederkontrollen.

Fjernelse af krav om foderets smuldindhold

Dette krav stiller primært fokus på foderets fysiske kvalitet/fremstillingsprocessen og har derfor især karakter af en "beskyttelse"/sikkerhed for dambrugeren til foderproduktionens kvalitet. Kravet er med til at holde fokus på foderets tekniske kvalitet, men såfremt dette krav ikke ønskes opretholdt af erhvervet, vurderes det ikke at have betydende effekt for miljøet og kan derfor fjernes, idet en eventuelt forøget udledning vil blive registreret via udlederkontrollen.

Anbefaling vedr. krav til foderet

Fjernelse af de nuværende krav til foderet forudsætter etablering af velfungerende udlederkontrol. Ejeren af virksomheden bør fortsat oplyse sammensætningen (protein, fedt, NFE, aske, træstof, fosfor og tørstof) af det anvendte foder til myndighederne, herunder også foderets indhold af fordøjelig energi samt gerne retningsgivende værdier for protein-, fedt- og kulhydrat-fordøjeligheden. Disse oplysninger vil sikre, at man efterfølgende kan beregne det forventede produktionsbidrag og sammenholde dette med den målte udledning med henblik på at understøtte data, samt over tid at kunne opstille valide sammenhænge mellem udledning og produktionsbidragets mængde og form på de pågældende anlæg.

Generelle, uspecificerede krav om, at der må alene benyttes tørfoder, som skal være energirigt og højt fordøjeligt kan rimeligvis bibeholdes, men specifikt kan der stilles minimumskrav til foderets indhold af fordøjelig energi. Et konkret forslag kunne være: "Der må alene benyttes tørfoder, som skal være energirigt og højt fordøjeligt. Indholdet af fordøjelig energi (DE) i foderet skal være på mindst 18,2 MJoule/kg (4,35 Mcal/kg). Teksten bør eventuelt suppleres med en fodnote om definitionen af DE f.eks. at det skal måles i ferskvand på regnbueørreder af 50-100 g/stk.

Erstatning af det nuværende krav til "omsættelig energi" med krav til "fordøjelig energi" vil endvidere kunne forenkle administrationen, idet der er tale om mere reelt krav, som både er mere forståeligt og især mere kontrollerbart end det p.t. eksisterende krav.

Såfremt der fra MSt måtte ønskes fastholdt et krav til maksimalt fosfor-indhold, bør kravet øges til 2,0 % eller evt. 1,5 % af foderets tørvægt. Dette er ikke en egentlig anbefaling af et sådant krav, idet en velfungerende udlederkontrol vil påvise en eventuel forøget ortho-fosfat-udledning. I tilfælde af et fosforindhold af rimeligt fordøjeligt fosfor på mere end 2,0 % kan de foreskrevne BAT-værdier dog vise sig vanskelige at overholde. Omvendt begrænser et krav til fosfor-indhold råvareudvalget og dermed mulighederne for foderoptimering. Hertil kommer, at fjernelse af kravet kan løse den en problematik med forskellige krav til foder i hhv. Foderstoflovgivning og Dambrugsbekendtgørelse. Hvor Foderstoflovgivningen typisk opererer med minimumsindhold og tillader en vis spredning, opererer Dambrugsbekendtgørelser typisk med faste krav (maksimumskrav) uden nogen egentlig spredning eller tilladt afvigelse beskrevet.

## An 2) Hvilken foderkvotient bør anvendes i beregningsgrundlaget for moderfisk, æg/ynge, store fisk (1,5 kg eller større) og for andre arter? (for regulering på foderkvote)

Indledningsvist skal følgende forhold understreges:

- Foderkvotienten udtrykkes som kg foder / kg produceret fisk (=kg tilvækst). Dette indebærer, at ved en lav eller evt. helt manglende tilvækst vil foderkvotienten kunne blive meget høj og i princippet uendelig, såfremt der ikke er en egentlig tilvækst (brøkens nævner bliver her tæt ved eller lig 0)
- Foderkvotienten er alene en "kg til kg" betragtning. Det indebærer, at elementer som udfodringsniveau, fodersammensætning, fordøjeligheder og (især) mængde af fordøjeligt energi ikke indgår i beregningen. Ved et reduceret udfodringsniveau vil en øgende andel af foderets energi gå til fiskens basale stofskifte ("vedligeholdelse") og foderkvotienten vil stige. Ved en ikke-optimeret diæt el. ubalanceret diæt vil foderkvotienten ligeledes stige, ligesom reducerede fordøjeligheder vil forøge foderkvotienten. Endelig vil foderkvotienten ved en tilstrækkelig udfodring med en balanceret, passende diæt afspejle foderets indhold af fordøjeligt energi (højere energiindhold - lavere foderkvotient; lavere energiindhold – højere foderkvotient)
- Foderkvotienten påvirkes således af forholdet mellem fordøjeligt protein (DP) og fordøjeligt energi (DE). Eksempelvis fandtes ved et nyligt forsøg på DTU Aqua en forskel på 20% i foderkvotienten ved sammenligning af fodertyper med DP/DE forhold på 15 vs. 23

Hold af moderfisk for produktion af æg/ynge/sættefisk udgør et særskilt problem ved beregninger og forhold omkring fastlæggelse af egentlig foderkvotient. Der er nemlig for så vidt ikke tale om egentlig produktion, idet moderfiskene ved en vis alder/størrelse ikke fodres til egentlig vækst men nærmere til såkaldt "vedligehold". For kommende moderfisk på 2-3 kg anbefaler Biomar således en udfodring på typisk 0,5 – 0,8 % af biomassen/dag. For større fisk er der ingen vejledning, men udfodringen i % er typisk endnu lavere, svarende til "vedligeholdelse". Dette indebærer, at foderkvotienten, udregnet som kg udfodret foder/kg tilvækst kan blive endog meget høj, idet der kun opnår begrænset tilvækst ved så restriktiv en udfodring. Hertil kommer, at det anvendte foder ("moderfiskefoder") normalt har et lavere energiindhold end voksefoder. Endvidere medgår en del af den tilførte energi til moderfiskens årlige produktion af æg/rogn. For anlæg, som alene holder moderfisk og producerer æg/ynge, kan der derfor ikke med rimelighed fastsættes et krav om en maksimal foderkvotient.

For anlæg, hvor moderfisk og æg/ynge-produktion alene indgår som ét af flere elementer i en samlet produktion, og hvor dette ikke udgør den overvejende del af produktionen kan man måske anvende en foderkvotient på f.eks. 4 – vel vidende, at den reelt realiserede foderkvotient kan afvige betydeligt fra dette alt afhængig af opdrætsforhold og produktionsstrategi m.v. Denne foderkvotient på 4 er ikke empirisk baseret, og kan alene bidrage som udgangspunkt for eventuelle nødvendige beregninger vedrørende en mere sammensat produktion med flere elementer.

Store fisk på 1,5 kg eller større vil på en eller anden måde være indeholdt i ovenstående betragtninger vedrørende moderfisk. Fisk af denne størrelse kan ofte være kønsmodne og foderkvotienten derfor som ovenfor beskrevet svær at fastlægge retningsgivende. Biomar anbefaler en udfodring (v.10° C) på 0,8 %/dag for fisk på 1,4-2,0 kg og 0,66 %/dag for fisk på 2-3 kg. Samtidigt bruges der som ved

moderfisk normalt et foder med reduceret energiindhold til sådanne fisk. Et lavere energiindhold vil yderligere medvirke til en forhøjet foderkvotient.

Såfremt der er tale om moderfisk gælder ovenstående betragtninger, mens der ved en egentlig produktion (uden kønsmodning) kan forventes en foderkvotient på 1,1 – 1,3, dog afhængig af sammensætning og mængde af fordøjeligt energi i det anvendte foder samt udfodringsniveau. Ved kønsmodning og rogn sætning m.v. kan foderkvotienten blive forøget.

Med termen "andre arter" antages det, at der menes "andre opdræts-ørredarter" og at der refereres til egentlig produktion, altså fisk med en stykvægt på 200 – 800 g som slutvægt.

De fleste produktioner af sådanne arter eller krydsninger (rødding, brødding, kildeørred etc.) minder på mange måder om regnbueørredopdræt, men for de fleste kan der ofte være tale om forøget foderkvotient. Dette skyldes såvel selve fisken som de ovenfor anførte forhold. Enkelte opdrættere anfører "stort set" ens foderkvotient, mens andre anfører forøgede foderkvotienter, typisk mellem 10 og 20 % højere ved normal produktion. DTU Aqua har ikke empiriske data til at belyse eller understøtte disse forhold. Ligeledes forefindes der ikke angivelser/undersøgelser over produktionsbidrag el. tilsvarende. Alle de ovenfor dette afsnit anførte elementer vedrørende foderkvotient spiller også betydende ind ved produktion af andre arter. Da der som nævnt ikke forefindes empiri til at understøtte specifikke BAT-forslag for "andre arter" kunne det evt. foreslås, at bekendtgørelsen alene retter sig mod selve udledningen (udlederkrav vedr. koncentrationer hhv. mængder) uden at fastlægge egentlige, specifikke BAT-krav (kg udledt/t produktion). Via udlederkravene sikres miljøet, mens optimering af miljøeffektiviteten indledningsvist overlades til opdrættet, der via overholdelse af udledning og udlederkrav naturligt vil have fokus på miljøeffektivitet også. Efterhånden som der fremskaffes fornøden dokumentation for de forskellige arter, kan det sideløbende overvejes at indføre specifikke BAT-krav for disse arter i bekendtgørelsen.

### **An 3) Hvilken foderkvotient bør være grundlag for havbrugsfisk (0,8-4 kg)**

Foderkvotienten for havbrug /havbrugsfisk er påvirket af de i Havbrugsbekendtgørelsen (tidligere) fastlagte krav til foderets sammensætning. Disse krav foreskriver anvendelse af foder med lavt DP/DE-forhold, hvilket som anført influerer den foderudnyttelse, som kan opnås.

Stort set hele den danske havbrugsproduktion består i produktion af rognbærende hunner. Næsten alle anvendte havbrugsfisk er "all female" og produktionen er økonomisk afhængig af fiskenes rogn. Det betyder, at selvfølgelig prisen på rogn men især også rognprocenten er afgørende. Rognprocenten udtrykker den andel af fiskens vægt som udgøres af rogn. Afhængig af produktion- og naturgivne forhold vil denne variere, men kan ofte udgøre op mod 10%, i nogle tilfælde måske højere.

Analogt til det ovenfor beskrevne for moderfisk kan foderkvotienten derfor variere betydeligt afhængig af rogn sætningen. Ligeledes spiller alle de anførte forhold vedrørende selve foderet (sammensætning, fordøjeligheder, DP/DE-forhold, indhold af fordøjelig energi m.v.) også en betydende rolle for den opnåede foderkvotient. Også naturgivne, sæsonmæssige forhold som vejrlig, strøm, temperatur, ilt, salinitet m.v. har betydning.

Udover fodersammensætningen og alle øvrige ovennævnte forhold har også rogn-sætning og rogn-indhold betydning for produktionsbidrag og foderkvotient for havbrugsfisk. Der forefindes så vidt vi er orienteret ikke relevante data, som kunne danne grundlag for en ændring af den gældende forventning til realiseret foderkvotient på havbrug. I det foderkvotienten - som anført i dette notat - afhænger af en lang række faktorer, kan det måske overvejes, om en "standardiseret" foderkvotient bør anvendes for havbrugsfisk (0,8-4 kg). Såfremt en sådan standardiseret værdi ønskes anvendt, kunne denne overvejes koblet til en nærmere beskrivelse af foderet og dets indhold m.v. ligesom driftsform og -forhold evt. kunne indgå. Uden en sådan hensyntagen til foderets egenskaber og driften kan en faglig rådgivning vedrørende "Hvilken foderkvotient, der bør være grundlag for havbrugsfisk (0,8-4 kg)" ikke reelt specificeres.