

# **Nørå Dambrug**

## **- et modeldambrug under forsøgsordningen**

### **Statusrapport for 1. måleår af monitoringsprojektet**

Lars M. Svendsen, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Ole Sortkjær, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Niels Bering Ovesen, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Jens Skriver, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Søren Erik Larsen, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet  
Per Bovbjerg Pedersen, Danmarks Fiskeriundersøgelser, DTU  
Richard Skøtt Rasmussen, Danmarks Fiskeriundersøgelser, DTU  
Anne Johanne Tang Dalsgaard, Danmarks Fiskeriundersøgelser, DTU

August 2007  
ISBN: 978-87-7481-045-2

DFU-rapport nr. 175-07

## 0 Sammenfatning

De samlede miljømæssige fordele ved modeldambrug er mangetallige, som blandt andet oplistet vedrørende især uhindret faunapassage i Dambrugsudvalgets rapport:

Vandløbet	Dambruget
<b>Fordele:</b> "Død å"-strækning fjernes Øget vandføring i dambrugenens omløb Påvirkning af opstemning opstrøms reduceres, fjernes evt. helt Naturlige variationer i vandløbets vandføring opretholdes i omløbene Indtrængen af naturlig fauna i dambrugenene reduceres Passageproblemer ved dambrugenens opstemninger og vandindtag, herunder afgitring, indretning af faunapassage (både op- og nedstrøms), opstemning m.v. løses langt nemmere Udledning af medicin og hjælpestoffer reduceres Maksimumskoncentrationer af medicin og hjælpestoffer i vandløbene formindskes Fald i vandløbets iltindhold nedstrøms reduceres/undgås <b>Ulemper:</b> Ingen	<b>Fordele:</b> Stabile produktionsforhold Påvirkninger fra variationer i indløbsvandets kvalitet reduceres eller elimineres Øget effekt af renseforanstaltninger Ved brug af drænvand/grundvand kan opnås højere vandtemperaturer om vinteren og lavere om sommeren Bedre muligheder for styring af management og produktionsmiljøet Reduceret smittepres Reduceret behov for anvendelse af medicin og hjælpestoffer, herunder kalkning Bedre arbejdsmiljø <b>Ulemper:</b> Højere energiforbrug pr. kilo produceret fisk Øget udledning af CO <sub>2</sub> Risiko for opbygning af skadelige ammoniakkoncentrationer Øget behov for overvågning og styring af driftsforholdene Øget behov for backup-systemer: strøm, iltforsyning, pumper m.v.

I denne statusrapport for Nørå Dambrugs første driftsår som modeldambrug, beskrives de opnåede resultater fra monitoringsprojektets måle- og dokumentationsprogram, der har til formål at fremskaffe dokumentation for dambrugenens rensning og udledning af næringsstoffer og organisk stof. Konklusionerne er foreløbige og endelige konklusioner kan først drages når begge måleårs resultater er behandlet.

### Produktionsforhold

Nørå Dambrug har i perioden 06. september 2005 til 05. september 2006 anvendt 269,5 tons foder med en beregnet produktion på 342,4 tons fisk (inkl. døde), hvilket giver en foderkvotient på 0,866.

Der har på anlægget været visse indkøringsvanskeligheder, fordeling af vandflow, tillæring til ny produktionsform, ny teknologi og nye problemstillinger vedr. drift og sygdomme. Dette medførte, at der efter nogle måneder blev ændret på det interne vandflow, så dette ikke længere var adskilt mellem selve produktionsanlægget og sættefiskeanlæg plus leveredamme. Dambruget har således ikke udnyttet sin fulde foderkvote

på 350 t/år i det første driftsår. Anlægget og driften heraf forekommer nu at være stabil.

### Vandforbrug

Nørå Dambrug indtager nu vand alene fra to borer. Af en indvindingstilladelse på 52,5 l/s er der i gennemsnit anvendt 37,1 l/s i det første måleår. Der har været en relativ stor grad af recirkulering. Før ombygning måtte der indtages ca. 300 l/s fra Grindsted Å, der på strækningen har et medianminimum på 330 l/s, således vandforbruget har svaret til godt 11 % heraf. Grundet er vandtab over plantelagunen på ca. 33 % er der kun udledt 24,5 l/s via afløbet fra dambruget til Grindsted Å.

### Rensegrader

Ved forarbejdet til bekendtgørelse om modeldambrug m.v. blev der forudsat nogle rensegrader for organisk stof og næringsstoffer på modeldambrug. En sammenstilling af de i bekendtgørelsen for modeldambrug forudsatte og de opnåede nettorensgrader i 1. måleår på Nørå Dambrug ser således ud, idet der er taget højde for mikrosigter:

	Forventet	Opnået
<b>Organisk stof (BI<sub>5</sub>)</b>	80 %	97 %
<b>Total kvælstof (inkl. omsætning plantelaguner)</b>	36 %	79 %
<b>Total fosfor</b>	65 %	97 %

I det ovennævnte skal der tages højde for, at der i første driftsår er tabt 33 % af vandtilførslen til plantelagunen formodentligt primært ved nedsivning, og at der med dette vand må antages at følge nogle opløste stoffer, men det har ligget udenfor projektets formål at undersøge skæbnen for disse stoffer. De angivne rensegrader er derfor maksimums værdier, da noget af det nedsivende stof evt. kan nå vandløbet. Dette ændrer dog ikke ved, at de opnåede rensegrader er væsentligt højere end de forudsatte. Det samlede produktionsanlæg med dets slamkegler, biofiltre og mikrosigte fjerner netto især ammonium (76 %), fosfor (42 %), og 5-15 % af tilført organisk stof. Kun 4 % af tilført total kvælstof fjernes (ammonium omsættes til nitrit og nitrat). Der er i disse værdier taget højde for, at en ganske stor del af det stof, der med renseforanstaltningerne i produktionsanlægget er ført over i slambassinet efterfølgende tabes med klarringsvandet til plantelagunen. Dette gælder især kvælstof og organisk stof, men der tabes også en del fosfor. Plantelagunerne fjerner/omsætter netto ganske effektivt tilført organisk stof (79 % af COD og 91 % af BI<sub>5</sub>), suspenderet stof (94 %) og total fosfor (90 %). Endvidere fjernes 46 % af tilført nitrat-kvælstof, 57 % af ammonium-kvælstof og 73 % orthofosfat. Der skal tages højde for, at det relativt store tab af vand, der udsiver over plantelagunen, kan føre opløste stoffer med sig, således at rensegraderne er et maksimumsmål.

Omvendt skal der gøres opmærksom på, at produktionsbidraget formodentligt er undervurderet, hvilket i givet fald vil øge de beregnede rensegrader/stoftilbageholdelser. Der er anvendt de standardværdier for indhold af kvælstof og fosfor i ørred som foreskrives, men som sandsynligvis er for høje, ligesom der kan være ændrede forhold vedrørende fordøjelighed, fodersplid og især BI<sub>5</sub>/COD-forhold. Dette vil blive nærmere belyst til 2. års statusrapport.

## Specifik udledning

Ifølge Miljøstyrelsens opgørelse for ferskvandsdambrug udledtes der i 2003 3.098 t BI<sub>5</sub>, 1.119 t total kvælstof og 90 t total fosfor ved en produktion på 29.434 t ørreder, svarende til gennemsnitlige specifikke udledninger som angivet i nedenstående tabel:

	Specifik udledning – netto (kg/t fisk produceret)		Nørå Dambrug i % af gennemsnit DK
	Gennemsnit	Nørå Dambrug	
	Danmark	- 1. måleår	
<b>Organisk stof (BI<sub>5</sub>)</b>	105,3	1,9	2 %
<b>Total kvælstof</b>	38,0	7,1	19 %
<b>Total fosfor</b>	3,1	0,1	3 %

Der er ikke korrigeret for evt. stof der følger med nedsivningsvandet.

Som det fremgår, er der meget markant reduceret specifik udledning af især organisk stof og total fosfor sammenlignet med gennemsnittet af danske ferskvandsdambrug men også for total kvælstof er den er meget stor reduktion.

## Overholdelse af udlederkrav jf. Ribe Amts miljøgodkendelse

I miljøgodkendelsen har Ribe Amt opstillet en række kontrolparametre med tilhørende kravværdi.

Kontrolparameter	Kravværdi jf. Miljøgodk. mg l <sup>-1</sup>	Udledn. efter DS 2399 mg l <sup>-1</sup>	Udledning efter Bekendt. model-dambrug mg l <sup>-1</sup>	Teoretiske kravværdier fra Dambrugs-bekendtgørelsen mg l <sup>-1</sup>
Susp. stof	10	3,50	-2,06	18,9 (3,0)
NH <sub>4</sub>	1,0	1,20	1,82	2,5 (0,4)
Total-N	4,4	9,47	5,80	3,8 (0,6)
Total-P	0,36	0,13	0,10	0,32 (0,05)
BI <sub>5</sub>	5,1	2,79	1,84	4,4-6,3 (0,7-1,0)

Ved sammenligning af kolonne to og fem ses det, at kravværdierne kompenserer fuldt ud for det reducerede vandforbrug på dambruget ift. totalt kvælstof, total fosfor og BI<sub>5</sub>, mens der er skærpede krav for suspenderet stof og ammonium-kvælstof. I tredje kolonne er angivet kontrol af overholdelse af kravværdierne efter DS2399 jf. miljøgodkendelsen. I første måleår Kontrollen er her alene lavet på koncentrationen i udledningerne. I fjerde kolonne er der lavet udlederkontrol efter Bekendtgørelsen for modeldambrug dog som tilstandskontrol på alle parametre. Kravværdierne overskrides for ammonium-kvælstof (82 %) og for totalt kvælstof (30 %), mens der er sikker overholdelse af kravværdierne for suspenderet stof, total fosfor og BI<sub>5</sub>. Var der givet fuld kompensation for det reducerede vandforbrug ville der kun være overskridelse af kravværdien for totalt kvælstof, men samtidig skal understreges, at vand- og foderforbruget har været noget lavere end tilladt i miljøgodkendelsen.

## Fauna og faunaindex

Dansk Vandløbs Fauna Index (DVFI) er opgjort således: lokalitet ca. 400 meter opstrøms for dambruget.

	DMU/Amt	Grindsted Å opstrøms	Grene Å opstrøms	Grindsted Å nedstrøms
Marts 2004	Ribe Amt	5	-	4
Februar 2005	DMU	5	5	4
April 2005	Ribe Amt	5	-	4
September 2005	Ribe Amt	5	-	5
September 2005	DMU	7	3	4
Marts 2006	Ribe Amt	5	-	4
Juni 2006	DMU	5	5	5
September 2006	Ribe Amt	7	-	4

Målsætningen i Grindsted Å (DVFI 5) opstrøms Nørå Dambrug har været opfyldt gennem hele perioden. I tilløbet Grene Å, som løber sammen med Grindsted Å ved Nørå Dambrug er faunaen generelt noget forureningspåvirket og de fysiske forhold dårlige og målsætningen for vandløbet et ikke permanent opfyldt. En ustabil fauna med mange forurenings-tolerante arter tyder på at vandløbet jævnlige belastes af udledninger fra opstrøms beliggende punktkilder. Målsætningen er ikke opfyldt i Grindsted Å nedstrøms Nørå Dambrug. Vandløbets fauna viser en væsentlig forureningspåvirkning. Grundet tilløb fra Grene Å vil det kræve en detaljeret vurdering af dambrugets drift og udledninger gennem hele den 2-årige måleperiode for at vurdere betydningen af belastningen fra Nørå Dambrug.

### Diskussion og primære udeståender

Der er tale om resultater fra 1. måleår og der er behov for resultater fra 2. måleår før der kan drages endelig konklusioner. De opnåede rensegrader og den resulterende lave specifikke udledning af suspenderet og organisk stof samt af fosfor ser meget lovende ud og har været klart bedre end forudsat. Selv om rensningen for kvælstof også har været god kan der dog være behov for en forstærket indsats, for at kunne overholde udlederkravet. Rensning for kvælstof kan blive afgørende for evt. at kunne opnå øget foderforbrug.

En del af den stofmængde, der føres over i slambassinerne fra produktionsanlæggets slamkegler, biofiltre og mikrosigte transporteres igen med klaringsvandet til plantelagunerne, ligesom der grundet denitrifikation produceres ammonium i slambassinerne. Det synes derfor at kunne være hensigtsmæssigt at øge stoftilbageholdelsen i slambassinerne.

Vandtab over plantelagunen påvirker beregningen af nogle af rensegraderne, der bliver overvurderede, idet især opløste stoffer som ammonium og orthofosfat kan trænge med vandet ud af lagunen. Omvendt vil et mere præcist, højere produktionsbidrag forbedre rensegraderne.

Et ændret vandflow i måleperioden betyder, at der er en relativ stor usikkerhed på de beregnede rensegrader internt over biofiltre og slamkegler. Dette påvirker dog ikke sikkerheden på de samlede rensegrader over hele dambruget.

# 1 Indledning

Som et af resultaterne fra det af fødevareministeriet nedsatte dambrugsudvalg (Udvalget vedr. dambrugserhvervets udviklingsmuligheder) blev der i dette udvalgs rapport, marts 2002 (*Dambrugsudvalget, 2002*), peget på muligheden af etablering af mere ensartede typedambrug eller såkaldte modeldambrug.

Det ensartede koncept i modeldambrugene skulle muliggøre, at dokumentation samt viden og erfaring indhentet herpå, kunne finde anvendelse på andre modeldambrug af samme type, således at såvel drift som sagsbehandling, tilladelser m.v. kunne smidiggøres.

I såvel sideløbende som efterfølgende arbejder (eks.: *Pedersen P.B. et al. 2003; Svendsen, L.M. & Pedersen, P.B.; 2004*) samt notater og Bekendtgørelser (*Bekendtgørelse om modeldambrug, 2002* og *Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om modeldambrug, 2004*) er de nærmere specifikationer og krav til modeldambrug blevet defineret og fastlagt.

Tre typer modeldambrug er beskrevet (type 1, 2 og 3), hvor der for type 2 og 3 er åbnet for en deltagelse under en 2-årig forsøgsordning, i hvilken periode monitoring af den resulterende miljømæssige effekt skulle måles.

Ingen dambrug har ønsket ombygning til type 2 under forsøgsordningen, mens 8 dambrug af type 3 blev udvalgt til deltagelse i denne. Nørå Dambrug er et af disse.

Det skal understreges, at listen over miljømæssige fordele ved modeldambrugsdrift er lang, som opgjort i Dambrugsudvalgets rapport jvf. nedenstående tabel.

Disse miljømæssige fordele opnås under alle omstændigheder ved etablering af modeldambrug. Formålet med monitoringsprojektet er således alene at udvikle og gennemføre et specificeret måleprogram for modeldambrug, baseret på kravene om målinger i Miljøministeriets "*Bekendtgørelse om modeldambrug (2002)*" og "*Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om modeldambrug (2004)*" for derigennem at fremskaffe den fornødne dokumentation for dambrugenens rensning samlet og for de enkelte rensforanstaltninger og for udledning af næringsstoffer og organisk stof, herunder for overholdelse af udlederkravene. Ifølge bekendtgørelsen skal DMU og DFU opstille et måleprogram, der skal tilvejebringe den omtale dokumentation.

De otte modeldambrug monitoreres derfor løbende af DMU og DFU over en 2-årig driftsperiode. På nogle dambrug, de såkaldte intensivt monitorerede, måles der over alle de forskellige dele af dambruget, mens der på andre som Nørå Dambrug måles samlet over produktionsanlægget under et. Dette arbejde er blevet udført på baggrund af bevilling fra Fødevareministeriets Direktorat for FødevareErhverv via FIUF-midler, og er således støttet med 50 % fra den Danske Stat og 50 % fra EU. Der takkes hermed for den tildelte bevilling.

Vandløbet	Dambruget
<p><b>Fordele:</b>            "Død å"-strækning fjernes            Øget vandføring i dambrugenes omløb            Påvirkning af opstemning opstrøms reduceres, fjernes evt. helt            Naturlige variationer i vandløbets vandføring opretholdes i omløbene            Indtrængen af naturlig fauna i dambrugene reduceres            Passageproblemer ved dambrugenes opstemninger og vandindtag, herunder afgitring, indretning af faunapassage (både op- og nedstrøms), opstemning m.v. løses langt nemmere            Udledning af medicin og hjælpestoffer reduceres            Maksimumskoncentrationer af medicin og hjælpestoffer i vandløbene formindskes            Fald i vandløbets iltindhold nedstrøms reduceres/undgås</p> <p><b>Ulemper:</b>            Ingen</p>	<p><b>Fordele:</b>            Stabile produktionsforhold            Påvirkninger fra variationer i indløbsvandets kvalitet reduceres eller elimineres            Øget effekt af renseforanstaltninger            Ved brug af drænvand/grundvand kan opnås højere vandtemperaturer om vinteren og lavere om sommeren            Bedre muligheder for styring af management og produktionsmiljøet            Reduceret smittepres            Reduceret behov for anvendelse af medicin og hjælpestoffer, herunder kalkning            Bedre arbejdsmiljø</p> <p><b>Ulemper:</b>            Højere energiforbrug pr. kilo produceret fisk            Øget udledning af CO<sub>2</sub>            Risiko for opbygning af skadelige ammoniakkoncentrationer            Øget behov for overvågning og styring af driftsforholdene            Øget behov for backup-systemer: strøm, iltforsyning, pumper m.v.</p>

Dokumentations- og monitoringsprojekt følges af en følgegruppe bestående af:

Niels Axel Nielsen, Fmd., direktør DFU

Torben Moth Iversen, vicedirektør DMU

Knud Larsen, Fødevarerministeriet

Gitte Larsen, Skov- og Naturstyrelsen

Lars Christensen Clink, Direktoratet for FødevarerErhverv – i januar 2007 erstattet af Henrik Haarh

Jens Ole Frier, Ålborg Universitet

Jacob Larsen, Ringkjøbing Amt, fra 1.1.2007 Holstebro Kommune

Henning Christiansen, Ribe Amt, i januar 2007 erstattet af Lenny Stolborg, Ikast-Brande Kommune

Lisbeth Jess Plesner, Dansk Akvakultur

Helge A. Thomsen, Danmarks Fiskeriundersøgelser

samt Per Bovbjerg Pedersen, Danmarks Fiskeriundersøgelser og Lars M. Svendsen, Danmarks Miljøundersøgelser.

Nærværende statusrapport indeholder alene målinger for Nørå Dambrug.

Sluttelig skal der lyde en stor tak til alle andre involverede personer, institutioner m.v. som på hver sin vis har bidraget i det store arbejde. Specifikt takkes dambrugsejerne Marianne Kristensen og Knud Gunderlund og medarbejderne på dambruget samt teknisk personale ved DMU: Uffe Mensberg, Henrik Stenholt, Ane Kjeldgaard, Zdenek Gavor, Marlene Jessen og Carsten Nielsen og ved DFU: Tommy Nielsen, Peter Faber, Torben Filt Jensen, Ole Madvig Larsen, Jesper Knudsen, Milan Pavlovic og Erik Poulsen.



## 2 Beskrivelse af dambruget

### 2.1 Indretning

Nørå Dambrug (Løvlund Dambrug ApS, Annexvej 9, 7190 Billund) er beliggende ved Grindsted Å umiddelbart opstrøms hvor Grene Å løber sammen med Grindsted Å og det er en del af Varde Å-systemet. Varde Å har et samlet opland på ca. 1.100 km<sup>2</sup>, og den har sit udløb i Ho Bugt i Vadehavet, der således er slutrecipient. Ved dambruget er medianminimumvandføringen på 330 l/s (*Ribe Amt, 2004 a og b*).

Dambruget er indrettet som et modeldambrug type III A (*Pedersen et. al., 2003*).

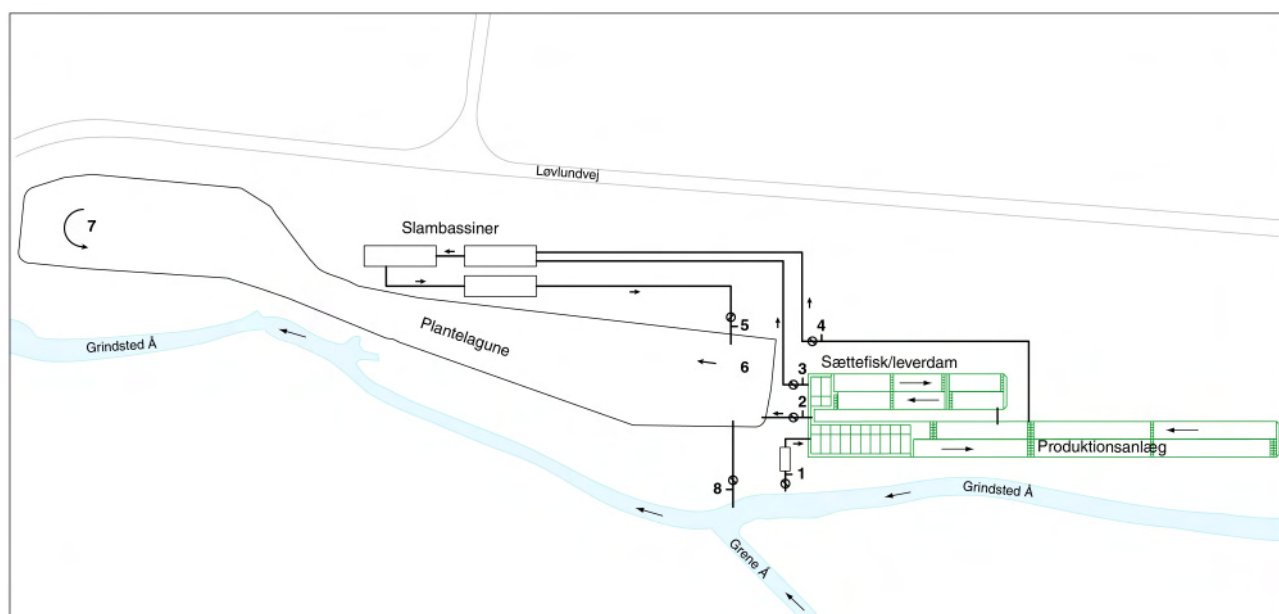
Dambruget består af én stor produktionsenhed (produktionsanlæg på figur 1), der er underopdelt i 6 sektioner. Derudover er der en sættefiskeenhed med 4 sektioner og 2 leveredamme. Det recirkulerede vand ledes gennem et biofilter, der er opdelt i 12 sektioner. I begyndelsen af driftsperioden var vandet adskilt mellem produktionsenhed, sættefiskeenhed og leveredamme, men for at få produktionen til at køre tilfredsstillende har det været nødvendigt at drive det som ét samlet produktionsanlæg med delvist sammenhængende flow. Måleprogrammet er tilpasset dette (reduceret), og opgørelserne for 1. måleår er lavet svarende til et ekstenstivt målt modeldambrug for hele året. Figur 1 er en principskitse af dambrugets opbygning med angivelse af vandflow.

Vandet bringes til at cirkulere i de forskellige produktionsenheder ved air-lift princippet, dvs. ved at den beluftning, som tilfører ilt til vandet, også løfter dette nogle centimeter. Beluftningen sker i såkaldte belufterbrønde.

Slam opsamles i pyramideformede slamkegler i bunden af produktionsanlægget og i sættefiskeanlægget og pumpes sammen med skyllevand fra filtrene op i et slambassin. Endvidere overføres spulevand fra mikrosigten i selve produktionsanlægget til slambassin. Frem til april 2006 var der to og fra i løbet af april 3 serieforbundne slambassiner, og det klarede afløbsvand herfra samt afløbet fra selve produktionsanlægget ledes til en plantelagune. Efter passage af plantelagunen, der består af en del af de oprindelige jorddamme, kanaler og bundfældningsbassiner, løber vandet til åen.

Produktionsanlægget er ca. 120 meter lang og 12 meter bred med en vanddybde på ca. 1,5 meter. Sættefiskeenheden er ca. 55 meter lang inkl. leveredamme og 12 meter bred. I alt er der ca. 3.600 m<sup>3</sup> vand i det samlede produktionsanlæg inkl. kanaler og filtre. Slambassinerne har en samlet kapacitet på ca. 1.000 m<sup>3</sup>. Plantelagunen har et areal på ca. 6.700 m<sup>2</sup> med en middeldybde på godt 0,8 m. Totalt har dambruget dermed et vandvolumen på ca. 10.100 m<sup>3</sup>. Med et samlet vandindtag på gennemsnitligt 37,1 l/s i det første måleår har der været en gennemsnitlig opholdstid på ca. 76 timer over dambruget. Opholdstiden for det samlede produktionsanlæg inkl. leveredamme kan beregnes til ca. 27 timer. Den

forudsatte minimumsopholdstid i produktionsanlægget for modeldambrug type III er på 18,5 timer (*Bekendtgørelse som modeldambrug, 2002*).



**Figur 1** Nørå Dambrug, opbygning og vandflow (ikke målfast). Nr. angiver målesteder som listet i tabel 1.

Nr.	Sted på dambruget	Målevariabel
1	Samlet vandindtag fra dræn/boring	K, F, S
2	Samlet udløb, produktionsanlæg, sættefisk, leveredamme	K, F, S
3	Til slambassin fra produktionsanlæg, sættefisk, leveredamme. Biofilter-skyllvand og slamkegler.	K, F,
4	Spulevand fra mikrosigter	K, F, S, V
5	Udløb klaret slamvand	K, F, S
6	Plantelagune, øvre del	S
7	Plantelagune, midt	S
8	Udløb plantelagune/dambrug	K, F, S, N

**Tabel 1** Oversigt over målepunkter på Nørå Dambrug i det første måleår således som det har været efter ændring i måleprogram fra april 2006. Tallene til højere refererer til det konkrete målepunkt på figur 1. Der anvendt følgende forkortelser: K: Prøvetagning for kemiske analyser. F: Vandmængde. V = vandstand (i første slambassin) og S: Ilt, pH og temperatur; N = nedbør.

## 2.2 Måleprogram og måleperiode

Efter en kortere indkøringsfase startede måleprogrammet på Nørå Dambrug som en del af forsøgsordningen officielt den 6. september 2005. Første måleår omfatter derfor fra 6. september 2006 til 5. september 2006, begge dage inklusive.

I første måleår har der kontinuert (hvert 10. minut) været målt vandmængde, vandhastighed, vandstand, nedbør, temperatur, ilt, pH ved et eller flere målepunkter på dambruget jf. tabel 1. De instrumenter, som måler kontinuert, er typisk tilsluttet en datalogger, hvorfra data overføres til en PC, som er placeret på dambruget. Data overføres via internettet fra PC'en til DFU og lægges ind i en fælles database som DFU og DMU anvender i projektet. Vandmængder måles i de fleste målepunkter

med elektronisk måler, et såkaldt vandur. I udløbet er der målt med vandur, da det samlede udløb fra dambruget sker via et rør. Vandstand måles i slambassinerne med en infrarød måler. I *Svendsen & Bovbjerg (2004)* findes flere informationer, baggrund og krav til måleprogram og en række tekniske detaljer.

Vandkemiske prøver er for indtagsvand målt som punktprøve (øjeblik-prøve) ca. 1 gang pr. måned (hver 14. dag i begyndelsen) eller i alt 14 gange i perioden. Grundet en ændring i vandflowet således, at vandet ikke længere blev holdt adskilt mellem selve produktionsanlægget og sættefiskeanlægget og leveredammene blev en række målepunkter ændret i april 2006. Frem til og med 04-04 -2006 blev der taget vandkemiske prøver fra:

- afløb sættefiskanlæg
- op- og nedstrøms biofilter i selve produktionsanlægget (hvor nedstrøms biofilter svarer til afløb fra produktionsanlæg)
- spulevand fra mikrosigte
- klaringsvandet fra slambassiner
- afløbet fra plantelagunen (samlet afløb fra dambruget).

Disse er udtaget hver 14. dag med ISCO-glacier vandprøvetagere. En prøve består af en puljet prøve over et døgn, hvor der i en stor flaske tages 100 ml delprøve hvert kvarter, svarende til 9,6 l prøve på 24 timer pr. målested. Prøverne står koldt (4° C) og mørkt i prøvetageren, der er udstyret med køleanlæg. Ved hvert målested er der målt i alt 27 gange i det første måleår.

Efter 4-4-2006 var der følgende ændringer for ovennævnte vandkemiske målesteder:

- afløb fra sættefisk måles ikke (kan ikke adskilles separat)
- der måles ikke længere op- og nedstrøms biofilter i produktionsanlægget, men i stedet på samlede afløb til plantelagunen fra selve produktionsanlægget + sættefiskeanlæg og leveredamme

Herudover er der hver 14. dag taget vandkemiske prøver af slamvand i forbindelse med henholdsvis tømning af slamkegler og returskylning af biofiltre. Indtil 04-04-2006 blev der taget følgende prøver:

- samlet slamvand fra slamkegler og returskylning af biofiltre i sættefiskeanlægget
- slamvand fra returskylning af biofilter i selve produktionsanlægget
- slamvand fra tømning af slamkegler i selve produktionsanlægget

Efter 04-04-2006 ændres måleprogrammet vedr. slamvand til:

- slamvand fra returskylling af biofilter i selve produktionsanlægget plus i sættefiskeanlægget
- slamvand fra tømning af slamkegler i selve produktionsanlægget plus i sættefiskeanlægget

Disse prøver udtages også som puljede prøver, men delprøverne er i 1 liter flasker, hvorfra der puljes. Afhængigt af hvor lang tid det tager at tømme slamkegler og returskylle biofiltre tages en række hyppige delprøver for repræsentativt at dække hele tidsperioden. Disse prøver tages med ISCO 6712-1 vandprøvetagere, der har et køleanlæg så prøverne står koldt (4° C) og samtidigt mørkt.

De vandkemiske prøver er analyseret for en række kemiske variable, fastlagt i *Bekendtgørelse om modeldambrug (2002)*. Det fremgår af tabel 2, hvilke variable der analyseres for, afhængigt af om der er tale om vandprøve taget i indtagsvandet (grundvand), slamvand (ved tømning af slamkegler, returskylling af biofiltre), afløb slambassin eller i produktionsanlæg og afløb fra dambruget. Analyserne er gennemført af akkrediteret laboratorium efter de standardanalysemetoder, der er foreskrevet ift. dambrug, herunder modificeret BI<sub>5</sub>.

Ved de målepunkter, hvor der udtages vandkemiske prøver måles hver 14. dag ilt, temperatur og pH med håndholdte præcisionsinstrumenter, som også anvendes ved kalibrering af de kontinuerte måleinstrumenter.

Parametre	Program A	Program B	Program C
	Fuld pakke: Udløb fra dambrug, op- og nedstrøms biofilter, afløb sættefiskanlæg og leveredamme	Grundvand (indtagsvand)	Returskylling biofiltre, tømning slamkegler, afløb slambassiner
Suspenderet stof (SS)	X	(x)	x
Modificeret BI <sub>5</sub>	X	(x)	x
COD	X	(x)	x
Total fosfor (P)	X	[x]	x
Orthofosfat-P	X	x	x
Total kvælstof (N)	X	[x]	x
Nitrat_nitrit-N	X	x	x
Ammonium-N	X	(x)	x

**Tabel 2** De vandkemiske parametre der analyseres for på de vandkemiske prøver, der er udtaget 1. måleår på Nørå Dambrug. x i parentes angiver at disse parametre efter at være målt nogle gange kun måles 2-3 gange om året hvis det viser sig at værdien konsekvent er under detektionsgrænsen, mens x i kantet parentes viser at total kvælstof henholdsvis total fosfor ikke måles hver gang, hvis der ikke er signifikant forskel på totalen ift. de opløste fraktioner. BI<sub>5</sub> er et mål for let omsætteligt organisk stof (biologisk iltforbrug over 5 dage). COD er et mere omfattende mål for organisk stof end BI<sub>5</sub>, da det er et mål for det kemiske iltbehov for at omsætte det organiske stof. Ammonium er primært NH<sub>4</sub>-N.

### 2.3 Væsentlige vilkår

I henhold til dambrugets miljøgodkendelse af 6. juli med efterfølgende tillæg og ændring dateret 28. september 2004 må der i forsøgsperioden anvendes 350 tons foder pr. år (*Ribe Amt 2004 a og b*).

Miljøgodkendelsen angiver det maksimalt tilladelige vandforbrug til 52,5 l./s (svarende til max. 4.540 m<sup>3</sup> pr. døgn).

Der må maksimalt udledes følgende stofmængder fra dambruget:

BI <sub>5</sub> :	5,1 mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N:	1,0 mg/l
Suspenderet stof:	10 mg/l
Total-N:	4,4 mg/l
Total-P:	0,36 mg/l

Vurdering af overholdelse af kravværdier og dermed til udledning af stofferne skal ske som tilstandskontrol efter DS 2399.

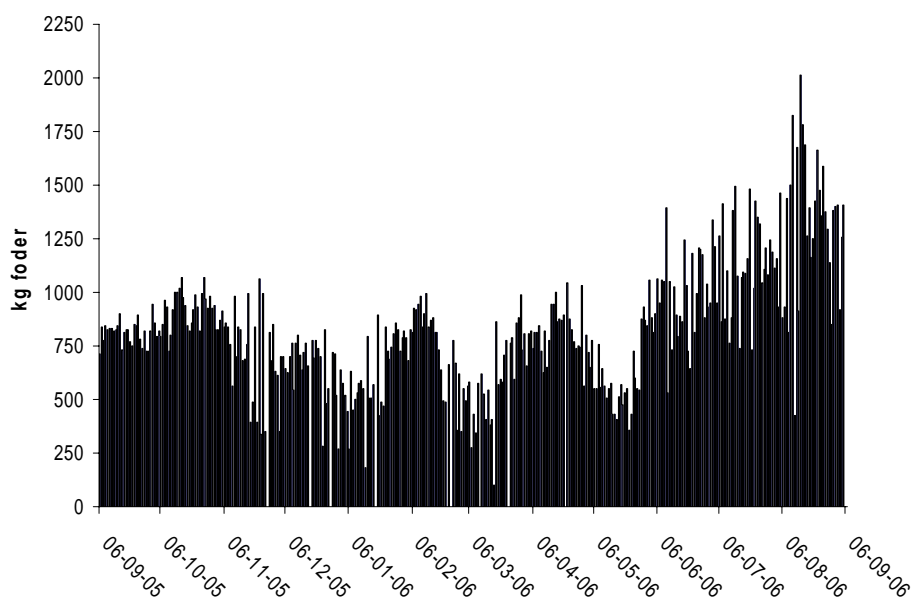
Iltmætningen i udløbet skal være 70 % til enhver tid.

### 3 Drift og produktion

#### 3.1 Foderforbrug, produktion og foderkvotient

På Nørå Dambrug er der i perioden 6. september 2005 til 5. september 2006 anvendt 296,5 tons foder. På baggrund af oplyste start- og slutbestande samt ind- og udfiskninger i perioden, er der beregnet en produktion på 342,4 tons fisk inkl. døde fisk. Dette giver en samlet foderkvotient (foderforbrug/fiskeproduktion inkl. døde fisk) på 0,866.

Det daglige foderforbrug fremgår af figur 2.



**Figur 2** Det samlede foderforbrug (produktionsanlægget plus sættefiskeanlægget) på Nørå Dambrug i første måleår.

I tabel 3 er angivet hvilke fodertyper og - mængder, der er anvendt på dambruget i det første måleår.

Fodertype	Forbrug (kg)
Dana Feed DAN-EX 2452 (1,5 mm)	5697
Dana Feed DAN-EX 2844 (2 - 4 mm)	290593
Dana Feed DAN-EX 3044 (2 - 3 mm)	221

**Tabel 3** Anvendte fodertyper i produktionsanlæg på Nørå Dambrug i det første måleår.

## 3.2 Produktionsbidrag

Udregningen af bidrag af de forskellige stoffer fra fiskeproduktionen (produktionsbidrag) i modeldambruget er foretaget som beskrevet i Modeldambrug, specifikationer og godkendelseskrav, Arbejdsrapport fra DMU, nr. 183. Der er udregnet produktionsbidrag for COD (total organisk stof), BI<sub>5</sub> (letomsætteligt organisk stof), total-N (total kvælstof) og total-P (total fosfor). Endvidere er bidraget af opløst kvælstof som udskilles over fiskenes gæller (hovedsageligt NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) blevet udregnet. Bidraget svarer til restleddet af kvælstof efter fradrag af den mængde kvælstof der indbygges i fisken henholdsvis udskilles som fækalier i forhold til den totalt indtagne mængde kvælstof.

I denne rapport anvendes det normalt anvendte standardindhold af kvælstof og fosfor i ørred på henholdsvis 3 % og 0,5 %. I årsrapporten for 2. måleår vil mere præcise indhold i dambrugets relevante produktion blive anvendt i beregningen. Ligeledes er der anvendt et forhold mellem BI<sub>5</sub> og COD på 0,3, baseret på tidligere erfaringer og resultater. Dette vil blive undersøgt nærmere til statusrapporten for 2. måleår.

Udregningen af produktionsbidrag er sket på dagsbasis i hver af dambrugets sektioner, og bidragene er herefter summerede. Udover de konkrete fodermængder er foderets kemiske sammensætning inddraget i udregningerne. Kemianalyse er foretaget på næsten alle foderleveringer (batches), men hvor disse værdier ikke foreligger, er der anvendt gennemsnitstal for de allerede analyserede fodertyper. I få tilfælde, hvor der ikke er foretaget kemisk analyse på fodertypen pga. små leveringer, er der anvendt deklarerede værdier fra foderfabrikanten.

I forbindelse med at fiskene leveres er der gennemsnitligt en cirka fire dages periode hvor fiskene ikke fodres, men hvor der kan være et mindre kvælstoftab fra fiskene. Derfor er der beregnet et produktionsbidrag af kvælstof på baggrund af generelle tal for stofomsætning hos foder-tomme regnbueørreder. Derimod vurderes der kun at være et marginalt bidrag af organisk stof (COD og BI<sub>5</sub>) i forbindelse med levering, idet dette forventes udskilt som kuldioxid (CO<sub>2</sub>). Ligeledes forventes kun et marginalt bidrag af fosfor inden levering, hvorfor bidraget af COD og BI<sub>5</sub> og total fosfor her er sat til 0.

På ti forskellige foderleverancer er der foretaget fordøjelighedsforsøg, dvs. det er i kontrollerede forsøg undersøgt, hvor stor en del af det indtagne foder og dets specifikke fedt-, protein- og kulhydrat- indhold der udskilles som fækalier. Disse værdier er indsat i beregningerne af produktionsbidrag for den relevante batch. Hvis batchen ikke er undersøgt mht. fordøjelighed er der anvendt gennemsnitstal for den relevante fodertype. I enkelte tilfælde, f.eks. i forbindelse med leveringer af små fodermængder, er der anvendt estimerede værdier for fordøjelighed af foderet. Fordøjeligheden af træstof er i alle tilfælde sat til 0.

Foderkvotienten er så vidt muligt beregnet for den enkelte sektion. Dette er kun muligt når en sektion tømmes fuldstændigt ved udfiskning. Værdien er indsat i udregningen af den konkrete sektionens produktionsbidrag. De beregnede foderkvotienter er blevet vægtede i forhold til det antal dage foderkvotienten er målt over, og de vægtede værdier er sam-

mensat til et gennemsnit, som er anvendt i de sektioner og perioder, hvor det ikke har været muligt at beregne foderkvotienten.

Der er ikke foretaget målinger af foderspild på Nørå Dambrug, men ved indledende undersøgelser på andre modeldambrug er der ikke konstateret nævneværdigt spild ved normal drift. Idet der dog af forskellige årsager må påregnes et mindre foderspild i visse perioder samt støv og smuld i foder, er der i denne rapport ved udregning af produktionsbidrag indsat en værdi på 1 % for foderspild på Nørå Dambrug. Denne værdi vil blive søgt yderligere kvalificeret i 2. årsrapport.



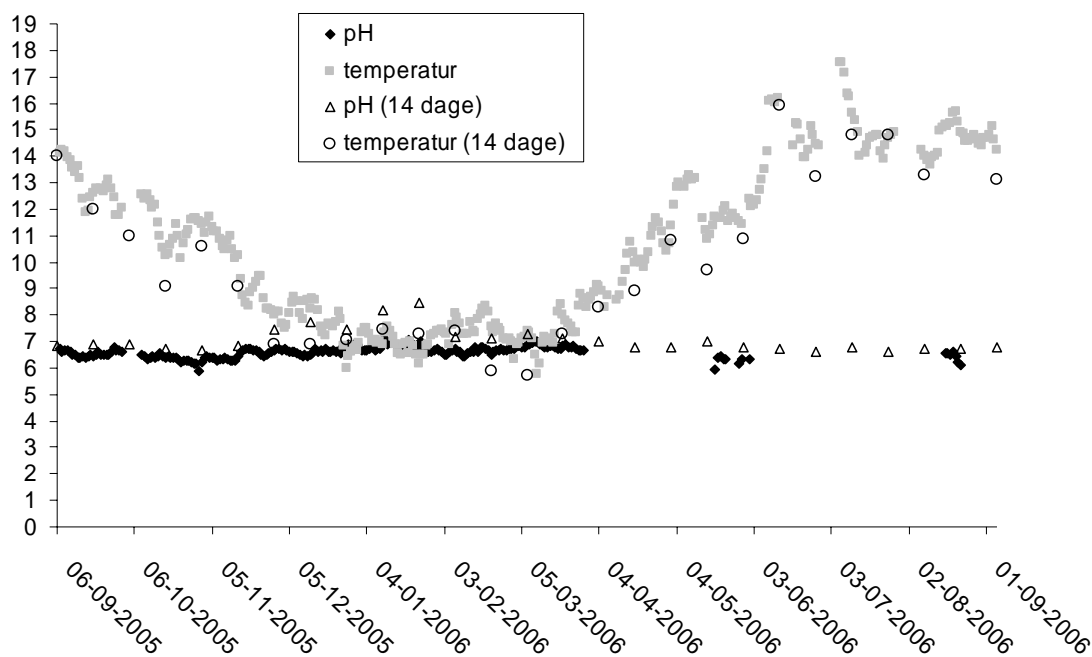
## 4 Temperatur, pH og ilt

Der er hvert tiende minut foretaget elektroniske registreringer af temperatur, pH og ilt i dambrugets produktionsanlæg, i plantelagunen samt i laguneudløbet. Hertil kommer, at der i forbindelse med udtagning af vandprøver hver 14. dag måles temperatur, pH og ilt på dambruget med håndholdte instrumenter. Dataene indsamles blandt andet med baggrund i lovmæssige krav og for bedre at kunne forklare de processer der foregår på dambruget, f.eks. omsætning af organisk stof.

De kontinuerte registreringer har desværre vist sig ikke at fungere tilfredsstillende. Især logning af ilt har været problematisk, idet iltsonderne ikke er blevet rensset tilstrækkelig ofte, og idet de tilsyneladende er relativ følsomme overfor elektronisk støj fra andre kilder. På den baggrund er de kontinuerte iltmålinger ikke medtaget i figur 3 og 4 nedenfor.

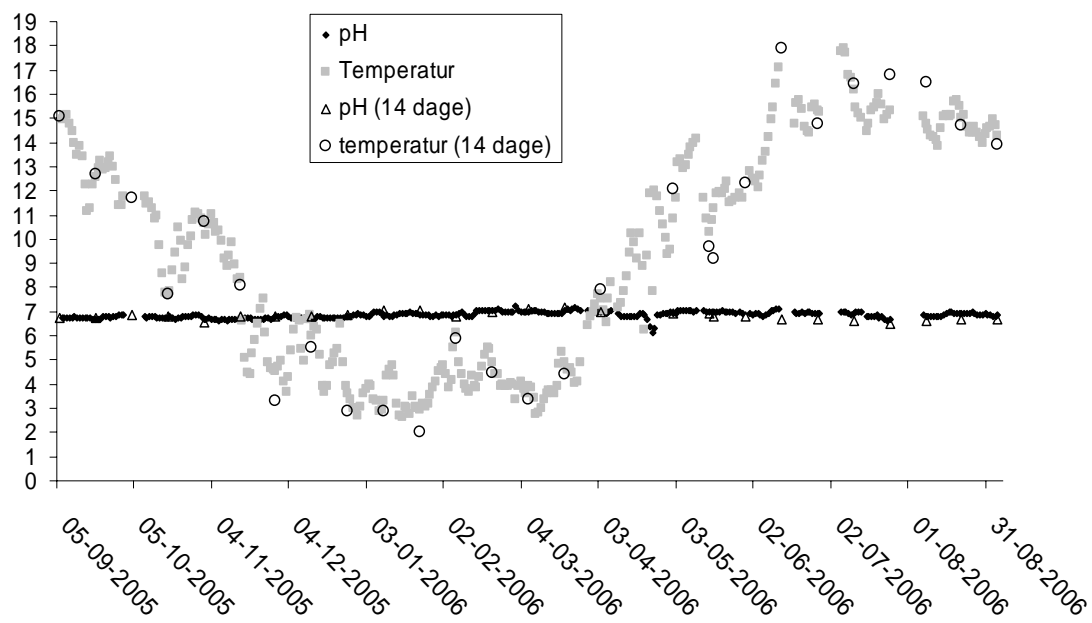
I figur 3 er vist daglige gennemsnitsværdier for temperatur (°C) og pH i dambrugets produktionsanlæg nedstrøms biofilteret. Der er endvidere angivet 14-dages målinger for temperatur og pH. Tilsvarende værdier for dambrugets udløb er vist i figur 4.

Baseret på 14-dages målinger har iltniveauet nedstrøms biofilter i produktionsanlægget ligget mellem 4 og 7 mg/l og mellem 1,5 og 6 mg/l i udløbet fra dambruget (før det opiltes inden det når vandløbet) med tendens til de højeste værdier i vinterhalvåret i afløbet fra dambruget.



**Figur 3** Gennemsnit pr. døgn for temperatur og pH nedstrøms biofilteret i produktionsanlægget på Nørå Dambrug. Endvidere er der angivet målinger foretaget hver 14. dag på samme sted. En større del af de daglige pH-målinger er ikke medtagne pga. fejl i målingerne.

Det bemærkes at gennemsnitsværdierne pr. døgn ikke er helt sammenlignelige med målinger der foretages hver 14. dag, idet sidstnævnte er "øjebliksmålinger" der foretages indenfor få minutter om formiddagen.



**Figur 4** Gennemsnit pr. døgn for temperatur og pH inden beluftning i udløbet fra Nørå Dambrug. Endvidere er der angivet målinger foretaget hver 14. dag på samme sted. Se bemærkninger i figurteksten til figur 3.

## 5 Vandflow i dambruget

### 5.1 Måling af vandflow

Flowet (dvs. vandmængden) bliver registreret kontinuert (hvert 10. minut) 6 steder i dambruget jf. tabel 4. Registreringen sker ved hjælp af elektromagnetiske flowmålere (vandure), der måler nøjagtigt med en usikkerhed på mindre end 1 %.

2 af de elektromagnetiske flowmålere har haft perioder, hvor data enten er gået tabt eller har været fejlbehæftede. Problemerne har skyldtes underdimensionering/tilstoppelse og fugtproblemer i elektronikken på grund af oversvømmelser. Det er specielt flowmængden af klaret slamvand, der ikke er blevet målt korrekt i ca. 8 måneder. I de pågældende perioder er dataserierne korrigeret ved hjælp af interpolation og korrelation til de øvrige målere og ved brug af infrarød vandstandsmåler i slambassin. Problemerne med flowmålerne har medført en mindre forøgelse af usikkerheden, og en foreløbig vurdering er, at usikkerheden på middel-flowdata er mellem 0 og 10 %.

Målested	Navn på målested	Gennemsnitsflow l/s
1	Samlet vandindtag fra dræn/boring	37,1
2	Samlet udløb, produktionsanlæg, sættefisk, leveredamme	34,3
3	Til slambassin fra produktionsanlæg, sættefisk, leveredamme. Biofilter-skylevand og slamkegler.	1,7
4	Spulevand fra mikrosigter	0,6
5	Udløb klaret slamvand	2,4
2+5	Samlet tilløb til plantelagune	36,7
8	Udløb plantelagune/dambrug	24,5

**Tabel 4** Vandflow (l/s), gennemsnit ved målesteder på Nørå Dambrug for 1. måleår.

Det samlede vandindtag har i gennemsnit for det første måleår været 37,1 l/s, hvilket er noget mindre end de tilladte 52,5 l/s. Vandindtaget til produktionsanlæg, sættefisk og leveredamme sker fra 2 borerer placeret mellem anlæggene og vandløbet.

Det samlede udløb fra produktionsanlæggene er ca. 2,8 l/s mindre end indløbet. Det meste af denne forskel skyldes, at der bliver ført vand væk herfra i forbindelse med skylning af filtre og tømning af slamkegler (ca. 1,7 l/s), og at der pumpes spulevand fra mikrosigterne (0,6 l/s). Endvidere er der et lille forbrug af vand ved udfiskning og sortering. Der sker således ikke noget egentligt tab af vand fra produktionsanlægget.

## 5.2 Returskylning af biofiltre og tømning af slamkegler

For at fjerne partikler bliver slamfælderne (kegler) i bunden af produktions- og sættefiskeanlæggene tømt regelmæssigt, og tilsvarende bliver biofiltret i såvel produktionsanlæg og sættefiskeanlæg (retur) skyllet ved at sende vandstrøm modsat den normale strømretning. Alt slam bliver pumpet til slambassin. Tømning og skylning skal køre efter et fast skema, men afvigelser fra de faste procedurer kan ske i forbindelse med f.eks. flytning af fisk, sygdomsbehandling mv. Mikrosigterne bliver skyllet kontinuerligt.

Under tømning og returskylning pumpes ca. 18 l/s fra produktionsanlæg og sættefiskeanlæg til slamtanken. Den samlede vandmængde, der er blevet anvendt til tømning og skylning er som middel for hele måleåret opgjort til 2,4 l/s (3+4), hvilket svarer til ca. 6 % af det samlede vandindtag til dambruget.

## 5.3 Vandbalance

Det samlede vandindtag på 37,1 l/sek. er kun en lidt større end det samlede tilløb til plantelagunen (36,7 l/sek.). Denne forskel ligger inden for måleusikkerheden, dog kan der have forekommet et mindre vandspild. Nedbør og fordampning i produktionsanlæggene har kun en meget ringe betydning for vandbalancen, da det på årsbasis kun vil tilføre hvad der som middel svarer til maksimalt 0,1 l/s.

Udløbet fra plantelagunen, og dermed dambrugets samlede afledning til vandløbet, var som middel for måleåret på 24,5 l/s. Da det samlede tilløb til plantelagunen som middel har været 36,7 l/s kan der konstateres et betydeligt tab over plantelagunerne på 12,2 l/s eller ca. 33 % i det første måleår. Tabet er fordelt over hele året, dog lidt mindre i sommerperioden jf. figur 5.

Der kan findes 3 mulige forklaringer på tabet af vand fra plantelagunen:

1. Der sker en nedsivning fra bunden af plantelagunen til grundvandet
2. Der sker en nedsivning til borer og dræn til dambrugets indvinding
3. Der er utætheder i afgrænsningen mellem plantelagunen og vandløbet

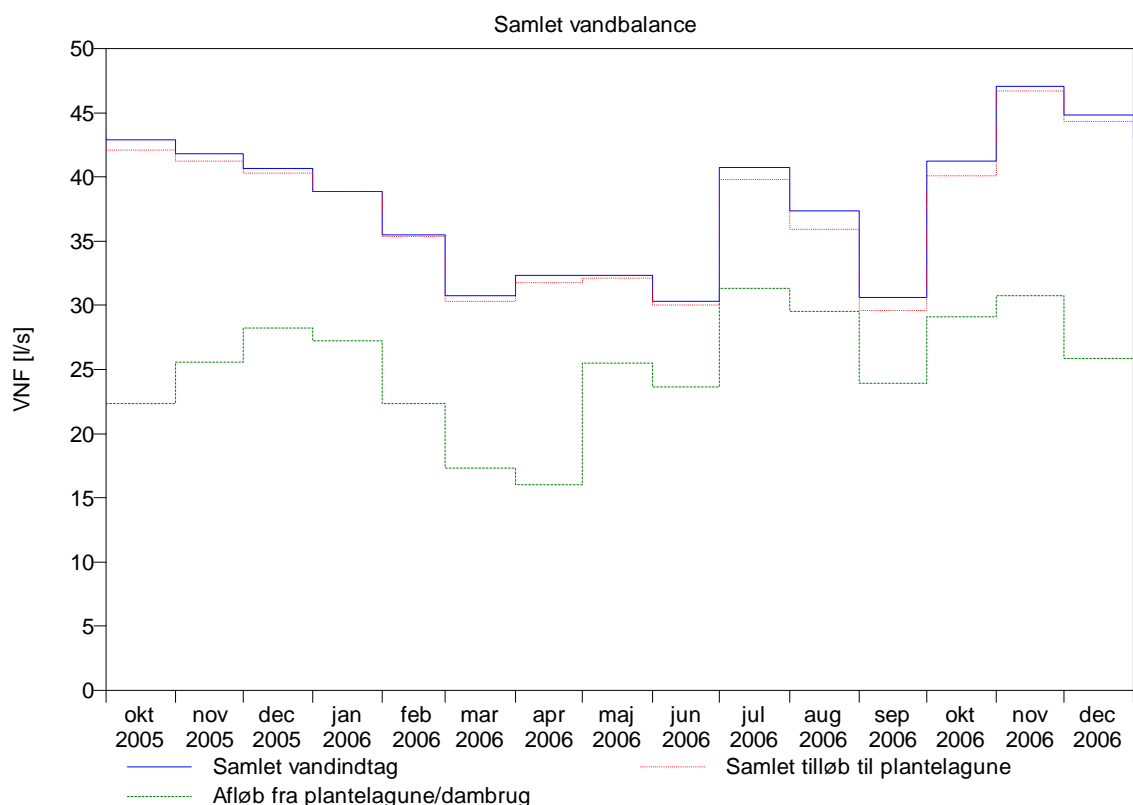
Ad 1. Hvis grundvandstanden er lavere end vandstanden i plantelagunen kan der forekomme en nedsivning. Afhængig af grundvandets strømningsretning, vil en andel af det tabte vand kunne strømme til vandløbet.

Ad 2. Nedsivning, hvis grundvandstanden er lavere som under pkt. 1, men da der endvidere er en indvinding af vand til dambrugsproduktionen som sker fra overfladenære borer og dræn i umiddelbar nærhed af plantelagunen, kan noget af det nedsivende vand strømme hertil og dermed blive genanvendt i produktionen.

Ad 3. Utætheder og udsivning vil kunne opstå, hvis der er en snæver afgrænsning med smalle dæmninger mellem plantelagune og vandløb, eller der kan være gamle bygværker, stem mv., som ikke er tætte.

På Nørå dambrug kan tabet skyldes en kombination af alle 3 processer. Det virker sandsynligt, at der sker nedsivning til grundvand, da ådalens materiale er grus/sand. Det forekommer også sandsynligt at en del af det nedsivende vand kan strømme til vandindtaget i borerne. Hvor meget nedsivning, hvor stor en andel, der strømmer til borerne og hvor meget der siver ud til vandløbet, kan ikke vurderes på det foreliggende datagrundlag. Det vil kræve en kortlægning af grundvandsbevægelser under og omkring dambruget, som ligger ud over måle- og dokumentationsprojektet, for at kvantificere de tre processer. Betydningen af dette vandtab ift. beregnede rensegrader over plantelagunerne, omtales senere.

En mindre del af tabet kan skyldes direkte utætheder mellem plantelagunen og vandløbet. På en del af strækningen mellem plantelagune og vandløb er der en smal dæmning, og der er konstateret gennemstrømning i den i en kortere periode. Et gammelt bygværk med afløb til vandløbet lidt nedstrøms det egentlige afløb fra dambruget er også lidt utæt. Det vurderes dog, at tabet fra utæthederne er relativt begrænset (få procent) i forhold til tabet på grund af nedsivning.



Figur 5 Samlet vandbalance over Nørå Dambrug, månedsmiddel (l/sek.)

Som for produktionsanlægget har nedbør og fordampning kun ubetydelig indflydelse på vandbalancen i plantelagunen. Kun på enkelte dage kan det medføre at vandbalancen viser mere afstrømning af vand end der løber til plantelagunen som f.eks. i forbindelse med kraftigt regnskyl.

## 5.4 Recirkulationsflow

Recirkulationen bliver drevet af luftpumperne i anlægget, så variationer i flowmængden vil være en funktion af behovet for beluftning. Der vil derfor normalt være sammenhæng mellem flowet og mængden af fisk i anlægget, og der vil være en tendens til større flow i sommerperioden. Recirkulationsflowet i produktionsanlægget er ikke registreret længere end til begyndelsen af marts 2006, da monitoringen overgik til ekstensivt program i forbindelse med ændring af flowforholdene på dambruget. Indtil da blev recirkulationsflowet målt til mellem 400 og 700 l/s.

Med et gennemsnitligt samlet vandindtag på 37,1 l/s ( $Q_i$ ) til produktionsanlæg 1 og en samlet recirkulering på 400-700 l/s ( $Q_r$ ) (tabel 4), kan recirkulationsgraden opgøres til mellem 91 og 95 %, beregnet som  $(Q_r - Q_i)/Q_r$ . For modeldambrug type III forudsættes en minimum recirkulationsgrad på 95 %.

## 5.5 Vandforbrug/fodermængde

Ved at sammenholde det samlede vandindtag med det samlede foderforbrug er det opgjort, at der på Nørå Dambrug er brugt ca. 3.945 liter vand pr. kg foder eller 3.415 liter vand pr. kg produceret fisk. Dette er en faktor 15 - 20 lavere end i et traditionelt gennemstrømningsdambrug.

## 5.6 Hydraulisk belastning af lagune

Baseret på det beregnede areal af plantelagunerne (se kapitel 11) har den gennemsnitlige hydrauliske belastning af plantelagunen været 0,005 l/s pr. m<sup>2</sup> plantelagune og dermed kun ca. 1/4 af den forudsatte max. belastning på 1 l/s pr. 48 m<sup>2</sup> (0,021 l/s/m<sup>2</sup>) plantelagune i modeldambrugsbekendtgørelsen (*Bekendtgørelse om modeldambrug, 2002*).

## 6 Stofkoncentrationer forskellige steder på dambruget

Der er beregnet gennemsnitskoncentrationer for de analyserede, udtagne vandprøver i det første måleår ved forskellige målestationer på Nørå Dambrug (tabel 5). Endvidere er angivet spredningen på koncentrationerne over første måleårs 27 prøvesæt (dog kun 14 sæt for indtagsvandet). Det giver et billede af hvordan der tilføres stof ved fiskeproduktionen og hvordan der fjernes stof via bl.a. slamkegler, biofiltre, slambassin og plantelagune.

Måleprogrammet blev ændret midt i april 2006, hvorfor der for nogle målepunkter er beregnet gennemsnit fra første måleårs start til april 2006 og for de nye målepunkter fra april 2006 og frem til første måleårs afslutning i september 2006.

Det bemærkes at koncentrationerne fra især tømning af slamkegler er meget høje for alle kemiske variable, men også returskyllevand fra biofiltrene er noget højere end for afløbet af produktionsanlægget og sættefiskeanlægget. Desuden er værdierne for ammonium, total kvælstof, total fosfor og for organisk stof (BI<sub>5</sub> og COD) samt for suspenderet stof meget høje i afløbsvandet fra slambassinet (kaldet klaringsvand) og på niveau med returskyllevandet fra biofiltre.

På Nørå Dambrug er der installeret en mikrosigte foran biofiltrene i produktionsanlægget og skyllevandet herfra har høje koncentrationer for suspenderet stof og BI<sub>5</sub> men væsentlig lavere end for returskylning af biofiltre.

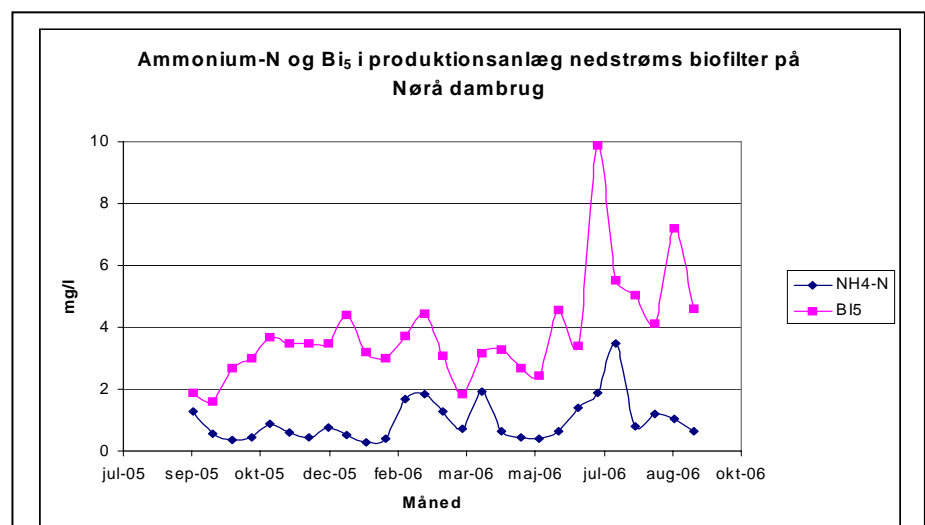
Koncentrationen af de forskellige stoffer i afløbet fra dambruget (udløb fra plantelagunen) er lavere end de tilsvarende koncentrationer der tilføres plantelagunen fra produktionsanlægget, sættefiskeanlæg og klaringsvandet fra slambassinet, dvs. der sker en stoftilbageholdelse/-omsætning/-fjernelse hen over plantelagunen.

Spredningen på koncentrationerne over det første måleår er størst på de høje koncentrationer som tømning af slamkegler, returskyllevand fra biofiltre og klaringsvand fra slambassinet. Spredningen målt som procent af gennemsnitskoncentrationen viser, at den største spredning findes for total fosfor og ammonium-kvælstof på mere end 80 % og lavest for nitrat+nitrit-kvælstof og total kvælstof lavere end 50 %.

Dato	NH <sub>4</sub> -N		NO <sub>23</sub> -N		Total-N		Ortho-P		Total-P		BI <sub>5</sub>		COD		Susp. stof	
	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std	Gen	Std
Vandindtag samlebrønd	0,1	0,0	3,5	0,3	3,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,4	8,2	3,8	6,0	3,1
Slamkegler og biofilter sættefiskeanlæg*	3,8	4,1	4,1	2,6	42,5	40,8	0,7	0,9	11,7	4,7	468	545	1.004	977	787	859
Afløb slamkegler sættefiske- + prod. anlæg**	14,9	8,6	4,1	2,2	204	173	21,6	12,7	212	278	1.988	894	9.970	8.100	3.372	2.189
Afløb slamkegler prod. anlæg*	10,7	7,0	4,8	1,9	183	111	14,6	10,0	146	124	3.143	2.027	8.936	7.338	5.207	2.908
Returskyl biofilter. produktionsanlæg.*	3,5	4,0	6,8	1,8	33,6	22,1	1,0	1,3	27,4	51,6	322	345	774	557	640	365
Returskyl biofilter: sættefiske- + prod anlæg**	1,6	1,3	6,5	4,3	28,3	8,0	0,2	0,1	10,5	6,2	124	64,9	457	202	563	467
Spulevand (mikrosigte)	1,3	1,5	9,6	2,5	13,2	3,8	0,2	0,1	0,8	0,8	11,9	10,3	42,4	26,5	21,4	18,9
Klaringsvand (slambed)	17,9	13,6	1,3	2,5	46,6	76,2	0,1	0,1	12,3	27,8	305	755	824	1.947	622	1.756
Afløb sættefiskeanlæg*	0,7	0,7	8,4	1,2	10,2	1,3	0,1	0,0	0,2	0,1	3,0	0,8	15,2	3,6	3,4	1,4
OS biofilter prod. anlæg *	1,0	0,6	8,4	1,6	10,6	1,8	0,1	0,1	0,2	0,1	3,7	1,0	17,4	5,2	3,4	1,3
NS biofilter prod. anlæg*	0,9	0,6	7,6	2,0	10,2	1,9	0,1	0,1	0,1	0,1	3,1	0,8	16,9	4,9	2,6	1,0
Afløb prod. anlæg inkl. sættefiskeanlæg**	1,1	0,9	11,2	2,4	13,5	3,0	0,1	0,1	0,2	0,1	4,8	2,2	26,3	8,3	4,0	1,2
Udløb dambrug	1,2	1,3	6,8	1,5	8,8	1,4	0,0	0,0	0,1	0,1	2,5	0,8	18,5	7,6	3,1	2,0

**Table 5** Gennemsnitskoncentrationen (Gen) og spredningen (Std) for de kemiske variable for de forskellige målesteder på Nørå Dambrug i det første måleår. Målesteder mærket (\*) er gennemsnittet fra 6. september 2005 til 4. april 2006. Målesteder mærket (\*\*) er gennemsnittet fra 18. april 2006 til 5. september 2006.

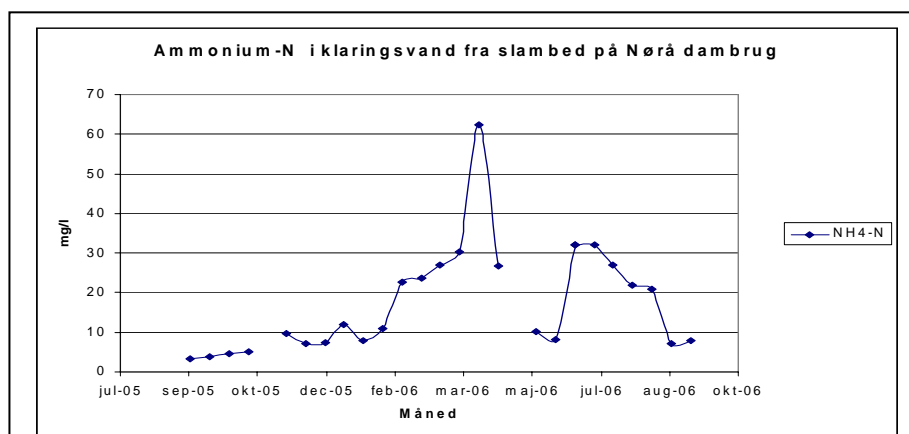
Koncentrationsforløbet for ammonium-kvælstof og BI<sub>5</sub> nedstrøms biofilteret i produktionsanlægget i Nørå Dambrug det første måleår fremgår af figur 6. Koncentrationen af ammonium-kvælstof ligger det meste af første måleår mellem 0,5 og 2 mg/l med en enkelt undtagelse og uden nogen udpræget sæsonvariation. BI<sub>5</sub> koncentrationen varierer mellem 2-4 mg/l frem til juni 2006, hvorefter den stiger til mellem 4 - 10 mg/l i perioden frem til september 2006. Stofkoncentrationerne nedstrøms biofilteret indgår i beregningerne af stoffilførslen til plantelagunen, idet det svarer til afløb fra selve produktionsanlægget til plantelagunen.



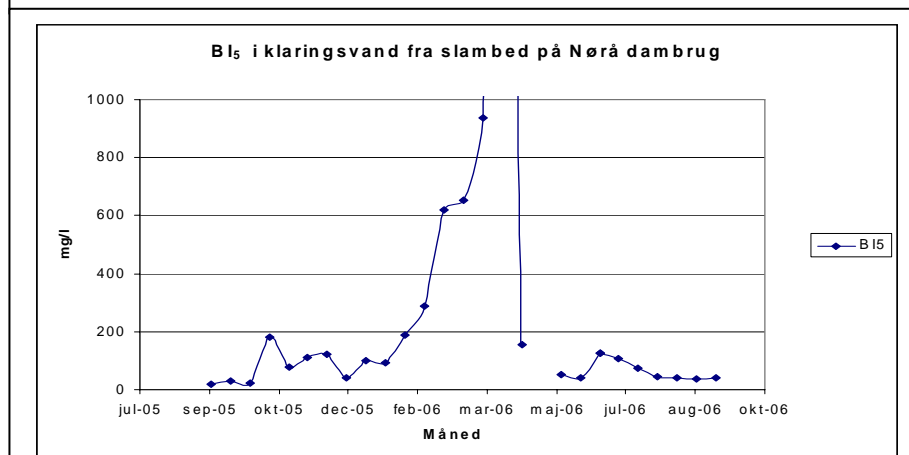
**Figur 6** Ammonium kvælstof og BI<sub>5</sub> koncentrationen (mg/l) nedstrøms biofilteret i produktionsanlæg på Nørå Dambrug det første måleår. Fra 16. april 2006 blev målestedet flyttet til kombinerede udløb fra produktionsanlæg og sættefiskeanlæg inklusiv leveredamme, men i en position svarende til nedstrøms biofiltrene.



En anden væsentlig stofkilde til plantelagunen kommer med klaringsvandet fra slambassinet. Koncentrationsforløbet af ammonium kvælstof i klaringsvandet viser en 3-dobling fra februar 2006 frem til juli 2006 (figur 7).  $BI_5$  koncentrationen i slamvandet stiger markant fra januar 2006 til maj 2006 således at klaringsvandet bidrager betydeligt til stoftilførslen til plantelagunen (figur 8). Det bratte fald i koncentration fra maj 2006 tilskrives at der i anden halvdel af april tages et ekstra bassin i brug (fra 2 til 3 bassiner), således at opholdstiden i slambassinet blev højere.

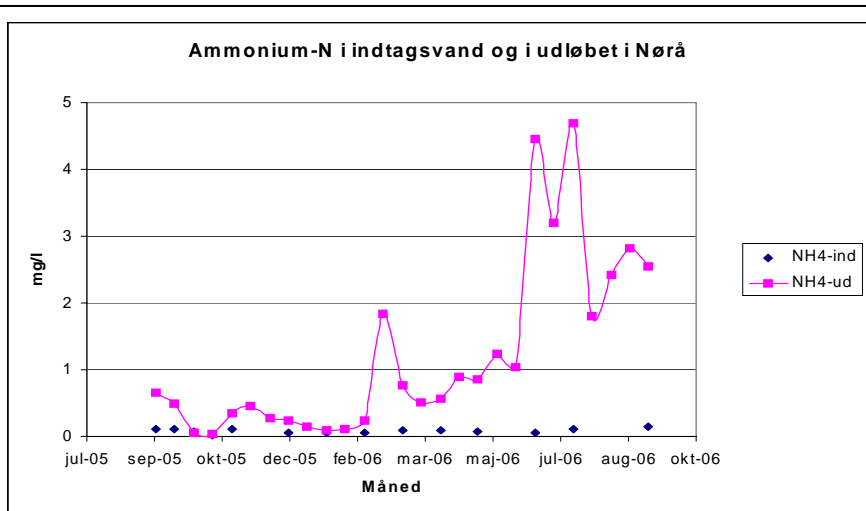


**Figur 7** Ammonium kvælstof koncentrationen (mg/l) i klaringsvandet fra slambassinet på Nørå Dambrug det første måleår.

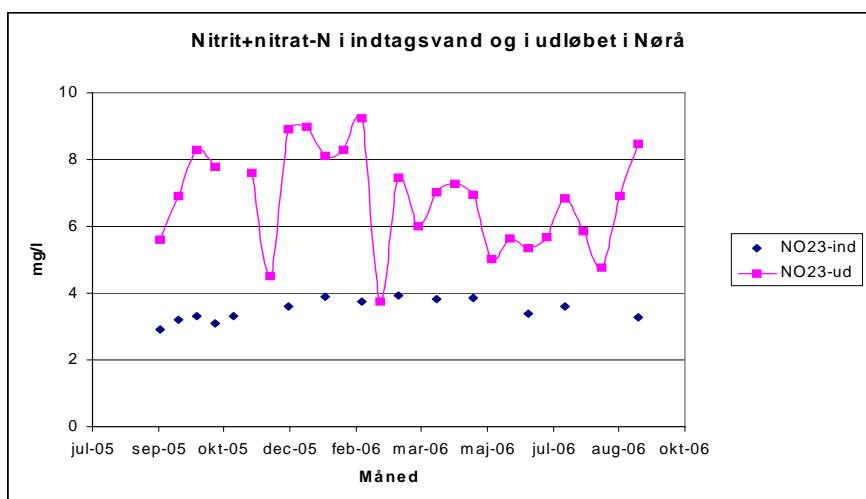


**Figur 8**  $BI_5$  koncentrationen (mg/l) klaringsvandet i klaringsvandet fra slambassinet på Nørå Dambrug det første måleår.

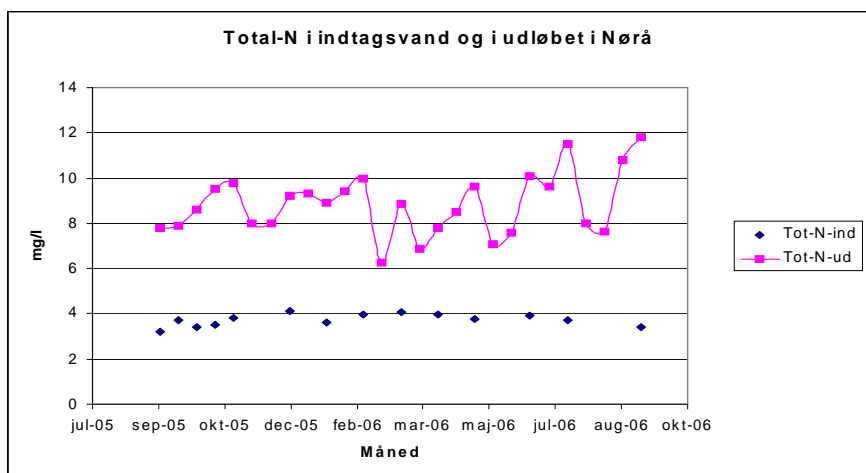
I figur 9- 16 vises koncentrationsforløbet for de målte kemiske parametre i henholdsvis indtagsvandet og i afløbet fra plantelagunen (dvs. afløb fra dambruget). Disse værdier indgår i den statistiske beregning af overholdelse af udlederkravene (jf. kapitel 7). I indtagsvandet er der meget små variationer gennem måleåret for de enkelte kemiske stoffer med størst variation for organisk stof og for suspenderet stof. For udløbsvandet fra plantelagunen er der en generel stigning i koncentration i løbet af første måleår for ammonium-kvælstof (meget markant), total fosfor (markant),  $BI_5$  (svag), COD (markant) og suspenderet stof (markant). For nitrat-nitrit og total kvælstof er der ikke nogen klar tendens i koncentrationsudviklingen det første måleår, mens orthofosfat fosfor koncentrationen i to omgange varierer meget.



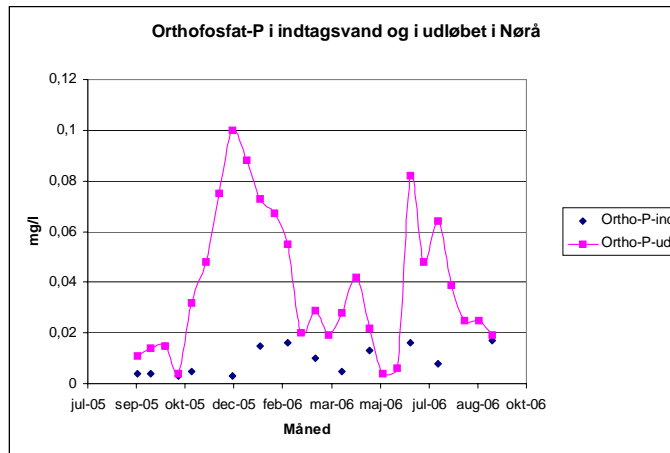
**Figur 9** Ammonium kvælstof koncentrationen (mg/l) i indtagstvandet og i udløbet til Grindsted Å i det første måleår på Nørå Dambrug.



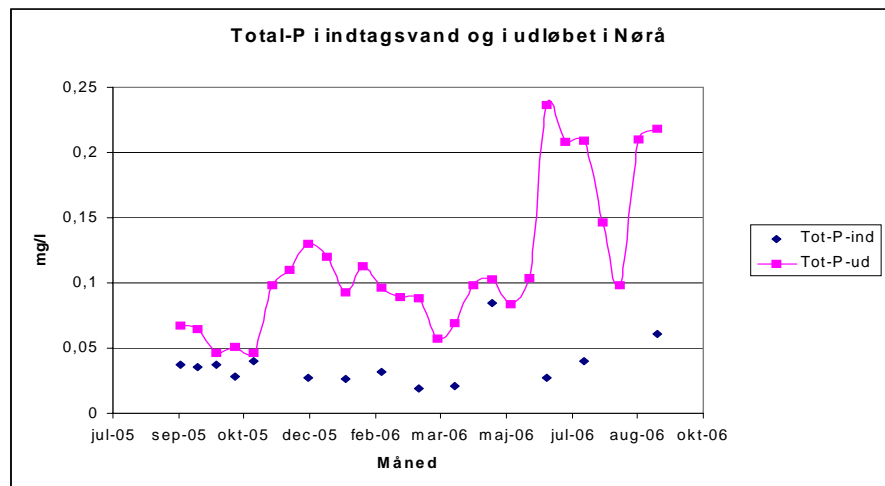
**Figur 10** Nitrat+Nitrit kvælstof koncentrationen (mg/l) i indtagstvandet og i udløbet til Grindsted Å i det første måleår på Nørå Dambrug.



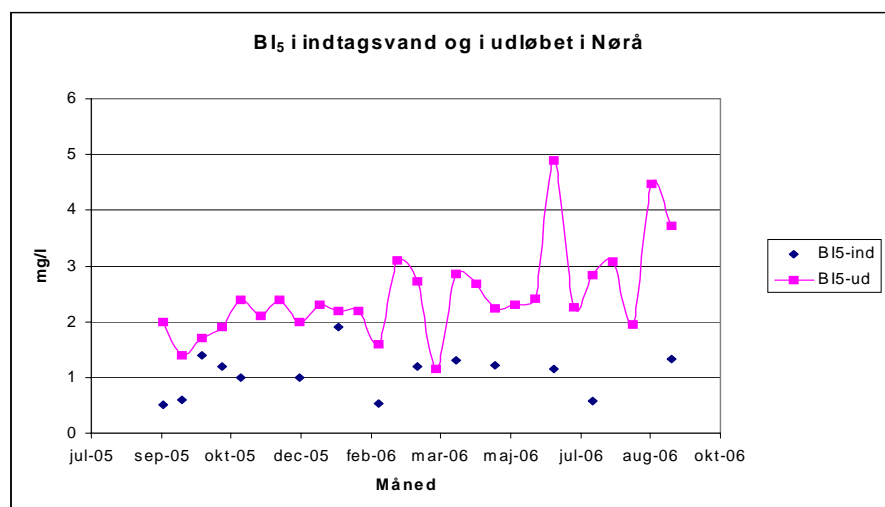
**Figur 11** Total kvælstof koncentrationen (mg/l) i indtagstvandet og i udløbet til Grindsted Å i det første måleår på Nørå Dambrug.



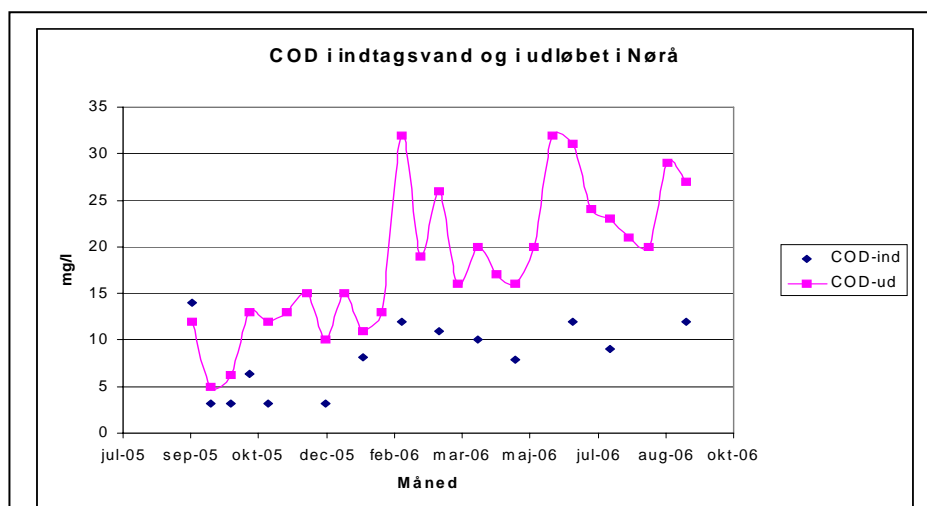
**Figur 12** Orthofosfat fosfor koncentrationen (mg/l) i indtagstvåndet og i udløbet til Grindsted Å i det første måleår på Nørå Dambrug.



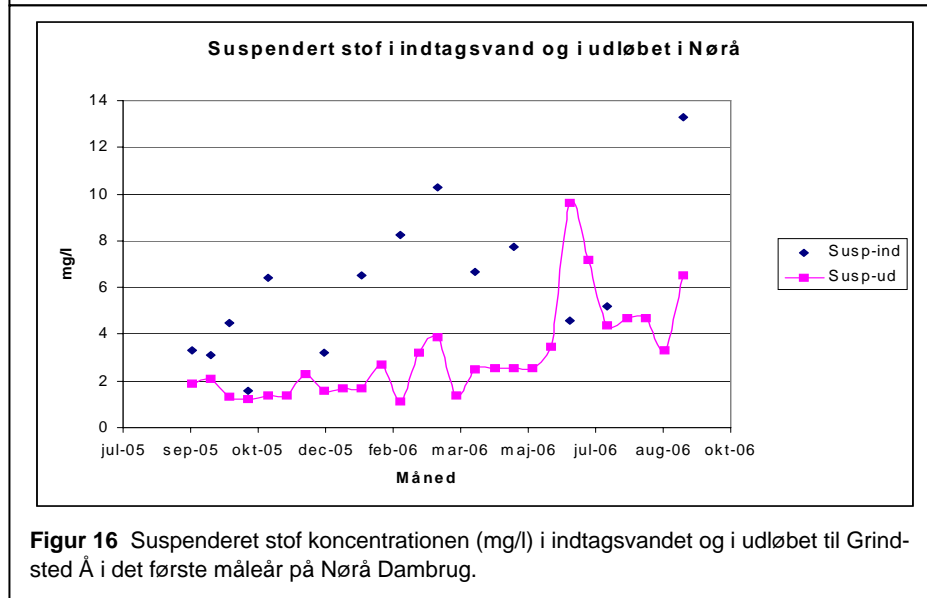
**Figur 13** Total fosfor koncentrationen (mg/l) i indtagstvåndet og i udløbet til Grindsted Å i det første måleår på Nørå Dambrug.



**Figur 14** Organisk stof målt som BI<sub>5</sub>-koncentrationen (mg/l) i indtagstvåndet og i udløbet Grindsted Å i det første måleår på Nørå Dambrug.

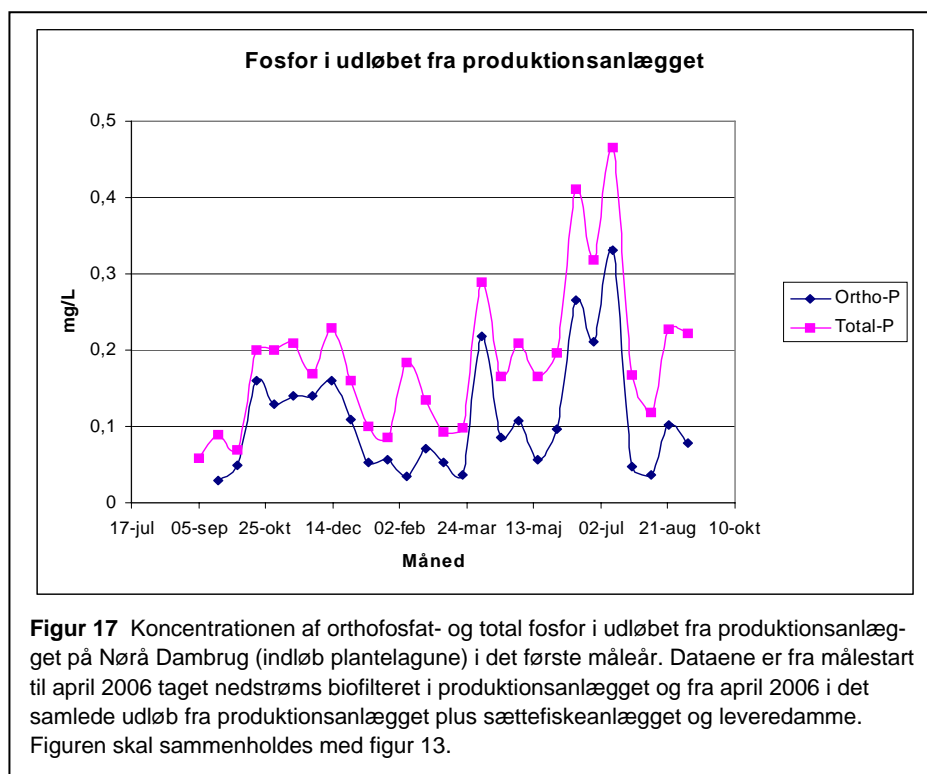


**Figur 15** Organisk stof målt som COD koncentrationen (mg/l) i indtagvand og i udløbet Grindsted Å i det første måleår på Nørå Dambrug.



**Figur 16** Suspendert stof koncentrationen (mg/l) i indtagvand og i udløbet til Grindsted Å i det første måleår på Nørå Dambrug.

I lighed med nitrat-kvælstof kan orthofosfat optages af planterne og alger i plantelagunen, hvorfor det umiddelbart kunne forventes at koncentrationen af disse stoffer i afløbet fra dambruget var mindst i planternes vækstsæson om sommeren og størst om vinteren og det tidligere forår. Den denne effekt udviskes for orthofosfat af et stigende bidrag af opløst fosfor fra produktionsanlægget gennem første måleår (figur 17).



## 7 Overholdelse af udlederkrav

I miljøgodkendelsen og efterfølgende tillæg/ændring heraf for Nørå Dambrug er der opstillet en række udlederkrav i forsøgsperioden (Ribe Amt, 2004 a og b). Udlederkravene er i miljøgodkendelsen formuleret som: " .. at de anførte værdier er at betragte som en forøgelse af koncentrationen i forhold til det indvundne grund- og drænvand", hvor de angivne kravværdier fremgår af tabel 5. Ribe Amt har stillet krav om, at overholdelse af udlederkravene foretages ved tilstandskontrol for alle 5 parametre på koncentration af stoffer i udløbsvandet efter Dansk Standard 2399 (*Dansk Standard, 1999*), dvs. som afløbskontrol og med statistisk kontrolberegning som for afløbsdata fra virksomhed.

DS 2239 er imidlertid beregnet til kontrol alene på udledninger, dvs. hvor der ikke er en koncentration i indløb (indtagsvand). Udledninger fra dambrug bør foretages med udgangspunkt i forskellen i koncentrationen hen over et dambrug dvs. på koncentrationsforøgelsen over dambruget, jf. *Bekendtgørelse for modeldambrug (2002)* og anbefalingerne i faglig rapport nr. 60 fra DMU om "Afløbskontrol fra dambrug" (*Larsen og Svendsen, 1998*). Endvidere bør kontrollen for f.eks. total-kvælstof og total-fosfor gennemføres som transportkontrol.

Beregningen af amtets krav til overholdelse af kravværdier er statistisk ikke muligt. Der opereres med koncentrationsforøgelser i afløbet men DS 2339 kan kun anvendes på den faktiske koncentration i udledningerne og ikke på koncentrationsforskelle. Det skyldes, at der i DS 2339 skal omregnes til logaritmen af koncentrationen. Der kan ikke tages logaritmen af negative koncentrationer, som opstår i de tilfælde hvor indløbskoncentrationen er højere end den i udløbet fra dambruget. Endvidere er logaritmen til differencen mellem to koncentrationer (dvs.  $\log(a-b)$ ) ikke det samme som forskellen mellem logaritmen på de samme to tal (dvs.  $\log(a) - \log(b)$ ). Det ville derfor ikke være fagligt korrekt at anvende DS 2399 ved udlederkontrol på dambrug, som opererer med forskelskoncentrationer.

I tabel 6 er udlederkontrollen dels beregnet efter DS 2399 på de faktisk målte koncentrationer i udledningen (dvs. uden korrektion for koncentrationen i indtagsvandet) og dels som forudsat i *Bekendtgørelse om modeldambrug (2002)*, dvs. efter *Larsen og Svendsen (1998)*. Det antages at sikkerheden for overholdelse af udlederkravene skal være 95 % (sikkerheden for miljøet) som forudsat i *Dambrugsbekendtgørelsen og anbefalet i Pedersen et al. (2003)*. Sædvanligvis regnes 95 % statistisk sikkerhed for at være temmelig høj.

Kontrol parameter	Kravværdi jf. Miljøgodk. mg l <sup>-1</sup>	Udledn. efter DS 2399 mg l <sup>-1</sup>	Udledning efter Bekendt. modeldambrug mg l <sup>-1</sup>	Teoretiske kravværdier fra Dambrugsbekendtgørelsen mg l <sup>-1</sup>
Susp. Stof	10	3,50	-2,06	18,9 (3,0)
NH <sub>4</sub>	1,0	1,20	1,82	2,5 (0,4)
Total-N	4,4	9,47	5,80	3,8 (0,6)
Total-P	0,36	0,13	0,10	0,32 (0,05)
BI <sub>5</sub>	5,1	2,79	1,84	4,4-6,3 (0,7-1,0)

**Tabel 6** Kontrol på udledningerne fra Nørå Dambrug (dvs. på de faktiske målte koncentration i udløbet fra dambruget) det første måleår med beregnede statistiske udlederværdier beregnet dels ud fra DS 2399 dels beregnet efter miljøgodkendelsen udlederkrav men som anbefalet i Bekendtgørelsen om modeldambrug, jf. *Larsen og Svendsen (1998)* dog som tilstandskontrol. Der er beregnet efter en statistisk sikkerhed på overholdelse af udledninger på 95 %. Med kursiv er vist, hvor udlederkravene ikke er overholdt det første måleår ift. miljøgodkendelsens kravværdier. Sidste kolonne er de beregnede udlederkravværdier, hvis dambrugsbekendtgørelsens vejledende udlederkravværdier (som er angivet i parentes) ganges med forholdet mellem tilladt samlede vandindtag før ombygning (svarende til medianminimum ved dambruget) og max. vandindtag efter ombygning, dvs. 330 l/s divideret med 52,5 l/s = 6,3.

Den statistisk beregnede udlederværdi, der sammenholdes med udlederkravet, findes som gennemsnitskoncentrationen i kontrolperioden (her måleår 1) plus spredningen på koncentrationerne i kontrolperioden ganget med en statistisk justeringsfaktor, som beregnes jf. *Larsen og Svendsen (1998)* og *Pedersen et al. (2003)*. Udlederkontrollen modificeret efter miljøgodkendelsen og efterfølgende ændring heraf viser, at Nørå Dambrug har overholdt alle udlederkrav for suspenderet stof, total fosfor og BI<sub>5</sub> i det første måleår, mens udlederkravet er overskredet for ammoniumkvælstof (20 %) og for total kvælstof (115 %), men der er ved denne beregning ikke kunnet tages hensyn til koncentrationen i indtagsvandet. Ved beregning efter bekendtgørelsen om modeldambrug er der ligeledes overholdelse af udlederkravet for suspenderet stof, total fosfor og BI<sub>5</sub> i det første måleår, mens udlederkravet er overskredet for ammoniumkvælstof (82 %) og for total kvælstof (30 %). De beregnede udlederværdier beregnet efter bekendtgørelsen ligger for suspenderet stof, total fosfor og BI<sub>5</sub> langt under kravværdierne.

I tabel 6 er også angivet, hvad kravværdien teoretisk ville blive efter Dambrugsbekendtgørelsens vejledende udlederkravværdier, såfremt hele reduktionen i vandindtaget sammenlignet med før ombygningen til et modeldambrug, blev godskrevet dambruget. Det findes ved at gange en faktor 6,3 på Dambrugsbekendtgørelsens udlederkravværdier, hvor faktoren findes som forholdet mellem tidligere samlede vandindtag på 330 l/s (som svarer til medianminimum ved Nørå Dambrug) og det tilladte vandindtag efter ombygning på 52,5 l/s. I så fald ville Nørå Dambrug overholde alle udlederkrav på nær total kvælstof hvor overskridelsen af udlederkravet er over 50 % (beregnet efter Bekendtgørelse om modeldambrug).

Det fremgår i øvrigt, at for suspenderet stof og ammonium-kvælstof har amtet i miljøgodkendelsen og den efterfølgende ændring hertil fastlagt kravværdierne betydeligt lavere end de teoretiske kravværdier efter dambrugsbekendtgørelsen, ved fuld kompensation for reduceret vandforbrug mens det for total kvælstof og total fosfor er lidt højere.

## 8 Massebalancer

### 8.1 Produktionsbidrag

I følge den førte driftsjournal har foderforbruget i det første måleår været på i alt 296,5 tons inklusiv foderforbrug i sættefiskeanlæg. Der er beregnet en produktion på 342,4 tons fisk (inkl. døde), dvs. med en foderkvotient på produktionsanlægget på 0,866. I kapitel 3.2 er redegjort for beregning af produktionsbidraget som fremgår af tabel 7 med antagelse om 1 % foderspild.

Produktionsbidraget vil være underestimeret, da der er anvendt det normalt foreskrevne standardindhold af kvælstof og fosfor i fisk på henholdsvis 3 % og 0,5 % i beregningerne heraf. I rapporten for 2. måleår vil mere præcise indhold i dambrugets relevante produktion blive anvendt til beregningen..

Produktionsbidrag	NH <sub>4</sub> -N	Total-N	Total-P	BI <sub>5</sub>	COD
Kg	9.158	11.431	1.471	21.100	70.333
Kg pr. tons foder	30,9	38,6	5,0	71,2	237,2
Kg/tons fisk i prod. anlægget	26,7	33,4	4,3	61,6	205,4

**Tabel 7** Beregnede produktionsbidrag for det første måleår på Nørå Dambrug opgjort i kg, kg pr. tons foder og kg pr. tons produceret fisk.

### 8.2 Massebalancer

Der er i forskellige dele af dambruget beregnet, hvor store stofmængder der er tilført og afledt. Hermed kan der beregnes massebalancer hen over f.eks. selve produktionsanlægget, sættefiskeanlægget, plantelagunerne, over hele dambruget m.v. En stofmængde er (fraset produktionsbidraget) beregnet ved at gange en daglig vandmængde et givent målested med den tilhørende døgnmiddelkoncentration af de målte kemiske variable. Vandmængderne måles som beskrevet i kapitel 2 kontinuert i en række målepunkter for hvilke målingerne er summeret til en døgnmiddel vandmængde. De døgnlige stofkoncentrationer er fundet ved lineær interpolation mellem de målte døgnmiddelkoncentrationer fra prøvetagning af vandkemiske prøver hver 14. dag. Stofmængderne forskellige steder på dambruget fremgår af tabel 8.

De to kilder til stofinput er friskvand fra boringer (indtagsvandet = I) og foder (produktionsbidraget = P). Produktionsbidraget ses som et stofbidrag fra slamkegletømning i produktions- og i sættefiskeanlægget, returskylning af biofiltre i produktions- og sættefiskeanlægget samt via de forøgede stofmængder der løber ud af produktionsanlægget til plantelagunerne ift. indtagsvandet.

Som omtalt i kapitel 5.3 tabes der i gennemsnit ca. 34 % vand hen over dambruget i det første måleår, hvilket sker hen over plantelagunen. Den vandmængde der tilføres og afledes fra slambassinet er bestemt med en vis usikkerhed. Det skyldes dels at der kun tilføres vand i visse perioder,



således at beregningerne er afhængige af dambrugets tidsangivelser for hvornår pumper fra slambrønde til slambassiner har kørt. Ved at sammenligne de indberettede pumpetider med vandurets registreringer indberetter dambruget ca. 40 % for lidt vand, og for få tømninger og spulinger af slamkegler og biofiltre sammenlignet med, hvad der er målt på vanduret, der måler input til slambassin. På Nørå Dambrug blev prøvetagningsproceduren ændret den 14. april 2006. Før denne dato blev der taget en fælles kemiprøve for tømning af slamkegler og returskyllevand fra biofilter i sættefiskeanlægget, men separate prøver for tømning af slamkegler og returskyllevand fra biofiltret i selve produktionsanlægget. Efter denne dato var der fælles flow mellem produktionsanlæg og sættefiskeanlæg, hvor der blev henholdsvis en prøve af returskyllevand fra biofiltrene i produktions- plus sættefiskeanlæg og tilsvarende i prøve for tømning af slamkegler i disse anlæg. Stofmængderne fra returskylling af biofiltre, tømning af slamkegler, returskyllevand plus tømning af slamkegler er beregnet som gennemsnittet af prøvetagningerne hver 14. dag fra før henholdsvis efter den 14. april.

	Vandm. 1000 m <sup>3</sup>	Susp kg	NH <sub>4</sub> -N kg	NO <sub>23</sub> -N kg	Total-N kg	Ortho-P kg	Total-P kg	BI <sub>5</sub> kg	COD kg
<b>Indtagvand (I)</b>	1.169	7.386	95	4.150	4.417	12	44	1.254	9.464
<b>Produktionsbidrag (P)</b>	-	-	9.158	-	11.431	-	1.471	21.100	70.333
<b>Samlet stofinput (I+P)</b>	1.169	7.386	9.253	4.150	15.848	12	1.515	22.354	79.797
<b>Slamkegler + biofilter sættefisk<sup>1)</sup></b>		5.596	41	56	448	5	133	4.382	7.312
<b>Slamkegler produktionsanlæg<sup>2)</sup></b>		24.104	105	29	1.372	157	1.376	14.261	68.184
<b>Biofilterskyl produktionsanlæg<sup>2)</sup></b>		14.657	60	186	772	14	421	5.128	14.588
<b>Spulevand af mikrosigte</b>	20	501	31	187	273	4	18	285	971
<b>Tilført slambassin i alt</b>		44.859	238	458	2.865	181	1.948	24.056	91.055
<b>Afløb prod. anlæg til plantelagune</b>	912	2.949	893	8.182	10.470	98	171	3.510	18.703
<b>Afløb sættefisk/leveredam</b>	169	588	109	1.424	1.720	14	30	524	2.512
<b>Klaringsvand slambassin til plantelagune</b>	75	35.336	1.239	99	2.951	5	674	17.091	46.452
<b>Tilført plantelagune i alt</b>	1.156	38.874	2.241	9.706	15.142	118	875	21.125	67.666
<b>Udløb dambrug</b>	774	2.390	963	5.286	6.837	32	89	1.907	14.214

**Tabel 8** Beregnede samlede stofmængder i første måleår ved forskellige målesteder på Nørå Dambrug. I = stofmængder i indtagsvandet. P = produktionsbidrag fra fiskeproduktionen (foder). Der kan ikke beregnes produktionsbidrag for suspenderet stof, nitrat og orthofosfat. Det gennemsnitlige vandindtag har været 37,1 l/s.<sup>1)</sup> Perioden frem til 14. april 2006.<sup>2)</sup> I perioden frem til 14. april 2006 er det alene fra selve produktionsanlægget, fra 14. april 2006 og resten af første måleår er det sum af produktions- og sættefiskeanlæg

I modsætning til de fleste gennemstrømningsanlæg er produktionsbidraget på Nørå Dambrug den primære kilde til stoftilførsel. Stof i friskvandsindtaget udgør henholdsvis 1 % af ammonium kvælstof-, 3 % af total fosfor-, 6 % af BI<sub>5</sub>-, 12 % af COD- samt 26 % af total kvælstoftilførslen ift. til den samlede tilførsel til dambruget af disse stoffer.

Stofmængden i det klarede slamvand i afløb fra slambassin er for suspenderet stof, fosfor og organisk stof (BI<sub>5</sub> og COD) flere gange større end stofmængden, der tilføres plantelagunerne ved afløb fra produktionsanlæg og sættefiskeanlæg. Endvidere tilføres plantelagunen ca. 30 % mere ammonium-kvælstof med klaringsvandet fra slambassinerne end hvad tilsvarende tilføres fra produktionsanlægget. Det betyder, at en

større del af det stof der egentligt er tilbageholdt og overført til slambassinene, tilbageføres til plantelagunerne og evt. udledes.

Den største stofkilde til slambassin er tømning af slamkegler, der for suspenderet stof, total fosfor, BI<sub>5</sub> og COD står for noget over 50 % af stofinputtet hertil.

## 9 Rensegrader og stoffjernelse

### 9.1 Beregning af rensgrader

I dette kapitel beregnes stoffjernelsen over hele dambruget og over del-elementerne i produktionsanlæg, plantelagune m.v. Rensegraden beregnes ud fra to beregningsmetoder. Rensegraden  $R_N$  for en given kemisk variabel er bestemt ud fra anvisningen i *Bekendtgørelsen for modeldambrug (2002)*, som

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

$P$  = produktionsbidraget

$U_N$  = dambrugets nettoudledning, dvs. målte udledning  $U_M$  minus  $I$  = input fra indtagsvand (boringer).

Denne metode kan kaldes nettorensgraden, som svarer til at stoftilbageholdelsen over hele dambruget  $S_N$  for en given kemisk variabel bestemmes i procent af produktionsbidraget  $P$  for det samme stof, dvs.

$$R_N (\%) = S_N / P * 100$$

Endvidere beregnes en bruttorensgrad  $R_B$  hvor stoftilbageholdelsen over dambruget  $S_N$  for en given kemisk variabel bestemmes i procent af den samlede stoftilførsel dvs. ift. produktionsbidraget  $P$  plus stofbidraget fra indtagsvand ( $I$ ), dvs.

$$R_B (\%) = (S_N / (I + P)) * 100 \quad (2)$$

Brug af ovenstående formler forudsætter at vandindtaget til dambruget udgør mindre end eller lig med 10 % af vandløbets medianminimumsvandføring, hvilket næsten er opfyldt for Nørå Dambrug, der i første måleår i gennemsnit har indvundet 37,1 l/s eller hvad der svarer til 11 % af Grindsted Å's medianminimumsvandføring på 330 l/s ved dambruget.

### 9.2 Rensegrader over hele dambruget

Målinger og beregninger for det første måleår viser at nettorensgraden ( $R_N$ ) (tabel 9) har været 79 % for totalt kvælstof (N), 97 % for total fosfor (P) og 97 % for organisk stof udtrykt som  $BI_5$ , hvilket er betragteligt højere end forudsætningerne i jf. *Bekendtgørelsen for modeldambrug (2002)* for type III modeldambrug. Bekendtgørelsen forudsætter rensgrader på henholdsvis 11 %, 60 % og 75 % for de tre kemiske variable for et type III modeldambrug uden mikrosigter mens rensgraden skal være 15 % for N, 65 % for P og 80 % for  $BI_5$ , hvis mikrosigterne anvendes ved fastlæggelse af dambrugets fodtildeling. For totalt kvælstof skal der til de 15 % dog tillægges, at plantelagunerne forudsættes at fjerne 1 g N pr dag pr  $m^2$ , dvs. 365 g pr.  $m^2$  pr. år eller med de 6.702  $m^2$  plantelagune i Nørå

Dambrug (jf. kapitel 11) svarende til 2.446 kg total kvælstof pr. år. Omregnet svarer dette til at nettorensgraden for kvælstof mindst skal være 36 %, hvilket til fulde er opfyldt.

I de beregnede rensgrader er der ikke taget højde for det tab af visse stoffer, der forekommer grundet nedsivning fra plantelagunen. De beregnede rensgrader i tabel 9 er derfor et højeste mål for stoffjernelsen over dambruget, som reelt må antages at have været lavere. Da det nedsivende vands skæbne ikke har været en del af undersøgelsen vurderes der ikke i statusrapporten fra første måleår på, hvor meget rensgraderne evt. burde reduceres.

For modeldambrugene under forsøgsordningen er der dispenseret ift. kvælstofudledninger således at det er den forventede rensgrad for fosfor, der har bestemt den tildelte fodermængde. Det betyder, at dambruget skal op omkring en rensgrad på knap 65 % for total kvælstof for efterfølgende at kunne opfylde rensgraderne ift. det tildelte foderforbrug. Selv om rensgraderne for totalt kvælstof er høj kan bl.a. problemstillingen omkring om der fjernes kvælstof med det nedsivende vand fra plantelagunerne være årsagen til at det ikke ud fra tilstandskontrol af udledninger efter DS2399 og modeldambrugsbekendtgørelsen har været muligt at overholde udlederkravene for total kvælstof.

Beregningerne viser også, at selvom nettorensgraden har været på ca. 91 % for ammonium kvælstof, så er dette ikke en tilstrækkelig stor omsætning til, at de fastsatte udlederkrav kan overholdes, da disse er skrappe for ammonium kvælstof. Den mængde ammoniak kvælstof, der løber fra ikke mindst slambassin med klaringsvandet er for stort.

Der er ikke udregnet rensgrader for suspenderet stof, da det ikke giver mening at beregne et produktionsbidrag for suspenderet stof.

Forskellen mellem netto- og bruttorensgraderne afspejler, hvor meget stofbidraget fra indtagsvandet udgør af produktionsbidraget. Det har mindst betydning for ammonium kvælstof, hvor de to mål for rensgrader er næsten ens og størst ved total kvælstof, hvor bruttorensgraden er 22 procentpoint lavere end nettorensgraden.

	Vandmængde <sub>3</sub> 1000 m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> -N kg	Total N kg	Total P kg	BI <sub>5</sub> kg	COD kg
<b>Indtagsvand (i)</b>	1.169	95	4.417	44	1.254	9.464
<b>Produktionsbidrag (P)</b>		9.158	11.431	1.471	21.100	70.333
<b>Samlet stof bidrag (I+P)</b>	1.169	9.253	15.848	1.515	22.354	79.797
<b>Målte udledninger fra dambrug (Um)</b>	774	963	6.837	89	1.907	14.214
<b>Netto udledning fra dambrug Un (Um-I)</b>		867	2.421	45	653	4.750
<b>Nettorensgraden Rn (%) jf. formel (1)</b>		91	79	97	97	93
<b>Bruttorensgraden Rs (%) jf formel (2)</b>		90	57	94	91	82
<b>Stofudledningen netto i g/ kg produceret fisk</b>		2,5	7,1	0,1	1,9	13,9
<b>Stofudledningen brutto i g/ kg produceret fisk</b>		2,8	20,0	0,3	5,6	41,5

**Table 9** Beregnede udledninger til vandløb og rensegrader over Nørå Dambrug for første måleår, ud fra henholdsvis samlede stofinput til dambruget (brutto) og ud fra produktionsbidraget (netto). Endvidere er stofudledningerne beregnet brutto og netto ift. mængde produceret fisk.

I tabel 9 er der endvidere angivet en stofudledning i g pr. kg produceret fisk beregnet både ift. den målte udledning i udløbet fra dambruget (brutto) og ift. den tilsvarende nettoudledning fra dambruget. De tilsvarende tal for netto stofudledninger for Døstrup Dambrug (Fjorback *et al.*, 2003) var:

- $\text{NH}_4\text{-N}$ : 4-6 g pr. kg produceret fisk
- Total N: 5-11 g pr. kg produceret fisk
- Total P: 2 g pr. kg produceret fisk
- $\text{BI}_5$ : 20-28 g pr. kg produceret fisk.

Sammenlignet med tallene fra Døstrup udleder Nørå Dambrug netto ca. samme mængde total kvælstof pr. kg produceret fisk. For de øvrige parametre ligger Nørå Dambrug på halv udledning for ammonium kvælstof og væsentligt lavere for total fosfor og  $\text{BI}_5$  end de tilsvarende tal for Døstrup.

### 9.3 Rensegrader over produktionsanlægget og over plantelaguner

Dette afsnit indeholder resultaterne for stoftilbageholdelse og rensegrader over produktionsanlægget (tabel 10) og over plantelagunerne (tabel 11). På Nørå Dambrug er der opstrøms biofilteret i selve produktionsanlægget opsat en mikrosigte, som løbende spules ren og hvor spulevandet føres til slambassin. Produktionsbidraget omfatter det samlede produktionsbidrag vedr. det anvendte foder i første måleår, dvs. inklusive anvendt foder i sættefiskeanlægget.

Stoffjernelsen i produktionsanlægget er et mål for, hvad der fysisk opsamles i mikrosigten, slamkeglerne og biofiltrene og som føres over i slambassin. Det dækker endvidere også en evt. omsætning af stof som giver anledning til et stoftab i produktions- og sættefiskeanlæg samt i biofiltrene (og evt. i slamkeglerne). Stoffjernelsen i produktionsanlægget og sættefiskeanlæg er fundet som forskellen mellem det stof, der tilføres disse produktionsenheder med boringsvandet (friskvandindtag) og produktionsbidraget minus det stof, der er målt fraført produktionsanlægget og sættefiskeanlæg (inkl. leveredamme) til plantelagunen.

For plantelagunen beregnes stoftilbageholdelsen som forskellen mellem det stof, der tilføres fra produktionsanlægget, sættefiskeanlægget inkl. leveredamme samt klaringsvandet fra slambassin og det stof som udløber fra dambruget (afløb plantelagunen).

Rensegraderne er både i tabel 10 og 11 beregnet på to måder:

- stoffjernelse i procent af stoftilførslen til produktionsanlægget + sættefiskeanlægget (tabel 10) og til plantelagunerne (tabel 11)
- stoffjernelse i procent af det samlede produktionsbidrag (tabel 10 og 11)

For plantelagunerne beregnes stoffjernelse endvidere i procent af den samlede stoftilførsel til dambruget (dvs. i procent af I + P fra tabel 9).

For produktionsanlægget inkl. sættefiskeanlægget er stoffjernelsen desuden blevet beregnet som angivet i de to dots ovenfor, men hvor der er modregnet for at en større del af det stof, der overføres til slambassin via tømning af slamkegler og returskylning af biofiltre, efterfølgende ledes til plantelagunen med klaringsvandet fra slambassin. Dette stof er dermed reelt ikke fjernet. Dette er et mål for netto stoffjernelse i mikrosigte, slamfælder og biofiltre, mens stoffjernelsen udregnet uden der tages højde for afløb af stof med klaringsvandet, er et mål for brutto tilbageholdelsen/omsætningen i slamfælder, biofiltre og mikrosigte (hvad de har tilbageholdt/fjernet og som er ført over i slambassin). Jo bedre man bliver til at reducere stofmængderne i klaringsvandet, des tættere vil netto og brutto tallene komme på hinanden og desto større reel rensning vil renseforanstaltningerne i produktionsanlægget + sættefiskeanlæg kunne præstere. Samtidig vil plantelagunerne skulle tilbageholde mindre stof og udledninger kan antages at blive reduceret.

For Nørå Dambrug er der opstillet en stofbalance for slambassin, hvor tilførslen med henholdsvis spulevand fra mikrosigte, returskyllevand fra biofiltre samt tømning af slamkegler indgår som stofinput til stofbalancen og stoffjernelsen via klaringsvandet indgår som stoffjernelse heri. Forskellen svarer til stoftilbageholdelsen over slambassin.

For plantelagunerne er stoftilbageholdelsen/omsætningen også udtrykt i gram per m<sup>2</sup> plantelagune pr. dag for at kunne sammenligne med andre dambrug (tabel 11).

Ved sammenligning af resultaterne i tabel 10 og 11 skal man være opmærksom på, at stof, der fjernes i produktionsanlægget og ikke senere tilføres plantelagunerne via klaringsvandet fra slambassin ikke også kan fjernes i plantelagunerne. Det betyder, at plantelagunen sandsynligvis kan fjerne mere af nogle stoffer end den faktisk gør, hvis den blev belastet hårdere.

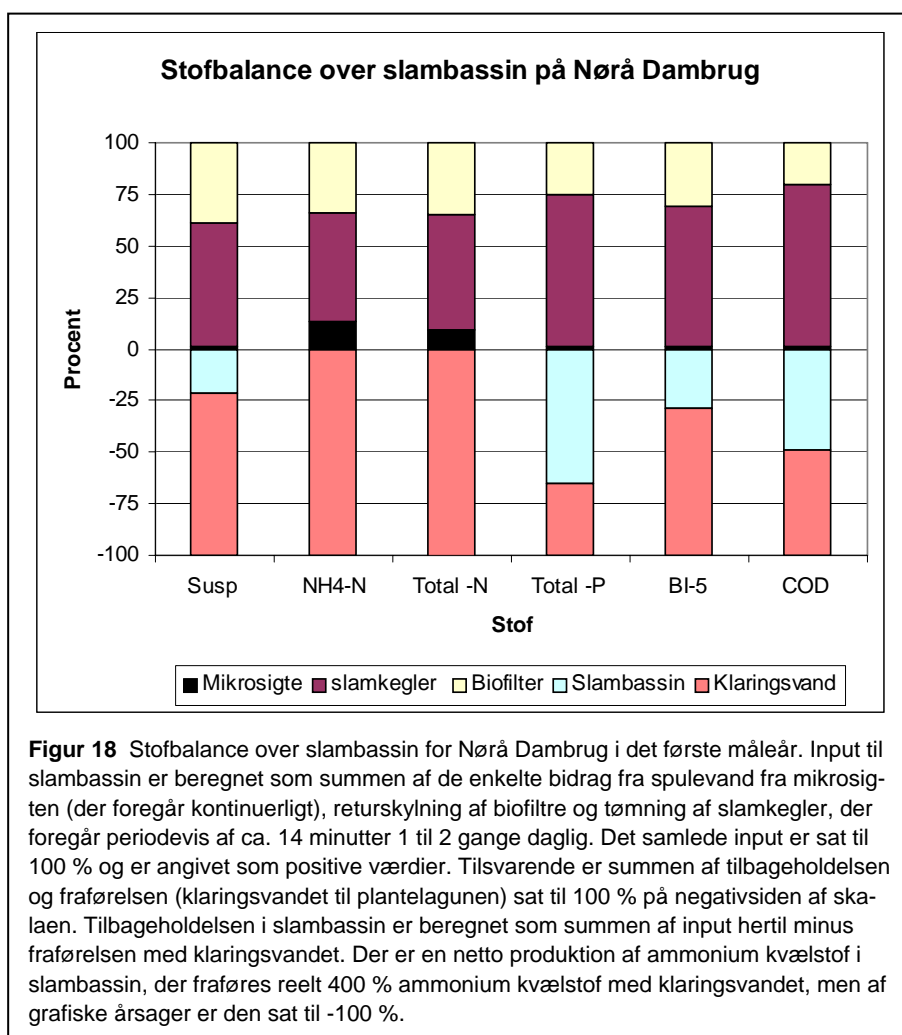
Umiddelbart fjernes store dele (mellem 83 og 90 %) af stofinputtet i produktionsanlægget inkl. sættefiskeanlægget ift. ammoniak, total fosfor og organisk stof (BI<sub>5</sub> og COD) og endnu højere andele, hvis stoffjernelse beregnes ift. produktionsbidraget. Til gengæld er stoffjernelsen af totalt kvælstof betydeligt lavere (23 % af det samlede input og 32 % af produktionsbidraget). Skal man reelt vurdere stoffjernelsen i produktionsanlægget og sammenligne med betydningen af den tilsvarende stoftilbageholdelse i plantelagunerne skal der imidlertid tages højde for, at en væsentlig del af det stof, der er ført over i slambassinerne via spulevand fra mikrosigte, returskylning af biofiltre og tømning af slamkegler, efterfølgende udledes til plantelagunerne med klaringsvandet. Af det tilførte stof til slambassin føres henholdsvis 35 % af total fosfor og 51-71 % af organisk materiale til plantelagunen (tabel 10 og figur 18). I følge beregningerne føres alt total kvælstof, der tilføres slambassin til plantelagunen, men der ligger en del usikkerhed på opgørelsen, dels på vandmængderne til og fra slambassin og på de stofkoncentrationer, der måles på. Opgørelsen viser også, at stoftilbageholdelsen over slambassin er beskeden (21 %). I den forbindelse skal man være opmærksom på, at omkring 1. maj 2006 blev slambassin udvidet fra 2 til 3 slambede og med væsentlig øget op-

holdstid. For ammonium kvælstof udledes ca. 4 gange så meget til plantelagunen som der tilføres slambassinet. Blandt andet fordi noget nitrat kvælstof omdannes til ammonium kvælstof under denitrifikationen i de iltfattige forhold i slambassinet.

	Vandmgd. 1000m <sup>3</sup>	Susp kg	NH-4 kg	Tot -N kg	Tot -P kg	BI-5 kg	COD kg
Indtagvand (I)	1.169	7.386	95	4.417	44	1254	9464
Produktionsbidrag (P)	-	-	9.158	11.431	1.471	21.100	70.333
Samlet stofinput (I+P)	1.169	7.386	9.253	15.848	1.515	22.354	79.797
Afløb fra produktionsanlægget	1.081	3.537	1.002	12.190	201	4.034	21.214
Stoffjernelse over produktionsanlæg	-	-	8.252	3.657	1.314	18.320	58.582
Stoffjernelse i % af input	-	-	89	23	87	82	73
Stoffjernelse i % af produktionsbidraget	-	-	90	32	89	87	83
Stoffjernelse med spulevand i mikrosigten	20	501	31	273	18	285	971
Stoffjernelsen i mikrosigten i % af input (I)	2	7	0	2	1	1	1
Stoffjernelsen i mikrosigten i % af produktionsbidrag (P)	-	-	0	2	1	1	1
Stoffjernelse i slamkegler	0	26.902	126	1.596	1.443	16.452	71.840
Stoffjernelsen i slamkegler i % af input (I)	-	-	1	10	95	74	90
Stoffjernelsen i slamkegler i % af produktionsbidrag (P)	-	-	1	14	98	78	102
Stoffjernelse i biofiltre	0	17.455	81	996	487	7.319	18.244
Stoffjernelsen i biofilter i % af input (I)	-	-	1	6	32	33	23
Stoffjernelsen i biofilter i % af produktionsbidrag (P)	-	-	1	9	33	35	26
Stoftilførsel til slambassin	20	44.859	238	2.865	1.948	24.056	91.055
Stoffjernelse med klaringsvand	75	35.336	1.239	2.951	674	17.091	46.452
Tilbageholdelse i slambassin	-55	9.523	-1.001	-87	1.274	6.965	44.603
Stoftilbageholdelsen i slambassin i % af tilførslen	-270	21	-421	-3	65	29	49
Stoftilbageholdelsen i % af input (I)	-5	129	-11	-1	84	31	56
Stoftilbageholdelsen i % af produktionsbidrag (P)	-	-	-11	-1	87	33	63
Stoffjernelse prod. anlæg minus tab m. klaringsvand (S)	-	-	7.012	706	640	1.229	12.130
Stoffjernelse (S) i % af samlet input (I+P)	-	-	76	4	42	5	15
Stoffjernelse (S) i % af samlet input (P)	-	-	77	6	44	6	17

**Tablet 10** Stoffjernelse over hele produktionsanlægget inklusiv sættefiskeanlæg og leveredamme og de tilhørende rensegrader for det første måleår ved Nørå Dambrug for kemiske variable. Se tekst for nærmere forklaring.

Sammenlignet med slamkegler og biofiltre synes mikrosigten på Nørå kun at fjerne en ubetydelig del (ca. 1 %) af organisk stof og total fosfor, men 10 % af total kvælstof og 13 % af ammonium kvælstof (figur 18). Det er især slamkeglerne, der fjerner de store mængder stof, ca. 95 % af tilført total fosfor, 90 % af COD, 74 % af BI<sub>5</sub>. Af figur 18 fremgår at slambassinet tilbageholder betydelige mængder fosfor, men ingen ammonium og totalt kvælstof.



Fjernelsen af ammonium i produktionsanlægget er et udtryk for at dette omdannes til nitrat. Dermed fjernes der reelt ikke kvælstof, men der sker en tilførsel af nitrat til plantelagunen. Nitraten kan optages i planter eller omsættes til frit kvælstof, hvis der er slam på bunden af plantelagunen med let-omsætteligt organisk stof og iltfattige forhold. Det kan også sive med vandet ud af bunden på plantelagunen, hvor noget kan omsættes og noget nå enten grundvandet eller vandløbet og endeligt kan det udledes med udledningerne fra dambruget. Der tabes ca. 33 % vand over dambruget.

Såfremt der ikke tages højde for om der med vandtabet ud af bund og evt. sider i plantelagunen også tabes stof, så tilbageholdes/fjernes 46 % af det tilførte nitrat og 55 % af total kvælstof. Der bliver tilbageholdt/fjernet store mængder total fosfor (90 %), BI<sub>5</sub> (91 %) og COD (79 %) samt suspenderet stof (94 %) over plantelagunen. Samtidig tilbageholdes/fjernes ca. halvdelen af de forskellige kvælstoffraktioner. Disse tilbageholdelses/fjernelses-procenter er maksimums værdier, da der med nedsivende vand fra bunden af plantelagunen kan følge opløste næringsstoffer, men betydningen heraf kan ikke kvantificeres i denne statusrapport.



	Vand- mængd 100m <sup>3</sup>	Susp. Stof kg	NH <sub>4</sub> -N kg	NO <sub>23</sub> -N Kg	Total N kg	Ortho P kg	Total P Kg	BI <sub>5</sub> kg	COD kg
Tilført plantelagune i alt	1.156	38.874	2.241	9.706	15.142	118	875	21.125	67.666
Udløb dambrug	774	2.390	963	5.286	6.837	32	89	1.907	14.214
Tilbageholdelse i plantelagune	382	36.484	12.78	4.421	8.304	86	786	19.218	53.453
Tilbageholdelse i % af input til plantelagunen	33	94	57	46	55	73	90	91	79
Tilbageholdelse i % af produktionsbidrag (P)			14		73		53	91	76
Tilbageholdelse i % brutto input dambrug (I+P)	33		14		52		52	86	67
Tilbageholdelse g pr. m <sup>2</sup> pr dag (6.702m <sup>2</sup> )		14,9	0,52	1,81	3,39	0,04	0,32	7,86	21,9

**Tablet 11** Beregnet stoftilbageholdelse/-fjernelse over plantelagunen inklusiv evt. opløste stoffer, i vand som siver ud af bunden af lagunen, samt de tilhørende rensegrader for kemiske variable for Nørå Dambrug i det første måleår. Den samlede tilførsel til plantelagunen består af afløbsvand fra produktionsanlægget inklusiv sættefiskeanlægget og klaringsvand fra slambassin.

Sammenlignes rensegraderne i plantelagunen beregnet ift. produktionsbidraget (tabel 11) med de tilsvarende værdier over produktionsanlægget inklusiv sættefiskeanlægget, når der i sidstnævnte er taget højde for stoftab med klaringsvandet (3 sidste linier i tabel 10) er de ca. af samme størrelsesorden for total fosfor, de er betydeligt højere for BI<sub>5</sub> og COD og total kvælstof. Kun for ammonium kvælstof er rensegraden ift. produktionsbidraget væsentligt højere i produktionsanlægget (74 % mod 14 % i plantelagunen).

Udtrykkes stoffjernelsen ift. overfladearealet i plantelagunen fjernes 3,4 g N pr. m<sup>2</sup> pr. døgn for total kvælstof, hvilket er langt over forudsætningen for modeldambrugene på 1,0 g pr. m<sup>2</sup> pr. døgn. Selv hvis det blev antaget, at der med et vandtab over plantelagunen på 33 % blev tabt op mod en tredjedel af kvælstof via nedsivning (meget højt sat) vil kvælstoffjernelsen pr. m<sup>2</sup> pr. døgn over plantelagunen være betydeligt over forudsætningerne. Den mere beskedne nettofjernelse af kvælstof andre steder i dambruget medfører dog, at den samlede fjernelse af kvælstof tilsyneladende ikke er helt tilstrækkelig over hele dambruget til at kunne overholde udlederkravene. For total fosfor har tilbageholdelsen været mindst 10 gange større og for BI<sub>5</sub> mindst er 3 gange større tilbageholdelse end for hvad der blev fundet for Døstrup:

- 0,16 - 0,29 g NH<sub>4</sub>-N pr. m<sup>2</sup> plantelagune pr. døgn
- 0,03 - 0,07 g fosfor pr. m<sup>2</sup> plantelagune pr. døgn
- 1,8- 2,5 g BI<sub>5</sub> pr. m<sup>2</sup> plantelagune pr. døgn

På Døstrup Dambrug var der dog ikke et nettoudsivning af vand fra plantelagunerne.

## 9.4 Sammenligning af stoftab over dambruget

I dette afsnit sættes summen af stoffjernelse forskellige steder på dambruget til 100 % for direkte at kunne sammenligne stoffjernelsen over:

- Produktionsanlægget inklusiv sættefiskeanlægget, hvor der henholdsvis er taget højde for stoffjernelse med klaringsvandet (tabel 12) og ikke tages højde for det (figur 19). Der er i denne sta-

tusrapport ikke lavet en opdeling af, hvor meget stof der er fjernet i henholdsvis slamkegler og i biofiltre.

- Plantelagunen
- Til vandløbet, dvs. hvad der tilføres af stof til Grindsted Å ved udløb fra dambruget

I tabel 12 findes værdierne ved:

$$\text{Samlet nettostoffjernelse} = (PA_s - KV_s) + PL_s + VL_s, \text{ hvor} \quad (3)$$

$PA_s$  = stoffjernelse over produktionsanlægget brutto, dvs. uden kompensation for stoftab fra slambassiner med klaringsvandet

$KV_s$  = stoffjernelse med klaringsvandet fra slambassinerne

$PL_s$  = stoffjernelse over plantelagunerne

$VL_s$  = stoffjernelse fra dambruget som udledes til vandløbet via udløbet fra dambruget

Idet den samlede nettostoffjernelse sættes til 100 % beregnes de tre andre størrelser i ligning 3 som procent af den samlede nettostoffjernelse.

I figur 18 er ligning 3 ændret til:

$$\text{Samlet bruttostoftab} = PA_s + PL_s + VL_s \quad (4)$$

og det samlede bruttostoffjernelse er sat til 100 %. En del af det stof der fjernes i produktionsanlægget ved overførsel til slambassinerne tabes igen med klaringsvandet, og denne andel er vist som en negativ fjernelse i figur 19.

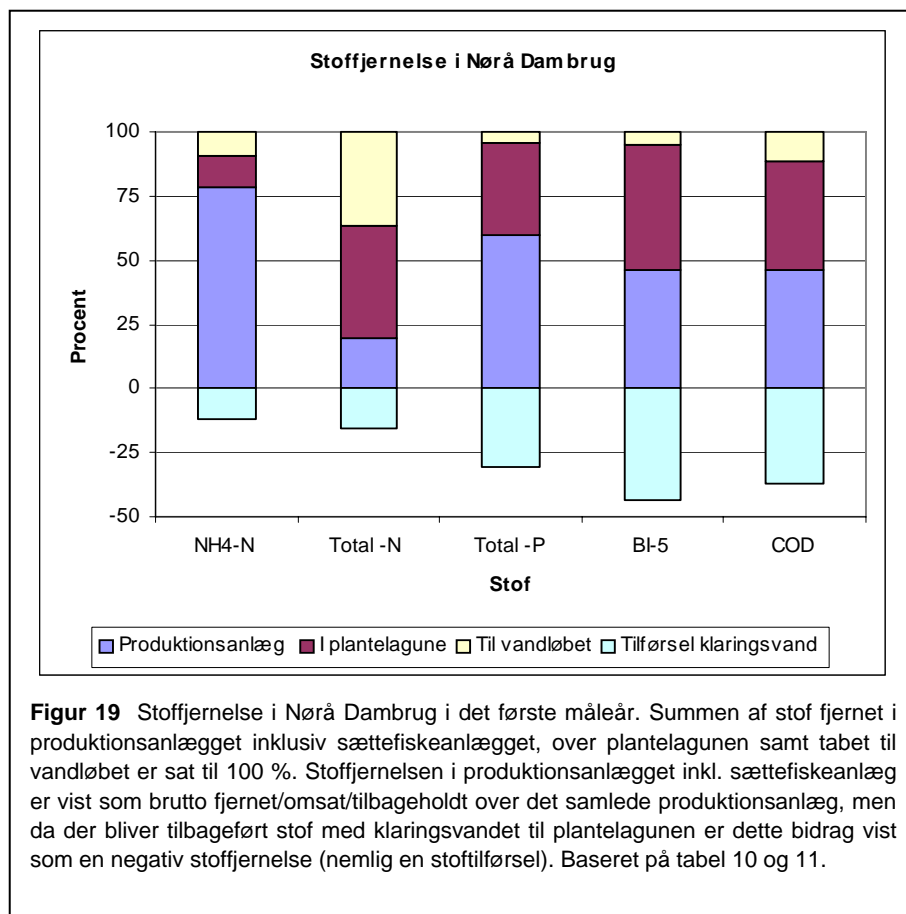
Nettostoffjernelsen over produktionsanlægget viser, at 75 % af ammonium kvælstof fjernes i produktionsanlægget inklusiv sættefiskeanlægget, hvorimod plantelagunen fjerner mest total kvælstof, total fosfor samt  $BI_5$  og COD (48-84 %). Kun 12 % af totalt kvælstof og 8-18 % af det organiske stof omsættes i produktionsanlægget (tabel 12). For totalt kvælstof tabes 40% af det med friskvand og produktionsbidraget tilførte kvælstof til Grindsted Å, mens tabet for ammonium kvælstof udgør 11%.

Samlet viser tabel 12, at det er i forhold til kvælstof fortsat er potentiale for øget stoffjernelse/yderligere rensforanstaltninger.

	NH <sub>4</sub> -N (%)	Total N (%)	Total P (%)	BI <sub>5</sub> (%)	COD (%)
<b>Prod. anlæg- klaringsvand (<math>PA_s - KV_s</math>)</b>	75,0	11,7	43,4	7,7	17,8
<b>I plantelagune (<math>PL_s</math>)</b>	14,2	48,4	50,9	84,0	64,9
<b>Til vandløb (<math>VL_s</math>)</b>	10,7	39,9	5,8	8,3	17,3
<b>Samlet fjernelse</b>	100	100	100	100	100

**Tabel 12** Sammenligning af stoffjernelse over henholdsvis produktionsanlægget inklusiv sættefiskeanlægget - netto (dvs. hvor der er taget højde for det stof, der løber med klaringsvandet til plantelagunen), plantelagunen og stoftab til vandløb for Nørå Dambrug i første måleår. Tal fra tabel 10 og 11.

Tabet med klaringsvandet er ret betydeligt, ikke mindst hvad angår total fosfor og BI<sub>5</sub>, hvor det for sidstnævnte svarer til 43 % af den samlede stoffjernelse over dambruget (figur 19). Det meste af det totale kvælstof, der føres over i slambassin, ledes tilbage til plantelagunerne med klaringsvandet, for fosfor er det ca. 1/3 og for BI<sub>5</sub> over 2/3. Det forekommer ikke hensigtsmæssigt at så stor en andel af stof, som allerede er blevet fjernet i slamkegler og biofiltre og ført over i slambassin, umiddelbart herefter mobiliseres og ledes til plantelagunen. Figur 19 viser det store potentiale, der er for stoffjernelse i produktionsanlægget hvis tabet via klaringsvandet kunne reduceres. Man skal dog være opmærksom på, at en del af stoftabet med klaringsvandet efterfølgende fjernes i plantelagunen, dvs. den absolutte stoffjernelse i disse kan blive reduceret ved en lavere belastning.



## 10 Vandløbsfauna

DMU foretager indsamling af smådyrsfaunaen med henblik på biologisk vurdering af tilstanden på to stationer i Grindsted Å henholdsvis op- og nedstrøms for Nørå Dambrug. Derudover indsamles smådyrsfaunaen i Grene Å umiddelbart opstrøms for dennes udløb i Grindsted Å. Der foretages endvidere en fysisk bedømmelse af vandløbsstationerne med henblik på beregning af et vandløbsfysisk indeks (Pedersen *et al.*, 2006).

### 10.1 Fysiske forhold i Vorgod Å og Abild Å

Den station, hvor opstrømsprøven indsamles i Grindsted Å er beliggende ved Krog Bro ca. 800 meter opstrøms for Nørå Dambrug. Grindsted Å løber her lysåbent omgivet af græsset og ugræsset eng. På strækningen er vandløbet ca. 3,5-4 meter bredt med dybder på 0,4-0,7 meter. Vandløbsbunden er fuldstændig domineret af sand. Der er udvikling af høller og stryg på strækningen, hvor undervandsvegetationen dækker ca. 40-80 % af bunden. Vegetationen består overvejende af Vandranunkel. Vandløbet er lettere okkerpåvirket. Det fysiske på strækningen har i perioden ligget på 21-26, svarende til moderat fysisk vandløbskvalitet.

I Grene Å's nederste del indsamles en faunaprøve umiddelbart inden Grene Å løber sammen med Grindsted Å. Vandløbet løber her lysåbent, men dybt nedskåret. Strækningen er fysisk modificeret med faskiner i begge sider af vandløbet. Bredden er ca. 5 meter med en dybde på 0,5-0,6 meter. Bunden er overvejende sandet, men der er en enkelt mindre grusbank i vandløbets ene side. Dækning af undervandsvegetationen har i perioden varieret mellem 30-80 %. Det fysiske indeks har i perioden ligget på 4-11, svarende til ringe fysisk vandløbskvalitet.

Nedstrøms-stationen i Grindsted Å er beliggende ca. 200 meter neden for dambruget. Vandløbet forløber lysåbent på strækningen omgivet af ugræsset eng. Vandløbet er 6-8 meter bredt med en dybde på 0,4-0,7 meter. Bunden er sandet med svag udvikling af høller og stryg. Undervandsvegetationen består af en række arter, med Vandranunkel som den dominerende art. Dækningen af undervandsvegetationen udgør ca. 40-80 %. Det overordnede fysiske forløb af vandløbet er mæandrerende. Det fysiske indeks på strækningen har i perioden ligget på 21-28, svarende til moderat fysisk vandløbskvalitet.

### 10.2 Smådyrsfauna

Der er i alt registreret 66 forskellige taxa fra de tre stationer i Grindsted Å og Grene Å udført af DMU i februar 2005, september 2005 og juni 2006. De artsrigeste grupper har været vårfluer, slørvinger og døgnfluer med henholdsvis 12, 8 og 7 arter. Dansemyg er dog ikke artsbestemt. Denne gruppe indeholder utvivlsomt et større antal af arter end nogen af de forannævnte grupper. Samlet set er smådyrsfaunaen på de tre stationer domineret af tolerante former, som alle er vidt udbredt i jyske vandløb. De hyppigste taxa var børsteorm (Oligochaeta), ferskvandstanglop-

pen *Gammarus pulex*, dansemyg (Chironomidae), kvægmyg (Simuliidae), døgnfluer af slægten *Baetis* og vandsbænkebideren *Asellus aquaticus*. Disse 6 taxa udgjorde samlet 84 % individerne gennem perioden indsamlet fra de tre stationer. Der er fundet en sporadisk rentvandsfauna som primært forekommer i Grindsted Å opstrøms for Nørå Dambrug. Hertil medregnes følgende arter: døgnfluerne *Nigrobaetis niger*, *Leptophlebia marginata* og *Paraleptophlebia* sp. samt slørvingerne *Amphinemura standfussi*, *Protonemura meyeri*, *Leuctra hippopus* og *Isoperla* sp. Døgnfluen *Serratella ignita*, der er forholdsvis tolerant over for forringet vandkvalitet, blev i juni 2006 fundet talrigt på alle tre stationer.

På stationen i Grindsted Å opstrøms for Nørå Dambrug har DVFI fra marts 2004 til september 2006 ligget på 5-7 (tabel 13). Målsætningen for Grindsted Å op- og nedstrøms Nørå dambrug er DVFI 5 (med en optimal faunaklasse på DVFI 7). Målsætninger for vandløbet opstrøms Nørå Dambrug har således gennem hele perioden været opfyldt.

På stationen i Grene Å har DVFI i to tilfælde været 5 og i det sidste tilfælde 3 (september 2005). Faunaen i Grene Å er generelt noget forureningspåvirket. Der er ved alle tre prøvetagninger fundet mange vandbænkebidere *Asellus* (35-43-800 styk), massiv forekomst af børsteorme (i to tilfælde), samt i et enkelt tilfælde betydelig forekomst af dansemyggen *Chironomus*. Den noget ustabile fauna med periodisk forekomst af mange forureningstolerante arter og individer tyder på, at vandløbet jævnlige belastes i væsentlig grad fra opstrøms beliggende punktkilder. Målsætningen for vandløbet kan derfor ikke permanent betragtes som opfyldt.

I Grindsted Å nedstrøms for Nørå Dambrug har DVFI i 6 ud af 8 tilfælde været 4 og i to tilfælde 5. Faunaen har ved to af de tre prøvetagninger foretaget af DMU været domineret af de forureningstolerante former vandbænkebideren *Asellus* (250-300 individer) samt børsteorm (700-3000 individer). Derudover har der i ét tilfælde været massiv forekomst af hundeiglen *Erpobdella*. Samtidigt hermed forekommer rentvandsfaunaen meget sporadisk og fåtalligt. Betragtet som helhed må vandløbet vurderes som væsentligt forureningspåvirket, og målsætningen nedstrøms for Nørå Dambrug kan ikke anses som værende opfyldt.

Vurdering af betydningen af belastningen fra Nørå Dambrug på tilstanden i Grindsted Å vanskeliggøres i nogen grad af, at Grene Å i det mindste periodisk er væsentligt belastet fra opstrømsliggende punktkilder. Det vil være nødvendigt med en detaljeret vurdering af dambrugets drift samt udledte stofmængder fra Nørå Dambrug gennem hele måleperioden, som først foretages efter 2. måleår.

	DMU/Amt	Grindsted Å Opstrøms	Grene Å opstrøms	Grindsted Å nedstrøms
Marts 2004	Ribe Amt	5	-	4
Februar 2005	DMU	5	5	4
April 2005	Ribe Amt	5	-	4
September 2005	Ribe Amt	5	-	5
September 2005	DMU	7	3	4
Marts 2006	Ribe Amt	5	-	4
Juni 2006	DMU	5	5	5
September 2006	Ribe Amt	7	-	4

**Tablet 13** Tilstanden i Grindsted Å og Grene Å udtrykt som Dansk Vandløbsfaunaindeks, DVFI op- og nedstrøms for Nørå Dambrug i perioden december 2004 til april 2006.

## 11 Planter i grødefyldte bassiner

På baggrund af en foreløbig opmåling kan de grødefyldte bassiner og bagkanaler som udgør plantelagunen ved Nørå Dambrug karakteriseres ud fra de nogle overordnede værdier, jf. tabel 14.

Antal grødefyldte bassiner/kanaler	23 bassiner og 375 meter kanaler
Samlet areal	6.702 m <sup>2</sup>
Samlet volumen	5.473 m <sup>3</sup>
Gennemstrømning	36,7 l/s
Beregnet opholdstid (middel)	49 timer

**Tabel 14** Overordnede karakteristika og nøgletal for de grødefyldte bassiner i Nørå Dambrug.

I alt 19 arter af vandplanter er registreret i dambrugets grødefyldte bassiner og kanaler i perioden september 2005 til november 2006. De to dominerende arter ved maksimal dækning i september 2006 var Sødgræs og Liden Andemad. Derudover havde Smalbladet Mærke og Vandstjerne også en kvantitativt betydende dækning, mens alle de øvrige arter kun blev registreret sporadisk (tabel 15).

	Mindste plantedækning	Største plantedækning
	Maj 2006	September 2006
<b>Samlet plantedækning (%)</b>	<b>63</b>	<b>82</b>
Sødgræs (%)	23	46
Liden Andemad (%)	44	50
Smalbladet Mærke (%)	2	4
Vandstjerne (%)	12	0,1
Trådalger (%)	6	0
<b>Plantemængde (kg)</b>		
Sødgræs (kg)	2292	4583
Liden Andemad (kg)	260	296
Smalbladet Mærke (kg)	100	200
Vandstjerne (kg)	Ej målt første måleår	Ej målt første måleår
Trådalger (kg)	Ej målt første måleår	Ej målt første måleår
<b>Samlet tørvægt (kg)</b>		

**Tabel 15** Plantedækning (%) og tørvægt (kg) af planterne i de grødefyldte bassiner, der udgør plantelagunen i Nørå Dambrug. Kun de kvantitativt mest betydende arter er medtaget. Der er ikke angivet tørvægt for trådalger og Vandstjerne, idet sammenhængen mellem dækning og tørvægt først vil blive målt i foråret 2007.

Som helhed var udbredelsen af planterne veludviklede i dambrugets bassiner og kanaler hen gennem det meste af måleperioden herunder i vinterhalvåret.

## 12 Diskussion

I dette kapitel er der en kort diskussion af nogle væsentlige problemstillinger omkring måleresultaterne for det første måleår ved Nørå Dambrug som supplerer den diskussion, der er i de enkelte kapitler i statusrapporten. Det er således ikke hensigten at gå i dybden omkring en række resultater, dette sker senere i en faglig slutrapport, der behandler måle- og dokumentationsprojektet fra alle 8 modeldambrug. Der foretages heller ikke her sammenligninger med resultaterne fra de andre modeldambrug under forsøgsordningen.

Da der er tale om resultater fra det første måleår ud af to bør der ikke drages for bastante konklusioner, bl.a. fordi der i løbet af det første måleår blev ændret på vandflowet så det blev fælles mellem produktionsanlægget og sættefiskeanlæg og leveredamme. Nogle resultater har et tilstrækkeligt sikkert grundlag til at der kan laves konklusioner, mens andre er af mere foreløbig karakter. Endvidere må det forventes at der i andet måleår sker en stabilisering omkring driftsforhold, biofiltrenes funktion og udvikling af plantedækningen i plantelagunen.

### Vandforbrug, -flow og opholdstid

Der er i gennemsnit i det første måleår indtaget 37,1 l/s, hvilket er godt 70 % af tilladelsen. Dette skyldes blandt andet, at fiskebestanden er bygget gradvist op. I starten var vandflow adskilt mellem selve produktionsanlægget og sættefiskeanlægget plus leveredamme, men efter nogle måneder blev vandflowet fælles for at optimere rensning i biofiltrene.

Det interne flow i produktionsanlægget er kun målt frem til ændringerne i flowforholdene og har været mellem 400 og 700 l/s. Recirkuleringsgraden har tilsvarende været 91 - 95 %. For et modeldambrug type III er forudsat en recirkuleringsgrad på mindst 95 %. Vandforbruget er med ca. 3.945 l vand pr. kg produceret fisk en faktor 15-20 lavere end i traditionelle gennemstrømningsanlæg.

Plantelagunen tilføres i gennemsnit 36,7 l/s fra produktionsanlæg inkl. sættefiskeanlæg og leveredamme, mens der i afløbet fra dambruget (afløbet fra plantelagunen) er målt i gennemsnit 24,5 l/s i det første måleår.. Der har derfor været et vandtab over plantelagunen på ca. 33 % af tilførsel i det første måleår via bund/sider i de tidligere jorddamme, der udgør plantelagunen. Tabet foregår over hele 1. måleår men er dog lidt mindre i sommerperioden (2006) (figur 5). Ådalen består af grus og sand, hvorfor der med en grundvandstand under niveau for bunden af plantelaguner kan ske nedsivning ud af bunden af plantelagunen. Endvidere er det sandsynligt, at der sker en vis tilbagestrømning af det nedsivende vand i forbindelse med vandindtaget til dambruget, som foregår fra 2 boringer mellem produktionsanlægget og vandløbet. Endelig er det på en del af strækningen mellem plantelagunen og vandløbet kun en smal dæmning, som der i perioder er konstateret mindre gennemstrømning af samt nogle mindre og ret ubetydelige utætheder ved gamle bygværk.



Med det nedsivende vand kan der følge opløste næringsstoffer (nitrat-nitrat, ammonium kvælstof, opløst fosfor samt evt. opløst organisk stof). Det kan ikke uden nærmere, målrettede undersøgelser afklares hvor det vand, der må antages at nedsive fra plantelagunerne, ender. Det kræver tilsvarende specialundersøgelser at undersøge hvilke koncentrationer, der er i nedsivningsvandet, og om der sker en omsætning af det stof der nedsiver inden det evt. når til grundvandet eller Grindsted Å. Disse undersøgelser ligger udenfor projektets formål og rammer.

Ved beregningerne af stofomsætning/stoftilbageholdelse i plantelagunen bliver denne overestimeret grundet det omtalte vandtab. Da det ikke er muligt at vurdere, hvor meget stof der følger med det vand, der tabes over plantelagunen og da det ikke kan vurderes, hvor meget af vandtabet og det stof der udsiver, der reelt når grundvand eller Grindsted Å er der ikke søgt lavet korrektion herfor. Men man skal være opmærksom på at de angivne rensegrader er et udtryk for en maksimal værdi. Der vil i statusrapporten for andet måleår blive lavet en evaluering heraf.

Den hydrauliske belastning af plantelagunen er på 0,005 l pr. m<sup>2</sup> plantelagune og dermed ca. 1/4 del af den maksimalt tilladte belastning (*Bekendtgørelse om modeldambrug, 2002*). Dette vurderes ikke at være et problem ift. til hovedparten af de omsætningsprocesser, der er i plantelagunerne og det vil medvirke til øge sedimentation af partikler.

Opholdstiden i produktionsanlægget inklusive slambassin, sættefiskeanlæg og leveredamme har i gennemsnit været ca. 27 timer og for hele dambruget ca. 76 timer. *Bekendtgørelsen for modeldambrug (2002)* forudsætter en opholdstid på mindst 18,5 timer i produktionsanlægget. Med en opholdstid på godt tre døgn vil man umiddelbart forvente at hovedparten af let omsætteligt organisk stof (BI<sub>5</sub>) når at blive omsat (*Fjorback et al., 2003*).

### **Foder og produktionsbidrag**

I det første måleår fra september 2005 til september 2006 har Nørå Dambrug anvendt 296,5 tons foder inkl. foderforbrug i sættefiskeanlæg eller knap 85 % af den årlige fodertildeling under forsøgsprojektet. Der er produceret 342,4 tons fisk og dermed opnået en samlet foderkvotient på 0,806 inkl. døde fisk.

Produktionsbidraget er som ventet hovedkilden for stoftilførslen til dambruget, idet stoftilførsel med indtagsvandet udgør 1 % for ammonium-kvælstof, 3 % for total fosfor, 6 % for BI<sub>5</sub>, 12 % for COD samt 26 % for total kvælstof af den samlede stoftilførsel til Nørå Dambrug.

Produktionsbidraget vil være underestimeret, idet der er i denne rapport bruges det normalt anvendt standardindhold af kvælstof og fosfor i fisk på henholdsvis 3 og 0,5 %, mens erfaringer viser at indholdet reelt vil være lavere. Endvidere er BI<sub>5</sub>/COD forholdet sat til 0,3 baseret på flere tidligere undersøgelser på kommercielle fodertyper. Er forholdet større er også produktionsbidraget af BI<sub>5</sub> underestimeret. Er produktionsbidragene underestimerede vil rensegraderne reelt være højere end de er beregnet til i denne rapport.

Der vil til 2.årsrapporten blive foretaget undersøgelser og vurdering af de ovennævnte forhold på produktionsbidraget.

### **Stofkoncentrationer**

I afløbet fra produktionsanlæg og sættefiskeanlæg (nedstrøms biofiltre) har ammonium-kvælstof koncentrationen været relativt lav og ret stabil i første måleår med værdier generelt mellem 0,5 - 2 mg/l. Koncentrationsudviklingen er i et vist omfang relateret til fiskebestanden/udfodringen i produktionsanlæg 1, hvor der i starten af måleåret var en lav bestand som gradvist blev opbygget (figur 2). Den tilsvarende BI<sub>5</sub>-koncentration har generelt varieret lidt mere, generelt mellem 2-4 mg/l frem til og med maj 2006, herefter varierer koncentrationen frem til september 2006 noget mere og på et højere niveau mellem 4-7 mg/l med en max. værdi på 10 mg/l.

I afløbet fra dambruget er koncentrationen af stoffer lavere end koncentrationen i det vand, der tilføres plantelagunen fra produktionsanlæg, sættefiskeanlæg og klaringsvand fra slambassin. Koncentrationen af ammonium-kvælstof, total fosfor, COD og suspenderet stof stiger ret markant gennem første måleår ligesom koncentration af total kvælstof og BI<sub>5</sub> stiger, dog mere moderat. Der er ikke nogen egentlig koncentrationsudvikling gennem måleåret for nitrat-nitrit koncentrationen, mens koncentrationen af orthofosfat er meget varierende med en maksimum koncentration i både november 2005 og juni 2006. Koncentrationen i udløbet er styret af såvel stoftilførslerne til plantelagunen, som de processer i denne, der tilbageholder/fjerner/omsætter stoffer. Optag af opløste næringsstoffer især nitrat og orthofosfat sker primært i vækstsæsonen, fysisk tilbageholdelse foregår mere ensartet over året, mens kemiske processer er afhængige af såvel fysisk/kemiske parametre som f.eks. ilt, temperatur og pH-forhold m.v. Der kan derfor ikke gives en simpel årsagsforklaring på de målte koncentrationsforløb for de forskellige stoffer i afløbet fra dambruget, men det vil blive analyseret nærmere i den samlede slutrapport fra projektet.

### **Udlederkrav**

I det første måleår har miljøgodkendelsens udlederkrav for Nørå dambrug været overholdt for suspenderet stof, total fosfor og BI<sub>5</sub>, men det har været overskredet for ammonium kvælstof (82 %) og total kvælstof (30 %), når udledningen beregnes efter modeldambrugsbekendtgørelsens regler, dog med tilstandskontrol på alle parametre. Ifølge miljøgodkendelsen skal der imidlertid udføres tilstandskontrol efter DS 2399 på alle parametre. Dette er rent matematisk og fagligt ikke muligt at lave som det er foreskrevet på forskelskoncentration i afløbsvandet fra dambruget og indtagsvandet og er derfor alene lavet på koncentrationen i afløbsvandet, men resultatet af udlederkontrollen bliver det samme som ved kontrol efter modeldambrugsbekendtgørelsen. Ved fuld kompensation for det reducerede vandforbrug på modeldambruget ift. det gamle anlæg, ville alle udlederkrav være opfyldt for alle parametre på nær total kvælstof både jf. modeldambrugsbekendtgørelsens regler og efter miljøgodkendelsens vilkår om tilstandskontrol efter DS 2399.

Udlederkravene er i miljøgodkendelsen skærpet for suspenderet stof og ammonium-kvælstof ift. fuld kompensation for reduceret vandindtag, mens de er lempet lidt ift. total kvælstof og total fosfor.

Udledningen af ammonium-kvælstof og især total kvælstof vil for Nørå Dambrug være de mest kritiske parametre for overholdelse af udlederkravene. Ved fodertildeling til modeldambrug under forsøgsordningen er der set bort fra kvælstof (N) som begrænsende stof for fodertildelingen under forsøgsordningen (*Bekendtgørelse om modeldambrug (2002)* og *Pedersen et al. (2003)*). Det betyder, at det er vigtigt at sikre en tilstrækkelig fjernelse af kvælstof for at kunne bevare/øge den tildelte foderkvote under forsøgsordningen.

### Stofudledning pr kg produceret fisk

Den målte netto stofudledning i g pr. kg produceret fisk har for ammonium-kvælstof (2,5 g) og total kvælstof (7,1 g) været på niveau med tidligere målinger (på Døstrup dambrug hhv. 4-6 g og 5-11 g) (*Fjorback et al., 2003*). Derimod er netto stofudledningen af total fosfor (0,1 g) og BI<sub>5</sub> (1,9 g) kun henholdsvis 5 % og 8 % af den specifikke udledning som sås på Døstrup Dambrug af disse stoffer. Når tallene sammenlignes, skal der tages højde for, at Døstrup Dambrug havde et betydeligt stofbidrag med indtagsvandet, således at stofudledningen betinget af fiskeproduktionen var svær at bestemme entydigt. Samtidig skal der ved sammenligningen tages højde for et vandtab på 33 % - formodentlig ved nedsivning - over plantelagunen i Nørå Dambrug, der kan føre opløste stoffer med sig, men hvor skæbnen af disse stoffer ikke kendes og det har ligget udenfor projektets formål og ressourcer at undersøge dette

Ifølge Miljøstyrelsens opgørelse for ferskvandsdambrug udledtes der i 2003 3.098 t BI<sub>5</sub>, 1.119 t total kvælstof og 90 t total fosfor ved en produktion på 29.434 t ørreder. Heraf kan beregnes nogle gennemsnitlige specifikke udledninger til sammenligning med hvad der er målt på Nørå Dambrug (tabel 20). Der er en stor reduktion for alle stoffer, men især for organisk stof og total fosfor er tallene meget fine, hvilket formentlig bl.a. skyldes vandets lange opholdstid på dambruget.

	Specifik udledning – netto (kg/t fisk produceret)		Nørå Dambrug i % af gennemsnit DK
	Gennemsnit	Nørå Dambrug	
	Danmark	- 1. måleår	
<b>Organisk stof (BI<sub>5</sub>)</b>	105,3	1,9	2 %
<b>Total kvælstof</b>	38,0	7,1	19 %
<b>Total fosfor</b>	3,1	0,1	3 %

**Tabel 20** Specifikke udledninger netto som gennemsnit for ferskvandsdambrug i Danmarks (i 2003) og for Nørå Dambrug det første måleår: I sidste kolonne er de specifikke tab ved Abildtrup Dambrug angivet i procent af gennemsnittet for ferskvandsdambrug i Danmark.

### Stoffjernelse, rensegrader og vandtab

Af den samlede stoftilførsel til Nørå Dambrug via friskvandsindtag og produktionsbidrag tabes procentuelt mest total kvælstof (43 %) og COD (18 %) til Grindsted Å. For de øvrige stoffer er tabet til vandløbet mindre - henholdsvis 10 % af tilført ammonium kvælstof, 9 % BI<sub>5</sub> samt 6 % total

fosfor. 11 % af den fosfor som udledes er på opløst og dermed umiddelbar biotilgængelig form.

I produktionsanlægget fjernes kun 5 - 15 % af det samlede tilførte organiske stof, når der er taget højde for det stof, der efterfølgende tabes med klaringsvand fra slambassinet. For ammonium kvælstof og total fosfor fjernes tilsvarende henholdsvis 76 % og 42 % af den tilførte stofmængde, mens der kun fjernes 4 % af total kvælstof over produktionsanlægget. De lave rensegrader for organisk stof og relativt lave for fosfor afspejler blandt andet, at en meget stor del af det stof, der via renseforanstaltningerne er ført over i slambassin tabes med klaringsvandet til plantelagunerne. Frem til maj 2006 bestod slambassinet af to slambede og der var en kort opholdstid, således at der i forbindelse med returskylning af biofiltre og tømning af slamkegler afledtes ikke-klaret slamvand fra slambassin til plantelagunen. Herefter etableredes et ekstra slambed og opholdstiden blev større og det forventes at der hermed er kun en vis formindskelse af stoftabet med klaringsvandet. Slamkeglerne fjerner mindst halvdelen og op til 80 % af de forskellige stoffer, der føres over i slambassin fra det samlede produktionsanlæg, relativt mest ift. organisk stof og total fosfor. Biofiltrene står for fra ca. 20 % - ca. 35 % af stoffjernelsen af de forskellige stoffer i det samlede produktionsanlæg, mindst COD og mest suspenderet stof.

I forhold til den samlede stoffjernelse over dambruget (sat til 100 %) har renseforanstaltningerne i produktionsanlægget størst betydning for ammonium kvælstof (85 %), når der er korrigeret for stoftab med klaringsvandet. Plantelagunen har størst betydning for den samlede stoffjernelse/-omsætning af totalt kvælstof (92 %), total fosfor (55 %), BI<sub>5</sub> (94 %) og COD (81 %). Nettoensegraden er meget høj over plantelagunen mellem 91 og 97 % for ammonium kvælstof, total fosfor og organisk stof og pæn for totalt kvælstof med 79%. Der har som omtalt været et vandtab hen over plantelagunen på 33 %, som også kan medføre et vist tab af opløste stoffer, således at rensegraderne er et maksimalt mål. Såfremt noget ned-sivende stof når vandløbet er de faktiske rensegrader mindre end angivet. Til gengæld antages det at produktionsdraget er underestimeret og det vil i givet fald øge rensegraderne. Sidstnævnte forhold undersøges i 2. års statusrapport.

Plantelagunen har opfyldt forudsætningerne for stoffjernelse pr. m<sup>2</sup> plantelagune for total kvælstof og BI<sub>5</sub> med en faktor godt 3 og total fosfor med en faktor 6-7. For ammonium-kvælstof har stoffjernelsen pr. m<sup>2</sup> plantelagunen været godt 2 gange højere end forudsætningerne. Værdierne kan igen være påvirket af evt. stoftab med nedsivende vand fra plantelagunen.

De opnåede nettoensegrader (dvs. stoffjernelsen over hele modeldambruget relateret til produktionsbidraget) har været på 97 % for total fosfor og dermed noget over forudsætningen på 65 % for et modeldambrug af type III med mikrosigter for total fosfor (*Bekendtgørelse for modeldambrug*, 2002). Nettoensegraderne har også været 97 % for BI<sub>5</sub> og 93 % for COD og dermed væsentligt over forudsætningen på 80 % for BI<sub>5</sub>, hvilket også var forventet med en høj opholdstid på dambruget. For totalkvælstof har nettoensegraden været 79 % og dermed også betydeligt over forudsætningerne i bekendtgørelsen på mindst 36 %, med de godt 6.700 m<sup>2</sup> plantelagune.

Renseforanstaltningerne i produktionsanlægget inklusiv sættefiskeanlægget (slamkegler, biofiltre og mikrosigte) fjerner/tilbageholder/omsætter som nævnt en del total fosfor, organisk stof og ammoniumkvælstof ift. stofinputtet på dambruget. Men en del af det stof, der ført over i slambassin, udledes igen til plantelagunen med klaringsvandet. Hermed reduceres den faktiske rensegrad, da der af tilført stof til slambassin tabes stort set alt total kvælstof, 15 % total fosfor og 44-69 % organisk samt 79 % suspenderet stof, mens slambassinet netto producerer ammoniumkvælstof (afledes 5-6 gange mere end der tilføres) grundet denitrifikation. Der er et stort tab også af partikulært stof, som løb meget hurtigt igennem slambassin og i plantelagunerne med høje stofkoncentrationen. Et ekstra slambed fra ca. 1. maj 2006 bør have forbedret denne situation. Samlet vil rensegraden over Nørå Dambrug kunne forbedres, hvis stofudledningen med klaringsvand kunne reduceres markant, idet plantelagunen ikke er i stand til at tilbageholde/omsætte alt det stof, der tilføres. Det er således uhensigtsmæssigt at stof, der reelt er fjernet i produktionsanlæggets renseforanstaltninger og opsamlet i slambassinet ikke bedre kan tilbageholdes i denne.

En efterbehandling af slamvandet kan anbefales f.eks. ift. at reducere tabet af ammoniumkvælstof og øge omsætningen af kvælstof til frit kvælstof. Der er endvidere forskellige muligheder for at immobilisere (fælde) fosfor, som føres over i slambassinet og en optimeret plantelagune vil kunne fjerne mere total fosfor og organisk stof. Endelig bør det sikres, at slamvandet er klaret inden de ledes til plantelagunen.

Koncentration af ammoniumkvælstof i selve produktionsanlæggene har generelt været relativ lav frem til sommeren 2006 og generelt stigende med øget fiskebestand/udfodring gennem første måleår. Hen over biofiltret er der tilsyneladende god oxidation af ammonium til nitrit og nitrat, mens der efterfølgende ikke er en tilstrækkelig denitrifikation af nitrat til frit kvælstof i anlægget, som kan nedbringe totalt kvælstofkoncentrationen. Disse forhold indikerer, at man kunne fokusere på systemets denitrifikationseffekt med henblik på at reducere dambrugets udledning af totalt kvælstof. En bedre håndtering af det slamvand, der føres til slambassin vil kunne medvirke til yderligere at reducere udledningerne fra Nørå Dambrug af især kvælstoffraktionerne.

### **Vandløbsfauna**

Målsætningen i Grindsted Å op- og nedstrøms Nørå Dambrug er DVFI 5 med en optimal faunaklasse på 7. Målsætningen har ved alle prøvetagninger været opfyldt på stationen i Grindsted Å opstrøms Nørå Dambrug. Grene Å løber i Grindsted Å ud for Nørå Dambrug. DVFI har ligget mellem 3 og 5 og dermed er målsætningen ikke permanent opfyldt. Den noget ustabile fauna med periodisk forekomst af mange forureningstolerante arter og individer indikerer at vandløbet jævnlige bliver belastet i væsentlig grad af udledningen fra opstrømsbeliggende punktkilder. I Grindsted Å nedstrøms for Nørå Dambrug har DVFI i 6 af 8 tilfælde været 4. Vandløbet er her væsentligt forureningspåvirket med mange forureningstolerante individer og målsætningen anses for ikke at være opfyldt. Grundet sammenløbet med Grene Å vil en vurdering af betydningen af belastningen fra Nørå Dambrug på tilstanden i Grindsted Å kræve en mere detaljeret vurdering af dambrugets drift og udledte

stoffer gennem hele måleperioden, hvilket først kan foretages efter 2. måleår.

## 13 Litteraturliste

*Bekendtgørelse om modeldambrug (2002)*. Bekendtgørelse om modeldambrug. 10 s. - BEK nr. 923 af 08/11/2002 pp.

*Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om modeldambrug (2004)*. Bekendt om ændring af bekendtgørelse om modeldambrug. 2 s. - BEK nr. 328 af 15/03/2004.

*Dambrugsudvalget (2002)*. Dambrugsudvalget. Udvalget vedr. dambrugs-erhvervets udviklingsmuligheder. 78 s. Rapport. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

*Dansk Standard (1999)*. DS 2399 Afløbskontrol. Statistisk kontrolberegning af afløbsdata.

*Fjorback, C., Larsen, S.E., Skriver, J., Svendsen, L.M., Nielsen, P. & Riis-Vestergaard, J. (2003)* Forsøgsprojekt Døstrup Dambrug. Resultater og konklusioner. Danmarks Miljøundersøgelser. 272 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 260.

*Larsen, S.E. & Svendsen, L.M. (1998)*. Afløbskontrol af dambrug. Statistiske aspekter og opstilling af kontrolprogrammer. Danmarks Miljøundersøgelser. 86 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 260.

*Larsen, S.E. & Svendsen, L.M. (1998)*. Notat vedr. tilpasning af udlederkontrol ved overgang fra tilstandskontrol til transportkontrol. Notat fra Danmarks Miljøundersøgelser.

*Miljøstyrelsen (1998)*. Biologisk vandløbsbedømmelse af vandløbskvalitet. Miljø- og Energiministeriet. 39 s. - Vejledning nr. 5/1998.

*Pedersen, M. L. & Baattrup-Pedersen, A. (red) (2005)*. Økologisk overvågning i vandløb og på vandløbsnære arealer under NOVANA 2004-09. 3. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 140 s. - Teknisk anvisning fra DMU nr. 21.

*Pedersen, P.B. Grønborg, O., & Svendsen, L.M. (red.) (2003)*. Modeldambrug. Specifikationer og godkendelseskrav. Rapport fra faglig arbejdsgruppe. 82 s. - Arbejdsrapport fra DMU, nr. 183

*Pedersen, M.L., Sode, A., Kaarup, P. & Bundgaard, P. (2006)*. Fysisk kvalitet i vandløb. Test af to danske indices og udvikling af et nationalt indeks til brug ved overvågningen af vandløb. Danmarks Miljøundersøgelser. 44s. - Faglig rapport fra DMU nr. 590. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

*Ribe Amt (2004 a)*. Miljøgodkendelse af Nørå Dambrug. 20 s.

*Ribe Amt (2004 b)*. Tillæg til/ændring af miljøgodkendelse af Nørå Dambrug dateret 6. juli 2004. 8 s.

*Skriver, J., Riis, T., Carl, J., Friberg, N., Ernst, M.E., Frandsen, S.B., Sode, A. & Wiberg-Larsen, P. (1999). Biologisk overvågning i vandløb 1998-2003. Biologisk vandløbskvalitet (DVFI). Udvidet biologisk program. NO-VA2003. Danmarks Miljøundersøgelser. 41 s. - Teknisk anvisning fra DMU nr. 16.*

*Svendsen, L.M. & Pedersen, P.B. (reds.) (2004). En undersøgelse af muligheder for etablering af måleprogram på såkaldte modeldambrug. 118 s. - DFU-rapport nr. 132-04,118 p.*



## DFU-rapporter – index

Denne liste dækker rapporter udgivet i indeværende år samt de foregående to kalenderår. Hele listen kan ses på DFU's hjemmeside [www.dfu.min.dk](http://www.dfu.min.dk), hvor de fleste nyere rapporter også findes som PDF-filer.

- Nr. 139-05 Smoltdødeligheder i Årslev Engsø, en nydannet Vandmiljøplan II-sø, og Brabrand Sø i foråret 2004. Kasper Rasmussen og Anders Koed
- Nr. 140-05 Omplantede blåmuslinger fra Horns Rev på bankerne i Jørgens Lo og Ribe Strøm 2002-2004. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 141-05 Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav efteråret 2004. Per Sand Kristensen, Niels Jørgen Pihl og Rasmus Borgstrøm
- Nr. 142-05 Fiskebestande og fiskeri i 2005. Sten Munch-Petersen
- Nr. 143-05 Opdræt af torskeyngel til udsætning i Østersøen (forprojekt). Josianne G. Støttrup, Julia L. Overton, Christian Möllmann, Helge Paulsen, Per Bovbjerg Pedersen og Peter Lauesen
- Nr. 144-05 Skrubbeundersøgelser i Limfjorden 1993-2004. Hanne Nicolajsen
- Nr. 145-05 Overlevelsen af laksesmolt i Karlsgårde Sø i foråret 2004. Anders Koed, Michael Deacon, Kim Aarestrup og Gorm Rasmussen
- Nr. 146-05 Introduktion af økologi og kvalitetsmærkning på danske pionerdambrug. Lars-Flemming Pedersen, Villy J. Larsen og Niels Henrik Henriksen
- Nr. 147-05 Fisk, Fiskeri og Epifauna. Limfjorden 1984 – 2004. Erik Hoffmann
- Nr. 148-05 Rødspætter og Isinger i Århus Bugt. Christian A. Jensen, Else Nielsen og Anne Margrethe Wegeberg
- Nr. 149-05 Udvikling af opdræt af aborre (*Perca fluviatilis*), en mulig alternativ art i ferskvandsopdræt. Helge Paulsen, Julia L. Overton og Lars Brünner
- Nr. 150-05 First feeding of Perch (*Perca fluviatilis*) larvae. Julia L. Overton og Helge Paulsen. (Kun udgivet elektronisk)
- Nr. 151-05 Ongrowing of Perch (*Perca fluviatilis*) juveniles. Julia L. Overton og Helge Paulsen. (Kun udgivet elektronisk)
- Nr. 152-05 Vurdering af ernæringstilstand for aborre. Helge Paulsen, Julia L. Overton, Dorthe Frandsen, Mia G.G. Larsen og Kathrine B. Hansen. (Kun udgivet elektronisk)
- Nr. 153-05 Myndighedssamarbejdet om fiskeriet i Ringkøbing og Nissum fjarde. Redaktion: Henrik Baktoft og Anders Koed
- Nr. 154-05 Undersøgelse af umodne havørreders (grønlændere) optræk i ferskvand om vinteren.

Anders Koed og Dennis Søndergård Thomsen

- Nr. 155-05 Registreringer af fangster i indre danske farvande 2002, 2003 og 2004. Slutrapport. Søren Anker Pedersen, Josianne Støttrup, Claus R. Sparrevohn og Hanne Nicolajsen
- Nr. 156-05 Kystfodring og godt fiskeri. Josianne Støttrup, Per Dolmer, Maria Røjbek, Else Nielsen, Signe Ingvarsdén, Christian Lastrup og Sune Riis Sørensen
- Nr. 157-05 Nordatlantiske havøkosystemer under forandring – effekter af klima, havstrømme og fiskeri. Søren Anker Pedersen
- Nr. 158-06 Østers (*Ostrea edulis*) i Limfjorden. Per Sand Kristensen og Erik Hoffmann
- Nr. 159-06 Optimering af fangstværdien for jomfruhummere (*Nephrops norvegicus*) – forsøg med fangst og opbevaring af levende jomfruhummere. Lars-Flemming Pedersen
- Nr. 160-06 Undersøgelse af smoltudtrækket fra Skjern Å samt smoltdødelighed ved passage af Ringkøbing Fjord 2005. Anders Koed
- Nr. 161-06 Udsætning af geddeyngel i danske søer: Effektivitet og perspektivering. Christian Skov, Lene Jacobsen, Søren Berg, Jimmi Olsen og Dorte Bekkevold
- Nr. 162-06 Avlsprogram for regnbueørred i Danmark. Alfred Jokumsen, Ivar Lund, Mark Henryon, Peer Berg, Torben Nielsen, Simon B. Madsen, Torben Filt Jensen og Peter Faber
- Nr. 162a-06 Avlsprogram for regnbueørred i Danmark. Bilagsrapport. Alfred Jokumsen, Ivar Lund, Mark Henryon, Peer Berg, Torben Nielsen, Simon B. Madsen, Torben Filt Jensen og Peter Faber
- Nr. 163-06 Skarven (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.) og den spættede sæls (*Phoca vitulina* L.) indvirkning på fiskebestanden i Limfjorden: Ecopath modellering som redskab i økosystem beskrivelse. Rasmus Skoven
- Nr. 164-06 Kongeåens Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 165-06 A pilot-study: Evaluating the possibility that Atlantic Herring (*Clupea harengus* L.) exerts a negative effect on lesser sandeel (*Ammodytes marinus*) in the North Sea, using IBTS-and TBM-data. Mikael van Deurs
- Nr. 166-06 Ejstrupholm Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 167-06 Blåmuslinge- og Stillehavsøstersbestanden i det danske Vadehav efteråret 2006. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 168-06 Tvilho Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for første måleår af monitoringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen,

Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.

- Nr. 169-07 Produktion af blødskallede strandkrabber i Danmark - en ny marin akvakulturproduktion. Knud Fischer, Ulrik Cold, Kevin Jørgensen, Erling P. Larsen, Ole Saugmann Rasmussen og Jens J. Sloth.
- Nr. 170-07 Den invasive stillehavsøsters, *Crassostrea gigas*, i Limfjorden - inddragelse af borgere og interessenter i forslag til en forvaltningsplan. Helle Torp Christensen og Ingrid Elmedal.
- Nr. 171-07 Kystfodring og kystøkologi - Evaluering af revlefodring ud for Fjaltring. Josianne Støttrup, Per Dolmer, Maria Røjbek, Else Nielsen, Signe Ingvarsdén, Per Sørensen og Sune Riis Sørensen.
- Nr. 172-07 Løjstrup Dambrug (øst) - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoreringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 173-07 Tingkærvad Dambrug - et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoreringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen og Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 174-07 Abildtrup Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoreringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen, Anne Johanne Tang Dalsgaard.
- Nr. 175-07 Nørå Dambrug – et modeldambrug under forsøgsordningen. Statusrapport for 1. måleår af monitoreringsprojektet. Lars M. Svendsen, Ole Sortkjær, Niels Bering Ovesen, Jens Skriver, Søren Erik Larsen, Per Bovbjerg Pedersen, Richard Skøtt Rasmussen, Anne Johanne Tang Dalsgaard.