

# **Indvinding af vand til dambrug via nedsivningsdræn i kombination med ozon/UV behandling**

**Rapport til Direktoratet for FødevarerErhverv**

**Projektet er finansieret af den Europæiske Unions Fiskerisektorprogram FIUF og  
Direktoratet for FødevarerErhverv**

## **Projektansvarlig**

---

Dansk Akvakultur, Vejlsøvej 51, 8600 Silkeborg

## **Forfattere**

---

Paul Landsfeldt, Vejle Amt

Per Bovbjerg Pedersen, Danmarks Fiskeriundersøgelser

Ole Neerup-Jensen, Orbicon

Jens Grøn, Tingkærvad dambrug

Anders Andreasen, BioMar A/S

Kaare Michelsen, Dansk Akvakultur

Brian Thomsen, Dansk Akvakultur

**Dansk Akvakultur, Vejlsøvej 51, 8600 Silkeborg**

Oktober 2006

## Indholdsfortegnelse

<b>1. Vandindvinding til dambrug</b> .....	<b>2</b>
1.1 Baggrund og retsgrundlag.....	2
<b>2. Skærpede krav til overfladevand</b> .....	<b>3</b>
2.1 De samfundsmæssige hensyn.....	3
2.2 Dambrugets behov for vand og krav til kvaliteten.....	5
2.3 Status for ansøgninger efter vandforsyningsloven .....	7
<b>3. Forsøg på Tingkær vad Dambrug.</b> .....	<b>8</b>
3.1 Formål .....	8
3.2 Projektets tilblivelse.....	8
3.3 Etablering.....	10
3.4 Økonomi.....	10
3.5 Ibrugtagning .....	11
3.6 Konklusion .....	13
<b>4. Idékatalog over alternativer til traditionel vandindtag i vandløb</b> .....	<b>13</b>
4.1 Indvinding fra øvre sekundære grundvandsmagasiner.....	14
4.2 Indvinding fra primære grundvandsmagasiner .....	15
4.3 Indtag fra vandløbet .....	16
4.4 Efterbehandling med ozon/UV .....	17
4.5 Oversigt over forskellige løsninger .....	19
<b>5. Hidtidige erfaringer (cases)</b> .....	<b>20</b>
5.1 Rens Dambrug .....	20
5.2 Ejstrupholm Dambrug.....	21
5.3 Løjstrup Dambrug. ....	21
<b>6. Konklusioner</b> .....	<b>22</b>
<b>7. Bilag</b> .....	<b>23</b>
<b>8. Kildemateriale</b> .....	<b>23</b>

## 1. Vandindvinding til dambrug

---

### 1.1 Baggrund og retsgrundlag

Tilladelser til vandindvinding var tidligere tidsbegrænsede, men med vedtagelsen af vandforsyningsloven i 1978 blev reglen ændret således, at der fremover kun kunne gives tidsbegrænsede tilladelser. Gyldighedsperioden for indtagelse af overfladevand blev begrænset til højst 10 år. For dambrug blev der gjort den undtagelse, at deres daværende indvindingstilladelse først udløb 25 år efter lovens ikrafttrædelse. Dambrugenes tilladelser til at indtage overfladevand fra åerne udløb således den 1. april 2005.

Ved en senere lovændring i 1995 blev det yderligere besluttet, at der ved tilladelser til indtag af overfladevand til dambrug altid skal opretholdes en vandføring på mindst halvdelen af medianminimumsvandføring i vandløbet. Ifølge bemærkningerne til loven er ændringen motiveret af et behov for at forbedre vandførings- og passageproblemer ved stemmeværker som led i realiseringen af målsætningerne for vandløbskvaliteten. Det fremgår endvidere af bemærkningerne, at der vil være ca. 10 år til ”at udvikle produktionsmetoder, herunder anvendelse af ren teknologi samt recirkulation af vand, så både erhvervsinteresser og miljøinteresser kan blive tilgodeset”. Ifølge lovens forarbejder betyder tidsbegrænsningen, at tilladelsen efter gyldighedsperiodens udløb kan indskrænkes eller bortfalde, uden at der bliver tale om erstatning.

Det fremgår af vandforsyningsloven, at når en indvindingstilladelse bortfalder som følge af en tidsbegrænsning, skal der meddeles en ny tilladelse i det omfang, der fortsat er behov for vandindvinding, med mindre samfundsmæssige hensyn er til hinder herfor. Ved fornyelse skal der som nævnt altid afgives mindst halvdelen af medianminimumsvandføringen til vandløbet. Ministeren har dog i forarbejderne tilkendegivet, at der vil være betydelige betænkeligheder ved ikke at forny en tilladelse til en betydningsfuld erhvervsvirksomhed, der er afhængig af tilladelsen, herunder f.eks. dambrug. Vandforsyningsloven opererer således med en særlig prioritering af dambrugets interesser. Det hænger naturligvis sammen med, at der er tale om en virksomhed i drift, som er afhængig af fortsat indvinding. Et afslag må derfor forudsætte tilstedeværelsen af ganske tungtvejende modstående samfundsmæssige hensyn.

I 1995 blev også vandløbsloven ændret. Der blev indført en ny paragraf 37a, efter hvilke amtsrådet kan gennemføre foranstaltninger overfor opstemningsanlæg, som er til væsentlig skade for vandløbskvaliteten, med henblik på at genskabe en tilfredsstillende natur- og miljøkvalitet.

Dambrugenes indtag af overfladevand er yderligere reguleret af fiskeriloven. I medfør af denne er der udstedt en bekendtgørelse om afgitring ved dambrug i ferske vande. Det følger af bekendtgørelsen, at et dambrug kun kan godkendes, hvis afgitringen ved indløb og udløb er højst hhv. 6 og 10 mm.

Sammenfattende kan det derfor konkluderes, at et dambrugs indtag af overfladevand skal ses i forhold til både den mængde vand som ønskes indtaget, og i forhold til den måde som vandet ønskes indvundet på. Det første forhold er reguleret af vandforsyningsloven, og det andet forhold er reguleret af vandløbsloven og fiskeriloven

## Projekt vandindvinding

Udover det nationale regelsæt skal en tilladelse til vandindvinding imidlertid også vurderes i henhold til habitatreglerne, hvis et dambrug ligger i, eller har udløb til, et habitatområde. Ifølge habitatdirektivet må der ikke gives tilladelser eller godkendelser, hvis det kan medføre forringelse af områdets naturtyper og levesteder for arterne. Det fremgår således direkte af habitatdirektivets artikel 6.3, at myndighederne først må give tilslutning til en plan eller et projekt, når de har sikret sig, at den ikke skader lokalitetens integritet.

Fremadrettet vil vandrammedirektivet være omdrejningspunktet for EU's vandpolitik. Direktivet trådte i kraft i december 2000. Den praktiske gennemførelse af vandrammedirektivet vil strække sig over en længere årrække. Formålet med vandrammedirektivet er at sikre beskyttelse af vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.

Ét af vandrammedirektivets helt centrale miljømål er at forebygge forringelser af overfladevandets og grundvandets tilstand. Det overordnede mål er således, at alle vandområder senest i december 2015 har opnået mindst en "god tilstand". For overfladevand betyder det, at der både skal være en god økologisk tilstand og en god kemisk tilstand. Det indebærer først og fremmest, at der skal være gode livsbetingelser for dyr og planter, og at den menneskelige påvirkning kun må føre til mindre afvigelse i sammensætning af arter.

Direktivets definition af "god tilstand" er til en vis grad åben for fortolkning, men medlemslandene forsøger sammen med EU-kommissionen at nå frem til en fælles forståelse af begrebet. Miljøstyrelsen vurderer, at resultatet ikke ligger langt fra den måde, hvorpå den hidtidige EU-lovgivnings krav til vandområder er blevet udmøntet i de danske regionplaner.

Der forventes derfor ikke en generel skærpelse af kravene til danske vandområder, men en afgørende forskel vil være, at myndighederne forpligtes til at iværksætte de nødvendige foranstaltninger til opfyldelse af miljømålene. Hidtil har kravet alene været planlovens bløde formulering om, at "amtsråd og kommunalbestyrelser skal virke for gennemførelse af regionplanens retningslinjer".

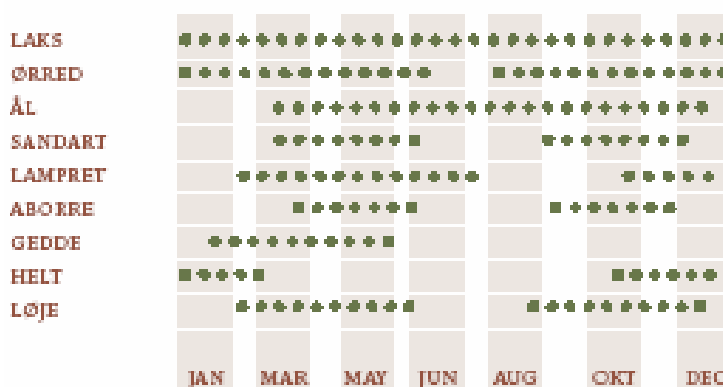
## 2. Skærpede krav til overfladevand

---

### 2.1 De samfundsmæssige hensyn

De danske vandløb er overvejende målsat som fiskevande, hvilket bl.a. indebærer, at der skal være egnede og tilgængelige gyde- og opvækstområder for fiskene. Ønsket om fri faunapassage skyldes, at mange arter vandrer mellem gydeområder og opvækstområder jf. nedenstående figur, der viser vandringsbehovet hos udvalgte ferskvandsfisk

## Projekt vandindvinding



Fra: Fisk og Hav 2006, nr. 60

Opstemninger fra bl.a. dambrug modvirker fri faunapassage i en række vandsystemer. Effekten på passageforholdene afhænger af både den fysiske opstemning, og mængden af vand der indtages. Faunapassageudvalget konkluderede, at der er behov for passage ved knap 90 % af alle dambrug, og at de problematiske passageforhold bl.a. kan henføres til:

- at der ikke er etableret faunapassage ved 30 % af dambrugene
- at der ikke afgives tilstrækkelig vand til de eksisterende faunapassager
- at den nuværende afgitring ved indtag og udløb ikke er tilstrækkelig

Wilhelmudvalget anbefalede i deres rapport, at vandløbenes fysiske forhold blev forbedret. Udvalget pegede i den forbindelse på fjernelse af spærringer og sikring af fri faunapassage og vandføringen i "døde" å-strækninger. Dambrugsudvalget tilsluttede sig Wilhelmudvalgets anbefalinger, men konstaterede, at der er behov for at styrke den viden, der kræves for at etablere de nødvendige faunapassageløsninger.

Indvinding af vand til dambrugsdrift medfører reduceret vandføring på kortere eller længere strækninger ved hvert dambrug. Faunapassageudvalget opgjorde længden af disse strækninger til 172 km. Da fisk generelt trækker efter den kraftigste vandstrøm, kan den reducerede vandføring forsinke vandringen, hvilket kan betyde, at færre fisk når frem til gydepladserne

I de tilfælde, hvor dambruget indtager vand ved en opstemning, er den optimale løsning for faunapassagen at fjerne spærringen og efterfølgende at genskabe det oprindelige vandområde ved bl.a. at sikre, at der ikke indtages vand fra vandløbet.

Amterne har prioriteret anvendelsen af overfladevand i deres regionplaner som følger:

*I Nordjyllands amt* tillades indvinding af overfladevand kun undtagelsesvis.

*I Sønderjyllands amt* gives der i hovedreglen ikke tilladelse til vandindvinding direkte fra vandløb. Der kan dog gives tilladelse til en begrænset indvinding fra enkelte vandløb.

## Projekt vandindvinding

I *Ringkøbing amt* kan vandindvinding fra vandløb kun tillades, hvis bl.a. vandløbet sikres så stor vandmængde og naturlig variation i vandføringen som muligt. Der er yderligere vedtaget en retningslinie om, at ved A- og B-målsatte vandløbsstrækninger skal stemmeværker fjernes, eller der skal etableres strygløsninger senest i 2010.

I *Vejle amt* tillades indvinding af overfladevand i det omfang mængden ikke hindrer målopfyldelse, eller er en væsentlig medvirkende årsag hertil. I habitatområder må indvindingen ikke i væsentlig grad påvirke de arter og naturtyper, som områderne er udpeget for at bevare. Der er også her en retningslinje om, at der ikke må være faunaspærringer i vandløb med skærpet eller generel målsætning.

I vandløb med generel målsætning tillades kun en mindre påvirkning. Vedligeholdelsen skal udføres skånsomt, og der skal være fri passage for fisk og smådyr. Vandløb med skærpet målsætning er oftest uregulerede vandløb, der er upåvirkede eller kun meget svagt påvirkede af menneskelig aktivitet. Vandløb ønskes principielt friholdt for menneskelig aktivitet. Vedligeholdelse skal som hovedregel udelades, og der skal være fri faunapassage.

I *Viborg amt* lægges der ved miljøgodkendelse af dambrug vægt på, at vandforbruget reduceres ved indførelse af renere teknologi. Indvinding af grundvand må ikke være til hinder for opfyldelsen af kvalitetsmålet for vandløbet.

Sammenfattende kan det derfor konkluderes, at offentligheden har et stærkt ønske om, at dambrugene indtager så lidt vand som muligt, og at det sker uden opstemninger. Der kan imødeses et stigende pres på dambruges vandindtag og opstemninger.

### **2.2 Dambrugets behov for vand og krav til kvaliteten**

Dambrug skal ved ansøgning om fornyet vandindvindingstilladelse redegøre for behovet for den ønskede indvindingsmængde og indvindingsmåden. Et dambrugs behov for vand afhænger af en lang række faktorer, og der er store variationer mellem de enkelte brug. Dambrugets muligheder for at anvende mindre overfladevand afhænger, dels af dets muligheder for at kunne genbruge vandet gennem recirkulation, og dels af dets muligheder for at kunne indtage vand uden opstemning, dvs. via f.eks. dræn eller ved at indvinde grund- eller vældvand.

## Projekt vandindvinding

Recirkulation med reduceret indtag af overfaldevand har en række fordele og ulemper for hhv. vandløb og dambrug. Nedenstående tabel er udarbejdet på baggrund af dambrugsudvalgets rapport

<b>Vandløb</b>	<b>Dambrug</b>
<b>Fordele</b>	<b>Fordele</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Strækninger med reduceret vandføring fjernes</li><li>- Øget vandføring i dambrugenens omløb</li><li>- Naturlig variation i vandføring opretholdes i omløbene</li><li>- Indtrængning af naturlig fauna reduceres</li><li>- Passageproblemer løses langt nemmere</li><li>- Udledning af medicin og hjælpestoffer reduceres</li><li>- Fald i vandløbets iltindhold nedstrøms reduceres/undgås</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Stabile produktionsforhold</li><li>- Variationer i vandkvalitet reduceres eller elimineres</li><li>- Øget effekt af renseforanstaltninger</li><li>- Bedre temperaturprofil ved brug af dræn-/grundvand</li><li>- Bedre muligheder for styring af produktionsmiljøet</li><li>- Reduceret smittepres</li><li>- Bedre arbejdsmiljø</li></ul>
<b>Ulemper</b>	<b>Ulemper</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Ingen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Øget energiforbrug pr. kilo produceret fisk</li><li>- Øget udledning af CO<sub>2</sub></li><li>- Øget driftsrisiko</li><li>- Øget behov for overvågning og styring af driftsforholdene</li><li>- Øget behov for backup-systemer</li><li>- Stor investering</li></ul>

De væsentligste fordele for dambruget er mere stabile produktionsforhold, mindre smittepres, mindre risiko for forureninger, bedre arbejdsmiljøforhold og muligheder for at kunne øge produktionen gennem investeringer i renere teknologi.

Ulemperne er øgede investeringer, højere driftsudgifter, øget behov for overvågning m.m. samt større usikkerhed om driftsforstyrrelse, herunder f.eks. sygdomsbehandling.

Dambrugsudvalget beskrev de såkaldte ”modeldambrug”, der skulle udvikles som grundlag for udvalgets anbefalinger om mulighederne for forøget produktion i dambrug under hensyntagen til bl.a., at målsætningerne i vandløbene skulle kunne opfyldes. Arbejdsgruppen beskrev 6 forskellige typer, og Miljøministeriet har efterfølgende udstedt en bekendtgørelse om modeldambrug. Efter denne kalkuleres med et vandforbrug på 0,15-1,25 liter per sekund per tons produceret fisk. Det er den generelle vurdering, at der ved så lave vandforbrug kan sikres tilstrækkeligt vand til faunapassage. Dertil kommer, at vandbehovet i mange tilfælde kan dækkes af dræn- eller grundvand.

Der er også mulighed for, at et dambrug udstyres med pumper til pumpning af vand fra vandløbet, til recirkulering samt udstyr til intern beluftning og vandrensning. Modsat modeldambrugene er disse teknologier kendte og veldokumenterede, men da sådanne ombygninger ikke umiddelbart giver dambruget tilladelse til at øge produktionen, vil mange dambrug ikke kunne bære de nødvendige investeringer og de øgede driftsudgifter.

## Projekt vandindvinding

Med afsæt i anbefalingerne fra dambrugsudvalget gennemføres der i øjeblikket et omfattende forsøgsarbejde med 8 modeldambrug. Ifølge Dansk Akvakultur er de hidtidige resultater overvejende positive, men det er endnu for tidligt at konkludere på deres generelle anvendelse.

Der er dog ingen tvivl om, at recirkulerede anlæg stiller større krav til vandkvaliteten, og at åvand sjældent vil kunne anvendes. Der er således ingen af de 8 modeldambrug, der indtager åvand. Der er især tre årsager hertil.

- For det første er det en stor fordel, at kunne operere med en lidt højere og mere konstant vandtemperatur. En lidt højere vandtemperatur sikrer en højere væksthastighed, og en konstant vandtemperatur stresser fiskene mindre, og dermed er der mindre risiko for sygdomme. Samlet sikrer det, alt andet lige, en øget produktivitet.
- For det andet er der et generelt mindre smittepres i anlægget, fordi der tilføres færre bakterier, vira etc. En evt. sygdom på et opstrøms liggende dambrug overføres således ikke per automatik til et nedstrøms dambrug, hvis det ikke indtager vand fra åen.
- Endelig er der mindre risiko for forureningsskader. Deciderede forureninger kan f.eks. være gylleudslip, men det kan også være i form af f.eks. hormoner, medicinrester eller andre miljøfremmede stoffer som føres ind på dambruget med åvandet.

### 2.3 Status for ansøgninger efter vandforsyningsloven

Alle dambrug har nu søgt om tilladelse til at indtage overfladevand, men der er store uoverensstemmelser mellem dambrugerne og myndighederne. På trods af diverse notater fra f.eks. kammeradvokaten er de juridiske forhold fortsat uafklarede.

Amterne har truffet afgørelser i alle sager, men en lang række sager er påklaget til Skov- og Naturstyrelsen.

Det er behov for, at der findes alternativer til indtag af overfladevand via opstemninger. Som beskrevet ønsker offentligheden, at der skal være fri passage i de danske vandløb. Presset forstærkes af vandrammedirektivets krav om ”god tilstand”. Heroverfor står et erhverv, som nødvendigvis skal have vand, og som også på sigt har en interesse i at minimere afhængigheden af overfladevand og opstemninger.

Som beskrevet blev det ved ændringen af vandforsyningsloven forudsat, at der i dag ville være udviklet produktionsmetoder til recirkulation af vand, ”så både erhvervsinteresser og miljøinteresser kan blive tilgodeset”. Det er desværre endnu ikke tilfældet. Modeldambrugsforsøget er et stort skridt på vejen, men som eftertiden har vist, er der et mere generelt og presserende behov for, at der udvikles alternativer eller supplementter til indtag af overfladevand via en opstemning.



## Projekt vandindvinding

Det er på denne baggrund, at der i 2004 blev taget initiativ til nærværende projekt i samarbejde mellem Tingkærvad Dambrug, Danmarks Miljøundersøgelser, Danmarks Fiskeriundersøgelser og Dansk Akvakultur.

Det oprindelige formål var at undersøge, om indvinding ved infiltration i kombination med ozon/UV behandling kunne reducere forekomsten af vira og bakterier, og om det var en praktisk og driftsøkonomisk realistisk mulighed. Efter ombygning af dambruget viste det sig hurtigt, at infiltration gennem drænene var forbundet med meget store problemer, fordi de stoppede til.

Pga. tilstopningen af drænene, og mangel på kvalificerede løsninger, kunne projektet ikke gennemføres i sin oprindelige form, men det er vigtigt, at erfaringen bliver samlet op. Årsagen til tilstopningen bør undersøges nærmere, og der bør udarbejdes et katalog over mulige fremadrettede løsningsforslag. Det er ligeledes afgørende, at der udarbejdes alternativer til indtag af især overfladevand.

Det oprindelige projekt blev derfor revideret, og dette projekt har følgende primære formål:

1. Analysere og identificere årsagen til tilstopningen af drænene.
2. Udarbejde et katalog over mulige løsninger og alternativer.
3. Beskrive de hidtil opnåede erfaringer og resultater.

## 3. Forsøg på Tingkærvad Dambrug.

---

### 3.1 Formål

Konkret for projektet ved Tingkærvad Dambrug var formålet at få belyst:

- Stabiliteten i en vandforsyning gennem dræn under stryg.
- Kvaliteten af det indvundne vand m.h.t. temperatur og bakterier/vira.

### 3.2 Projektets tilblivelse.

Som repræsentant for Dansk Dambrugerforening (nu Dansk Akvakultur) deltog ejeren af Tingkærvad Dambrug (Jens Grøn) i arbejdet i det tidligere nævnte Dambrugsudvalg, der kom med en række anbefalinger omkring etablering af højteknologiske recirkulerede modeldambrug.

Jens Grøn ansøgte om at få Tingkærvad Dambrug med i forsøgsordningen for modeldambrug. Dambruget blev udvalgt, og umiddelbart derefter gik arbejdet i gang med at søge om vandindvinding.

For et dambrug der bygger på høj recirkulering, biofiltre, stor vandcirkulation i raceway systemer og betydelig bestandstæthed, er vandforsyningen af største betydning. For at sikre temperaturudjævning

## Projekt vandindvinding

over hele året er det vigtigt at have adgang til frisk vand med en stabil temperatur. Desuden skal vandet være frit for fiskebakterier og snyltere, der i recirkulerede anlæg kan medføre meget stor dødelighed.

På den baggrund var det indlysende først og fremmest at ønske en vandforsyning, der bygger på grundvand. Der blev derfor i juni 2003 ansøgt om en større mængde grundvand til projektet.

Vejle Amt fandt det ikke umiddelbart tilrådeligt at give en længere varende tilladelse til vandindvinding i det ønskede omfang. Kendskabet til de geologiske formationer i området er for begrænset, og dermed er der en betydelig usikkerhed omkring, hvorledes en boring af denne størrelse vil kunne påvirke naturområder og andre boringer i området. Amtet var på den baggrund kun villig til at give en indvindingstilladelse på to år, med en forpligtigelse til at foretage overvågning ved 6 brønde/boringer samt et større vådområde.

Denne løsning var uacceptabel for dambrugeren set i lyset af investeringens størrelse i modeldambruget. Ligeledes ville overvågningen være meget bekostelig, og resultaterne kunne også let blive påvirket af andre forhold end pumpningen fra boringen på Tingkæravad Dambrug. Amtets medarbejdere vurderede, at det burde være muligt at anvende nedsivet åvand store dele af året, og således kun være afhængig af vand fra boring i perioder med meget koldt eller meget varmt vejr.

Både amtet og dambruget havde et udpræget ønske om at finde en løsning, der var acceptabel for begge parter. Der opnåedes enighed om at få afdækket, om en kombination af nedsivning og boring kunne løse vandindvindingsproblemstillingen samtidig med, at amtet etablerede stryg forbi det gamle stemmeværk (bilag 1).

Idet et sådant projekt ville have principiel interesse for mange andre dambrug end Tingkæravad, gik Dansk Dambrugerforening med ind i projektet.

Dambruget fik en vurdering fra Hedeselskabet (bilag 2) på mulighederne for at gennemføre et sådant projekt. Det var Hedeselskabets konklusion, at det teoretisk ville være realiserbart; dog beskrev Hedeselskabet også forholdene omkring aflejringen af det organiske materiale med mindsket kapacitet i dræne til følge. Det blev derfor besluttet at lave en todeling af projektet. Vejle Amt ville anlægge et stryg og betale for de omkostninger, der ville være forbundet med nedlægningen af dræn i stryget. Sideløbende udarbejdede Dansk Dambrugerforening et projektoplæg bestående af nedsivningssystem, pumpebrønd, rørsystem til dambrug og et UV/ozon vandbehandlingssystem.

Projektet blev sendt til Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) i Silkeborg, Danmarks Fiskeriundersøgelser (DFU) i Hirtshals samt til Veterinærdirektoratet i Vejle til udtalelse/forslag til forbedringer. På den baggrund blev et endeligt projektforslag, der dels indeholdt etablering af nedsivningsanlæg og dels en plan for evaluering af systemets effektivitet. Det praktiske arbejde skulle dambruget stå for, de kemiske analyser skulle foretages af en akkrediteret analysevirksomhed og evalueringsarbejdet som et samarbejde mellem Dansk Akvakultur, DMU/DFU og dambruget.

Selve vurderingen skulle vise, om det var muligt at få tilstrækkeligt vand, og om kvaliteten var tilfredsstillende. For at være sikker på, at det nedsivede vand ikke indeholdt skadelige bakterier eller vira, skulle vandet behandles med UV og ozon, inden det blev pumpet ind i anlægget.

## Projekt vandindvinding

Der skulle udtages vandprøver i åen, ved pumpebrønden og ved indløbet til bassiner (efter UV/ozon behandling). Ligeledes skulle temperaturen følges over året. Endeligt skulle det vurderes, hvor stor en andel af det indvundne vand, der ville komme som grundvand nede fra, og hvor meget der ville komme fra nedsivning.

### 3.3 Etablering

Stryg med 700 m dræn blev anlagt, og koblet på to afvandingsledninger der blev ført ind i en samlepumpebrønd. Drænene blev lagt på langs af stryget med to tværgående afvandingsledninger (bilag 3: Billedserie).

Drænet blev lagt i et lag af perlegrus, som skulle medvirke til en jævnere fordeling af det nedsivende vand. Herover blev der lagt 0,5 m groft sand (2-3,5 mm) som filtermateriale. Øverst blev der lagt store sten (63-250 mm) som beskyttelse af filtergruset og som bund i stryget. For at opnå en forholdsvis høj vandhastighed i vandløbet, som kunne hindre større sandaflejringer, blev stryget (og drænet) lagt med et fald på 10-12,5 promille. Det betyder, at der er en højdeforskel fra det øverste drænområde til det nederste på ca. 40 cm.

Ved siden af pumpebrønden blev placeret et stort glasfiberkar, hvor vand fra dræn kan blandes med vand fra boring. Herfra ledes vandet gennem et nedgravet Ø 400 mm rør 300 m til dambruget, hvor det ledes ind i et UV/ozon anlæg. Herfra løber det i to rør til de to store anlæg. For at kunne regulere såvel vand fra boring som fra dræn er begge pumper forsynet med frekvensomformere. Der er udlagt temperaturfølere i åen, i drænet og i vandet efter blanding ved UV/ozonanlægget. Der er trukket højspændingskabel og et signalkabel de 250 m mellem pumpebrønd og hovedstrømforsyning samt et signalkabel. Der er monteret vandur, hvis informationer kan transmitteres tilbage til huset sammen med temperatur informationerne. Ligeledes er der etableret strømforsyning til UV/ozon anlægget.

Projektet skulle først igangsættes, når anlægget var klar til fuld brug.

### 3.4 Økonomi

Som omtalt oven for dækkede Vejle Amt omkostninger til etablering af stryg og materialeomkostninger i form af grus og sand samt nedgravningsomkostningerne for selve stryget. De resterende anlægsomkostninger (jordarbejde, rør, montage, UV/ozon samt el installationer) og omkostninger til opfølgning skulle dækkes gennem bevilling fra Direktoratet for FødevarerErhverv. Den samlede bevilling var på kr. 480.150.

De samlede etableringsomkostninger udgjorde kr.448.277, hvor omkostninger til især el blev større end budgetteret. Der er medtaget kr. 135.000 som dækker de meromkostninger Vejle Amt afholdt til nedgravning af materialer. Udgiften til etablering af selve stryget er ikke medtaget

## Projekt vandindvinding

I forbindelse med den reviderede ansøgning er der søgt om og bevilget kr. 303.400 til dækning af anlægsomkostninger. Hertil kommer tilskud til udarbejdelse af sammenfatnings og perspektiveringsrapport på kr. 128.350.

### 3.5 Ibrugtagning

De første fisk kom i modedambruget sektion 1 i slutningen af oktober 2004, men det viste sig hurtigt, at den valgte filterkonstruktion var uhensigtsmæssig, idet der opstod en stuvning på 15 cm over biofiltret. Efter en nøje vurdering af, hvorledes filtret bedst kunne tilpasses, ændredes filterkonstruktionen i sektion 2 i løbet af de første uger af november 2004. Med udgangen af tredje uge af november overføres fiskene fra sektion 1 til sektion 2, så de nødvendige ændringer i sektion 1 kunne gennemføres.

Da det var vigtigt at få igangsat det planlagte måleprogram, blev det besluttet, at få indkørt nedsivningsanlægget. Indtil dette tidspunkt har anlægget udelukkende være forsynet gennem den etablerede boring.

I slutningen af oktober blev der foretaget prøvepumpninger, hvor vandet blev ledt direkte tilbage i stryget. Formålet var at få et første indtryk af drænets kapacitet, samt en vurdering af, hvor meget vandet ville falde i pumpebrønden ved forskellige vandmængder.

Som udgangspunkt så forholdene lovende ud, idet vandet i pumpebrønden stod ca. 30 cm over vandet ude i stryget uden for. Ved hjælp af en frekvensomformer kunne den oppumpede vandmængde varieres. Der blev foretaget forsøg med vandmængder fra 10 til ca. 80 l/s. På prøvepumpninger over et døgn var der grund til betydelig optimisme. Selv med 75-80 l/s faldt vandstanden i pumpebrønden kun med ca. 40 cm i forhold til udgangspunktet. Efter de første timers prøvepumpning syntes vandet helt rent og klart, og umiddelbart egnet til anvendelse i modeldambruget.

I sidste uge af november blev det besluttet at igangsætte brugen af drænet. Idet der kun skulle anvendes 25 l/s, anvendtes der 5 l/s fra boring og 20 l/s fra dræn. Da temperatur forholdene på dette tidspunkt var acceptable i nedsivningsvandet, var blandingsforholdet tilstrækkeligt til at give en temperatur på ca. 7 grader.

De første uger resulterede pumpningen kun i et meget begrænset fald i vandstanden i pumpebrønden, men over de næste uger faldt vandstanden med stadig større hastighed. Efter 4 uger var der tale om et fald på ca. 60 cm i forhold til niveauet før pumpningen. Efter endnu en uge var niveauet nede på højde med drænets indgang i samlebrønden. Denne udvikling betød, at frekvensen måtte øges dagligt for at opnå den ønskede vandmængde fra drænet.

Vejle å har gennem mange år haft en betydelig sandvandring omkring Tingkærvad Dambrug. Stemmeværket har medført, at dette sand tidligere blev ledt ind til de to dambrug, der tidligere delte vandet i åen. Tingkærvad Dambrug og nabodambruget Kobberbæk skulle tidligere mindst hver tredje måned opgrave større mængder sand i indløbet til fødekanalerne for at få tilstrækkeligt med vand. Efter etableringen af stryget og Tingkærvad Dambrugs afgivelse af frivand, begyndte sandet at vandre ned gennem stryget og fylde mellemrummene mellem de større sten, der udgjorde overfladen i stryget.

## Projekt vandindvinding

Udover en stor sandtransport foregår der også en betydelig transport af organisk materiale. Dambruget havde tidligere en bundfældning til at fange dette materiale, inden det kom ind i dambruget.

Kombinationen af sand og fint organisk materiale mellem stenene i stryget betød, at der dannedes en meget hård skorpe mellem stenene.

Det var meget tydeligt, at sandet langsomt udfyldte hullerne mellem stenene i stryget, og i løbet af den første måned havde det bevæget sig hele vejen igennem stryget.. Inden for det sidste halve år har sandet bevæget sig 5 – 600 m nedstrøms stryget.

Det blev derfor besluttet at løsne dette lag ved at spule mellem stenene. Denne spuling blev påbegyndt øverst i stryget, således at sandet kunne transporteres væk af vandet gennem stryget. Allerede efter få meter var der en klar forbedring i tilstrømningen til samlebrønden.

Efter én dags spuling kunne pumpningen genoptages. Der var tale om en meget klar forbedring, med en vandstand i pumpebrønden ganske få cm under niveauet fra før pumpningen begyndte.

Dette var kort før jul 2004, men allerede mellem jul og nytår faldt vandstanden betydeligt i pumpebrønden, og de første dage i januar 2005 var situationen som før jul.

Der blev atter foretaget en skylning af filteret, hvorefter der atter kom gang i drænene, men igen på et ringere niveau end ved første skylning.

Det stod hermed klart, at nedsivning som vandkilde ikke var en langsigtet løsning.

Efter aftale med Vejle Amt blev det besluttet, at dambruget kunne bruge vandet fra boringen alene, indtil en mere permanent løsning kunne findes.

Det kan på denne baggrund konkluderes at:

- Nedsivningen ikke fungerede som forventet.
- Der ikke kom det forventede tilskud af vand nede fra til trods for, at drænene blev lagt i rent sandjord.

Projektets målefase blev derfor indstillet, og beslutningen om det videre forløb udskudt til en senere vurdering.

Der var for både Veje Amts og Dansk Akvakulturs side stor interesse for at få afprøvet mulighederne for vandindvinding via filtrering, idet det medfører betydelige fordele ved mindre vandmængder. Der ønskedes også en vurdering af, hvorfor projektet ikke levede op til forventningen, og hvad der alternativt kunne forsøges.

### 3.6 Konklusion

Det store fald på stryg og dræn (10 ‰) har, i kombination med den store hydrauliske ledningsevne i filtermaterialet, betydet, at nedsivningen til drænet ikke foregik jævnt over hele overfladen, men der i mod blev nedsivningen koncentreret på et forholdsvis lille areal. Dette lille areal, som ved pumpningens start var lokaliseret øverst på stryget, blev pga. den store hydrauliske belastning hurtigt udsat for tilstopning af sand og organisk materiale fra vandløbet.

Efterhånden som den øverste ende af stryget/filteroverfladen lukkes af materiale, flyttes den aktive nedsivningsoverflade successivt længere og længere ned af stryget, indtil hele overfladen er lukket til. Der kunne derfor indvindes den ønskede vandmængde indtil et vist tidspunkt, hvorefter indsivningen faldt drastisk. Spuleforsøgene kunne åbne overfladen på delområder, men kun med en tidsbegrænset effekt. Flere spuleforsøg gav en dårligere effekt, hvilket kunne tyde på, at det finere materiale havde en tendens til at pakke længere nede mellem stenene ved spulingen.

Det kan overordnet konkluderes at:

- den fysiske opbygning af indsivningsanlægget under et stryg med stort fald og med et filtermateriale med stor hydraulisk ledningsevne ikke er hensigtsmæssig
- der vil ske tilstopning med fint materiale i overfladen (vandløbsbunden), selv om den gennemsnitlige vandhastighed i vandløbet over filteret er stor ( $>0,3$  m/s)

Der kan laves justeringer på de fysiske faktorer, der har bidraget til, at dette forsøg ikke er lykkedes: Mindre fald på stryget, ændret filtermateriale, anden oplægning af dræn, sandfang foran stryg, nedgravning af beluftning til fjernelse af tilstoppende materiale osv. Det vurderes dog, at det vil være overordentligt svært at skabe forhold, der vil kunne løse problemet med tilstopning af overfladen.

Der bør derfor primært fokuseres på andre løsninger som f.eks. horisontal nedsivning ("leaking dam") frem for vertikal nedsivning, når formålet er at indtage vand fra åen.

## 4. Idékatalog over alternativer til traditionel vandindtag i vandløb

---

I forbindelse med at dambrugene stilles over for krav om at mindske brugen af vand til driften hentet direkte i vandløbene, skal der søges alternative kilder til forsyning af procesvand. Dambrugene eksperimenterer på nuværende tidspunkt med genbrug af vandet, og der pågår flere pilotprojekter..

Vandet skal overholde en stabil og høj vandkvalitet, ligesom temperaturen skal tilstræbes at være så ensartet som muligt.

I nedenstående er skitseret flere modeller til forsyning af vand til dambrug. De fleste af modellerne er i større eller mindre grad betinget af genanvendelse/recirkulering af vandet. De anviste løsningsmodeller har forskellige fordele og ulemper, både hvad angår logistik og sikkerhed. Det økonomiske perspektiv er ikke berørt, men etableringsomkostningerne er forskellige for de respektive løsningsmodeller, og alle har udgifter til den daglige drift i form af strøm til pumper.

#### 4.1 Indvinding fra øvre sekundære grundvandsmagasiner

Indvinding fra de sekundære magasiner kan ske via lodrette og vandrette dræn.

De vandrette dræn placeres i umiddelbart nærhed af dambruget. Drænene skal placeres i et vandførende gruslag. Selve dimensioneringen af drænene skal foregå med meget hensynstagen til de aktuelle geologiske forhold, ligesom afstanden til vandløbet skal medtages. Hvis de vandrette dræn placeres for tæt på vandløbet, risikeres det, at der trækkes vandløbsvand ind i drænene. Det er ikke ønskværdigt, at det primært er vandløbsvand, der strømmer til drænene, da der er stor risiko for tilstopning, ligesom kvaliteten ikke altid er god nok. Der er flere steder anlagt vandrette dræn med stor succes (se afsnit 5 om bl.a. Rens og Ejstrupholm Dambrug).

De lodrette dræn betinger, at der er sekundære grundvandsmagasiner i umiddelbar nærhed af dambruget. Højtliggende sandlag og gruslag er ikke nødvendigvis vandfyldte, men i de fleste tilfælde er det dog mere reglen end undtagelsen. Det hænger sammen med, at der næsten altid er opadrettede trykgradienter, således at vand strømmer fra de øvre magasiner op til vandløbet. Dvs. at det er muligt på ejendommen eller i umiddelbar nærhed at udnytte denne trykforskel til at forsyne dambruget. Det skal her bemærkes, at ikke alle geologiske underlag er lige egnede for en vandindvinding i de øvre magasiner; således vil det kræve, at bygninger og naboejendomme er sikret mod denne indvinding.

Vandkvaliteten i de øvre grundvandsmagasiner kan være nitrat- og pesticidholdig, men denne vandkvalitet vil under normale omstændigheder også være vandkvaliteten i vandløbet, da den i mere eller mindre omfang fødes af vand fra de øvre magasiner. Jernforbindelser vil ligeledes kunne være problematiske, og skal udfældes inden tilledningen til dambruget.

Teknisk omfatter løsningen, at der udføres en kortlægning af grundvandsmagasinet's fysiske størrelse for deraf at vurdere kapaciteten og kvaliteten af vandet. Kapaciteten bør fastlægges vha. prøvepumpninger. Derved sikrer der en stabil og sikker leverance af vand. Herefter etableres én til flere boringer af en anerkendt brøndborer, og boringerne forsynes med dykpumper eller tilkobles et fælles hævertsystem. For at imødegå mobilisering af uønskede stoffer såsom humus og fastholde en stabil vandkvalitet skal pumpekapaciteten dimensioneres således, at der anvendes så lille en pumpe som muligt.

Metoden giver, hvis lavet korrekt, en sikkerhed for en stabil vandmængde året rundt.

Set fra myndighedernes side kan en indvinding fra de øvre grundvandsmagasiner være både problematisk og uproblematisk. Set fra den drikkevandsmæssige side har vandet fra de sekundære magasiner ikke en betydning for drikkevandsressourcen, da det vand der indvindes i mere eller mindre omfang alligevel vil tilstrømme vandløbet lokalt. Der kan dog være naturmæssige hensyn, som der må tages højde for. Her vil specielt § 3 og Natura 2000 samt fredede områder have betydning for, om der kan opnås indvindingstilladelse.

## 4.2 Indvinding fra primære grundvandsmagasiner

Indvindingen fra de primære grundvandsmagasiner kan kun ske via lodrette dræn (traditionelle boringer).

Løsningen betinger, at der er et primært grundvandsmagasin i umiddelbar nærhed af dambruget. Primære magasiner er altid vandfyldte, men ydelsen kan veksle fra område til område. Vand fra det primære magasin er ofte ikke i kontakt med vandløbene i de øvre dele af vandløbssystemerne, mens de omvendt er i kontakt på de nedre dele af vandløbssystemerne. De primære magasiner kan enten være *frie* eller *spændte*. Et frit magasin er et magasin uden overliggende lerlag. Et spændt magasin er et magasin med overliggende lerlag.

Vandkvaliteten i de primære grundvandsmagasiner er ofte af en fin kvalitet uden nitrat og pesticider, men samtidig er kvaliteten væsentlig anderledes end det bløde overfladevand, som kendetegner vandet fra vandløb og øvre grundvandsmagasiner. Det må påregnes, at der skal ske en vandbehandling af vandet for blandt andet at fjerne kalk, jern, mangan og arsen.

Teknisk omfatter løsningen, at der udføres kortlægning af grundvandsmagasinet's fysiske størrelse for deraf at vurdere kapaciteten og kvaliteten. Hvis den administrative myndighed ikke er bekendt med, om der er et primært magasin i området, skal der ske en forholdsvis detaljeret kortlægning af nærområdet både geologisk og geofysisk. Herefter suppleres med ydelsestest af magasinet. Hvis der ikke forefindes et brugbart magasin i området, vurderes metoden ikke brugbar, da den skal suppleres med distribution af vandet fra boringen til dambruget mm.

Herefter etableres en til flere boringer, som forsynes med dykpumper eller tilkobles et fælles hævertsystem. For at opnå en stabil vandkvalitet skal pumpekapaciteten dimensioneres således, at der anvendes så små pumper som muligt. Som nævnt skal vandet formodentlig pumpes ind over et vandbehandlingssystem, inden det anvendes i dambruget. Metoden giver sikkerhed for en stabil vandmængde året rundt.

Set fra myndighedernes side kan vand hentet fra de nedre primære grundvandsmagasiner være problematisk, da dette vand ofte er båndlagt til drikkevand. Det må forudses, at der ikke vil blive givet tilladelse til indvinding af vand fra de dybere magasiner, hvis dambruget ligger inden for et OSD område (**Område med Særlig Drikkevandsinteresser**), inden for indvindingsoplande til vandværker, og hvis magasinet ikke har kontakt til vandløbet. Såfremt dambruget er placeret i et OD område (**Område med Drikkevandsinteresser**) er der større mulighed for at opnå indvindingstilladelse. I områder med ingen drikkevandsinteresser bør der ikke være umiddelbare forhold, der skal adresseres.

Alle ansøgninger skal i henhold til vandforsyningsloven vedhæftes en dokumentation for, at den ansøgte vandmængde ikke belaster omkringliggende indvindinger. Her menes både private/kommunale og enkeltindvindere. Denne dokumentation kan, afhængig af den administrative myndighed, være yderst bekostelig. Såfremt indvindingen er placeret i et naturområde (§ 3 el. Natura 2000), må der også forudses, at der ikke vil blive givet tilladelse til indvinding af vand fra de dybere magasiner, såfremt vandspejlet i naturområdet har direkte kontakt til vandspejlet.



### 4.3 Indtag fra vandløbet

I det tilfælde, at der hentes vand fra det nærliggende vandløb sikres en forsyningsmæssig sikkerhed. Vandkvaliteten kan derimod være meget svingende, og i forbindelse med et direkte indtag kan det være nødvendigt med rens foranstaltninger. Der skal også skærmes for indtrængning af fisk og fiskelarver fra vandløbet

Overfladefiltrering med tromlefilter er i dag den mest anvendte form for mikrofiltrering på dambrug. Vandet strømmer ind i tromlen og ud gennem filterdugen. Det afsatte slam løftes ud af vandet ved tromlens rotation og spules ned i slamrende. (DFU-rapportnr. 52-98).



Filterdugens maskevidde ligger normalt i området 50-80  $\mu$ m. En lavere maskevidde vil normalt give klogningsproblemer, men med et diskfilter er dette løst ved at øge andelen af det totale filterareal som er under vand. (Se foto, 30  $\mu$ m og 300-400 l/s.)

Mikrofiltreringen tilbageholder i dette tilfælde parasitten der forårsager øjen-ikter, Teknikken er meget anvendt i åleanlæg, hvor evt. angreb fra parasitten *Gyrodactylus* bliver håndterbar.

Metoden giver sikkerhed for en stabil mikrofiltreret overfladevand året rundt. Ved ønske om at undgå indkomne bakterier og virus skal vandet efterbehandles

Foto: Diskfilter på Yarrow Fishery Scotland

En Johnson-skærm består af parallelle og indbyrdes forbundne rør, hvor rørvæggene består af fintmasket net, som filtrerer vandet før indtag. Skærmen anbringes neddykket i vandfasen.

Det filtrerede vand samles i et eller flere rør, hvorfra vandet ledes eller pumpes til fødekanalen. Nettet kan renses ved periodevise returskyllinger.

Teknikken er allerede i brug i forbindelse med indvinding af grundvand og ved indvinding af havvand til Nordsømuseum og Kattegatcentret. Skærmen fås i mange forskellige dimensioner og hulstørrelser. Skærmen installeres i åbent vand, ikke i en sidekanal.

Vigtige forhold set fra fiskenes og smådyrenes side er:

- Små åbninger i nettet som holder de fleste fisk ude.
- Den lave vandhastighed overalt nær skærmen (typisk 15 cm/s) er passende for de fleste fiskearter inkl. spæd yngel af karpefisk, så de ikke kommer nær skærmen og trænger ind.

## Projekt vandindvinding

- En meget glat ekstern overflade, som minimerer skaderne på fisk, der kommer i kontakt med den.
- Det kan være nødvendigt at rense skærmen for sand og aflejringer, men det kan klares med vandskylninger.

Der er så vidt vides ikke installeret Thomson filtre i danske dambrug, så erfaringsgrundlaget er ikke til stede i Danmark. Hvorvidt der er en tilstrækkelig viden i udlandet, der kan overføres til danske forhold, vides heller ikke. Fordelen ved denne løsning er, at spærringerne kan fjernes, mens vandindtaget bibeholdes. Løsningen vil skulle kombineres med en returskylningsanordning.

Set fra myndighedernes side kan løsningen ikke umiddelbart være et problem, såfremt indtagsordningen sikres forsvarligt, så vandløbsbrugerne ikke generes. Men da der så vidt vides ikke findes installationer i Danmark med indtag direkte i vandløbet, er der ikke præcedens for ansøgningsvanskeligheder ved de administrative myndigheder.

### 4.4 Efterbehandling med ozon/UV

UV/Ozon er en oplagt mulighed for videre behandling af indtagsvandet, inden det ledes til fiskene.

Ozon ( $O_3$ ) gas er et effektivt iltningmiddel (oxidant), som danner meget reaktive oxygen forbindelser, som med fordel kan udnyttes til vanddesinfektion. De dannede ilt-radikaler (superoxid  $O_2^{\cdot-}$  og hydroxyl  $OH^{\cdot}$ ) hører til blandt de mest reaktive/reaktionsvillige forbindelser, og de reagerer øjeblikkeligt med såvel organiske som uorganiske forbindelser.

Den tekniske anvendelse af ozon er velbeskrevet i forbindelse med spildevands-behandling fra renseanlæg og sygehuse, og benyttes i recirkulerede akvakultur-systemer til for- og efterbehandling af produktionsvand (Summerfelt, 2003). Her virker ozonen mod patogener og uønskede stoffer (eks. nitrit, organisk materiale) med henblik på kontrol af eventuel misfarvning og afsmag.

#### *Ozon i akvakultur*

Brug af ozon forudsætter forskellige installationer til hhv. ozon-dannelse (generator og luft/ilt), ozon-opblanding / spredning, ozon-monitering og ozon- nedbrydning. Dimensioneringen er system specifik, hvoraf følger, at en generel pris vanskeligt kan angives. Såfremt formålet med brug af ozon er forbehandling af eventuelt kontamineret borevand, kan behovet for desinfektion være af mindre betydning. Doseringsmængden skal altid tilpasses oxidationsbehovet, og afgangning af den overskydende ozon skal sikre fiskenes ve og vel (risiko for oxidativ stress; gælleskader, osmotiske påvirkning og forstyrrelse i blodcellernes enzymer).

På grund af ozons høje reaktionsvillighed og dermed hurtige nedbrydning kan et forsinkelsesbassin og/eller et rislefilter medvirke til at sikre, at den overskydende ozon i vandet elimineres, inden det når fiskene. Fisk er generelt meget sårbare overfor ozon, og resulterende koncentrationer ned til 0,010 ppm (10  $\mu\text{g/l}$ ) kan være letale.

## Projekt vandindvinding

Doseringen er væsentligt højere, og såfremt der ønskes desinficerende effektivitet (0,5 – 5,0 min·mg/l) kan der være behov for tilsætning af op til 2-4 mg O<sub>3</sub>/l.

Ozon kan doseres kontinuerligt eller tilføres periodisk; hvilken metode der foretrækkes afhænger af systemets indretning og det specifikke behov.

### *UV behandling i kombination med ozon*

UV-bestrålings effektivitet over for bakterier, vira m.v. er relativt velbeskrevet i kontrollerede systemer med vand af konstant kvalitet.

Der er dog problemer med praktisk anvendelse i dambrugsdrift. Disse kan bl.a. relateres til dels vandets varierende kvalitet (fysisk, kemisk og bakteriologisk), dels tilstedeværelsen af partikler (ligeledes i varierende grad).

Den varierende vandkvalitet vanskeliggør doseringsberegninger, ligesom partikler skærmer bagvedliggende bakterier m.v. mod UV-strålerne. Hertil kommer naturligvis krav til anlægstype og vedligehold.

Traditionel UV desinfektion kan derfor med fordel kombineres med ozon-behandling, idet der dels kan opnås kombineret (højere) effekt, og dels fordi UV kan fremme nedbrydningen af ozon til ren ilt. Denne egenskab kan således udnyttes til at reducere overskydende opløst ozon, hvorved produktionsvandets indhold af ozon minimeres.

### *Forbehold*

Til trods for UV/Ozons gode potentiale indenfor akvakultur, har en del forbehold formentlig været medvirkende til at reducere anvendelsen.

Tre umiddelbare forbehold ved brug af ozon er 1) arbejdssikkerhedsmæssige 2) vanskeligheder i forbindelse med korrekt dosering (og skader på fisk) 3) betydelig investering og driftsøkonomi.

Udviklingen de seneste år inden for implementering af driftsikre ozonanlæg in mente, samt behovet for renere teknologi og produktionsvand af høj kvalitet betyder dog, at vandbehandling med ozon og UV/ozon kan have gode perspektiver.

#### 4.5 Oversigt over forskellige løsninger

Idékatalogets løsninger er samlet i nedenstående skema, hvor fokus er på fordele og ulemper ved de enkelte metoder.

Kilde	Metoder	Fordele	Ulemper
Øvre grundvandsmagasiner	Vandrette og lodrette dræn	Kan være nemt tilgængelig vand Kendt teknologi	Evt. okker Fundering Geologi Tilstopning
Primære grundvandsmagasiner	Boringer	Nemt tilgængelig vand Kendt teknologi Sikker vandforsyning God vandkvalitet	Kemi Fundering Kan være svært at opnå tilladelse til større vandmængde.
Overfladevand	Vandrette dræn under vandløb	Tilbageholder bakterier og virus	Vurderes meget svært at få til at virke, grundet tilstopning henover tid.
	Mekanisk filtrering m. kontaktfiltre	Bagskylles hver uge	Afgitring til vandløb skal opfyldes
	Mekanisk filtrering m. mikrosigte	Mikrofiltrering med 30-40 my tilbageholder parasitter. Giver mere egnet vand til recirkulation.	Afgitring til vandløb skal opfyldes. Tåler ingen overbelastning – giver unødigt skift af kostbar dug.
	Thomson filtre	Kan indtage vand direkte fra vandløbet	Ikke en kendt teknologi.

## 5. Hidtidige erfaringer (cases)

---

I forbindelse med etableringen af de 8 dambrug under modeldambrugsbekendtgørelsens forsøgsordning er der indhentet en del erfaringer med indvinding af vand fra det øvre grundvandsmagasin. Ikke overraskende har de hydrogeologiske forhold vist sig afgørende for vandindvindingens succes. Forholdene ved nedenstående 3 modeldambrug dækker i hovedtræk de indvundne erfaringer.



Foto: Eksempel på udgravning af dræn (Nørå Dambrug)

### 5.1 Rens Dambrug

I forbindelse med ansøgningen om etablering af et modeldambrug ansøgte Rens Dambrug om tilladelse til etablering af 3 borer til det øvre grundvandsmagasin med en vandindvinding på 65 l/s. Boringerne blev etableret inden opstarten af anlægsbyggeriet, og de viste sig i stand til at levere den ønskede vandmængde. Eneste ulempe var et relativt højt jernindhold i vandet fra borerne.

Ved udgravning til byggeriet opstod der problemer med vandindsivning i byggeområdet, og det var på et tidspunkt nødvendigt at bortpumpe 180 l/s for at holde byggefeltet tørt. Byggefeltet blev drænet i ca. 4 meters dybde under terræn og drænene ført til en pumpebrønd. Siden er dambrugs totale vandbehov på 65 l/s udelukkende blevet dækket ved oppumpning af vand fra drænene.

Som følge af en større vandspejlsænkning ved indvinding fra borer er det energimæssigt fordelagtigt udelukkende at bruge drænvand. I det aktuelle tilfælde er drænvandet endvidere stort set fri for jern.

De gode indvindingsforhold på dambruget må tilskrives, at indvindingen foregår i et område med en homogen matrix bestående af groft skarp sand.

## 5.2 Ejstrupholm Dambrug

I lighed med Rens Dambrug blev der etableret boringer til indvinding af 57 l/s før byggestart. Vandet fra boringerne indeholdt varierende men acceptable jernmængder.

Ved udgravning til byggeriet opstod der også her problemer med vandindsivning i byggeområdet, og det var på et tidspunkt nødvendigt at bortpumpe 60 – 70 l/s for at holde byggefeltet tørt. Byggefeltet blev drænet i ca. 4 meters dybde under terræn og drænene ført til en pumpebrønd. Dambruget har i et år indpumpet ca. 50 l/s, hvoraf de 40 l/s er blevet dækket ved oppumpning af vand fra drænene, medens den resterende vandmængde er oppumpet fra boringer. Det formodes dog, at drænene vil kunne levere den fulde vandmængde ved udskiftning af drænpumperne.

Jernindholdet i det indtagne vand har varieret mellem 2 og 7 mg/l, hvorfor det specielt af hensyn til dambrugets leverdamme har været nødvendigt at installere et okkerfilter mellem vandindtaget og produktionsanlægget. Jern som ledes til opdrætsenhederne udskilles i biofiltrene, hvilket medfører at disse, ved høj intern recirkulering, er meget robuste over for vand med et højt jernindhold.

Omkostningerne til etablering af et okkerrensingsanlæg ved Ejstrupholm Dambrug findes i længden retfærdiggjort af de sparede pumpeomkostninger ved udnyttelse af drænvandet.

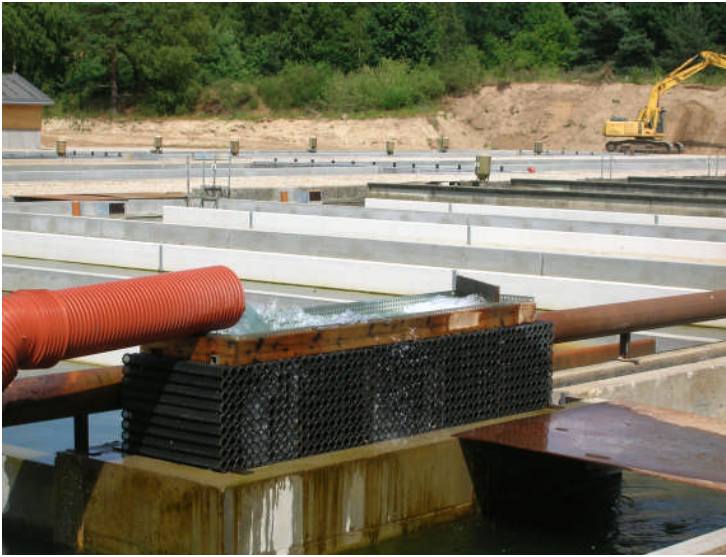
Vandindvindingen foregår i et område med en homogen matrix bestående af relativt fint skarp sand iblandet pyrit. Indvindingsforholdene er gode, men klart ringere end oplevet ved Rens Dambrug.

## 5.3 Løjstrup Dambrug.

Dette dambrug er etableret i et område, hvor de øvre jordlag er domineret af klæg ler. I forbindelse med prøveboringer til klarlæggelse af mulighederne for grundvandindvinding kunne der konstateres et stærkt vandførende lag bestående af grus og sand 4 – 6 m under lerlaget, hvor der blev sat 3 boringer med en samlet kapacitet på 45 l/sek. Det vandførende lag havde tydelig kontakt til åen.

Udgravningen til byggeriet forgik i ler og drænene under anlægget giver reelt intet vand.

Det vandførende lag under dambruget ligger ikke dybere, end det er muligt at dybde-dræne området ved nedgravning af vandrette dræn fra overfladen med udstyr til dette formål. For at spare omkostninger til indpumpning af vand fra boringerne besluttede dambruget at entrere med et firma, som har specialiseret sig i dybde-dræning og udlægning af filtergrus maskinelt. Firmaet etablerede drænene og førte disse til en pumpebrønd. Umiddelbart efter etableringen gav drænene den forventede vandmængde. Over en kort periode faldt vandføringen i drænene imidlertid til et ubetydeligt niveau.



Årsagen til den reducerede vandføring i dræne formodes af alle parter at være en opblanding af lerpartikler i filtergruset under nedlægningen af dræne. Dette forhold forværres givetvis af, at der blev benyttet drænslinger omviklet med geotekstil, der virker som et filter for lerpartiklerne.

Sagen viser, at selv om der potentielt er gode indvindingsforhold, kan etableringen af vandrette dræn være problematisk i områder med lerforekomster. Forholdet må formodes at være det samme i områder med andre vandstandsede jordtyper.

Foto: Grundvandsstilløbet til Løjstrup Dambrug

## 6. Konklusioner

---

Sammenfattende kan der konkluderes, at:

1. Der er øget pres på dambrugenes indtag af overfladevand via opstemninger, og der er behov for, at der udvikles bæredygtige alternativer til traditionelt indtag af overfladevand via opstemninger.
2. Fra forsøget på Tingkærvad Dambrug kan det konkluderes, at:
  - den fysiske opbygning ikke er optimal (indsivningsanlægget under et stryg med stort fald og med et filtermateriale med stor hydraulisk ledningsevne)
  - der vil ske tilstopning med fint materiale, selv om den gennemsnitlige vandhastighed i vandløbet over filteret er stor ( $>0,3$  m/s).
  - problemet vil ikke kunne løses med ombygninger
  - der bør fokuseres mere på horisontal indsivning frem for vertikal nedsivning, hvis den primære kilde er å vand
3. Der er flere modeller til forsyning af vand til dambrug. De fleste forudsætter, at vandet recirkuleres i større eller mindre grad.
4. Modellerne skal vurderes i forhold til konkret situation.
5. Indvinding fra grundvandsmagasiner via dræn eller boring er en kendt teknologi, men der kan være problemer med at få en tilladelse.

## Projekt vandindvinding

6. I forsøgsordning for modeldambrug er der indhentet erfaringer med indvinding fra det øvre grundvandsmagasin. De hydrogeologiske forhold er afgørende for vandindvindingens succes.
7. Der er flere modeller for at indtage overfladevand. Overfladefiltrering med tromlefilter er den mest anvendte form for mikrofiltrering på dambrug. Der er behov for, at modellerne beskrives yderligere, og at der indsamles erfaringer fra udlandet

## 7. Bilag

---

1. Projektforslag til etablering af faunapassage og alternativ vandindvinding ved Tingkærvad Dambrug
2. Vurdering fra Hedeselskabet
3. Billedserie fra ombygning af Tingkærvad Dambrug

## 8. Kildemateriale

---

1. Notat fra kammeradvokaten af 2. februar 2005 "Notat om visse vandforsynings- og vandløbsretlige problemstillinger i tilknytning til fornyelse af tilladelser til indvinding af overfladevand"
2. Diverse notater fra advokatfirmaet Kromann Reumert om juridiske problemstillinger omkring vandindvinding, opstemninger, m.m.
3. Miljøstyrelsens hjemmeside [www.mst.dk](http://www.mst.dk)
4. Faunapassageudvalgets samlerapport, februar 2004
5. Dambrugsudvalgets rapport, marts 2002
6. Fisk og Hav, nr. 60, 2006
7. Summerfelt, S.T. 2003. Ozonation and UV irradiation--an introduction and examples of current applications. *Aquacultural Engineering* **28**: 21-36
8. O. Griffini, M.L. Bao, K. Barbieri, D. Burrini, D. Santianni and F. Pantani, Formation and removal of biodegradable ozonation by-products during ozonation-biofiltration treatment: pilot scale evaluation. *Ozone Sci Eng* **21** 6 (1999), pp. 79-98