

## Renseforanstaltninger på klassiske dambrug - muligheder og effekter

Per Bovbjerg Pedersen, DTU Aqua, Anne Johanne Tang Dalsgaard, DTU Aqua & Lars M. Svendsen, DCE, AU



### Produktionsbidrag og vandløbsbidrag

- Eller: hvad er der at rense på?

Ved vandløbsbidraget forstås den stofmængde, som via indtagsvandet (vandløb eller boring) tilføres dambruget. Det vand, som anvendes på "normale" traditionelle gennemstrømningsdambrug er overfladevand/åvand med det indhold af kvælstof (N), fosfor (P) og organisk stof (O) som vandløbet har, fordelt på opløste og partikulære fraktioner.

Indtagsvandet på andre traditionelle dambrug kan være mere "rent" og uden det store indhold af N, P, O og især uden nævneværdigt indhold heraf på partikulær form. Dette gælder f.eks. for væld- og kildedambrug og dambrug forsynet via boring eller dræn m.v.

Oveni vandløbsbidraget kommer produktionsbidraget, som bidraget af næringsstoffer fra selve fiskeproduktionen benævnes. Produktionsbidraget indeholder også N, P og O på dels opløst og dels partikulær form.

Summen af vandløbsbidrag og produktionsbidrag er den samlede stofmængde som traditionelle dambrug kan behandle og fjerne stofelementer fra (partikulært og opløst N, P og O).

#### *Vandløbsbidragets betydning*

Betydningen af vandløbsbidraget kan skitseres på baggrund af data fra NOVANA (Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljøet og Naturen). Den vandføringsvægtede gennemsnitskoncentration af kvælstof i danske vandløb var i 2010 4,3 mg N/l ( $\pm 2,0$ ) i vandløb, der både var påvirket af landbrug og punktkilder og 5,2 ( $\pm 2,5$ ) mg N / i vandløb, der overvejende kun påvirkes af landbrug. De tilsvarende tal for fosfor var henholdsvis 0,14 ( $\pm 0,06$ ) mg P/L og 0,11 ( $\pm 0,04$ ) mg P/l. Data er baseret på henholdsvis 147 og 125 vandløb. I naturvandløb uden

eller stort set uden påvirkning fra punktkilder eller landbrug er gennemsnitskoncentrationen henholdsvis 1,27 ( $\pm 0,55$ ) mg N/l og 0,06 ( $\pm 0,06$ ) mg P/l (9 naturvandløb).

I jyske vandløb udgør partikulært (organisk) kvælstof på årsbasis i 2010 ca. 13 % af den samlede kvælstof-transport. For fosfor udgør partikulært bundet fosfor 55-75 %, mest i vestjyske vandløb (mindre spildevand og mere okker til at binde opløst fosfor) og mindst i østjyske vandløb hvor spildevand udgør en større andel af den samlede fosformængde. Specielt for fosfor vil der i løbet af året og fra vandløb til vandløb være store variationer i andelen af partikulært fosfor ud af den totale mængde fosfor, som transporteres i vandløbet. I tørre stabile afstrømnings-perioder vil den partikulære andel være lavere, mens den under de første store afstrømningsbegivenheder i efteråret efter lave sommervandføringer og om vinteren især efter grøden i vandløbet er henfaldet vil kunne være meget høj (over 90 %).

Som regneeksempel til illustration kan anvendes et gennemstrømningsdambrug som anvender 250 l/s pr. 100 tons foder/år fra vandløb. Total kvælstof koncentrationen er 7 mg N/l, heraf 13 % på partikulær form og total P 0,150 mg P/l, heraf 75 % på partikulær form. Der indtages derfor 55,2 tons kvælstof, heraf 7,2 tons partikulært kvælstof, og 1,18 tons fosfor, heraf 0,88 tons partikulært fosfor. Ifølge forudsætningerne i dette kapitel er produktionsbidraget 5,6 tons N pr. 100 tons, heraf 0,85 tons N på partikulær form. Tilsvarende er produktionsbidraget for fosfor 0,49 tons P pr. 100 tons foder, hvor de 0,33 tons P er partikulært bundet. Det betyder i dette eksempel, at vandløbsbidraget udgør 90 % af både den samlede kvælstoftilførsel og den partikulære kvælstof-tilførsel. Tilsvarende udgør vandløbsbidraget 71 % af den samlede fosfortilførsel og 72 % af den samlede partikulære fosfortilførsel.

For de to næringsstoffer N og P er den vandløbsførte mængde altså klart størst og derfor afgørende for den samlede balance. For organisk stof findes der ikke tilsvarende datamateriale, men det vil være rimeligt at antage, at vægtning og fordeling vil være sammenligneligt med tallene for fosfor.

Såfremt vandindtaget i eksemplet reduceres til 75 l/s pr 100 tons foder vil vandløbsbidraget stadig dominere: for kvælstof vil det udgøre ca. 75 % af det samlede bidrag (total og partikulær) og for fosfor ca. 42 %.

Anvendes fortsat 75 l/s og halveres eksempelvis koncentrationen af kvælstof og fosfor i vandløbet vil vandløbsbidraget stadig bidrage væsentligt: for kvælstof vil det udgøre ca. 59 % af det samlede bidrag (total og partikulær) og for fosfor ca. 27 %.

### *Produktionsbidraget*

DTU Aqua har udarbejdet en regnearksbaseret model til beregning af produktionsbidraget ved en given produktion. Modellen dækker produktion af regnbueørreder op til ca. 800 g/stk. i ferskvand. Produktionsbidragets størrelse og fordelingen på næringsstoffer og form (opløst/partikulær) afhænger af foderets sammensætning, næringsstofferne fordøjelighed og den realiserede foderkvotient. I nedenstående tabel er angivet produktionsbidraget ved anvendelse af et foder modsvarende det som er anvendt i den nye (2012) Dambrugsbekendtgørelse. Der er således regnet med en foderkvotient på 0,95 fra et foder bestående af:

52,875 % protein, 21,7 % fedt og 12 % kulhydrat, 6 % aske samt 0,94 % fosfor.

Fordøjeligheden er ansat til 90 % for protein, 90 % for fedt, 70 % for NFE og 65 % for fosfor.

Såfremt der anvendes andre fodertyper med anderledes sammensætning og fordøjeligheder vil produktionsbidraget selvsagt ændres tilsvarende. Til anskueliggørelse og beregninger af dette for konkrete fodertyper kan anvendes den af DTU Aqua udarbejdede Produktionsbidragsmodel.

I tabellen er til sammenligning også angivet et typisk eksempel på produktionsbidraget for produktion af moderfisk/rogn.

Tabel 1. Produktionsbidraget fra regnbueørredproduktion op til 800 g/stk. i FW ved anvendelse af foder jvnf. den nye bekendtgørelse for dambrug, samt fra en typisk moderfisk/æg-produktion.

<b>Det samlede produktionsbidrag forud for rensning</b>				
	<b>Portionsfisk FK=0,95</b>			<b>Moderfisk FK=3,0</b>
Produktionsbidragsparameter	Kg pr. ton prod. fisk	Kg pr. ton foder	Partikulær andel	Kg pr. ton prod. fisk
<b>COD</b>	295	314		
heraf på partikulær form	216	229	73 %	
heraf på opløst & susp. Form	80	85		
<b>BI<sub>5</sub> (modificeret)</b>	90	95		151
heraf på partikulær form	50	53	55 %	
heraf på opløst & susp. Form	40	42		
<b>Nitrogen (N)</b>	53	56		139
heraf på partikulær form	8,0	8,5	15 %	
heraf på opløst og suspenderet form (TN opløst & susp.)	45	47		
ammonium-N (andel af TN opløst & susp.)	32	34		
urinstoffer (andel af TN opløst & susp.)	4,5	4,7		
nitrit og nitrat (andel TN opløst & susp.)	0	0		
andre N-forbindelser (andel af TN opløst & susp.)	8,1	8,5		
<b>Fosfor (P)</b>	4,6	4,9		22,9
heraf på partikulær form	3,1	3,3	68 %	
heraf på opløst & suspenderet form	1,5	1,6		

Som det fremgår af tabellen, viser produktionsbidragsberegningerne at 27 % af COD, 45 % af BI<sub>5</sub>, 85 % af kvælstof og 32 % af fosfor er på opløst form for portionsfiskeproduktion (FK=0,95)

mens DTU Aquas undersøgelser beskrevet i bilag 1a viser, at den opløste andel er hhv. 92 % af kvælstof og 59 % af fosfor ved en typisk moderfiskeproduktion (FK=3,0).

Produktionsbidraget på dambrug med moderfisk / æg-produktion, der dels har en betydeligt højere foderkonvertering, dels ofte anvender et anderledes sammensat foder vil være betydeligt højere pr kg. produceret fisk for især fosfor og kvælstof, som angivet ved et typisk eksempel i ovenstående tabel.

Summen af vandløbsbidrag og produktionsbidrag er således den stofmængde, et traditionelt dambrug har at rense på. Herunder altså en samlet sum på partikulær form og en samlet sum på opløst form. Som det vil blive beskrevet nedenfor, findes der en række forskellige muligheder for at fjerne partikulært stof på traditionelle dambrug, mens der p.t. ikke er betydende metoder med dokumenterede effekter overfor den opløste fraktion.

Såfremt rensningen af den partikulære del er effektiv nok, vil nettoudledningen fra dambrug der indtager åvand blive lille/reduceret, idet Total-N og specielt Total-P og O-udledning vil blive reduceret med den samlede mængde stof som tilbageholdes (typisk på partikulær form), og hvor vandløbsbidraget som beskrevet ovenfor udgør hovedparten af det samlede mængde.

#### *Specielt for moderfisk- og rognproduktion*

For moderfisk- og rognproduktion vil kombinationen af 1) et højere produktionsbidrag 2) en større andel af produktionsbidraget på opløst form og 3) typisk anvendelse "rent" indtagvand uden partikulært stofindhold (dvs. et lille vandløbsbidrag) gøre det meget svært at fjerne yderligere stof, idet der som nævnt er kendte og dokumenterede teknologier til at fjerne partikulært stof på traditionelle dambrug, mens der p.t. ikke er betydende metoder med dokumenterede effekter overfor den opløste fraktion.

Eksempelvis fjerner Lundby Dambrug således som beskrevet i bilag 1a ret effektivt partikulært stof og også lidt opløst stof, men med ovennævnte 1) 2) og 3) in mente bliver det meget svært at overholde f.eks. de i Bekendtgørelsen opstillede BAT-krav.

### **Rensning for COD**

73 % af produktionsbidraget forefindes på partikulær form (tabel 1). Det betyder, at en hurtig og effektiv partikelfjernelse vil have betydelig effekt.

Kendte teknologier hertil vil være:

- 1) Slamkegler – centralt eller bedre decentralt, evt. i afspærrede damender el. lign.
- 2) Tromlefiltere eller anden form for mekanisk filter baseret på størrelsesfiltrering
- 3) Hvirvelseparatorer eller anden form for "passiv" filtrering baseret på densitet
- 4) Bundfældningsbassiner
- 5) Plantelaguner

For især metode 1) - 3) vil tilbageholdelsen / fjernelsen af det partikulære materiale medføre et behov for etablering af efterfølgende opbevarings- eller opkoncentrerings-muligheder i form af slambed, cyclon, geotubes, presse eller lignende. Hydrolyse af slamdelen kan også indgå.

27 % af produktionsbidraget forefindes på opløst form. Fjernelse af dette vil typisk være afhængig af en form for biologisk aktivitet.

Teknologier hertil kunne være:

- 1) Biofiltre via biologisk filtrering i f.eks. moving bed eller fixed bed filtre
- 2) Plantelaguner via div. biologisk aktivitet i disse
- 3) Denitrifikationsfiltre via udnyttelse af COD<sub>opl</sub> som energi-/kulstof-kilde

### **Rensning for BI<sub>5</sub>**

55 % af produktionsbidraget forefindes på partikulær form (tabel 1). Det betyder, at en hurtig og effektiv partikelfjernelse vil have god effekt.

Kendte teknologier hertil vil være:

- 1) Slamkegler – centralt eller bedre decentralt, evt. i afspærrede damender el. lign.
- 2) Tromlefiltre eller anden form for mekanisk filter baseret på størrelsesfiltrering
- 3) Hvirvelseseparatorer eller anden form for ”passiv” filtrering baseret på densitet
- 4) Bundfældningsbassiner
- 5) Plantelaguner

For især metode 1) - 3) vil tilbageholdelsen / fjernelsen af det partikulære materiale medføre et behov for etablering af efterfølgende opbevarings- eller opkoncentreringsmuligheder i form af slambed, cyclon, geotubes, presse eller lignende. Hydrolyse af slamdel kan også indgå.

En betydelig del (45 %) af produktionsbidraget forefindes på opløst form. Fjernelse af dette vil typisk være afhængig af en form for biologisk aktivitet.

Teknologier hertil kunne være:

- 1) Biofiltre via biologisk filtrering i f.eks. moving bed eller fixed bed filtre
- 2) Plantelaguner via diverse biologisk aktiviteter i disse
- 3) Denitrifikationsfiltre via udnyttelse af BI<sub>5opl</sub> som energi-/kulstof-kilde

### **Rensning for P**

68 % af produktionsbidraget forefindes på partikulær form (tabel 1). Det betyder, at en hurtig og effektiv partikelfjernelse vil have betydelig effekt.

Kendte teknologier hertil vil være:

- 1) Slamkegler – centralt eller bedre decentralt, evt. i afspærrede damender el. lign.
- 2) Tromlefiltre eller anden form for mekanisk filter baseret på størrelsesfiltrering
- 3) Hvirvelseseparatorer eller anden form for ”passiv” filtrering baseret på densitet
- 4) Bundfældningsbassiner
- 5) Plantelaguner

For især metode 1) - 3) vil tilbageholdelsen / fjernelsen af det partikulære materiale medføre et behov for etablering af efterfølgende opbevarings- eller opkoncentrerings-muligheder i form af slambed, cyclon, geotubes, presse eller lignende. Binding, partikeldannelse og udfældning af fosfor ved hjælp af fældningsmidler (FeCl, AlCl) og også polymerer vil typisk forbedre tilbageholdelsen ganske betydeligt.

32 % af produktionsbidraget forefindes på opløst form. Fjernelse af dette vil typisk være afhængig af en form for biologisk aktivitet.

Teknologier hertil kunne være:

- 1) Biofiltre via biologisk filtrering i f.eks. moving bed eller fixed bed filtre (lille effekt)
- 2) Plantelaguner via div. biologisk aktivitet herunder plante-/algevækst i disse (kun netto P-effekt ved afhøstning af planter/alger)
- 3) Algedyrkning eller anden dyrkning (netto P-effekt ved afhøstning)
- 4) Optimeret fældning via styring af fysisk-kemiske forhold (kemisk fældning via forekommende/tilsatte metalsalte; ændring af iltforhold eller andre parametre)
- 5) Fosforakkumulerende bakterier i specifikke filtre/tanke
- 6) Fosforoptimering i foder, herunder fordøjelighed, planteingredienser, enzymtilsætning m.v.

## **Rensning for N**

Kun 15 % af produktionsbidraget forefindes på partikulær form (tabel 1). Det betyder, at selv en hurtig og effektiv partikelfjernelse kun har en beskedent betydning.

Kendte teknologier til fjernelse af den (begrænsede) partikulære del vil være:

- 1) Slamkegler – centralt eller bedre decentralt, evt. i afspærrede damender el. lign.
- 2) Tromlefiltre eller anden form for mekanisk filter baseret på størrelsesfiltrering
- 3) Hvirvelseparatorer eller anden form for ”passiv” filtrering baseret på densitet
- 4) Bundfældningsbassiner
- 5) Plantelaguner

For især metode 1) - 3) vil tilbageholdelsen / fjernelsen af det partikulære materiale medføre et behov for etablering af efterfølgende opbevarings- eller opkoncentreringsmuligheder i form af slambed, cyclon, geotubes, presse eller lignende. Uden en relativ hurtig endelig fjernelse af slam vil risikoen for mineralisering/overgang til opløst form være betydelig.

Hele 85 % af produktionsbidraget forefindes på opløst form (72 % heraf som ammonium+urea). Fjernelse af dette vil typisk være afhængig af en form for biologisk aktivitet.

Teknologier hertil kunne være:

- 1) Biofiltre via biologisk filtrering i f.eks. moving bed eller fixed bed filtre kan omsætte ammonium til nitrat (giver ingen netto N-fjernelse)
- 2) Plantelaguner via div. biologisk aktivitet herunder plante-/algevækst i disse (kun netto N-effekt ved afhøstning)

- 3) Algedyrkning el. anden dyrkning (netto N-effekt ved afhøstning)
- 4) Plantelaguner via mikrobiel aktivitet i anaerobe områder (denitrifikation)
- 5) Denitrifikationsfiltre
- 6) Biologiske filtre med anammox-processer
- 7) Kvælstofoptimering i foder, herunder fordøjelighed, planteingredienser, timing m.v.

For 3) og 4) (og 5) skal tilføjes, at processerne, udover reaktionstid og anaerobe forhold, kræver tilgængelighed af en let-omsættelig organisk kulstof (energi)-kilde. Denne kilde kan være ekstern (f.eks. methanol) eller intern i form af (især) hydrolyse-produkter fra separeret slam og opløst COD/BI<sub>5</sub> samt muligvis bidrag fra egen alge-produktion.

### Fjernelse af produktionsbidraget

Ses der bort fra vandløbsbidraget og fokuseres alene på produktionsbidraget kan der med data fra tabel 1 opstilles følgende tabel 2 for portionsfisk:

Tabel 2. Påkrævede fjernelsesgrader af produktionsbidraget (vandløbsbidrag frasat) for overholdelse af eksisterende BAT-krav. Alene dambrug under 230 t/år er medtaget, idet større dambrug har yderligere skærpede krav som nødvendiggør intensiv recirkulering og anden teknologi.

	Udledning kg/t prod. fisk ved 100 % fjernelse af den partiku- lære del	<b>BAT – krav</b> <b>0-25</b> <b>t/år</b>	Krav til fjernelse for at overholde BAT	<b>BAT – krav</b> <b>25-55</b> <b>t/år</b>	Krav til fjernelse for at overholde BAT	<b>BAT – krav</b> <b>55 – 230</b> <b>t/år</b>	Krav til fjernelse for at overholde BAT
<b>BI<sub>5</sub></b>	40	<b>65</b>	50 % af partikulært	<b>35</b>	100 % af partikulært + 13 % (5 kg/t) af opløst	<b>20</b>	100 % af partikulært + 50 % (20 kg/t) af opløst
<b>Tot-N</b>	45	<b>42</b>	100 % af partikulært + 6 % (2,8 kg/t) af opløst	<b>35</b>	100 % af partikulært + 17 % (7,8 kg/t) af opløst	<b>28</b>	100 % af partikulært + 37 % (16,8 kg/t) af opløst
<b>Tot-P</b>	1,5	<b>3,2</b>	55 % af partikulært	<b>2,5</b>	68 % af partikulært	<b>2,1</b>	81 % af partikulært

For de mindste dambrug (0-25 t/år) med konsumproduktion vil fjernelse af omkring 50 % af det partikulære produktionsbidrag indebære overholdelse af BAT-kravet for BI<sub>5</sub> og Total-P mens der for Total-N vil være behov for fjernelse af hele det partikulære samt 6 % af det opløste produktionsbidrag.

For de to efterfølgende størrelses kategorier (25-55 t/år og 55-230 t/år) vil en total fjernelse af det partikulære produktionsbidrag ikke være nok til at overholde BAT-kravet i bekendtgørelsen og der vil for BI<sub>5</sub> og N være behov for yderligere fjernelse af enten mindre hhv. betydelige dele af

det opløste produktionsbidrag eller, om muligt, fjernelse af partikulært bidrag stammende fra vandløbsbidraget.

Opstilles samme skema for moderfisk/æg produktionen fås tabel 3:

Tabel 3. Påkrævede fjernelsesgrader af produktionsbidraget (vandløbsbidrag fraset) for overholdelse af eksisterende BAT-krav. Alene dambrug under 55 t/år er medtaget, idet større dambrug typisk samtidigt vil have en betydelig ”almindelig” produktion.

	Udledning kg/t produceret fisk ved 100 % fjernelse af den partikulære del	<b>BAT – krav 0-25 t/år</b>	Krav til fjernelse for at overholde BAT	<b>BAT – krav 25 – 55 t/år</b>	Krav til fjernelse for at overholde BAT
<b>BI<sub>5</sub></b>	66	<b>65</b>	100 % af partikulært + 2 % (1 kg/t) af opløst	<b>35</b>	100 % af partikulært + 47 % (31 kg/t) af opløst
<b>Tot-N</b>	128	<b>42</b>	100 % af partikulært + 67 % (86 kg/t) af opløst	<b>35</b>	100 % af partikulært + 72 % (93 kg/t) af opløst
<b>Tot-P</b>	13,5	<b>3,2</b>	100 % af partikulært + 76 % (10,3 kg/t) af opløst	<b>2,5</b>	100 % af partikulært + 81 % (11,0 kg/t) af opløst

En total fjernelse af det partikulære produktionsbidrag vil således ikke være nær nok til at overholde BAT-kravet i bekendtgørelsen for sådanne dambrug og der vil for alle stoffer være behov for ganske betydelig yderligere fjernelse af enten dele af det opløste produktionsbidrag eller, om muligt, fjernelse af partikulært bidrag stammende fra vandløbsbidraget. Sidstnævnte effekt vil være variabel over tid og år, ligesom den vil svinge fra dambrug til dambrug og sted til sted.

### Metoder til fjernelse af partikulært og opløst stof

Der er forskellige muligheder for at fjerne især partikulært stof på traditionelle dambrug. I Tabel 4 nedenfor gennemgås forskellige metoder og forventede effekter. Det understreges, at de forventede effekter primært baserer sig på data dokumenteret i forbindelse med ”Modeldambrugsprojektet” og de dermed forbundne forhold. Der er således ikke fagligt belæg for en direkte overførelse af disse resultater til forventninger vedrørende klassiske dambrug. Kommende projekter på egentlige ”klassiske” dambrug forventes at bibringe et forbedret grundlag for en justering af nedenstående tabel.



Tabel 4. Metoder til fjernelse af næringsstoffer på traditionelle dambrug, og forventede effekter heraf

Metode	Fjernelses-effekt på produktionsbidragets partikulære del			Fjernelses-effekt på produktionsbidragets opløste del			Resulterende specifik udledning (kg/t fisk) (fraset vandløbsbidrag)		
	BI <sub>5</sub>	Tot-N	Tot-P	BI <sub>5</sub>	Tot-N	Tot-P	BI <sub>5</sub>	Tot-N	Tot-P
Produktionsbidrag – ingen rensning	0	0	0	0	0	0	90	53	4,6
Bundfældningsbassin <sup>1</sup>	32 %	46 %	30 %	5 %	0 %	0 %	72	49	3,7
Slamkegler ved udløb/centralt	53 %	37 %	54 %	6 %	1 %	14 %	61	49	2,7
Slamkegler ved damender/decentralt	53 %	37 %	54 %	6 %	1 %	14 %	61	49	2,7
Mekanisk filter (72 µm) og slamkegler -samlet	66 %	43 %	70 %	9 %	2 %	18 %	53	49	2,2
Biofiltre	11 %	-12 % <sup>2</sup>	2 %	19 %	8 %	4 %	76	50	4,5
Biofiltre – fældning	21 %	31 %	25 %	2 %	3 %	3 %	79	49	3,8
Hvirvelseseparator							90	53	4,6
Plantelagune <sup>3</sup> - efter øvrige	18 %	29 %	16 %	13 %	15 %	7 %	76	44	4,0
Fodertype-skift <sup>4</sup>	3 %	29 %	0 %	4 %	15 %	0 %	87	44	4,6
Alternative muligheder <sup>5</sup>									
Sedimentation m. fældning									
Slamhydrolyse + denitrifikation									
Alge-dyrkning eller anden plantedyrkning									
Optimeret plantelagunedrift									
Foderoptimering									

<sup>1</sup> Beregnet på grundlag af tidl. dambrugsbekendtgørelse (rensegrader for BI<sub>5</sub>:20 % N:7 % P:20 %).

<sup>2</sup> Negativ værdi angiver, at der sker tilvækst/dannelse af partikulært stof

<sup>3</sup> Effekten af plantelagune vil være afhængig af relativt areal og opholdstid. De her anvendte tal er for plantelaguner af samme relative størrelse og opholdstid som på Modeldambrug III.

<sup>4</sup> Beregnet som eksempel ved skift til et dansk voksefoder anno 2012 med f.eks. 47 % protein, 28 % fedt, 11 % NFE, 1½ % træstof og 7 % aske (0,9 % P). Fordøjeligheder på 92 % for protein, 90 % for fedt, 70 % for NFE og 65 % for fosfor. FK=0,95.

<sup>5</sup> Rensekapaciteten i bl.a. disse muligheder forventes undersøgt i kommende projekt-aktiviteter hvor metoder til fjernelse af især opløste fraktioner søges tilvejebragt og dokumenteret.

## Effekt af kombinerede metoder til fjernelse af partikulært og opløst stof

Der forefindes kun begrænsede informationer om effekten af forskellige renseforanstaltninger opsat i given eller vilkårlig serie- (eller parallel-) forbindelse. Mange forskellige elementer vil formentlig være af betydning for rensekomponenternes samlede effekt, herunder forskellige detaljer i indretning og drift. I kommende projektaktiviteter forventes frembragt data og effekter, også med henblik på forbedring, tilpasning og smidiggørelse samt validering af en model under udarbejdelse. De i nedenstående tabel anførte eksempler og anslåede rensegrader er derfor uden empirisk grundlag og kan således alene bruges indikativt til anskueliggørelse af forventede samleffekter af de opstillede forslag.

Metode	Effekt på partikulær del			Effekt på opløst del			Resulterende specifik udledning (kg/t fisk) (fraset vandløbsbidrag)		
	BI <sub>5</sub>	Tot-N	Tot-P	BI <sub>5</sub>	Tot-N	Tot-P	BI <sub>5</sub>	Tot-N	Tot-P
	0	0	0	0	0	0	90	53	4,6
Bundfældningsbassin <sup>1</sup>	32 %	46 %	30 %	5 %	0 %	0 %	72	49	3,7
Slamkegler ved udløb/centralt samt bundfældningsbassin – samlet	65 %	55 %	65 %	10 %	2 %	14 %	53,5	47,5	2,4
Mekanisk filter (72 µm), slamkegler og bundfældningsbassin - samlet	73 %	58 %	73 %	12 %	3 %	18 %	48,7	46,8	2,1
Slamkegler, biofiltre og bundfældningsbassin – samlet	73 %	55 %	65 %	24 %	10 %	16 %	43,9	43,9	2,3
Slamkegler, biofiltre og plantelagune <sup>1</sup> samt bundfældningsbassin – samlet	80 %	67 %	70 %	35 %	20 %	20 %	38	38,5	2,1
Slamkegler, biofiltre og plantelagune samt bundfældningsbassin – og fodertypeskift som overfor – samlet							36,6	32,3	2,1

<sup>1</sup>Effekten af plantelagunen vil være afhængig af det relative areal, flowhastighed og opholdstid. Sammenhængen og betydningen heraf er endnu ikke klarlagt.

### Overholdelse via fjernelse af vandløbsbidrag

For nogle dambrugs vedkommende vil der, som nævnt, hertil være et stort, partikulært vandløbsbidrag som dambruget så i stedet kan rense på, og derved måske alligevel overholde BAT-kravet. Denne effekt vil dog være variabel over tid og år, ligesom den vil svinge fra dambrug til dambrug og sted til sted.

### Opsummering

Såfremt produktionsbidraget, altså det stofbidrag som selve fiskeproduktionen bidrager med, betragtes isoleret kan en række klassiske dambrug i størrelseskategorierne 25-55 t/år og 55-230 t/år få svært ved at overholde de i den nye bekendtgørelse (2012) anførte BAT-krav til specifikudledning (kg/t produceret fisk). Dette i særlig grad vedrørende kvælstof og BI<sub>5</sub>. Såfremt indtag fra vandløb reduceres eller såfremt der anvendes grund/drænvand med lavt input af partikulært bundet stof bliver problemet yderligere accentueret. Pris- og miljøeffektive metoder til at fjerne opløste fraktioner savnes, ligesom metodernes effekter ikke er dokumenterede på klassiske dambrug. Praktisk anvendelighed og inkorporering i praktisk drift på klassiske dambrug vil også være et element i en samlet vurdering af teknologiens anvendelighed. For dambrug med moderfisk/rognproduktion bliver udfordringen yderligere skærpet.

Som det fremgår, er problemet komplekst og uden umiddelbar dokumenteret teknologiløsning for så vidt angår de opløste stoffer på klassiske dambrug. Det er forhåbningen, at det via kommende projekter vil lykkedes at beskrive og dokumentere nogle cost- og miljøeffektive teknologier, som sådanne dambrug efterfølgende vil kunne tage i anvendelse.