

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	<b>7</b>
<b>1 KOMMISSORIUM</b>	<b>13</b>
1.1 BAGGRUND	13
1.1.1 Kommunale renseanlæg	13
1.1.2 Industrielle udledere	14
1.1.3 Deltagere	14
1.1.4 Rapportering	14
1.1.5 Læsevejledning	14
<b>2 BEGRÆNSNING AF N OG P UDLEDNING FRA KOMMUNALE RENSEANLÆG</b>	<b>17</b>
2.1 BAGGRUND	17
2.1.1 Nationale og regionale krav til reduktion af udledning af kvælstof og fosfor	17
2.1.2 EU regulering af spildevandsudledninger	17
2.1.3 Hidtidige reduktion af udledning af kvælstof	18
2.1.4 Hidtidige reduktion af udledning af fosfor	18
2.1.5 Afløbskvalitet kontra udlederkrav	19
2.2 VURDERING AF MULIGHEDERNE FOR YDERLIGERE FJERNELSE AF N OG P	20
2.2.1 Muligheder for optimering af eksisterende renseanlæg for at forbedre N og P fjernelse	20
2.2.2 Mulighed for skærpede kvælstof krav til anlæg større end 15.000 PE	21
2.2.3 Mulighed for krav til kvælstoffjernelse for anlæg mindre end 15.000 PE	21
2.2.4 Muligheden for yderligere fosforfjernelse for anlæg større end 5.000 PE	22
2.2.5 Fosforfjernelse på renseanlæg mindre end 5.000 PE med udledning	22
2.3 POTENTIALE FOR YDERLIGERE FJERNELSE AF N OG P	22
2.3.1 Optimering ved integreret styring af kloaksystem og/eller renseanlæg	23
2.3.2 Skærpede krav til kvælstoffjernelse på MBNDK anlæg	24
2.3.3 Krav om kvælstoffjernelse til renseanlæg mindre end 15.000 PE	24
2.3.4 Skærpede krav til reduktion af fosforudledning fra renseanlæg større end 5.000 PE	24
2.3.5 Krav om fosforfjernelse for renseanlæg mindre end 5.000 PE	24
2.4 ØKONOMISKE KONSEKVENSER	24
2.4.1 Økonomiske enhedstal 2005	24
2.4.2 Beregnende enhedstal og samlede omkostninger	25
2.4.3 Beregningsusikkerhed	26
2.4.4 Perspektivering	26
2.5 SAMMENFATNING - KOMMUNALE RENSEANLÆG	26
<b>3 BEGRÆNSNING AF N OG P I INDUSTRIELLE UDLEDNINGER</b>	<b>29</b>
3.1 BAGGRUND	29
3.1.1 Reduktion af udledning af N og P siden 1989	31
3.1.2 Reduktion af udledning af tungmetaller og miljøfremmede stoffer	32
3.1.3 Fordeling af belastning	32

3.2	VURDERING AF MULIGHEDER FOR YDERLIGERE FJERNELSE AF N OG P	34
3.2.2	<i>Fremtidige regulering af udledninger af kvælstof og fosfor fra industrier</i>	35
3.3	POTENTIALE FOR YDERLIGERE FJERNELSE AF N OG P	36
3.4	ØKONOMISKE KONSEKVENSER	36
3.4.1	<i>Omkostninger ved allerede gennemført tiltag</i>	36
3.4.2	<i>Økonomiske konsekvenser ved reduktionsscenarier</i>	37
3.4.3	<i>Beregningsusikkerhed</i>	40
3.5	SAMMENFATNING FOR INDUSTRIELLE UDLEDNINGER	40
<b>4</b>	<b>BEGRÆNSNING AF N OG P I REGNBETINGEDE UDLEDNINGER</b>	<b>43</b>
4.1	BAGGRUND	43
4.2	VURDERING AF MULIGHEDER FOR FJERNELSE AF N OG P	45
4.2.1	<i>Forureningsbegrænsende foranstaltninger for overløb</i>	46
4.2.2	<i>Forureningsbegrænsende foranstaltninger for separatloakerede udledninger</i>	47
4.3	FREMTIDIGE REGULERING AF REGNBETINGEDE UDLEDNINGER	47
4.4	POTENTIALE FOR YDERLIGERE FJERNELSE AF N OG P	48
4.4.1	<i>Scenarie - fælleskloak</i>	48
4.4.2	<i>Scenarie - separatkloak</i>	48
4.5	ØKONOMISKE KONSEKVENSER	48
4.5.1	<i>Investeringer i perioden 1990 - 2004</i>	48
4.5.2	<i>Økonomiske konsekvenser ved reduktionsscenarier</i>	48
4.6	SAMMENFATNING - REGNBETINGEDE UDLEDNINGER	49
<b>5</b>	<b>REFERENCER</b>	<b>51</b>

Bilag 1 Renseanlæg - Økonomiske beregningsforudsætninger

Bilag 2

Bilag 2.1 Notat om mulighederne for at reducere udledninger af N og P fra de største direkte industrielle udledninger

Bilag 2.2 Oversigt over de største industrielle udledninger - 2004 data

Bilag 2.3 Oversigt over de største industrielle udledninger - Omkostninger ved yderligere reduktion af N og P

# Forord

I aftalen om en vandmiljøplan III, der blev indgået i foråret 2004, er det angivet, at der skal nedsættes en arbejdsgruppe der skal undersøge mulighederne for en yderligere reduktion af udledning af N og P fra kommunale renselanlæg og industrier.

I 2004 blev der derfor nedsat en arbejdsgruppe med deltagelse af følgende:

Mads Fjeldsø Christensen	KL
Carsten Nystrup	Gentofte Kommune (KTC)
Paul Kristian Thomsen	Århus Kommune (DANVA)
Vibeke Borregård	Aalborg Kommune (Spildevandsteknisk Forening)
Kasper Bo Justesen	Miljøkontrollen Kbh. Komm.
Flemming M. Mouritsen,	Fyns Amt (rep. Amtsrådsforeningen)
Svend Erik Jepsen	Dansk Industri
Kirsten Kjær	Cheminova A/S (rep. Dansk Industri)
Erik Bundgaard	I. Krüger a/s (rep. Miljøteknisk Branche forening)
Ole Dalgaard	COWI (rep. Foreningen af Rådgiv. Ingeniører)

Tony Christensen (formand) Miljøstyrelsen, Vand  
Mogens Kaasgaard (sekretær) Miljøstyrelsen, Vand

Denne rapport er udarbejdet i henhold til kommissoriet for arbejdsgruppen. Arbejdet blev afsluttet i maj 2006. Miljøstyrelsen skal takke arbejdsgruppen for aktiv deltagelse i udarbejdelsen af rapporten.



# Sammenfatning og konklusioner

I vandmiljøplan III aftalen, som blev besluttet i Folketinget i 2004, er bestemt, at der skal nedsættes et udvalg, der skal vurdere de tekniske muligheder for at stille skærpede krav til rensning af spildevand fra kommunale renselanlæg og industrielle egenudledere samt de økonomiske konsekvenser heraf.

Denne rapport er resultat af dette udvalgsarbejde.

Arbejdsgruppen har fundet det relevant at udvide arbejdet med også at vurdere mulighederne for reduktion af kvælstof og fosfor fra de regnbetingede udledninger. Det skyldes, at med de udlederniveauer renselanlæg har i dag, kan overløb af spildevand i opland til renselanlæg og separate udledninger af tag- og overfladevand i de enkelt vandområder være af samme størrelsesorden som udledninger fra renselanlæg.

For hver af udledningerne renselanlæg, industrier og regnbetingede udledninger er der opstillet et eller flere reduktionsscenarier. Potentiale for reduktion og omkostninger herved er derefter vurderet.

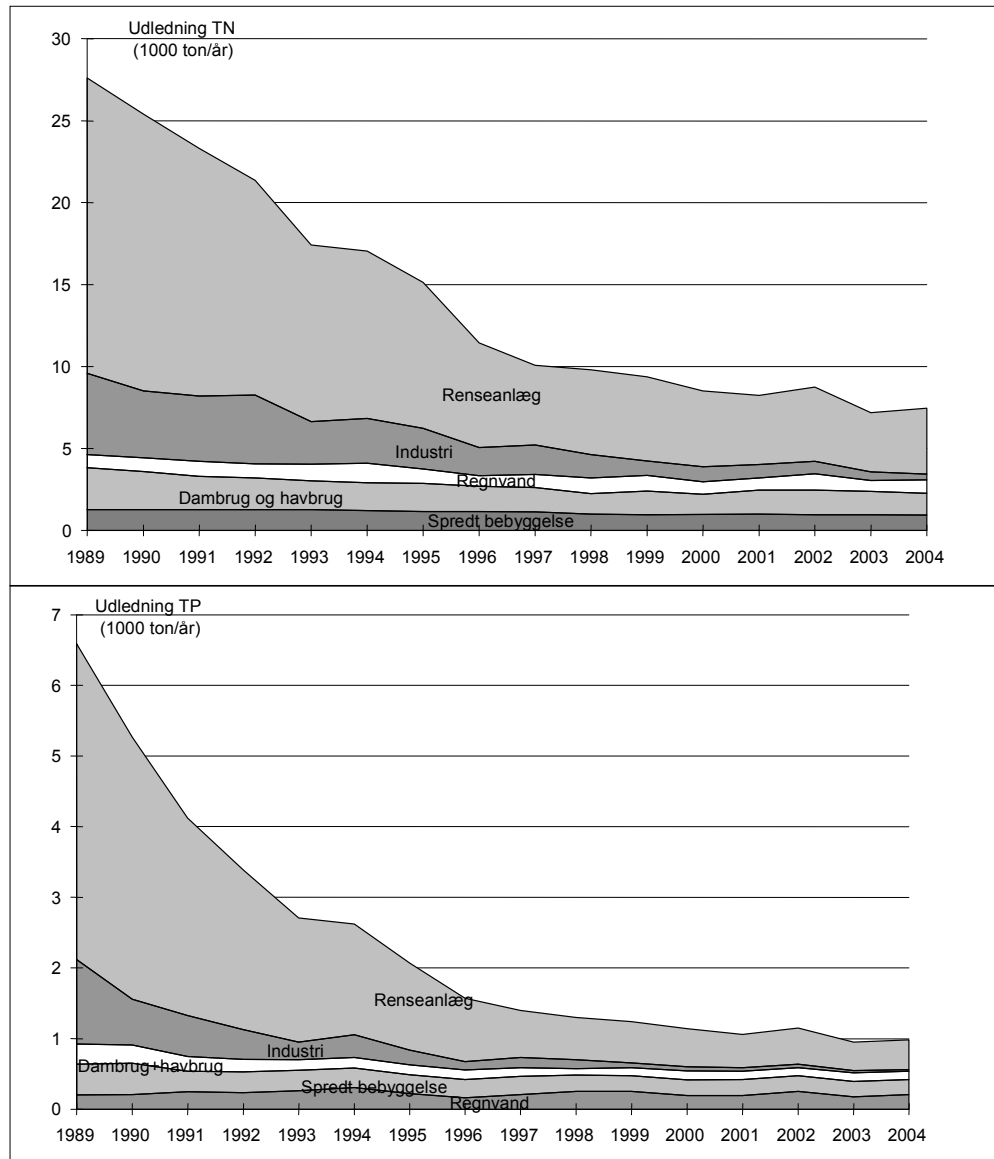
Der er i scenarierne anvendt generelle og gennemsnitlige reduktioner. De enkelte vandområder kan i forskellig grad være følsomme over for kvælstof og særligt fosfor. Generelt regner man hovedparten af kystvandene som følsomme over for kvælstof udledninger og oplande til søer, fjorde og visse bugter som følsomme overfor udledninger af fosfor.

Der vil være en vis usikkerhed både ved de estimerede reduktioner da der er tale om gennemsnitsberegninger, der ikke tager højde for særlige lokale forhold og en særlig karakter af spildevandet. For de større særskilte industriudledninger er der dog søgt taget højde for industrier med særligt vanskeligt nedbrydeligt kvælstof.

Der er valgt scenarier og renseteknikker, der anes som teknisk gennemførlige og som kendes fra Danmark. Det udelukker ikke, at andre rensesgrader og teknikker lokalt kan være relevant.

I figur 1 er vist effekten af både Vandmiljøplan I og den regionale indsats for at begrænse udledningerne af kvælstof og fosfor fra punktkilder. Det ses at udledningen af kvælstof er reduceret med 73% og udledningen af fosfor med 85%. Hvor de samlede udledninger i 1989 var 27.600 tons kvælstof og 6.600 tons fosfor var de i 2004 7.588 tons kvælstof og 991 tons fosfor. For både renselanlæg og industrielle udledninger ligger reduktion over målet i VMP I på 50% reduktion af N og 80% reduktion af P. Der var ikke mål for reduktion af regnbetingede udledninger i VMP I.

Punktkildeudledninger udgjorde i 2004 hhv. 10% N og 50% P af de samlede danske udledninger fra diffuse- og punktkilder, excl. atmosfære bidrag, jf. Punktkilder 2004, Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9, 2005.



Figur 1. Udvikling i de samlede punktkildeudledninger af kvælstof og fosfor fra 1989 - 2004.

I tabel 1 til 3 er vist resultaterne af beregnede potentialer for reduktion samt de budgetøkonomiske omkostningerne herved. Der er anvendt 6% rente svarende til Finansministeriet retningslinier. Anlægslevetid er vurderet individuelt. Arbejdsgruppen har vurderet 6% som en relativt høj rente, en følsomhedsanalyse viser, at omkostningerne for kommunale renselanlæg og industrielle udledninger vil være 10-13 % lavere for kvælstof reduktion og 7-10% lavere for fosforreduktion (afhængigt af ratio anlæg/driftsomkostning) ved en 4% rente. For regnbetingede udledninger vil omkostningerne ved en 4% rente være 20-23% lavere.

**Tabel 1** Kommunale renseanlæg - Oversigt over scenarier med potentiale for reduktion af N og P samt omkostninger.

Status (2003 udledning): 3.600 t N/år 400 t P/år.

Scenarier	Reduktion (koncentration)	Reduktions-potentiale	Enhedsomkostninger	Omkostninger
Optimering anlæg > 15.000 PE**)	- 1,5 mg/l N - 0,15 mg/l P	480 tons N/år 48 tons P/år*)	22 (17-26) kr./kg N/år 220 (170-260) kr./kg P/år	16-25 mill. kr./år
Udbygning af N fjernelse Anlæg > 15.000 PE**) Anlæg < 15.000 PE	Fra 6,5 til 3,5 mg/l Fra 27 til 6 mg/l	1.100 t N/år 800 t N/år	440 (300-600) kr./kg N/år 70 (50-100) kr./kg N/år	330-660 mill. kr./år 40-80 mill. kr./år
Udbygning af P fjernelse Anlæg > 5.000 PE Anlæg < 5.000 PE	Fra 0,5 til 0,1 mg/l Fra 5 til 0,5 mg/l	200 t P/år*) 110 t P/år*)	1.600 (1.000-2.000) kr./kg P/år 220 (150-300) kr./kg P/år	200-400 mill. kr./år 17-33 mill. kr./år

\*) samlet potentiale for udledninger til alle vandområder, heraf kun en begrænset andel i fosforfølsomme oplande, da større renseanlæg generelt udleder til mere robuste recipienter, og da renseanlæg i fosforfølsomme områder allerede har regionalt fastsatte lave udlederkrav. I 2004 var 90% af renseanlæggenes fosforudledning til marine vande og 10% til ferske vande.

\*\*\*) Optimering og udbygning for anlæg > 15.000 PE er beregnet uafhængige og kan derfor ikke summeres.

**Tabel 2** Industrielle udledninger - Oversigt over scenarier, potentiale for reduktion af kvælstof og fosfor og overslag over de økonomiske konsekvenser herved.

Status, samlet udledning 2004, 469 tons N/år og 31 tons P/år

Scenarier - Industriudledninger	Reduktions-potentiale	Enhedsomkostninger	Omkostninger
1. Allerede planlagt udbygning (forudsat i pkt. 2 - 4)	100 tons N/år 0,15 tons P/år	80-130 kr./kg N/år	8-13 mill. kr./år
2. Alle større industrier VMP I niveau N = 8 mg/l og P = 1 mg/l (forudsat 1. er gennemført)	41 tons N/år 1 tons P/år	200-400 kr./kg N/år 200 kr./kg P/år	8-16 mill. kr./år 0,2 mill. kr./år
3. Efterpolering større industrier (50% reduktion N og P) (forudsat 1. og 2. er gennemført)	100 t N/år 7 t P/år	400-800 kr./kg N/år 1.400-2.800 kr./kg P/år	40-80 mill. kr./år 10-20 mill. kr./år
4. VMP I niveau til små udledninger N = 8 mg/l og P = 1 mg/l	24 tons N/år 1,8 tons P/år	120-240 kr./kg N/år 1.100-2.200 kr./kg P/år	2,9-5,8 mill.kr/år 2-4mill.kr/år

**Tabel 3** Potentiale for reduktion af udledning af næringsstofferne N og P ved etablering af bassiner på hhv. fælles- og separatkloakerede arealer og omkostninger herved.

Status, samlet udledning 2004: 675 tons N/år 169 tons P/år

Scenarier	Reduktions-potentiale	Enhedsomkostninger	Omkostninger
Bassin på samtlige fælleskloakerede arealer	169 t N/år 63 t P/år	3.600 kr./kg N/år 9.500 kr./kg P/år	1.200 mill. kr./år

Bassin på samtlige separatkloakerede arealer	29 - 58 t N/år 24 - 36 t P/år	2.400-4.800 kr./kg N/år 3.900-5.800 kr./kg P/år	280 mill. kr. /år
---	----------------------------------	--	-------------------

På landsplan vurderes det største potentiale at være kommunale renseanlæg med 1.900 tons kvælstof og 310 tons fosfor, dernæst regnbetingede udledninger med 213 tons kvælstof og 93 tons fosfor og mindst for de industrielle udledninger med 165 tons kvælstof og 10 tons fosfor. De samlede omkostninger ved en sådan udbygning vil dog være meget store, i alt ca. 2,4 mia.kr. årligt.

For renseanlæg vurderes de mest cost-effektive tiltag både for kvælstof og fosfor at være en driftsoptimering af de eksisterende større renseanlæg, hvor enhedsomkostningerne ligger på 17-26 kr./kg N/år og 170-260 kr./kg P/år. Dernæst vurderes det mest cost optimalt at reducere de mindre udledninger, der i dag ikke har kvælstof og fosfor krav. Omkostningerne hertil vil være 50-100 kr./kg N/år og 150-300 kr./kg P/år. Det mindst omkostningseffektive tiltag vil være efterpolering af de allerede udbyggede renseanlæg, hvor omkostninger ligger på 300-600 kr./kg N/år og 1.000-2.000 kr./kg P/år.

For de industrielle udledninger vurderes det mest cost-effektive tiltag at være krav om N og P fjernelse til de mindre udledninger, der ikke eller kun i begrænset omfang har N og P krav (til hhv. 8 mg/l N og 1 mg/l P) i dag. Omkostningerne herved er 120-240 kr./kg N/år og 1.100-2.200 kr./kg P/år. Dernæst vurderes det mest cost-effektivt yderligere at reducere de større industrielle udledninger. Der er allerede planlagt en betydelig reduktion af disse udledninger via miljøgodkendelser. Omkostninger ved generel reduktion til hhv. 8 mg/l kvælstof og 1 mg/l fosfor - ud over den allerede planlagte reduktion - er 200-400 kr./kg N/år og (for én virksomhed) 200 kr./kg P/år. Det mindst cost-effektive for de industrielle udledninger vurderes at være efterpolering af udledninger, der allerede har N og P fjernelse, idet omkostningerne er 400-800 kr./kg N/år og 1.400-2.800 kr./kg P/år.

Det mindst cost-effektive generelle tiltag er reduktion af de regnbetingede udledninger, hvor omkostninger for fælleskloakerede områder er 3.600 kr./kg N/år og 9.500 kr./kg P/år. For de separatkloakerede områder er omkostningerne på 2.400-4.800 kr./kg N/år og 3.900 - 5.800 kr./kg P/år.

Sammenlignet med VMP I kan det konstateres dels at reduktionspotentiale for spildevandsudledningerne i dag er relativt begrænset, og at enhedsomkostninger er langt over omkostningerne ved VMP I på ca. 25 kr./kg N og 100 kr./kg P. Dog kan der peges på en anlægsoptimering af de større kommunale renseanlæg som et relativ cost-effektivt tiltag.

Der er ikke taget stilling til tiltags relevans på konkrete lokaliteter. Tiltag kan være cost-effektive lokalt - afhængigt af vandområdets følsomhed og belastning - selv om det i en national skala ikke vurderes at være mest cost-effektivt. En del tiltag har desuden andre formål primære formål frem for næringsstoffjernelse, fx reduktion af organiske iltforbrugende stoffer, eller smitstoffer af hensyn til badevandskvalitet, hvilke kan gøre disse tiltag relevante lokalt. Det vurderes for alle spildevandsudledninger at den mest cost-effektive indsats forudsætter en individuel vurdering i forhold til hvert enkelt modtagende vandområdets følsomhed over for N og P og andre relevante stoffer, herunder særligt organiske iltforbrugende stoffer, ammoniak og smitstoffer.

#### *Spildevandsafgift*

Jf. lov om afgift af spildevand betales der for udledninger af spildevand en årlig afgift på 20 kr./kg kvælstof og 110 kr./kg fosfor. Ved reduktion af udledninger som angivet i tabel 1 til 3 kan der altså opnås en besparelse, der kan modregnes i enhedstal. Jf. loven kan industrielle udledninger fra forarbejdning af fisk, krebs og



bløddyr, fremstilling af cellulose eller fremstilling af sukker opnå en godtgørelse af 97% af afgiften. For industrielle udledninger fra fremstilling af organiske pigmenter, pektin og vitaminer kan der opnås en godtgørelse på 70% af afgiften. Endelig er regnbetingede udledninger ikke omfattet af spildevandsafgiften.



# 1 Kommissorium

## 1.1 Baggrund

Regeringen, Dansk Folkeparti og Kristendemokraterne har d. 2. april 2004 indgået aftale om Vandmiljøplan III 2005-2015. Vandmiljøplan III har til formål at vandmiljøet skal forbedres yderligere gennem reduktion af kvælstof og fosfor, naturbeskyttelsen skal fortsat forbedres og de nabogener, som skyldes landbrugsdrift, skal begrænses. Aftalen rummer derfor en bred indsats for at nedbringe landbrugets påvirkning af vandmiljø, natur og naboer.

I aftalens afsnit 3. *Reduktion af fosforudledning* er angivet:

*”Parterne vil vurdere, om der kan være behov for yderligere indsatser over for fosforudledninger fra de kommunale renseanlæg.”* Og senere i samme afsnit:

*”Selv om der ikke i det faglige udredningsarbejde er foreslået en yderligere reduktion af udledningen af kvælstof og fosfor fra rensningsanlæg til havmiljøet, finder aftaleparterne det afgørende, at der nedsættes en arbejdsgruppe, som skal vurdere de tekniske muligheder for at stille skærpede krav til rensning af spildevandet fra kommunale rensningsanlæg og industrielle egenudledere samt de økonomiske konsekvenser heraf.”*

### 1.1.1 Kommunale renseanlæg

I forbindelse med den første vandmiljøplan som blev vedtaget i 1987 blev det besluttet at stille nationale udlederkrav til udledning af kvælstof og fosfor fra de kommunale renseanlæg. Udbygningen af renseanlæg blev afsluttet i midten af 1990'erne.

Herudover har amterne på mange lokaliteter afhængigt af de lokale forhold stillet yderligere krav til rensning af kvælstof og/eller fosfor, enten ved at der er stillet skrapere udlederkrav eller ved at der er stillet krav til mindre anlæg, end de anlæg der er omfattet af de eksisterende nationale krav.

Derfor er de samlede udledninger af kvælstof og fosfor fra de kommunale renseanlæg nedbragt meget betydeligt siden 1987.

Arbejdsgruppen bedes undersøge sammenhængen mellem renseteknik og afløbskvalitet og de økonomiske omkostninger herved. Desuden bedes undersøgt mulighederne for at skærpe krav til fosfor og kvælstof på de renseanlæg der er omfattet af VMP I og den forventede reduktion. Endelig skal undersøges muligheden for at stille nationale krav til renseanlæg, der i dag ikke har nationale krav og den forventede reduktion af udledninger af kvælstof og fosfor.

Arbejdsgruppen bedes derfor undersøge:

1. Muligheden for at optimere de eksisterende kommunale renseanlæg med henblik på yderligere fjernelse af kvælstof og fosfor.

2. Muligheden for bedre kvælstoffjernelse for renselanlæg større end 15.000 personækvivalenter, dvs. anlæg hvor der i dag er nationalt krav om kvælstoffjernelse, og den forventede reduktion af udledning af kvælstof herved.
3. Muligheden for bedre kvælstoffjernelse til renselanlæg mindre end 15.000 personækvivalenter, og den forventede reduktion af kvælstof herved.
4. Muligheden for bedre fosforfjernelse for anlæg større end 5.000 PE med udledning til fosforfølsomme vandområder, og den forventede reduktion af udledning af fosfor herved.
5. Mulighed for fosforfjernelse for anlæg mindre end 5.000 PE med udledning til fosforfølsomme vandområder, og den forventede reduktion herved
6. De økonomiske omkostninger ved de 5 scenarier

### **1.1.2 Industrielle udledere**

I forbindelse med den første vandmiljøplan fra 1987 blev det vedtaget at de større industrielle udledere skulle nedbringe udledningen af kvælstof og fosfor ved bedste, tilgængelige teknik. Denne vurdering foretages af amterne som godkendelsesmyndighed og skal ske individuelt for hver virksomhed. Dette er resulteret i, at den samlede udledning af kvælstof og fosfor for disse virksomheder er nedbragt meget betydeligt i perioden 1987-2003.

Arbejdsgruppen bedes undersøge:

1. Muligheden for at yderligere nedbringelse af udledning af kvælstof og fosfor for virksomheder, der ikke var omfattet af VMP I, og den forventede reduktion af kvælstof og fosfor herved.
2. Muligheden for en øget reduktion af kvælstof og fosfor for industrielle egenudledere omfattet af VMP I og den forventede reduktion af kvælstof og fosfor herved.
3. De økonomiske konsekvenser ved de 2 scenarier

### **1.1.3 Deltagere**

Miljøstyrelsen nedsætter en arbejdsgruppe med deltagelse af Kommunernes Landsforening (DANVA og Spildevandsteknisk forening), Københavns Kommune, Miljøteknisk Brancheforening, Dansk Industri, Foreningen af Rådgivende Ingeniører (FRI) og Amtsrådsforeningen. Miljøstyrelsen varetager formandskab og sekretariat for arbejdsgruppen.

### **1.1.4 Rapportering**

Arbejdsgruppens arbejde begrænser sig til at vurdere de tekniske muligheder for yderligere reduktioner. Det ligger dermed uden for arbejdsgruppens kommissorium at tage stilling til hvordan sådan en reduktion kan gennemføres. På baggrund af arbejdsgruppens rapportering iværksættes et analysearbejde vedrørende hvordan sådanne reduktioner kan gennemføres omkostningseffektivt.

### **1.1.5 Læsevejledning**

I rapporten gennemgås 3 punktkilder med kvælstof og fosfor: kommunale renselanlæg, industrielle udledninger og regnbetingede udledninger. For hver kilde er der: 1. opgjort nationale og internationale det krav til udledninger, 2.den allerede

gennemførte reduktion af udledninger for kvælstof og fosfor og 3. det nuværende udledningsniveau,

Dernæst er vurderet de tekniske muligheder for reduktion af udledningerne, med udgangspunkt i danske forhold.

Til sidst er der opstillet et antal reduktionsscenerier jævnfør kommissoriet. De valgte tiltag for hvert scenarium er de, der er vurderet at være mest sandsynlige og gennemførlige.

For hvert scenarium er der beregnet:

- potentiale for reduktion af de samlede udledninger af N og P
- budgetøkonomiske enhedsomkostninger pr. kg kvælstof og fosfor (anlæg, drift og vedligeholdelsesomkostninger) og de samlede årlige omkostninger.



# 2 Begrænsning af N og P udledning fra kommunale renselanlæg

## 2.1 Baggrund

### 2.1.1 Nationale og regionale krav til reduktion af udledning af kvælstof og fosfor

#### Kvælstof

I 1987 besluttede Folketinget at reducere udledning af kvælstof fra de kommunale renselanlæg (midt 80'ers niveau) med 50% (Vandmiljøplan I).

I december 1987 udstedte den daværende miljøminister en bekendtgørelse, hvor det blev angivet at renselanlæg med en belastning større end 15.000 PE skulle reducere udledning af kvælstof til 8 mg/l (årsmiddeludledning) inden 1. januar 1993. Nye renselanlæg større end 5.000 PE skulle rense til samme krav.

Derudover har amterne stillet regionalt betingede krav om kvælstoffjernelse. Af de renselanlæg der er omfattet af vandmiljøplan I havde 184 anlæg renselanlæg i 2003 et kvælstof krav på 8 mg/l. 15 anlæg havde en kravværdi lavere end 8 mg/l. De lavest fastsatte krav er cirka 3 mg/l, mere normalt er regionalt fastsatte krav på 5-6 mg/l.

#### Fosfor

Med vandmiljøplanen fra 1987 blev der stillet krav om en samlet reduktion af udledning af fosfor for kommunale renselanlæg på 80%. Det blev besluttet, at renselanlæg med en belastning større end 5.000 PE skal rense udledning af fosfor til 1,5 mg/l (års middeludledning).

Der kan regionalt være fastsat skrappe krav end 1,5 mg/l til udledning af fosfor, hvis udledning sker til et særligt fosforfølsomt vandområde. Laveste regionalt fastsatte krav er 0,1 mg/l.

### 2.1.2 EU regulering af spildevandsudledninger

Med byspildevandsdirektivet fra 1991 blev der stillet krav om reduktion af næringsstoffer og iltforbrugende organisk stof for byspildevand i hele EU. Ifølge direktivet skal vandområdernes følsomhed for udledning kortlægges og der stilles differentierede krav til rensning afhængig af de enkelte vandområders følsomhed. Medlemslandene kan dog vælge ikke at kortlægge vandområdernes følsomhed. I dette tilfælde er krav svarende til de følsomme vandområder gældende i hele landet. Danmark har valgt denne implementering, og har i øvrigt allerede i en årrække opfyldt kravene i byspildevandsdirektivet.

Med vandrammedirektivet (som trådte i kraft i 2000 og blev implementeret i dansk lovgivning i 2003) vil der skulle udarbejdes vandplaner og indsatsprogrammer for at opfylde vandrammedirektivets miljømål for overfladevand og grundvand. De

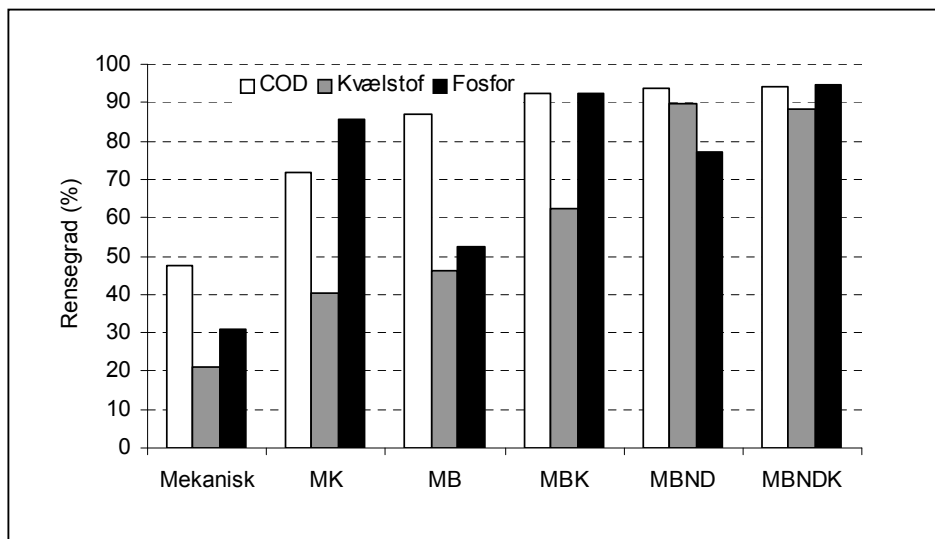
mulige indsatser omfatter bl.a. regulering af udledning fra renseanlæg. Med EU reguleringen er altså kun stillet faste krav for de større renseanlæg, og derfor skal krav i øvrigt (både for store og små renseanlæg) fastsættes ud fra de konkrete behov for det enkelte vandområde, hvortil der udledes.

### 2.1.3 Hittidig reduktion af udledning af kvælstof

Vandmiljøplanens krav om reduktion af udledning af kvælstof med 50% har været opfyldt siden midten af 1990'erne.

Udledningen af kvælstof er siden midt 1980'erne nedbragt med 81%. I 2003 blev udledt 3.600 tons total kvælstof. Med en samlet udledt vandmængde på 611 m<sup>3</sup>/år er den gennemsnitlige udledningskoncentration dermed 5,9 mg/l. Den samlede spildevandsmængde fra kommunale renseanlæg er i alt 8,6 mill. PE og med et enhedstal på 4,4 kg N/PE/år kan den samlede belastning på renseanlægget beregnes til 38.000 tons N/år og dermed er den teoretiske rensegrad i alt 90%.

I 2003 var der 199 anlæg med krav til kvælstoffjernelse (mindre end 8 mg/l) og for disse anlæg var udlederkoncentrationen 4-5 mg/l. I figur 2.1 er vist fordeling af rensegrader for BI<sub>5</sub>, kvælstof og fosfor. Renseanlæg af type MBNDK og MBND udgør 91% af den samlede vandmængde, MBK udgør 5,4% MB 3%, MK 0,2% og Mekanisk 0,6%. M: Mekanisk, B: Biologisk, N: Nitrifikation, D: Denitrifikation og K: Kemisk og biologisk fosforfjernelse. Nitrifikation og denitrifikation udgør tilsammen kvælstoffjernelse.



**Figur 2.1** Rensegrader for COD, kvælstof og fosfor for kommunale renseanlæg – 2003 data.

### 2.1.4 Hittidig reduktion af udledning af fosfor

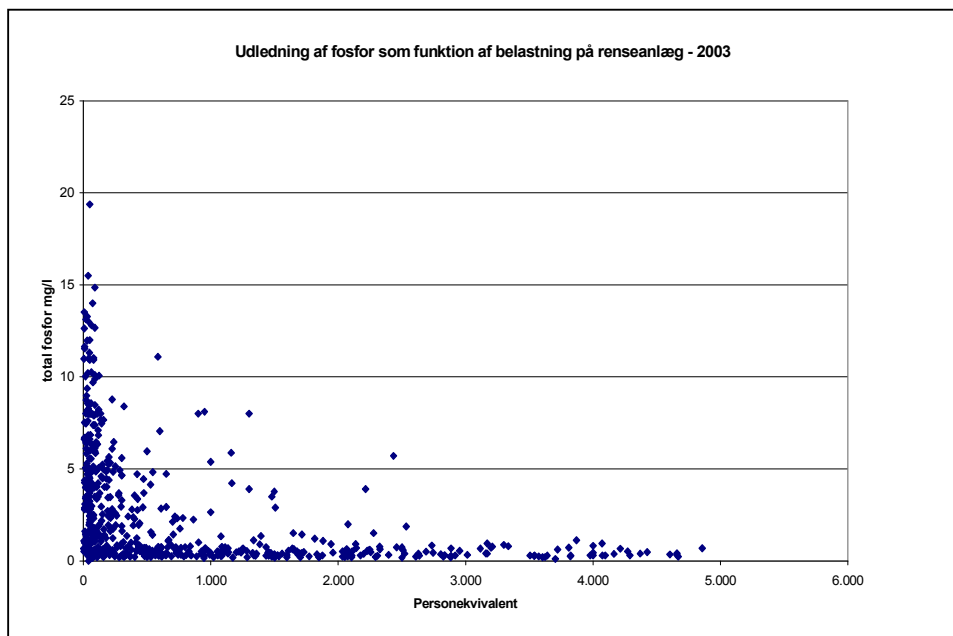
Vandmiljøplanens krav om 80% reduktion af fosfor har været opfyldt siden midten af 1990'erne.

Den samlede udledning af fosfor er siden midten af 1980'erne nedbragt med 93% til i alt 400 tons total fosfor<sup>1</sup>. For anlæg hvor der stilles krav til fosforudledning er den vandsføringsvægtede gennemsnitlige udledning på 0,5 mg/l og det gennemsnitlige udlederkrav er 1,1 mg/l.

<sup>1</sup> Punktkilder 2003, Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 16 2004.



Den samlede belastning for renselanlæg under 5.000 PE udgør cirka knap 0,5 mill. PE med en middelbelastning pr. anlæg på 800 PE eller cirka 6% af den samlede belastning på de kommunale renselanlæg. Den gennemsnitlige udledning for disse anlæg er 2,7 mg/l. I figur 2.2 er afbildet sammenhæng mellem udledning af fosfor og anlægsbelastningen. De betydelige forskelle i udledningsniveauer skyldes dels, at der af amterne fastsættes udlederkrav afhængigt af det modtagende vandområdes



**Figur 2.2** Udledning af fosfor som funktion af belastning på renselanlæg for anlæg mellem 30 PE og 5.000 PE, 2003 data.

følsomhed for udledning af fosfor, og dels at det for anlæg med kemikaliefældning kan være økonomisk attraktivt at øge fældningen for at reducere spildevandsafgiften. De højeste udlederkoncentrationer ses for de små renselanlæg med belastning op til 500 PE.

### 2.1.5 Afløbskvalitet kontra udlederkrav

Erfaringer fra den hidtidige kontrol med udledninger fra kommunale renselanlæg har vist, at jo skrappe udlederkrav fastsættes, jo større er risikoen for at tilladelser overskrides. Betydningen af afvigende enkelthændelser, fx usædvanlig stor belastning, forgiftning, særlige temperaturforhold, nedbrud af anlæg stiger ved meget lave krav. For at sikre en hensigtsmæssig retstilstand skal udlederkrav derfor fastsættes, så det er sandsynligt at udlederkrav vil kunne overholdes på renselanlæggene, også på længere sigt. Hvis udlederkrav fastsættes så skrappe at mange velkonstruerede og veldrevne renselanlæg årligt overskrider krav, vil det medføre en usikker retstilstand, hvilket bør undgås. Desuden vil afløbskvalitet afhænge af graden af belastning af renselanlæggene.

I denne rapport anvendes renseniveauer, dvs. det årsmiddel koncentrationsniveau renselanlæg kan opnå med den givne rensemetode. De endelige udlederkrav skal - afhængig af kontrolmetoden - fastsættes således at renseniveau opnås og således at man ikke får uønskede kravoverskridelser.

## 2.2 Vurdering af mulighederne for yderligere fjernelse af N og P

I det følgende afsnit vurderes mulighederne for yderligere fjernelse af N og P. Der findes en lang række muligheder på markedet, der i større eller mindre grad kan forbedre N og P fjernelsen. Der er anført de løsninger, der vurderes at være mest sandsynlige ud fra teknisk/økonomiske vurderinger for hvert af de i alt 5 scenarier.

Hovedformålet er fjernelse af N og P. Nogle avancerede renseløsninger som fx membranfiltrering, ozonering, interne forbedringer i renselanlæg som fx rejektvandsbehandling ville også kunne forbedre afløbskvaliteten, men vurderes ikke nærmere her da formålet er generelt at vurdere omkostningseffektive tiltag til en yderligere N og P fjernelse på de kommunale renselanlæg. Dette ændrer dog ikke ved at disse løsninger lokalt kan være optimale, fx hvis der samtidig skal løses andre problemer som fx smitstof reduktion (af hensyn til badevandskvalitet eller ved ønske om genanvendelse af det rensede spildevand) eller nedbrydning af tungtomsætteligt organisk stof (ved særlig industribelastning).

### 2.2.1 Muligheder for optimering af eksisterende renselanlæg for at forbedre N og P fjernelse

Ved optimering forstås her ændringer, der som udgangspunkt ikke medfører egentlige fysiske ændringer af anlæggets fysiske udformning, men ændringer der optimerer anvendelsen af det bestående anlæg ved forbedret styring. Forbedret styring sker i dag bedst ved en dynamisk computerstyring ud fra on-line målinger i forskellige del af anlægget. 2/3 af de større danske renselanlæg har i dag en eller flere on-line målere, men kun en del af disse anvendes til dynamisk styring. Desuden er der varierende grad af styring, især afhængigt af hvor mange måle- og styrepunkter der indgår i styringsstrategien.

#### *Kvælstof*

I Danmark anvendes hovedsageligt aktiv-slam til kvælstoffjernelse i de kommunale renselanlæg. Der findes dog enkelte anlæg hvor der anvendes biofiltre til kvælstoffjernelse.

Erfaring fra NOVANA punktkilderrapportering viser, at renselanlæg i årlig middel renser ned til 5-6 mg/l, altså en del lavere end det nationale krav. Det kan dels skyldes, at der regionalt er fastsat lavere udlederkrav og dels at det pga. spildevandsafgiften er økonomisk fordelagtigt at drive renselanlæg med så lav udledning af kvælstof som muligt, og dels at der skal være sikkerhed for en vedvarende kravoverholdelse.

Projekter bl.a. i Helsingør har vist, at der ved optimering af afløbssystem og renselanlæg kan opnås forbedringer af afløbskvaliteten. I Helsingør arbejdes der fx både med en mere optimal udnyttelse af renselanlæg og med bedre udnyttelse af magasineringsvolumenet i afløbssystemet i sammenhæng med renselanlægget.

Det er ikke muligt generelt at vurdere, hvor langt ned udledning kan reduceres ved optimering af afløbssystemer og renselanlæg, idet det helt vil afhænge af de konkrete forhold både i afløbssystem, opland og på selve renselanlægget. Generelt set må det dog forventes, at optimeringspotentialet er størst for renselanlæg med relativt høje udledningskoncentrationer, hvorimod anlæg der allerede ligger med relativt lave udledninger formodentlig har et mindre reduktionspotential.

#### *Fosfor*

Fosfor fjernes på de kommunale renselanlæg ved kemisk fældning (typisk jern eller aluminium salt) og ved biologisk fjernelse (indbygning af fosfor i slam).

Udledning af fosfor kan på mange anlæg reduceres til under 0,5 mg/l, men hvis der stilles krav under 0,5 mg/l øges risikoen for kravoverskridelser som følge af driftsuregelmæssigheder.

Ved dynamisk styring af dosering af fædningskemikalie i efterklaringstanken (via on-line fosformåling) kan udledning af fosfor formodentligt vedvarende overholdes ned til 0,3-0,4 mg/l.

### **2.2.2 Mulighed for skærpede kvælstof krav til anlæg større end 15.000 PE**

Såfremt man ønsker at reducere den samlede udledning af kvælstof er en mulighed at skærpe det nationale udlederkrav på 8 mg/l.

Stavnsholt renselanlæg, der har Danmarks laveste krav til udledning af kvælstof har et udlederkrav for total kvælstof på 3,5 mg/l og et sommerkrav på 2,8 mg/l. Renselanlægget var i 2004 under udbygningen bl.a. med et efterpoleringstrin i form af et ekstra denitrifikationsfilter.

Den nedre grænse for kvælstoffjernelse begrænses hovedsageligt af andelen af svært omsætteligt opløst organisk kvælstof. I almindeligt kommunalt spildevand uden særligt svært nedbrydeligt industrispildevand ligger denne andel normalt på 1-2 mg/l.

Kravene for Stavnsholt renselanlæg må derfor anses for det laveste niveau, der i dag realistisk kan opnås for udledning fra kommunale renselanlæg. Data fra 2005 viser at renselanlæg kan overholde disse krav.

Man bør være opmærksom på, at når udlederkrav fastsættes til så lave værdier stiger risikoen for at overskride udlederkrav pga. driftsuregelmæssigheder. Blot et enkelt driftsuheld vil kunne medføre at et års kontrol ikke kan overholdes.

For renselanlæg større end 15.000 PE regnes der i de videre beregninger med en efterdenitrifikation til 3,5 mg/l total kvælstof.

### **2.2.3 Mulighed for krav til kvælstoffjernelse for anlæg mindre end 15.000 PE**

Det vil være muligt at stille krav om kvælstoffjernelse til anlæg mindre end 15.000 PE, i princippet ned til 30 PE. Både anlægs- og driftsomkostninger pr. kg fjernet kvælstof stiger dog betydeligt, jo mindre renselanlæg der skal omfattes af krav, se figur 2.3. Det er urealistisk dyrt at kræve kvælstof rensning på de helt små renselanlæg og reduktionspotentialet er begrænset, hvorfor der i scenarier anvendes en nedre grænse på 500 PE.

Rensemetoderne vil formodentlig være de samme som anvendes på de større renselanlæg, dvs. biologisk spildevandsbehandling, enten med aktiv-slam anlæg eller med biologiske filteranlæg. Aktiv-slam anlæg har meget stor udbredelse i Danmark på større kommunale renselanlæg til kvælstoffjernelse, kun få større kommunale anlæg med næringsstoffjernelse - særligt hvor der er begrænset plads, fx Frederikshavn og Hundested - bruger biologiske filtre.

Erfaringer fra vandmiljøplan I har vist at kommunale renseanlæg med kvælstoffjernelse normalt udleder 5-6 mg/l (gennemsnitsudledning og normalår temperatur).<sup>2</sup>

For renseanlæg med et supplerende efterdenitrifikationstrin kan overholdes lavere krav. For et enkelt større renseanlæg anlæg er udlederkrav fastsat til 3,5 mg/l som årsmiddelgennemsnit.

For renseanlæg mindre end 15.000 PE regnes der i de videre beregninger med en traditionel kvælstoffjernelse med nitrifikation og denitrifikation til et årsmiddel udlederniveau på 5-6 mg/l.

#### **2.2.4 Muligheden for yderligere fosforfjernelse for anlæg større end 5.000 PE**

For at forbedre rensning på renseanlæg der allerede har fosforfjernelse – udover en optimering og styring – vil det være nødvendigt at supplerer anlæggene med et effektivt efterpoleringstrin, for at sikre den størst mulige tilbageholdelse af suspenderet stof og dermed den fosfor der er bundet til det suspenderede stof.

Jf. Punktkilderrapporten <sup>2</sup> er udlederniveau for anlæg med fosforfjernelse 0,4-0,6 mg/l.

Renseanlæg med efterpolering i et sandfiltre, som findes på de 76 danske anlæg, renser i middel til 0,4 mg/l (76 renseanlæg jf.<sup>2</sup>)

Hvis der laves efterpolering med effektivt efterpoleringstrin vil der kunne renses ned til 0,1 mg/l. Der er kun en dansk reference på et sådant anlæg, nemlig Stavnsolt renseanlæg. Risikoen for at overskride krav stiger dog væsentligt ved så lave krav, da enkelthændelser kan "vælde" en kontrol. I de videre beregninger regnes med de mest effektive efterpoleringstrin til en fosforkoncentration på 0,1 mg/l.

#### **2.2.5 Fosforfjernelse på renseanlæg mindre end 5.000 PE med udledning**

Fosforfjernelse vil kunne etableres på renseanlæg mindre end 5.000 PE ved at supplere anlæg med doseringsanlæg for kemikalie (aluminium eller jern salte). Et mekanisk biologisk renseanlæg der suppleres med kemisk fældning vil kun rense for total fosfor ned til 0,4-0,6 mg/l.

Ønskes der yderligere reduktion vil der skulle suppleres med et efterpoleringstrin for en yderligere reduktion af indhold af suspenderet stof (typisk lagune eller filter). Med et effektivt efterpoleringstrin vil der yderligere kunne opnås reduktion ned til en koncentration 0,1 mg/l.

I de videre beregninger anvendes for de mindre renseanlæg traditionel kemisk fældning.

### **2.3 Potentiale for yderligere fjernelse af N og P**

I det følgende afsnit vurderes potentialet for reduktion af udledninger af N og P i de 5 scenarier som angivet i kommissoriet.

---

<sup>2</sup> Punktkilder 2003, Orientering nr. 16 fra Miljøstyrelsen, 2004.

Særligt for fosfor vil det imidlertid kun være hensigtsmæssigt at stille krav til fosforfjernelse for oplande, hvor der er behov for reduktion af fosfortilførsel.

Det er ofte vanskeligt entydigt at bestemme om et vandområde er fosforfølsomt. Ofte er danske ferskvandsoplande til søer fosforfølsomme, idet fosforkoncentrationen i søerne er begrænsende for algevæksten i søerne. Kun ca. 1/3 af ferskvandsoplandene er søoplande.

For marine vandområder vurderes lukkede vandområder med ringe vandudskiftning som mest fosforfølsomme, mens åbne kystvandsområder med stort vandskifte vurderes som mindre fosforfølsomme. Men selv vandområder der er forholdsvis åbne, fx Århus Bugt, kan være fosforfølsomme.

Hvad der er mest begrænsende for algevæksten kan variere over året, fx er algevækst i visse fjorde dele af året N begrænset og andre dele af året P begrænset. Desuden kan N eller P følsomhed ændre sig over årene, afhængigt af om tilførslerne til et givent vandområde ændrer sig.

### **2.3.1 Optimering ved integreret styring af kloaksystem og/eller renseanlæg**

Erfaringer har vist, at man ved en dynamisk on-line styring af kloak og/eller renseanlæg kan opnå forbedret rensning, mere stabil drift og desuden forøge renseanlæggets behandlingsskapacitet. Kun få (store) renseanlæg har i dag sådan styring.

On-line styring af renseanlæg indebærer, at man kontinuert måler de relevante procesparametre. På baggrund af målinger og en styrestrategi i en PC tilpasses anlæggets drift mht. beluftning, fordeling af anaerob, anoxisk og aerob behandlingstid, kemikalietilsætning, slam- og retur slampumpning og evt. bundfældningstid. Der vurderes at være ca. 50 større renseanlæg der har en sådan styring.

Ud over at optimere et renseanlægs daglige drift tjener sådanne systemer også som supplement til overvågning, således at det altid straks registreres, hvis anlæg ikke fungerer og store udslip bedre kan imødegås.

Dynamisk styring kan gøres på forskelligt detaljeringsniveau afhængigt af, hvor mange funktioner og målepunkter, der indgår i styresystemet.

I optimeringsscenariet ses alene på on-linestyring af renseanlæg, da det vurderes at være den mest tilgængelige mulighed for optimeret styring med henblik på at nedbringe udledning fra renseanlæg. Styrede kloaksystemer vil også kunne bidrage til at nedbringe belastning fra overløb, udjævne tilledning til renseanlæg, men vil normalt kræve større anlægsinvesteringer. Der er i optimeringsscenariet ikke vurderet styrede kloakker.

Der er i Danmark i alt 130 renseanlæg større end 15.000 PE, svarende til ca. 85% af den samlede spildevandsmængde. Heraf har 50 anlæg allerede on-line styring. I optimeringsscenariet etableres on-line styring på de resterende 80 anlæg. Det vurderes, at der vil kunne opnås en kvælstofreduktion på mellem 0 - 3 mg/l og en fosforreduktion på 0,1 - 0,2 mg/l på anlæg, der ikke har dynamisk styring. De forholdsvis lave optimeringskoncentrationer skyldes, at renseanlæg allerede i dag udleder til relativt lave koncentrationer. Reduktioner er vurderet ud fra forholdsvis avancerede styresystemer som kendes fra større danske renseanlæg.

Potentialet for reduktion for disse renseanlæg er 480 tons kvælstof og 48 tons fosfor årligt.

### **2.3.2 Skærpede krav til kvælstoffjernelse på MBNDK anlæg**

Hvis udledning fra renseanlæg reduceres fra 5-6 til 3-4 mg/l ved at der etableres et efterdenitrifikationstrin, dvs. en reduktion med 2 mg/l, og disse anlæg udgør 85% af den samlede vandmængde fra renseanlæg på 611 mill. m<sup>3</sup> i 2003, fås et potentiale på ca. 1.100 tons kvælstof pr. år.

### **2.3.3 Krav om kvælstoffjernelse til renseanlæg mindre end 15.000 PE**

Forestiller man sig, at samtlige mindre renseanlæg blev udbygget svarende til krav til større anlæg (type MBNDK og MBND) ville den samlede udledning af kvælstof fra kommunale renseanlæg kunne reduceres med af størrelsesordenen 900 tons kvælstof pr. år. (Dette er beregnet ved forbedring til en ca. 88% rensegrad for N (udløb = 6 mg/l) i forhold til de eksisterende rensegrader i figur 2.1.) Dette kan sammenholdes med at reduktionen med VMP I var mere end 16.000 tons kvælstof pr. år. Den begrænsede effekt skyldes, at renseanlæg uden kvælstoffjernelse kun er relativt små renseanlæg, og at en del mindre renseanlæg allerede har kvælstoffjernelse pga. regionale krav. Da kvælstoffjernelse på anlæg mindre end 500 PE er forholdsvis meget dyr pr. PE, er potentialet for anlæg mindre end 500 PE beregnet (hovedsageligt mekaniske anlæg). Dette potentiale er ca. 100 tons kvælstof. Til de videre økonomiske beregninger forudsættes potentiale derfor kun for anlæg større end 500 PE, dvs. ca. 800 tons kvælstof pr. år.

### **2.3.4 Skærpede krav til reduktion af fosforudledning fra renseanlæg større end 5.000 PE**

Den gennemsnitlige udledning af BOD<sub>5</sub> mod. (organisk stof) for disse anlæg er 2,8 mg/l, og middeludledningen af fosfor fra disse renseanlæg er 0,46 mg/l.

Hvis der stilles krav svarende til Stavnsholt renseanlæg, dvs. der kræves et effektivt efterfiltreringstrin, vil udledning kunne reduceres til 0,1 mg/l. Reduktion er hermed 0,36 mg/l og et potentiale på cirka 200 tons fosfor pr. år.

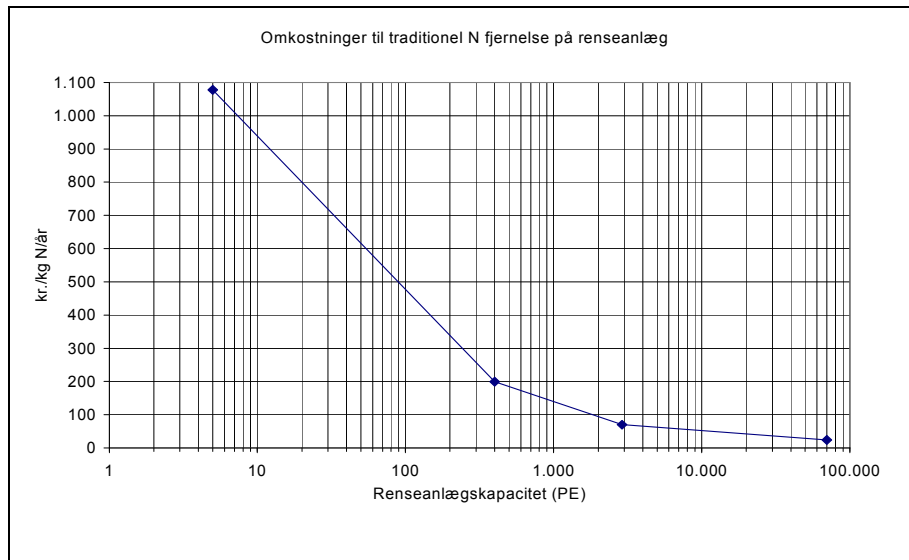
### **2.3.5 Krav om fosforfjernelse for renseanlæg mindre end 5.000 PE**

Det samlede potentiale - hvis samtlige mindre danske renseanlæg fik krav om fosforfjernelse svarende til den rensegrad der opnås på de større kommunale renseanlæg i dag - ville være cirka 110 tons fosfor pr. år.

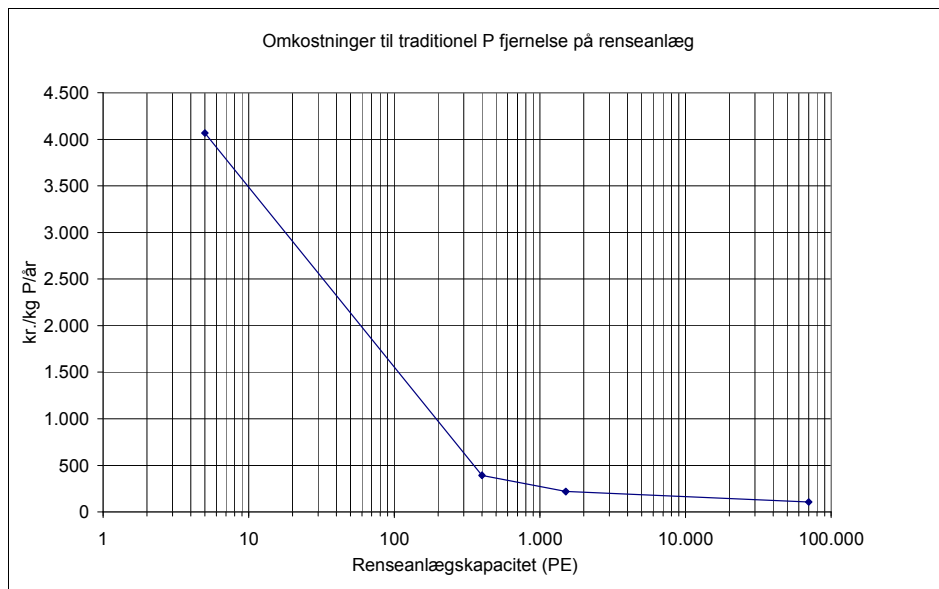
## **2.4 Økonomiske konsekvenser**

### **2.4.1 Økonomiske enhedstal 2005**

*2.4.1.1 Generelt om omkostninger ved N og P fjernelse for mindre renseanlæg*  
Omkostninger til forbedret rensning for både kvælstof og fosfor afhænger af hvor store renseanlæg, der skal udbygges. Udbygger man mindre renseanlæg stiger omkostningerne pr. fjernet enhed eksponentielt. I figur 3 og 4 er vist sammenhæng mellem renseanlæggenes størrelse og de årlige budgetøkonomiske omkostninger pr. fjernet kg N og P. Der regnes med 6% rente og afskrivning over 25 år.



**Figur 2.3** Sammenhæng mellem omkostninger til fjernelse af kvælstof og renselæggenes størrelse/kapacitet (nitrifikation/denitrifikation til 6 mg/l).



**Figur 2.4** Sammenhæng mellem omkostninger til fjernelse af fosfor og renselæggenes størrelse/kapacitet almindelig kemisk fældning til ca. 0,5 mg/l).

### 2.4.2 Beregnende enhedstal og samlede omkostninger

For at kunne vurdere de alternative modeller er der beregnet økonomiske typetal for fjernelse af hhv. N og P. I skema 1 er sammenstillet potentiale for yderligere reduktion af N og P i de 5 scenarier, enhedsomkostninger for reduktion og de samlede årlige omkostninger. Omkostningerne omfatter anlægs-, drift- og

vedligeholdelsesomkostninger. Der regnes med 6% rente og 15 - 25 års afskrivning, afhængigt af anlægstype.

**Tabel 2.1** Oversigt over scenarier med potentiale for reduktion af N og P samt omkostninger.

Status (2003 udledning): 3.600 t N/år 400 t P/år.

Scenarier	Reduktion (koncentration)	Reduktions-potentiale	Enhedsomkostninger	Omkostninger
Optimering anlæg > 15.000 PE**)	- 1,5 mg/l - 0,15 mg/l	480 tons N/år 48 tons P/år*)	22 (17-26) kr./kg N/år 220 (170-260) kr./kg P/år	16-25 mill. kr./år
Udbygning af N fjernelse Anlæg > 15.000 PE**) Anlæg < 15.000 PE	Fra 6,5 til 3,5 mg/l Fra 27 til 6 mg/l	1.100 t N/år 800 t N/år	440 (300-600) kr./kg N/år 70 (50-100) kr./kg N/år	330-660 mill. kr./år 40-80 mill. kr./år
Udbygning af P fjernelse Anlæg > 5.000 PE Anlæg < 5.000 PE	Fra 0,5 til 0,1 mg/l Fra 5 til 0,5 mg/l	200 t P/år*) 110 t P/år*)	1.600 (1.000-2.000) kr./kg P/år 220 (150-300) kr./kg P/år	200-400 mill. kr./år 17-33 mill. kr./år

\*) samlet potentiale for udledninger til alle vandområder, heraf kun en begrænset andel i fosforfølsomme oplande, da større renseanlæg generelt udleder til mere robuste recipienter, og da renseanlæg i fosforfølsomme områder allerede har regionalt fastsatte lave udlederkrav. I 2004 var 90% af renseanlæggenes fosforudledning til marine vande og 10% til ferske vande.

\*\*) Optimering og udbygning for anlæg > 15.000 PE er beregnet uafhængige og kan derfor ikke summeres.

### 2.4.3 Beregningsusikkerhed

Der knytter sig usikkerhed til både opgørelse af reduktionspotentiale og til de beregnede enhedsomkostninger. Forhold der vil kunne påvirke enhedstallene er forhold så som krav til kvalitet af anlæg, den ønskede sikkerhed for kravoverholdelse og særlige bygge- og funderingsforhold. Desuden er der usikkerhed knyttet til i hvilken grad og hvor effektivt eksisterende renseanlægskomponenter kan genbruges. En del af de mindre renseanlæg vil måske i forvejen være så nedslidte, at man vil forny hele anlægget eller det kan være fordelagtigt at afskære spildevandet til et større renseanlæg. Omkostninger vil endelig også afhænge af konkurrencesituationen blandt entreprenører på tidspunkt for udbygning.

En del af disse usikkerheder bliver dog udjævnet, når man ser på landsplan for et større antal renseanlæg.

### 2.4.4 Perspektivering

De samlede omkostninger til anlæg og drift af de kommunale renseanlæg og kloakker var i 2004 6 mia. kr., fordelt med 3,2 mia. kr. til anlæg og 2,8 mia. kr. til drift. Specifikke renseanlægskomkostninger er opgjort til 1,8 mia. kr., heraf 1,3 mia.kr. i anlægs- og 0,5 mia. kr. i driftsomkostninger.

## 2.5 Sammenfatning - Kommunale renseanlæg

Udledningerne af N og P fra de kommunale renseanlæg er siden sidst i 1980'erne blevet væsentlig reduceret. Udledningen af kvælstof er nedbragt med 81% og af fosfor med 93%. Målsætningen i VMP I var en reduktion med 50% N og 80% P.



Den yderligere reduktion skyldes primært regionale krav af hensyn til de lokale vandområder, men også indførelsen af spildevandsafgiften sidst i 1990'erne.

Spildevandshåndteringen i Danmark bliver løbende mere centraliseret, idet mindre renseanlæg nedlægges og spildevandet herfra afskæres til større renseanlæg. Der kan derfor for tal forventes en vis reduktion af udledningerne fra de kommunale renseanlæg. Desuden vil hensyn til opfyldelse af lokale mål for vandkvalitet også medføre en vis - men formodentlig begrænset - fortsat reduktion af udledningerne.

På et nationalt niveau vil det mest cost-effektive tiltag være en optimering af drift af de større kommunale renseanlæg via dynamisk styresystemer. Herved vurderes udledningen at kunne reduceres med 480 tons kvælstof og 48 tons fosfor. Omkostningerne herved er 17-26 kr./kg N/år og 170-260 kr./kg P/år.

Udbygning af N fjernelse vil kunne ske mest cost effektivt ved at udbygge mindre renseanlæg, der i dag ikke har kvælstoffjernelse. Der vurderes her at kunne reduceres 800 tons N med omkostninger på 50-100 kr./kg N/år. Vælges at rense yderligere ved en efterpolering på de større anlæg der allerede har kvælstoffjernelse, vurderes der at være et potentiale på 1.100 tons kvælstof og med omkostninger på 300-600 kr./kg N/år.

Udbygning med fosforfjernelse vil kunne ske mest cost-effektivt ved udbygning af små renseanlæg der i dag ikke har fosforfjernelse. Her er et potentiale på 110 tons fosfor og med omkostninger på 150-300 kr./kg P/år. Vælges at rense yderligere ved efterpolering på de større renseanlæg der allerede har fosforfjernelse, vurderes der at være et potentiale på 200 tons fosfor og med omkostninger på 1.000-2.000 kr./kg P/år.

Der er stor forskel på tålegrænser for de enkelte vandområder, og derfor også for hvor meget der er behov for at rense for N og/eller P. Enhedsomkostningerne til yderligere rensning både for N- og P-fjernelse er desuden betydeligt højere end omkostningerne i forbindelse med VMP I (ca. 25 kr./kg N og 100 kr./kg P).

Det vurderes derfor at være mest cost-effektivt at eventuelle yderligere krav vurderes individuelt ud fra N og P følsomheden af de enkelte modtagende vandområder.



# 3 Begrænsning af N og P i industrielle udledninger

## 3.1 Baggrund

I Danmark er hovedparten af industrierne tilsluttet kommunale renselanlæg. I Miljøstyrelsens Punktkilderrapport 2003<sup>3</sup> er der opgjort i alt 179 industrielle udledninger, herunder udledninger fra affaldsdepoter og afværgeforanstaltninger.

I forbindelse med den første vandmiljøplan fra 1987 blev det vedtaget, at de større industrielle udledere skulle nedbringe udledningen af kvælstof og fosfor ved bedste, tilgængelige teknik (BAT)<sup>4</sup>. Denne vurdering skulle godkendes af amterne individuelt for hver virksomhed og tilbagevendende revurderes.

I den oprindelige bekendtgørelse herom fra 1987 var det fastsat at krav omfattede de eksisterende industrielle udledninger større end 66 tons kvælstof/år og 7,5 tons fosfor/år i 1987, samt nye eller ændrede udledninger større end 22 tons kvælstof og 7,5 tons fosfor/år.

I § 21<sup>1</sup> er angivet, at medmindre regionplanen stiller strengere krav til kvaliteten af vandområderne, skal sådanne udledninger af kvælstof og/eller fosfor nedbringes mest muligt ved anvendelse af bedste, tilgængelige teknik. Ved bedste, tilgængelige teknik forstås den teknik, der er teknisk gennemførlig og økonomisk opnåelig for den pågældende virksomhedstype.

Udledningen må derudover som angivet i § 21, stk. 2 ikke være til hinder for opfyldelse af den for vandområdet fastsatte målsætning.

I § 22<sup>1</sup> er angivet de dokumentationskrav, der stilles til virksomheden ved ansøgning:

§ 22. Ansøgninger om tilladelse til udledning af kvælstof og/eller fosfor efter dette kapitel skal være skriftlige og ledsages af følgende oplysninger, dog med de afvigelser, som følger af den enkelte virksomheds eller det enkelte spildevandsanlægs karakter:

- 1) Redegørelse for det valgte projekt til fjernelse eller nedbringelse af kvælstof og/eller fosfor i udledningen af spildevandet. Der skal herunder redegøres for de grænseværdier for og mængder af kvælstof og/eller fosfor, som udledningen kan nedbringes til. Desuden skal der redegøres for de foranstaltninger, virksomheden agter at foretage for at opnå de lavest mulige grænseværdier og mængder,
- 2) oplysninger om det valgte projekts forhold til de på området eksisterende alternative teknologier samt oplysninger om de afledte økonomiske virkninger med henblik på en begrænsning af udledningen af kvælstof og/eller fosfor,
- 3) redegørelse for hvorvidt der består mulighed for et teknisk udviklingsarbejde med henblik på forbedrede muligheder for fjernelse af eller yderligere nedbringelse af kvælstof og/eller fosfor,

<sup>3</sup> Punktkilder 2003, Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 16, 2004.

<sup>4</sup> Bekendtgørelse nr. 501 af 21. juni 1999 om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4.

- 4) redegørelse for mulighederne for at nedbringe eller fjerne udledningen af kvælstof og/eller fosfor herunder ved ændret råvareanvendelse, reduktion eller fjernelse af den pågældende produktion fra virksomheden, og
- 5) i fornødent omfang sådanne økonomiske eller regnskabsmæssige oplysninger vedrørende virksomheden og dennes drift, som kan danne grundlag for amtsrådets vurdering af hvilke foranstaltninger, der kan gennemføres for at fjerne eller nedbringe udledningen af kvælstof og/eller fosfor.

Virksomhederne bør altså principielt i forbindelse med meddelelse af udledningstilladelse have belyst mulighederne for yderligere reduktion af N og P og omkostningerne herved.

Af de i alt 179 virksomheder med direkte udledning var 32 virksomheder i 2003 omfattet af vandmiljøplanens krav om reduktion af N og P.

**Tabel 3.1** Industriudledninger omfattet af vandmiljøplan I krav til N og P reduktion (2003).

Virksomhed	Udledningstype	Rensemethode	Recipient
Københavns Lufthavn, Kastrup	Overfladevand	Ikke oplyst	Nordlige Øresund
CP Kelco	Produktionsspildevand	MBNDF	Sydlig Øresund
Junckers Industrier A/S	Produktionsspildevand	MBNDF	Sydlig Øresund
Sun Chemical A/S	Produktionsspildevand	MBND	Sydlig Øresund
Daka a.m.b.a.	Produktionsspildevand	MBND	Smålandsfærvandet vestlige del
Danisco sugar, Nakskov Sukkerfabrik	Overfladevand	MB	Langlands Bælt
Danisco Sugar, Nykøbing Sukkerfabrik	Produktionsspildevand	Urenset/Mek.rens.	Guldborg Sund
Assens Sukkerfabrik	Produktionsspildevand	MBND	Lillebælt Bredningen syd
Stige Ø Losseplads	Perkolat	Urenset	Odense Fjord
Dan Shellfish A/S, Skærbæk	Produktionsspildevand	MBK	Juvre dyb tidevandsområde
Danish Crown, Blans Afd.	Produktionsspildevand	MBNDK	Als fjord og Als sund
Triplenine Fish Protein A.m.b.a.	Produktionsspildevand	Urenset	Grådyb tidevandsområde
Danisco Cultor, Grindsted	prod.spildevand/overfl.vand	MBNDK/Urenset	Varde Å, ved Vagtborg
Cheminova A/S	Produktionsspildevand	MBKF	Nordsøen Thyborøn-Vedersø
Triple Nine Fish Protein A.m.b.a.	Produktionsspildevand	Urenset	Nissum Bredning
BASF Health & Nutrition A/S	Produktionsspildevand	MBK	Kattegat Djursland
DDSF De Danske Spritfabrikker A/S	Produktionsspildevand	Andet	Kattegat Djursland
Akzo Nobel Salt A/S	Produktionsspildevand	Urenset	Mariager Fjord
daka a.m.b.a.	Produktionsspildevand	MBNDK	Randers Fjord
Elsam Kraft A/S Studstrupværket	Produktionsspildevand	Urenset	Aarhus Bugt
Arla Foods A.m.b.a., Rødkærsbro	Produktionsspildevand	MBNDK	Guden Å, Ulstrup
Hanstholm Fiskemølsfabrik A/S	Produktionsspildevand	Urenset	Skagerrak, Vigsø bugt
Dansk Muslingerenseri A/S	Produktionsspildevand	Mekanisk rens.	Limfjord syd for Mors
Vildsund Muslingeindustri A/S	Produktionsspildevand	Mekanisk rens.	Limfjord syd for Mors
Skagerrak Fiskeeksport A/S	Produktionsspildevand	Flotation	Skagerrak, Jammerbugten
Dan Shellfish A/S, Løgstør	Produktionsspildevand	Mekanisk rens.	Løgstør Bredning
Sindal Lufthavn I/S	Overfladevand	Urenset	Uggerby Å, NS Ransbækken
Fiskernes Fiskeindustri A.m.b.a.	Produktionsspildevand	Mekanisk rens.	Kattegat Aalbæk bugt
Launis Fiskekons. A/S - Nielsen Fiskeeksport A/S	Produktionsspildevand	MBNDK	Kattegat Aalbæk bugt
A/S Sæby Fiskeindustri	Produktionsspildevand	MBNDK	Kattegat Aalbæk bugt
Arla Foods amba (Akafa)	Produktionsspildevand	Mekanisk rens.	Limfjorden
Flyvestation Aalborg	Overfl.vand/prod.spildevand	Urenset/Mek.rens/MB	Nibe-Gjøl Bredning

Ud over vandmiljøplanens krav vil der ofte (normalt) være regionalt fastsatte krav til udledningerne. Disse krav er fastsat ud fra det modtagende vandområdes følsomhed over for bl.a. udledning af næringsstoffer.

Dette har resulteret i, at den samlede udledning af kvælstof og fosfor for virksomhederne er nedbragt meget betydeligt i perioden 1987-2004.

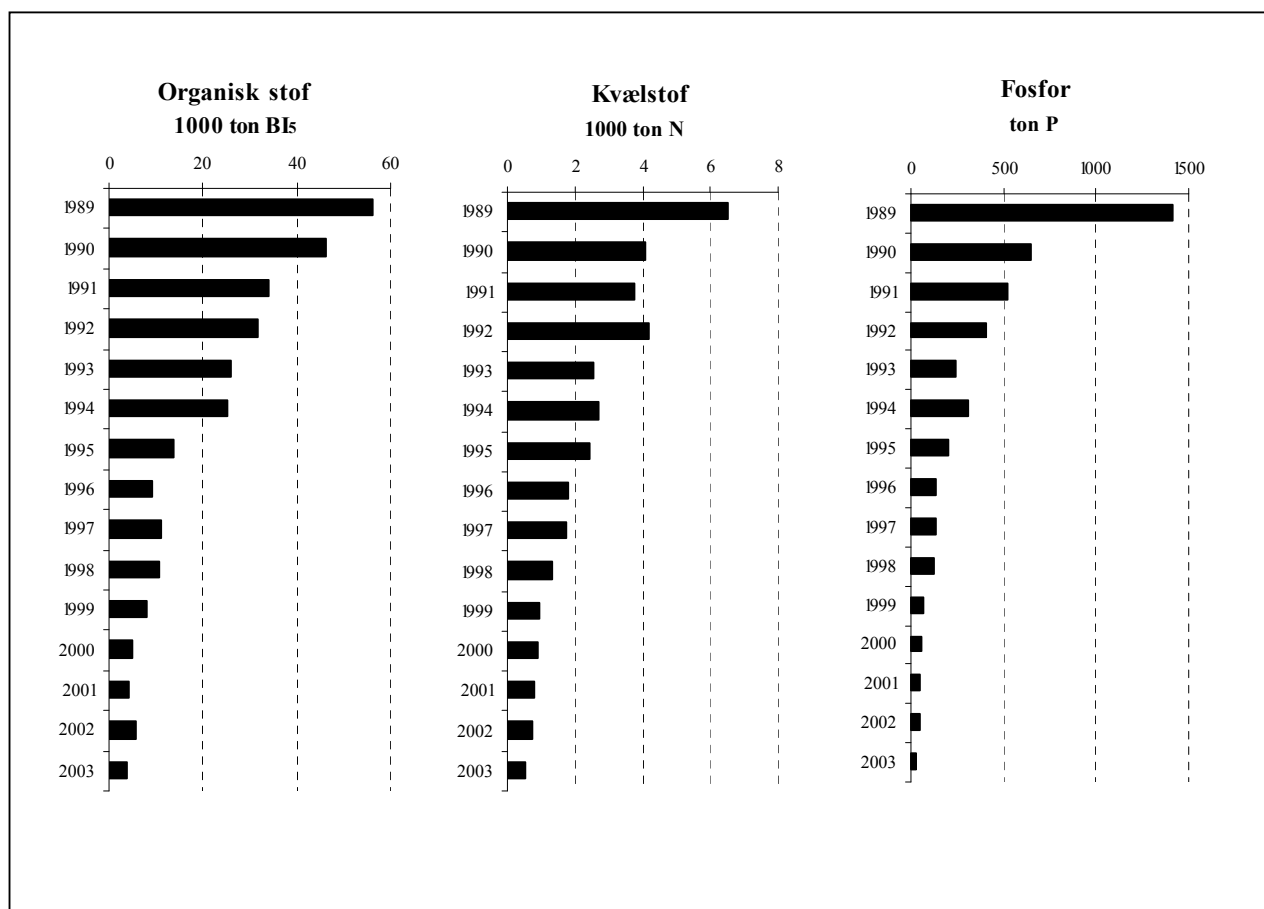
### 3.1.1 Reduktion af udledning af N og P siden 1989

Udledningen af kvælstof er reduceret med over 93%, fra over 6.500 tons kvælstof årligt i 1989 til 469 tons kvælstof i 2004.

Udledningen af fosfor er reduceret med 98% i perioden 1989-2003, fra 1.400 tons fosfor i 1989 årligt til 31 tons fosfor i 2004.

Målet for industrierne i vandmiljøplan I var en reduktion for kvælstof på 50% og 80% for fosfor.

Den store reduktion skyldes flere forhold. Der er anvendt renere teknologi på mange virksomhederne, der er etableret forbedret rensning for de fleste virksomheder, og endelig er en del virksomheder enten lukket eller har valgt at aflede spildevandet til kommunalt renseanlæg. Figur 3.1 viser udviklingen i udledning af N og P i perioden 1989-2003.



**Figur 3.1** Udvikling i industrielle udledninger af kvælstof, fosfor og organisk stof fra 1989 til 2003. Status 2003.

I tabel 3.2 er vist industriens andel af de samlede tilførsel af N og P til vandmiljøet. Det ses at industriudledningerne i dag udgør en meget lille del af de samlede tilførsler.

Kilder	Kvælstof (tons/år)	Fosfor (tons/år)
Industri	469	31
I alt fra punktkilder og diffuse kilder (ekskl. atmosfærisk tilførsel)	52.680	1.629
Via atmosfæren til danske havområder	124.000	ca. 400

**Tablet 3.2** Udledninger af kvælstof og fosfor til vandområderne i Danmark. Kilde: DMU Vandmiljø 2004 - tilstand og udvikling, faglig sammenfatning. 2003 data, dog industri 2004 data.

### 3.1.2 Reduktion af udledning af tungmetaller og miljøfremmede stoffer

For en række virksomheder er de primære miljøproblemer knyttet til udledning af tungmetaller og miljøfremmede stoffer. Derfor er fokus i forbindelse med sådanne virksomheders miljøgodkendelser regulering af sådanne stoffer, og regulering af næringsstoffer kan være sekundær prioritet. Dette ligger dog udenfor kommissoriet for dette arbejde.

### 3.1.3 Fordeling af belastning

Der er i alt 118 industrielle udledninger, der har direkte udledning af kvælstof og/eller fosfor.

#### 3.1.3.1 Udledning af kvælstof

For kvælstof er der 38 industrielle udledninger, der udgør 95% af den samlede industriudledning. Der var i 2003 i alt 102 industrielle udledninger med en registreret kvælstofudledning større end 1 tons pr. år.

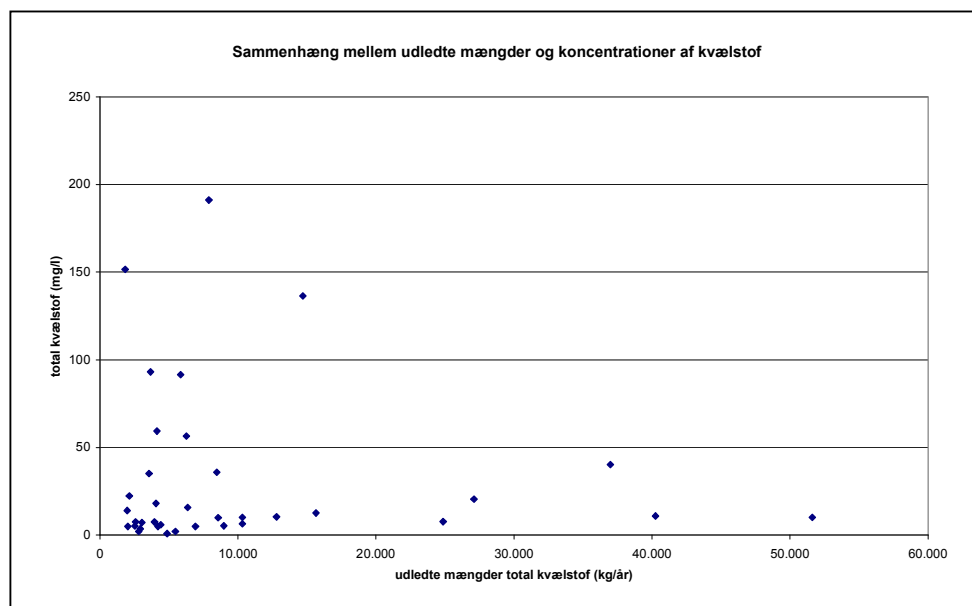
I 2003 fordelte udledningen sig med 80% fra udledere omfattet af vandmiljøplanen og 20% fra øvrige udledere. De største udledere er fiskemelsindustrien og den øvrige fiskeindustri der tilsammen tegner sig for 27% af den samlede udledning. Dog følger både affaldsbehandlingsindustrier og depoter efter med 25% af den samlede udledning. I tabel 3.3 er angivet en brancheopdelt oversigt over udledninger af kvælstof og fosfor.

**tablet 3.3** Udledninger af organisk stof, N og P fordelt på hovedgrupper af industrier, 2003.

Branche	Antal	Vand (1.000 m <sup>3</sup> )	BI5 (tons)	COD (tons)	Total N (tons)	Total P (tons)
Affaldsbeh. & depoter	12	805	22	382	126	2
Afværge	58	5.980	1	22	4	0
Bryggerier & spritfabrikker	2	530	3	55	5	0
Fiskeindustri	10	13.192	440	567	108	6
Fiskemelindustri	2	9.043	109	109	30	1
Næringsmidler	5	1.493	23	280	16	1
Raffinerede olier mv.	3	2.818	4	120	23	2
Kemisk industri	3	2.207	37	653	39	6
Lufthavne	9	2.964	34	120	15	2
Medicinalindustri	3	216	5	85	2	1
Mejerier	8	2.875	12	81	16	2
Papirindustri	2	1.031	3	104	6	0
Skibsværfter mv.	10	7	0	0	0	0
Slagterier	5	1.198	6	60	11	0
Sukkerfabrikker	3	5.129	3.018	5.041	81	8

Tekstilfarverier mv.	3	999	3	42	3	0
Træindustri	2	1.320	8	107	3	1
Andre	39	2.201	26	87	21	3
I alt	179	54.007	3.754	7.915	509	33

I figur 3.2 er vist de udledte koncentrationer sammenholdt med de udledte mængder kvælstof. På figuren er set bort fra Stige Ø Losseplads, der i øvrigt alene udgjorde 23% af den samlede udledning i 2003 indberetning. Denne mængde er væsentlig neddrolet med 2004 indberetningen.



**Figur 3.2** Sammenhæng mellem udledte mængder og koncentration af kvælstof for de største udledere for 2003.

Det ses, at der er stor spredning på koncentrationsniveauerne, hvor der i dag er få virksomheder med meget høje koncentrationsniveauer. De mest interessante virksomheder m.h.p. en samlet reduktion er dels virksomheder med store mængder og høje koncentrationsniveauer.

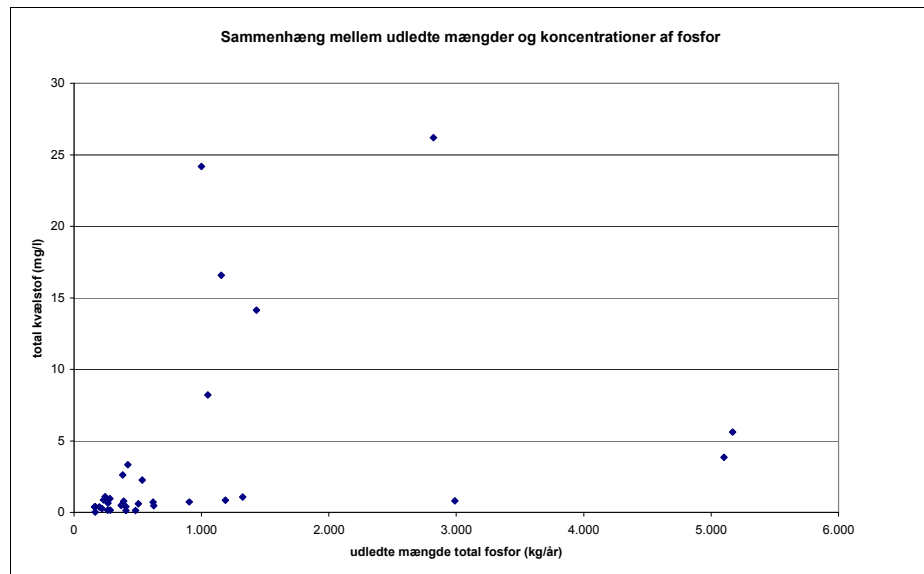
### 3.1.3.2 Udledning af fosfor

For så vidt angår fosfor er der 32 industrielle udledninger, der udgør 95% af den samlede virksomhedsudledning. I alt er der 83 industrielle udledninger med en registreret fosforudledning (større end 1 tons pr. år).

Fosforudledningen fordeler sig med 75% fra udledere omfattet af vandmiljøplanen og 25% fra øvrige udledere. Fiskeindustrien, den kemiske industri og sukkerrfabrikkerne er her de væsentligste udledere med en andel på 61% af den samlede udledning. I tabel 3.3 er angivet en brancheopdelt oversigt over udledninger af kvælstof og fosfor.

De største udledere af fosfor er Cheminova, sukkerproduktion og fiskeindustriene.

Figur 3.3 viser sammenhængen mellem udledte mængder og koncentrationsniveauer af fosfor for de største virksomhedsudledninger. Igen vil et optimalt reduktionskriterium være dels de største udledte mængder og højeste udledte koncentrationer.



**Figur 3.3** Sammenhæng mellem udledte mængder og koncentration af fosfor for de største udledere for 2003.

### 3.2 Vurdering af muligheder for yderligere fjernelse af N og P

Det er vanskeligt at give en generel vurdering af mulighederne for at reducere udledningerne, da der er tale om meget forskellige virksomheder. Den allerede gennemførte reduktion af udledninger bl.a. via krav om BAT siden midten af 1980'erne må formodes at have nedbragt de lettest tilgængelige mængder.

Mht. reduktion af kvælstof ud fra samlede nationale mængder er det mest hensigtsmæssig at lave en nærmere vurdering af den allerede gennemførte renere teknologi og renseindsats for de største industrier. I bilag 2.2 er der lavet en gennemgang baseret på data fra de respektive amter, herunder fra virksomhederne selv.

Med hensyn til de tekniske muligheder for rensning for N og P, vil kvælstof fjernelse normalt kræve biologisk rensning med de samme teknikker som kendes fra de kommunale renselanlæg. Fosforfjernelse vil normalt ske med kemisk fældning.

Rensning for N og P for industrier er vanskeligt at generalisere - som det fx gøres for de kommunale renselanlæg - idet industrispildevand kan have helt forskellig karakter afhængigt af hvilken produktion, der foregår på virksomheden. Nogle industrier har et forholdsvist letomsætteligt, fx fra bryggerier og visse levnedsmidler, mens fx kemisk industrier ofte har sværere omsætteligt spildevand. Desuden er forhold som sæsonvariation, temperatur og saltindhold parametre der spiller ind på mulighederne for at rense spildevandet.



Med hensyn til vandområderne fosforfølsomhed henvises til afsnit 2.3. Det skal bemærkes, at mange store industriudledninger af fosfor (fx de nord- og vestjyske fiskeindustrier) sker til åbne kystvande.

#### *3.2.1.1 Typer af industrier*

De største industrielle bidragydere af både N og P (udgør 90% af de udledte mængder af N og P):

- Cheminova
- Fiskeindustrier (fiskeforarbejdning og fiskemel)
- Skaldyrrensning/produktion
- Sukkerproduktion (Danisco)
- Stigeø Losseplads
- Kemira
- Protein mm Triple Nine og BASF
- Statoil
- Stignæs Industrimiljø
- Københavns og Aalborg Lufthavne
- CP Kelco (Konsistensmidler til fødevarer)

De vigtigste industrier derudover, alene med en kvælstofudledning, er et slagteri (Danish Crown), Daka (behandling af animalsk affald) og Sun Chemical (farvepigmenter).

De vigtigste industrier derudover, alene med en større fosforudledning, er Danfoss (kunstgødning), Danisco Cultor (tilsætningsstoffer til fødevarer), enkelte mejerier og Dalum Papir.

#### *3.2.1.2 Stade for BAT for industrier*

Virksomhederne miljøgodkendelser skal jf. vandmiljøplanens krav, som angivet i spildevandsbekendtgørelsen<sup>5</sup>, for de større udledninger af N og P redegøre for anvendelsen af bedste, tilgængelige teknik.

Ud fra indberetning fra amterne for de største industrier vurderes det, at hovedparten af de større industrier allerede lever op til krav om BAT. De fleste industrier har allerede reduceret udledning (eller har planlagt) til et niveau svarende til krav for de kommunale renselanlæg (N = 8 mg/l og P = 1,5 mg/l), dog undtaget industrier med vanskeligt omsætteligt spildevand. Særligt for fosfor har mange industrier endda et lavere udlederniveau.

Der er allerede planlagt en yderligere reduktion af udledningerne fra nogle af de største industrier. For disse er udledningerne planlagt reduceret med ca. 20% for kvælstof.

De tekniske muligheder og de økonomiske konsekvenser ved en yderligere reduktion vurderes at være meget forskellige afhængigt af den enkelte virksomheds karakter.

### **3.2.2 Fremtidig regulering af udledninger af kvælstof og fosfor fra industrier**

I 2000 trådte EU's vandrammedirektivet i kraft. Direktivet blev implementeret i dansk lovgivning i 2003 i lov om miljømål.

---

<sup>5</sup> Bekendtgørelse nr. 501 af 21. juni 1999 om tilladelser til udledning af spildevand m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4.

Som følge af vandrammedirektivet skal der senest 22. december 2009 udarbejdes vandplaner med dertil hørende indsatsprogrammer. Formålet med indsatsprogrammerne er at opfylde de mål for vandkvalitet, der fastsættes i vandplanen for vandløb, søer og kystvande (og grundvand).

Frem til december 2009 vil der derfor konkret skulle tages stilling til hvilke tiltag, der er nødvendige for at opfylde miljømål og herunder anvendelsen af direktivets undtagelsesbestemmelser, dvs. enten udsættelse af tidsfrist for opfyldelse af mål eller fastsættelse af lempet miljømål. Herunder vil der skulle tages stilling til industrielle udledningers påvirkning af vandkvaliteten, både den økologiske vandkvalitet, herunder eutrofiering og den kemiske vandkvalitet.

Miljømål efter vandrammedirektivet er endnu ikke konkretiseret, dette vil først ske efter en EU interkalibrering der planlægges afsluttet i 2006. Det er Miljøstyrelsens foreløbige vurdering at den kommende konkretisering af miljømål vil ligge på niveau med de mål der er fastsat i amternes regionplaner. Der er hermed ikke taget stilling til mulighederne for at anvende direktivets undtagelsesbestemmelser.

### 3.3 Potentiale for yderligere fjernelse af N og P

Hovedparten af udledningerne af både kvælstof og fosfor omfatter industrier, der allerede er omfattet af VMP I kravene.

Hvis der ønskes en betydende samlet reduktion vil det derfor formodentlig ikke være nok alene at udvide vandmiljøplan I kravene fra spildevandsbekendtgørelsen nr. 501 (scenarie 1) til at omfatte flere og mindre industriudledninger, men være nødvendigt også at revurdere krav til de større udledninger som allerede er omfattet af vandmiljøplankravene.

I de valgte scenarier er de rensniveauer der anvendes for N på 8 mg/l og P på 1 mg/l fastsat svarende til, hvad der vurderes som generelt opnåeligt med almindelige renseteknikker fra både industrielle og kommunale renselanlæg. Kommunale renselanlæg og en række industrier kan rense lidt lavere, men der skal tages højde for, at der kan være særligt industriforhold.

Scenarie 1: Små virksomheder får et rensniveau til N = 8 mg/l og P = 1 mg/l  
Scenarie 2: Alle større virksomheder får rensniveau til N = 8 mg/l og P = 1 mg/l

Hvis man ønsker en større reduktion af både fosfor og kvælstofindhold vil det kræve rensning udover VMP I. Det vil fx kunne være efterpolering som fx efterdenitrifikation for kvælstof og effektiv fældning/filtering for fosfor. Med sådanne teknikker ville man i teorien kunne bringe kvælstof indholdet ned på 3-4 mg/l og fosfor på 0,1 mg/l. Med sådanne teknikker vil man formodentlig kunne halvere udledningerne eller mere.

De største udledninger fra industrier sker overvejende til marine områder.

### 3.4 Økonomiske konsekvenser

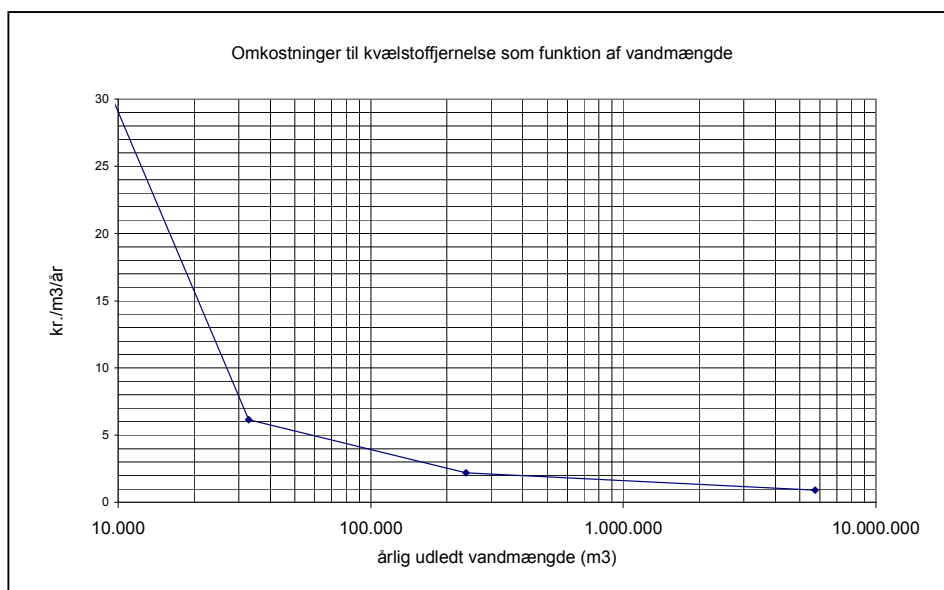
#### 3.4.1 Omkostninger ved allerede gennemført tiltag

I forbindelse med gennemførelsen af VMP I blev de økonomiske konsekvenser ved en reduktion med 50% for kvælstof og 80% for fosfor vurderet til ca. 1 mia.kr. i anlægsinvesteringer (ca. 1990 niveau). Da der er gennemført langt større reduktion over 90% for N og 98% for P og da der skal regnes med fremskrivning til i dag vurderes de samlede anlægsinvesteringer at være af størrelsesorden 1,5 - 3 mia. kr.

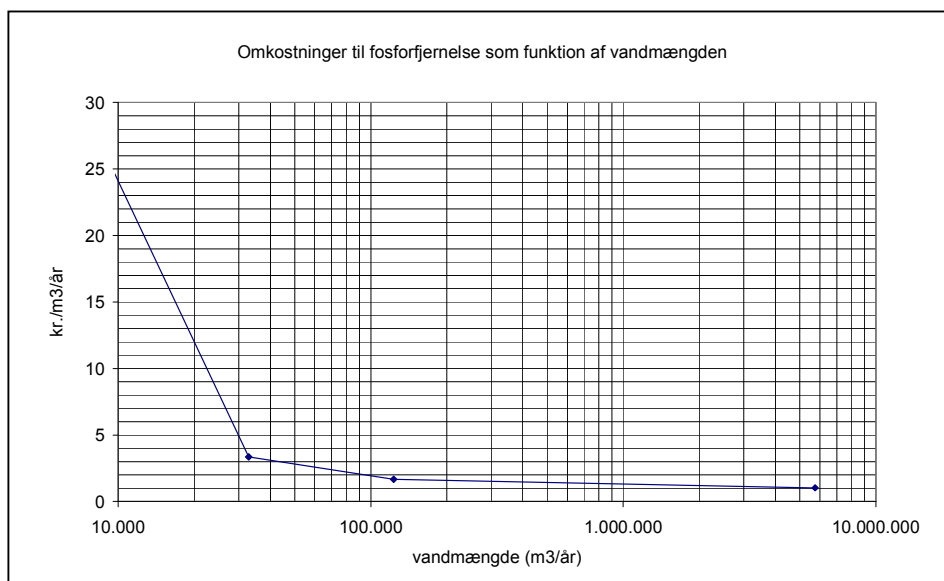
eller årlige anlægsomkostninger af størrelsesordenen 100 - 200 mill. kr. (25 års afskrivning og 6% rente). Dertil skal lægges driftsomkostninger på af størrelsesorden ca. 50% af de annuierede anlægsomkostninger eller i alt 150 - 300 mill.kr. årligt.

### 3.4.2 Økonomiske konsekvenser ved reduktionsscenerier

Det er vanskeligt generelt at vurdere omkostningerne pr. kg fjernet N eller P for industriudledningerne, da det helt afhænger af virksomhedens nuværende rensniveau, koncentration af spildevand, mængder af spildevand mm. Der findes derfor ikke som for det kommunale spildevand danske enhedstal for omkostninger pr. kg fjernet N og P for industrielle udledninger. Kun for en enkelt af de større virksomheder der er nærmere undersøgt, er der fundet tal for omkostninger ved en planlagt forbedret rensning. Det er derfor valgt at basere omkostninger på enhedstal fra kommunale rensanlæg (figur 2.3 og 2.4) , hvor der er opstillet en sammenhæng mellem rensede vandmængder og budgetøkonomiske meromkostninger pr. m<sup>3</sup> pr. år for hhv. kvælstoffjernelse og fosforfjernelse. I figur 2.3 og 2.4 er opgjort både anlægs- og driftsomkostninger, hvor anlægsomkostninger er annuieret over 25 år med en rente på 6%.



Figur 3.4 Sammenhæng mellem vandmængde tilført rensanlæg og omkostninger til kvælstoffjernelse regnet pr. m<sup>3</sup>/år.



Figur 3.5 Sammenhæng mellem vandmængde tilført renseanlæg og omkostninger til fosforfjernelse regnet pr. m<sup>3</sup>/år.

Det vurderes, at disse enhedstal vil være forholdsvis høje estimer, da der regnes med rensning fra cirka 45 mg/l til 8 mg/l for kvælstof og fra 10 mg/l til ca. 1 mg/l for fosfor. I bilag 2.3 har det for 3 industrielle udledninger været muligt at sammenligne anvendelse af disse enhedstal med de konkret vurderede omkostninger af virksomheden. Det ses at i 2 tilfælde (sukkerfabrik og fiskeindustri) vurderes omkostninger højere end enhedstal og i et tilfælde (afværgeforanstaltning ved losseplads) betydeligt lavere end faktiske omkostninger.

Der er usikkerhed knyttet til disse tal, da der ikke tages højde for særlige forhold for de enkelte industrier. Særligt vil fx de kemiske virksomheder ofte have en større andel svært omsætteligt organisk stof, hvor omkostninger til rensning kan være betydelig større. Det er dog kun en mindre andel af udledningerne, der er fra sådanne virksomheder. Det understreger vigtigheden af en individuel vurdering.

### **1. De allerede planlagte reduktioner**

Planlagte reduktioner er fra amternes indberetning for større udledninger. Enhedstal er skønnet for de industrier, der udbygges (ud fra skemaoversigt over store industrier i bilag 2.3) og kurverne for omkostninger i forhold til den udledte vandmængde, figur 3.4 og 3.5. Den samlede planlagte årlige reduktion er opgjort til 100 tons kvælstof og 0,1 tons fosfor med omkostninger på 8-13 mill. kr. årligt. Enhedsomkostninger kan herudfra opgøres til 80-130 kr./kg N/år.

### **2. Store industrier VMP I niveau (N: 8 mg/l og P: 1 mg/l)**

Reduktionspotentialet er vurderet ud fra bilag 2.3 med oversigt over store industrier ved reduktion til en middeludledning på hhv. 8 mg/l kvælstof og 1 mg/l fosfor. Der anvendes enhedsomkostninger fra figur 3.4 og 3.5.

Det samlede potentiale er opgjort til 41 tons kvælstof og 1 tons fosfor pr. år med omkostninger på i alt ca. 13 mill. kr. årligt. Enhedsomkostninger for N er dermed 200 - 400 kr./kg N/år og for P (en virksomhed) ca. 200 kr./kg P/år.

### **3. Efterpolering store industrier (50% reduktion N og P)**

Efterpolering regnes med samme økonomiske enhedstal pr. kg fjernet N og P som for de kommunale renseanlæg. Der er usikkerheden på skøn, anlæg er i middel en del mindre end de kommunale anlæg, til gengæld kan der teoretisk fjernes mere (højere koncentrationer end for de kommunale renseanlæg).

Reduktionsfaktorerne (50% for både N og P) er fastsat moderat ud fra bilag 2.2/bilag 2.3 over store industrier, da en del industrier har svært omsætteligt N og P, der ikke vil kunne fjernes ved almindelig efterpolering (efterdenitrifikation og filtrering/kemisk fældning).

For kvælstof kan potentialet beregnes ud fra den samlede udledning fra større industrier på 348 tons pr. år minus den allerede planlagte indsats på ca. 100 tons kvælstof og minus indsatsen for generelt at opnå 8 mg/l opgjort til 41 tons. Med en 50% reduktion er potentialet dermed ca. 100 tons kvælstof.

Tilsvarende kan potentialet for fosforreduktion beregnes til 7 tons/år.

Omkostningerne til efterpolering er vurderet til 300 - 600 kr./kg N/år og 1.000 - 2.000 kr./kg P/år, jf. afsnit skema 2.1 for de kommunale renselanlæg. De industrielle anlægs kapacitet er dog mindre end de kommunale renselanlæg, og dermed bliver enhedsomkostningerne noget større. Middelbelastning på de store udledninger kan beregnes ud fra udledte mængder og en antagelse om standard rensegrader (N: 85% og P : 90%).

De korrigerede enhedsomkostninger bliver dermed 400-800 kr./kg N/år og 1.400-2.800 kr./kg P/år.

#### 4. VMP krav til små industriudledninger (niveau N: 8 mg/l og P: 1 mg/l)

Reduktionspotentialer er vurderet ud fra de mindre industrielle udledninger i punktkilderappor, orientering fra Miljøstyrelsen nr. 16, 2004.

De små industrielle udledninger er opgjort som alle udledninger minus store industrielle udledninger i bilag 2.3 og med en nedre grænse på 45 person-ækvivalenter (eller 200 kg N/år og 45 kg P/år). Udledninger mindre end 45 PE er ikke medregnet, da de ingen mængdemæssig betydning har og vil være uforholdsmæssigt dyre at reducere.

For kvælstof udledes 1,1 mill. m<sup>3</sup>/år med et reduktionspotentiale på 24 tons pr. år, middeludledningen er ca. 100.000 m<sup>3</sup>/år og middelomkostningerne er dermed 3,9 kr./m<sup>3</sup> jf. figur 3.4, i alt omkostninger på 2,9-5,7 mill. kr./år. Det svarer til omkostninger regnet pr. kg N/år på 120-240 kr.

For fosfor udledes 1,8 mill. m<sup>3</sup>/år med et reduktionspotentiale på 1,8 tons pr. år, middeludledningen er ca. 230.000 m<sup>3</sup>/år og middelomkostninger er dermed 1,6 kr./m<sup>3</sup> jf. figur 3.5, i alt omkostninger på 2-4 mill. kr./år. Det svarer til enhedsomkostninger på 1.100-2.200 kr./kg P/år.

Udledningerne af kølevand fra kraftværker indgår ikke i opgørelsen.

Der er et stort spænd på enhedsomkostninger for små udledninger, der skyldes at rensning på helt små udledninger bliver relativt meget dyrere. For små udledninger vil det formodentlig bedst kunne betale sig - hvor det i øvrigt er praktisk muligt - at søge kommunen om at blive tilsluttet kommunal kloak, især hvis der kræves efterpolering.

I tabel 3.4 er sammenstillet potentiale for reduktion og omkostningerne ved den allerede planlagte udbygning og ved 3 scenarier.

**Tabel 3.4** Industrielle udledninger - Oversigt over scenarier, potentiale for reduktion af kvælstof og fosfor og overslag over de økonomiske konsekvenser herved.

Status, samlet udledning 2004, 469 tons N/år og 31 tons P/år

Scenarier - Industriudledninger	Reduktions-potentiale	Enhedsomkostninger	Omkostninger
1. Allerede planlagt udbygning (forudsat i pkt. 2 - 4)	100 tons N/år 0,15 tons P/år	80-130 kr./kg N/år	8-13 mill. kr./år
2. Alle større industrier VMP I niveau N = 8 mg/l og P = 1 mg/l (forudsat 1. er gennemført)	41 tons N/år 1 tons P/år	200-400 kr./kg N/år 200 kr./kg P/år	8-16 mill. kr./år 0,2 mill. kr./år
3. Efterpolering større industrier (50% reduktion N og P) (forudsat 1. og 2. er gennemført)	100 t N/år 7 t P/år	400-800 kr./kg N/år 1.400-2.800 kr./kg P/år	40-80 mill. kr./år 10-20 mill. kr./år

4. VMP I niveau til små udledninger N = 8 mg/l og P = 1 mg/l	24 tons N/år 1,8 tons P/år	120-240 kr./kg N/år 1.100-2.200 kr./kg P/år	2,9-5,8 mill.kr/år 2-4mill. kr./år
---	-------------------------------	--	---------------------------------------

Der er betydelig usikkerhed knyttet til enhedstal for industrier, idet der ikke kan vurderes betydningen af spildevandssammensætning, døgn/uge/sæsonvariation.

#### 4. Tilslutning til kloak

Erfaringer viser, at hvor der stilles yderligere krav til rensning for virksomheder, vil nogle af disse søge at blive tilsluttet offentlig kloak og rensesanlæg. Det vil afhænge af om der er rensesanlæg og kloak i nærheden, hvor store spildevandsmængder der er tale om, og hvor skrappe renskrav der stilles.

Der er ikke lavet estimer over hvor mange industrier der forventes tilsluttet offentlig kloak.

#### 3.4.3 Beregningsusikkerhed

Der knytter sig usikkerhed til både opgørelse af reduktionspotentiale og til de beregnede enhedsomkostninger. Omkostninger til de industrielle udledninger er vanskeligere at vurdere end de kommunale rensesanlæg, da spildevandets karakter (temperatur, stofindhold, nedbrydelighed mm.) kan være forskellig, og da koncentrationerne jf. figur 3.2 og 3.3 er meget forskellige for de industrielle udledninger.

Derudover vil enhedstallene være afhængig af forhold så som krav til kvalitet af anlæg, den ønskede sikkerhed for kravoverholdelse og særlige bygge- og funderingsforhold. Desuden er der usikkerhed knyttet til i hvilken grad og hvor effektivt eksisterende rensesanlægskomponenter kan genbruges. For små udledninger, hvor der stilles renskrav, kan det være mere fordelagtigt at afskære spildevandet til kommunale rensesanlæg, hvor det er muligt. Omkostninger vil endelig også afhænge af konkurrencesituationen blandt entreprenører på tidspunkt for udbygning. En del af disse usikkerheder bliver dog udjævnet, når man ser på landsplan for et større antal udledninger.

#### 3.5 Sammenfatning for industrielle udledninger

Udledningen af N og P fra de industrielle udledninger er generelt blevet reduceret meget betydeligt fra sidst i 1989'erne som følge af VMP I. Udledningen af kvælstof er reduceret med 93% og af fosfor med 98%. Udledningerne er nedbragt effektivt via krav om bedste tilgængelige teknik (BAT).

For de større udledninger er der allerede planlagt en 30% reduktion (ca. 100 tons) af udledningen af kvælstof, og en mindre reduktion af udledningen af fosfor. Dette er primært sket i forbindelse med revisioner af de enkelte virksomhedernes miljøgodkendelser.

En yderligere reduktion af de industrielle kan opnås mest cost effektivt ved at kræve næringsstoffjernelse for mindre udledninger, der i dag ikke er omfattet af vandmiljøplan krav. Herved vil udledning kunne reduceres med 24 tons N og 1,8 tons P. Omkostningerne herved er 120-240 kr./kg N/år og 1.100-2.200 kr./kg P/år.

Hvis der generelt kræves 8 mg/l og 1 mg/l for de større industrielle udledninger, der allerede har næringsstoffjernelse, vil udledning kunne reduceres med 41 tons N og 1 tons P, omkostningerne herved vil være 200-400 kr./kg N/år og (for en virksomhed) 200 kr./kg P/år.

En yderligere efterpolering af de større industrielle udledninger vil kunne reducere udledning med 100 tons N og 7 tons P. Omkostningerne herved vil være 400-800 kr./kg N/år og 1.400-2.800 kr./kg P/år, og er altså det mindst cost-effektive tiltag på national plan.

Det samlede potentiale for yderligere reduktioner af de industrielle udledninger er i dag begrænset, som følge af de allerede gennemførte reduktioner fra 1989 til i dag. En yderligere generel reduktion vil være bekostelig pr. kg fjernet N og P sammenlignet med omkostningerne i den første vandmiljøplan.

De største industrielle udledninger sker generelt til marine vandområder og der udledes kun en ganske begrænset del til de mest følsomme vandområder, vandløb og søer. Der er kun for en enkelt af de større udledninger konstateret en direkte påvirkning af et modtagende vandområde, men udledningerne medvirker til det generelt for høje niveau af primært kvælstof men også fosfor i marine vandområder.

For at sikre den mest cost-effektive udbygning vurderes det mest hensigtsmæssig at eventuelle yderligere krav vurderes individuelt for hver virksomhed i forbindelse med de løbende revisioner af virksomhedernes miljøgodkendelser og p.b.a. de enkelte vandområders - hvortil der udledes - følsomhed over for N og P belastning.





# 4 Begrænsning af N og P i regnbetingede udledninger

Vurdering af reduktion af næringsstoffer for de regnbetingede udledninger ligger ikke indenfor kommissoriet for arbejdsgruppen i forbindelse med opfølgning på vandmiljøplan III. Da udledninger fra renseanlæg er blevet meget betydeligt nedbragt siden sidst i 1980'erne er andelen de regnbetingede udledninger udgør blevet mere betydende, lokalt kan udledninger fra overløb i opland til renseanlæg overstige udledning fra renseanlæg. Det vurderes derfor at være relevant at vurdere potentialet for reduktion af næringsstoffer i disse udledninger samt omkostningerne herved.

## 4.1 Baggrund

Som regnbetingede udløb medregnes alle regnvandsudledninger til vandløb, søer og havet fra afvandede arealer, såsom tagarealer, vejarealer, stier og pladser, i det omfang disse er tilsluttet et kloaknet. De regnbetingede udløb kan opdeles i separate udledninger af overfladevand og overløb fra fælleskloakerede områder, der udgør en blanding af overfladevand og spildevand. For de befæstede arealer i Danmark er ca. halvdelen separatkloakeret og halvdelen er fælleskloakeret. Det er især de ældre bymidter i købstæderne der er fælleskloakerede, men nye kloakering normalt udføres som separatkloaker.

Der var i 2004 i alt 15.518 regnvandsudløb fordelt på 5.044 overløb fra fælleskloakerede områder og 10.474 på separate udløb. Det samlede kloakerede areal var 229.695 ha og det befæstede areal 73.735 ha, hvor de 34.728 ha er fælleskloakeret, og de resterende 39.007 ha er separatkloakeret.

Overløb umiddelbart før renseanlæg eller efter renseanlæggets første mekaniske rensetrin vil normalt skulle opgøres som et regnbetinget overløb, med mindre overløbene indgår direkte i renseanlæggets udledningstilladelse.

I Miljøstyrelsens rapport Punktkilder 2004 er opgjøret de regnbetingede udledninger af N og P.

**Tablet 4.1** Vand, organisk stof og næringsstoffer. Samlede mængder udledt fra regnbetingede i et gennemsnitsår.

Parameter	Udledt mængde
Vand	187.392 mio. m <sup>3</sup>
Kvælstof, total-N	675 ton
Fosfor, total-P	169 ton

For overløb er middelkoncentrationen af kvælstof 11,5 mg/l og for fosfor er den 2,9 mg/l. For de separate udledninger er koncentrationen af kvælstof 2 mg/l og for fosfor 0,5 mg/l. Det bemærkes at de anførte koncentrationer er baseret på erfaringstal for sådanne udløb og ikke målinger på alle udløbene.

### *Gældende mål og hidtidig indsats*

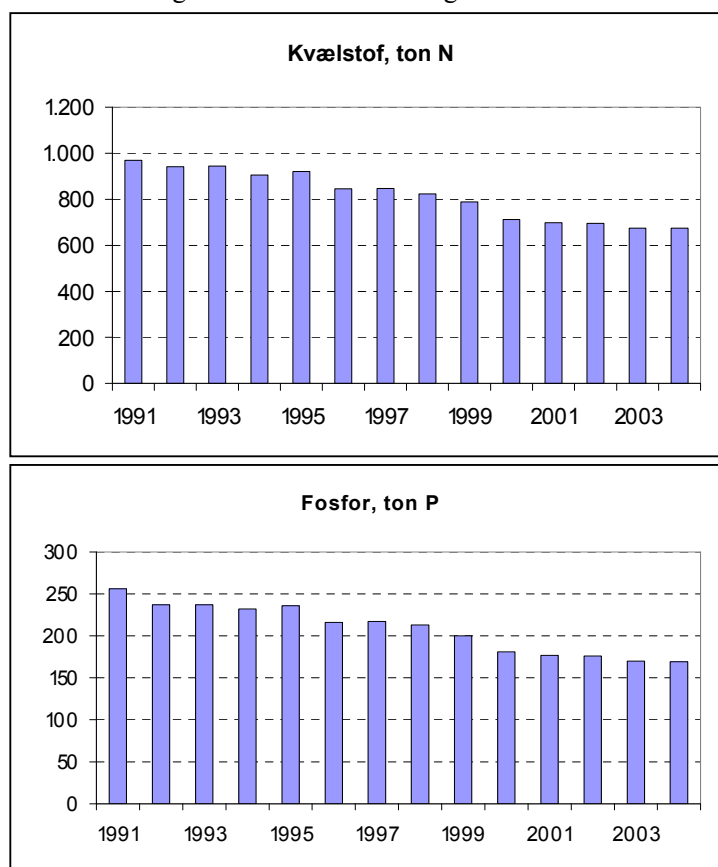
Der er ikke opstillet landsdækkende mål for reduktion af belastningen fra de regnvandsbetingede udløb. Nogle amters regionplaner indeholder krav til begrænsning af udledningerne, typisk i form af etablering af bassiner, hvis størrelse

afhænger af recipientens sårbarhed. I andre tilfælde er der blot anført målsætning for vandområdet, og at udledninger ikke må være til hinder for målopfyldelse.

I forbindelse med de hidtidige vandmiljøplaner har man ikke stillet nationale krav til reduktion af N og P indhold i de regnbetingede udledninger.

Amternes krav til regnbetingede udledninger er primært fastsat af hensyn til ilt- og ammonium indhold i vandløb, udledninger af bundfældelige stoffer, æstetiske forhold, udledninger af bundfældelige stoffer, udledninger af smitstoffer, der kan forringe badevand på badelokaliteter. Derudover kan krav være fastsat af hensyn til hydrauliske forhold, oversvømmelser af eller erosion af/langs vandløb.

I figur 4.1 er vist udvikling i udledning af N og P fra regnbetingede udledninger. Faldet i udledning kan tilskrives etablering af bassiner.



**Figur 4.1** Udvikling i udledning af kvælstof og fosfor fra de regnbetingede udledninger 1991 - 2004, normaliserede data.

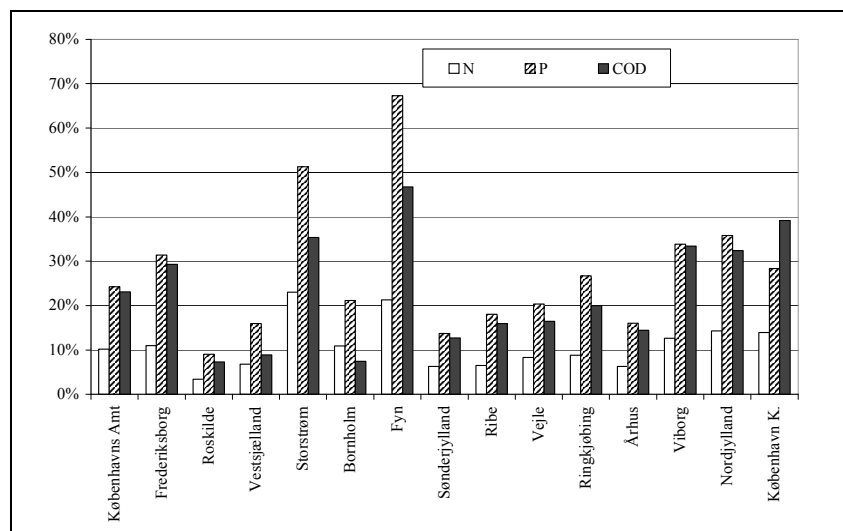
Som følge af at udledninger fra kommunale renselanlæg og industrier siden 1980'erne blevet voldsomt nedbragt er de regnbetingede udledningers andel af den samlede belastning fra punktkilder steget.

Tabel 4.2 Udledninger af kvælstof og fosfor til vandområderne i Danmark. Kilde DMU Vandmiljø 2004 - tilstand og udvikling, faglig sammenfatning.2003 data, regnbetingede udledninger 2004 data.

Kilder	Kvælstof (tons/år)	Fosfor (tons/år)
Regnbetingede udledninger	675	169
I alt	52.680	1.629
Via atmosfæren til danske havområder	124.000	Ca. 400

Udledningen af kvælstof er ca. 1% af den landbaserede tilførsel og ca. 10% af den landbaserede tilførsel af fosfor.

Overløbene er i dag blevet betydende sammenhold med renseanlægsudledningerne. I figur 4.2 er vist overløbsmængder i forhold til udledninger fra renseanlæg for renseanlæg større end 5.000 PE amtsvis. Det ses at særligt fosfor i overløb er sammenligneligt med udløbsmængder. Da det er samlede amtstal, dækker disse over, at der for enkelt anlæg kan være større overløbsmængder, end der udledes fra renseanlæg.



Figur 4.2 Udledning fra overløb i forhold til udledning for renseanlæg med kapacitet større end 5.000 PE, amtsvis fordeling, 2004 data.

Det ses desuden, at der er meget stor forskel på overløbsmængderne fra amt til amt. Det skyldes dels at andelen af fælleskloak vil være forskellig fra område til område og at krav til bassiner på overløb vil være forskellig fra opland til opland. De skrappeste krav til bassiner må forventes i vandløb- og søoplande, mens man ved kysterne formodentlig har de lempeligste krav til reduktion af overløb. Bemærk desuden at der er tale om relative tal, dvs. et amt kan falde ud med en høj andel, fordi udledningerne fra renseanlæg i amtet er relativt lav.

#### 4.2 Vurdering af muligheder for fjernelse af N og P

#### 4.2.1 Forureningsbegrænsende foranstaltninger for overløb

For at reducere forureningspåvirkningen af vandområder hvortil der udledes, anvendes enten magasineringsbassiner eller renseforanstaltninger, ofte anvendes en kombination af begge løsninger. I fællessystemer etableres bassiner dels til at udjævne store regnhændelser i kloaksystemet og dels til at reducere påvirkning af recipienter ved overløb. Et bassin kan reducere udledningens størrelse og ved sedimentation i bassinet reduceres forureningsindholdet i overløbsvandet. Normalt laves bassiner kun med mekanisk rensning af overløbsvandet, dvs. bundfældning i bassinet af bundfældelige stoffer, flydestoftilbageholdelse ved overløb samt rist til tilbageholdelse af ristegods.

I 2004 var der bassiner på udledninger fra 40% af det samlede fælleskloakerede befæstede areal. I starten af 1990'erne var andelen med bassin ca. 26%. I 2004 er der som landsgennemsnit ca. 5 mm bassin/red. ha.

Ud over bassiner er der mulighed for at etablere egentlig rensning på overløb nogle af mulighederne er:

- forbedret mekaniske rensning med finriste
- rensning i tromle- og skivefiltre
- desinfektion, fx UV behandling (evt. andre metoder, ozon, brintoverilte, chlor)

Tromle og skivefiltre er roterende filtre, som fjerner fine/meget fine partikler. På Scherfigsvejs Pumpestation (Nordhavn i København) er etableret et anlæg til behandling af overløbsvand med henblik på fjernelse af bakterier. Anlægget består af mekanisk forbehandling (partikelfjernelse i filtre) og et UV anlæg til at sikre desinfektion.

Partikelfjernelsen foregår ved en tretrins filtrering af overløbsvandet. Først fjernes grove partikler gennem en 3 mm finrist, herefter behandles vandet i et 0,1 mm tromlefilter og sidst gennem et 0,02 mm (20µm) skivefilter.

Overløbsvandet forventes - før filtreringen - at have et indhold af suspenderet stof på ca. 200 mg SS/l og efter filtreringen et indhold på ca. 30 mg SS/l, dvs. 85% SS reduktion. Med det tidligere anslåede indhold af 20% N og 33% P, som partikulært stof i overløbsvandet, er den forventede rensning for total N og P derfor henholdsvis ca. 17% og 30%.

Formålet med disse ekstra renseforanstaltninger er normalt ikke primært at tilbageholde næringsstoffer, men hensyn til æstetik og til badevandskvaliteten. Det er forholdsvist dyrt at etablere disse foranstaltninger og effekten på udlederniveau af især N er begrænset.

Derudover skal nævnes muligheden for kemisk fældning af fosfor ved brug af nye kompakte high-rate anlæg. Disse anlæg vil give en effektiv fjernelse af fosfor, men også en mere robust og stabil fjernelse af suspenderet stof. Sådanne anlæg kan dels være relevante i fosforfølsomme oplande som fx søoplunde, hvor fosforbidrag fra overløb er betydende for opnåelse af den ønskede økologiske vandkvalitet og dels ved behandling af overløb med store vandmængder.

Endelig kan der anvendes lavteknologiske rensningsmetoder som laguner, rodzoneanlæg eller lignende, hvor der primært sker en bundfældning af de bundfældelige stoffer men formodentlig også en vis omsætning af stofferne.

Etablering af lokal afledning af regnvand (fx tagvandsfaskiner) eller separering af regnvand og spildevand i fælleskloakerede oplande kan også reducere overløbsmængderne. Normalt er separering af regnvand og spildevand dog en meget dyr metode til at reducere overløbsmængderne.

Mht. desinfektion vurderes UV behandling med effektive lamper at være den mest hensigtsmæssige metode, når der sikres en fuldstændig fjernelse af smitstoffer. Andre metoder vurderes at være vanskeligere at etablere og drive (ozon og brintoverilte) eller at have miljømæssige ulemper (chlor).

I dag anvendes egentlige renseforanstaltninger på overløb kun undtagelsesvist i Danmark.

Endelig kan on-line styring af magasinvolumen i fælleskloaker reducerer overløbsmængder og udjævne belastningen på renseanlæg, så der her opnås bedre rensning. Dette forudsætter at der etableres spjæld i afløbssystemerne, der kan reguleres samt et elektronisk styresystem.

#### **4.2.2 Forureningsbegrænsende foranstaltninger for separatkloakerede udledninger**

For de separate udledninger etableres bassinet primært for at reducere den hydrauliske påvirkning af recipienten, men også for at reducere forureningsindholdet i udledning.

Af det samlede separatkloakede befæstede arealer er andelen med bassin ca. 37%, en stigning fra ca. 34% i starten af 90'erne.

Ud over bassiner kan etableres egentlig rensning på regnafstrømningen. Nogle af rensemetoderne er:

- beplantede laguner evt. med kemisk fosforbinding
- bassiner med filter i bund
- filtre på afløbsvandet som fx i Ørestaden (særligt for at fjerne miljøfremmede stoffer)

Også for de separate regnvandsudledninger anvendes egentlig rensning i dag kun undtagelsesvist i kommunerne.

### **4.3 Fremtidig regulering af regnbetingede udledninger**

Der sker løbende forbedringer af udledningerne fra de regnbetingede udledninger. I amternes regionplaner er der identificeret behov for yderligere reguleringer af de regnbetingede udledninger.

Nogle af de væsentlige fokusområder mht. udledning af forurenende stoffer forventes at blive:

- I vandløbsoplande er det primært regulering af forureningsindholdet af Iltforbrugende stoffer og ammoniak i overløb.
- I søoplande er det udledning af fosfor og organisk stof primært fra overløb men evt. også fra separatkloakerede oplande.
- Ved kyster drejer det sig om badevandsinteresser. Der er dog kun få badelokaliteter, der i dag ikke kan opfylde badevandskrav pga. overløb. Med den stigende interesse for at udlægge bynære områder med badevandskvalitet (fx i København, Århus og Odense) kan der blive behov for yderligere regulering/rensning af bynære overløb.

Endelig kan der i de kommende år forventes en stigende fokus på de regnbetingede udledningers indhold af tungmetaller og miljøfremmede stoffer bl.a. som følge af vandrammedirektivets generelle krav om god kemisk kvalitet i vandmiljøet.

#### 4.4 Potentiale for yderligere fjernelse af N og P

Der er opstillet et scenarie for overløb og et for de separate udledninger. Der er i begge tilfælde valgt en løsning bestående af etablering af bassiner. Der kunne være en række andre løsninger, som nævnt under afsnit 4.2.2, der kan være mere optimal for den enkelt lokalitet, fx en egentlig rensning, separering af fællessystemer eller lokal nedsivning i oplande der hindrer/reducerer overløb. Der er dog valgt i en gennemsnitlig landsberegning af anvende bassinløsningen, der i dag er den langt mest anvendt løsning i kommunerne.

##### 4.4.1 Scenarie - fælleskloak

Det scenarie der regnes på, omfatter at der etableres 10 mm bassiner på alle de resterende 60% fælleskloakerede arealer uden bassin (21.000 red. ha.)

Den opnåede effekt vurderes til 8,06 kg N/red. ha og 2,99 kg P/red. ha. Det samlede potentiale på landsplan er dermed 169 t kvælstof pr. år og 63 t fosfor pr. år.

##### 4.4.2 Scenarie - separatkloak

Hvis der etableres bassiner på de resterende arealer uden bassiner (ca. 63%) i alt 24.000 red. ha, kan udledning reduceres med 15 - 30% for N og 50 - 75% for P. Pr. red. ha udledes i landsgennemsnit ca. 4.000 m<sup>3</sup> med et stofindhold på 2 mg/l N og 0,5 mg/l P eller 8 kg N/red. ha/år og 2 kg P/red. ha/år.

Der kan dermed reduceres 1,2 - 2,4 kg N/red. ha/år og 1 - 1,5 kg P/red. ha/år.

Potentialet er i alt 29 - 58 t N/år og 24 - 36 t P/år.

#### 4.5 Økonomiske Konsekvenser

##### 4.5.1 Investeringer i perioden 1990 - 2004

Ud fra opgørelser i Miljøstyrelsens Punktkilderrapporter (baseret på amternes indberetning) er der etableret bassiner på ca. 1.200 red. ha fælleskloakerede arealer i perioden 1990 - 2004. Med anlægsomkostninger på 0,8 mill. kr./red. ha svarer det til en anlægsinvestering på af størrelsesordenen 3,9 mia.kr.

For de separatkloakerede arealer er der etableret bassiner på 1.200 red. ha med en enhedspris på 0,16 mill. kr./red. ha svarer det til anlægsomkostninger på af størrelsesordenen 190 mill. kr.

##### 4.5.2 Økonomiske konsekvenser ved reduktionsscenerier

###### 4.5.2.1 Scenarie - bassiner på fælleskloak

Bassiner i fælles kloakerede oplande vurderes at koste i intervallet fra 1.000 kr./m<sup>3</sup> ved åbne asfalterede bassiner op til 20.000 kr./m<sup>3</sup> for mindre lukkede bassiner på begrænset plads. Der er ikke medregnet omkostninger til evt. finriste og til arealerhvervelse. I middel regnes med 8.000 kr./m<sup>3</sup> svarende til 800.000 kr./red. ha.

Anlægsomkostningerne til 10 mm bassiner på 21.000 red. ha (dvs. de arealer der i dag ikke har bassin) er 17 mia.kr. Der er ikke medregnet eventuelle omkostninger til håndtering af de større vandmængder, der afledes på renseanlæg.

Hvis der afskrives over 50 år med en rente på 6% fås en K faktor på 0,0634, dvs. 1 mia. kr. årligt. Dertil kommer driftsomkostninger på ca. 8.000 kr./red. ha eller i alt 168 mill.kr. årligt.

De samlede omkostninger er dermed ca. 1,2 mia. kr. årligt. Hvis omkostninger deles ligeligt på N og P fås enhedsomkostninger på 3.600 kr./kg N/år og 9.500 kr. pr. P/år.

#### 4.5.2.2 Scenarie - bassiner på separatkloak

Regnes der med 800 kr./m<sup>3</sup> bassin og 200 m<sup>3</sup> bassin/red. ha fås 160.000 kr./red ha i anlægsinvesteringer eller i alt 3,8 mia.kr. Afskrevet over 50 år med en rente på 6 % (kapitaliseringsfaktoren K = 0,0634) svarer det til årlige omkostninger på 240 mill. kr. Drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne vurderes til 1.600 kr./red. ha/år eller i alt 38 mill. kr. I alt er de årlige omkostninger til anlæg og drift dermed ca.280 mill. kr.

Fordeles udgifter ligeligt på N og P fås enhedsomkostninger på 2.400-4.800kr./kg N/år og 3.900-5.800 kr./kg P/år.

I tabel 4.3 er sammenstillet potentiale for reduktion af udledning af næringsstofferne N og P ved etablering af bassiner på hhv. fælleskloakerede og separatkloakerede arealer og omkostninger herved.

**Tablet 4.3** Potentiale for reduktion af udledning af næringsstofferne N og P ved etablering af bassiner på hhv. fælles- og separatkloakerede arealer og omkostninger herved.

Status, samlet udledning 2004: 675 tons N/år og 169 tons P/år

Scenarier	Reduktions- potentiale	Enhedsomkostninger	Omkostninger
Bassin på samtlige fælleskloakerede arealer	169 t N/år 63 t P/år	3.600 kr./kg N/år 9.500 kr./kg P/år	1.200 mill. kr./år
Bassin på samtlige separatkloakerede arealer	29 - 58 t N/år 24 - 36 t P/år	2.400-4.800 kr./kg N/år 3.900-5.800 kr./kg P/år	280 mill. kr./år

## 4.6 Sammenfatning - regnbetingede udledninger

De regnbetingede udledninger var ikke omfattet af VMP I, og der er derfor ikke nationale krav til reduktioner af disse. Siden 1991 er udledningerne af N og P dog reduceret med ca. 30% som følge af en regional regulering til en årlig udledning på 675 tons N og 170 tons P.

Krav til regnbetingede udledninger stilles af hensyn til lokale forhold så som ilt og ammonium indhold i vandløb, hensyn til tilslamning af recipient og udledning af smitstoffer i forhold til badevandslokaliteter. Desuden stilles krav af hensyn til hydraulisk påvirkning af vandløb. Krav til reduktion af udledning af N og P kan være relevant lokalt, fx i søoplande. Der er behov for en fortsat indsats over for de regnbetingede udledninger for at opfylde lokale målsætninger for vandløb, søer og kystvande. En del kommuner har allerede planlagt en sådan indsats.

Der er vurderet at være et reduktionspotentiale på 198-227 tons kvælstof og 87-99 tons fosfor årligt. De budgetøkonomiske omkostninger er 3.600 kr./kg N/år og 9.500 kr./kg P/år for fælleskloakerede områder og for separatkloakerede områder 2.400-4.800 kr./kg N/år og 3.900 - 5.800 kr./kg P/år. Omkostningerne ligger dermed langt over enhedsomkostninger fra VMP I for punktkilder.

Da der er flere målsætninger end blot N og P reduktion vil det være mest cost effektivt at krav til regnbetingede udledninger fastsættes ud fra en konkret lokal vurdering, hvor der kan tages hensyn til alle lokale mål for vandmiljøet.



## 5 Referencer

Kvælstof, fosfor og organisk stof i jord og vandmiljøet. Rapport fra konsensuskonference 31. januar, 1. og 4. februar 1991. Undervisningsministeriets Forskningsafdeling 1991.

Spildevandsteknik af Leif Winther, Mogens Henze, Jens Jørgen Linde og H. Thorkil Jensen Polyteknisk Forlag, 2004.

Punktkilderrapporter fra Miljøstyrelsen 1990 og 2003 og 2004.

Vandmiljø 2004 - Tilstand og udvikling - faglig sammenfatning. Faglig rapport fra DMU, nr. 517. Danmarks Miljøundersøgelser, Miljøministeriet, 2004.

