

MILJØSTYRELSEN
OKTOBER 2023

SECOND OPINION FASE III, STYRKET MODELGRUNDLAG PUNKTKILDER

RAPPORT



COWI

MILJØSTYRELSEN
OKTOBER 2023

SECOND OPINION FASE III, STYRKET MODELGRUNDLAG PUNKTKILDER

RAPPORT

PROJEKTNR. A244594
DOKUMENTNR. 001
VERSION Final
UDGIVELSESDATO 27.10.2023
UDARBEJDET SDSA,TOWO
KONTROLLERET TRK, LGJ
GODKENDT TOWO

INDHOLD

1	Indledning	7
1.1	Muligheder for supplerende kvælstof og fosfor indsats	7
1.2	Muligheder for sæsonfokuseret indsats	7
1.3	Vandområder	8
1.4	Datagrundlag	11
1.5	Metode og resultater	12
2	Punktkilder	13
3	Anvendelse af virkemidler over for punktkilder	15
3.1	Kommunale renseanlæg	15
3.2	Industrielle renseanlæg	18
3.3	Dambrug	19
3.4	Udledninger fra spredt bebyggelse	19
3.5	Regnvandsbetingede udledninger fra fælleskloak	20
3.6	Regnvandsudledninger fra separatkloak	21
3.7	Effekt af virkemidler	22
4	Sæsonbestemt reduktionspotentiale	23
4.1	Kommunale renseanlæg	23
4.2	Industrielle renseanlæg	26
4.3	Dambrug	27
4.4	Udledninger fra spredt bebyggelse	27
4.5	Regnvandsbetingede udledninger fra fælleskloak og separatkloak (RBU)	28
4.6	Resultater	28
5	Reduktionspotentiale ved anvendelse af virkemidler	29
5.1	Beregningsmodel	29
5.2	Anvendte forudsætninger	30

6	Resultater	31
6.1	Fordeling og antal punktkilder	32
6.2	Generelle tendenser	32
6.3	Reduktionspotentiale	35
6.4	Reduktionspotentiale pr. del-opland	38
7	Økonomisk analyse	42
8	Sammenfatning	48
9	Resultatskema	49
10	Litteraturhenvisninger	53

BILAG

Fremgår af særskilt bilagsrapport

1 Indledning

I forbindelse med aftale om grøn omstilling af dansk landbrug af 4. oktober 2021, er der truffet beslutning om at gennemføre en "second opinion" i relation til opgørelsen af kvælstofindsatsbehovet, som fremgår af Vandområdeplanerne 2021-2027 (VP3). Nærværende projekt indgår som en del af denne Second Opinion – fase III. Formålet med nærværende del-opgave er at belyse reduktionspotentialerne i forhold til udledningerne af fosfor og kvælstof samt afdækning af, om udledningerne fra punktkilderne er årstidsbestemte.

Den forventede effekt beregnes og sammenholdes med de dertilhørende anlægs- og driftsudgifter.

1.1 Muligheder for supplerende kvælstof og fosfor indsats

Scenarieanalyser bag målbelastningerne til brug for VP3 viste, at der i en række kystvandområder kan være en effekt af en yderligere dansk fosforindsats, og at en yderligere fosforindsats i et vist omfang potentielt kan reducere behovet for kvælstofindsats (Erichsen et al. 2021a). På baggrund af model- og analyseresultater har Miljøstyrelsen, herefter forkortet MST, efterfølgende identificeret 31 kystvande, som kan karakteriseres som særligt fosforfølsomme.

Nærværende projekt skal derfor udrede potentialer for yderligere fosforindsats for punktkilder i oplandet til disse kystvande. Resultaterne af dette vil indgå som input til de modelberegninger der indgår i "second opinion", for derigennem at afdække om de identificerede potentialer for yderligere fosforindsats kan erstatte dele af kvælstofindsatsen, og om en sådan erstatning i givet fald er omkostningseffektiv.

1.2 Muligheder for sæsonfokuseret indsats

Resultater fra projektet om muligheder for optimeret regulering af kvælstof- og fosfortilførslen til kystvandene med fokus på tilførslen i sommerhalvåret (Erichsen et al. 2021b) viste, at der er en række kystvandområder (18 kystvan-

de/fjorde), hvor fokus på kvælstofreduktioner over den biologiske vækstsæson/sommerhalvåret potentielt kan reducere det beregnede årsreduktionsbehov af kvælstof.

For nogle typer af punktkilder gælder, at der kan påregnes en vis årstidsvariation. Det skyldes dels klimatiske forhold og dels temperaturforhold, idet eksempelvis biologiske renseprocesser fungerer bedre om sommeren end om vinteren pga. højere temperatur i spildevandet. Som en del af nærværende projekt, er det derfor undersøgt, om det er muligt at kvantificere disse variationer og dermed levere et mere præcist input til modelarbejdet.

1.3 Vandområder

Miljøstyrelsen har til brug for dette projekt opgjort i alt 31 særligt fosforfølsomme kystvande og de tilhørende oplande. Hertil er der opgjort 18 kystvande, hvor en sæsonfokuseret kvælstofindsats kan reducere det beregnede årsreduktionsbehov. De i alt 39 oplande som er fosforfølsomme og/eller har potentiale for sæsonfokuseret kvælstofindsats er opgjort i Tabel 1.

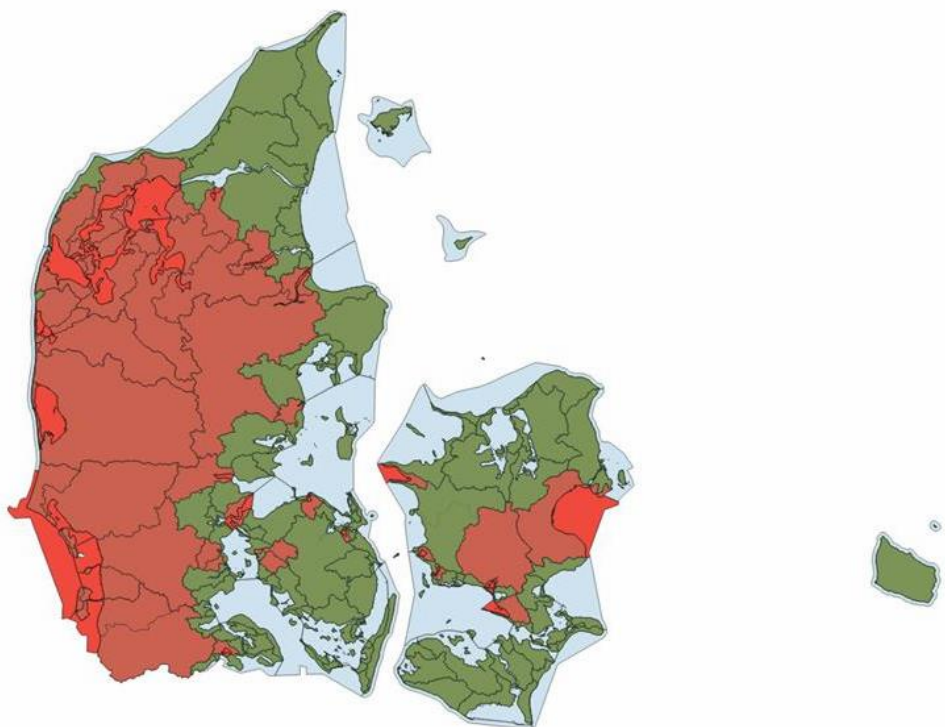
Tabel 1 Oversigt over oplande der indgår i scenarieberegninger med angivelse af fosforfølsomhed og/eller potentiale for sæsonfokuseret kvælstofindsats.

Nr.	Vandområde	P-følsom	Sæson-følsom (N)
16	Korsør Nor	X	
25	Skælskør Fjord og Nor	X	
29	Kalundborg Fjord	X	X
35	Karrebæk Fjord	X	X
37	Avnø Fjord	X	
59	Nærå Strand	X	X
85	Kertinge Nor	X	
92	Odense Fjord, ydre		X
93	Odense Fjord, Seden Strand		X
106	Haderslev Fjord		X
107	Juvre Dyb	X	
109	Hejlsminde Nor	X	X
110	Nybøl Nor	X	
111	Lister Dyb	X	
119	Vesterhavet, syd	X	
120	Knudedyb	X	
121	Grådyb	X	
122	Vejle Fjord, ydre		X
123	Vejle Fjord, indre	X	X
124	Kolding Fjord, indre		X
128	Horsens Fjord, indre		X
129	Nissum Fjord, ydre	X	
130	Nissum Fjord, mellem	X	
131	Nissum Fjord, Felsted Kog	X	
132	Ringkøbing Fjord	X	X
136	Randers Fjord, indre	X	
137	Randers Fjord, ydre	X	
146	Norsminde Fjord	X	X
157	Bjørnsholm Bugt, Riisgarde Bredning, Skive Fjord, og Lovns Bredning	X	X
158	Hjarbæk Fjord	X	X
159	Mariager Fjord, indre	X	

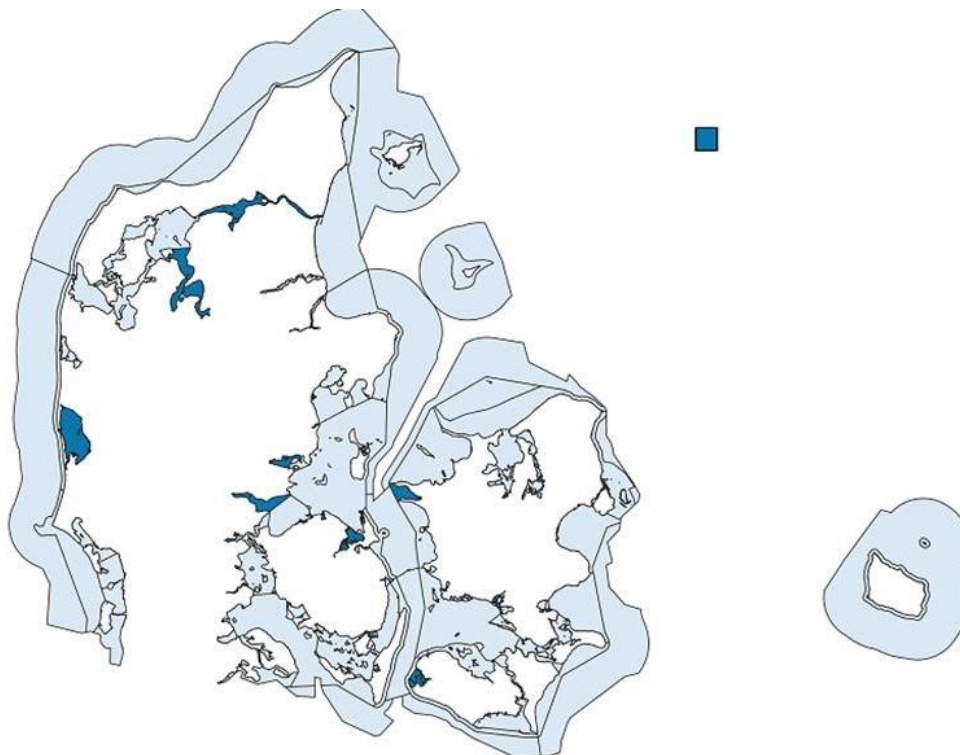
201	Køge Bugt Nissum Bredning	X	
207	Nakskov Fjord		X
232	Nissum Bredning	X	
233	Kås Bredning og Venø Bugt	X	
234	Løgstør Bredning	X	
235	Langerak		X
236	Thisted Bredning	X	
238	Halkær Bredning	X	X

Af nedenstående figur fremgår den geografiske placering og afgrænsning af de 31 fosforfølsomme kystvande. Af nedenstående figur fremgår endvidere den geografiske placering og afgrænsning af kystvande med potentiale for sæsonfokuseret kvælstofindsats.

Figur 1 Kystvande der er særligt fosforfølsomme.
(Kystvand indikeret med rød, og deres opland indikeret med brun)



Figur 2 Kystvande med potentiale for sæsonfokuseret kvælstofindsats.
(Kystvande markeret med mørkeblå)



For de 38 definerede oplande beregnes potentialet for at implementere yderligere tiltag i forhold til punktkilder, så det via modelberegningerne kan estimeres, om det vil være muligt at lade spildevandsindsatser over for punktkilder indgå i et omkostningseffektivt indsatsprogram for reduktion af fosfor og kvælstoftilførslen.

1.4 Datagrundlag

Datagrundlaget for nærværende projekt er leveret af Miljøstyrelsen. Data er hentet via udtræk af data fra Danmarks Miljøportals punktkildedatabase PULS. Der tages udgangspunkt i indberettede data for år 2014-2018 (gennemsnit heraf). På baggrund af disse har Miljøstyrelsen lavet en baseline opgørelse for de enkelte punktkilder i forhold til år 2027. Dette betyder i praksis, at hvis Miljøstyrelsen har kendskab til en planlagt centralisering af spildevandsrensningen, vil det planlagt nedlagte anlæg have en baseline på 0 og belastningen overføres til det centrale renseanlæg, som derfor får en øget baseline.

De anvendte baselineudledninger, baseret på data fra 2014-2018, indgår også i de økonomiske analyser af VP3.

1.5 Metode og resultater

I nærværende rapport beskrives den metode, der er anvendt til at beregne et eventuelt reduktionspotentiale for udledningerne af kvælstof og fosfor i vækstsæsonen, samt reduktionspotentialet ved anvendelse af virkemidler for punktkilder i de del-oplande, der indgår i nærværende undersøgelse.

Resultaterne vil som nævnt blive anvendt som input til efterfølgende modelberegninger, der anvendes til at estimere den forventede vandkvalitet i de indre danske farvande. Resultaterne for den samlede undersøgelse (Second Opinion – fase III) og konklusionerne heraf vil blive afrapporteret til Miljøstyrelsen samlet i en særskilt rapport.

De beregnede reduktionspotentialer samt dertilhørende investeringsbehov er opsummeret i nærværende rapport. For mere detaljerede oplysninger på oplandsniveau henvises til den tilhørende bilagsrapport.

2 Punktkilder

Udledningen af spildevand kan overordnet inddeles i punktkilder og diffus udledning.

Spildevand ledes hovedsageligt ud i naturen via punktkilder som renseanlæg, overløb fra fælleskloakerede områder, udledninger af separat regnvand, særskilte industrielle udledninger fra f.eks. virksomheder og ejendomme udenfor kloakerede områder.

Følgende punktkilder for udledning til de 39 oplande er inkluderet i analysen:

- > Kommunale renseanlæg
- > Industrielle renseanlæg
- > Dambrug
- > Udledninger fra spredt bebyggelse
- > Regnvandsbetingede udledninger fra fælleskloak og separatkloak (RBU)

For punktkilderne er de årligt udledte mængder kvælstof og fosfor opgjort for de enkelte punktkilder med udgangspunkt i baselineudledningen.

Fordeling af punktkilder, der indgår i nærværende undersøgelse, samt baselineudledning af kvælstof og fosfor fremgår af Tabel 2.

Type	Antal	Årlige baseline udledninger (kg/år)	
		Kvælstof	Fosfor
Ukloakerede ejendomme	35.602	206.101	29.023
RBU	9.706	357.788	54.868
Kommunale Renseanlæg	299	1.212.186	106.090
Industrielle Renseanlæg	53	58.787	4.608
Dambrug	153	628.940	52.176

Tabel 2 - Fordeling og antal af punktkilder med dertilhørende baseline af kvælstof og fosfor.

Som det fremgår af tabel 2, er udledningerne af kvælstof og fosfor er generelt væsentlig større fra de kommunale renselanlæg end fra f.eks. de enkelte regnvandsbetingede udledninger.

3 Anvendelse af virkemidler over for punktkilder

Indsats til reduktion af de udledte mængder af kvælstof og fosfor fra punktkilder kan ske ved at tage forskellige virkemidler i brug. I dette afsnit er kort beskrevet de virkemidler, der er anvendt for de enkelte punktkilder.

3.1 Kommunale renseanlæg

3.1.1 Renseanlæg – avanceret rensning

De større renseanlæg er typisk allerede udbygget med kvælstof- og fosforfjernelse, dvs. anlæg af typen MBNDK. For disse anlæg er der i virkemiddelkataloget (Miljøstyrelsen 2019) angivet følgende virkemidler til yderligere fjernelse af fosfor og kvælstof fra spildevandet:

- > MBNDK -> MBNDKL
(Efterpolering, lagune)
- > MBNDK -> MBNDKF
(Efterpolering, filter)
- > MBNDKF -> MBNDKfK
(Efterpolering, kontaktfiler)

Det er kendetegnende for alle disse tre virkemidler, at de har en meget begrænset effekt over for en yderligere reduktion af kvælstof i udledningen fra disse renseanlæg. Efterpoleringstrin etableres således typisk, hvis der er skærpede krav til fosforudledningen og i nogle tilfælde, hvis der er skærpede krav til udledningen af organisk stof.

Hvis man ønsker at reducere den samlede udledning af kvælstof væsentligt, vurderes det nødvendigt at benytte et virkemiddel, der omfatter efterdenitrifikation.

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

mg/l. Stavnsholt renseanlæg, 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. For at kunne overholde disse krav, blev renseanlægget i 2004 udbygget, bl.a. med et efterpoleringstrin i form af et ekstra denitrifikationsfilter og det har med anvendelse af dette vist sig muligt at overholde de meget lave kravværdier

Ovenstående ekstra virkemiddel er beskrevet og anvendt i en tidligere opgave for Miljøstyrelsen (jf. Erichsen et al. 2021a). I forbindelse med nærværende projekt er det aftalt med Miljøstyrelsen, at dette virkemiddel også inddrages ved vurdering af reduktionspotentialer for reduktion af kvælstofudledningen fra avancerede renseanlæg.

Forudsætninger for anvendelse af virkemidler

For reduktion af fosfor anvendes virkemidlet kontaktfiltrering (Fk), som jf. virkemiddelkataloget vil kunne overholde et udlederkrav på 0,15 mg P/l, og som forventes at give en gennemsnitlig udledning på 0,1 mg P/l.

For større renseanlæg regnes der i de videre beregninger med en yderligere fjernelse af **fosfor** ved kontaktfiltrering til 0,1 mg /l total fosfor som årligt gennemsnit. Dette virkemiddel anvendes for følgende renseanlæg:

> MBNDK (+ L / F) → MBNDK (+ L / F) + **Fk**

Virkemidlet anvendes kun for de renseanlæg, der har en gennemsnitlig udløbskoncentration større end 0,2 mg P/l. For renseanlæg, der allerede har udløbskoncentrationer mindre end 0,2 mg P/l anvendes ingen virkemidler.

Anvendelse af virkemidlet indebærer at udledningen reduceres fra den nuværende baselineudledning (mg/l) til 0,1 mg/l.

For reduktion af kvælstof anvendes efterdenitrifikation som virkemiddel. Dette virkemiddel anvendes for følgende renseanlæg:

> MBNDK (+ L / F / Fk) → MBNDK (+ L / F / Fk) + **efterdenitrifikation**

Virkemidlet anvendes dog kun for de renseanlæg, der har en gennemsnitlig udløbskoncentration større end 4 mg N/l. For renseanlæg, der allerede har udløbskoncentrationer mindre end 4 mg N/l anvendes ingen virkemidler. For større renseanlæg regnes der i de videre beregninger med en yderligere fjernelse af **kvælstof** ved efterdenitrifikation til 3,5 mg/l totalt kvælstof som årligt gennemsnit.

Anvendelse af virkemidlet indebærer at udledningen reduceres fra den nuværende baselineudledning (mg/l) til 3,5 mg/l.

3.1.2 Renseanlæg – mellem rensning

Mindre renseanlæg anvender ofte mindre vidtgående renseteknologier. Disse anlæg er af MST grupperet under betegnelsen "mellem rensning". Det vil være muligt at stille krav om fosfor- og kvælstoffjernelse til anlæg mindre end 15.000 PE. Både anlægs- og driftsomkostninger pr. kg fjernet fosfor- og kvælstof stiger dog betydeligt, jo mindre renseanlæg der skal omfattes af krav. Det vil således være meget dyrt, hvis der kræves rensning for næringsalte på de helt små renseanlæg og reduktionspotentialet er begrænset.

For renseanlæg i mellem-kategorien anvendes de virkemidler, der er angivet i "Virkemidler overfor punktkilder" (Miljøstyrelsen, 2019). Følgende virkemidler er relevante i forhold til de renseanlæg, der findes i de 39 betragtede oplande. I parentes er angivet den forventede effekt i reduktion af næringsalte pr. PE pr. år.

Kvælstof:

> MBN → MBNDK (1,82 → 0,39 kg N/PE/år (79%-reduktion))

Fosfor:

> MB(N) → MB(N)K (0,39* → 0,05 kg P/PE/år (87%-reduktion))

*Gennemsnit af virkemiddelkataloget for MB og MBN

Forudsætninger for anvendelse af virkemidler

Idet baselineudledningerne i mange tilfælde afviger fra de standardværdier, der indgår i virkemiddelkataloget, er effekten af anvendelse af virkemidlerne beregnet ud fra den oven for beregnede procentuelle reduktion, jf. virkemiddelkataloget. Den procentuelle reduktion er beregnet i forhold til den faktiske baselineudledning.

For renseanlæg med "mellem rensning" er der yderligere sat en nedre grænse ind for en renseseffekt, der kan opnås ved implementering af virkemidlerne. Denne nedre grænse er sat til 0,1 mg/l fosfor og 3,5 mg/l kvælstof. Herved sikres, at effekten af virkemidler for renseanlæg med "mellem rensning" ikke overgår effekten ved avanceret rensning, hvilket i praksis må anses for at være mere korrekt.

3.1.3 Renseanlæg – mekanisk rensning

Spildevandsbekendtgørelsen /4/ sætter krav for fjernelse af organisk materiale på anlæg med en godkendt kapacitet på 2.000 PE eller derover. Det er derfor antaget, at mekaniske anlæg modtager en belastning på under 2.000 PE. Der er i spildevandsbekendtgørelse ikke lagt op til krav om kvælstof- og fosforfjernelse på anlæg mindre end 5.000 PE.

I forbindelse med nærværende opgørelse af reduktionspotentiale, er det dog valgt at undersøge reduktionspotentialet ved implementering af virkemidler på de mekaniske anlæg. Både anlægs- og driftsomkostninger pr. kg fjernet fosfor og kvælstof stiger dog betydeligt, jo mindre renseanlæg der skal omfattes af krav. Det vil således være meget dyrt, hvis der kræves rensning for næringssalte på de mekaniske anlæg og samtidig er reduktionspotentialet begrænset. Af de 299 renseanlæg, der indgår i analysen, er der fundet to mekaniske anlæg, hvor der anvendes virkemiddel for fosforreduktion, og et mekanisk anlæg, hvor der anvendes virkemiddel for kvælstofreduktion. Samlet set udgøre virkemidler på mekaniske anlæg dog en meget begrænset del af reduktionspotentialet.

For mekaniske renseanlæg anvendes de virkemidler, der er angivet i "Virkemidler overfor punktkilder, juni 2019".

Kvælstof:

> M → MBN (3,27 → 1,82 kg N/PE/år (44%-reduktion))

Fosfor:

Der er i virkemiddelkataloget ikke angivet nogle virkemidler over for fosforfjernelse ved mekaniske renseanlæg. Der tages således udgangspunkt i virkemidlet for mellem rensning.

> MB(N) → MB(N)K (0,39* → 0,05 kg P/PE/år (87%-reduktion))

*Gennemsnit af virkemiddelkataloget for MB og MBN

Forudsætninger for anvendelse af virkemidler

Idet baselineudledningerne i mange tilfælde afviger fra de standardværdier, der indgår i virkemiddelkataloget, er effekten af anvendelse af virkemidlerne beregnet ud fra den oven for beregnede procentuelle reduktion, jf. virkemiddelkataloget. Den procentvise reduktion er beregnet i forhold til den faktiske baselineudledning.

For mekanisk rensning er der yderligere sat en nedre grænse ind for en renseeffekt, der kan opnås ved implementering af virkemidlerne. Denne nedre grænse er sat til 0,1 mg/l fosfor og 3,5 mg/l kvælstof. Herved sikres, at effekten af virkemidler for mekanisk rensning ikke overgår effekten ved avanceret rensning, hvilket i praksis må anses for at være mere korrekt.

Generelt for alle typer af renseanlæg gælder, at der kun anvendes virkemidler, hvis anlægget har en baselineudledning større end 1000 kg N/år og/eller større end 100 kg P/år. Hvis ikke denne tærskelværdi er opfyldt, vurderes reduktionspotentialet at være for begrænset til at anvende et virkemiddel.

3.2 Industrielle renseanlæg

Baselineudledning af kvælstof og fosfor fra industrielle udledninger er oplyst af Miljøstyrelsen baseret på data fra PULS. I den udstrækning anlæggene er sam-

menlignelige med de kommunale renseanlæg, er der anvendt de samme virkemidler til reduktion af udledningen af kvælstof og fosfor, som for kommunale renseanlæg i afsnit 3.1. Forudsætningerne for anvendelse fremgår ligeledes af dette afsnit.

Det skal dog anføres, at spildevandssammensætningen på de industrielle renseanlæg er væsentlig anderledes end for kommunale renseanlæg. Dette kan for nogle industrier betyde, at anvendelse af virkemidler kan implementeres for lavere omkostninger end angivet i virkemiddelkataloget. Dette gælder især på industrielle renseanlæg med høje indløbskoncentrationer af organisk stof, som kan resultere i mere effektiv rensning af næringsalte. Samtidig kan industrispildevand dog også indeholde svært nedbrydeligt kvælstof, som ikke umiddelbart kan fjernes med traditionelle biologiske processer, og som således vil kræve mere vidtgående rensetrin, der ikke er medtaget i denne analyse. En undersøgelse af disse forhold ligger imidlertid uden for rammerne af nærværende projekt.

3.3 Dambrug

Dambrug indgår som punktkilde og udledningerne fra disse indgår i opgørelsen af baselinebelastningen af fosfor og kvælstof.

De virkemidler, der indgår i virkemiddelkataloget, er imidlertid ikke egnede til at håndtere udledninger fra dambrug. Der er i denne analyse ikke anvendt virkemidler til nedsættelse af fosfor og kvælstofbelastningen fra disse punktkilder.

Det skal dog bemærkes, at det for nogle af de undersøgte del-oplande kan konstateres, at dambrug er den største punktkilde i forhold til udledning af både fosfor og kvælstof.

Ophør af dambrug er et virkemiddel, der er blevet anvendt i tidligere vandplaner. Omkostning herved indgår dog ikke i virkemiddelkataloget, hvorfor effekt og pris ikke er medtaget i denne analyse.

3.4 Udledninger fra spredt bebyggelse

Der tages udgangspunkt i en ukloakeret helårsejendom med en husstand beliggende i spredt bebyggelse i det åbne land. Udledningen regnes at ske til overfladereipient efter passage af en septiktank.

I "Virkemidler overfor punktkilder" (Miljøstyrelsen, 2019) er der angivet følgende tre virkemidler over for udledninger fra spredt bebyggelse:

- > Kloakering
- > Lokal rensning - biologisk sandfilter (SO)
- > Lokal rensning - minirensanlæg (SOP)

Kvælstof:

Til reduktion af kvælstof anvendes virkemidlet "Lokal rensning - biologisk sandfilter (SO)", som af de to rensningsløsninger dels giver den største effekt på

kvælstoffjernelse (en reduktion på 4,40 kg N pr. ejendom pr. år) og dels er den mest kosteffektive per kg N fjernet.

Septiktank → SO: 9,9 → 5,5 kg / N pr. ejendom pr. år (44%-reduktion)

Fosfor:

Til reduktion af fosfor anvendes virkemidlet "Lokal rensning – minirensaneanlæg (SOP)", som af de to rensningsløsninger dels giver den største effekt på fosfor (en reduktion på 1,44 kg P per ejendom per år) og dels er den mest kosteffektive pr. kg P fjernet.

Septiktank → SOP: 1,62 → 0,18 kg / P pr. ejendom pr. år (89%-reduktion)

Forudsætninger for anvendelse af virkemidler

Idet baselineudledningerne i mange tilfælde afviger fra de standardværdier, der indgår i virkemiddelkataloget, er effekten af anvendelse af virkemidlerne beregnet ud fra den oven for beregnede procentuelle reduktion, jf. virkemiddelkataloget. Den procentvise reduktion er beregnet i forhold til den faktiske baselineudledning.

For ukloakerede ejendomme er der yderligere indsat grænser for, hvornår et virkemiddel anvendes. Et virkemiddel anvendes ikke hvis;

- > Der i forvejen sker en rensning på punktkilden (O / OP / SO / SOP)
- > Hvis baselineudledningen fra punktkilden er lavere end reduktionspotentialet (1,44 kg P/år og 4,4 kg N/år)

3.5 Regnvandsbetingede udledninger fra fælleskloak

Vurderingerne af konsekvenser tager udgangspunkt i et eksisterende fælleskloakeret område med overløb og bassiner svarende til landsgennemsnittet, hvor ca. 40% befæstede arealer fra fælleskloakerede områder er tilsluttet udligningsbassin, og hvor de resterende 60% ikke er forsynet med udligningsbassiner.

I "Virkemidler overfor punktkilder" (Miljøstyrelsen 2019) er der angivet følgende tre virkemidler over for regnvandsbetingede udledninger fra fælleskloak:

- > Forsinkelsesbassiner, 10mm, a=2,0 l/s/ha
Svarer til en bassinstørrelse på 100 m³/pr. reduceret ha.
- > Forsinkelsesbassiner, n=1/5, a=2,0 l/s/ha, max 2 l/s/ha til recipient (27mm)
Svarer til en bassinstørrelse på 270 m³/pr. reduceret ha.
(*hydraulisk belastet recipient*),
- > Forsinkelsesbassiner, n=1/5, a=2,0 l/s/ha, max 1 l/s/ha til recipient (28mm)
Svarer til en bassinstørrelse på 280 m³/pr. reduceret ha.
(*meget hårdt hydraulisk belastet recipient*)

I nærværende analyse er forudsat "Forsinkelsesbassiner, 10mm, a=2,0 l/s/Ha" for alle oplande, da dette er det mest kosteffektive virkemiddel i forhold til kr. pr. fjernet kg P og N.

Ifølge virkemiddelkataloget opnås der med 10mm sparebassin en reduktion af udledningen på hhv. 10,26 kg / N / pr. reduceret Ha, og 1,52 kg / P pr. reduceret Ha. Dette svarer til en reduktion i aflastningen fra overløb på 75%, og dermed i udgangspunkt en reduktion i udledning af kvælstof og fosfor på 75%.

Forudsætninger for anvendelse af virkemidlet

Hvis der allerede er etableret forsinkelsesbassiner i oplandet, fratrækkes dette volumen, så der kun etableres supplerende volumen op til de 10 mm (eller 100 m³/reduceret ha.). Såvel omkostninger (anlæg og drift) som effekten (reduktion i udledningen), som følge af etablering af bassinet, reduceres lineært proportional med det reducerede tillæg i bassinvolumen. Hvis der allerede er etableret bassinvolumener i oplandet større end de 10 mm, etableres der ikke nye bassiner og såvel omkostninger som effekt sættes til 0.

Effekten ved anvendelse af virkemidlet beregnes ved at ved at gange effekten på det reducerede opland. I tilfælde af at den beregnede reduktion af N eller P er større end 75%, anvendes en reduktionsfaktor for virkemidlet på 75%.

Der pågår en vedvarende indsats for at separatkloakere de fælleskloakerede oplande f.eks. i forbindelse med fornyelse af kloaker og ved centralisering af spildevandsrensning på færre og større renseanlæg. Tilsvarende vil der i forbindelse med klimatiltag kunne ske en reduktion af de regnvandsbetingede udledninger. Effekten af sådanne tiltag er ikke indregnet i nærværende opgørelse.

3.6 Regnvandsudledninger fra separatkloak

Regnvandsudledninger fra separatkloakerede oplande indgår i opgørelsen af punktkilder. Da der ikke foreligger en samlet opgørelse over de separatkloakerede oplande i det enkelte delopland, er det ved vurderingen af virkemidler taget i betragtning, at de nuværende forhold svarer til landsgennemsnittet for separatkloakerede områder.

I "Virkemidler overfor punktkilder, juli 2019" er der angivet følgende virkemidler over for regnvandsudledninger fra separatkloakerede områder. Begge virkemidler tager udgangspunkt i åbne forsinkelsesbassiner, 200 m³/reduceret Ha plus 10% vådt volumen, i alt 220 m³/reduceret Ha.

- > Sedimentationsbassin, sektioner
- > Sedimentationsbassin, sektioner, beplantet

I nærværende opgørelse anvendes virkemidlet "Sedimentationsbassiner, sektioner, beplantet" for alle oplande, da det er det mest omkostningseffektive virkemiddel i forhold til kr. pr. fjernet kg P og N.

Jævnfør virkemiddelkataloget har "sedimentationsbassiner, sektioner, beplantet" en reduktion af udledning på hhv. 3,55 kg / N / pr. reduceret Ha, og 0,71 kg / P pr. reduceret Ha. Denne reduktion svarer til en rensegrader i bassinet på hhv. 45% for total N og 60% for total P.

Forudsætninger for anvendelse af virkemidlet:

Effekten ved anvendelse af virkemidlet beregnes ved at gange effekt på det reducerede opland.

Hvis den beregnede reduktion af N er større end 45% fastlåses reduktionen fra virkemidlet til 45% for total N.

I tilfælde af at den beregnet reduktion af P er større end 60%, fastlåses reduktionen fra virkemidlet til 60% for total P.

3.7 Effekt af virkemidler

For samtlige punktkilder er der lavet en vurdering af, om kriterierne for anvendelse af virkemidler er opfyldt, som beskrevet i de foregående afsnit.

Såfremt en punktkilde opfylder kriterierne for anvendelse af et virkemiddel, er den afledte effekt i form af reduceret udledning af kvælstof eller fosfor beregnet ud fra baselineudledningen. Dette er nærmere beskrevet i afsnit 5.

4 Sæsonbestemt reduktionspotentiale

I forbindelse med tidligere udførte modelberegninger, er der anvendt en ensartet udledning fra punktkilder over året. I forbindelse med nærværende projekt, har Miljøstyrelsen gennemført en statistisk analyse af udledningerne fra punktkilder baseret på data fra baselineperioden. Af resultaterne fremgår det, at der for nogle punktkilder er sæsonbestemt reduktion af udledningerne af kvælstof og/eller fosfor. Da udledninger af kvælstof og fosfor i vækstsæsonen er særligt kritiske, er det vigtigt, at der korrigeres for dette i de data, der anvendes som input til modelberegningerne.

I forbindelse med nærværende projekt vil der derfor blive set på, om udledningerne af kvælstof og fosfor fordeler sig jævnt over året, eller om der skal korrigeres for højere eller lavere udledninger af kvælstof og fosfor i vækstsæsonen, hvor udledningerne af kvælstof og fosfor har størst effekt på recipienterne.

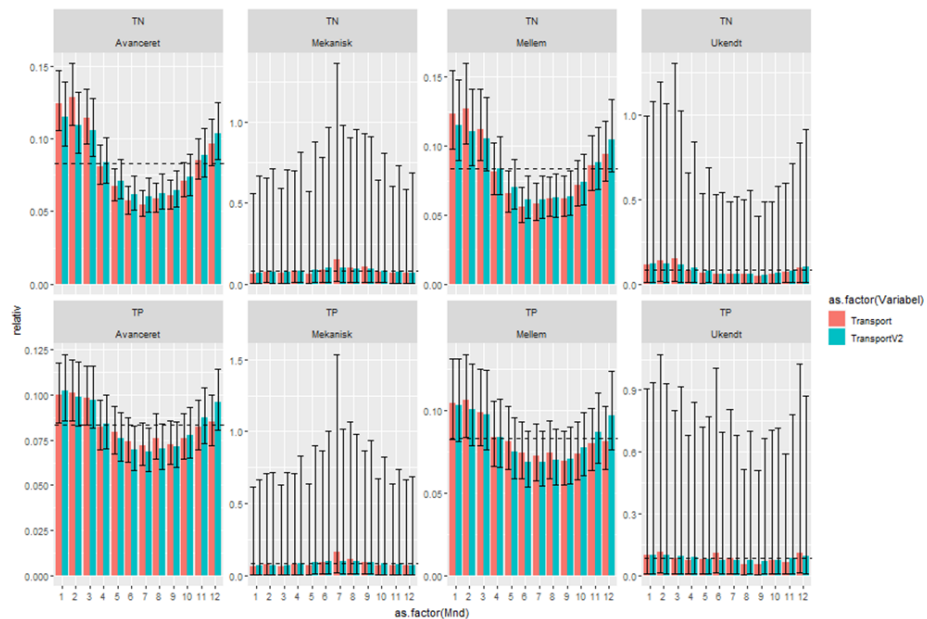
De anførte sæsonbestemte reduktionspotentialer nedbringer ikke den årlige udledning; men giver alene en mindre udledning i vækstsæsonen. Til gengæld er der ikke ekstra udgifter forbundet med de identificerede sæsonbestemte reduktionspotentialer.

Der er i forbindelse med nærværende projekt ikke fremkommet nye løsningsmuligheder til at reducere udledningerne af kvælstof og fosfor fra punktkilder i vækstsæsonen.

4.1 Kommunale renseanlæg

Udledningerne fra kommunale renseanlæg vil variere både som følge af belastningsvariationer (flow og stofbelastning) samt som følge af årstidsvariationer på spildevandstemperaturen, som bl.a. påvirker de biologiske processer på anlægene.

Miljøstyrelsens har i 2022 udført en detaljeret databehandling, der viser en væsentlig årstidsvariation for udledningerne fra renseanlæg med avanceret eller mellem rensning (Miljøstyrelsen 2022). For mekaniske renseanlæg ses derimod ikke nogen årstidsvariation. Årstidsvariationen fremgår af Figur 3 nedenfor.



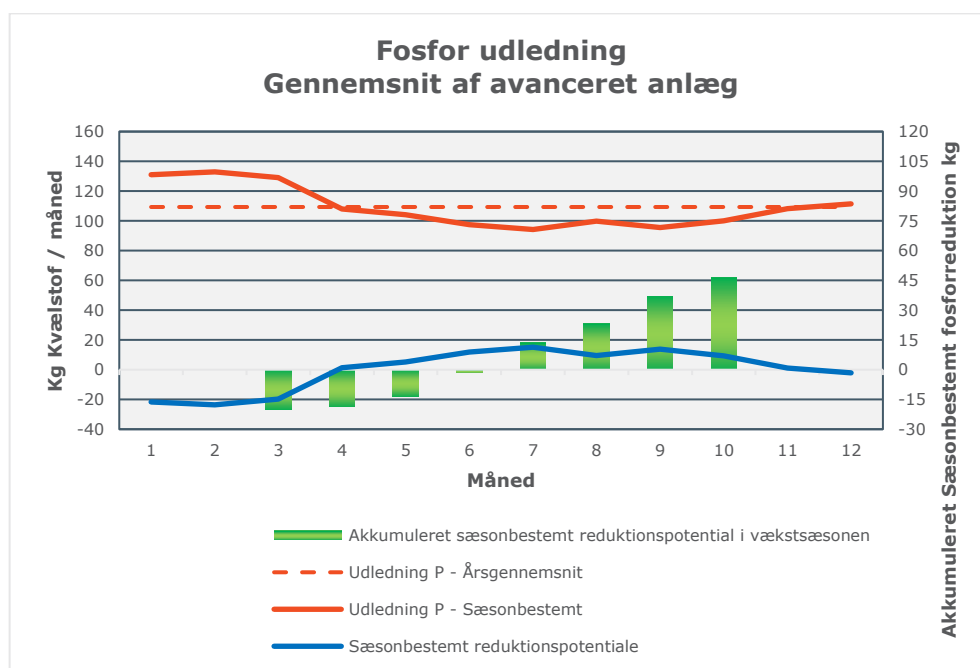
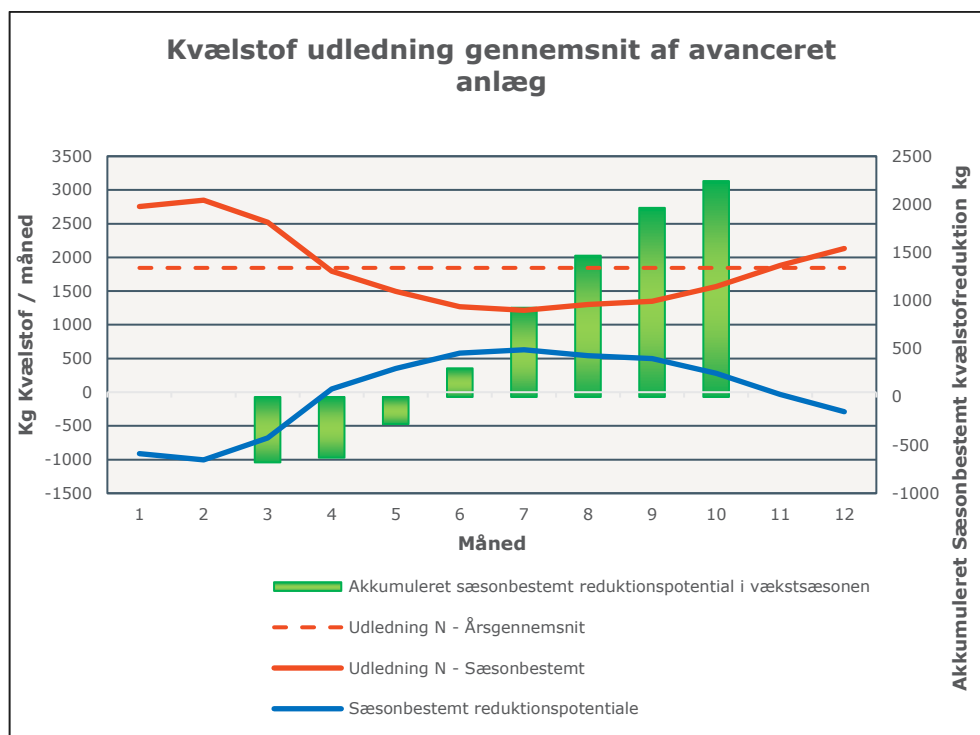
Figur 3 – Årstidsvariation for kvælstof og fosfor udledninger fra renseanlæg afhængig af renseklasse (Miljøstyrelsen 2022).

Som det fremgår af Figur 3, er der en meget tydelig årstidsvariation for udledningerne fra renseanlæg med avanceret og mellem rensning. Forklaringen på dette skal som nævnt især findes i lavere nedbørsmængder og dermed lavere flow igennem renseanlæggene. Samtidig fungerer de biologiske renseprocesser væsentligt bedre når spildevandstemperaturen er høj. Det sæsonbestemte reduktionspotentiale kan således forklares ud fra de klimatiske forhold.

På basis af Miljøstyrelsens undersøgelse (Miljøstyrelsen, 2022) er der fastlagt en fordelingsnøgle for udledningerne af kvælstof og fosfor fra renseanlæg med mellem og avanceret rensning. Fordelingsnøglen anvendes til at beregne udledningen på månedsbasis. Dette sammenholdes med den tidligere anvendte praksis med en ligelig fordeling af udledningerne over året og ud fra dette beregnes det sæsonbestemte reduktionspotentiale for vækstsæsonen (marts – september).

For mekaniske renseanlæg ses ingen entydig årstidsvariation og disse indgår derfor ikke i beregning af reduktionspotentiale i vækstsæsonen.

Som en del af nærværende projekt er reduktionspotentialet i vækstsæsonen beregnet for alle de kommunale renseanlæg, der indgår i undersøgelsen. Reduktionspotentialet er beregnet på basis af baselineudledningen samt førnævnte fordelingsnøgle. Et eksempel på dette fremgår af Figur 4.



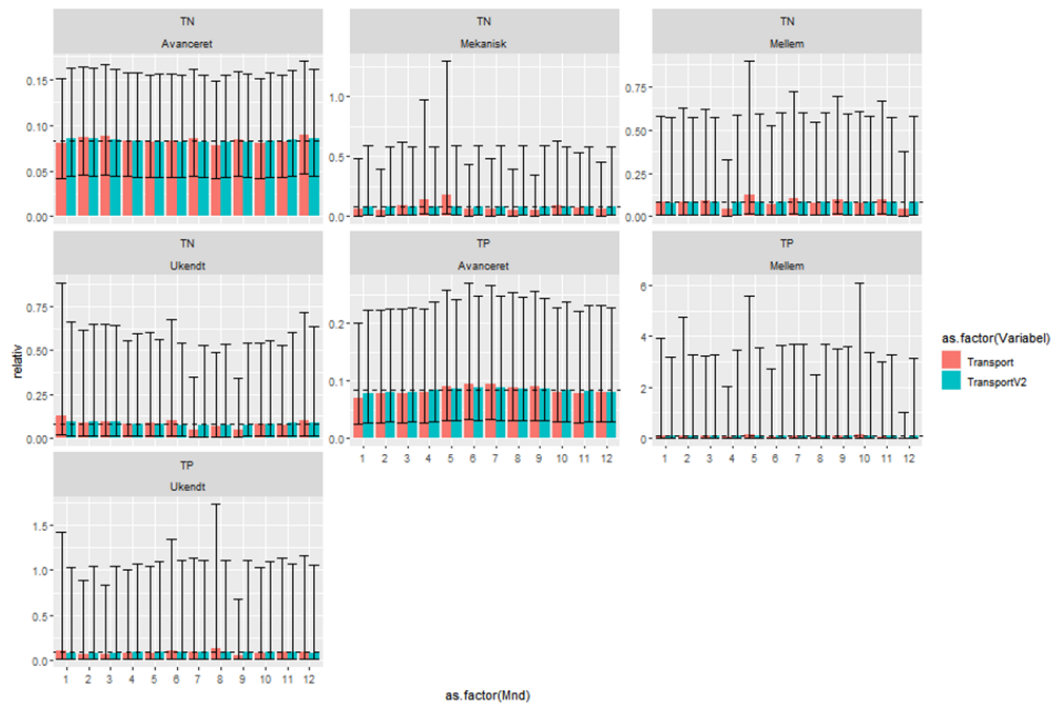
Figur 4 – Eksempel på årstidsvariation for kvælstof og fosfor udledninger fra renselanlæg med avanceret rensning.

Som det fremgår af Figur 4, er der et væsentligt samlet reduktionspotentiale for både kvælstof og fosfor hen over vækstsæsonen for avancerede renselanlæg. Det fremgår dog også, at udledningen af kvælstof og fosfor i starten af vækstsæsonen ligger højere end årsgennemsnittet.

I de videre modelberegninger anvendes den månedlige fordelingsnøgle til fordeling af de årlige udledninger fra kommunale renselanlæg.

4.2 Industrielle renselanlæg

Der kan, som det fremgår af Figur 5, ikke ud fra de nuværende udledninger fastlægges en entydig årstidsvariation for udledningerne fra industrielle renselanlæg.



Figur 5 – Årstidsvariation for kvælstof og fosfor udledninger fra industrielle renselanlæg afhængig af renseløsning (Miljøstyrelsen 2022).

Årsagen til, at der for de industrielle renselanlæg ikke ses nogen entydig årstidsvariation kan især tilskrives følgende forhold:

- > At de industrielle renselanlæg har en ensartet høj spildevandstemperatur hen over året. Derved vil de biologiske processer kun i minimalt omfang være berørt af varierende temperaturer hen over året.
- > Industrielle renselanlæg belastes normalt ikke med regnvand. De udledte vandmængder er derfor uafhængige af nedbør og varierer derfor ikke hen over året.

Det skal nævnes at udledninger fra enkelte industrielle renselanlæg kan variere, hvis der er tale om årstidsbestemt produktion. En vurdering af dette ligger dog uden for nærværende projekt.

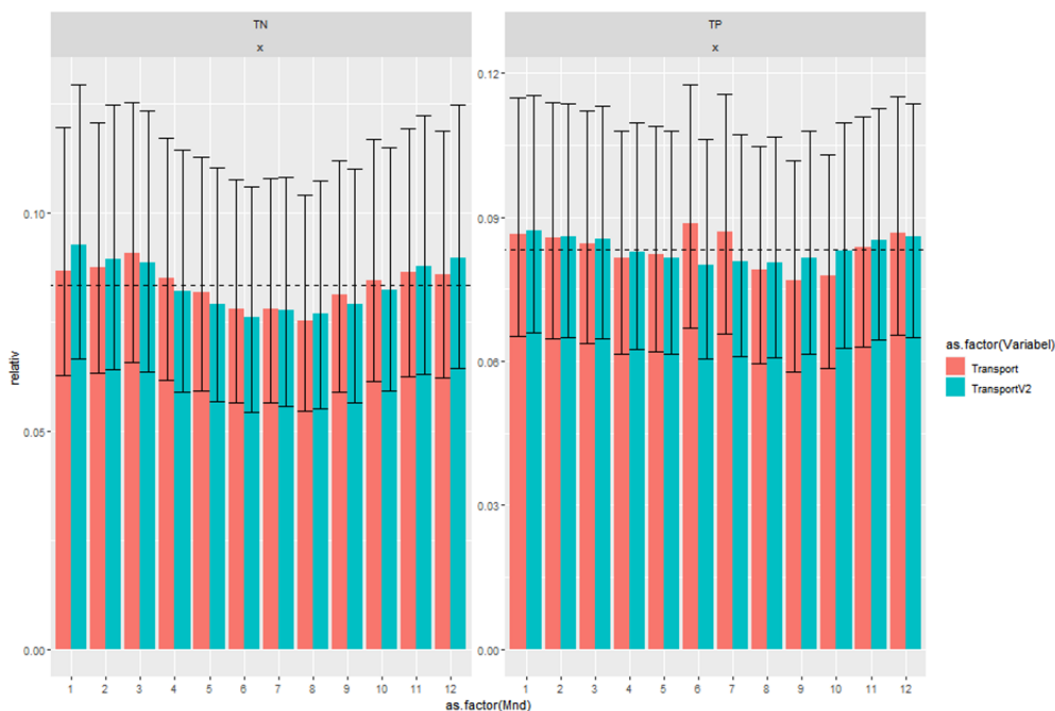
Der medregnes derfor ikke et sæsonbestemt reduktionspotentiale for industrielle renselanlæg.

4.3 Dambrug

For dambrug følger udledningerne generelt vækstkurven for produktionen af fisk, hvilket giver anledning til væsentlige variationer hen over året. Udledningen af kvælstof varierer således efter sæson med en stigning i løbet af vinteren. Udledningen er størst i marts, og falder efterfølgende hen over sommeren med mindst udledning i august.

For fosfor er den sæsonvarierende udledning fra dambrug størst om sommeren og lavest i efteråret. Hertil ses en svag tendens til merudledning om vinteren og en svag tendens til en lavere udledning i foråret. Da der ses en vis årstidsvariation, er denne medtaget i beregningen af det sæsonbestemte reduktionspotentiale for vækstsæsonen (marts – september). Årstidsvariationen er beregnet på månedsbasis ud fra fordelingsnøglen for disse udledninger.

Såfremt der etableres krav om måling af udledningerne fra alle dambrug, vil dette give et bedre overblik over den faktiske belastning og sæsonvariationen.



Figur 6 – Årstidsvariation for kvælstof og fosfor udledninger fra ferskvandsdambrug (Miljøstyrelsen 2022).

4.4 Udledninger fra spredt bebyggelse

Udledninger fra spredt bebyggelse forudsættes at have en belastning jævnt fordelt hen over året. Der medregnes således ikke et sæsonbestemt reduktionspotentiale.

4.5 Regnvandsbetingede udledninger fra fælleskloak og separatkloak (RBU)

Udledninger fra RBU forudsættes at have en belastning jævnt fordelt hen over året. Der medregnes således ikke et sæsonbestemt reduktionspotentiale.

4.6 Resultater

Der henvises til afsnit 6.

5 Reduktionspotentiale ved anvendelse af virkemidler

Udledningerne af kvælstof og fosfor fra punktkilder kan reduceres ved anvendelse af virkemidler. Udgangspunktet for beregning af reduktionspotentialet er de nuværende udledninger fra punktkilderne (baseline), som beskrevet i afsnit 1.4, samt de opstillede kriterier for anvendelse af virkemidler, som anført i afsnit 3.

Til håndtering af dette er der udarbejdet en beregningsmodel i Excel, hvor baselinedata indgår og effekten af virkemidler beregnes i forhold til effekter over for reduktion af kvælstof og fosfor. Regnearket anvendes desuden til beregning af de økonomiske konsekvenser ved anvendelse af virkemidler.

5.1 Beregningsmodel

Baselinedata for samtlige vandområder, der indgår i undersøgelsen, er lagt ind i modellen. Baseret på de udledte koncentrationer af kvælstof og fosfor, er mulighederne for anvendelse af virkemidler fastlagt jf. de betingelser, der er fastlagt i afsnit 3. På baggrund heraf beregnes reduktionspotentialet for kvælstof og fosfor for hvert del-opland.

Beregningsmodellen anvendes desuden til at beregne de afledte anlægs- og driftsudgifter for de virkemidler, der tages i anvendelse.

Baseret på den opstillede beregningsmodel fås der for hvert del-opland en oversigt over reduktionspotentiale og de tilhørende omkostninger. Beregningsmodellen er opstillet så følgende resultater præsenteres i en samlet oversigt for hvert del-opland. Resultatskemaet indeholder følgende oplysninger:

- 1 Nuværende udledning af kvælstof og fosfor (kg/år)
- 2 Reduktions-potentiale ved anvendelse af virkemiddel (kg/år)
- 3 Anlægsomkostninger for de enkelte virkemidler (kr.)
- 4 Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger for de enkelte virkemidler (kr./år)

- 5 Samlede omkostning for de enkelte virkemidler pr. kg fjernet næringsalte (kr./kg/år)

Resultatskemaerne er placeret i bilagsmappen.

5.2 Anvendte forudsætninger

I forbindelse med opstilling af beregningsmodellen er der anvendt en række generelle forudsætninger. Disse er beskrevet i dette afsnit.

Kriterierne for anvendelse af virkemidler til kvælstof og fosfor reduktion fremgår af afsnit 3 ovenfor. I forbindelse med beregning af reduktionspotentiale fra ukloakerede enkeltejendomme er anvendt reduktioner baseret på 2,5 person per ejendom, som angivet i Virkemiddelkataloget (Miljøstyrelse 2019).

I forbindelse med de økonomiske analyser opereres der med følgende levetider for virkemidler:

- | | |
|--|-------|
| > Renseanlæg: | 40 år |
| > Biologiske sandfiltre (SO) for enkeltejendomme | 20 år |
| > Minirenselanlæg (SOP) for enkeltejendomme | 15 år |
| > Bassiner | 50 år |

I de økonomiske beregninger anvendes en 50-årig tidshorizont for alle tiltag. Det indebærer, at såfremt en komponents aktive levealder overskrides, så bliver der automatisk foretaget en reinvestering. Restværdien for det enkelte aktiv efter 50 år indregnes som en scrapværdi og indgår i cash-flowet. Scrapværdien beregnes ud fra en lineær afskrivning med de tekniske levetider, som anført ovenfor, der måtte være på de forskellige aktiver.

Cash-flowet tilbagediskonteres til 2016 priser med de anvendte kalkulationsrenter. Som udgangspunkt er anvendt Finansministeriets reale samfundsøkonomiske kalkulationsrenter – jf. "Opdateret tillægsblad om kalkulationsrente, levetid og reference". Der er således anvendt følgende rentesatser:

- | | |
|---------------|----------|
| > År 0 – 35: | 3,5 pct. |
| > År 36 – 70: | 2,5 pct. |

For kommunale og industrielle renselanlæg er der, udover de almene driftsomkostninger iht. virkemiddelkataloget (Miljøstyrelsen 2019), indregnet en årlig vedligeholdelsesomkostninger svarende til 1,5% af anlægsomkostningerne.

Ved almindelig division op i det tilbagediskonterede cash-flow fremkommer enhedsprisen målt ift. kvælstof- og fosforreduktion, per PE og prisen for forbrugeren målt i m³ af vandforbrug.

6 Resultater

Nærværende rapport har fokus på følgende tre nøgleresultater;

- a) Baselineudledninger
 - i) Baselineudledninger repræsenterer den nuværende udledning beregnet ud fra målte udledninger for perioden 2014 – 2018.
 - ii) For RBU er baselineudledningen repræsenteret af nedbørs-normaliserede målinger i 2018.
- b) Reduktionspotentialer fra virkemidler
 - i) Den reduktion i udledning fra punktkilder, som kan opnås ved at implementere virkemidler.
 - ii) Hertil medtaget de økonomiske omkostninger ved at implementere virkemidler.
- c) Sæsonbestemt reduktionspotentiale
 - i) Den mer- eller mindre-udledning, som forekommer hen over vækstsæsonen ved at betragte den faktiske månedlige fordeling af udledninger, frem for at betragte den årlige udledning jævnt fordelt over månederne.

Ovenstående er beregnet for samtlige del-oplande, der indgår i nærværende projekt, hvorved reduktionspotentialet for kvælstof og fosfor er beregnet for hvert del-opland. Disse vil blive anvendt i efterfølgende modelberegninger til modellering af effekten på vandkvaliteten i de indre danske farvande.

Denne rapport vil således kun præsentere de indledede delresultater på et overordnet niveau. For detaljerede oplysninger om det enkelte del-opland henvises til oplysningerne i resultatskemaerne i bilagsmappen.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at reduktionspotentialet for det enkelte del-oplande, vil være afhængig af antallet og ikke mindst størrelsen af punktkilderne samt i hvilket omfang anvendelse af virkemidler finder sted jf. forudsætninger for dette.

6.1 Fordeling og antal punktkilder

Der er i alt i analysen medtaget data fra 45.813 punktkilder fordelt over de 39 kystoplande. Antal og fordeling af punktkilder kan ses af Tabel 3.

Type	Antal	Antal implementerede virkemidler	
		Kvælstof	Fosfor
Ukloakerede ejendomme	35.602	24.056	4.535
RBU	9.706	8.555	8.547
Kommunale Renseanlæg	299	63	84
Industrielle Renseanlæg	53	9	7
Dambrug	153	0	0
I alt	45.813	32.683	13.173

Tabel 3 - Fordeling og antal af punktkilder

Baselinebelastning for samtlige punktkilder er modtaget fra Miljøstyrelsen baseret på udtræk fra PULS.

6.2 Generelle tendenser

Indledningsvis er der lavet en vurdering af effekten af implementering af punktkilder på tværs af samtlige del-oplande, der indgår i nærværende undersøgelse. Dette giver bedre mulighed for at vurdere, hvilke virkemidler der generelt ser ud til at have den største effekt og således har det største potentiale.

Samtidig er der stor forskel i antallet og størrelsen af punktkilder i de enkelte del-oplande, hvilket også belyses.

6.2.1 Kvælstof

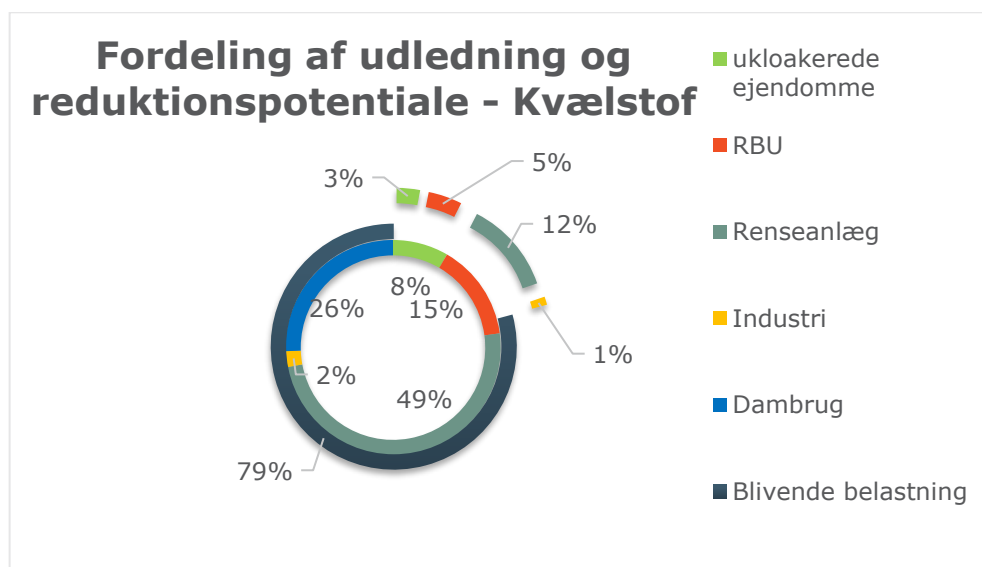
Fordelingen af den samlede udledning fra de, i alt 45.813, analyserede punktkilder viser at renseanlæg fortsat er den største udleder af kvælstof fra punktkilder med et bidrag på 49% af den samlede årlige udledning.

Det næststørste bidrag af årlige kvælstofudledning kommer fra dambrug med en andel på 26%, herefter RBU på 15%, ukloakerede ejendomme på 8% og det mindste bidrag kommer fra industrien på 2%.

Ved at implementere virkemidler på punktkilderne viser analyserne at det er muligt at reducere den samlede årlige udledning af kvælstof med i alt 21%. Heraf bidrager renseanlæg med 12%, RBU med 5%, ukloakerede ejendomme med 3% og industrien med 1%.

Ovenstående er visualiseret i Figur 7.

Figur 7 - Fordeling af baselineudledning samt mulig reduktion ved brug af virkemidler for kvælstof. Den inderste ring viser den procentuelle fordeling af den årlige baselineudledning af kvælstof. Den yderste ring viser den procentuelle fordeling af mulige årlige reduktion i kvælstofudledning ved at implementere virkemidler.



Det skal understreges, at det reduktionspotentiale, der er illustreret i Figur 7, er baseret på at virkemidler anvendes fuldt ud i alle oplande uden hensyntagen til økonomi og miljømæssig effekt.

Når man ser på de enkelte del-oplande, er der dog stor forskel i hvordan belastningen fordeler sig på punktkilder. Selvom industrien kun udgør 2% af udledningen, så er industrien en betydelig bidragsyder til f.eks. Kalundborg fjord, og er den punktkilde hvor det største reduktionspotentiale findes.

Det er også værd at bemærke, at dambrug udgør en betydelig del af den samlede årlige kvælstofudledning fra punktkilder (26%). Da der ikke er mulighed for at inddrage virkemidler til reduktion af udledning fra dambrug i nærværende projekt, er denne udledning uændret.

6.2.2 Fosfor

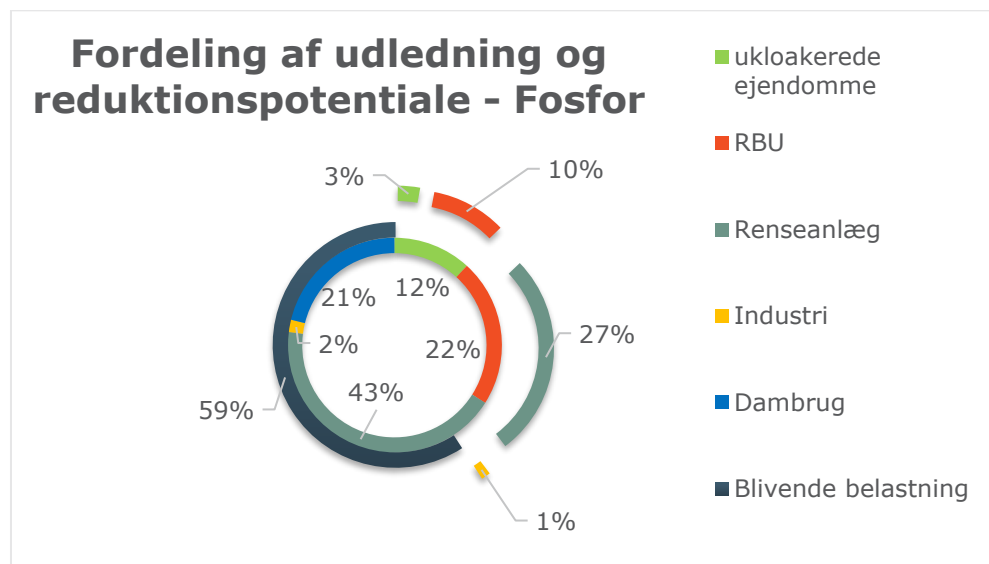
Fordelingen af den samlede udledning fra de analyserede punktkilder viser at renseanlæg fortsat er den største udleder af fosfor fra punktkilder med et bidrag på 43% af den samlede årlige udledning.

Det næststørste bidrag af årlig fosforudledning kommer fra RBU med en andel på 22%, herefter dambrug på 21%, ukloakerede ejendomme på 12% og det mindste bidrag kommer fra industrien på 2%.

Ved at implementere virkemidler på punktkilderne viser analyserne, at det er muligt at reducere den samlede årlige udledning af fosfor med i alt 41%. Heraf bidrager renseanlæg med 27%, RBU med 10%, ukloakerede ejendomme med 3% og industrien med 1%.

Ovenstående er visualiseret i Figur 8.

Figur 8 - Fordeling af baselineudledning samt mulig reduktion ved brug af virkemidler for fosfor. Den inderste ring viser den procentuelle fordeling af den årlige baseline-udledning af fosfor. Den yderste ring viser den procentuelle fordeling af mulige årlige reduktion i fosforudledning ved at implementere virkemidler.



Det skal understreges, at det reduktionspotentiale, der er illustreret i Figur 8 er baseret på, at virkemidler anvendes fuldt ud i alle oplande uden hensyntagen til økonomi og miljømæssig effekt.

Når man ser på de enkelte del-oplande, er der dog stor forskel i hvordan belastningen fordeler sig på punktkilder. Således er f.eks. RBU den klart største bidragsyder til Horsens fjord, ligesom RBU generelt er den punktkilde, hvor det største reduktionspotentiale for fosfor findes i Horsens fjord.

Det er også værd at bemærke, at dambrug udgør en betydelig del af den samlede årlige fosforudledning fra punktkilder med 21%. Da der ikke er mulighed for at inddrage virkemidler til reduktion af udledning fra dambrug i nærværende projekt, er denne udledning uændret.

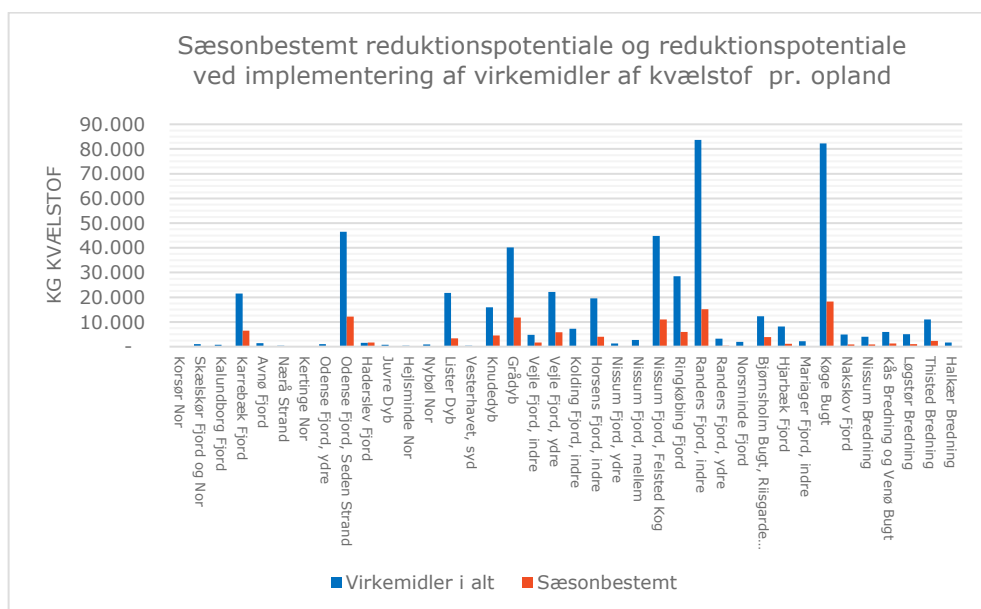
6.3 Reduktionspotentiale

Beregningerne viser, at der er meget stor forskel på, hvor stort et reduktionspotentiale der findes i de forskellige del-oplande. I nærværende afsnit opsummeres reduktionspotentialet for kvælstof og fosfor på oplandsniveau. Såvel reduktionspotentiale ved anvendelse af virkemidler og sæsonbestemte reduktioner vil blive belyst.

6.3.1 Kvælstof

Reduktionspotentialet i forhold til baselinebelastningen med kvælstof fordelt på del-oplande fremgår af Figur 9.

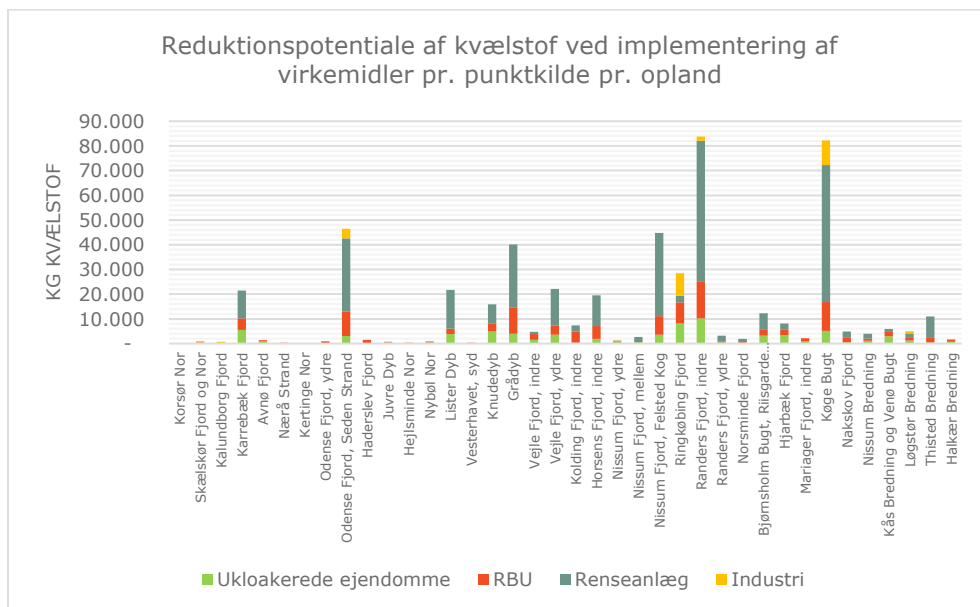
Figur 9 - Sæsonbestemt reduktionspotentiale og reduktionspotentiale ved implementering af virkemidler af kvælstof pr. opland



Som det fremgår af Figur 9 er reduktionspotentialet ved implementering af virkemidler betydeligt større end effekten af det sæsonbestemte reduktionspotentiale. Endvidere ses at reduktionspotentialet er relativt stort i nogle enkelte del-oplande; men at der samtidig er relativt mange del-oplande, hvor potentialet er meget lille.

Fordelingen af reduktionspotentialerne på de enkelte typer af punktkilder ved anvendelse af virkemidler fremgår af Figur 10.

Figur 10 - Reduktionspotentiale af kvælstof ved implementering af virkemidler pr. punktkilde pr. opland

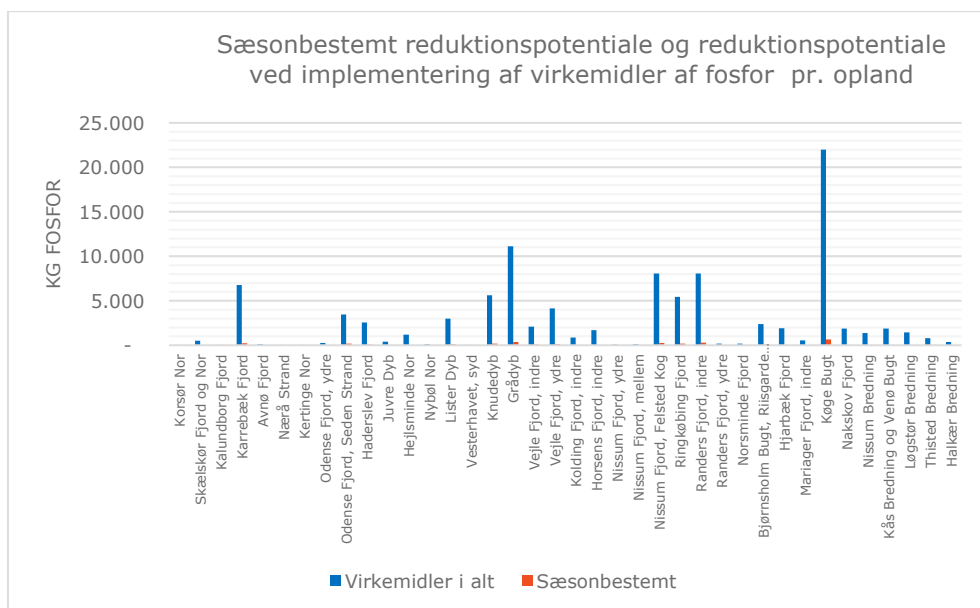


Som det fremgår af Figur 10 er renseanlæg den punktkilde, der har det klart største reduktionspotentiale.

6.3.2 Fosfor

Reduktionspotentialer ved implementering af virkemidler samt det sæsonbestemte reduktionspotentiale for fosfor fremgår af Figur 11.

Figur 11 - Sæsonbestemt reduktionspotentiale og reduktionspotentiale ved implementering af virkemidler af fosfor pr. opland

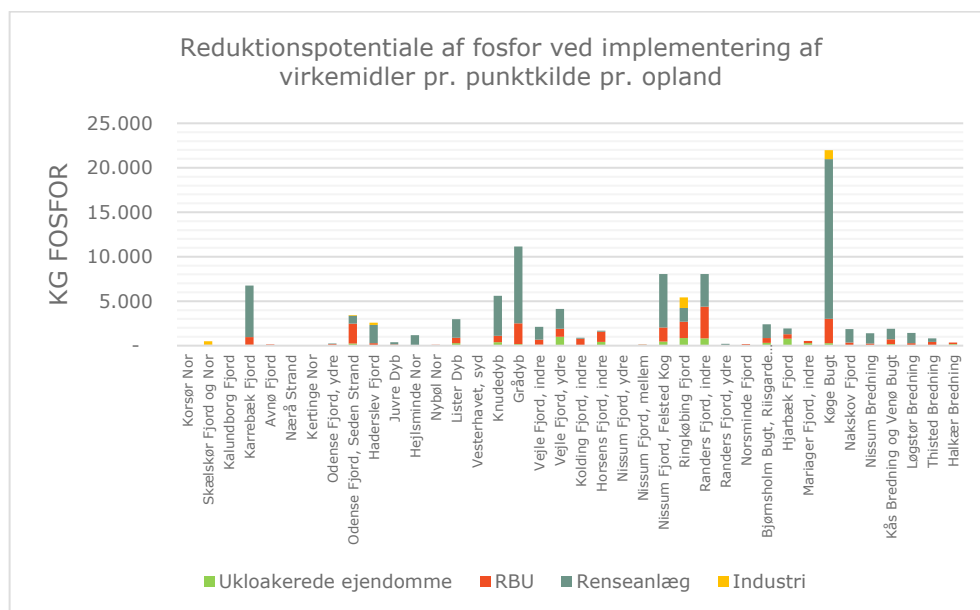


Som det fremgår af Figur 11 giver det sæsonbestemte reduktionspotentiale af fosfor ikke noget nævneværdigt bidrag. Derimod ses der fortsat et ikke uvæsentligt reduktionspotentiale ved implementering af virkemidler. Også her er der

imidlertid meget stor forskel, idet der for nogle del-oplande stort set ikke er noget reduktionspotentiale.

Fordelingen af reduktionspotentialerne på de enkelte typer af punktkilder ved anvendelse af virkemidler fremgår af Figur 12.

Figur 12 - Reduktionspotentiale af fosfor ved implementering af virkemidler pr. punktkilde pr. opland



Som det fremgår af Figur 12 er renseanlæg også den punktkilde der har det største reduktionspotentiale for fosfor.

6.4 Reduktionspotentiale pr. del-opland

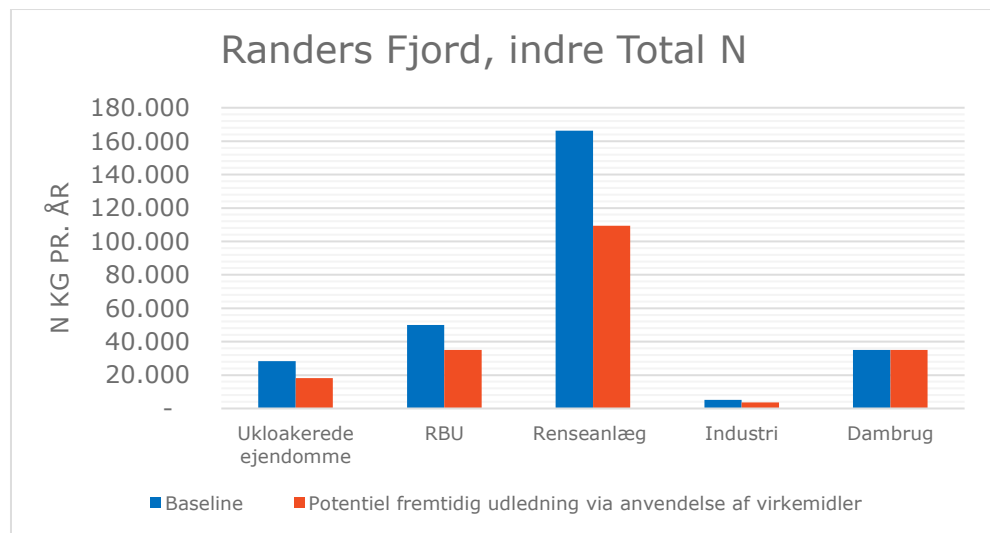
Som en del af nærværende projekt, er der udarbejdet reduktionsgrafer for de del-oplande, der indgår i projektet. Reduktionsgraferne er en grafisk afbildning af de beregnede reduktionspotentialer for hvert enkelt del-opland og de kan medvirke til, at man hurtigt kan danne sig et indtryk af mulighederne for reduktion af kvælstof og fosforudledningerne i de forskellige del-oplande.

I nærværende afsnit vil der være en kort gennemgang af de forskellige reduktionsgrafer. Såfremt der ønskes yderligere oplysninger om de enkelte del-oplande henvises der til bilagsmappen, hvor samtlige reduktionsgrafer er placeret.

6.4.1 Reduktionspotentiale med virkemidler

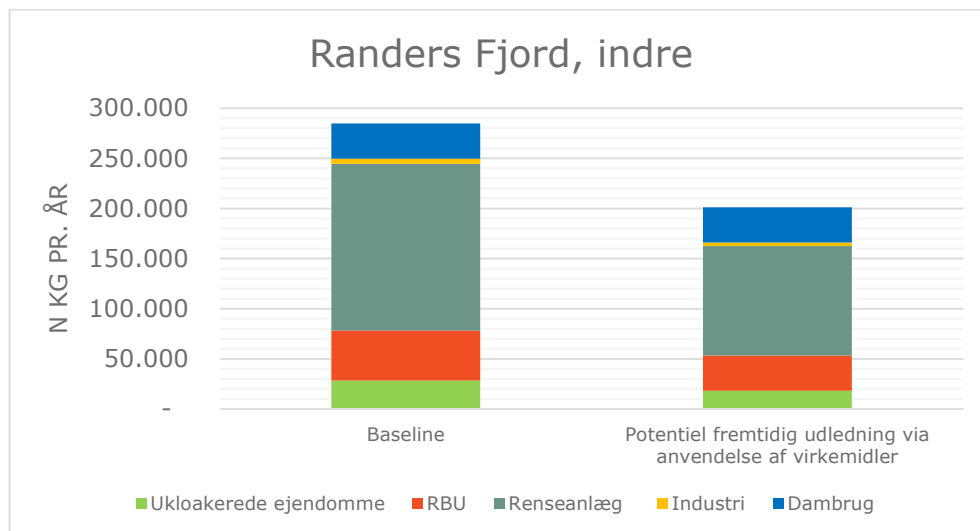
Som eksempel anvendes Indre Randers Fjord, da resultaterne her afspejler den generelle tendens i forhold til fordeling og mulige reduktion ved anvendelse af virkemidler. Den årlige baselineudledning af kvælstof til Indre Randers Fjord samt den potentielt fremtidige udledning via anvendelse af virkemidler fremgår af Figur 13. Det fremgår tydeligt, at udledningen fra kommunale renseanlæg er den mest betydelige punktkilde for tilførsel af kvælstof til Indre Randers fjord, ligesom det også er disse punktkilder der har det største reduktionspotentiale for at nedbringe de årlige udledninger af kvælstof.

Figur 13 - Baselineudledning og potentiel fremtidig udledning via anvendelse af virkemidler, fordelt på de forskellige punktkilder for kvælstof. – Randers Fjord, indre.



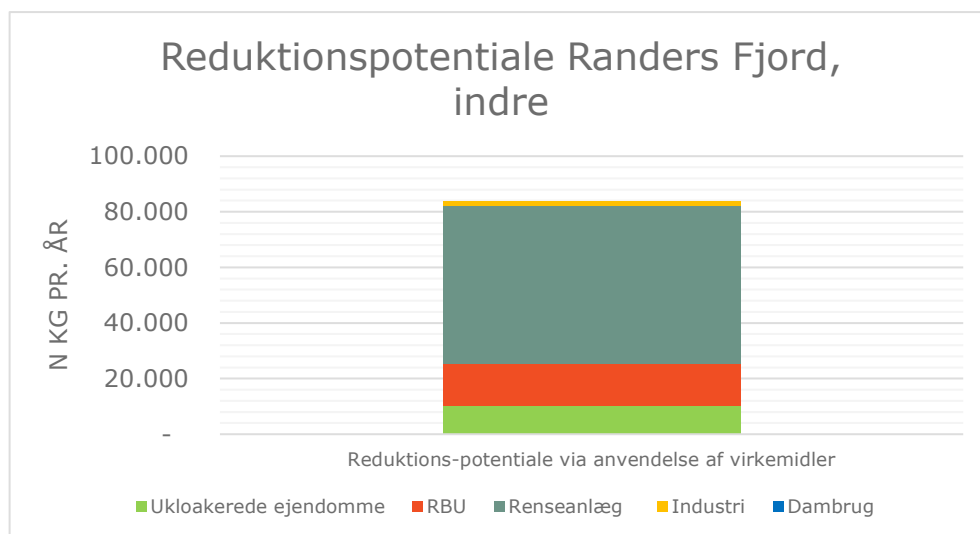
Som supplement til ovenstående figur, er der for hvert del-opland udarbejdet en figur, hvor den akkumulerede baselineudledning sammenholdes med den potentielle fremtidige udledning via anvendelse af virkemidler for kvælstof. Et eksempel på dette fremgår af Figur 14.

Figur 14 - Akkumulerede baselineudledning og akkumulerede potentiel fremtidig udledning via anvendelse af virkemidler for kvælstof. – Randers Fjord, indre.



Derudover er der for hvert del-opland udarbejdet supplerende grafer, hvoraf det akkumulerede reduktionspotentiale for udledning af kvælstof fremgår. Et eksempel på dette fremgår af Figur 15.

Figur 15 - Akkumulerede reduktionspotentiale ved anvendelse af virkemidler for udledning af kvælstof. – Randers Fjord, indre



Som det fremgår af ovenstående grafer, vil det være muligt via anvendelse af virkemidler at reducere den nuværende udledning af kvælstof fra punktkilder til Indre Randers Fjord med ca. 85.000 kg om året. Udledningen kan således reduceres fra den nuværende baseline på ca. 285.000 kg N/år til 200.000 kg N/år.

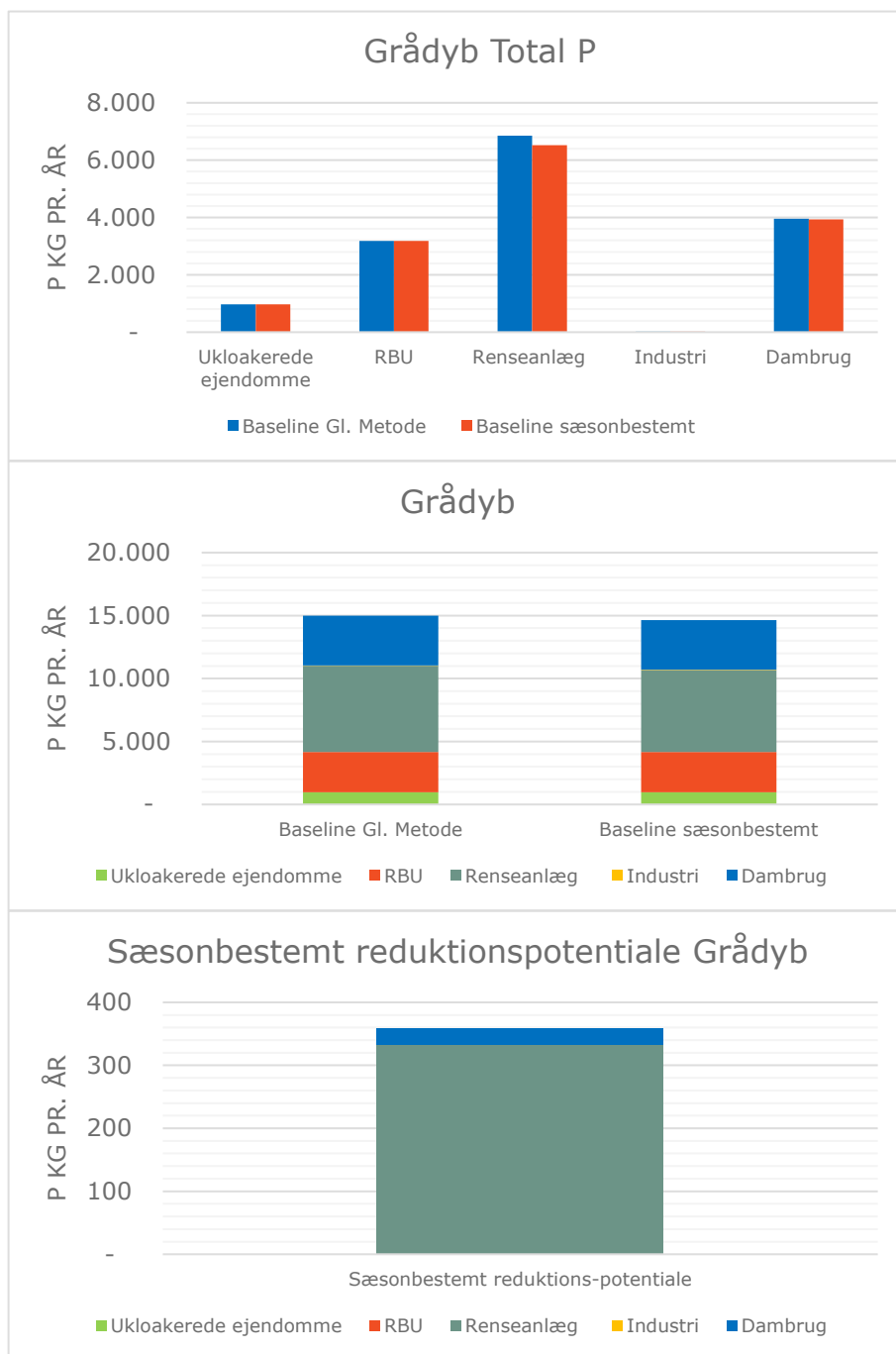
Det fremgår af "Forslag til vandområdeplanerne 2021-2027" (Miljøministeriet 2021) at baselineudledning af kvælstof fra alle kilder til Indre Randers Fjord er 2.484.400 kg/år. Der er endvidere opgjort et samlet indsatsbehov for reduktion af kvælstof udledt til Indre Randers Fjord på 338.500 kg/år. Indsatsbehovet er fastlagt i relation til den samlede baselineudledning. Sammenholdt med den samlede baselineudledning af kvælstof til Indre Randers Fjord, udgør udlednin-

gen fra punktkilder ca. 11,5%. Ved maksimal anvendelse af virkemidler overfor punktkilder vil dette kun udgøre ca. 25% (85.000 kg/år) af det samlede indsatsbehov på 338.500 kg/år.

6.4.2 Sæsonbestemt reduktionspotentiale

Tilsvarende reduktionsgrafer er lavet for det sæsonbestemte reduktionspotentiale. Her er der ikke tale om en effekt forårsaget af anvendelse af virkemidler; men som skyldes årstidsvariationer i udledningerne. Reduktionspotentialet fremkommer således ved at anvende den faktiske månedlige fordeling af udledningerne, som beskrevet i afsnit 4, frem for at betragte den årlige udledning jævnt fordelt over månederne, hvilket er den metode, der tidligere er anvendt. Et eksempel på grafisk fremstilling af sæsonbestemt reduktionspotentiale for fosfor er vist på nedenstående Figur 16 for Grådyb.

Figur 16 - Reduktionsgrafer for sæsonbestemt reduktionspotentiale for fosfor. – Grådyb



Som det fremgår af Figur 16, er der i dette tilfælde kun begrænset effekt af at se på sæsonvariationen for udledningen af fosfor. Det skal dog nævnes, at der for dette del-opland vil være en reduktion i den udledte kvælstofmængde i vækstsæsonen på ca. 12.000 kg kvælstof.

7 Økonomisk analyse

Estimering af de økonomiske omkostninger forbundet med yderligere reduktion af kvælstof- og fosforudledningerne fra punktkilder indgår i nærværende projekt. Ved beregning af anlægs- og driftsudgifter er der taget udgangspunkt i virkemiddelkataloget (miljøstyrelse 2019). Når de opstillede kriterier for anvendelse af virkemidler, er opfyldt, som beskrevet i afsnit 3, er den dertilhørende nutidsværdi over en driftsperiode på 50 år beregnet ved hjælp af den opstillede beregningsmodel. Beregningerne er angivet som NPV (Net present value) over en 50-årig periode. Resultaterne fremgår således af resultatskemaerne i bilagsmappen.

I nærværende afsnit tilstræbes det at opstille nogle overordnede konklusioner i relation til de samlede økonomiske omkostninger, der er forbundet med anvendelse af virkemidler. For detaljerede oplysninger om det enkelte del-opland henvises til oplysningerne i resultatskemaerne i bilagsmappen.

Beregning af økonomiske omkostninger er relateret til anvendelse af virkemidler. I den forbindelse skal det bemærkes, at de virkemidler, der anvendes på renseanlæg, er målrettet mod fjernelse af kvælstof eller fosfor. For ukloakerede ejendomme samt overløb fra fælleskloak og udløb fra separatsystemer, er der derimod tale om tiltag, der vil have effekt over for både kvælstof og fosfor. Den samlede omkostningseffektivitet for disse tiltag vil derfor reelt være højere end angivet nedenfor.

Reduktionspotentiale for kvælstof og fosfor, der skyldes årstidsbestemte variationer er forårsaget af lavere vandmængder og bedre omsætningshastigheder som følge af højere spildevandstemperatur. Der er således tale om naturgivne forhold, der ikke antages at have økonomiske konsekvenser og derfor ikke medfører ekstra omkostninger.

7.1.1 Kvælstof

Som gennemsnit af alle implementerede virkemidler i alle kystoplande er der af de økonomiske analyser beregnet følgende priser for de forskellige punktkilder, se Tabel 4.

Tabel 4 - Priser for implementering af virkemidler for kvælstof.

Type	Oplandsgennemsnit ¹⁾ Kr./kg N/år	Vægtet gennemsnit ²⁾ Kr./kg N/år
Ukloakerede ejendomme	2.100	1.900
Overløb fællessystem	11.600	9.300
Udløb separatsystem	5.000	5.200
Kommunale Renseanlæg	800	500
Industrielle Renseanlæg	2.200	1.200

¹⁾ Priser er udregnet ved først at tage gennemsnitsprisen for de enkelte kystoplande (NPV af omkostninger / NPV af N). Efterfølgende er der taget et gennemsnit af de beregnede gennemsnit for de enkelte kystoplande
Priser afrundet til nærmeste 100 kr.

²⁾ Prisen er udregnet ved at tage summen af NPV af samlede omkostninger for alle kystoplande divideret med summen med NPV af N effekten for alle kystoplande.
Priser afrundet til nærmeste 100 kr.

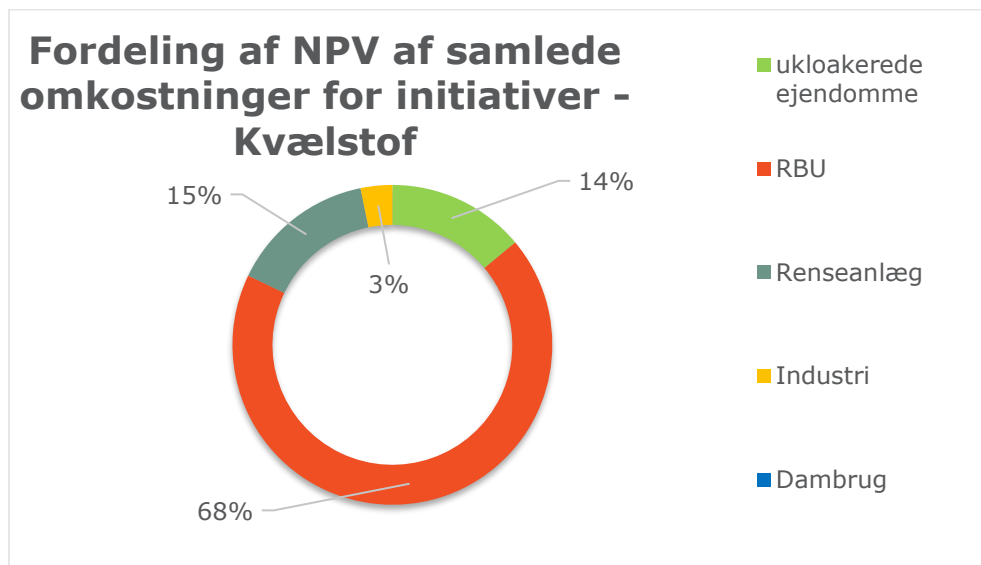
Det ses af Tabel 4 at de kommunale renseanlæg er de mest omkostningseffektive virkemidler for at reducere kvælstofbelastningen, efterfulgt af industrieanlæg og ukloakerede ejendomme. Overløb fra fællessystemer og udløb fra separatsystemer er derimod de mest omkostningstunge virkemidler til fjernelse af kvælstof, hvor det koster mere end 10 gange så meget af fjerne 1 kg kvælstof fra et overløb i forhold til et kommunalt renseanlæg. Det fremgår ligeledes af Tabel 4 at de kommunale renseanlæg er mest omkostningseffektive både som gennemsnit og vægtet gennemsnit. Det vægtede gennemsnit viser imidlertid, at der findes en række renseanlæg, hvor virkemidlerne er meget omkostningseffektive til fjernelse af yderligere kvælstofmængder.

I en helhedsbetragtning vil det derfor være mest oplagt at anvende de vægtede gennemsnit; mens det ved vurdering af indsatsen i et vilkårligt del-oplande vil være mere retvisende at se på oplandsgennemsnittet.

I forbindelse med nærværende projekt, er der estimeret et samlet reduktionspotentiale på ca. 510.000 kg kvælstof pr. år. De samlede økonomiske omkostninger forbundet hermed, beregnet som NPV over en 50-årig periode, vil være ca. 25,8 milliarder kr.

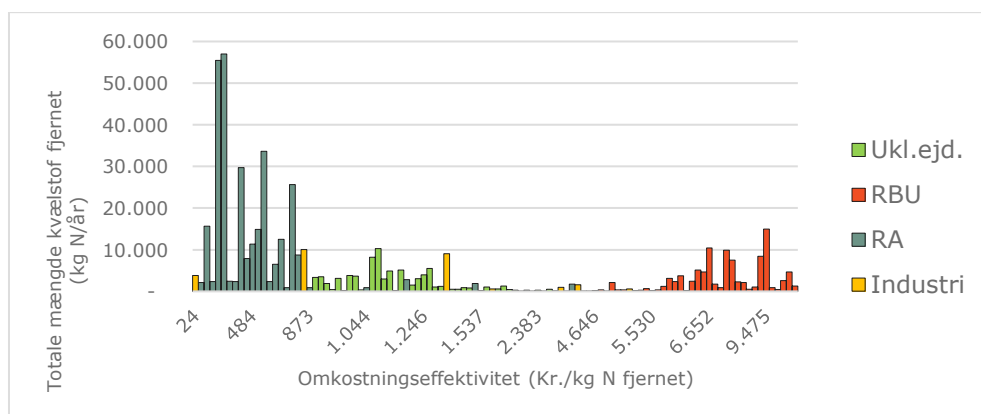
Fordeling af omkostningerne i forhold til punktkilder er illustreret i Figur 17.

Figur 17 – Fordeling af NPV af samlede omkostninger for implementering af virkemidler til reduktion af kvælstof, over en 50-årig periode.



Det fremgår af Figur 17, at udgifterne til nedbringelse af kvælstofudledningerne fra RBU udgør 68% af de samlede omkostninger. Dette skal imidlertid ses i sammenhæng med, at disse omkostninger kun bidrager med 5% reduktion i forhold til baselineudledningen af kvælstof. Det er derfor vigtigt også at medtage omkostningseffektiviteten beregnet som Kr./kg kvælstof fjernet, når de enkelte tiltag vurderes. Baseret på resultatskemaer kan dette opgøres for alle punktkilder i de del-oplande, der indgår i projektet. I Figur 18 er omkostningseffektiviteten opgjort i forhold til, hvor stort reduktionspotentialet er for den enkelte punktkilde.

Figur 18 - Omkostningseffektivitet sammenholdt med årlig mængde fjernet kvælstof, opgjort som den samlede pris for implementering af virkemidler over for enkelte punktkilder pr. kystopland.



Af Figur 18 ses at renselanlæg generelt er mest omkostningseffektive i forhold til kvælstofreduktion og at det samtidig er her det klart største potentiale findes for at reducere udledningen. Såvel RBU'er som ukloakerede ejendomme har også et ikke uvæsentligt potentiale for fjernelse af kvælstof, men som det fremgår af Figur 18 er de ukloakerede ejendomme langt mere omkostningseffektive end RBU'erne. For industrielle renselanlæg ses en relativt stor spredning; men som

det fremgår, findes der enkelte anlæg, der har et ikke uvæsentligt potentiale og hvor tiltag samtidig er ret omkostningseffektive.

7.1.2 Fosfor

Som gennemsnit af alle implementerede virkemidler i alle kystoplande viser de økonomiske analyser følgende priser for de forskellige punktkilder, se Tabel 5.

Tabel 5 - Priser for implementering af virkemidler for fosfor.

Type	Oplandsgennemsnit ¹⁾ Kr./kg P/år	Vægtet gennemsnit ²⁾ Kr./kg P/år
Ukloakerede ejendomme	7.000	6.000
Overløb fællessystem	63.000	55.000
Udløb separatsystem	20.000	21.000
Kommunale Renseanlæg	4.000	3.000
Industrielle Renseanlæg	8.000	10.000

¹⁾ Priser er udregnet ved først at tage gennemsnitsprisen for de enkelte kystoplande (NPV af omkostninger / NPV af P). Efterfølgende er der taget et gennemsnit af de beregnede gennemsnit for de enkelte kystoplande
Priser afrundet til nærmeste 1000 kr.

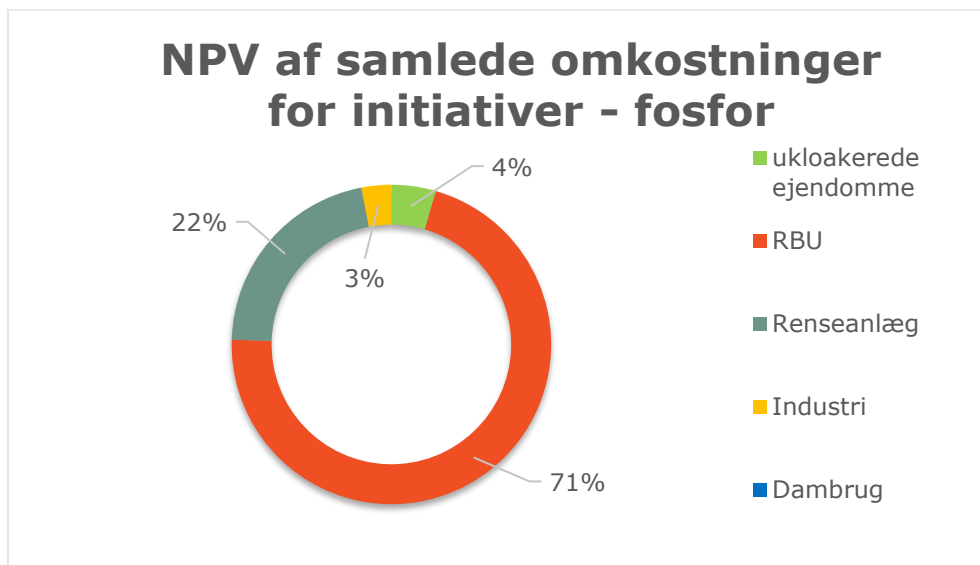
²⁾ Prisen er udregnet ved at tage summen af NPV af samlede omkostninger for alle kystoplande divideret med summen af NPV af N effekten for alle kystoplande.
Priser afrundet til nærmeste 1000 kr.

Som det fremgår af Tabel 5 er de kommunale renselanlæg også de mest omkostningseffektive i forhold til at reducere fosforbelastningen. Omkostningseffektiviteten for industrielle renselanlæg og for ukloakerede ejendomme er noget dårligere, ligesom potentialet for disse punktkilder er mindre. Overløb fra fællessystemer er de klart mest omkostningstunge virkemidler til fjernelse af fosfor, hvor det koster mere end 10 gange så meget af fjerne 1 kg fosfor fra et overløb i forhold fra et kommunalt renselanlæg.

I forbindelse med nærværende projekt, er der estimeret et samlet reduktionspotentiale på 100.000 kg fosfor pr. år. Betragtes et scenarie, hvor alle tiltag implementeres, vil NPV over en 50-årige periode være ca. 24 milliarder kr.

Fordeling af omkostningerne i forhold til punktkilder fremgår af Figur 19.

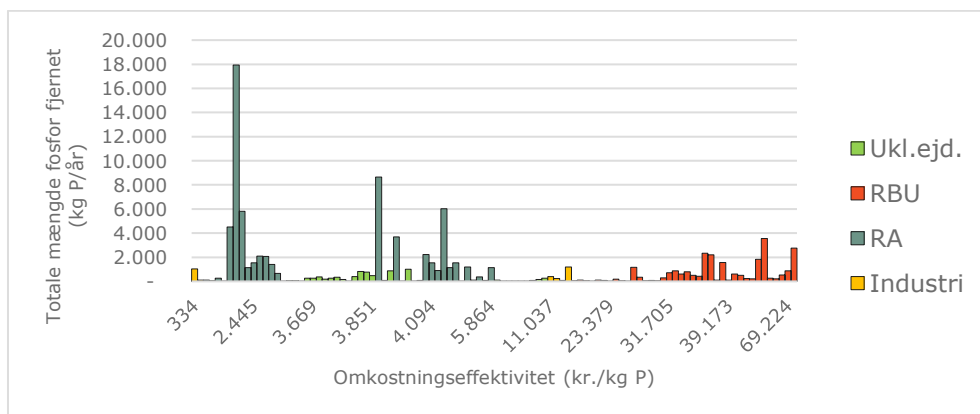
Figur 19 – Fordeling af NPV af samlede omkostninger for implementering af virkemidler til reduktion af fosfor, over en 50-årig periode.



Det fremgår af Figur 19, at udgifterne til nedbringelse af fosforudledningerne fra RBU udgør 71% af de samlede omkostninger. Dette skal imidlertid ses i sammenhæng med, at disse omkostninger kun bidrager med 10% reduktion i forhold til baselineudledningen af kvælstof.

Omkostningseffektiviteten for reduktion af fosforudledningerne opgjort i forhold til, hvor stort reduktionspotentialet er for den enkelte punktkilde, fremgår af Figur 20.

Figur 20 - Omkostningseffektivitet sammenholdt med årlig mængde fjernet fosfor, opgjort som den samlede pris for implementering af virkemidler overfor enkelte punktkilder pr. kystopland.



Af Figur 20 ses det at anvendelse af virkemidler på renseanlæg generelt har det største potentiale for reduktion af den udledte mængde fosfor og samtidig generelt er mest omkostningseffektive. Virkemidler over for RBU'er har også et vist potentiale for fjernelse af fosfor, men som det fremgår af Figur 20 medfører anvendelse af virkemidler på RBU'er meget store omkostninger og omkostningseffektiviteten bliver meget lav.

For industrielle renseanlæg ses der også i forhold til fosforreduktion en ret stor spredning på omkostningseffektiviteten. Ukloakerede ejendomme har et begrænset potentiale for fjernelse af fosfor; men dog med en fornuftig omkostningseffektivitet.

8 Sammenfatning

Formålet med nærværende rapport er at beregne reduktionspotentialerne på månedsbasis for spildevandsrelaterede kvælstof- og fosforudledninger fra punktkilder til kvælstof- og sæsonfølsomme kystvande. Reduktionspotentialerne anvendes i det videre modelarbejde i second opinion af vandområdeplanerne for tredje planperiode, hvor der bl.a. skal ses på om virkemidler overfor punktkilder kan bidrage til at reducere indsatsbehovet overfor kvælstof i kystvande. Der vil ikke kunne laves konklusioner på baggrund af resultaterne fra dette delprojekt.

Generelt kan det dog siges, at anvendelse af virkemidler til nedbringelse af udledninger af kvælstof og fosfor fra kommunale og industrielle renselanlæg er det økonomisk mest fordelagtige tiltag overfor punktkilder. For nogle deloplande er udledninger og dermed reduktionspotentialerne fra disse punktkilder imidlertid meget små eller nul.

De beregnede reduktionspotentialer for kvælstof og fosfor vil indgå i Second opinion-projektets videre arbejde med at fastlægge spildevandsvirkemidlernes effekt på indsatsbehovet for kvælstof i oplande til fosfor- og kvælstoffølsomme kystvande.

9 Resultatskema

Som nævnt i de foregående afsnit er resultaterne af nærværende analyse opsummeret i resultatskemaer for hvert del-opland. Nedenfor ses nogle eksempler på resultatskemaer.

Samtlige resultatskemaer er placeret i bilagsmappen.

9.1.1 Eksempel for kystopland 136, Rander Fjord, indre – Kvælstof

		Året										Vækstsæson		Vinter		
		Anvendt virkemiddel	Nuværende udledning kg N/år	Reduktions-potentiale kg N/år	Anlægs-investeringer kr.	Drifts- og vedligeholdelses-omkostninger kr/år	Reduktion (diskonteret) kg N	Omkostning i alt (diskonteret) kr.	Omkostninger pr. sparet N (disk.) kr/kg N/år	Omkostning pr. PE kr/PE	Omkostning pr. m3 kr/m3	Nuværende udledning kg N/år	Reduktions-potentiale kg/år	Nuværende udledning kg N/år	Reduktions-potentiale kg/år	
Ukloakerede ejendomme	Andet	Ja	1.148	486	1.020.000	30.600	12.261	2.535.781	206,8	1.516	38	670	284	478	203	
	Kolonihavehus	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Sommerhus	Ja	80	-	-	-	-	-	-	-	-	47	-	33	-	
	Spredt	Ja	27.190	12.337	189.660.000	5.689.800	311.113	471.506.114	1.515,5	1.663	41	15.861	7.197	11.329	5.140	
	I alt		28.418	12.823	190.680.000	5.720.400	323.374	474.041.895	1.465,9	1.637	40,8	16.577	7.480	11.841	5.343	
RBU	ikke oplyst	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	OV	Ja	9.185	2.183	519.194.551	2.595.973	55.056	584.659.313	10.619,4	-	-	5.358	1.274	3.827	910	
	OS	Ja	1.901	613	120.844.222	604.221	15.448	136.081.358	8.808,8	-	-	1.109	357	792	255	
	OF	Ja	2.431	277	118.946.992	594.735	6.984	133.944.908	19.177,5	-	-	1.418	162	1.013	115	
	OK	Ja	81	31	5.938.000	29.690	776	6.686.717	8.612,7	-	-	47	18	34	13	
	OSI	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	OVI	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SE	Ja	12.232	3.791	310.740.298	5.649.824	95.597	453.216.507	4.740,9	-	-	7.135	2.211	5.097	1.580	
	SF	Ja	24.173	8.039	680.148.792	12.366.342	202.715	992.000.914	4.893,6	-	-	14.101	4.689	10.072	3.349	
I alt		50.002	14.933	1.755.812.855	21.840.784	376.577	2.306.589.718	6.125,1	148	3,70	29.168	8.711	20.834	6.222		
Renseanlæg	Bassinanlæg	Ja	164	-	-	-	-	-	-	-	-	96	-	68	-	
	BS Biologisk sandfilter	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MB	Ja	845	-	-	-	-	-	-	-	-	421	-	424	-	
	MBK	Ja	1.455	1.143	3.150.000	677.250	28.816	20.714.571	718,8	-	-	725	569	731	574	
	MBN	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MBND	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MBNDK	Ja	128.648	53.654	222.923.000	4.337.010	1.353.026	366.672.984	271,0	-	-	63.627	26.536	65.022	27.118	
	MBNDKF	Ja	9.415	1.680	45.520.200	719.760	42.362	70.691.278	1.668,7	-	-	4.657	831	4.759	849	
	MBNDKL	Ja	1.979	-	-	-	-	-	-	-	-	979	-	1.000	-	
	MBNDKS	Ja	12.254	-	-	-	-	-	-	-	-	6.061	-	6.194	-	
	MBNF	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MBNK	Ja	10.135	1.459	8.400.000	966.000	36.799	34.055.891	925,5	-	-	5.047	727	5.088	733	
	MBNKF	Ja	335	-	-	-	-	-	-	-	-	167	-	168	-	
	MBNKL	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MBNL	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MBNS	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MBS	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mekanisk rens.	Ja	653	-	-	-	-	-	-	-	-	352	-	301	-		
MK	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Nedsivningsanlæg	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Rodzoeanlæg	Ja	369	-	-	-	-	-	-	-	-	184	-	185	-		
I alt		166.255	57.935	279.993.200	6.700.020	1.461.004	492.134.724	336,8	32	0,9	82.315	28.662	83.940	29.273		
Andet	Dambrug	Nej	35.122	-	-	-	-	-	-	-	-	20.001	-	15.121	-	
	Industri	Ja	5.152	1.578	88.150.000	1.353.705	39.788	135.882.323	3.415,1	-	-	3.005	920	2.147	657	
	I alt		40.274	1.578	88.150.000	1.353.704,9	39.788,4	135.882.322,6	3.415,1			23.006	920	17.268	657	
Total		284.949	87.269	2.314.636.055	35.614.909	2.200.743,3	3.408.648.660	1.548,9			151.066	45.774	133.883	41.495		

9.1.2 Eksempel for kystoplund 136, Rander Fjord, indre – Fosfor

		Året										Vækstsæson		Vinter		
		Anvendt virkemiddel	Nuværende udledning kg P/år	Reduktions-potentiale kg P/år	Anlægs-investeringer kr.	Drifts- og vedligeholdelses-omkostninger kr/år	Reduktion (diskonteret) kg P	Omkostning i alt (diskonteret) kr.	Omkostninger pr. sparet P (disk.) kr/kg P/år	Omkostning pr. PE kr/PE	Omkostning pr. m3 kr/m3	Nuværende udledning kg P/år	Reduktions-potentiale kg P/år	Nuværende udledning kg/år	Reduktions-potentiale kg/år	
Uklokerede ejendomme	Andet	Ja	225	19	975.000	60.000	481	3.549.241	7.386	2.122	53	131	11	94	8	
	Kolonihavehus	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Sommerhus	Ja	10	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	4	-	
	Spredt	Ja	3.691	83	30.875.000	1.900.000	2.090	112.392.642	53.764	396	10	2.153	48	1.538	35	
	I alt		3.925	102	31.850.000	1.960.000	2.571	115.941.884	45.096	400	10,0	2.290	59	1.635	42	
RBU	ikke oplyst	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	OV	Ja	1.305	307	452.346.060	2.261.730	7.736	509.381.957	65.841	-	-	761	179	544	128	
	OS	Ja	293	94	112.248.810	561.244	2.379	126.402.159	53.130	-	-	171	55	122	39	
	OF	Ja	404	46	105.339.136	526.696	1.158	118.621.250	102.448	-	-	236	27	168	19	
	OK	Ja	10	4	4.957.600	24.788	90	5.582.699	61.887	-	-	6	2	4	1	
	OSI	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	OVI	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SE	Ja	1.855	1.034	310.740.298	5.649.824	26.087	453.216.507	17.374	-	-	1.082	603	773	431	
	SF	Ja	3.749	2.065	680.148.792	12.366.342	52.064	992.000.914	19.053	-	-	2.187	1.204	1.562	860	
	UR	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I alt		7.616	3.550	1.665.780.696	21.390.623	89.515	2.205.205.487	24.635	142	3,5	4.443	2.071	3.173	1.479		
Renseanlæg	Bassinanlæg	Ja	33	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-	14	-	
	BS Biologisk sandfilter	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MB	Ja	181	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	81	-	
	MBK	Ja	47	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	21	-	
	MBN	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MBND	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MBNDK	Ja	7.251	3.032	73.670.480	10.462.277	76.453	348.868.009	4.563	-	-	4.024	1.683	3.226	1.349	
	MBNDKF	Ja	450	-	-	-	-	-	-	-	-	250	-	200	-	
	MBNDKL	Ja	302	-	-	-	-	-	-	-	-	168	-	135	-	
	MBNDKS	Ja	657	-	-	-	-	-	-	-	-	365	-	292	-	
	MBNF	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MBNK	Ja	680	66	5.500.000	662.500	1.661	23.055.035	13.881	-	-	377	37	303	29	
	MBNKF	Ja	48	-	-	-	-	-	-	-	-	27	-	21	-	
	MBNKL	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MBNL	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MBNS	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	MBS	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Mekanisk rens.	Ja	133	-	-	-	-	-	-	-	-	75	-	57	-	
MK	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Nedsivningsanlæg	Ja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Rodzoonanlæg	Ja	79	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-	35	-		
I alt		9.860	3.098	79.170.480	11.124.777	78.114	371.923.044	4.761	24	0,7	5.475	1.719	4.385	1.378		
Andet	Dambrug	Nej	2.807	-	-	-	-	-	-	-	-	1.627	-	1.180	-	
	Industri	Ja	206	-	-	-	-	-	-	-	-	120	-	86	-	
	I alt		3.013	-	-	-	-	-	-	-	-	1.747	-	1.266	-	
Total		24.415	6.749	1.776.801.176	34.475.401	170.200	2.693.070.414	15.823			13.955	3.849	10.460	2.900		

10 Litteraturhenvisninger

/1/ (Erichsen et al. 2021a)

Erichsen AC, Timmermann K, Larsen TC, Nielsen SEB, Christensen J & Markager S. (2021a). Application of the Danish EPA's Marine Model Complex and Development of a Method Applicable for the River Basin Management Plans 2021-2027. Scenario Summary. DHI-rapport (projektnummer 11822953)

/2/ (Erichsen et al. 2021b)

Erichsen AC, Nielsen SEB, Timmermann K, Højberg A, Eriksen J & Pedersen BF. (2021b). Muligheder for optimeret regulering af N- og Ptilførslen til kystvandene med fokus på tilførslen i sommerhalvåret. Analyse og kvantificering. DHI-rapport (projektnummer 11824516).

/3/ (Miljøstyrelsen 2019)

Miljøstyrelsen (2019). Virkemidler over for punktkilder. Publiceret af Miljøstyrelsen.

/4/ (COWI 2017)

COWI (2017). Udarbejdelse af spildevandsindsatsprogrammer til reduktion af kvælstofbelastningen i 4 spildevandsbelastede kystoplande. Udarbejdet for SVANA.

/5/ (Spildevandsbekendtgørelsen 2021)

Spildevandsbekendtgørelsen (BEK nr. 1393 af 21/06/2021). Bekendtgørelse om spildevandstilladelse m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 44.

[Spildevandsbekendtgørelsen \(retsinformation.dk\)](https://retsinformation.dk/retsinformation/1393)

/6/ (Miljøstyrelsen 2022)

Miljøstyrelsen (oktober 2022). Undersøgelse af månedsvariation for stofudledning fra renseanlæg (samt ferskvandsdambrug og industri). Miljøstyrelsen (ikke publiceret)

/7/ (Miljøministeriet 2021)

Miljøministeriet - Departementet (december 2021). Forslag til vandområdeplanerne 2021-2027. Publiceret af Miljøministeriet.