



KVÆLSTOFINDSATSEN I OPLANDET TIL NORSMINDE FJORD

Kan den målrettede regulering erstattes af en øget kollektiv indsats?



KVÆLSTOFINDSATSEN I OPLANDET
TIL NORSMINDE FJORD
*Kan den målrettede regulering erstattes
af en øget kollektiv indsats?*

er udgivet af

SEGES P/S
Agro Food Park 15
8200 Aarhus N
8740 5000
seges.dk

FORFATTERE

Mette Langgaard Jensen, SEGES Planter & Miljø
Camilla Husted Vestergaard, SEGES Planter & Miljø
Rasmus Mohr Mortensen, SEGES Planter & Miljø
Flemming Gertz, SEGES, Planter & Miljø
Irene Asta Wiborg, SEGES Planter & Miljø

REDAKTØR

Søren Kolind Hvid, SEGES Planter & Miljø

FOTO

Frans Novak Knudsen, Fulden Film

September 2016

INDHOLD

INDLEDNING	2
SAMMENDRAG OG KONKLUSIONER	3
1 DE KOMMENDE ÅRS KVÆLSTOFINDSATS	5
2 NORSMINDE FJORD OPLANDET	6
2.1 JORDBUND	7
2.2 AFGRØDER OG HUSDYRHOLD	8
2.3 GRUNDVAND OG INDSATSPLANER.....	9
3 KVÆLSTOFUDLEDNINGEN TIL NORSMINDE FJORD 2012	11
4 BASELINE 2021 FOR NORSMINDE FJORD	13
4.1 BEMÆRKNINGER TIL DE FORVENTEDE BASELINEEFFEKTER.....	13
4.2 BASELINE 2021 FORDELT PÅ KILDER	14
5 INDSATSKRAV I NORSMINDE FJORD OPLANDET	15
5.1 BEHOV FOR FORBEDRET ANALYSE AF INDSATSBEHOV	15
5.2 OVERSIGT OVER DET AKTUELLE INDSATSKRAV OG FORVENTEDE KVÆLSTOFINDSATSER	16
6 MÅLRETTET REGULERING I NORSMINDE FJORD OPLANDET	18
7 POTENTIET OPLANDSAREAL FOR MINIVÅDOMRÅDER	20
7.1 KVÆLSTOFRETENTION MELLEMLØB OG FJORD	20
7.2 DRÆNEDE AREALER	20
7.3 POTENTIELLE DRÆNOPLANDE FOR MINIVÅDOMRÅDER	21
8 KVÆLSTOFUDLEDNING Gennem DRÆN	24
8.1 MÅLINGER AF KVÆLSTOFUDLEDNING Gennem DRÆN	24
8.2 KONCENTRATIONER AF KVÆLSTOF I DRÆNVAND	24
8.3 KVÆLSTOFKONCENTRATION I VANDLØBSVAND	25
9 POTENTIALE FOR KVÆLSTOFFJERNELSE MED MINIVÅDOMRÅDER	26
10 DRÆNVIRKEMIDLER	28
11 STRATEGI FOR KVÆLSTOFINDSATS MED DRÆNVIRKEMIDLER	30
12 REFERENCER	31
BILAG 1. KVÆLSTOFRETENTION I NORSMINDE FJORD OPLANDET	32

INDLEDNING

Denne rapport er udarbejdet af SEGES for at belyse, om det i oplandet til Norsminde Fjord er muligt at erstatte den planlagte målrettede kvælstofregulering, der i stort omfang vil medføre restriktioner på dyrkningsfladen med en øget kollektiv indsats med frivillige varige virkemidler, herunder især minivådområder.

Det har betydning for landmændenes produktionsvilkår, om kravet til reduktion af kvælstofudledningen til Norsminde Fjord, der fremgår af Vandområdeplanen, opnås gennem en obligatorisk regulering med restriktioner på dyrkningsfladen, f.eks. reduceret kvælstoftilførsel og efterafgrøder, eller gennem en frivillig indsats bestående af varige tiltag i randen af dyrkningsfladen som minivådområder og andre drænvirkemidler.

Rapporten skal danne grundlag for at drøfte den fremtidige kvælstofindsats i Norsminde Fjord oplandet med hensyn til valg og placering af virkemidler. Den krævede kvælstofindsats, jf. Vandområdeplanen, er meget betydelig og vil være forbundet med store omkostninger og langsigtede investeringer, hvis målsætningerne skal nås.

Et minivådområde skal virke og afskrives over mange år. Etablering af vådområder i ådale og skovrejsning er permanente løsninger. Derfor skal indsatsen og valget af virkemidler vurderes i et langt perspektiv. Det handler om, hvilke virkemidler, der kan give de ønskede effekter og er omkostningseffektive, samt kan sikre landbruget så rentable produktionsvilkår som muligt.

Denne rapport omhandler potentialet i forskellige kvælstofvirkemidler, herunder især minivådområder og andre drænvirkemidler.

Det faglige grundlag for målsætningen for reduktion af kvælstofudledningen til Norsminde Fjord er behandlet kortfattet. Det kan stærkt anbefales, at der bliver foretaget en særskilt og nøjere analyse af det faglige grundlag for fastsættelsen af indsatskravene. Det er ikke mindst påkrævet i betragtning af, at fjorden er en delvis inddæmmet, lavvandet slusefjord med kort opholdstid for det udstrømmende vand fra oplandet.

Rapporten forholder sig ikke nærmere til det faglige grundlag for den planlagte indsats for drikkevandsbeskyttelse i oplandet.

Rapporten er udarbejdet med bidrag fra kommuner og landbrugsrådgivere, der kender oplandet. Beregningerne er grundlæggende baseret på de reviderede vandområdeplaner 2015-2021 (Miljø- og Fødevareministeriet, 2016) og virkemiddelkataloget (Eriksen et al., 2014) samt resultater fra en række projekter, der er gennemført i Norsminde Fjord oplandet. Derudover har SEGES foretaget egne beregninger og vurderinger, hvor det har været nødvendigt for at kunne udarbejde rapporten.

Arbejdet med rapporten er baseret på en række personlige henvendelser, litteratursøgninger og GIS-data. GIS-lagene er indhentet fra kortforsyningen, GEUS, Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning (tidligere Naturstyrelsen), NaturErhvervstyrelsen, Aarhus Universitet (DCE og DCA), Aarhus Kommune og Odder Kommune. Kort fra rapporten kan genfindes i stor udgave på www.LandbrugsInfo.dk

SAMMENDRAG OG KONKLUSIONER

Oplandet til Norsminde Fjord har overvejende god og dyrkningssikker landbrugsjord. Det meste af det dyrkede areal er lerjord. Landbrugsproduktionen er domineret af salgsafgrøder og svineproduktion.

Norsminde Fjord er lavvandet og delvis inddæmmet. Fjorden har en højvandssluse. På grund af fjordens ringe vandvolumen er der en hurtig vandudskiftning. Beregningen af kravene til reduktion af kvælstofudledningen til fjorden er baseret på meta-analyser, dvs., at der er anvendt generelle sammenhænge uden brug af konkrete data for tilførsler af næringsstoffer og den responderende tilstand i fjorden. Det betyder, at kravene er behæftet med betydelig usikkerhed. SEGES vurderer, at det er afgørende, at der laves en modelberegning af udviklingen i fjordens tilstand, som omfatter både kvælstof og fosfor samt inkluderer betydningen af vandets korte opholdstid i fjorden. En sådan analyse er også vigtig for prioriteringen af virkemidler.

Ifølge Vandområdeplanen er kvælstofudledningen til Norsminde Fjord i 2012 opgjort til 142 ton. Baseline udledningen i 2021 er beregnet til 132,1 ton N, hvoraf kvælstofudledningen fra landbrugsarealer inkl. baggrundsbidraget er opgjort til 113,5 ton, hvilket svarer til 86 % af den samlede kvælstofudledning. Det bemærkes, at der er usikkerheder ved tallene, bl.a. er den beregnede marginaludvaskning på 18 % formentlig lavere i et område som Norsminde Fjord, hvor jorden er meget dyrkningssikker. Der kan derfor være en fejl i beregningen af baseline.

Kvælstofudledningen fra landbrugsarealer i omdrift (ved baseline 2021) vil i gennemsnit være ca. 17 kg N pr. ha. Den gennemsnitlige kvælstofretention i oplandet er beregnet til 62 %. Under forudsætning af, at det er korrekt, så er kvælstofudvaskningen fra rodzonen på arealer i omdrift i gennemsnit ca. 45 kg N/ha.

Ifølge Vandområdeplanen skal den samlede kvælstofudledning reduceres til 62 ton N (målbelastningen). Det er en reduktion på 70,1 ton N eller 53 % i forhold til baseline 2021. Kvælstofudledningen skal reduceres med 37,1 ton N inden 2021. De resterende 33 ton N er udskudt til 3. vandplanperiode. Det samlede reduktionsmål på 70,1 ton svarer til en reduktion af den landbrugsbetingede kvælstofudledning med 78 %. Et så stort reduktionskrav kan ikke opfyldes med frivillige, kollektive indsatser. Det vil kræve en voldsom reduktion i landbrugsproduktionen. Det er et ekstremt reduktionskrav, som må give anledning til at genoverveje, om den ensidige fokus på reduktion af kvælstofudledningen til fjorden er den rigtige vej at gå.

Ud af de 37,1 ton N, som udledningen skal reduceres med inden 2021, skal frivillige, kollektive indsatser bidrage med en reduktion på 16,6 ton N og den obligatoriske, målrettede regulering skal reducere kvælstofudledningen med 17,9 ton N. I Vandområdeplanen forventes det, at de kollektive indsatser er nye vådområder i ådale (9,3 ton N), lavbundsprojekter (0,9 ton N), minivådområder (5,5 ton N) og skovrejsning (0,9 ton N). Det fremgår ikke af Vandområdeplanen på hvilket grundlag størrelsen af disse indsatser er fastlagt.

Den obligatoriske, målrettede regulering, der i stort omfang vil kræve virkemidler på dyrkningsfladen, skal resultere i en reduktion af udledningen på 2,7 kg N/ha dyrket areal i omdrift. Det svarer til en reduktion af udvaskningen fra rodzonen på 7,2 kg N/ha.

Beregninger baseret på en marginaludvaskning på 18 % viser, at den ønskede effekt af målrettet regulering kræver en reduktion af kvælstoftilførslen på ca. 21 %. Det vil give et økonomisk tab på ca. 1.000 kr. pr. ha. Den krævede effekt kan i stedet opnås med ekstra efterafgrøder på ca. 30 % af arealet; men det er ikke muligt at øge arealet med efterafgrøder uden sædskifteændringer fra vintersæd til vårsæd. Det økonomiske tab ved den løsning er beregnet til 840-1.140 kr./ha på det samlede areal. Det samlede tab i oplandet ved

den målrettede regulering vil blive ca. 6,5 mio. kr. pr. år. Ifølge Fødevarer- og landbrugspakken skal der indføres en ordning, der kompenserer landmændene økonomisk for den målrettede regulering.

SEGES har estimeret, at mindst 4.500 ha i omdrift er drænet, svarende til 70 % af det samlede areal i omdrift i oplandet. SEGES har også estimeret, at den gennemsnitlige kvælstofudledning via dræn er ca. 18 kg N pr. ha. Det betyder, at ca. 74 % af den samlede kvælstofudledning fra alle landbrugsarealerne i oplandet sker via dræn. En kvælstofindsats med drænvirkemidler kan derfor potentielt få stor effekt.

Norsminde Fjord oplandet består af seks ID15 deloplande. Alle deloplande er relevante som indsatsområder for drænvirkemidler. Den gennemsnitlige kvælstofretention i hovedvandløbene i oplandet er kun ca. fire % ifølge retentionskortet. Drænvirkemidler vil være effektive, uanset hvilket delopland de placeres i. Ud af de 4.500 ha drænet omdriftsareal, er der imidlertid betydelige arealer, der af forskellige grunde ikke er egnede til minivådområder. Der er f.eks. ca. 700 ha, der afvander direkte til et nyetableret vådområde, hvor der allerede sker en stor kvælstoffjernelse ved afbrydning af dræn i kanten af vådområdet.

SEGES har estimeret, at minivådområder med åbne bassiner i gennemsnit i Norsminde Fjord oplandet kan reducere kvælstofudledning med 5 kg N pr. ha drænoiland svarende til 500 kg N pr. ha minivådområde, når minivådområdet udgør 1 % af drænoilandet til minivådområderne.

SEGES har estimeret, at det teknisk set er muligt at etablere minivådområder i et omfang, så halvdelen af oplandets drænvand ledes gennem minivådområder med åbne bassiner. Det vil i alt kunne reducere kvælstofudledningen med 11,3 ton N. Det vil medføre et restindsatsbehov under den målrettede regulering på 12,1 ton N svarende til 68 % af det oprindelige krav til den målrettede regulering. Minivådområder med åbne bassiner har altså ikke en tilstrækkelig effekt, så de kan erstatte den reduktion i udledningen, der skal opnås gennem målrettet regulering. Miljøeffekten af drænvirkemidler er dog reelt større end det kvantitativt fremgår, da effekten indtræder mere optimalt i forhold til hvornår der er algevækst i fjorden.

En kombination af minivådområder og andre drænvirkemidler med virkemidler på dyrkningsfladen vil medføre en forringet omkostningseffektivitet i kvælstofindsatsen, da virkemidlernes effekter hver for sig ikke er fuldt ud additive. Det samme kvælstof kan med andre ord ikke fjernes to gange.

Hvis drænvirkemidler helt skal erstatte den målrettede regulering på dyrkningsfladen i 2021, er en renseeffekt i forhold til den samlede udledning af kvælstof gennem dræn på 29 % nødvendig. Hvis man skal nå dette mål, kan minivådområder med åbne bassiner ikke stå alene. Det vil være nødvendigt at anvende en vifte af drænvirkemidler, herunder minivådområder med filtermatrice, afbrydning af dræn og intelligente bufferzoner. Det vil endvidere være nødvendigt med en indsats i forhold til næsten alle større drænudløb.

I vurderingen af virkemidlernes miljøeffekt bør også effekten på udledningen af fosfor og den tidsmæssige fordeling af effekten på udledningen af kvælstof indgå. Det taler også for at anvende drænvirkemidler frem for virkemidler på dyrkningsfladen.

Potentialet i drænvirkemidler er stort i oplandet til Norsminde Fjord. SEGES vurderer, at det ikke er muligt at reducere kvælstofudledningen så meget med drænvirkemidler, at det helt kan erstatte den målrettede regulering på dyrkningsfladen med allerede godkendte drænvirkemidler. Men inkluderes brugen af drænvirkemidler, der pt. ikke er endeligt godkendte, ser det ud til, at man vil kunne erstatte den målrettede regulering med sådanne varige indsatser. Det vil dog være en meget stor opgave at nå så langt, og det vil kræve at anvendelsen af minivådområder og andre drænvirkemidler optimeres maksimalt.

1 DE KOMMENDE ÅRS KVÆLSTOFINDSATS

De endelige vandområdeplaner for perioden 2015-21 blev offentliggjort i juni 2016. I Vandområdeplanerne er beskrevet den forventede kvælstofindsats frem mod 2021 i de enkelte vandoplande og samlet for hele landet. Det er planen, at de kommende års kvælstofindsats foregår i to forskellige spor.

Det ene spor er baseret på frivillige, kollektive indsatser. Virkemidler, der indgår i dette spor, er varige tiltag som vådområder i ådale, lavbundsprojekter, skovrejsning og minivådområder. De kollektive indsatser planlægges gennemført gennem frivillige aftaler med lodsejerne og mod fuld økonomisk kompensation.

Det andet spor i kvælstofindsatsen er den såkaldte målrettede regulering. Målrretningen består i, at den målrettede regulering kun gennemføres i de vandoplande, hvor der ifølge Vandområdeplanerne er et behov i forhold til miljømålsætningerne. Den endelige udformning af den målrettede regulering kendes endnu ikke; men den bliver obligatorisk for alle landmænd i de berørte vandoplande. Den målrettede regulering vil medføre krav om virkemidler på dyrkningsfladen. Der bliver frihed for den enkelte landmand til at vælge mellem en række virkemidler. Der vil kunne vælges mellem reduceret kvælstoftilførsel, efterafgrøder, mellemafgrøder, tidlig såning, randzoner, lavskov, braklægning og måske også andre virkemidler. Ifølge Fødevarer- og Landbrugspakken skal der etableres en ordning, som kompenserer bedrifterne økonomisk for omkostninger forbundet med den målrettede regulering.

Det fremgår af Vandområdeplanerne, at indsatsbehovet på landsplan for reduktion af kvælstofudledningen er 13.100 ton N. Heraf skal der opnås en reduktion på 6.900 ton N frem mod 2021. De resterende 6.200 ton N er udskudt til 3. vandplanperiode efter 2021. Vandområdeplanerne lægger op til, at cirka halvdelen af indsatsen frem mod 2021 skal bestå af kollektive indsatser og den anden halvdel af målrettet regulering. Der vil være vandoplande, hvor man kan "nøjes" med at gennemføre kollektive indsatser, men i de fleste vandoplande skal der både gennemføres en kollektiv indsats, der er frivillig for den enkelte lodsejer, og en målrettet regulering, der er obligatorisk. Det er også forventningen i Norsminde Fjord oplandet.

Der skal gennemføres et internationalt review af den danske vandmiljøindsats for at vurdere, om det er nødvendigt at gennemføre den kvælstofindsats, der foreløbig er udskudt til 3. vandplanperiode, for at nå miljømålsætningerne for det marine vandmiljø.

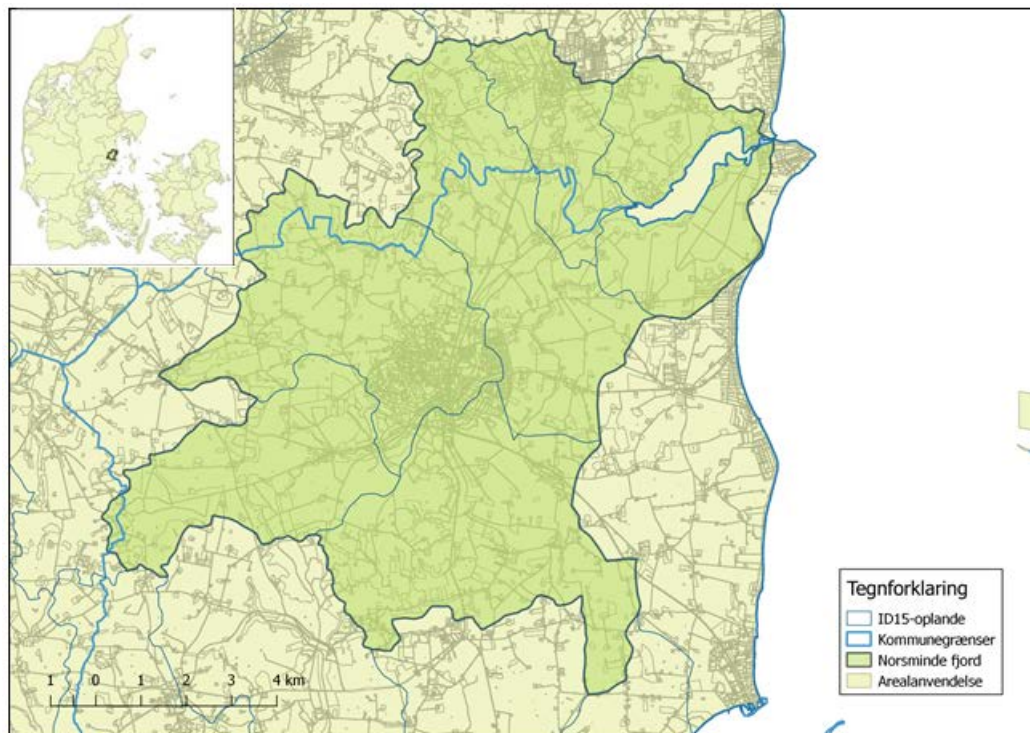
Tabel 1-1 Oversigt over kvælstofindsatsen på landsplan frem mod 2021 opgjort som reduceret udledning af kvælstof til det marine vandmiljø, ton N (Vandområdeplanerne).

Samlet indsatsbehov	Udskudt indsats	Indsats til 2021 i alt	Kollektive indsatser (frivillige)				Miljøfokusområder	Målrettet regulering obligatorisk	Spildevandsrensning
			Våd områder	Lavbundsprojekter	Minivådområder	Skovrejsning			
13.100	6.200	6.900	1.253	150	900	150	866	3.513	44

Det skal bemærkes, at fordelingen af indsatsen på virkemidler ikke ligger fast. Det vil afhænge af, hvad der er muligt at gennemføre i det enkelte vandopland. Den overordnede fordeling af kvælstofindsatsen på henholdsvis en kollektiv indsats, der er baseret på frivillige virkemidler, og en målrettet regulering, der er obligatorisk, er heller ikke nødvendigvis fast. Derfor er det i mange vandoplande aktuelt at vurdere og drøfte, hvilken fordeling af indsatsen, der er mest hensigtsmæssig og omkostningseffektiv. Denne rapport er udarbejdet som et bidrag til disse overvejelser for Norsminde Fjord oplandet.

2 NORSMINDE FJORD OPLANDET

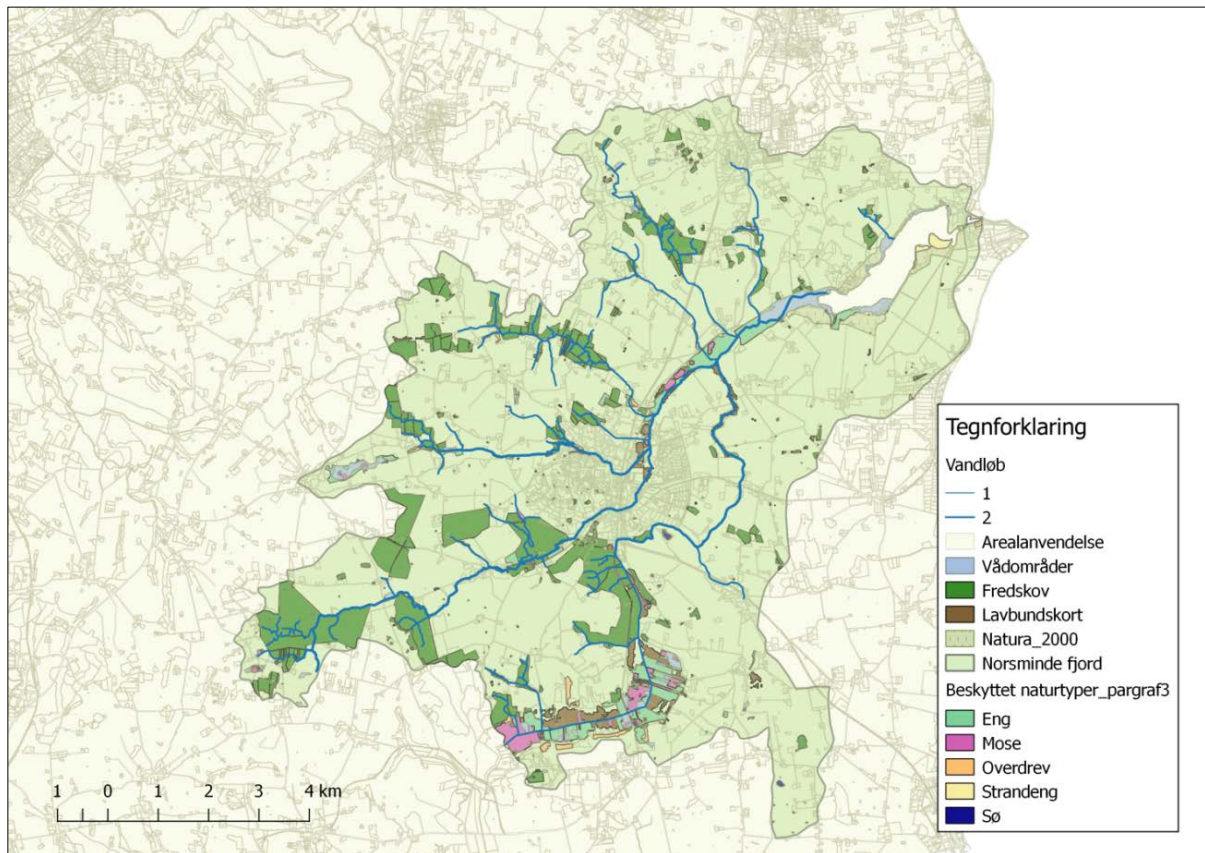
Norsminde Fjord oplandet udgør et delopland til hovedvandopland Horsens Fjord, og dækker et areal på 10.864 ha, hvoraf landbrugsarealet udgør 7.457 ha (data fra 2011). Oplandet ligger i både Aarhus og Odder Kommune, samt en ubetydelig del af Horsens Kommune (Figur 2-1).



Figur 2-1. Placering af oplandet til Norsminde Fjord. Det meste af oplandet ligger inden for Odder Kommune, mens den nordlige del ligger i Aarhus Kommune og få hektar i Horsens Kommune. Endvidere ses de seks ID15 deloplande, som oplandet er inddelt i.

Området omkring Norsminde Fjord udgøres af kuperet terræn skabt under sidste istid for omkring 11.500 år siden. Fjorden er relativt lavvandet og ligger i en tunneldal skabt i samme periode. Næsten halvdelen af fjorden (170 ha) er inddæmmet tilbage i 1832. I perioden fra 1953-1957 blev der gjort forsøg på at tørlægge fjorden, men projektet blev ikke gennemført. I stedet blev der i 1964 færdigbygget en højvandsssluse ved Norsminde Havn, som sikrer lavtliggende marker og enge mod oversvømmelse (Oplandsrådet for Norsminde Fjord, 2016).

Gennem oplandet strømmer 97,6 km vandløb, hvor 70 % er klassificeret som type 1 vandløb (0-2 m brede vandløb) og 30 % er klassificeret som type 2 vandløb (2-10 m brede vandløb). I oplandet ligger 1.138 ha fredskov, 113 ha vådområde og 373 ha lavbundsareal. 195 ha er blevet udpeget som Natura 2000-område. Der er ligeledes 422 ha beskyttet § 3 natur, som er fordelt på henholdsvis 236 ha eng, 104 ha mose, 26 ha overdrev, 34 ha strandeng og 22 ha søer (Figur 2-2). Ofte overlapper flere af § 3- og Natura 2000-arealerne hinanden.



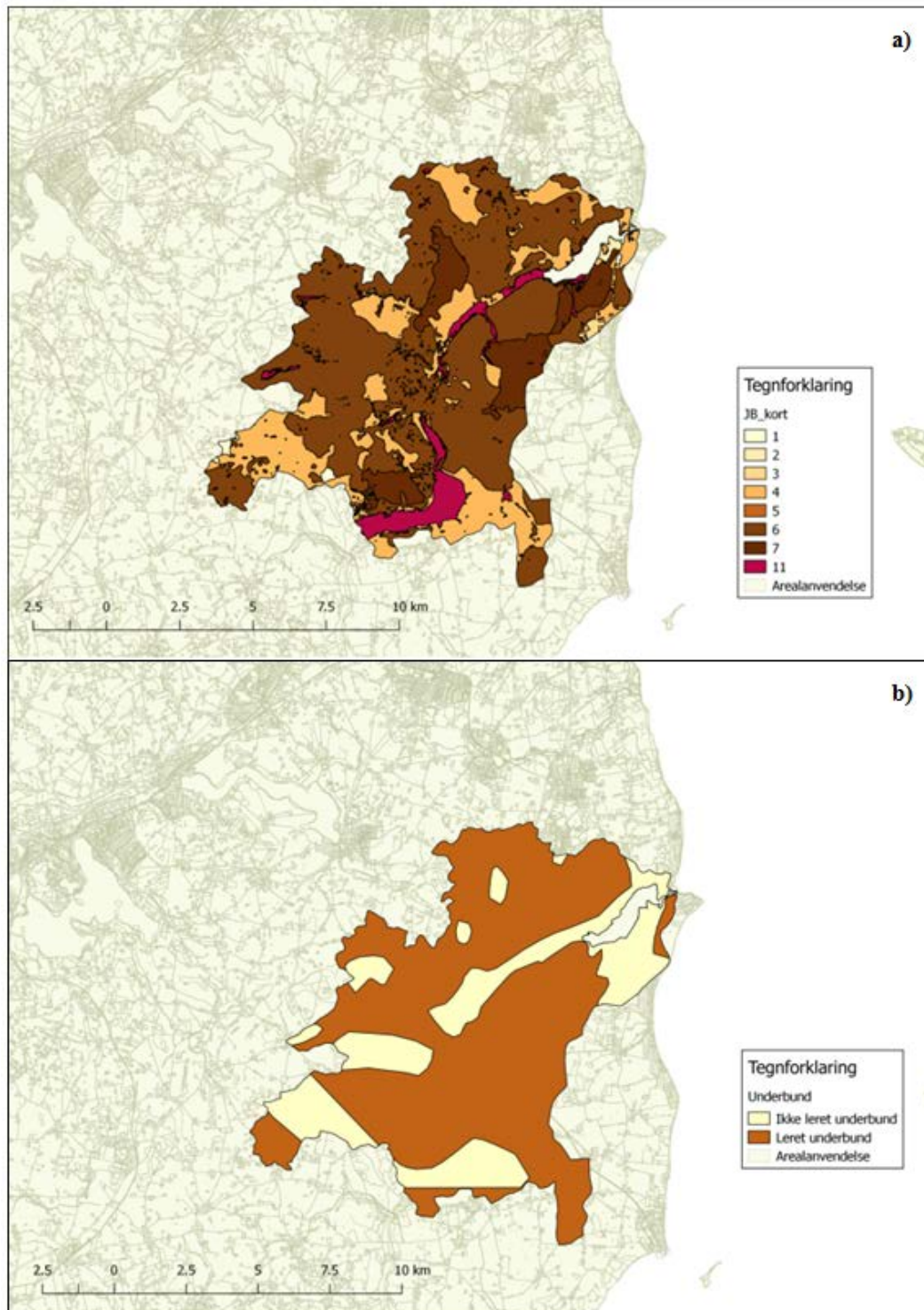
Figur 2-2. Vandløb og naturtyper i oplandet til Norsminde Fjord.

2.1 Jordbund

JB 6 er den dominerende jordtype på det dyrkede areal, der er i omdrift i oplandet til Norsminde Fjord. På lavbundsarealerne er der noget humusjord (JB 11), som har et højt indhold af organisk materiale (Figur 2-3 a). Underjorden i 1 meters dybde er overvejende leret, men omkring en fjerdedel af arealet har sandet underjord (Figur 2-3 b). På arealer med leret underjord er der typisk drænet, hvorimod de udrænedede arealer i oplandet overvejende findes, hvor underjorden er sandet, og den naturlige dræning dermed er god.

Tabel 1-2 Det dyrkede areal i Norsminde Fjord oplandet fordelt på jordtyper ifølge Jordbundskortet.

Jordtype	Ha	%
JB 3	69	1
JB 4	710	9
JB 5	259	3
JB 6	5.702	76
JB 7	437	6
JB 11	306	4
	7.483	100



Figur 2-3. Fordeling af jordtyper i a) pløjelaget (JB klassificeringen) og i b) underjorden i Norsminde Fjord oplandet.

2.2 Afgrøder og husdyrhold

Husdyrproduktionen er domineret af slagtesvin og smågrise og svinebedrifterne ligger spredt i hele oplandet. Der er kun to større malkekvægbesætninger i oplandet samt mindre besætninger med kødkvæg.

I Norsminde Fjord oplandet er der sket et mindre fald i husdyrbestanden fra 2007 til 2015. Dyretætheden er i gennemsnit ca. 0,9 DE/ha for oplandet eller lidt under landsgennemsnittet.

Vinterhvede er den dominerende afgrøde. På den dyrkningssikre jord, der er typisk for oplandet, er vinterhvede til svinefoder ofte den økonomisk bedste afgrøde. Afgrødevalget har betydning for det potentielle areal med efterafgrøder og andre virkemidler, hvilket er behandlet senere i rapporten.

Tabel 2-1. Afgrødefordelingen i Norsminde Fjord oplandet (GLR data 2015).

Afgrøder	Ha	%
Vårbyg og anden vårsæd	835	11
Vinterbyg	861	12
Vinterhvede	3.662	50
Vinterrug og Triticale	182	2
Vinterraps	507	7
Frøgræs	200	3
Silomajs	94	1
Kløvergræs og græs i omdrift	347	5
Permanent græs	511	7
Juletræer	52	1
Andet	132	2
	7.383	100

2.3 Grundvand og indsatsplaner

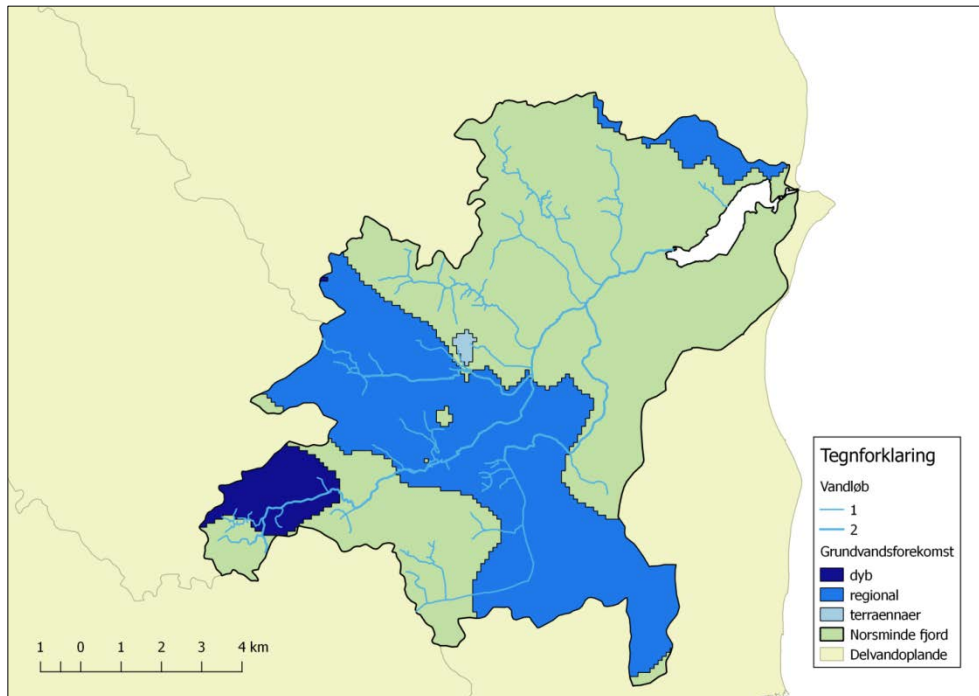
Figur 2-4 viser grundvandsforekomster fordelt på terrænnære (31 ha), regionale (3.792 ha) og dybe grundvandsforekomster (444 ha) i Norsminde Fjord oplandet. Både terrænnære og regionale grundvandsforekomster har kontakt til søer, vandløb og vådområder. Dybe grundvandsforekomster har derimod ingen kontakt til vandløb, søer eller vådområder (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2016).

Figur 2-5 viser, hvor Aarhus Kommune og Odder Kommune indvinder grundvand i Norsminde Fjord oplandet. I Aarhus Kommune registreres indvindingen som en zone, mens Odder Kommune viser indvindingen i form af vandværker. Aarhus Kommune beregner den gennemsnitlige udvaskning fra rodzonen for hvert dyrkningsår ud fra en simpel kvælstofbalance. Hvis nitratudvaskningen i indvindingszonen overstiger 50 mg nitrat pr. liter, informeres vandværkerne om et reduktionsmål. I samarbejde med de berørte parter (vandværker og lodsejere) fastsættes en tidsfrist for indgåelse af frivillige dyrkningsaftaler. Hvis vandværkerne og lodsejerne ikke har indgået en aftale inden for tidsfristen, har Aarhus Kommune vedtaget at pålægge dyrkningsrestriktioner efter miljøbeskyttelsesloven § 26 mod fuld erstatning (personlig meddelelse, Aarhus Kommune, 2016). Der er en tvist mellem parterne, som ikke er afklaret.

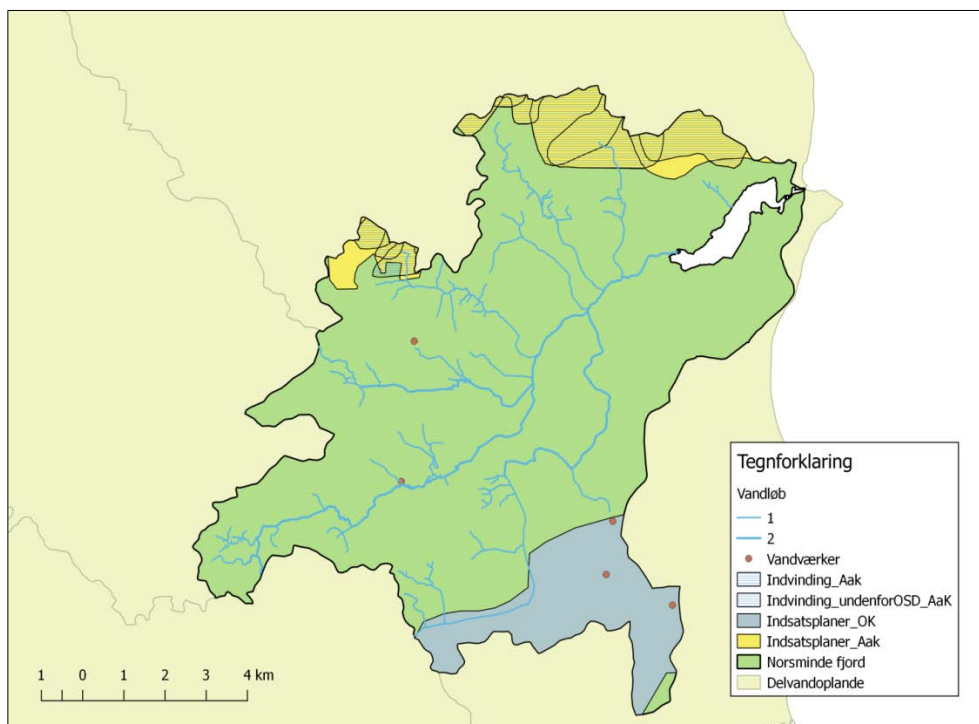
Begge kommuner har vedtaget indsatsplaner for at beskytte grundvandet (figur 2-5), men Odder Kommune har endnu ikke indført egentlige virkemidler. Kommunen er i dialog med vandværkerne om tiltag som skovrejsning eller virkemidler på dyrkningsfladen (personlig meddelelse, Odder kommune, 2016).

Det er uafklaret, i hvilken udstrækning indsatsplaner i forhold til grundvand kommer til at reducere kvælstofudledningen i oplandet til Norsminde Fjord i de kommende år. Drænvirkemidler, som f.eks. minivådområder, har ikke nogen effekt i forhold til grundvand. Hvis der i et område sættes ind med virkemidler på

dyrkningsfladen for at beskytte grundvandet, vil effekten og omkostningseffektiviteten ved at anvende drænvirkemidler i samme område blive forringet.



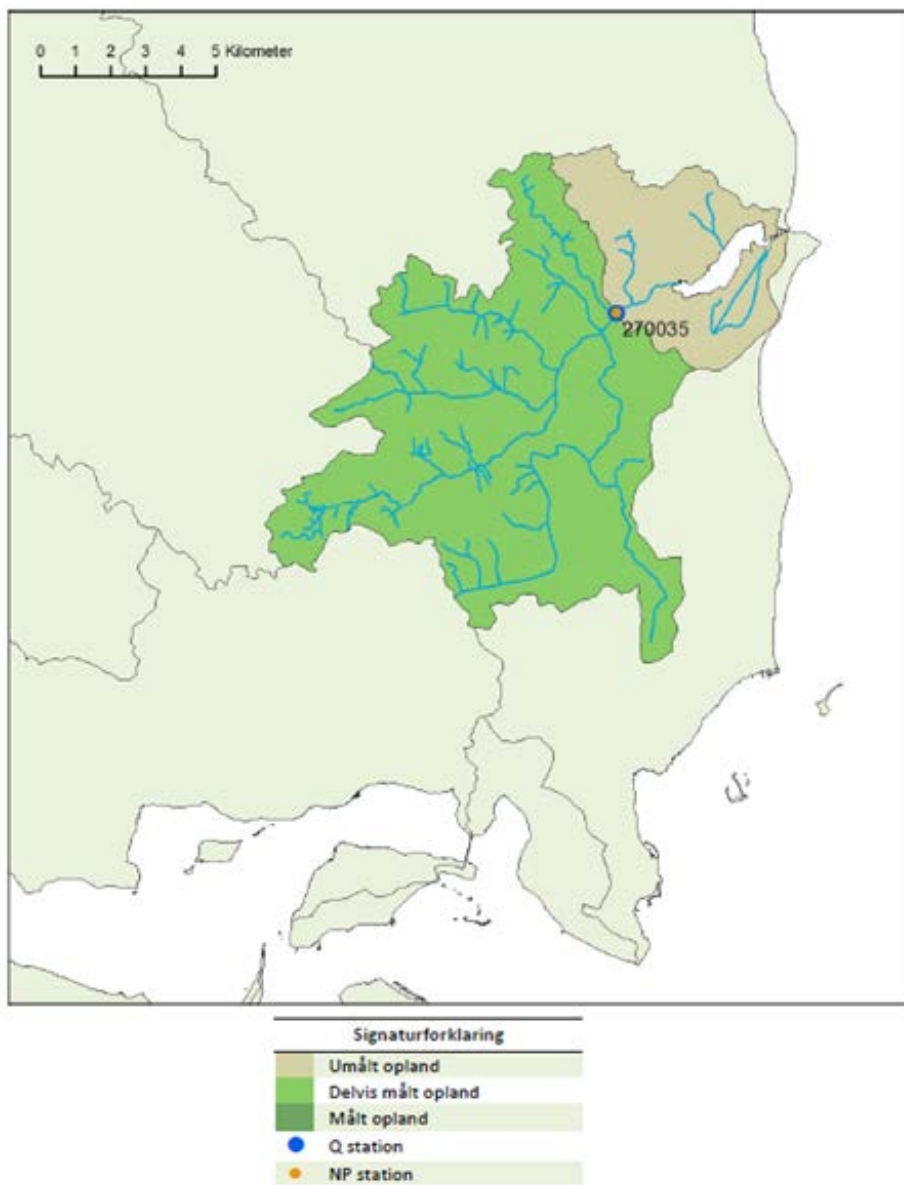
Figur 1-4. Grundvandsforekomster i Norsminde Fjord oplandet.



Figur 2-5. Indsatsplaner til beskyttelse af grundvandet for Odder Kommune (OK) og Aarhus Kommune (Aak) samt indvindingsområder for Aarhus Kommune og vandværker i Odder Kommune.

3 KVÆLSTOFUDLEDNINGEN TIL NORSMINDE FJORD 2012

Ifølge Vandområdeplanen er den samlede kvælstofudledning til Norsminde Fjord i 2012 opgjort til knap 142 ton N. Udledningen er opgjort som et gennemsnit for perioden 2010-2014. I oplandet er der én målestation ved Rævs Å (270035), hvor vandføringen og næringstoftransporten blev målt fra 1990-2011. Det er en ukomplet måleserie, og der er kun tale om et delvist opmålt opland. Målestationen dækkede ca. 78 % af oplandet til Norsminde Fjord. De resterende ca. 22 % af oplandet er umålt (Windolf et al., 2013). Beregningen af kvælstofudledningen fra det umålte opland er behæftet med usikkerhed.



Figur 3-1. Norsminde Fjord opland med målestationen ved Rævs Å, der måler afstrømningen og kvælstoftransporten fra det grønne område (Windolf et al., 2013).

Tabel 3-1. Kvælstofudledningen til Norsminde Fjord 2012 opsplittet på kilder (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2016).

	Total	Landbrugsarealer inkl. baggrundsbidrag	Ikke-dyrkede arealer	Spredt bebyggelse	Punkt- kilder
Kvælstofudledning 2012, ton N	141,8	124,5	10,1	3,2	4,0
Fordeling på kilder, %	100	88	7	2	3

Landbrugsarealet i oplandet blev i 2012 er opgjort til 7.383 ha. Den gennemsnitlige kvælstofudledning fra landbrugsarealerne kan dermed opgøres til knap 17 kg N pr. ha. I oplandet er der 3.081 ha, der ikke er landbrugsareal. Kvælstofudledningen fra disse arealer, der omfatter både skov, udyrkede arealer og bebyggelse, er ifølge Vandområdeplanen 3,3 kg N pr. ha i gennemsnit.

Forskellige typer permanent græs udgør ca. 7 % af det dyrkede areal. SEGES vurderer, at kvælstofudledningen fra disse arealer udgør ca. 5 kg N pr. ha i gennemsnit. Den gennemsnitlige kvælstofudledning fra de resterende ca. 6.870 ha, der var i omdrift i 2012, kan da opgøres til 17,5 kg N pr. ha.

Den gennemsnitlige kvælstofretention i Norsminde Fjord oplandet er modelberegnet til 62 % (Højberg et al, 2015). Hvis kvælstofretentionen er fastsat korrekt, så betyder det, at den gennemsnitlige udvaskning af kvælstof fra rodzonen på omdriftsarealer var ca. 46 kg N/ha i 2012. Oplandet har en lavere udvaskning fra rodzonen end landsgennemsnittet som er på 62 kg. Størrelsen af udvaskningen fra rodzonen er selvsagt afgørende for, hvor stor effekt der kan forventes af virkemidler på dyrkningsfladen.

4 BASELINE 2021 FOR NORSMINDE FJORD

Baselineeffekten på kvælstofudledningen er ”Effekten af allerede vedtagne initiativer (virkemidler m.m.) samt øvrig udvikling i erhvervet, som kan få indflydelse på næringsstoffabet” (Miljø- og Fødevareministeriet, 2016).

Baselineeffekten dækker perioden 2013-2021, og beskriver reduktionseffekterne af følgende tiltag: Udtagning af jord til infrastruktur (teknisk justering), ophævelse af randzonenloven, energiafgrøder, ophævelse af 60.000 ha ekstra efterafgrøder, udviklingen i økologisk areal, bioforgasning, reduktion af kvælstofemissioner samt ændringen i normsystemet m.m. Derudover medtages den forventede udvikling i landbrugserhvervet, bl.a. som følge af planteforædling, ændring i husdyrproduktion m.m., samt effekten af virkemidler, der blev etableret under tidligere vandplanperioder. Dertil kan der være lokale tiltag, som yderligere har en effekt på kvælstofudledningen (Jensen et al., 2016).

Den samlede baselineeffekt for Norsminde Fjord oplandet er, ifølge Vandområdeplanerne, beregnet til en reduktion i kvælstofudledningen på 9,7 ton N. De enkelte poster, der indgår i beregningen af baselineeffekten er offentliggjort for Horsens Fjord vandoplandet, som Norsminde Fjord oplandet er en del af. SEGES har i Tabel 4-1 skønnet, hvordan baselineeffekten fordeler sig på forskellige poster i Norsminde Fjord oplandet. Nedskaleringen af baseline for Horsens Fjord hovedvandopland til Norsminde Fjord oplandet er baseret på, at Norsminde Fjord oplandet udgør 14,1 % af oplandsarealet til Horsens Fjord hovedvandopland.

Tabel 4-1. Baseline effekter i Norsminde Fjord oplandet, ton N (Egne beregninger og DCE-rapporten Revurdering af baseline, 2016).

	Reduceret udvaskning fra rodzone, ton N	Reduceret N-udledning, ton N
Reduktion i landbrugsareal, 292 ha	16,1	6,1
Ophævelse af reducerede kvælstofnormer	-45,5	-17,3
Energiafgrøder	-	-
Økologi	0,7	0,3
Miljøgodkendelser	0,8	0,3
N-deposition	7,8	2,9
Biogas	2,4	0,9
Slæt	0,7	0,3
Udbytter	11,8	4,5
I alt ekskl. vådområder	-9,2	-2,0
Vådområde Rævs å, 77 ha		11,7
Samlet baselineeffekt		9,7

4.1 Bemærkninger til de forventede baselineeffekter

På landsplan er der regnet med en nedgang i landbrugsarealet på 106.000 ha i perioden 2013-21 (Jensen et al, 2016). Det svarer til en reduktion på ca. 4 %. En nedgang på 4 % i Norsminde Fjord oplandet svarer til 292 ha, hvorefter det dyrkede areal i 2021 vil udgøre 7.091 ha.

I baselineberegningerne anvendes en standard effekt af udtagning af landbrugsjord på 55 kg N i reduceret rodzoneudvaskning. I Norsminde oplandet er den gennemsnitlige udvaskning fra rodzonen imidlertid kun

ca. 45 kg N/ha, så effekten af udtagning kan maksimalt være 35-40 kg N/ha. Den gennemsnitlige kvælstofretention er 62 % i Norsminde Fjord oplandet (Højberg et al, 2015). Det betyder, at kvælstofudledningen til fjorden maksimalt kan reduceres med 13-14 kg N pr. ha, der udtages. Effekten af reduktion af landbrugsarealet bliver derfor muligvis kun i størrelsesordenen 4 ton N og ikke 6,1 ton N som angivet i Tabel 4-1.

Som grundlag for beregningen af baseline indgår, at ophævelsen af de underoptimale kvælstofnormer medfører en stigning i tilførslen af kvælstofgødning i Norsminde Fjord oplandet på 249 ton N. Ved en marginaludvaskning på 18 % giver det en merudvaskning fra rodzonen på 45,5 ton N. Den gennemsnitlige kvælstofretention i oplandet er 62 %. Ophævelsen af de underoptimale normer vil da medføre en merudledning på 17,3 ton N til fjorden.

Effekten af at tillade optimal gødskning af afgrøderne, er beregnet ud fra en marginaludvaskning på 18 %. I et område som Norsminde Fjord oplandet, hvor jorden er meget dyrkningssikker, er marginaludvaskningen formentlig mindre. Der kan derfor være en væsentlig fejl i beregningen af baseline.

Omlægning til økologi kan ikke forventes at spille nogen rolle i Norsminde Fjord oplandet. Omlægning til økologi har nemlig kun effekt på kvægbrug og der findes kun to kvægbrug i hele oplandet.

Omlægning til slæt i stedet for afgræsning forventes heller ikke få nogen betydning i oplandet, da afgræsning med malkekøer kun spiller en mindre rolle i oplandet.

Vådområdeprojektet ved Rævs Å blev afsluttet i 2015. Den samlede kvælstofeffekt på 11,7 ton N hidrører fra lejlighedsvis oversvømmelse af ånære arealer (1,8 ton N), afbrydning af dræn fra det direkte opland til vådområdet (8,9 ton N) og ændret arealanvendelse i selve vådområdet (1,0 ton N) (Moeslund, 2011). Det er altså 75 % af den samlede kvælstofeffekt, der kommer fra rensning af drænvand fra det ca. 700 ha store opland til vådområdet. Der er regnet med en gennemsnitlig fjernelse af kvælstof i drænvandet på 54 %. Det betyder, at effekten af andre virkemidler, som f.eks. efterafgrøder i opland til vådområdet er halveret. Vandløbsoplandet, dvs. det opstrøms beliggende opland til vådområdet, får også en øget kvælstofretention svarende til de 1,8 ton N, der fjernes ved oversvømmelse af ånære arealer. Det svarer til, at kvælstofretentionen øges med ca. 2 procentpoint for de opstrøms beliggende arealer.

Der er etableret seks minivådområder og to intelligente randzoner i oplandet frem til 2016. Disse anlæg er ikke med i baseline; men de vil naturligvis medvirke til at reducere kvælstofudledningen i de kommende år. En foreløbig opgørelse viser, at de seks minivådområder fjerner ca. 1,6 ton N/år.

4.2 Baseline 2021 fordelt på kilder

I 2021 vil det dyrkede areal i omdrift i henhold til baseline fremskrivningen udgøre 6.578 ha. Den gennemsnitlige udledning pr. ha fra arealer i omdrift vil være ca. 17 kg N/ha (mod 17,5 kg N/ha i 2012). Det svarer til en gennemsnitlig udvaskning fra rodzonen på omdriftsarealer på ca. 45 kg N/ha – under forudsætning af, at kvælstofretentionen er fastsat korrekt til 62 %. Tabel 4-2 viser den forventede udledning fordelt på kilder.

Tabel 4-2 Kvælstofudledningen til Norsminde Fjord 2021 efter indregning af baseline effekter og opsplittet på kilder.

	Total	Landbrugsarealer inkl. baggrundsbidrag	Ikke-dyrkede arealer	Spredt bebyggelse	Punkt- kilder
Kvælstofudledning 2021, ton N	132,1	113,5	11,4	3,2	4,0
Fordeling på kilder, %	100	86	9	2	3

5 INDSATSKRAV I NORSMINDE FJORD OPLANDET

Norsminde Fjord er ifølge Vandområdeplanen, og på trods af højvandsslusen, karakteriseret som et naturligt vandområde. Fjorden er vurderet til at være i ringe økologisk tilstand (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2016). Beregningen af reduktionsmålet for udledning af kvælstof til fjorden er sket på baggrund af meta-analyser fra henholdsvis DHI og AU. Meta-analyserne er foretaget på baggrund af generelle sammenhænge uden brug af konkrete data for tilførsler af næringsstoffer og den responderende tilstand i fjorden. Kvælstofreduktionskravene for fjorden er, set i den sammenhæng, behæftet med en betydelig usikkerhed.

Usikkerhed på fastsættelsen af reduktionsmål er ikke kun tilfældet for Norsminde Fjord. Det er baggrunden for, at der i Fødevarer- og Landbrugspakken er afsat midler til en international evaluering af modelberegningerne af indsatsbehovet.

5.1 Behov for forbedret analyse af indsatsbehov

Norsminde Fjord har en relativ beskeden vandvolumen i forhold til vandgennemstrømningen, hvilket betyder, at opholdstiden kun er ca. 2 uger. Den forholdsvis korte opholdstid har betydning for hvilke næringsstoffiltførsler fra oplandet, der påvirker fjordens miljøtilstand. Overordnet kan man sige, at nitrat som udledes til fjorden efterår og tidlig vinter kun har beskeden virkning på miljøtilstanden i fjorden, fordi efterårets nitrat skylles videre ud i Kattegat, inden forårets vækst af alger i fjorden. Hvad fosfor angår, så vil afstrømninger fra land ikke i samme grad skylles direkte videre ud i Kattegat, fordi fosfor i høj grad er partikelbundet og derfor sedimenterer i fjorden. Det betyder samlet set, at det har betydning for fjordens miljøtilstand at reducere udledningen af fosfor hele året, mens det primært har betydning at reducere udledningen af nitrat fra oplandet sen vinter, forår og sommer, hvor algevækst i fjorden definerer fjordens miljøtilstand.

Den tidsmæssige fordeling over året af effekterne af minvådområder og andre drænvirkemidler stemmer godt overens med de tidspunkter, hvor effekten af en reduceret udledning til fjorden er størst. Drænvirkemidler er effektive til at opsamle fosfor hele året, men har størst effekt i forhold til nitrat i sommerhalvåret. Virkemidler som f.eks. efterafgrøder, som især reducerer udledningen af nitrat efterår og vinter, vil derimod ikke have den rette timing i forhold til, at det er i sommerhalvåret, der er algevækst. Efterafgrøder har desuden ingen fosforeffekt.

Samlet set vurderer SEGES, at det er afgørende, at der udarbejdes en modelberegning for fjordens tilstand, som omfatter både kvælstof og fosfor samt inkluderer vandets opholdstid i fjorden. Dermed kan der tilvejebringes en viden, der både kan anvendes til at fastsætte fagligt mere kvalificerede reduktionskrav for fjorden og kan anvendes til at optimere valget af virkemidler i oplandet. Det handler nemlig ikke kun om virkemidlernes effekt på den samlede kvælstofudledning. Det handler også om timingen af kvælstofeffekten og effekten på fosfor.

5.2 Oversigt over det aktuelle indsatskrav og forventede kvælstofindsatser

Ifølge Vandområdeplanen er målbelastningen for Norsminde Fjord 62,0 ton N. Det betyder, at kvælstofudledningen i forhold til baseline 2021 skal reduceres med 70,1 ton N svarende til en reduktion på 53 % (Tabel 5-1). Det svarer til, at den kvælstofudledning, der skyldes landbrugsproduktionen i oplandet (dvs. eksklusiv baggrundsbidraget fra de nuværende landbrugsarealer), skal reduceres med 78 %. Det er et ekstremt reduktionskrav, som også må give anledning til at genoverveje, om den meget ensidige fokus på reduktion af kvælstofudledningen til fjorden er den rigtige vej at gå.

De forventede kvælstofindsatser ifølge Vandområdeplanen fremgår af Tabel 5-2.

Tabel 5-1 Oversigt over kvælstofudledning og indsatskrav i Norsminde Fjord oplandet, ton N (Vandområdeplanen).

Belastning 2012	Baseline effekt 2013-2021	Baseline belastning 2021	Målbelastning	Indsatsbehov i alt	Planlagt indsats 2015-21	Udskudt indsats til efter 2021
141,8	9,7	132,1	62,0	70,1	37,1	33,0

Tabel 5-2 Oversigt over forventede kvælstofindsatser i Norsminde Fjord oplandet 2015-21, ton N (Vandområdeplanen).

Kollektive, frivillige indsatser				Miljø-fokusarealer	Målrettet regulering	Spildevandsrensning	Samlet indsats 2015-21
Våd områder	Lavbundsprojekter	Minivåd-områder	Skovrejsning				
9,3	0,9	5,5	0,9	2,4	17,9	0,1	37,1

VÅDOMRÅDER

Ifølge Vandområdeplanen forventes det, at der inden 2021 etableres et eller flere nye vådområder med en effekt på 9,3 ton N pr. år. Vådområdet ved Rævs Å har en effekt på 135 kg N/ha. Der skal således etableres vådområder med en tilsvarende effekt på ca. 70 ha for at nå målet. Det er usikkert, om der kan etableres nye vådområder i dette omfang. Vådområdet ved Rævs Å indgår allerede i baseline 2021.

LAVBUNDSPROJEKTER

Lavbundsprojekter, der omfatter udtagning af organiske jorde (humusjord) for at mindske udledningen af drivhusgasser, forventes at bidrage med en reduktion af kvælstofudledningen på 0,9 ton N/år. Det svarer til udtagning af ca. 50 ha organogen jord, der er i omdrift. Det er uafklaret, om indsatsen kan gennemføres.

MINIVÅDOMRÅDER

Ifølge Vandområdeplanen forventes det, at kvælstofudledningen reduceres med 5,5 ton/år ved etablering af minivåd-områder. Ved en effekt på 500 kg N pr. ha minivåd-område, skal der etableres 11 ha minivåd-områder med åbne bassiner. Det kræver et samlet drænoiland på 1.100 ha. Det svarer til 17 % af det samlede omdriftsareal i oplandet.

SKOVREJSNING

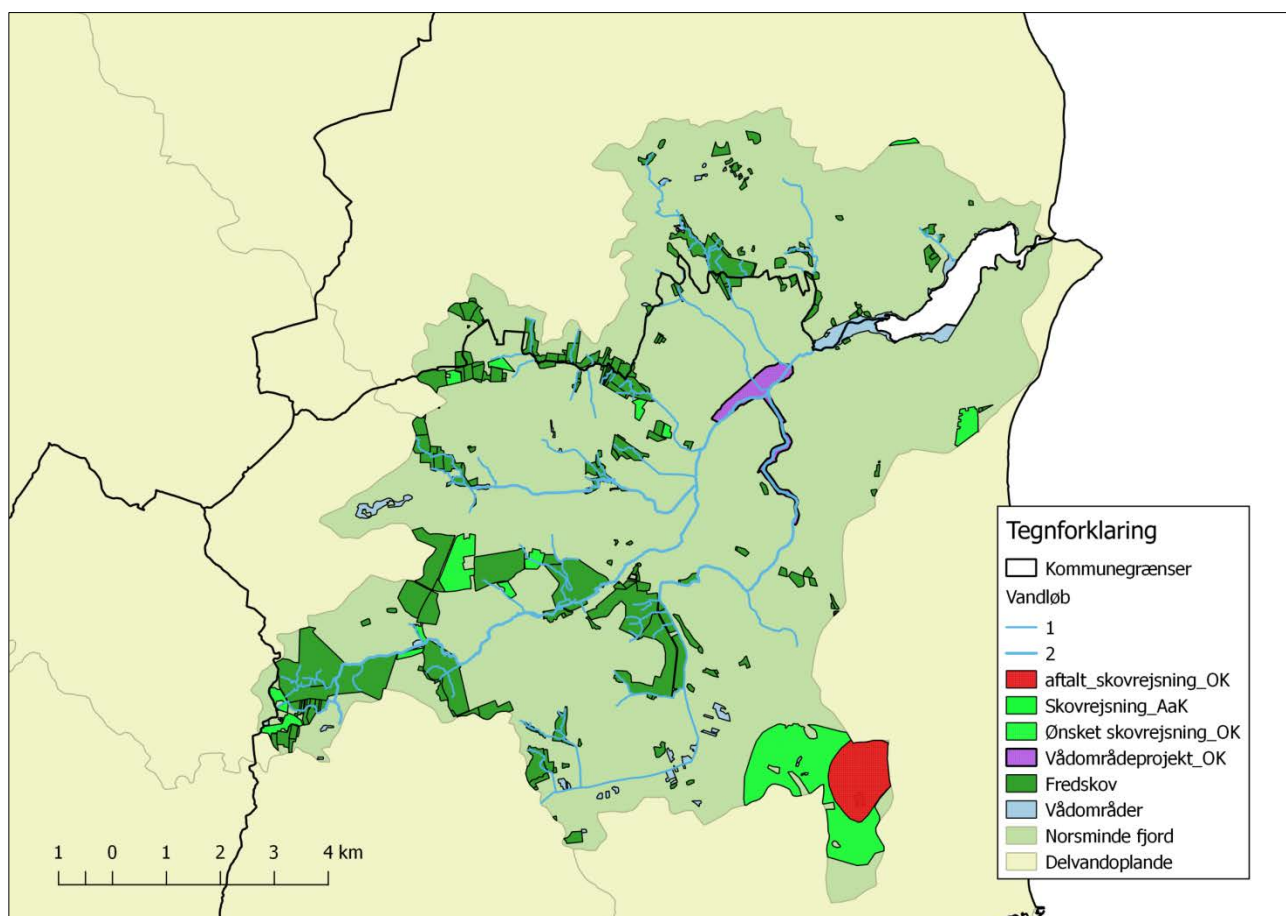
I Vandområdeplanerne 2015-2021 forventes skovrejsning at reducere kvælstofudledningen med 0,9 ton N, hvilket svarer til ca. 48 ha skovrejsning.

I kommuneplanerne foreligger der en politisk aftale om etablering af ca. 129 ha skov, samt et politisk ønske om at finde yderligere 530 ha (Figur 4-1) (Odder Kommune, 2013; personlig meddelelse Aarhus kommune, 2016).

Hvis planerne realiseres, vil det betyde en reduktion i kvælstofudledningen til Norsminde Fjord på 2,5-12,5 ton N.

Blandt områdets lodsejere ser der pt. ikke ud til at være den store interesse for at etablere mere skov i indsatsområder for drikkevand, så det er tvivlsomt om skovplanerne bliver realiseret i det omfang, der er beskrevet i kommuneplanerne (Helge Kjær Sørensen, 2016).

Det vurderes ud fra ovenstående at den forventede reduktion via skovrejsning på 0,9 ton N inden 2021 er realistisk, men at det formentlig ikke er realistisk med en væsentlig større reduktion inden 2021.



Figur 5-1. Myndighedernes planer for skovrejsning og ønskede skovrejsning samt vådområdeprojekt ved Odder kommune (OK) og Aarhus kommune (AaK).

Ved skovrejsning regnes der generelt med en effekt på 50 kg N i reduceret udvaskning fra rodzonen. Effekten i Norsminde oplandet vil være mindre og i størrelsesordenen 35 kg N/ha, da den gennemsnitlige udvaskning fra rodzonen på dyrkede arealer kun er ca. 45 kg N/ha.

MILJØFOKUSAREALER

Denne indsats er aftalt i forbindelse med Fødevarer- og Landbrugspakken og går ud på, at hvis landmanden vælger brak, lavskov eller randzoner som miljøfokusareal, kan disse virkemidler ikke samtidig anvendes som alternativer til det nationale efterafgrødekrav. Denne regelændring er implementeret i 2016. Det forventes, at tiltaget reducerer kvælstofudledningen til Norsminde Fjord med 2,4 ton N/år.

6 MÅLRETTET REGULERING I NORSMINDE FJORD OPLANDET

Ifølge Vandområdeplanen forventes den målrettede regulering at reducere kvælstofudledningen til Norsminde Fjord med 17,9 ton N/år i 2021, når den målrettede regulering er fuldt indfaset. Den målrettede regulering bliver obligatorisk for alle bedrifter og vil umiddelbart medføre, at der skal anvendes virkemidler på dyrkningsfladen. Der kan vælges mellem reduceret kvælstoftilførsel, efterafgrøder, mellemafgrøder, lavskov, tidlig såning, randzoner, braklægning og eventuelt flere andre virkemidler. Som det fremgår af Fødevare- og Landbrugspakken lægges der op til at der skal etableres en kompensationsordning, som kompenserer bedrifterne økonomisk for omkostninger forbundet med den reducerede udledningsret som følge af den målrettede regulering.

Den forventede effekt af målrettet regulering svarer til, at kvælstofudledningen i gennemsnit skal reduceres med 2,7 kg/ha i omdrift. Da den gennemsnitlige kvælstofretention er beregnet til 62 % (Højberg et al, 2015), så svarer det til en reduktion af udvaskningen fra rodzonen på 7,2 kg N/ha.

Det er endnu ikke besluttet, hvordan den målrettede regulering skal udformes i detaljer. I det følgende er redegjort for omkostningerne ved den målrettede regulering, hvis der enten vælges reduceret kvælstoftilførsel eller efterafgrøder som virkemiddel. Det er uvist, om den enkelte landmand får mulighed for at konvertere virkemidler på dyrkningsfladen til drænvirkemidler.

EFTERAFGRØDER

Det aktuelle afgrødevalg i oplandet, der fremgår af Tabel 2-2, giver maksimalt plads til 600 ha med efterafgrøder. Efterafgrødegrundarealet er ca. 6.200 ha. Det gældende krav om enten 10 eller 14 % efterafgrøder, afhængig af dyretætheden på den enkelte bedrift, svarer til ca. 750 ha efterafgrøder i oplandet. Det betyder, at det med det nuværende efterafgrødekrav er nødvendigt at anvende alternativer til efterafgrøder for at undgå sædskifteændringer. De anvendte alternativer er mellemafgrøder, tidlig såning, randzoner og brak.

Ud fra ovenstående vurderer SEGES, at det ikke er muligt at øge arealet med efterafgrøder eller alternativer til efterafgrøder uden at ændre sædskiftet. Efterafgrøder med sædskifteændring fra vintersæd til vårsæd er et meget dyrt virkemiddel, som landmændene vil undgå.

Ud fra jordtypefordelingen i oplandet, jf. Tabel 2-1, den gennemsnitlige dyretæthed i oplandet på ca. 0,9 DE/ha og de effekter af efterafgrøder, der fremgår af virkemiddelkataloget (Eriksen et al., 2014), kan det estimeres, at den gennemsnitlige effekt på rodzoneudvaskningen i Norsminde Fjord oplandet af efterafgrøder er 20-25 kg N/ha. Hvis den ønskede effekt af den målrettede regulering skal nås alene med efterafgrøder, vil det kræve ekstra efterafgrøder på ca. 30 % af omdriftsarealet. Det vil også betyde, at arealet med vintersæd skal reduceres tilsvarende. På lerjord koster efterafgrøder med sædskifteændringer i størrelsesordenen 2.800–3.800 kr./ha (Eriksen et al., 2014) svarende til 840–1.140 kr./ha, når omkostningen ved ekstra efterafgrøder på 30 % af arealet fordeles på hele det dyrkede areal.

REDUCERET KVÆLSTOFTILFØRSEL

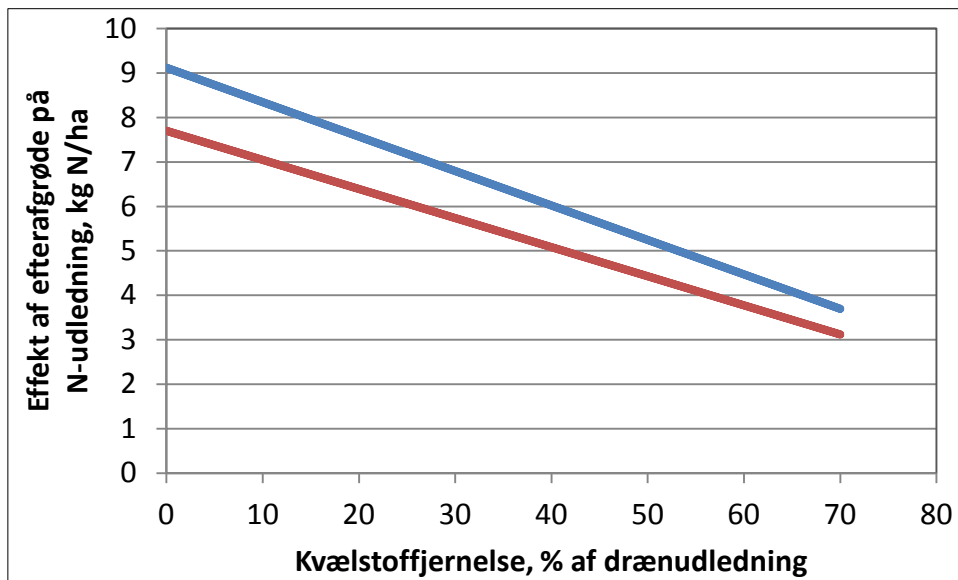
Den økonomisk optimale kvælstoftilførsel vil være ca. 195 kg N/ha i gennemsnit på omdriftsarealet ved uændret afgrødevalg. Ved en marginaludvaskning på 18 % og en gennemsnitlig kvælstofretention på 62 % skal kvælstoftilførslen i gennemsnit reduceres med 40 kg N pr. ha på hele omdriftsarealet for at nå en samlet reduktion i udledningen på 17,9 ton N. Det svarer til en reduktion af kvælstoftilførslen på ca. 21 %. SEGES har beregnet, at en normreduktion i denne størrelse koster ca. 1.000 kr. pr. ha. Det svarer til en samlet omkostning i oplandet på 6,5 mio. kr./år.

FORRINGET EFFEKT VED ANVENDELSE AF FLERE VIRKEMIDLER PÅ SAMME AREAL

Ovenstående beregninger er forenkede i den forstand, at der ikke er taget hensyn til, at de forskellige virkemidlers effekt ikke fuldt ud kan lægges sammen, når flere virkemidler virker på de samme arealer. Det samme kvælstof kan ikke fjernes mere end én gang. Effekten af en efterafgrøde er f.eks. afhængig af, om der anvendes en reduceret kvælstoftilførsel til afgrøden på det samme areal eller ej. Og effekten af både efterafgrøder og reduceret kvælstoftilførsel på kvælstofudledningen til fjorden er afhængig af, om der også er anlagt drænvirkemidler eller vådområder.

I Figur 6-1 illustrerer forringelsen af effekten af efterafgrøder i takt med stigende kvælstoffjernelse fra drænvandet ved anvendelse af drænvirkemidler på det samme areal. Figur 6-1 er baseret på talværdier, der er repræsentative for oplandet til Norsminde Fjord. Det er endvidere antaget, at det i gennemsnit er 85 % af kvælstofudledningen på drænedede arealer, der sker via drænene.

Konsekvensen af den forringede kvælstofeffekt ved at anvende flere virkemidler på samme areal er, at der skal endnu flere virkemidler til for at nå de fastsatte reduktionskrav og at indsatsen bliver dyrere.



Figur 6-1 Effekt af en efterafgrøder på kvælstofudledningen til Norsminde Fjord afhængig af graden af kvælstoffjernelse i drænvandet fra det samme areal med drænvirkemidler ved henholdsvis økonomisk optimal kvælstoftilførsel (blå linje) og 20 % reduceret kvælstoftilførsel (rød linje). Egne beregninger.

7 POTENTIET OPLANDSAREAL FOR MINIVÅDOMRÅDER

Minivådområder og andre drænvirkemidler vurderes at være den eneste type af frivillige virkemidler, der potentielt kunne blive anvendt i større omfang i Norsminde Fjord oplandet end forudsat i Vandområdeplanerne. Interessen for skovrejsning er lille, så yderligere skovrejsning ud over den forudsatte via kollektive indsats kommer næppe til at spille en rolle frem mod 2021.

Minivådområder er et såkaldt kollektivt virkemiddel, der anlægges med fuld økonomisk kompensation til lodsejeren. Til gengæld er det ikke den enkelte landmand, der godskrives for effekten af minivådområdet på udledningen af kvælstof. Effekten kommer alle landmænd i oplandet til gode. Det er uvist, om det også bliver muligt at anlægge minivådområder som et individuelt virkemiddel.

På grund af det betydelige økonomisk tab, som den målrettede regulering kan medføre (jf. afsnit 6), kan det være økonomisk interessant for landmænd i Norsminde Fjord oplandet, hvis den ønskede effekt af den målrettede regulering på dyrkningsfladen kan mindskes eller helt erstattes af en øget kollektiv indsats gennem anvendelse af frivillige minivådområder eller andre drænvirkemidler. I det følgende er potentialet for anvendelse af minivådområder vurderet.

Oplandets potentielle areal for minivådområder, og med en rimelig omkostningseffektivitet, afhænger af en række forhold, herunder kvælstofretentionen i vandløbssystemet mellem drænudløbene og fjorden, det drænedes areals størrelse, kvælstofudledningen gennem dræn, topografi og eventuelle andre kvælstofindsatser i oplandet.

7.1 Kvælstofretention mellem drænudløb og fjord

Effekten af et minivådområde afhænger af, hvor stor kvælstofretentionen i vandløbssystemet er nedstrøms minivådområdet. Hvis kvælstofretentionen er lav, så er effekten af et minivådområde og andre drænvirkemidler stor. Det betyder konkret, at de bedste placeringer er steder, hvor der ikke er større søer nedstrøms drænudløbet. Figur 4 i bilag 1 viser kvælstofretentionen i hovedvandløbet for hvert af de seks ID15 oplande i Norsminde oplandet. Retentionen i hovedvandløbene i Norsminde Fjord oplandet er i gennemsnit ca. 4 % (Højberg et al, 2015). Det betyder, at det i gennemsnit kun er 4 % af det kvælstof, der fjernes i et minivådområde, der alligevel ville blive fjernet i vandløbssystemet, hvis minivådområdet ikke var der.

Vurderet alene på baggrund af kvælstofretentionen i vandløbssystemet, er alle seks ID15 deloplande i Norsminde Fjord deloplandet én potentiel indsatszone for minivådområder og andre drænvirkemidler. Det øger potentialet for minivådområder som virkemiddel.

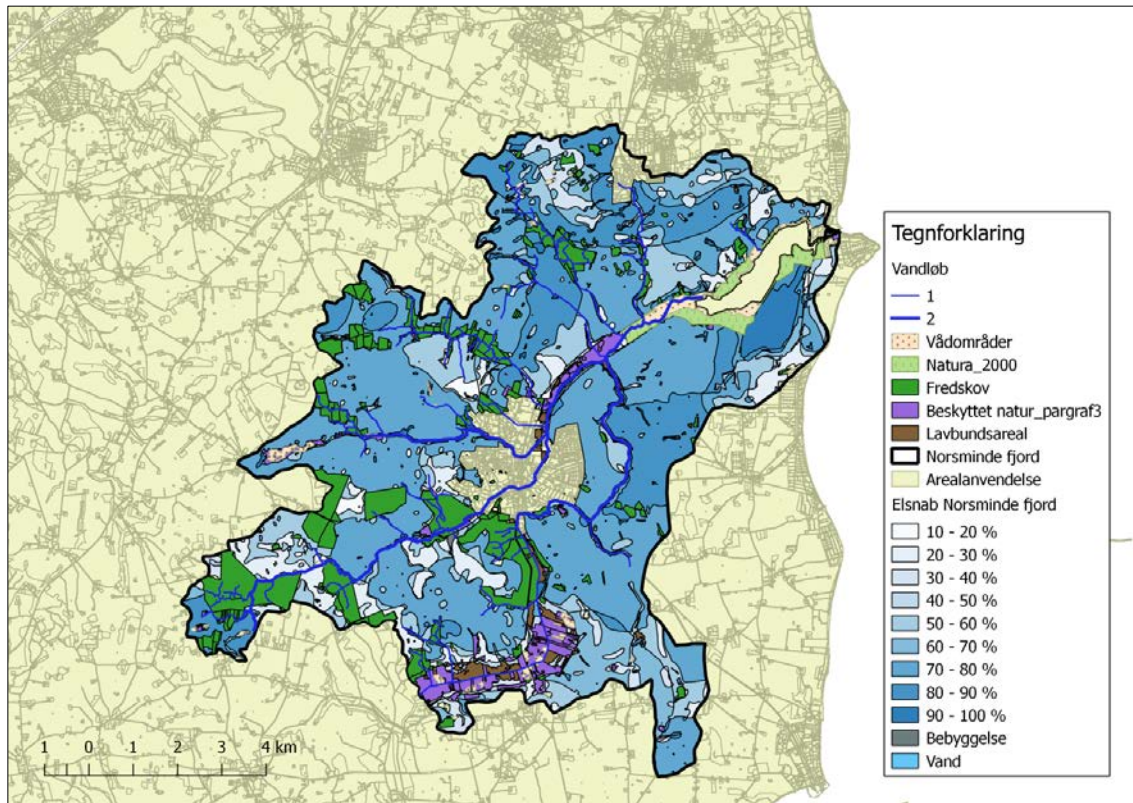
7.2 Drænedes arealer

Potentialet for minivådområder afhænger desuden af størrelsen af det drænedes areal i oplandet.

De fleste drænedes arealer i oplandet er systematisk drænedes, men der findes også en del pletdrænedes arealer. Den vestlige del af Norsminde Fjord oplandet er stærkt kuperet. I det kuperede terræn er pletdræning i nogle tilfælde tilstrækkelig til at sikre en god afvanding.

Der findes ikke nogen samlet kortlægning af drænedes arealer i oplandet. Størrelsen af det drænedes areal kendes derfor ikke præcist. Der findes dog nogle data og undersøgelser, der kan danne grundlag for en vurdering af det drænedes areals størrelse.

Det drænedede areals størrelse kan bl.a. vurderes ud fra kortlægningen af det potentielle dræningsbehov (Elsnab Olesen, 2009), der fremgår af Figur 7-1.



Figur 7-1. Det potentielle dræningsbehov (%) i Norsminde Fjord oplandet (Olesen, 2009).

Kortlægningen af det potentielle dræningsbehov på landbrugsarealer er opdelt efter landskabselementer, geologi, jordklasse, region og høj/lavbund. De lyseblå arealer illustrerer områder, hvor det potentielle dræningsbehov er lavt og der derfor er en lille sandsynlighed for, at jorden er drænet, mens den dybere blå farve viser områder med en større sandsynlighed for dræning, idet det potentielle dræningsbehov er højt. Kortet illustrerer, at 84 % af arealerne i oplandet har et højt potentielt dræningsbehov (50-100 %), hvilket indikerer, at områderne sandsynligvis er drænedede i et eller andet omfang.

En undersøgelse i Fillerup-området viste, at omkring 57 % af landbrugsarealet i dette område var drænet (Hvid, 2015). Det er vurderet, at det resterende landbrugsareal i Norsminde Fjord opland er drænet i samme omfang (personlig meddelelse, Helge Kjær Sørensen, 2016). I undersøgelsen i Fillerup-området var dog alene medregnet arealer, der lå nærmere end 20 m fra en drænledning. Ved pletdræning i kuperet terræn kan en drænledning trække vand fra et betydeligt større areal.

Det vurderes derfor på baggrund af ovenstående, at mindst 70 % af landbrugsarealet i omdrift afvandes via dræn. Det svarer til ca. 4.500 ha. I så fald er der et omdriftsareal på ca. 2.000 ha, der ikke er drænet. Den største usikkerhed knytter sig til, hvor store arealer der reelt afdrænes via pletdræn i lavninger.

7.3 Potentielle drænoplande for minivådområder

SEGES har foretaget en analyse i GIS, der viser de marker, der potentielt kan være drænoplande for minivådområder (eller andre drænvirkemidler). Der er defineret nogle udvælgelseskriterier:

- Dyrkede arealer, der ikke er udpeget som § 3 eller Natura2000
- Ikke er vådområde eller skov
- Alle jordtyper i pløjelaget undtagen JB 1 og JB 3
- Leret underjord
- Potentielt dræningsbehov over 40 % (ifølge Elsnab Olesen, 2009)

Figur 7-2 viser de arealer i Norsminde Fjord oplandet, der opfylder de opstillede kriterier. Det samlede areal (arealer under 1 ha er ikke medtaget) er 6.150 ha. Ikke alle områder vil være lige egnede til minivådområder. Hældningen af terræn vil f.eks. have betydning for omkostningerne ved etablering af minivådområder. Kortet viser, at det potentielle oplandsareal for minivådområder omfatter hovedparten af det dyrkede areal i Norsminde Fjord oplandet og, at der findes egnede arealer i alle dele af oplandet.

I forhold til ovenstående kriterier vil der være arealer, som alligevel ikke vil være egnede til etablering af minivådområder eller hvor etablering af minivådområder har lavere prioritet på grund af nedsat effekt på kvælstofudledningen:

Arealer til skovrejsning

Etablering af et minivådområde er en langsigtet investering, så arealer, hvor der forventes skov inden for 10-15 år, er ikke relevante.

Arealer til byudvikling og veje

Arealer, der forventes anvendt til byudvikling, veje eller anden ikke-landbrugsmæssig anvendelse inden for 10-15 år, er ikke relevante.

Arealer, der afvander direkte til vådområde i ådal

For dræn, der afvander direkte til vådområdet i Rævs Å, regnes med en kvælstoffjernelse på 50-70 %. Effekten opnås ved afbrydning af dræn i kanten af vådområdet. Placering af minivådområder i det direkte opland til vådområdet vil derfor være meget lidt omkostningseffektivt og bør ikke prioriteres. Det direkte opland, der afvandes gennem vådområdet, er ca. 700 ha.

Arealer med naturlig lav kvælstofudledning

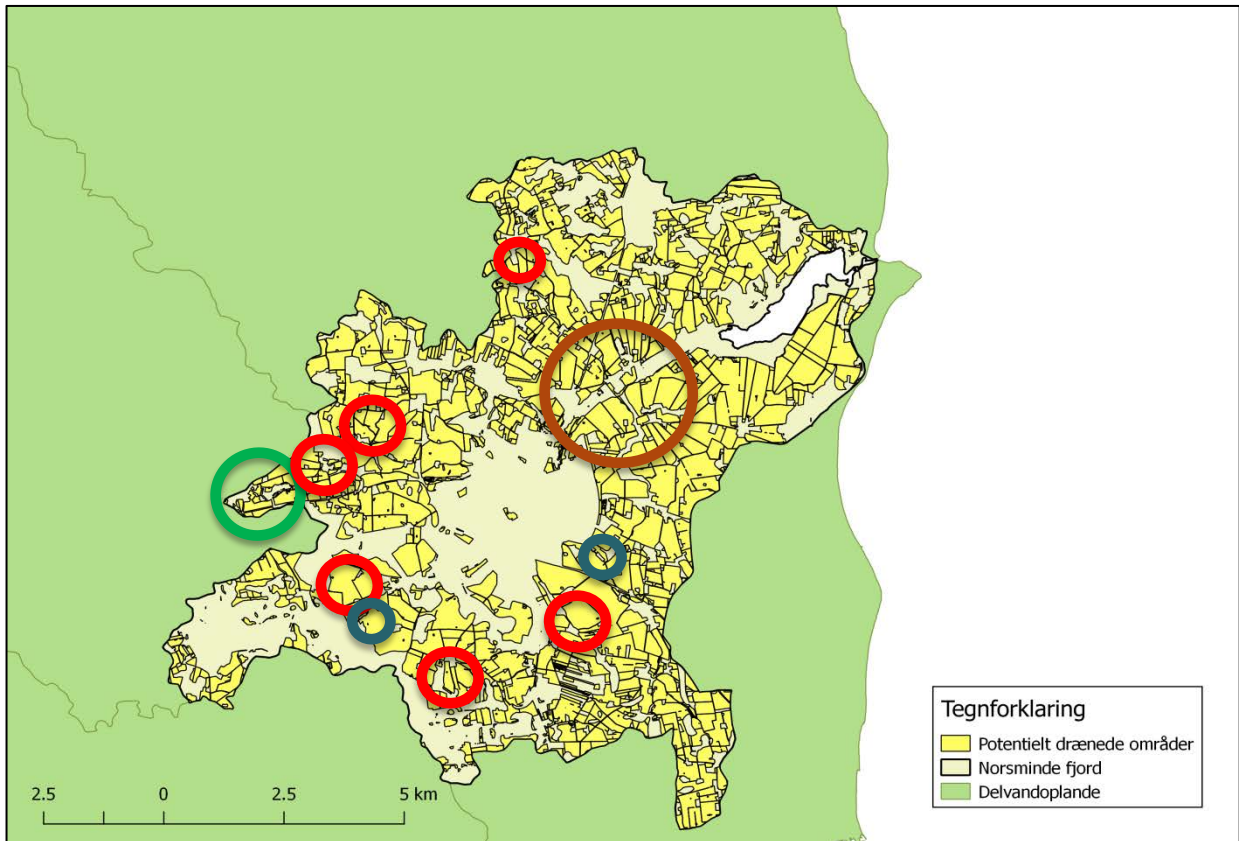
Der kan være arealer, hvor kvælstofretentionen af naturlige årsager er meget høj. Det gælder f.eks. et mindre opland i den vestlige del af Fensholt deloplandet, hvor ådalen fungerer som et naturligt vådområde og mange dræn udmunder ved skræntfoden i god afstand fra vandløbet.

Arealer, der er omfattet af særlige indsatser på dyrkningsfladen i forhold til grundvand

Arealer, hvor der af hensyn til beskyttelse af grundvand er særlige indsatser på dyrkningsfladen, kan være mindre attraktive som oplande for minivådområder, da indsatsen på dyrkningsfladen også vil mindske kvælstofudledningen via dræn.

Arealer, der er opland til etablerede minivådområder eller andre drænvirkemidler.

Der er inden 2016 etableret seks minivådområder og to intelligente randzoner i Norsminde Fjord oplandet. De seks minivådområder har til sammen et drænoiland på ca. 400 ha.



Figur 7-2. Potentielle drænoplande for minivådområder (gule marker) suppleret med markeringer af 1) opland til vådområde (brun ring), 2) opland med naturligt vådområde (lysegrøn ring), 3) oplande til eksisterende minivådområder (røde ringe) og 4) oplande til intelligente randzoner (blå ringe).

8 KVÆLSTOFUDLEDNING Gennem DRÆN

Kvælstofudledningen gennem dræn afhænger af kvælstofkoncentrationen i drænvandet og mængden af drænvand. Ud fra målinger af kvælstofudledning, koncentrationsmålinger, estimeret drænet areal, retentionsdata og den samlede målte kvælstofudledning til fjorden har SEGES estimeret den samlede kvælstofudledning gennem dræn i hele oplandet, jf. Tabel 8-2. Grundlaget for vurderingen er omtalt i det følgende.

8.1 Målinger af kvælstofudledning gennem dræn

Der er gennemført en række projekter og måleprogrammer i Norsminde Fjord oplandet, hvor kvælstofudledningen gennem dræn er bestemt (Tabel 8-1). De målte udledninger fra dræn varierer fra 8 til 38 kg N pr. ha. Et simpelt gennemsnit (ikke arealvægtet) er ca. 22 kg N/ha. Efter fradrag af den kvælstoffjernelse, der sker i overfladevand mellem drænudløbene og fjorden, kan kvælstofudledningen via dræn til fjorden estimeres til ca. 18 kg N pr. ha drænet areal.

Tabel 8-1. Drænvandsmålinger i forskellige projekter i Norsminde Fjord oplandet.

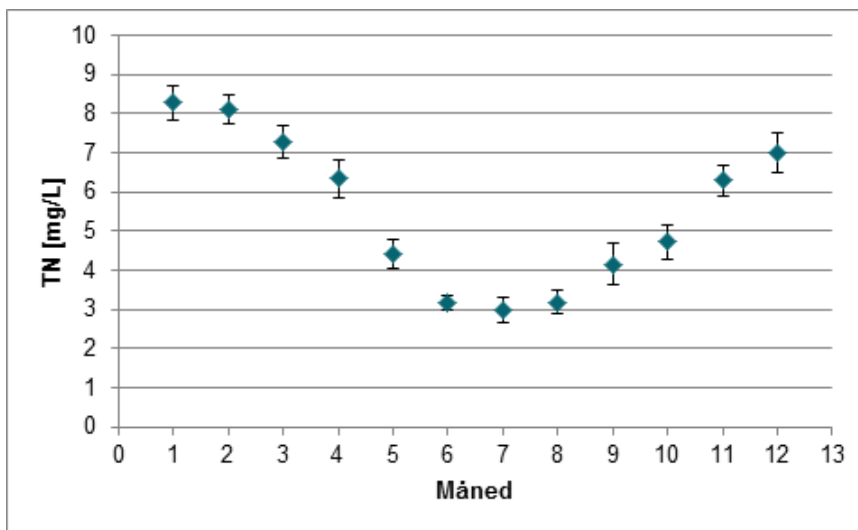
Kilde	Emne	N-tab via dræn
Projekt Kontrolleret Dræning, SEGES	Målinger ved Hedemarksvej (4 dræn på samme mark)	2012/2013: 13-15 kg pr. ha 2013/2014: 13-16 kg pr. ha 2014/2015: 20-23 kg pr. ha
Projekt Kontrolleret Dræning, SEGES	Målinger ved Bredkjærvej, Dræn 1 (lille afstrømning) Dræn 2 (stor afstrømning)	2012/2013: 8 kg pr. ha 2013/2014: 12 kg pr. ha 2014/2015: 8 kg pr. ha 2012/2013: 22 kg pr. ha 2013/2014: 28 kg pr. ha 2014/2015: 21 kg pr. ha
Første år monitoring, Bilag 13 i Virkemiddelkataloget	Målinger fra to minivådområder i Norsminde Fjord oplandet etableret i 2013.	Gns. 25 kg pr. ha
Projekt iDRÆN. "Målrættede virkemidler" af Charlotte Kjærgaard, Bo Vangsø Iversen og Carl Christian Hoffmann. Artikel i moMentum nr. 2, 2016.	Målinger i Fensholt delopland 2013/2014	Gns. 25 kg pr. ha
Projekt iDRÆN. "Multikriterieanalyse for målrettet placering af konstruerede vådområder til reduktion af kvælstof i drænvand" af Camilla Vestergaard, speciale, Aarhus Universitet, 2016	Monitoring i Fensholt delopland oktober 2012-marts 2013	12-38 kg pr. ha

8.2 Koncentrationer af kvælstof i drænvand

Nettonedbøren varierer i oplandet og er mindst nærmest kysten. Ved Odder, der ligger midt i oplandet, er nettonedbøren på de dyrkede arealer i gennemsnit ca. 330 mm. Den gennemsnitlige udvaskning fra rodzonen efter baseline 2021 på omdriftsarealer er estimeret til 45 kg N/ha, jf. afsnit 4.2. Den gennemsnitlige kvælstofkoncentration i det vand, der strømmer ud af rodzonen, vil da være ca. 13 mg N/l. I gennemsnit vil kvælstofkoncentrationen i drænvand være lavere, da drænvandet i mange tilfælde består af en blanding af nedsivende vand direkte fra rodzonen og grundvand, der har et reduceret indhold af nitrat på grund af den nitratreduktion (kvælstofretention), der foregår i de jordlag, som grundvandet strømmer igennem.

8.3 Kvælstofkoncentration i vandløbsvand

Kvælstofkoncentrationen er målt gennem en årrække ved vandløbsstationen i Rævs Å. I Figur 8-1 er vist de gennemsnitlige månedskoncentrationer over en årrække (1977-2016). Der indgår mellem 27 og 49 målinger i gennemsnittet for de enkelte måneder. I de tre sommermåneder juni, juli og august, hvor tilførslen af drænvand til vandløbssystemet er mindst, er der et kvælstofindhold på ca. 3 mg total-N/l. I månederne december – marts, hvor drænastrømningen er størst, er kvælstofkoncentrationen i gennemsnit ca. 7,5 mg N/l. Det indikerer, at kvælstofindholdet i det drænvand, der strømmer til vandløbet, er væsentligt højere end kvælstofkoncentrationen i det grundvand, der strømmer til vandløbet uden om drænene.



Figur 8-1. Gennemsnitlig kvælstofkoncentration på månedsbasis i Rævs Å, mg total-N/l. Målinger fra perioden 1977-2016.

I NiCA projektet (www.nitrat.dk) blev der gennemført en detaljeret kortlægning af kvælstofretentionen i oplandet. Kvælstofretentionen blev kortlagt med en opløsning på 100 x100 m. På nogle bedrifter blev den beregnede kvælstofretention sammenholdt med drænkort. Kvælstofretentionen var højest på arealer, der ikke var drænedede. Det kan forklares med, at de ikke-drænedede arealer har en naturlig god afdræning, så overskudsnedbøren siver ned til stor dybde, hvilket øger sandsynligheden for nitratreduktion. SEGES har på denne baggrund estimeret den gennemsnitlige kvælstofretention på ikke-drænedede arealer til 80 %. Den gennemsnitlige kvælstofudledning fra ikke-drænedede arealer kan da estimeres til ca. 9 kg N/ha (~ 20 % af en rodzoneudvaskning på ca. 45 kg N/ha). Udledningerne er afstemt med den samlede kvælstofudledning til fjorden og med de kortlagte kvælstofretentioner. Med den valgte fordeling udgør kvælstofudledningen via dræn 81 ton N årligt eller 74 % af den samlede kvælstofudledning fra dyrkede arealer i oplandet. Disse estimater er naturligvis behæftet med en vis usikkerhed, men det er bedste bud ud fra foreliggende data.

Tabel 8-2. Vurderet fordeling af den samlede kvælstofudledning fra landbrugsarealer i omdrift i Norsminde Fjord oplandet. Baseline udledningen i 2021 fra arealer i omdrift er beregnet til 111 ton N/år.

	Areal i omdrift, ha	Kvælstofretention, %	Udledning uden om dræn kg N/ha	Udledning dræn kg N/ha	Udledning dræn ton N/år	Udledning i alt ton N/år
Drænet	4.500	54	3	18	81	93
Ikke-drænet	2.100	80	9	0	0	18
I alt	6.600	62			81	111

9 POTENTIALE FOR KVÆLSTOFFJERNELSE MED MINIVÅDOMRÅDER

Den gennemsnitlige kvælstofudledning gennem dræn, der når ud i fjorden, er jf. Tabel 8-2, estimeret til 18 kg N/ha/år. Da dræn med en lav kvælstofudledning vil blive fravalgt til minivådområder antages det, at effektberegningen for minivådområder kan baseres på en gennemsnitlig kvælstoftilførsel på 20 kg N pr. ha drænopland.

Ifølge Virkemiddelkataloget (Eriksen et al, 2014) kan der forventes en effekt af minivådområder med åbne bassiner (overfladestrømning) på 20-30 %, når kvælstoftilførslen er i størrelsesordenen 20 kg N/ha/år. Her er regnet med en effekt på 25 %. Det vil sige, at minivådområder kan reducere kvælstofudledningen med 5 kg N pr. ha drænopland svarende til 500 kg N pr. ha minivådområde, når minivådområdet udgør 1 % af drænoplandet.

Det er givetvis langt fra muligt at rense alt drænvand i minivådområder. Det er der flere grunde til. Mange drænoplande er for små. For det andet er nogle arealer så flade, at der skal graves meget jord væk for at etablere et bassin med 1-1,5 meters dybde. På nogle arealer er hældningen for stor.

I tabel 9-1 er vist, hvor meget kvælstof, der kan fjernes med minivådområder med åbne bassiner, hvis der etableres minivådområder, der modtager drænvand fra henholdsvis 20, 30, 40, 50 og 60 % af det estimerede drænedede areal på 4.500 ha og den gennemsnitlige kvælstoftilførsel med drænvandet er 20 kg N/ha.

Tabel 9-1. Scenarier for kvælstoffjernelse med minivådområder med åbne bassiner ved behandling af drænvandet fra 20-60 % af det drænedede areal i Norsminde Fjord oplandet. Beregnet ved kvælstoftilførsel på 20 kg N/ha.

	Scenarier for minivådområder med åbne bassiner				
	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %
Andel af drænet areal					
Drænopland til minivådområder i alt	900 ha	1.350 ha	1.800 ha	2.250 ha	2.700 ha
Minivådområder, areal	9 ha	13,5 ha	18 ha	22,5 ha	27 ha
Reduktion af kvælstofudledning	4,5 ton	6,8 ton	9 ton	11,3 ton	13,5 ton

Indsatsbehovet for Norsminde Fjord er opgjort til 70,1 ton N, hvoraf 33,0 ton N er udskudt til 3. vandplanperiode efter 2021. Ud af de 37,1 ton N, som udledningen skal reduceres med inden 2021, skal kollektive indsats bibringe en reduktion på 16,6 ton N og den målrettede regulering på dyrkningsfladen skal reducere kvælstofudledningen med 17,9 ton N.

I den forventede kollektive indsats indgår allerede, at minivådområder skal reducere udledningen med 5,5 ton N. Hvis vi forestiller os et scenarie, hvor en udvidet indsats med minivådområder fuldt ud skal træde i stedet for den målrettede regulering på dyrkningsfladen, skal minivådområder reducere kvælstofudledningen med i alt 23,4 ton N (5,5 + 17,9). Hvis teoretisk set alt drænvand fra hele det drænedede areal på 4.500 ha ledes til minivådområder med åbne bassiner, så kan der fjernes 22,5 ton N.

SEGES vurderer umiddelbart, at det maksimalt er realistisk at etablere minivådområder med åbne bassiner så 50 % af drænvandet renses. Ved etablering af minivådområder, der modtager drænvand fra halvdelen af det drænedede areal reduceres kvælstofudledningen med i alt 11,3 ton N. Der vil så fortsat være et restindsatsbehov under den målrettede regulering på dyrkningsfladen på 12,1 ton N svarende til 68 % af den samlede forventede effekt af målrettet regulering ifølge Vandområdeplanen.

Under forudsætningen om at det er muligt at anlægge minivådområder på ca. halvdelen af det drænede omdriftsareal i Norsminde Fjord kan der hentes 5,8 ton N via minivådområder med åbne bassiner til målrettet regulering. 5,8 ton N svarer til 1.160 ha drænopland eller 11,6 ha minivådområder.

De samlede årlige omkostninger ved 100 ha drænopland tilknyttet 1 ha minivådområde svarer til omkostninger på mellem 308 til 690 kr. pr. ha opland pr. år. (højbund/lavbund-scenarie i Virkemiddelkataloget) Altså koster 1160 ha drænopland til 11,6 ha minivådområde mellem 357.280 – 800.400 kr. hvilket svarer til 61,6 – 138 kr. pr. kg N.

Det er i øvrigt vigtigt at bemærke, at etablering af minivådområder og andre drænvirkemidler reducerer effekten af virkemidlerne på dyrkningsfladen (reduceret kvælstoftilførsel, efterafgrøder mv.), jf. afsnit 6. Når der anvendes flere virkemidler, der reducerer på den samme udledning af kvælstof, så er effekterne ikke additive. Hvis man korrigerer for den forringede effekt ved at anvende flere virkemidler på de samme arealer, vil minivådområder med åbne bassiner på 50 % af det drænede areal ikke resultere i et restindsatsbehov under den målrettede regulering på 12,1 ton N som angivet ovenfor. Restindsatsbehovet bliver i stedet 13,6 ton N svarende til 76 % af den forventede effekt af målrettet regulering ifølge Vandområdeplanen.

En kombination af minivådområder (eller andre drænvirkemidler) og virkemidler på dyrkningsfladen medfører en forringet omkostningseffektivitet i forhold til, hvis virkemidlerne ikke kombineres på de samme arealer. Omkostningerne pr. kg N, som udledningen reduceres med, bliver højere.

På baggrund af ovenstående vurderer SEGES, at hvis en kvælstofindsats i forhold til drænvand fuldt ud skal træde i stedet for den målrettede regulering på dyrkningsfladen, skal der satses på en vifte af forskellige drænvirkemidler. Den samlede renseeffekt skal op på ca. 29 %, idet kvælstofudledningen skal reduceres med 23,4 ton ud af den estimerede samlede drænudledning på 81 ton N. For at nå det mål, skal der i betydeligt omfang satses på minivådområder med filtermatrice (50 % effekt eller højere), mættede randzoner og afbrydning af dræn med overrisling og infiltration af drænvand på lavbundsarealer (50-75 % effekt).

Hvis det indsatskrav på 33 ton N, der er udskudt til 3. vandplanperiode, også skal nås gennem rensning af drænvand, så skal renseprocenten helt op på ca. 70 % for alt drænvand i oplandet. Det er formentlig urealistisk også på lang sigt. Ved en høj renseprocent er virkemidler som reduceret kvælstoftilførsel og efterafgrøder på dyrkningsfladen mindre relevante, da effekterne som allerede nævnt ikke fuldt ud er additive. Målbekastningen på 62 ton N kan derfor kun nås ved en omfattende braklægning eller skovrejsning, der vil reducere landbrugsproduktionen betydeligt, kombineret med drænvirkemidler med en høj renseeffekt på hele det resterende dyrkede areal. Som tidligere nævnt må dette ekstreme reduktionskrav give anledning til at genoverveje, om den meget ensidige fokus på reduktion af kvælstofudledningen til fjorden er den rigtige vej at gå.

10 DRÆNVIRKEMIDLER

Det er muligt at reducere kvælstofindholdet i drænvand på en række forskellige måder. Nedenfor er vist en oversigt over effekten af forskellige drænvirkemidler. Minivådområder med åbne bassiner indgår som et virkemiddel i Vandområdeplanerne 2015-21. De øvrige virkemidler er endnu ikke "godkendt" fra myndighedernes side.

Minivådområder skal have drænvand tilført fra et opland af en vis størrelse før, at det er rentable at etablere. Intelligente bufferzoner og afbrydning af drænen er virkemidler, der også kan anvendes, hvor der er små drænoplande. En stor kollektiv indsats med frivillige drænvirkemidler forudsætter derfor også, at hele paletten af drænvirkemidler kan anvendes.

Tabel 10-1. Oversigt over effekter af forskellige drænvirkemidler, procent fjernelse af tilført kvælstof. * Virkemiddelkatalog AU 2014. ** amerikanske undersøgelser. *** foreløbige resultater fra BufferTech og skøn.

Minivådområde med åbent bassin	Minivådområde med filtermatrice	Bioreaktor	Afbrydning af dræn før udløb til vandløb	Intelligent bufferzone	Mættet randzone
20-30 % *	35-50 % *	43 % **	50 % *	20-50 % ***	50 % **

Minivådområde med åbent bassin (overfladestrømning)

Det er efterhånden et velafprøvet virkemiddel i Danmark. Det er på vej til at blive godkendt og taget i anvendelse i kvælstofindsatsen frem mod 2021. Et minivådområde med åbne bassiner består normalt af et mindre sedimentationsbassin efterfulgt af et større bassin, der er opdelt i sektorer, der skiftevis er dybe (ca. 130 cm) og lavvandede (ca. 30 cm). Kvælstofreduktionen sker primært ved denitrifikation i sedimentet i minivådområdet, hvor der opstår anaerobe forhold. Effekten afhænger bl.a. af vandets opholdstid i bassinet, temperatur, kulstofindhold og næringsstofbelastning. For at få en god effekt anbefales det, at minivådområdet udgør mindst 1 % af arealet af det drænopland, der afvander til minivådområdet.

Ud fra de hidtidige afprøvninger er kvælstoffjernelsen vurderet til 20-25 % ved tilførsel af mindre end 20 kg N/ha/år og 25-30 % ved tilførsel af mere end 20 kg N/ha/år (Eriksen et al, 2014). Det er muligt, at effekten øges efterhånden som minivådområdet modnes (opbygning af kulstoffrigt sedimentlag i bunden af bassinerne).

Minivådområde med filtermatrice

Et minivådområde med filtermatrice består af flere udgravede bassiner, hvoraf ét eller flere bassiner er fyldt med pileflis eller en anden kulstofkilde. Kvælstofreduktionen sker ved denitrifikation i matricen med kulstoffkilden. Det er vigtigt, at anlægget designes, så drænvandet gennemstrømmer hele matricen og har en passende opholdstid i matricebassinet, dette er især vigtigt for at undgå sulfat reduceres til svovlbrinte. Et minivådområde med filtermatrice kræver mindre areal end et minivådområde med et åbent bassin. For at få en høj effekt i matriceanlægget kan det være en fordel med et stuvningsbassin, så tilstrømningen af drænvand kan udjævnes. Et minivådområde med filtermatrice vil typisk lægge beslag på 0,3 – 0,6 % af arealet af drænoplandet, der afvander til minivådområdet.

Hidtidige amerikanske studier tyder på, at der kan opnås en kvælstoffjernelse på 50 %.

Bioreaktor

En bioreaktor med træflis eller en anden kulstofkilde minder meget om et minivådområde med filtermatrice. En bioreaktor består af en aflang udgravning, der er fyldt med pileflis eller en anden kulstofkilde. Drænvandet skal løbe gennem bioreaktoren. Kvælstoffjernelsen sker ved denitrifikation. Bioreaktoren kan eventuelt være overdækket med jord.

Effekten vil bl.a. afhænge af reaktorens størrelse i forhold til mængden af drænvand. Ved den rette dimensionering vil der formentlig kunne opnås en kvælstoffjernelse på 43 % eller mere.

Afbrydning af dræn før udløb til vandløb

Tiltaget er enkelt og består blot i, at drænrør fra dyrkede arealer afbrydes og føres til jordoverfladen, f.eks. ved skræntfoden på overgangen mellem højbunds-jorden og ådalen. Drænvandet vil enten overrisle lavbundsarealet eller infiltrere i jorden. Det skal undgås, at drænvandet danner en strømmende ud til vandløbet. Derfor kan det være nødvendigt at etablere en fordelingsgrøft eller en fordelingsrende.

Effekten afhænger af om drænvandet primært overrisler det lave areal eller infiltreres i jorden. Effekten afhænger også af om arealet mellem drænudløbet og vandløbet er humusjord eller mineraljord, samt af størrelsen af det lave, overrislede areal i forhold til drænoplandet. Hvis arealforholdet mindst er i størrelsesordenen 1:10, regner man med en kvælstoffjernelse på 50 % ved overrisling og 50-75 %, når drænvandet infiltrerer i engjorden (Moeslund, 2011). Effekten vil givetvis kunne variere betydeligt, men ovenstående effekter anvendes i forbindelse med vådområdeprojekter i ådale.

Intelligent bufferzone

En intelligent bufferzone kan etableres langs et vandløb på drænede marker. Der skal være lidt hældning fra marken mod vandløbet. Bufferzonen kan f.eks. være 10 m bred. Drænet afbrydes ved overgangen fra marken til bufferzonen og der etableres en fordelingsgrøft på langs ad bufferzonen. Træer eller buske plantes i en stribe langs vandløbet og har permanent karakter. Mellem fordelingsgrøften og striben med buske eller træer kan der være en græsstribe.

Intelligente randzoner er under afprøvning i Danmark og foreløbige undersøgelser viser god effekt. Udenlandske undersøgelser har vist kvælstoffjernelser mellem 30 og 99 %. Effekten vil sandsynligvis ligge i intervallet 20-50 % afhængig af infiltration og dimensionering af størrelsen i forhold til afstrømning.

Mættet randzone

En mættet randzone minder meget om en intelligent bufferzone. En mættet randzone etableres ved at etablere en drænbrønd i kanten mellem den drænede mark og randzonen langs vandløbet. I drænbrønden skal det direkte udløb til vandløbet kunne blokeres, så drænvandet i stedet ledes ud i et fordelingsdræn på langs af randzonen. Kvælstoffjernelsen sker ved denitrifikation, når drænvandet siver gennem randzonen ud i vandløbet. Effekten vil afhænge af, om jorden i randzonen er kulstofrig. Oven på randzonen kan der være græs eller randzonen kan eventuelt dyrkes med andre afgrøder. Effekten afhænger også af bredden på randzonen.

Foreløbige amerikanske undersøgelser peger på, at effekten kan være omkring 50 %; men effekten vil givetvis variere meget afhængig af jordbundsforhold mv.

11 STRATEGI FOR KVÆLSTOFINDSATS MED DRÆNVIRKEMIDLER

Beregningerne, der er præsenteret i afsnit 9, viser at etablering af minivådområder med åbne bassiner i så stort omfang, at halvdelen af alt drænvand i Norsminde Fjord oplandet ledes til et minivådområde, kan fjerne 13,1 ton N svarende til 37 % af den samlede planlagte kvælstofindsats frem mod 2021. Minivådområder med åbne bassiner er altså umiddelbart ikke et tilstrækkeligt effektivt virkemiddel til helt at erstatte den målrettede regulering på dyrkningsfladen.

Hvis man inddrager den tidsmæssige fordeling af effekten på udledningen af nitrat og effekten på fosforudledningen til fjorden, jf. afsnit 5.1, så vil minivådområder med åbne bassiner muligvis alligevel være et attraktivt virkemiddel. Yderligere dokumentation herfor kræver bedre beregninger af indsatsbehovet i fjorden. Det vil også kræve, at målsætningerne for reduktion af kvælstofudledningen til fjorden differentieres i forhold til, hvornår på året udledningerne sker.

Hvis vi tager udgangspunkt i de gældende krav til reduktion af kvælstofudledningen ifølge Vandområdeplanen fra juni 2016, og målet er helt at undgå den målrettede regulering på dyrkningsfladen, skal der opnås en kvælstoffjernelse på mindst 23,4 ton med drænvirkemidler. Dertil kommer, at der ifølge Vandområdeplanen skal fjernes 9,3 ton N ved etablering af vådområder i ådale under den kollektive indsats. Hvis det lykkes at etablere vådområder i dette omfang, vil effekten i høj grad komme fra kvælstoffjernelse fra drænvand. Derfor er det nødvendigt at se indsatserne med vådområder og med drænvirkemidler under ét. Samlet skal disse virkemidler reducere kvælstofudledningen med 32,7 ton for helt at eliminere behovet for målrettet regulering på dyrkningsfladen.

Det vil endvidere være en forudsætning, at myndighederne hurtigt godkender andre drænvirkemidler end minivådområder med åbne bassiner. En stor del af indsatsen må nødvendigvis baseres på virkemidler med en højere effekt end der kan opnås med de åbne bassiner. Det er afgørende at kunne vælge det optimale virkemiddel på hver enkelt lokalitet.

Tabel 11-1 Eksempel på omfang af drænvirkemidler i Norsminde Fjord oplandet, hvis drænvirkemidler helt skal træde i stedet for den målrettede regulering i 2021.

	Kvælstoffjernelse kg N/ha opland	Areal med virkemiddel, ha	Drænopland til virkemidler, ha	Kvælstoffjernelse, ton N
Minivådområder med åbne bassiner	5	7	700	3,5
Minivådområde med filtermatrice	10	6	1.000	10,0
Intelligente randzoner el. lign.	10	(20)	1.000	10,0
Nye vådområder med afbrydning af dræn	10 (+3,5)	70	700	9,4
I alt		103	3.400	32,9

I Tabel 11-1 er vist, hvordan den målrettede regulering på dyrkningsfladen kan erstattes af en øget indsats med drænvirkemidler. Minivådområder med filtermatrice og intelligente bufferzoner med høj effekt spiller en afgørende rolle. De allerede anlagte minivådområder og randzoner indgår i Tabel 11-1. Når det direkte opland til Rævs Å medregnes (ca. 700 ha), vil der være tilknyttet virkemidler til ca. 4.100 ha drænedede arealer eller ca. 90 % af det samlede drænedede omdriftsareal i oplandet.

12 REFERENCER

Blicher-Mathiesen, G. & Rolighed, J. (2015). Notat om estimat af generel faktor for merudvaskning af kvælstof ved at anvende husdyrsgødning frem for handelsgødning. DCE – National Center for Miljø og Energi.

Eriksen, J., Jensen, P. N. & Jacobsen, B. H. (2014). Virkemidler til realisering af 2. Generations vandplaner og målrettet arealregulering. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. Blichers Allé 20, 8830 Tjele. Nr. 052. ISBN: 978-87-93176-44-7

FAO. (2016). The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp.

Grundersen, P. (2008). Nitratudvaskning fra skovarealer – model til risikovurdering. Arbejdsrapport nr. 46, Skov og Landskab, Hørsholm, 2008. 43 s. ill.

Hvid, S. K. (2015). Emissionsbaseret kvælstof og arealregulering. (Hjemmeside besøgt d. 07-07-2016): https://projekter.vfl.dk/Projekter/Promilleafgiftsfonden/2015/emissionsbaseret_kvaelstof_arealregulering_3682/Sider/Startside.aspx

Højberg, A.L., Windolf, J., Børgesen, C.D., Trolborg, L., Tornbjerg, H., Blicher-Mathiesen, G., Kronvang B., Thodsen, H. og Ernsten (2015b) [National kvælstofmodel, Oplandsmodel til belastning og virkemidler – Kortleverancer](#). GEUS.

Jensen, P.N., Blicher-Mathiesen, G., Rolighed, J., Børgesen, C.B., Olesen, J.E., Thomsen, I.K., Kristensen, T., Sørensen, P. & Vinther, F.P. (2016). Revurdering af baseline. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 60 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 67 <http://dce2.au.dk/pub/TR67.pdf>

Miljø- og Fødevareministeriet. Styrelsen for Vand og Naturforvaltning (2016). Vandområdeplan 2015-2021 for vandområdedistrikt Jylland og Fyn. ISBN nr: 978-87-7175-582-4.

Moeslund, B. (2011). Teknisk forundersøgelse af vådområdeprojektet ådalen mellem Odder by og Norsminde Fjord. Rapport udarbejdet for Odder Kommune.

Odder kommune (2013). Kommune plan (2013-2025). Odder kommune, Rådhusgade 3, 8300 Odder. (hjemmeside besøgt d. 07-06-2016): http://kommuneplan2013.odder.dk/dk/land_og_vand/land-og_skovbrugsinteresser/skovrejsning_02.htm

Sand-Jensen, K., Borum, J. & Brun, H. H. (2015). Hørringsvar. Strategisk miljøvurdering vedr. ændrede gødskningsnormer. Biologisk Institut, Københavns Universitet.

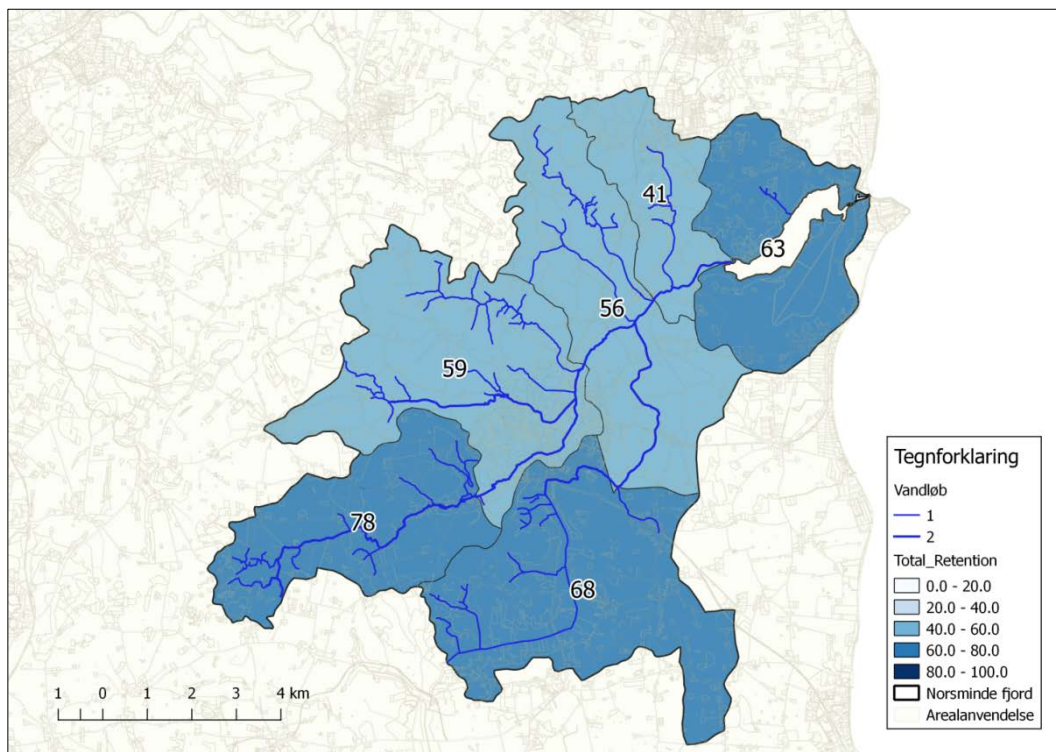
Windolf, J., Timmermann, A., Kjeldgaard, A., Bøgestrand, J., Larsen, S.L. & Thodsen, H. 2013. Landbase ret tilførsel af kvælstof og fosfor til danske fjorde og kystafsnit, 1990-2011. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 110 s. – Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 31. <http://dce2.au.dk/pub/TR31.pdf>

Økologisk landsforening (2016). 41.000 hektar nye økologisk jord i 2016. Økologisk Landsforening, Silkeborgvej 260, 8230 Åbyhøj. (hjemmeside besøgt d. 24-06-2016).

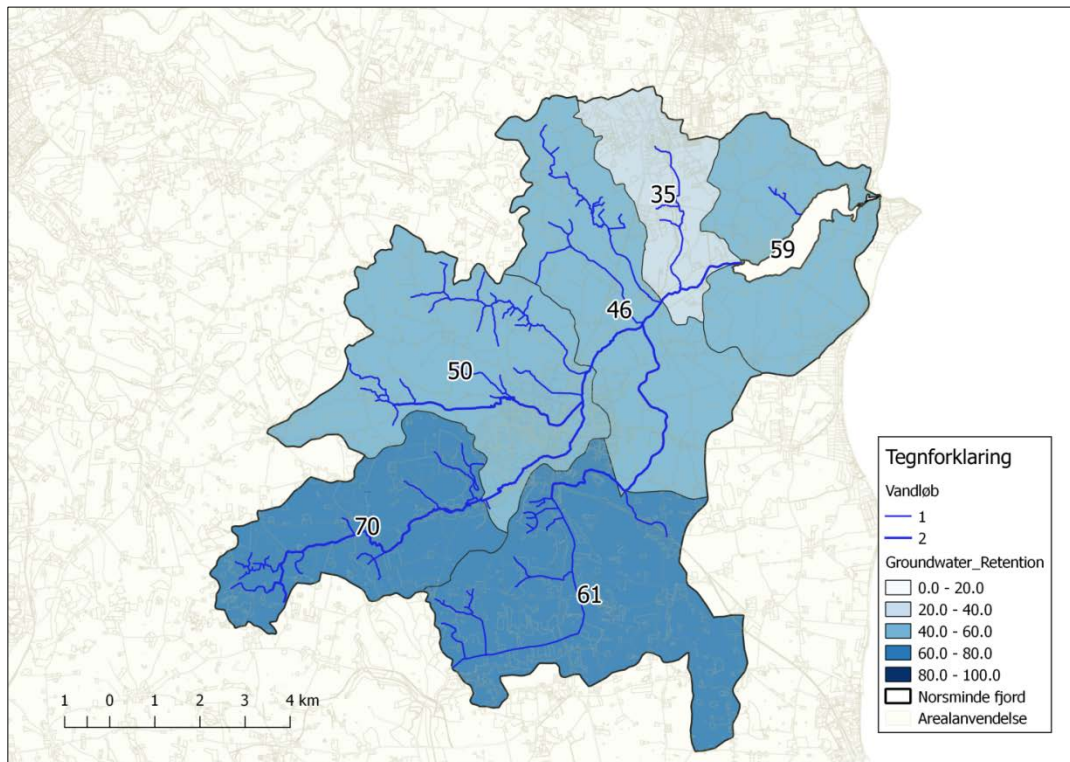
BILAG 1. KVÆLSTOFRETENTION I NORSMINDE FJORD OPLANDET

Norsminde Fjord udgør geografisk set et af de mindre vandoplande i Danmark. Kvælstofretentionen fra rodzonen til kystvand varierer fra 41 til 78 % mellem de seks ID15-oplande, der udgør Norsminde Fjord oplandet (figur 1). Kvælstofretentionen på 78 % i Fillerup deloplandet vurderes at være overestimeret, da beregningerne påvirkes af, at deloplandet har mange grøfter, der ligger i skov, hvor kvælstoftransporten er lav (personlig meddelelse, Anker Lajer Højberg, 2016).

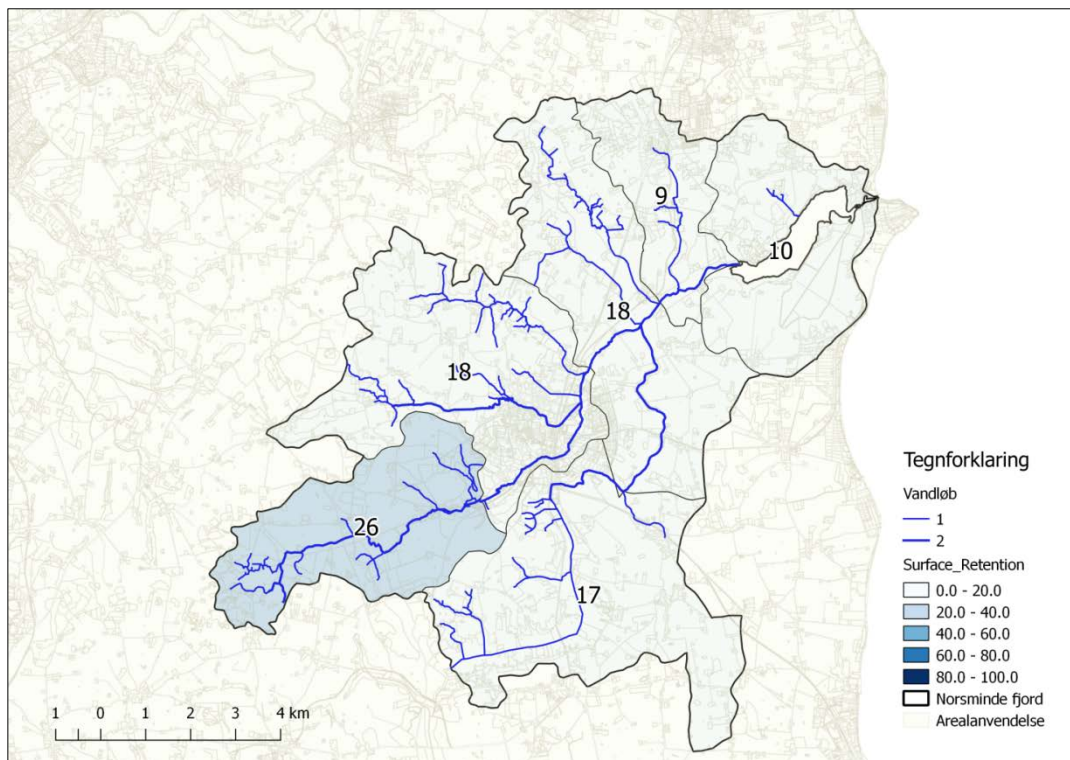
I gennemsnit for hele Norsminde Fjord oplandet er kvælstofretentionen beregnet til 62 % (figur 1).



Figur 1 Den totale kvælstofretention på ID15-deloplandsniveau, % I gennemsnit for oplandet er kvælstofretentionen 62 %.

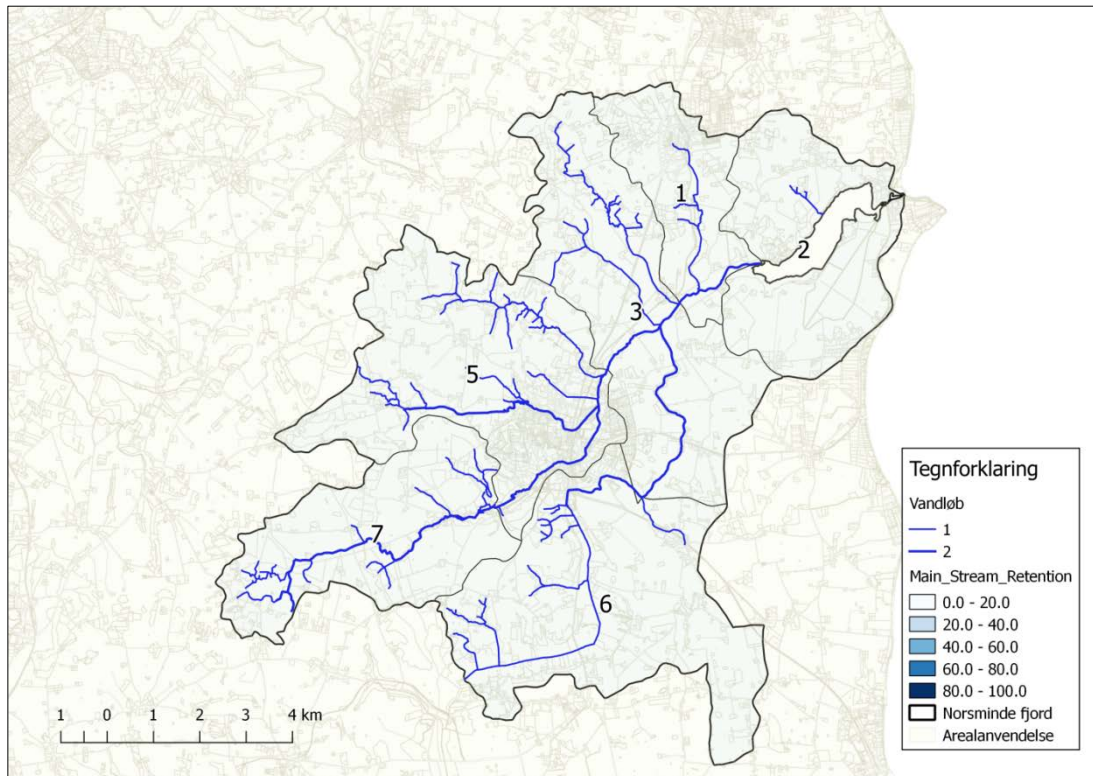


Figur 2. Kvælstofretention mellem rodzone og vandløbskant, også kaldet grundvandsretentionen på ID15-deloplandsniveau, %



Figur 3. Kvælstofretention mellem vandløbskant og Norsminde Fjord, også kaldet overfladevandsretentionen, % Heri indgår også kvælstofretention i grøfter, søer, i vandløbskant og vandløbsbund.

Kvælstofretentionen i grundvand er uden betydning for effekten af drænvirkemidler. Effekten af virkemidler, der fjerner kvælstof tilført med dræn, der munder ud i et vandløb eller en sø, påvirkes efterfølgende normalt kun af kvælstofretentionen nedstrøms i vandløbssystemet. Retentionen i hovedvandløbene i Norsminde Fjord oplandet er lav, da oplandet er uden større søer. Retentionen varierer fra 1-7 % med et arealvægtet gennemsnit på ca. 4 % (Figur 4).



Figur 4. Kvælstofretention i hovedvandløbene i Norsminde Fjord delvandoplandet, %

På baggrund af den lave kvælstofretention i vandløbssystemet, vurderer SEGES, at alle seks ID15 deloplande i Norsminde Fjord oplandet er én potentiel indsatszone med henblik på etablering af drænvirkemidler. Kvælstofretentionen mellem drænudløb og fjord vil generelt være lav alle steder i oplandet.

SEGES P/S skaber løsninger til fremtidens landbrugs- og fødevarerhverv. Vi udvikler forretningsmuligheder og serviceydelser i tæt samarbejde med vores kunder, forskningsinstitutioner og virksomheder over hele verden.

SEGES P/S
Agro Food Park 15
DK 8200 Aarhus N

T +45 8740 5000
E info@seges.dk
W seges.dk

