

Til Landbrug- og Fiskeristyrelsen

Vedr. bestillingen: ” Udarbejdelse af minivådområdeeffekt (kg N pr. ha minivådområde) på ID15-oplandsniveau og vurdering af foreslåede scenarier for dokumentationskrav, som understøtter den forventede effekt.”.

Landbrug- og Fiskeristyrelsen har i bestilling dateret d. 2. februar 2017 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om levering af en redegørelse for ” Udarbejdelse af minivådområdeeffekt (kg N pr. ha minivådområde) på ID15-oplandsniveau og vurdering af foreslåede scenarier for dokumentationskrav, som understøtter den forventede effekt.”. Svarskrivelsen er en opfølgning på en tidligere bevarelse dateret 10. marts 2017 og efterfølgende spørgsmål i mail dateret 24. marts 2017 fra Enhedschef Louise Piester.

Besvarelsen er udarbejdet af Seniorforsker Charlotte Kjærgaard og Seniorforsker Christen Duus Børgesen, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet. Besvarelsen er efterfølgende gennemset af Professor og sektionsleder Jørgen E. Olesen, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet.

Metoden til beregning af virkningen af minivådområder på kystbelastningen er opdateret. Metodevalget har været drøftet på et møde med Anker Lajer Højberg (Senior forsker, GEUS) og Gitte Blicher-Mathisen (Senior rådgiver Bioscience, AU) hvor alle endes om at anvende metodikken som Kvælstofmodellen bygger på.

Beregningsgrundlaget indeholder bla. nye opdaterede NLES-data (Januar 2017). Det anbefales derfor at opdatere notatet af 19.12.2016 omkring Landsdækkende kortlægning af potentielle områder til etablering af konstruerede vådområder, således at der er overensstemmelse mellem datagrundlaget i de to besvarelser.

DCA - Nationalt Center for
Fødevarer og Jordbrug

Lars Bødker

Specialkonsulent

Dato . 07.04 2017

Direkte tlf.: 87 15 76 85

Mobiltlf.:

E-mail:

lars.bodker@dca.au.dk

Afs. CVR-nr.: 31119103

Reference: lab

Journal 2017-760-000042



Besvarelsen er udarbejdet som led i "Aftale mellem Aarhus Universitet og Fødevareministeriet om udførelse af forskningsbaseret myndighedsbetjening m.v. ved Aarhus Universitet, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, 2016-2019 (punkt FM2 i Aftalens Bilag 2, og P7.14 i Arbejdsprogram 2017 for Ydelsesaftale Planteproduktion, 2017-2020)".

Side 2/2

Venlig hilsen

Lars Bødker

Udarbejdelse af minivådområdeeffekt (kg N pr. ha minivådområde) på ID15-oplandsniveau. Revideret version.

Forfattere

Seniorforsker Charlotte Kjærgaard og seniorforsker Christen Duus Børgesen

Bestillingen

Landbrugs- og Fiskeristyrelsen (LFST) har i bestilling d. 2. februar 2017 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug om at udarbejde en minivådområdeeffekt på ID15-oplandsniveau og vurdering af dokumentationskrav til at understøtte denne effekt.

Beskrivelse af opgaven

Der er pr 10. marts fremsendt svar på bestilling pr. 2. februar 2017. LFST har efterfølgende bedt om en revurdering af beregningsgrundlaget for minivådområdeeffekten ved kyst.

Sammenfatning af svar på opfølgende bestilling

Efter analyse af beregningsmetoder og drænafstrømningsparametre anbefales det at benytte en direkte beregningsmodel til estimering af minivådområdeeffekten ved kyst på ID15-skala. Beregningsmodellen er baseret på (i) gennemsnitlige ID15-specifikke NLES-estimerer fra Børgesen et al. (2013), hvor der foreligger nye opdaterede ID15 NLES-udvaskninger, der følger de ændringer, der skete med ændrede målrettede efterafgrøder (Januar 2017), (ii) et skønnet min-max drænafstrømningsbidrag ($D_{f_{dræn}}$) fra rodzonen, hvor det gennemsnitlige drænafstrømnings-bidrag er kvalificeret på baggrund af metodesammenstilling, (iii) min-max kvælstofreduktionseffektiviteten for minivådområder med overfladestrømning, baseret på det eksisterende vidensgrundlag (Kjærgaard et al., 2017), samt (iv) overfladevandsretentionen mellem minivådområde og kystvandet som er baseret på Højbjerg et al. (2015).

Beskrivelse af beregningsmodeller, analyse og grundlag for parametre fremgår af den uddybende besvarelse. Besvarelsen er desuden vedhæftet regneark med beregnede minivådområdeeffekter (min, max og middel effekt) ved kyst for alle ID15-oplande. Der er desuden givet en beskrivelse af usikkerheder på virkemiddelseffekter samt anbefalinger til validering af resultater (afsnit 5).

Uddybende svar på bestilling

1. Metode til at fastsætte kvælstofeffekten af et minivådområde i et givent ID15-opland.

Minivådområder virker ved at reducere kvælstoftransporten der transporteres via dræn. I bunden af rodzonen sker en opsplittning af rodzone-udvaskningen, der enten fanges direkte af dræn og transporteres via dræn direkte til vandløb, eller nedsiver i den mættede grundvandszone og transporteres via grundvand, eller til nedstrøms dræn, og videre til vandløb. Under grundvandstransporten vil en større eller mindre del af kvælstoftransporten reduceres, inden det når vandløbet. I vandløbs-/overfladevandssystemet sker der yderligere en retention af en større eller mindre del af kvælstoftransporten, inden det når kysten. Det kvælstof der udledes til kysten, er således det ikke-reducerede kvælstofbidrag fra hhv. dræn og/eller grundvand.

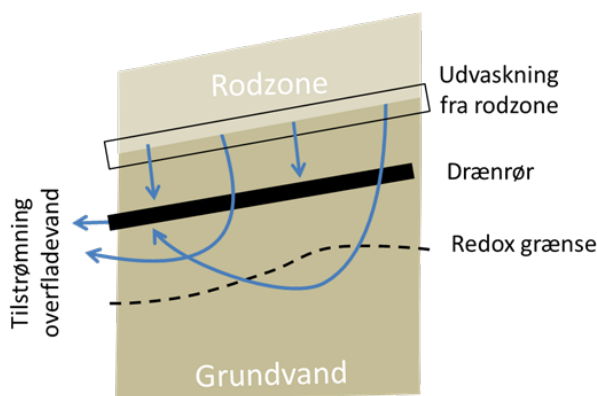
Virkemidler som minivådområder har til formål at reducere kvælstofudledningen til kysten, og har således størst effekt på en reduktion af kystudledningen, hvis de placeres, hvor dræntransporten er størst og overfladevandsretentionen mindst.

Der er to forudsætninger for at fastsætte kvælstofeffekten af et minivådområde i et givent ID15-opland, hvor retentionsforholdene er kendte:

- (i) At kvælstoftransporten via dræn til minivådområdet kan bestemmes
- (ii) At kvælstofreduktionseffektiviteten for minivådområder kendes

1.1 Estimering af kvælstoftransporten via dræn til kyst før etablering af et minivådområde

Estimering af kvælstoftransporten via dræn forudsætter som udgangspunkt at man kender (i) kvælstoftabet til bunden af rodzonen/drændybde, (ii) andelen af kvælstoftabet der transporteres via dræn og (iii) den reduktion af kvælstof der kan forekomme i rodzonen eller i grundvand før afstrømning via dræn. Mens den NLES-beregnete kvælstofudvaskning kan anvendes som empirisk estimat for kvælstofudvaskningen fra rodzonen, er der med det nuværende vidensgrundlag ikke et empirisk grundlag for at fastsætte opsplittningen af kvælstoftransporten mellem grundvand (N_{gw}) og dræn ($N_{dræn}$), samt kvælstofreduktionen i rodzonen eller i grundvand før dræn (Figur 1).



Figur 1. Principskitse for kvælstofudvaskning via rodzonen direkte til drænen eller via grundvand hhv. over eller under redoxgrænsen. Når vandet har passeret redoxgrænsen, vil der ske en reduktion af kvælstof. Kvælstoftransporten via dræn kan således overestimeres, hvis der ikke kan korrigeres for en eventuel kvælstofreduktion før afstrømning via dræn (figur fra Anker L. Højbjerg, GEUS fra rapporten "Emissionsbaseret kvælstofregulering, Kjærgaard et al., 2016).

I potentialekortet for minivådområder er der indenfor alle ID15-oplande lavet en opdeling af egnede/betinget egnede, potentielt egnede og ikke-egnede arealer (Kjærsgaard et al., 2016). Egnede/betinget egnede arealer er, jf. potentialekortet, arealer hvor dræntransporten generelt vil være den primære transportvej, som følge af en hydraulisk lavpermeabel underjord. Inden for egnede arealer kan der dog stadig være betydelige variationer i den lokale dræntransport. Disse variationer kan især skyldes lokale forskelle i dræningstype og intensitet, samt variationer i den underliggende geologi fx forekomst af sandlinser i lerlagene, der ændrer det lokale afstrømningsmønster. Denne lokale kompleksitet rummes ikke i modeller baseret på gennemsnitlige estimater på ID15-skala, og selv på markskala vil det være svært at fange især den rumlige variation i den underliggende geologi. Hertil kommer, at der på nogle arealer kan være en betydende kvælstofreduktion i rodzonen, omkring drændybde eller i det øvre grundvand før afstrømning via dræn. Der kan således være en betydelig naturgiven variation i den lokale kvælstoftransport via dræn mellem egnede arealer beliggende indenfor samme ID15-opland. Der findes kun meget begrænset viden vedr. kildeopsplitningen af kvælstofudvaskningen til dræn eller grundvand, herunder også omfanget af kvælstofreduktion i rodzonen eller i grundvand før afstrømning i dræn, og der findes pt ikke noget data- eller vidensgrundlag, der kan anvendes til at differentiere, den variation der vil være i drænafstrømningsbidraget mellem egnede arealer indenfor et ID15-opland.

Der må således anvendes en operationel tilgang til at estimere den gennemsnitlige kvælstoftransport via dræn for egnede arealer indenfor det specifikke ID15-opland.

Direkte metode til estimering af kvælstoftransport via dræn til kyst før etablering af minivådområde

Den gennemsnitlige kvælstoftransport via dræn til kyst før der etableres et minivådområde vil være bestemt af kvælstofudvaskningen til bunden af rodzonen ($N_{LES_{ID15}}$), opsplitningen af rodzone udvaskningen til dræn ($N_{dræn}$) og grundvandstransport, samt omfanget af kvælstofreduktion i rodzonen eller grundvand før dræn (R_{rodz}). Dræntransporten skal endvidere korrigeres for overfladevandsretentionen frem til kysten (R_{surf_ID15}). Kvælstofudledningen til kyst via dræn før etablering af minivådområde bestemmes som:

$$N_{dræn_kyst_direkte} = N_{LES_{ID15}} \times Df_{dræn} \times (1 - R_{surf_ID15}) \quad [1]$$

hvor $N_{LES_{ID15}}$ er den gennemsnitlige udvaskning fra landbrugsarealet i det specifikke ID15-opland, og R_{surf_ID15} er overfladevandsretentionen for det specifikke ID15-opland. Begge er kendte parametre (Tabel 1), mens $Df_{dræn}$ er dræntransportbidraget (for den direkte beregningsmetode D), der i denne sammenhæng integrerer de to ubekendte $N_{dræn}$ og R_{rodz} (Tabel 1). Da størrelsen af $f_{dræn}$ kan variere betydeligt mellem egnede arealer, og der ikke foreligger et empirisk grundlag for at fastsætte denne, må et skøn af denne parameter kvalificeres yderligere (se resultater af metodeanalyse i afsnit 3).

Tabel 1. Estimering af kvælstoftransporten via dræn til kyst ved den direkte metode forudsætter kendskab til følgende processer og parametre/estimerer.

Proces	Vidensgrundlag	Parameter / estimat
Kvælstofudvaskningen til bunden af rodzonen / drændybden (NLES)	Kvælstofudvaskningen angives ved NLES-estimatet (NLES)	NLES
Andelen af kvælstoftabet ved bunden af rodzonen der transporteres via dræn (N_{dræn})	Kvælstoftransporten (N_{dræn}) kan ikke fastsættes med det eksisterende vidensgrundlag	f_{dræn}
Kvælstofreduktionen i rodzonen eller i grundvand før dræn (R_{rodz})	Kvælstofreduktionen i rodzonen eller i grundvand før dræn (R_{rodz}) kan ikke fastsættes med det eksisterende vidensgrundlag	

Indirekte metode til estimering af kvælstoftransport via dræn til kyst før etablering af minivådområde

For egnede arealer udgør kvælstofudledningen via dræn til kyst den primære transportvej. Et bedste skøn for dræntransportbidraget fra egnede arealer er 80-100 % af den samlede kvælstoftransport der når kysten, mens grundvandsbidraget således skønnet udgør 0-20 %. På baggrund af kendskabet til den samlede kvælstofudledning til kysten ($NLES_{ID15} \times R_{tot_ID15}$) (data fra Højbjerg et al., 2015) og det skønnede dræntransportbidrag af kystudledningen ($f_{dræn}$ 0.8-1) kan den gennemsnitlige kvælstofudledning via dræn til kysten ($N_{dræn_kyst_indirekte}$) således estimeres for egnede arealer ved denne indirekte metode.

$$N_{dræn_kyst_indirekte} = NLES_{ID15} \times R_{tot_ID15} \times f_{dræn} \quad [2]$$

hvor $NLES_{ID15}$ er den gennemsnitlige udvaskning fra landbrugsarealet i det specifikke ID15-opland, R_{tot_ID15} er den gennemsnitlige oplandsretention for det specifikke ID15-opland, og $f_{dræn}$ er det skønnede dræntransportbidrag ($f_{dræn}$) af kvælstofudledningen til kysten ($f_{dræn}$ 0.8-1), hvor I henviser til den indirekte metode. Det er væsentligt at påpege at denne metode udelukkende kan anvendes for egnede arealer, hvor dræntransporten er den primære transportvej (se endvidere resultater af metodeanalysen i afsnit 3).

1.2 Estimering af kvælstoftransporten via dræn til kyst efter etablering af et minivådområde til dræn

Det faglige grundlag for at fastsætte kvælstofreduktionseffektiviteten af konstruerede minivådområder med overfladestrømning (CW) er beskrevet i Kjærgaard et al. (2017). Der er på nuværende tidspunkt ikke fagligt grundlag for at differentiere kvælstofreduktionseffektiviteten, og derfor anvendes en empirisk fastsat kvælstof-reduktionseffektivitet (R_{CW}) på 20-30 % af den årlige kvælstoftransport via dræn til kysten for alle minivådområder med vandføringsvægtet TN-drænvandskoncentration $>4 \text{ mg L}^{-1}$ (Kjærgaard et al., 2017).

Minivådområders kvælstofeffekt i et givet ID15-opland kan således estimeres på baggrund af den beregnede kvælstoftransport via dræn korigeret for minivådområdets kvælstofreduktionseffektivitet af dræntransporten. Kvælstofudledningen til kyst efter etablering af et minivådområde tilknyttet dræn beregnes således for den direkte metode:

$$N_{\text{dræn_kyst_cw_direkte}} = NLES_{\text{ID15}} \times Df_{\text{dræn}} \times (1-R_{\text{CW}}) \times (1-R_{\text{surf_ID15}}) \quad [3]$$

For den direkte metode reduceres den estimerede kvælstoftransport via dræn således med reduktionseffektiviteten i minivådområdet ($1-R_{\text{CW}}$) og med overfladevandsretentionen frem til kysten ($1-R_{\text{surf_ID15}}$).

For den indirekte metode beregnes kvælstofudledningen til kyst efter anlæg af minivådområde som:

$$N_{\text{dræn_kyst_CW_indirekte}} = NLES_{\text{ID15}} \times (1-R_{\text{tot_ID15}}) \times If_{\text{dræn}} \times (1-R_{\text{CW}}) \quad [4]$$

Hvor det er dræandelen af den samlede kvælstofudledning til kysten efter retention, der korrigeres for minivådområdets effekt.

De to metoder illustreres her i et enkelt beregningseksempel for et ID15-opland med 62% egnet areal, mens en mere omfattende analyse af begge beregningsmetoder og vurdering af $Df_{\text{dræn}}$ for den direkte metode fremgår af afsnit 3.

Beregningseksempel for ID15-opland

Beregningerne foretages med udgangspunkt i et specifikt ID15-opland med 62 % egnet areal. Parametre $NLES_4$, R_{tot} , R_{surf} er de specifikke ID15-estimer. R_{CW} er den gennemsnitlige empirisk bestemte N-reduktionseffektivitet (%), $If_{\text{dræn}}$ er det gennemsnitlige skønnede dræntransportbidrag for den indirekte metode ($If_{\text{dræn}}$ 0.8-1), og $Df_{\text{dræn}}$ er det skønnede gennemsnitlige dræntransportbidrag for den direkte metode.

Parameter	ID15-estimat
$NLES_4_{\text{ID15}}$ (kg/ha)	51.6
$R_{\text{tot_ID15}}$ (%)	56.1
$R_{\text{surf_ID15}}$ (%)	18.0
$Df_{\text{dræn}}$	0.5
$If_{\text{dræn}}$	0.9
R_{CW} (%)	25

For den direkte beregningsmetode fås for den konkrete case:

Før minivådområde: $N_{\text{dræn_kyst_direkte}} = 51.6 \times 0.5 \times (1-0.1802) = 21.2 \text{ kg/ha}$
 Efter minivådområde: $N_{\text{dræn_kyst_cw_direkte}} = 51.6 \times 0.5 \times (1-0.25) \times (1-0.1802) = 15.9 \text{ kg/ha}$
 Effekt af minivådområde ved kyst $N_{\text{CW_kyst}} = 5.25 \text{ kg/ha}$
 Effekt af minivådområde ved kyst $N_{\text{CW_kyst}}$ ved 1% minivådområde = 525 kg/ha minivådområde

For den indirekte beregningsmetode fås for den konkrete case:

Før minivådområde: $N_{\text{dræn_kyst_CW_indirekte}} = 51.6 \times (1-0.561) \times 0.9 = 20.4 \text{ kg/ha}$
 Efter minivådområde: $N_{\text{dræn_kyst_CW_indirekte}} = 51.6 \times (1-0.561) \times 0.9 \times (1-0.25) = 15.3 \text{ kg/ha}$
 Effekt af minivådområde ved kyst $N_{\text{CW_kyst}} = 5.10 \text{ kg/ha}$
 Effekt af minivådområde ved kyst $N_{\text{CW_kyst}}$ ved 1% minivådområde = 510 kg/ha minivådområde

Det fremgår af beregningerne at det ikke er uvæsentligt hvad $Df_{\text{dræn}}$ estimatet sættes til fx vil $Df_{\text{dræn}}$ på 0.8 resultere i en $N_{\text{dræn_kyst_CW_direkte}} = 25.4 \text{ kg/ha}$, mens $Df_{\text{dræn}}$ på 0.3 giver 9.5 kg/ha .

Variationen i den estimerede virkemiddelseffekts afhængighed af $D_{f_{dræn}}$, demonstrerer betydningen af at kvalificere gennemsnit og variationsbredde på denne parameter (se nærmere analyse af beregningsmetoder i afsnit 3).

2. Datagrundlaget for parametre der indgår i beregningsgrundlaget

- Datagrundlaget for NLES4 er baseret på opdaterede NLES4-estimer (Børgesen, 2017). Se nærmere beskrivelse af det opdaterede datagrundlag for NLES i bilag 1.
- Retentionsparametre for ID15-oplande er baseret på Højbjerg et al. (2015)
- Kvælstofreduktionseffektiviteten i minivådområder med overfladestrømning er baseret på Kjærgaard et al. (2017).

3. Analyse af beregningsmetoder til estimering af minivådområdeeffekt på ID15-skala

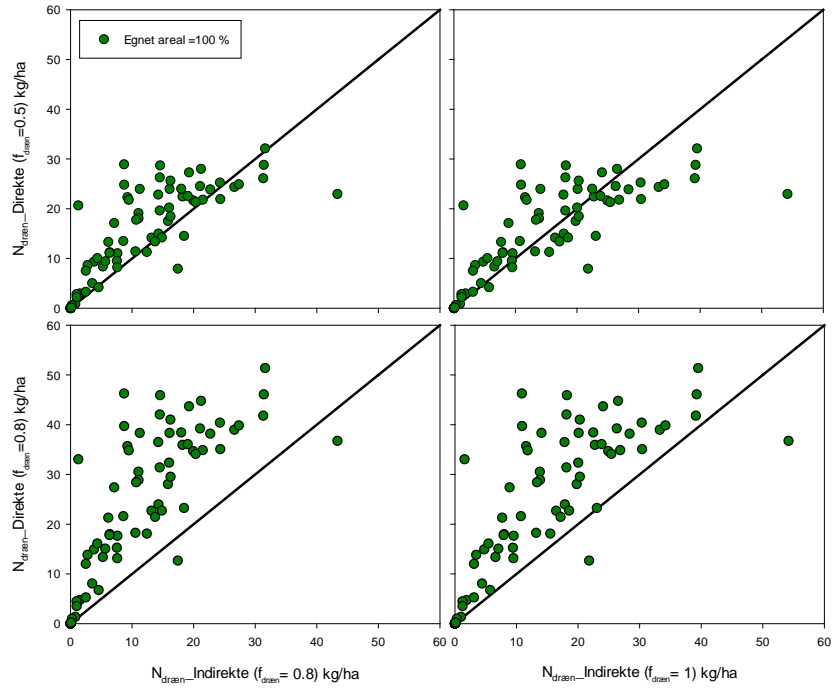
3.1 Sammenstilling af beregningsmetoder på baggrund af alle ID15-oplande

For ID15-oplande med 100 % egnet areal vil kvælstofudledningen til kyst være domineret af dræntransportbidraget (skønnet 80-100 %), mens grundvandsbidraget af kvælstoftransporten til kyst således vil være beskedent (0-20%). Den gennemsnitlige kvælstofudledning via dræn til kyst kan således beregnes ved både den direkte og indirekte metode.

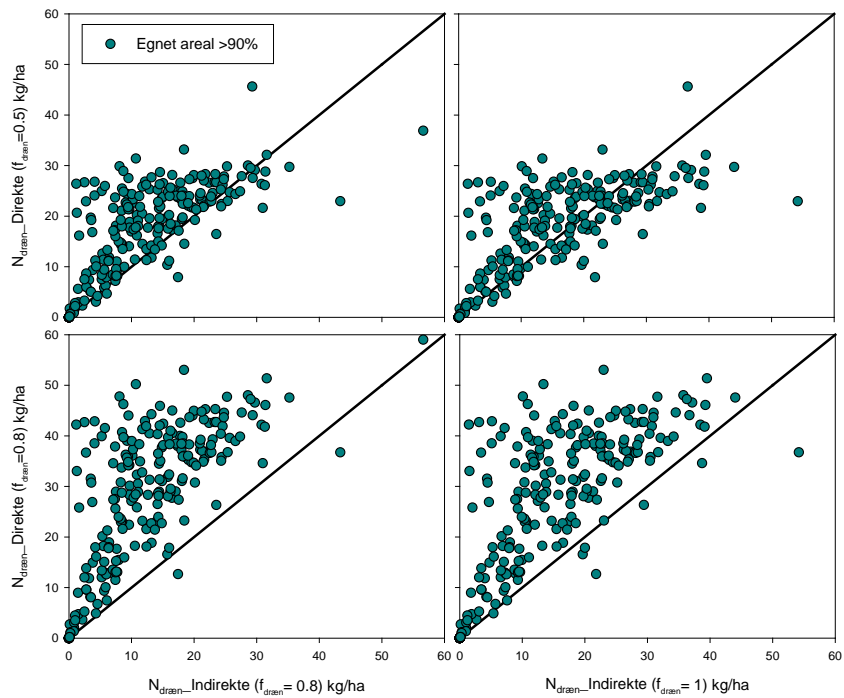
Sammenholdes den indirekte og direkte beregningsmetode, vil der for ID15-oplande med 100 % egnet areal forventes at være sammenfald mellem de beregnede dræntransport estimater indenfor den variationsbredde $f_{dræn}$ udgør. Endvidere bør den beregnede dræntransport fra den direkte metode teoretisk ikke overstige den beregnede dræntransport fra den indirekte metode (når $l_{f_{dræn}} = 1$), hvor den indirekte metode angiver den samlede kvælstofudledning til kysten for de egnede arealer.

Sammenstillinger af de to beregningsmetoder for ID15-oplande med 100 % egnet areal for hhv. den direkte metode med $D_{f_{dræn}}$ 0.5 og 0.8, og den indirekte metode med $l_{f_{dræn}}$ 0.8 og 1.0 fremgår af Figur 2. Det fremgår af analysen, at anvendelse af et drænbidrag $D_{f_{dræn}}$ på 0.8 i den direkte metode, giver anledning til dræntransportestimater, der ligger væsentligt over estimater for den indirekte metode. Vælges et drænbidrag $D_{f_{dræn}}$ på 0.5 ved den direkte metode opnås det forventede sammenfald med den indirekte metode ved $l_{f_{dræn}} = 1$, hvor spredningen kan skyldes variation på drænbidraget ved begge metoder.

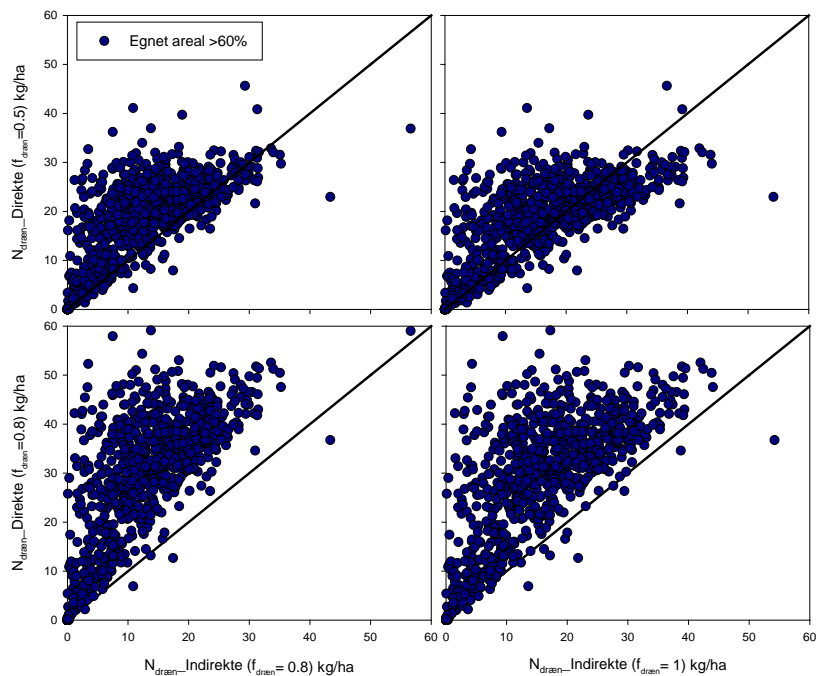
Udvides analysen til at omfatte ID15-oplande med hhv. >90 %, >60 % og >50 % egnet areal ses tilsvarende at en $D_{f_{dræn}}$ på 0.5 giver det bedste metodesammenfald. Samtidig ses, at der for en større andel af ID15-oplande opnås højere dræntransportestimater ved den direkte metode sammenholdt med den indirekte. Dette forhold skyldes, at der nu indgår ID15-oplande, der også indeholder sandede geologier (svarende til hhv. 10, 40 og 50 % af ID15-arealet), hvor bidraget fra grundvandstransporten/ grundvandsretentionen, giver anledning til en underestimering af dræntransporten ved den indirekte metode, der jo baserer sig på den totale ID15-retention.



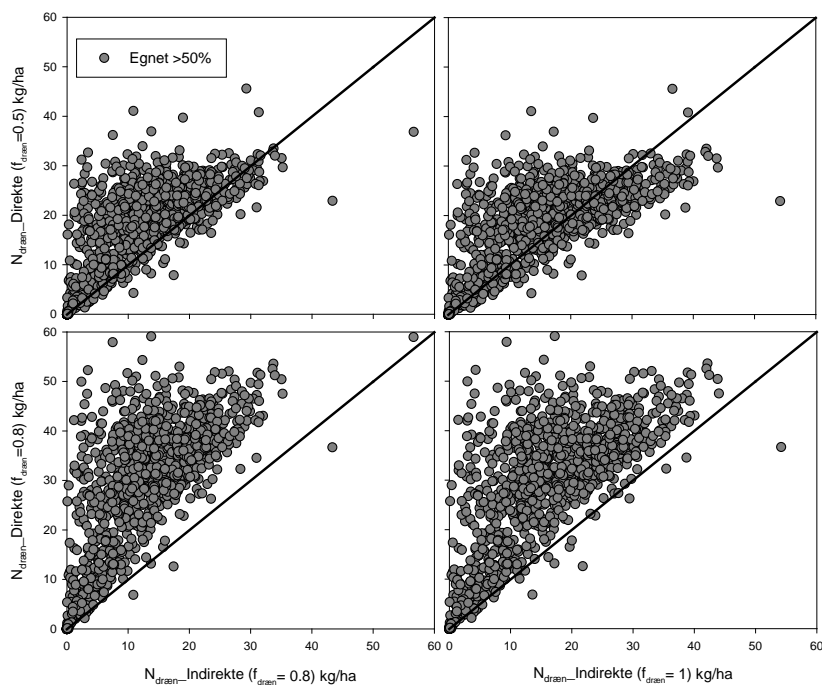
Figur 2. Plot af den estimerede kvælstoftransport til kyst via dræn ($N_{\text{dræn}}$) for ID15-oplande med 100 % egnet areal, ved den indirekte versus den direkte metode for drænbidrag ($f_{\text{dræn}}$) på hhv. $Df_{\text{dræn}}$ 0.5 og 0.8 for den direkte, og $lf_{\text{dræn}}$ 0.8 og 0.1 for den indirekte metode.



Figur 3. Plot af den estimerede kvælstoftransport til kyst via dræn ($N_{\text{dræn}}$) for ID15-oplande med >90 % egnet areal, ved den indirekte versus den direkte metode for drænbidrag ($f_{\text{dræn}}$) på hhv. $Df_{\text{dræn}}$ 0.5 og 0.8 for den direkte, og $lf_{\text{dræn}}$ 0.8 og 0.1 for den indirekte metode.



Figur 4. Plot af den estimerede kvælstoftransport til kyst via dræn ($N_{\text{dræn}}$) for ID15-oplande med >60 % egnet areal, ved den indirekte versus den direkte metode for drænbidrag ($f_{\text{dræn}}$) på hhv. $Df_{\text{dræn}}$ 0.5 og 0.8 for den direkte, og $lf_{\text{dræn}}$ 0.8 og 0.1 for den indirekte metode.



Figur 5. Plot af den estimerede kvælstoftransport til kyst via dræn ($N_{\text{dræn}}$) for ID15-oplande med >50 % egnet areal, ved den indirekte versus den direkte metode for drænbidrag ($f_{\text{dræn}}$) på hhv. $Df_{\text{dræn}}$ 0.5 og 0.8 for den direkte, og $lf_{\text{dræn}}$ 0.8 og 0.1 for den indirekte metode.

Den indirekte metode synes således at underestimere den gennemsnitlige kvælstofudledning via dræn til kyst for ID15-oplande, når andelen af sandede arealer indenfor ID15-oplandet stiger.

Den direkte metode er baseret på dræntransportbidraget fra rodzonen ($D_{f_{dr\ddot{a}en}}$) og overfladevandsretentionen (R_{surf}), og er således ikke påvirket af at grundvandstransportkomponenten øges. Sammenstillingen af de to beregningsmetoder demonstrerer at en gennemsnitlig $D_{f_{dr\ddot{a}en}}$ på 0.5, giver det bedste gennemsnitlige estimat for drænastrømningsbidraget med en variationsbredde på ± 0.2 . $D_{f_{dr\ddot{a}en}}$ fastsættes således i beregninger baseret på den direkte metode til $f_{dr\ddot{a}en}$ 0.3-0.7.

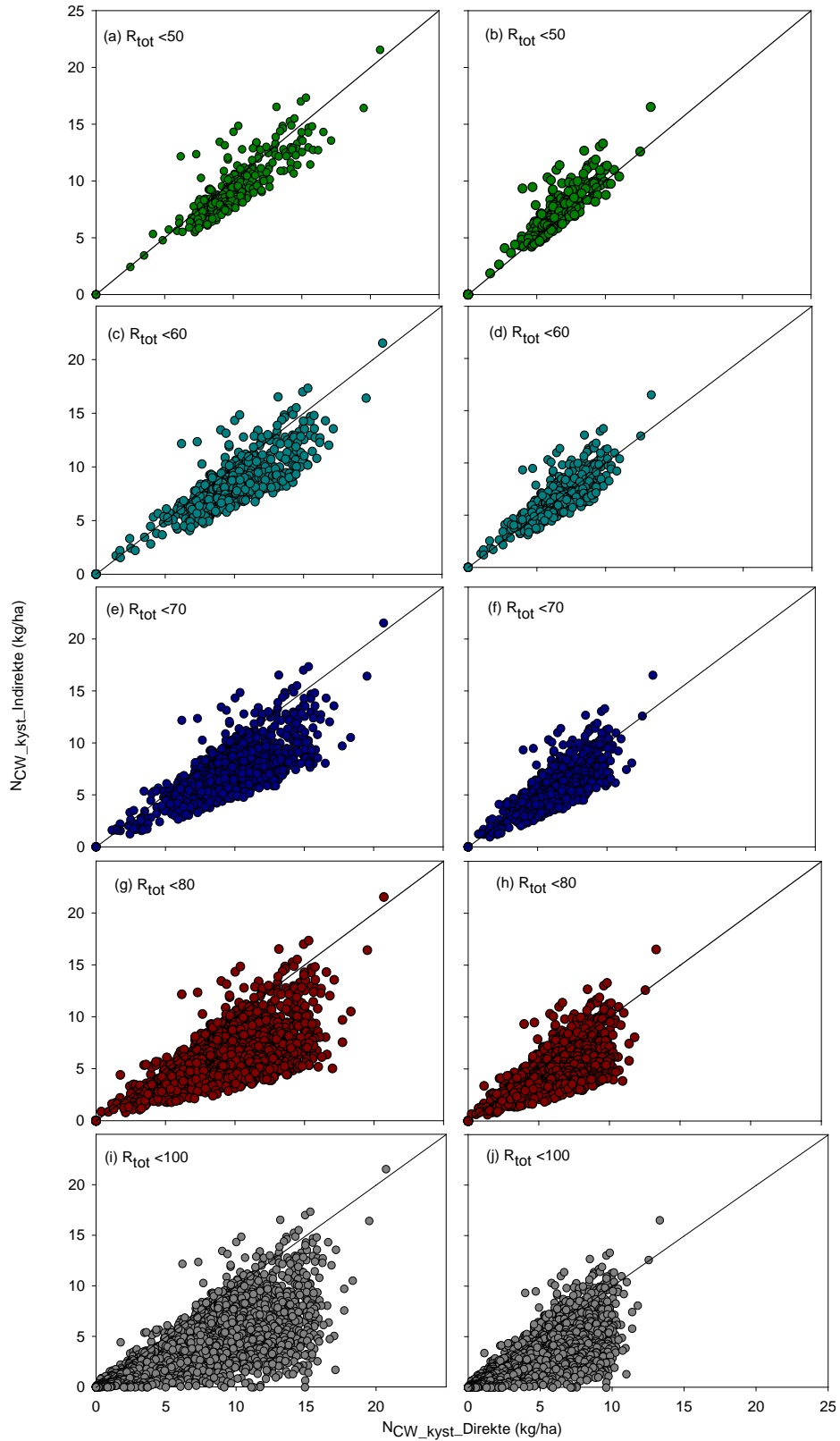
Endelig bør nævnes at den direkte metode i sin nuværende form er baseret på det gennemsnitlige NLES-estimat for det specifikke ID15-opland, hvilket betyder at det gennemsnitlige NLES-estimat ved stigende andel af sandede arealer, også i stigende grad vil være vægtet af disse. Dette kan potentielt give en overestimering af den direkte transport fra de egnede arealer, og kunne således fordrø en opsplitning af NLES mellem ler og sand, med deraf følgende større usikkerhed på estimaterne. Det er således valgt at fastholde den gennemsnitlige NLES for ID15-oplandet.

3.2 Sammenstilling af metoder på baggrund af ID15-oplandes retentionskarakteristika

Analysen ovenfor antyder at de to metoder afviger fra hinanden i stigende grad, når andelen af sandede arealer, og dermed grundvandsretentionskomponenten, indenfor ID15-oplandet øges (Figur 2-5). En alternativ måde at sammenstille beregningsmetoderne er derfor at sammenholde de gennemsnitlige dræntransportestimater (ligning 1 og 2) eller den gennemsnitlige estimerede minivådområdeeffekt ved kyst (ligning 3 og 4) med udgangspunkt i ID15-oplandenes retentionskarakteristika.

Beregningerne foretages ved min-max estimater for $D_{f_{dr\ddot{a}en}}$ (0.3-0.7) og $I_{f_{dr\ddot{a}en}}$ (0.8-1.0) samt R_{CW} (0.2-0.3), og angives som hhv. min, max og middeleffekter. En sådan sammenstilling ses i figur 6, hvor den estimerede minivådområdeeffekt ved kyst (N_{CW_kyst}) er sammenstillet for de to metoder for hhv. max. og middel-effekten som funktion af den samlede ID15-oplandsretention (R_{tot_ID15}) varierende fra <50 % til 100 %.

Sammenstillingen viser at der ved lave ID15-retentioner er et sammenfald mellem den estimerede gennemsnitlige minivådområdeeffekt ved kyst for de to beregningsmetoder, hvor spredningen kan skyldes variationen på $f_{dr\ddot{a}en}$ -estimaterne for begge metoder (Figur 6). Ved stigende ID15-retention øges spredningen mellem metodernes gennemsnitlige estimater, indtil der ved $R_{tot_ID15} > 70\%$ ses at der opnås markant højere gennemsnitlig minivådområdeeffekt ved den direkte metode sammenlignet med den indirekte metode (Figur 6g, h). Resultaterne viser således at begge beregningsmetoder kan anvendes til at estimere den gennemsnitlige minivådområdeeffekt ved kyst for det specifikke ID15-opland ved ID15-oplande, hvor ID15-retentionen < 70 %. For ID15-oplande med en ID15-retention på >70 % antyder resultaterne at den indirekte metode underestimerer virkemiddelseffekten, mens den direkte metode forventes at have en mere korrekt estimering af effekten, dog med en potentielt mindre overestimering som følge af vægtningen af sandjorde på NLES -estimatet.

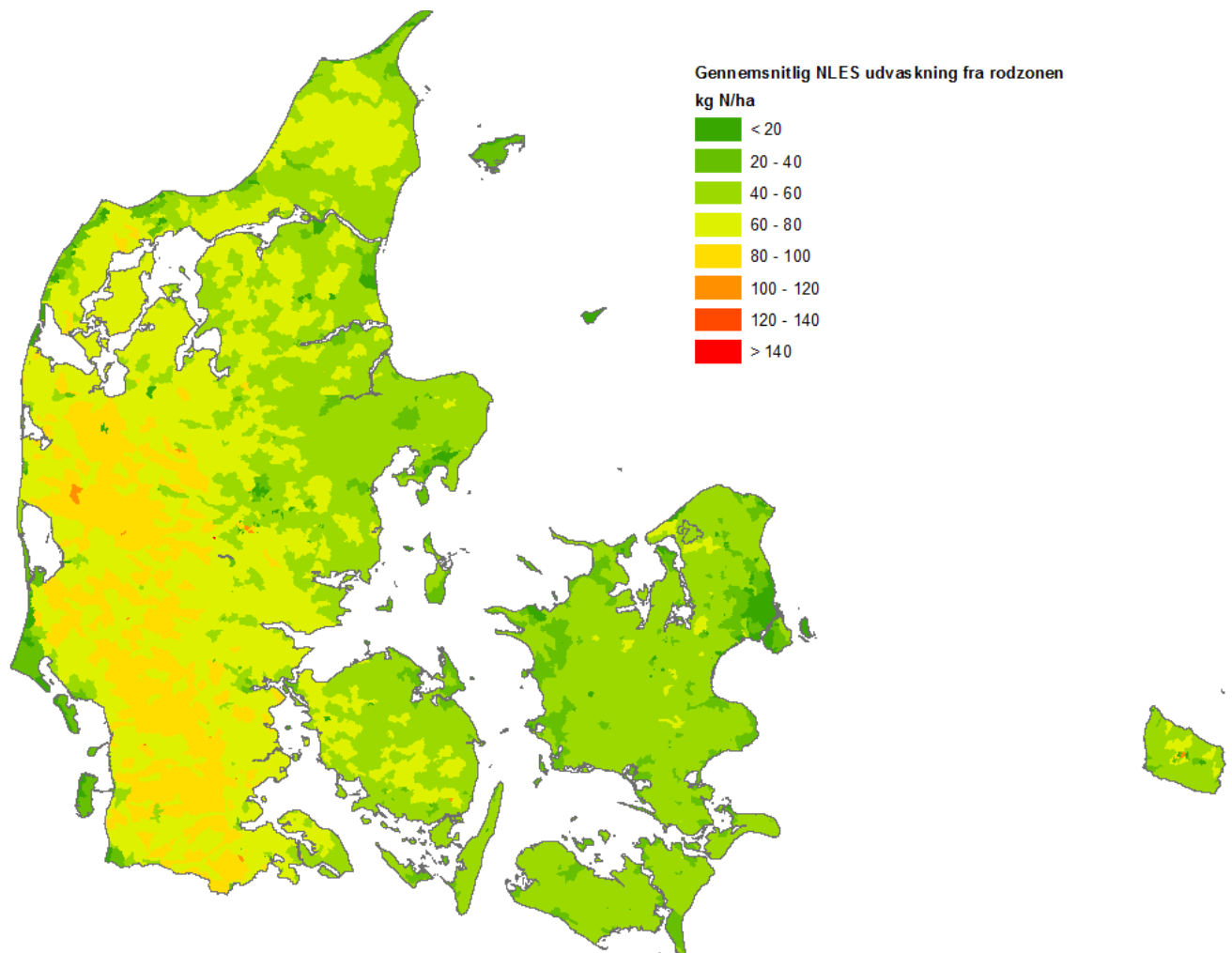


Figur 6. Plot af den gennemsnitlige estimerede minivådområdeeffekt ved kyst (NCW_{kyst}) for den direkte versus indirekte metode ved max (a, c, e, g, i) og middel (b, d, f, h, j) effekt, som funktion af den samlede ID15-retention.

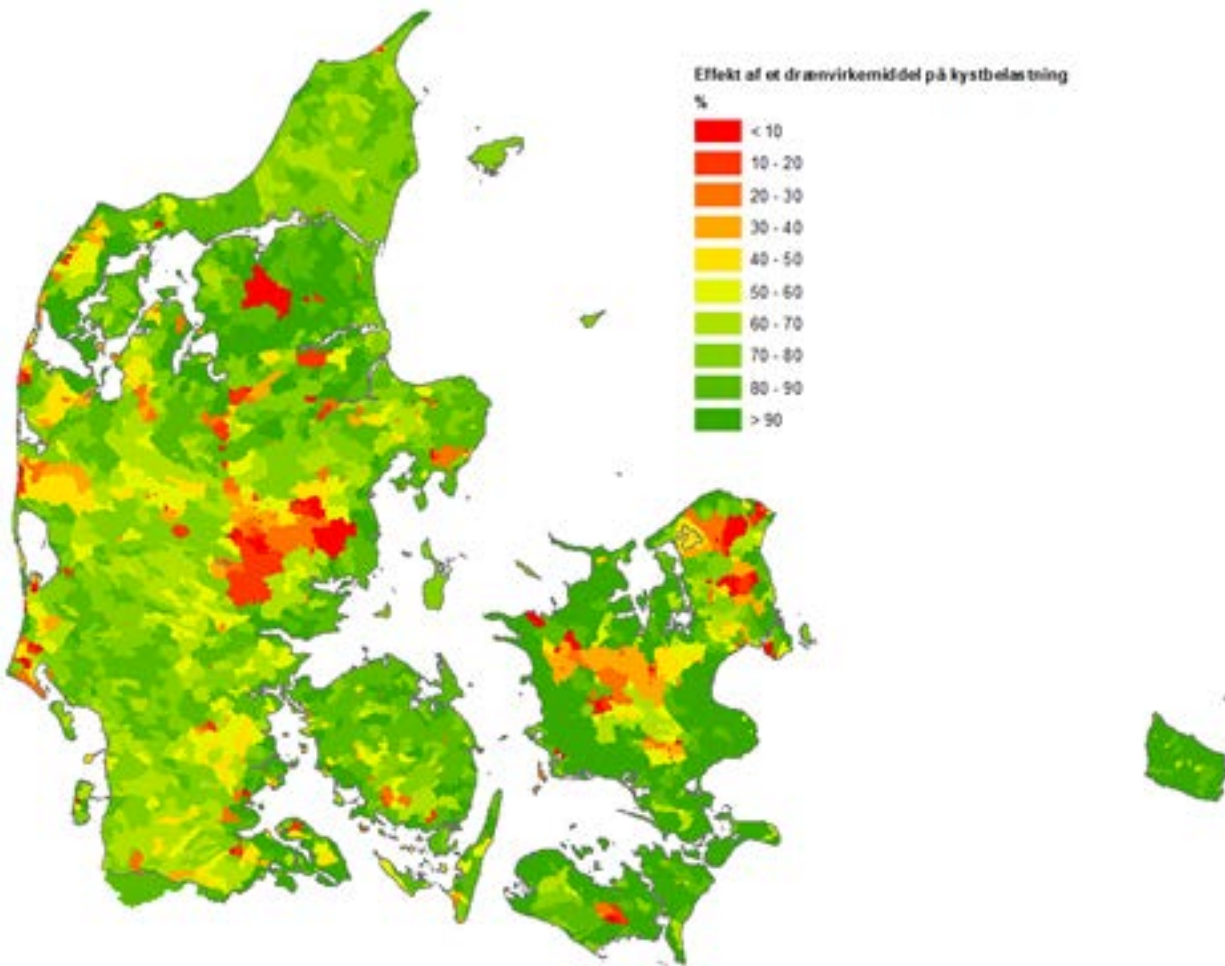
4. Beregningsgrundlag og resultater

Grundlaget for beregning af kvælstofeffekten af minivådområder indenfor ID15-oplande ved den direkte metode fremgår af Bilag 2 (vedhæftet excel-regneark med angivelse af min, max og middel kvælstofeffekten (kg/ha) ved kyst samt effekten pr ha minivådområde (kg/ha) minivådområde ved kyst).

De væsentligste parametre i beregningerne er den gennemsnitlige rodzoneudvaskning (Figur 7), overfladevandsretentionen (Figur 8), kvælstofreduktionseffektiviteten (R_{CW}) samt dræn-afstrømningsbidraget ($Df_{dræn}$).



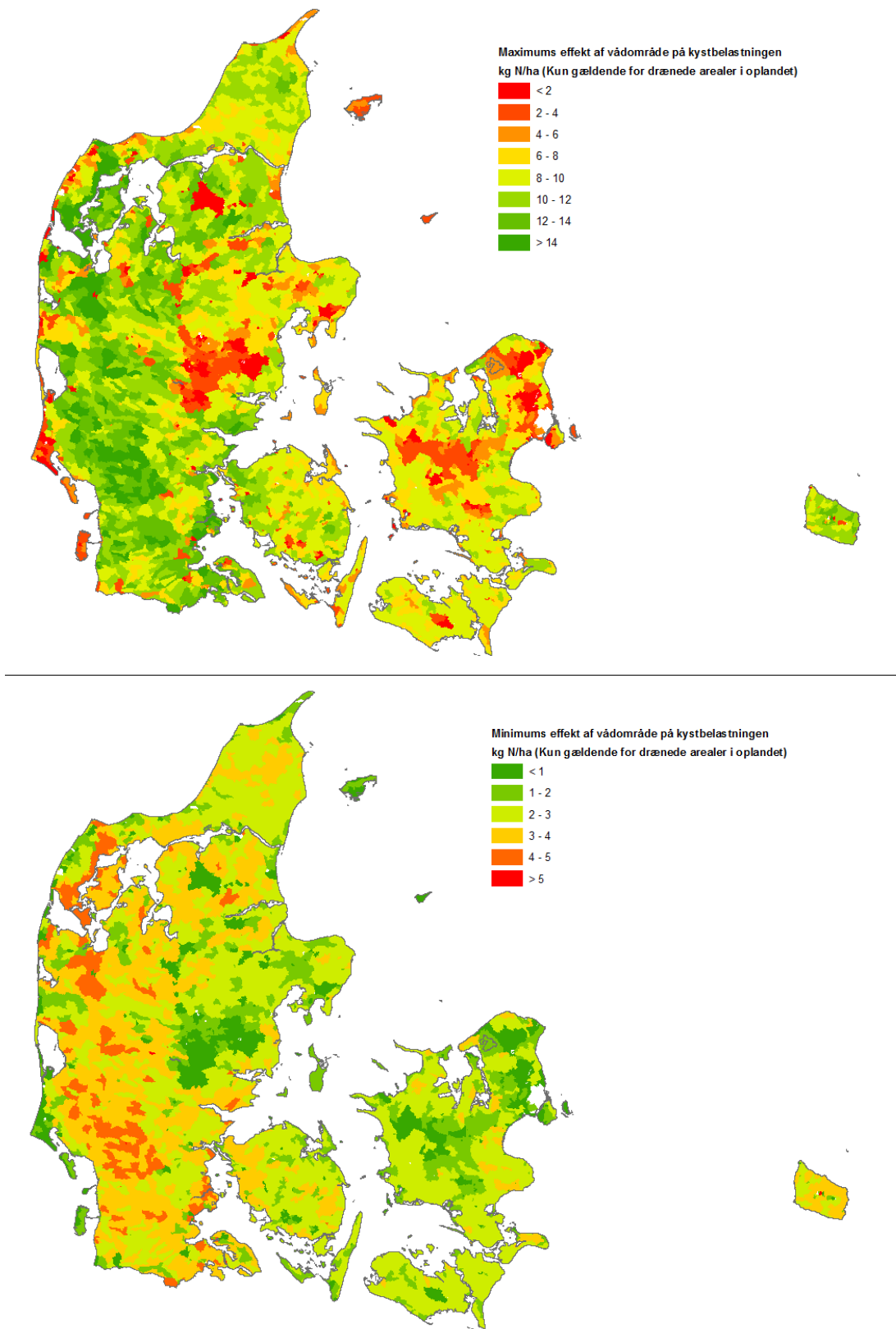
Figur 7. Gennemsnitsudvaskningen fra rodzonen modelberegnet med NLES4 (kg N/ha) og klimanormaliseret for 2011 (Børgesen et al 2013).



Figur 8. Potentiel effektivitet ved placering af drænvirkemidler baseret på overfladevandsretentionen ($1-R_{surf}$ %) fra Højbjerg et al 2015.

Placeringen af drænvirkemidler har størst potentiel effekt i forhold til reduktion af kystudledningen, hvis de placeres indenfor ID15-oplande, hvor overfladevandsretentionen er lav (Fig. 8, grønne arealer), og omvendt lavt effekt når overfladevandsretentionen er høj (Fig. 8, røde områder).

Beregning af min-max effekter af minivådområder på kystbelastningen ved ligning (3) er baseret på ID15-specifikke parametre ($NLES4_{ID15}$ og R_{surf_ID15}), samt $D_{f_{dræn}}$ min-max værdier på 0.3-0.7, og R_{CW} min-max værdier på 0.2-0.3. Min-max effekten af minivådområder på kystbelastningen på ID15-skala fremgår af Figur 9. Det er væsentligt at påpege, at beregningsgrundlaget (og dermed den beregnede virkemiddelseffekt) kun er gyldigt for arealer, der er egnede til etablering af minivådområder jf. potentialekortet (Kjærgaard et al., 2016). Som det fremgår af Figur 9, er der en stor variation på de min-max beregnede virkemiddelseffekter, hvilket i særdeleshed skyldes variationsbredden på drænafstrømningsbidraget, og samt variationen på N-reduktionseffektiviteten i minivådområdet. Usikkerheden på det gennemsnitlige NLES-estimat er ikke medregnet i analysen.



Figur 9. Max (øverst) og min (nederst) kvælstofeffekten af minivådområder på kystbelastningen (kg N/ha) for egnede arealer (potentialekortet, Kjærgaard et al., 2016) indenfor ID15- oplandet.

5. Konklusion og anbefalinger

Minivådområders kvælstofeffekt ved kysten indenfor specifikke ID15-oplande er bestemt af (i) den lokale kvælstoftransport via dræn, (ii) minivådområdets N-reduktionseffektivitet, og (iii) kvælstofretentionen i overfladevand mellem minivådområde og kyst. Mens der foreligger data for den ID15-specifikke overfladevandsretention (Højbjerg et al., 2015), et empirisk grundlag for N-reduktionseffektiviteten for minivådområder (Kjærgaard et al., 2017), samt et empirisk grundlag for kvælstofudvaskning til rodzonen (Børgesen et al., 2013), er grundlaget for at fastlægge den lokale kvælstoftransport via dræn ikke eksisterende.

Der er således valgt en operationel tilgang til at estimere kvælstoftransporten via dræn til et minivådområde. Kvælstoftransporten via dræn er beregnet ved såvel en direkte (D) som en indirekte (I) metode, hvor den største usikkerhed var at fastlægge drænastrømningsbidraget ($D_{f_{dræn}}$) for især den direkte metode. Ved sammenstilling af beregningsmetoder var det muligt at fastlægge det gennemsnitlige drænastrømningsbidrag $D_{f_{dræn}}$ på 0.5, men med en stor variation på estimatet $D_{f_{dræn}}$ på 0.3-0.7. Ved anvendelse af de valgte drænastrømningsbidrag fra begge metoder var der sammenfald i de beregnede kvælstoftransporter via dræn til kyst, samt minivådområdeeffekten ved kyst for ID15-oplande med en gennemsnitlig ID15-retention på <70 %, mens der ved større ID15-retentioner var en underestimering af virkemiddelseffekten for den indirekte metode. Af denne årsag anbefales det ved beregning af den gennemsnitlige kvælstofeffekt for minivådområder ved kyst at anvende den direkte beregningsmetode med $D_{f_{dræn}}$ på 0.3-0.7.

Der bør understreges, at der kan være betydelige lokale variationer på kvælstoftransporten via dræn indenfor egnede ID15-oplande. Dette er illustreret ved variationen på drænastrømningsbidraget og de beregnede min-max estimater for kvælstofreduktion i minivådområder.

Samtidig bør påpeges at beregningsmetoderne ikke er validerede, og det kan anbefales at der foretages en egentlig validering af beregningsmetoderne på basis af samhørende NLES-beregneede udvaskningsdata og aktuelle drænmålinger, i det omfang der findes tilgængelige målinger.

6. Referencer

Børgesen, C.D., Jensen, P.N., Blicher-Mathiesen, G., Schelde, K., 2013. Udvikling i kvælstofudvaskning og næringsstofoverskud fra dansk landbrug for perioden 2007-2011. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, DCA Rapport nr. 31, 154 pp. <http://pure.au.dk/portal/files/68362856/dcarapporten31.pdf>

Højbjerg, A.L., Windolf, J., Børgesen, C.D., Troldborg, L., Tornbjerg, H., Blicher-Mathiesen, G., Kronvang, B., Thodsen, H., Ernsten, V. 2015. National kvælstofmodel, Oplandsmodel til belastning af virkemidler. Metode rapport – Revideret udgave september 2015. GEUS, 111s.

Kjærgaard, C., Bach, E.O., Greve, M.H., Iversen, B.V. 2016a. Kortlægning af potentielle områder til etablering af konstruerede minivådområder. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Kjærgaard et al., 2017. Effekter af danske minivådområder med overfladestrømning. In prep.

Bilag 1. Opdateret datagrundlag NLES

Datagrundlaget for NLES rodzoneudvaskningen.

DCA har gennemført en kritisk granskning af revurderingen af baselinerapporten på baggrund af kort for målrettede efterafgrøder. Her viste gennemgangen at en række marker ikke var placeret geografisk korrekt pga. manglende markoplysninger. Det medførte en forkert beregnet udvaskning i disse ID15 oplande. Effekten var mindst på hovedoplandene (23 oplande) og større på ID15 oplandene. Opdateringen omkring fejl i placeringen af de målrettede efterafgrøder blev implementeret i Januar 2017. Denne opdatering ligger efter indsendelsen af potentialekortet i december 2016 (Kjærgaard et al., 2016), hvor der også indgår NLES-data. Institut for Agroøkologi/DCA-AU har nu rettet fordelingen af udvaskningen af kvælstof på ID15 oplandene, således at den beregnede udvaskning af kvælstof nu er fordelt anderledes og dette gælder specielt i Jylland. Summen af udvaskning for landet er ikke ændret på de ca. 165 t tons N som beregnet i Grøn Vækst evaluering for 2011 i Børgesen et al. (2013).

Således er der i alt 194 ID15 oplande med et samlet areal på 260 ha (gennemsnitlig 1.3 ha) ud af 2.69 mio. ha i landet som er gået fra at have en udvaskning på landbrugsarealet til nul i udvaskning pga. denne fejl. Samlet set er denne fejl ubetydeligt pga. det ringe areal, der er påvirket. Der er andre arealer som har en mere betydelig ændret udvaskningen i kg N/ha. Det betyder at de har enten en højere eller lavere udvaskning i det nye data sæt sammenlignet med det gamle data sæt (August 2016). De fleste af disse ID15 oplande har et areal < 100ha landbrugsareal og udgør således en beskedent kvantitativ fejl. Dog er der nogle som også har et større areal end 100 ha, hvilket medfører større lokal forskel mellem det nye og gamle datasæt.