

Til Landbrug- og Fiskeristyrelsen

Vedr. bestillingen: "Minivådområdeeffekt (kg N pr. ha minivådområde) på ID15-oplandsniveau for egnede og potentielt egnede arealer".

Landbrug- og Fiskeristyrelsen har i bestilling dateret d. 3. maj 2017 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om levering af en redegørelse for "Minivådområdeeffekt (kg N pr. ha minivådområde) på ID15-oplandsniveau for egnede og potentielt egnede arealer".

Bevarelsen indeholder:

1. En udarbejdelse af minivådområdeeffekt (kg N pr. ha minivådområde) på ID15-oplandsniveau for potentielt egnede arealer. Låst regneark for udregning af kvælstofeffekt ved etablering af minivådområde samt regneark for beregning af kvælstofeffekt af minivådområder ved kyst for egnede og potentielt egne arealer på ID15-oplandsskala er vedlagt. Bevarelsen er udformet af Seniorforsker Christen Duus Børgesen og Seniorforsker Charlotte Kjærgaard.
2. En udarbejdelse af kriterier for etablering af minivådområder på ID15-oplandsniveau for landbrugsarealer, der er klassificeret som potentielt egnede arealer. Bevarelsen er udarbejdet af Seniorforsker Christen Duus Børgesen og Lektor Bo Vangsø Iversen.
3. En kortlægning af potentielle områder til etablering af konstruerede minivådområder. Bevarelsen er udarbejdet af Charlotte Kjærgaard, Eva Overby Bach, Mogens H. Greve, Bo Vangsø Iversen, Christen Duus Børgesen.

Alle forfattere er fra Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet.

Bevarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevarerministeriet og Aarhus Universitet" under P7.14 i "Ydelsesaftale Planteproduktion 2017-2020".

Venlig hilsen

Lars Bødker

DCA - Nationalt Center for
Fødevarer og Jordbrug

Lars Bødker

Specialkonsulent

Dato 19. maj 2017

Mobiltlf.: 20183694

E-mail:
lars.bodker@dca.au.dk

Afs. CVR-nr.: 31119103

Reference: lab

Journal 2017-760-000122

Udarbejdelse af minivådområdeeffekt (kg N pr. ha minivådområde) på ID15-oplandsniveau for potentielt egnede arealer.

Forfattere

Seniorforsker Christen Duus Børgesen og Seniorforsker Charlotte Kjærgaard

Bestillingen

Der er d 3.5.2017 fremsendt en bestilling på besvarelse vedr.

Effekterne for potentialekortets potentielt egnede områder ønskes beregnet som aftalt på møde mellem LFST og DCA den 27. april 2017. Dette skal indarbejdes i et regneark, der kan anvendes af ansøger til beregning af et givent minivådområdes effekt. Det skal også vurderes, om der skal foreligge specifikke dokumentationskrav (fx drænprøver), hvis minivådområdet anlægges på de potentielt egnede arealer.

- 1) Landbrugs- og Fiskeristyrelsen (LFST) har brug for en operationel metode til at fastsætte effekten af et minivådområde placeret på potentialekortets **egnede og potentielt egnede** arealer. Der ønskes udarbejdet et låst regneark, hvor ansøger kan indtaste andelene af minivådområdets opland, der er beliggende på hhv. egnede og potentielt egnede areal og udregne en vægtet effekt af minivådområdet. Effekterne for de egnede arealer er allerede udarbejdet, og fremsendt til LFST d. 7.april 2017 (Kjærgaard & Børgesen, 2017). I nærværende besvarelse udarbejdes tilsvarende beregningsgrundlag for de potentielt egnede arealer, baseret på et konservativt skøn for drænfraktionsbidraget, som aftalt på møde mellem LFST og DCA d. 27 april 2017.

Beskrivelse af opgaven

Der er pr 7 april. 2007 fremsendt svar på bestilling pr. 2. februar 2017. LFST har efterfølgende med bestillingen d. 3 maj bedt om en opgørelse af effekten af minivådområde ved kyst for områder der i "potentiale kortet" betegnes potentielt egnede arealer.

Sammenfatning af svar på bestilling

Der er anvendt den direkte beregningsmetode jf. metode beskrivelsen i Kjærgaard og Børgesen. 2017, til estimering af minivådområdeeffekten ved kyst. Beregningsmodellen er baseret på (i) gennemsnitlige ID15-specifikke NLES-estimer af nitratudvaskning fra rodzonen fra landbrugsarealer fra Børgesen et al. (2013), hvor der foreligger nye opdaterede ID15 NLES-udvaskninger, der følger de ændringer, der skete med ændrede målrettede efterafgrøder (Jensen et al., 2016), (ii) et skønnet min-max drænafrømningsbidrag ($f_{dræn}$, tidligere beskrevet som D_f fra rodzonen (Kjærgaard og Børgesen 2017)), (iii) min-max kvælstofreduktionseffektiviteten for minivådområder med overfladestrømning, baseret på det eksisterende vidensgrundlag (Kjærgaard et al., 2017), samt (iv) overfladevands-retentionen mellem minivådområde og kystvandet baseret på Højbjerg et al. (2015).

Beskrivelse af beregningsmodeller 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.

Uddybende svar på bestilling

1. Fastsættelse af kvælstofeffekten af et minivådområde i et givent ID15-opland.

Der anvendes samme beregningsprincip for fastsættelse af kvælstofeffekten af et minivådområde i et givent ID15-opland som beskrevet i Kjærgaard & Børgesen (2017), dog er drænafrømningsbidraget ($f_{dræn}$) reduceret i overensstemmelse med at en mindre andel af kvælstoftransporten for sandede arealer foregår via dræn.

1.1 Estimering af kvælstoftransporten 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 fra bunden af rodzonen ($NLES_{ID15}$), opsplitningen af rodzone udvaskningen til dræn ($N_{dræn}$) og grundvandstransport, samt omfanget af kvælstofreduktion i rodzonen

eller grundvand før dræn . Dræntransporten skal endvidere korrigeres for overfladevandsretentionen frem til kysten (R_{surf_ID15}). Kvælstofudledningen til kyst via dræn før etablering af minivådområde bestemmes som:

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

hvor $NLES_{ID15}$ 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 $f_{dræn}$ er det direkte dræntransportbidrag, der i denne sammenhæng integrerer de to ubekendte omsætningen af N fra rodzonen frem til dræn og den andel af den samlede afstrømning afvandes via dræn (tabel 1). Da størrelsen af $f_{dræn}$ variere betydeligt for potentielt egnede arealer, grundet lokale forskelle i underliggende hydro-geologi, topografiske forhold og trykniveauer Der foreligger ikke et datagrundlag for at fastsætte $f_{dræn}$ for potentielt egnede arealer, og derfor må beregningerne baseres på et skøn af denne parameter

Tabel 1. Estimering af kvælstoftransporten via dræn til kyst ved den direkte metode forudsætter kendskab til følgende processer og parametre/estimer (fra Kjærgaard & Børgesen, 2017).

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	$f_{dræn}$

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 vanførvingsvægtet TN-drænvandskoncentration $>4 \text{ mg L}^{-1}$ (Kjærgaard et al., 2017).

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

$$N_{dræn_kyst_cw} = NLES_{ID15} \times f_{dræn} \times (1 - R_{CW}) \times (1 - R_{surf_ID15}) \quad [2]$$

Effekten af etablering af et minivådområde på udledningen til havet beregnes :

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

2. Datagrundlaget for parametre i beregningsgrundlaget

- Datagrundlaget for NLES4 er baseret på opdaterede NLES4-estimater (Jensen et al., 2017).
- Retentionsparametre for ID15-oplande er baseret på Højbjerg et al. (2015)
- Kvælstofreduktionseffektiviteten i minivådområder med overfladestrømning er baseret på Kjærgaard et al. (2017).

3. Drænafstrømningsbidrag fra potentielt egnede arealer

3.1. Fastsættelse af dræntransportbidraget

Beregningsmetoden er baseret på dræntransportbidraget fra rodzonen ($f_{\text{dræn}}$) og overfladevandsretentionen (R_{surf}). For egnede arealer med, blev der ved analysen i Kjærgaard og Børgesen (2017) fundet en gennemsnitlig $f_{\text{dræn}}$ på 0.5 ± 0.2 . Der er således for de egnede arealer på ID15 skala i beregninger anvendt minimum og maximum værdier for $f_{\text{dræn}}$ på 0.3- 0.7 som indgår i formel 2 og 3 (Kjærgaard & Børgesen, 2017).

For de potentielt egnede arealer er der betydelig usikkerhed på $f_{\text{dræn}}$ da der mangler empirisk grundlag for at fastsætte denne. Baseret på et meget begrænset og ikke-repræsentativt datagrundlag fastsættes $f_{\text{dræn}}$ for potentielt egnede arealer til gennemsnitligt 0.25 dvs. halvdelen af den for de potentielt drænedede arealer. Usikkerheden vurderes til ± 0.15 , svarende til en min og max værdi for $f_{\text{dræn}}$ på mellem 0.1 til 0.4 for de potentielt egnede arealer.

3.2. Opskalering og usikkerheder

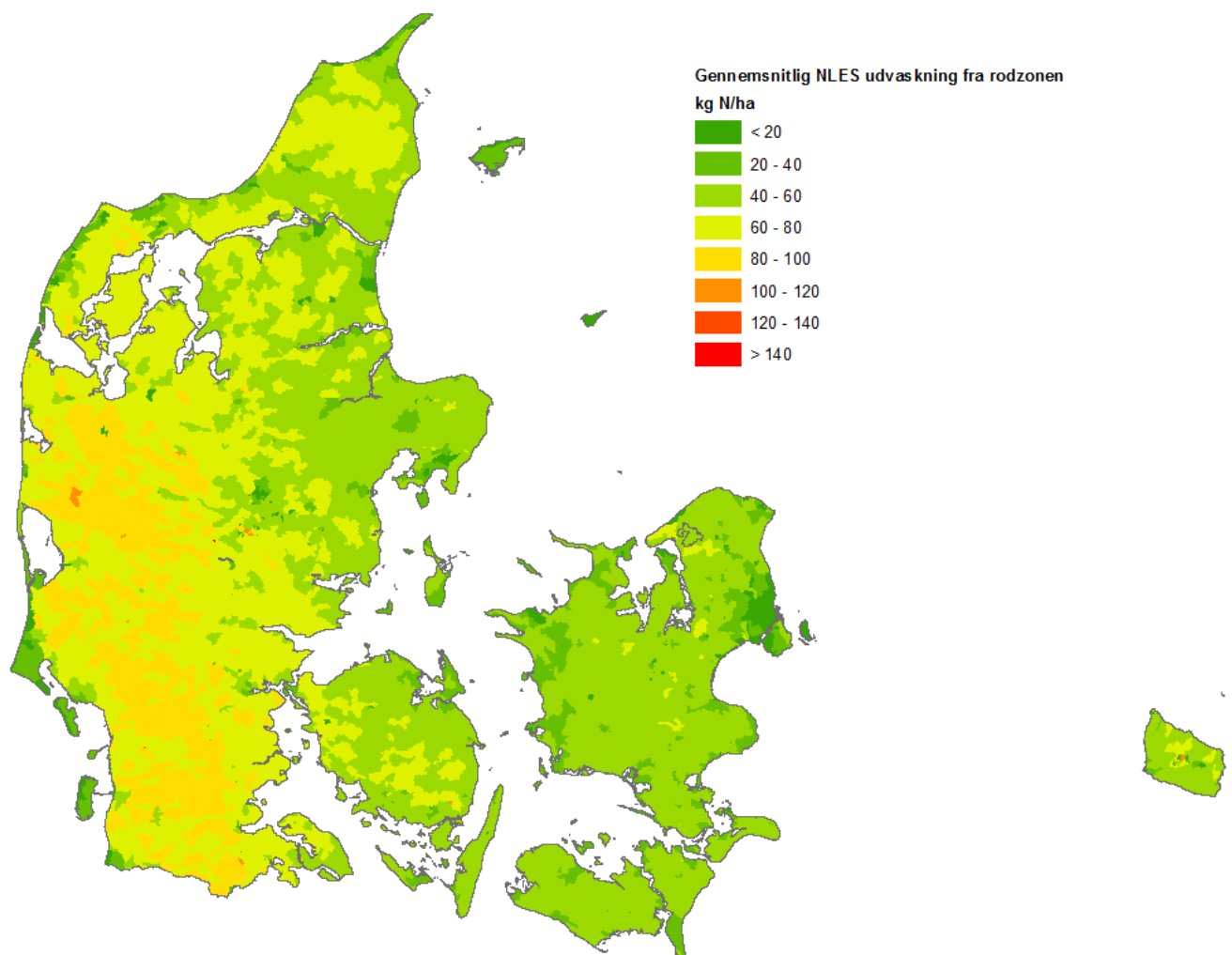
For de potentielt egnede arealer er der kun en mindre del som er drænet. I Olesen (2009) er opgjort for højbunds jorde (Tabel 2) at der for de tre farvekoder (FK1, FK2 og FK3), der dækker de potentielt drænedede arealer, er andelen af drænet areal henholdsvis 25%, 28% og 39%. For de inddæmmede arealer samt lavbund-flade, er antaget at 100% er drænet. I forbindelse med en opskalering er det antaget at 30% af de potentielt egnede arealer er drænet i Danmark (Børgesen, pers. komm). Denne værdi er anvendt som en generel værdi, da det ikke er muligt at lave mere sikre antagelse på baggrund af tilgængelige data.

Endelig bør nævnes at beregningsmetoden er baseret på det gennemsnitlige NLES-estimat for det specifikke ID15-opland, hvilket betyder at det gennemsnitlige NLES-estimat ved stigende andel af lerede eller sandede arealer, også kan en over eller underestimering af udvaskningsniveauet. Dette kan potentielt give en overestimering / underestimering af den direkte transport fra henholdsvis de egnede arealer og de potentielt egnede arealer frem til minivådområdet.

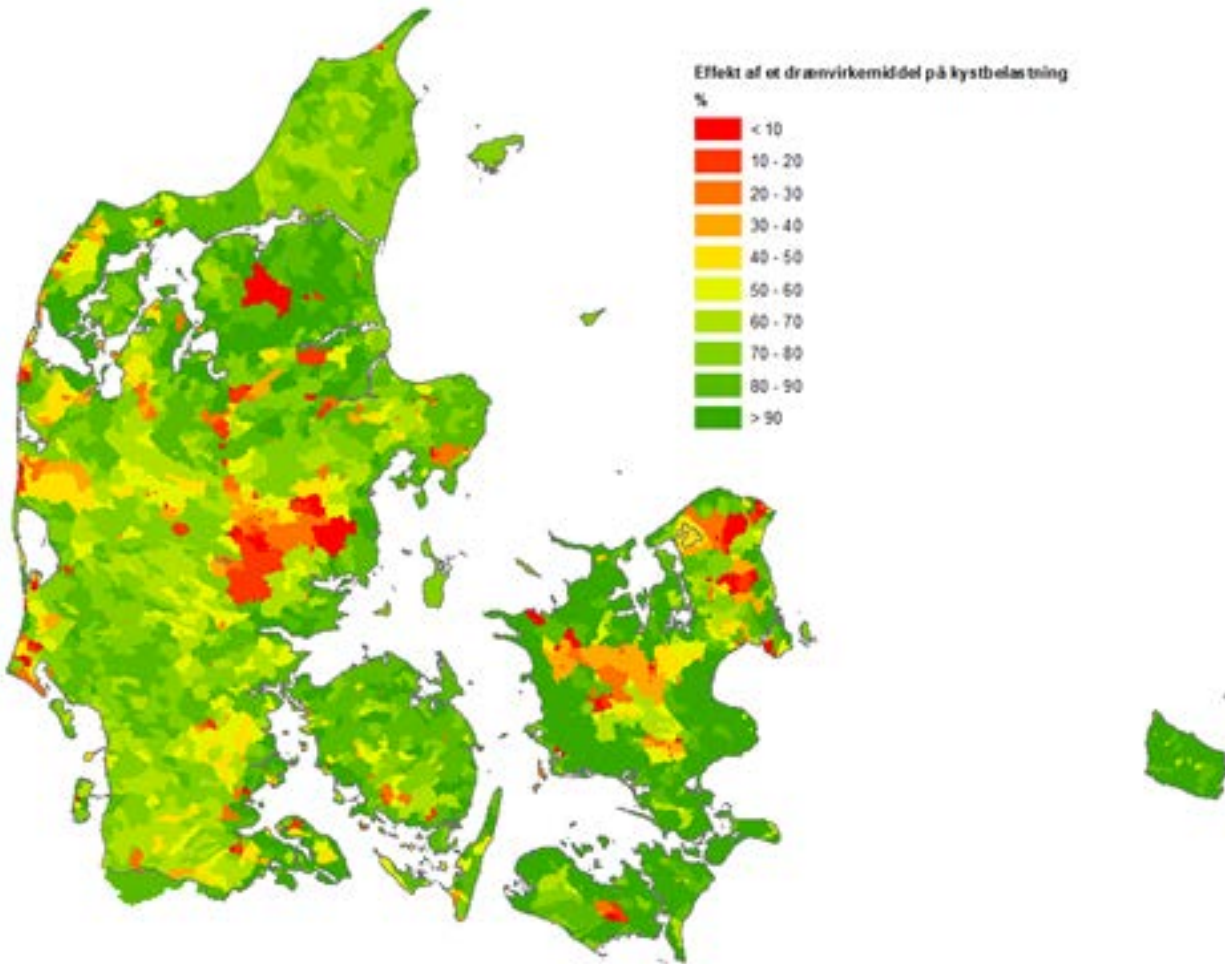
4. Beregningsgrundlag og resultater

Grundlaget for beregning af kvælstofeffekten af minivådområder indenfor ID15-oplande ved metoden fremgår af vedlagt 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 1), overfladevandsretentionen (Figur 2), kvælstofreduktionseffektiviteten (R_{CW}) samt drænastrømningsbidraget ($f_{dræn}$).



Figur 1. Gennemsnitsudvaskningen fra rodzonen modelberegnet med NLES4 (kg N/ha) og klimanormaliseret for 2011 (Børgesen et al 2013).



Figur 2. Potentiel effektivitet ved placering af drænvirkemidler baseret på overfladevandsretentionen ($1-R_{\text{surf}}$ %) 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. 2, grønne arealer), og omvendt lavt effekt når overfladevandsretentionen er høj (Fig. 2, røde områder).

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. Det gennemsnitlige drænastrømningsbidrag $f_{\text{dræn}}$ på er antaget til 0.25, men med en stor variation på estimatet $f_{\text{dræn}}$ på 0.1-0.4. 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.

I forbindelse med en opskalering af minivådområders nationale potentiale bør der tages højde for at ikke alle potentielt egnede arealer er drænedede. Baseret på data fra Olesen (2009) for sandede arealer antages i forbindelse med en opskalering at 30% af de potentielt drænedede arealer reelt er drænedede. Her vil den kvantitative kvælstoftransport via dræn være afgørende for arealernes egnethed til minivådområder.

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., Ernstsén, V. 2015. National kvælstofmodel, Oplandsmodel til belastning af virkemidler. Metode rapport – Revideret udgave september 2015. GEUS, 111s.

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. dce2.au.dk/pub/TR67.pdf

Kjærgaard, C., Bach, E.O., Greve, M.H., Iversen, B.V., Børgesen, C.D. 2017. Kortlægning af potentielle områder til etablering af konstruerede minivådområder. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Kjærgaard, C., Børgesen, C.D. 2017. Udarbejdelse af minivådområdeeffekt (kg N pr ha minivådområde) på ID15-oplandsniveau. DCA – nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug.

Kjærgaard, C., Iversen, B.V., NN, Hoffmann, C.C.. 2017. Virkemiddelseffekt af konstruerede minivådområder med overfladestrømning, målrettet drænvand. In prep.

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>

Olesen, S.E. 2009. Kortlægning af Potentielt dræningsbehov på landbrugsarealer opdelt efter landskabssegment, geologi, jordklasse, geologisk region samt høj/lavbund. DJF Intern Rapport Markbrug nr. 21.

Udarbejdelse af kriterier for etablering af minivådområder på ID15-oplandsniveau for landbrugsarealer der er klassificeret som potentielt egnede arealer.

Forfattere

Seniorforsker Christen Duus Børgesen og lektor Bo Vangsø Iversen

Bestillingen

Der er d 3.5.2017 fremsendt en bestilling på besvarelse vedr.

Effekterne for potentialekortets potentielt egnede områder ønskes beregnet som aftalt på møde mellem LFST og DCA den 27. april 2017. Dette skal indarbejdes i et regneark, der kan anvendes af ansøger til beregning af et givent minivådområdes effekt. Det skal også vurderes, om der skal foreligge specifikke dokumentationskrav (fx drænprøver), hvis minivådområdet anlægges på de potentielt egnede arealer.

ad. 3 Herudover ønskes det vurderet, hvilke krav LFST skal stille til ansøger, der ønsker at anlægge sit minivådområde på potentielt egnede areal. Skal ansøger tilvejebringe drænprøver eller bevis for drænastrømning i sommerperioden? Dette ønskes der udarbejdet et kort notat omkring. Hvis det vurderes, at drænprøver bør foretages, ønskes det vurderet på, hvilke tidspunkter af året prøverne skal tages og med hvilken metode.

Beskrivelse af opgaven

Der er ud fra tilgængelig viden på området omkring udvaskning gennem dræn i Danmark samt tilgængelige data fra drænvandsundersøgelser foretaget en vurdering af om et drænet opland er egnet som opland for et konstrueret minivådområde. Kriterierne er opstillet med henblik på vurderingerne for de potentielt egnede arealer i Danmark. Det skal bemærkes, at de beskrevne kriterier er foretaget ud fra et begrænset vidensgrundlag. Gennemførelse af flere større minivådområdeprojekter vil kunne generere mere erfaring med dimensionering og kriterier for design samt grænseværdier for kategorisering i de forskellige klasser af egnethed.

Kriterier til godkendelse af etablering af et minivådområde i områder som er klassificeret som potentielt egnede.

Landbrugsarealer på højbunden eller lavbundsflade, der har mindre end 12 % ler i drændybden klassificeres i potentialekortet som potentielt egnede som opland til et minivådområde (Kjærgaard et al. 2017). For et potentielt egnede areal er der en relativ stor usikkerhed på andelen af kvælstoftransport via dræn, da det er tale om både systemdrænede og punktdrænede med mere variabel underjord. Der er således behov for supplerende information for disse arealer. Dette skal sikre, at arealerne bidrager med kvælstof i drænvandet samt, at dimensioneringen af minivådområdet bliver korrekt. En korrekt minimumsdimensionering er afgørende for minivådområdets kvælstofeffekt og økonomiske effektivitet.

I vurderingen af det enkelte drænopland er det nødvendigt at fortage en analyse af, hvor meget vand og kvælstof, der transporteres via drænsystemet. Den samlede kvælstofmængde er et resultat af kvælstofkoncentrationen og vandmængderne i drænsystemet. Hvis der i et opland forekommer iblanding af grundvand, som strømmer til drænsystemet fra naboarealer, er der en betydelig risiko for, at nitratkoncentrationen i vandet er lav pga. opblanding med vand, der er transporteret gennem nitratreducerede jordlag. Nitratindholdet kan ligeledes være lavt, hvis grundvandsdannelsen er sket fra områder med skove eller naturarealer, hvor udvaskningen er minimal. I drænoplande med et stor regional tilstrømning af grundvand vil der være risiko for, at et eventuelt anlagt minivådområde ikke kan håndtere de store vandmængder, der strømmer til anlægget.

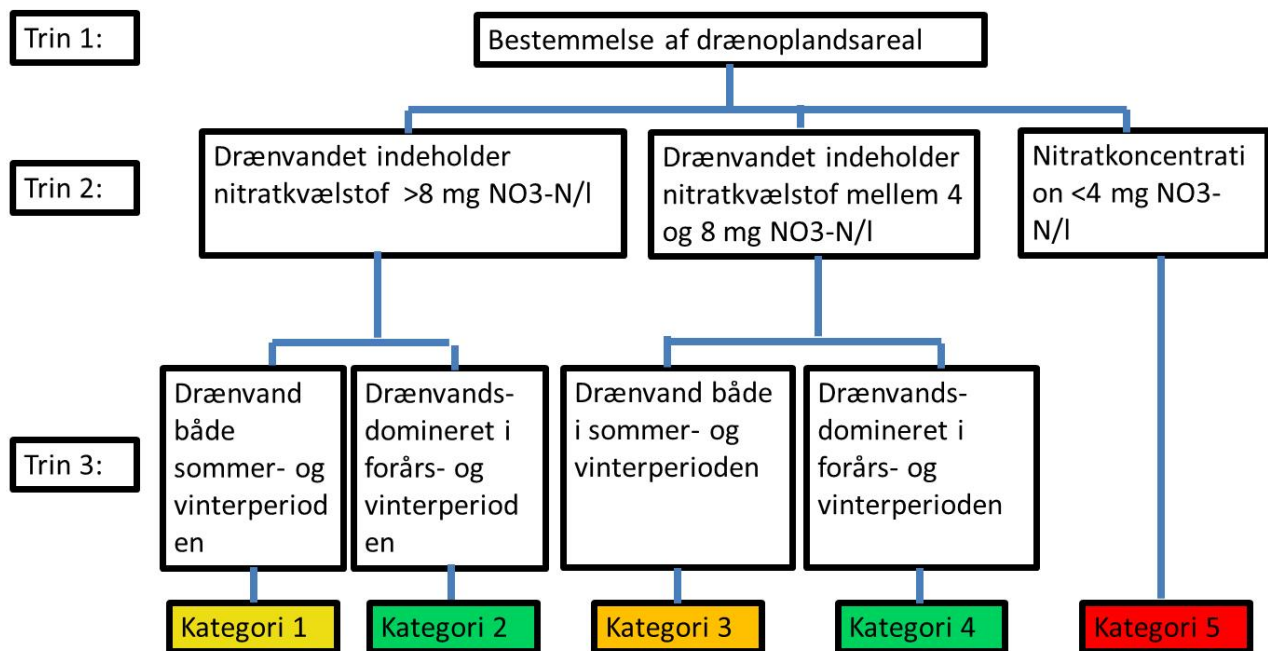
Drænsystemer med en stor iblanding af regionalt dannet grundvand kan med rimelighed udpeges ved at observere på forårs- og sommervandføringen. Hvis drænsystemet løber tør i sommermånederne, eller hvis drænmængderne er meget lave forventes det, at en forholdsvis lav andel af grundvand er iblandet fra dybere grundvandslag. Hvis sommervandføringen er høj, og nitratkoncentrationen samtidig er lav, er der en sandsynlighed for, at drænvandet er iblandet "rent" reduceret grundvand.

Udpegnings af egnede arealer i potentielt egnede områder.

Arealer med et naturligt højt beliggende vandspejl som f.eks. lavbundsflade vil være egnede oplande til etablering af minivådområder for både egnede og potentielt egnede oplande. Det samme gælder arealer, hvor dybereliggende lavpermeable jordlag betinger en høj lokal drænafstrømning eller i kuperet terræn, hvor den kan ske en betydelig lateral tilstrømning til dræn og med høje nitratkoncentrationer. For andre potentielt egnede områder vil der være en stor usikkerhed på forståelsen af drænvandsbidraget. En direkte måling af drænafstrømningen over en længere årrække fra et område med et kendt drænopland, sammenholdt med jævnlige udtagne koncentrationsmålinger af nitratindholdet, vil give værdifulde informationer omkring kvælstof og vandbelastningen fra et drænopland. Er mængden af drænvand, der strømmer gennem systemet, højere end andelen af nedbør, der falder over det antagne drænopland vil dette være en god indikation af, at drænsystemet modtager et bidrag af regionalt dannet grundvand eller, at det aktive drænopland er større, end hvad

drænkortene angiver. Sammenholdt med nitratkoncentrationsmålingerne vil der dermed kunne opnås en samlet forståelse af det enkelte areals udvaskning af nitrat via drænsystemet. Etablering af målestationer, der måler drænafstrømningen kontinuerligt er dog en ressourcetung og dyr post. I visse situationer kan det dog være muligt at vurdere om et potentielt egnet areal kan overgå til at være et egnet areal ud fra opstillede egnedetskriterier.

En mulig prioritering af potentielt egnede drænoplande er beskrevet ud fra egnedetskriterier (Fig. 1). Første trin i en beskrivelse af oplandet er en beregning af drænoplandets størrelse baseret på det aktuelle drænkort eventuelt kombineret med overfladetopografien. Andet trin er vurdering af kvælstofindholdet i drænvandet baseret på en række nitratmålinger igennem efteråret og vinteren samt enkelte målinger i sommerperioden. Tredje trin baserer sig på en vurdering af drænvandskomponentens oprindelse.



Figur 1. Trinbaseret opdeling af oplande for potentielt egnede for områder (der bør ske en fastlæggelse af koncentrations tærskelværdier på baggrund af drændata evt. landbrugets drænvandsundersøgelser).

Kriterier til klassificering af et potentielt egnet område er egnede som oplande til et minivådområde:

Trin 1:

Drænplandet til minivådområdet bestemmes ved at der indsamles drænkort for området. Oplandsgrænsen baseres på udstrækningen af drænkortlægningen evt. i kombination med overfladetyppografien.

Trin 2:

Der foretages observationer af drænvandføringen i sommermånedene (juni, juli og august). Er vandføringen ikke eksisterende eller meget lav antages det, at drænbidragskomponenten er domineret af lokalt dannet drænvand. Observationerne bør sammenholdes med normalnedbøren for området baseret på DMIs tal (gridnedbør eller lokale nedbørsstationer).

Trin 3:

Nitratkoncentrationen i drænvand måles både sommer, efterår og vinter. Metoden til bestemmelse af nitratkoncentrationen bør ske ved udtagne vandprøver, hvor der måles på nitrat N-indholdet, og en gennemsnitskoncentration beregnes. Dette bør ske på minimum seks prøver. Fire prøve udtages efterår og vinter, og to prøver udtages i sommerperioden hvis der løber vand i drænrørsystemet.

Baseret på de tre trin inddeles områder i følgende kategorier:

Kategori 1: Etablering af minivådområde muligt men vandmængden til minivådområdet bør vurderes, da det hydrologiske opland kan være større end det drænedede opland.

Kategori 2: Etablering af minivådområde muligt

Kategori 3: Etablering af minivådområde muligt, men pga. af de moderate nitratkoncentrationer skal vandføringsdynamikken på årsbasis være målt.

Kategori 4: Etablering af minivådområde muligt

Kategori 5: Etablering af minivådområde ikke muligt pga. de generelt lave nitratkoncentrationer

Referencer

Kjærsgaard C, Iversen BC, Højberg AL, Blicher-Mathiesen, G. 2016. Drænmålinger som grundlag for emissionsbaseret kvælstofregulering. Delrapport C. Drænmåling som grundlag for emissionsbaseret kvælstofregulering (foreløbig) fra GUDP projektet om emissionsbaseret kvælstof- og arealregulering. https://www.landbrugsinfo.dk/Afrapportering/planter_og_miljoe/2016/Sider/pl_po_999_3682_b3_Delrapport_C_Maalinger_i_draenra.pdf

Kjærsgaard C, og Børgesen, C.D. 2017. Udarbejdelse af minivådområdeeffekt (kg N pr. ha minivådområde) på ID15-oplandsniveau. Revideret version. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, d. 7. april 2017.

Kortlægning af potentielle områder til etablering af konstruerede minivådområder

Version er opdateret d. 19. maj 2017

Charlotte Kjærgaard, Eva Overby Bach, Mogens H. Greve, Bo Vangsø Iversen, Christen D. Børgesen.
Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

NaturErhvervstyrelsen (NAER) har i bestilling 4. marts 2016 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug om at udarbejde en landsdækkende kortlægning af potentielle områder til etablering af konstruerede minivådområder målrettet reduktion i næringsstoffab i drænvand. Første version af dette notat blev fremsendt til MFVM d. 5/9-2016, og senest opdateret d. 22/3-2017. Der er siden foretaget en opdatering af NLES-data samt revideret beregning af kvælstofeffekten, og der er således lavet et nyt opdateret dokument vedrørende beregning af kvælstofeffekten af minivådområder målrettet egnede arealer (Kjærgaard & Børgesen, 2017). På baggrund heraf gives i dette notat en opdatering af Potentialekortet, der således kun indeholder selve kortlægningen af egnede, betinget-egnede, potentielt egnede og ikke-egnede arealer. Den reviderede version af potentialekortet indeholder endvidere en uddybende beskrivelse af kriteriet for afskæringsværdien mellem egnet og potentielt egnede arealer på 12 % ler, samt en beskrivelse vedrørende forholdene for inddæmmede tørlagte arealer.

Bestillingen

Miljø- og Fødevarerministeriet (MFVM) har med offentliggørelsen af Fødevarer- og Landbrugspakken et ønske om at etablere minivådområder som et kvælstofvirkemiddel under Landdistriktsprogrammet. MFVM skal, når der meddeles tilskud fra den Europæiske Landdistriktsfond fastsætte helt klare prioriteringskriterier og har behov for et kortgrundlag herfor. MFVM har et mål om, at der kan placeres 1000 minivådområder til at afhente ca. 900 tons kvælstof. Anlæggene skal etableres i perioden fra 2018-2021 i områder med størst indsatsbehov for reduktion af kvælstof. Det er derfor vigtigt, at kortet afspejler denne udmelding med udpegning af områder, hvor der kan etableres minimum 1000 minivådområder på landsplan, således at der er handlerum for placeringen.

Anlæggene etableres som "Konstruerede minivådområder med overfladestrømning målrettet drænvand" som beskrevet i Virkemiddelkataloget (Kjærgaard et al., 2014).

Beskrivelse af opgaven

Der ønskes en kortlægning på markblokniveau, der kan anvendes til prioritering af ansøgninger til etablering af konstruerede minivådområder som kvælstofvirkemiddel. Potentialekortet ønskes leveret som GIS-data, og skal inddele hovedvandoplande i tre potentialeklasser i forhold til:

- Arealer der er egnede til placering af minivådområder
- Arealer der er potentielt egnede
- Arealer der ikke er egnede

I kortlægningen skal der om muligt tages højde for eksisterende/fremtidige vådområder, som vil konkurrere om kvælstof og medføre en lavere effektivitet i minivådområdet. Af denne årsag opdeles egnede arealer i undergruppen betinget-egnede, hvis de egnede arealer er direkte opland til lavbund i ådal, hvor der allerede er, eller hvor der potentielt kan etableres vådområde.

1. Baggrund for kortlægningen

Kortlægningen skal ses som et screeningsværktøj, der skal bidrage til at prioritere ansøgninger i områder, hvor konstruerede minivådområder kan placeres som et omkostningseffektivt virkemiddel i forhold til kvælstofindsatsen. Virkemidlet "Konstruerede minivådområder" virker ved at afbryde dræn og lede drænvandet gennem et konstrueret vådområde der omdanner nitrat til frit kvælstof (Kjærgaard & Iversen, 2014). Forudsætningen for minivådområders effekt og omkostningseffektivitet er at de placeres i vandoplande, hvor der (i) er et indsatsbehov, (ii) hvor der er egnede arealer, dvs. at det forudsættes at det ansøgte areal er drænet, og at der på arealet er et kvantitativt betydende lokalt drænafstrømningsbidrag, og (iii) hvor der er en kvantitativt betydende kvælstoftransport via dræn.

Omfanget af landbrugsarealer med drænbehov er vurderet til ca. 50 % af landbrugsarealet (Olesen, 2009), men der findes ikke en landsdækkende kortlægning af drænedede arealer. Drænedede arealer omfatter (i) jorde med hydraulisk begrænsende jordlag i jordprofilen, (ii) kuperede arealer med en betydende lateral vandtransport til dræn i lavninger, samt (iii) lavbundsarealer dækkende lavbundsflade og lavbund i ådal. Konstruerede minivådområder er generelt ikke-egnede til anvendelse på lavbund i ådale, idet ådale ofte er udstrømningsområder for grundvand fra et større hydrologisk opland. For lavbund i ådal henvises i stedet til virkemidlet "Vådområder" (Hoffmann et al., 2014).

Kriterierne for prioritering af arealer til etablering af minivådområder omfatter:

- (1) Prioritering af vandoplande i forhold til indsatsbehov
- (2) Differentiering af arealer i forhold til (i) egnede, (ii) betinget egnede, (iii) potentielt egnede, og (iv) ikke-egnede arealer, hvor der ved "egnede" forstås arealer med kvantitativt betydende lokalt drænafstrømningsbidrag
- (3) Differentiering af egnede arealer i forhold til arealernes estimerede kvælstofudledning via dræn jf. notatet Kjærgaard & Børgesen (2017)

1.1 Indsatsbehov

I forhold til indsatsbehov for vandoplande henvises til bestillingen NaturErhvervsstyrelsen, 2016 "Vurdering af model for målrettet regulering".

1.2 Overordnet screening

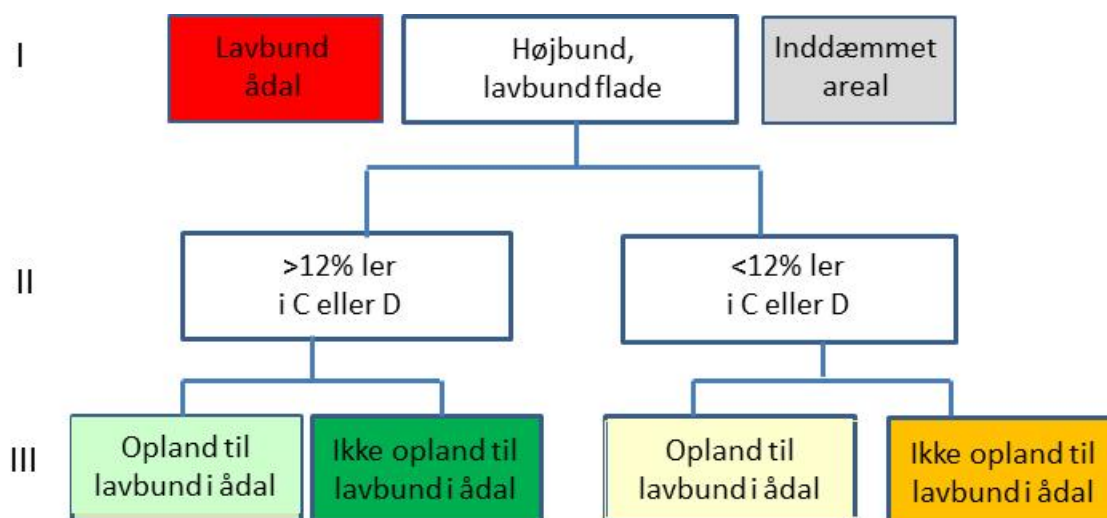
I den overordnede screening anvendes tre kriterier til differentiering af arealernes egnethed (Figur 1). I fase I opdeles arealer i landskabstyper, hvor "lavbundsarealer i ådal" klassificeres som ikke-egnede, mens arealer på "lavbundsflade" indgår i den videre analyse sammen med arealer på højbund. Inddæmmede tørlagte arealer er klassificeret med særskilt kode, da disse arealer kan være potentielt egnede, men altid kræver en lokal vurdering.

I fase II differentieres arealerne i forhold til drænafstrømningsbidraget. Ved afgrænsning af arealers egnethed er det vigtigt at skelne mellem (i) arealer med lokalt dannet drænvand, og (ii) arealer hvor drænvandet består af såvel lokalt dannet drænvand samt grundvand fra et større hydrologisk opland (Kjærgaard et al., 2016). Minivådområder er målrettet arealer med lokalt dannet drænvand, hvor det hydrologiske opland til dræn kan fastlægges. Her anvendes jordens lerindhold i drændybden som operationel proxy for om drænafstrømningen er kvantitativt betydende.

I kortlægningen benyttes en afskæringsværdi på 12 % ler i underjorden som græsedragningen mellem de lavpermeable jorde (lerjordene) og de mere højermeable jorde (sandjordene). Olesen (2009) anvendte jordtypekortet fra Jordklassificeringen til at skille lerjordene fra sandjordene (FK 1-4 er sandjorde, FK 5-10 er lerjorde). Her blev 10 % ler i overjorden anvendt som grænse mellem lerjorde og sandjorde. Hvis man ser på alle jorde i Danmark er den gennemsnitlige forskel i lerindholdet mellem topjorden og underjorden ca. 2 % (Adhikari et al 2013). Således svarer Olesen (2009) grænsedragningen ved 10 % ler for topjorden til de 12% ler for underjorden, der er anvendt i potentialekortet. Afskæringsværdien på 12 % ler er fundet anvendelig i analyse af arealer med potentielt drænbehov (Møller et al., 2017, upubliceret), samt anvendt som klassifikations kriterie i GUDP-projektet "Emissionsbaseret N-regulering" (Kjærgaard et al., 2016). Der skal bemærkes at der pågår et større udredningsarbejde ved AU-AGRO i forbindelse med bestilling (FM-103) "Kortlægning af markdræn" (2014-2017). I dette arbejde er der igangsat et PhD projekt (2015-2018) med fokus på at udvikle algoritmer, der kan anvendes til kortlægning af potentielt drænedede arealer. Dette arbejde forventes afrapporteret ved udgangen af 2017, men den nye metode er endnu ikke operationel. Landbrugsarealer med ≥ 12 % ler i underjorden antages derfor i dette notat som den bedst proxy for arealer med betydende afstrømning af lokalt dannet drænvand og klassificeres derfor som egnede oplande for et minivådområde.

I fase (III) differentieres for begge klasser (≥ 12 % og < 12 % ler) mellem (i) arealer der er direkte opland til lavbund i ådal, og (ii) arealer der ikke er direkte opland til lavbund i ådal. Dette skal sikre, at der ikke ukritisk etableres konstruerede minivådområder i opland, der afvander direkte til lavbund i ådalen. Ved direkte opland til lavbund i ådal bør der altid indhentes lokal information om evt. eksisterende vådområder eller potentialet for reetablering af vådområde i ådalen som alternativ til minivådområde. Arealer der på baggrund af fase II er klassificeret som egnede, men som samtidig er direkte opland til lavbund i ådal, klassificeres i potentialekortet som "betinget egnede". For arealer der klassificeres som betinget egnede, kan placering af minivådområde vurderes som alternativ til reetablering af vådområde i ådale.

Resultatet af denne overordnede screening er en kortlægning af arealer, der er egnede (grøn farvekode), betinget egnede (lys grøn farvekode), potentielt egnede (gule farvekoder), ikke-egnede (rød farvekode) samt ikke klassificeret (grå farvekode) til etablering af minivådområder (Figur 1 og Tabel 1).



Figur 1. Klassificering af arealers egnethed til etablering af et minivådområde vurderes på baggrund af: (I) landskabselement, (II) lerindhold og (III) direkte opland til lavbund i ådal. Screeningen differentierer arealer i (i) Eget: $\geq 12\%$ ler og ikke-opland til lavbund i ådal (grøn), (ii) Betinget-egnet: $\geq 12\%$ ler og opland til lavbund i ådal (lys grøn), (iii) Potentielt-egnet: $< 12\%$ ler hhv. opland/ikke opland til lavbund i ådal (gule), (iv) Ikke-egnet: Lavbund i ådal (rød), og (v) Lokal vurdering: Inddæmmet areal (grå).

Table 1. Klassificering af arealers egnethed til etablering af et minivådområde

Klassifikation	Kriterie for klasse
Eget areal	Arealer med $\geq 12\%$ ler i C- eller D-horisonten Arealer der ikke er direkte opland til lavbund i ådal
Betinget egnet areal	Arealer med $\geq 12\%$ ler i C- eller D-horisonten Arealer der er direkte opland til lavbund i ådal
Potentielt egnet areal	Areal med $< 12\%$ ler i C- eller D-horisonten Arealer kan være opland/ikke opland til lavbund i ådal Inddæmmede tørlagte arealer
Ikke-egnet	Lavbund i ådal
Lokal vurdering	Inddæmmet tørlagt areal kræver en lokal vurdering mhp vurdering af egnethed

Det er væsentligt at påpege, at der er tale om et GIS-baseret screeningsværktøj, og at usikkerheden på kortlægningen er bestemt af usikkerheden på de forskellige inputdata. I den forbindelse bør det understreges, at kendskab til lokale forhold i forbindelse med en detailundersøgelse generelt bør prioriteres over potentialekortet. I tilfælde hvor lokale jordprofilundersøgelser viser, at der i det aktuelle drænoiland forekommer lerholdig underjord ($\geq 12\%$ ler i C- eller D-horisonten), må arealet omfattes som egnet/betinget egnet. Samtidig bør det understreges at lerindholdet i C- eller D-horisonten er anvendt som en operationel proxy for lokalt dannet kvantitativt betydende drænafstrømning, men at der indenfor den egnede klasse kan være betydelig variation i drænafstrømningen mellem arealer (Kjærgaard et al., 2016).

Det er endvidere væsentligt at påpege at potentialekortlægningen ikke omfatter en detailkortlægning indenfor markblokken. Dette vil forudsætte lokalt kendskab til placeringen af det sammenhængende drænsystem, dræudløb samt øvrige lokale forhold. En detailkortlægning indenfor markblokken kan således først finde sted i forbindelse med en konkret ansøgning om etablering af konstrueret minivådområde. Potentialekortet kan anvendes til udpegning af egnede arealer, men først i forbindelse

med en egentlig detailkortlægning vil det være muligt at fastlægge om der også i praksis er grundlag for at etablere et minivådområde.

2. Kortlægningsmetode

Alle GIS-analyser er foretaget i ArcGIS ver. 10.3 (Extensions: Data Interoperability og Spatial Analyst).

2.1 Inputdata

- Ler-procent: Clay (raster 30,4* 30,4 meter) - Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet
- Lavbund: Wetlands (raster 30,4* 30,4 meter) – Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet
- Valley bottom flatness index (raster 30,4* 30,4 meter) – Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet
- Landskabselementer (vektor 1:100.000) – Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet
- Georegioner – Institut for Agro økologi, Aarhus Universitet
- Højdemodel: DHyM/Rain (raster 1,6* 1,6 meter) - hydrologisk højdemodel downloadet fra kortforsyningen i december 2015 <http://kortforsyningen.dk/content/hoejdemodel-nu-med-vand>
- Vand: Vandløb, søer og kystlinje (vektor 1:10.000) GeoDanmark <http://www.geodanmark.dk/> downloadet fra kortforsyningen 7. juli 2016 <http://download.kortforsyningen.dk/content/geodanmark>
- Oplande: Kystvandoplande (vektor) – Naturstyrelsen, Miljø- og Fødevareministeriet
- Retentionskort: (vektor) - Naturstyrelsen, Miljø- og Fødevareministeriet
- Markblok-data: Blokkortet 2015: (vektor 1:10.000) – NaturErhvervstyrelsen, Miljø- og Fødevareministeriet

Inputdata til denne udpegning er skabt til forskellige formål, på forskellige tidspunkter og med forskellig nøjagtighed og opløsning.

Arealer med en ler-procent over 12

Eksisterende temaer med information af jordens lerindhold i henholdsvis C- og D-horisonten benyttes til at differentiere arealer med en ler-procent ≥ 12 i enten C- (60-100 cm) eller D-horisonten (100-200 cm). Usikkerhederne på temaerne er beskrevet af Kabindra et al. (2013a).

Lavbundsarealer i ådal

Til kortlægning af landskabselementet lavbund i ådal benyttes geologisk information fra de forskellige georegioner i Danmark samt en kombination af informationer fra landskabselement-temaet og "Valley bottom flatness index" (Gallant and Dowling, 2003) $\geq 3,5$ er benyttet (Tabel 2).

Tabel 2. Data anvendt til kortlægning af lavbund i ådal

Geo-region	Nr	Landskabselementer – udvælgelseskræterier
THY	1	Ikke "Marsk" eller "Litorina eller yngre"
VESTJYLLAND	3	Ikke "Marsk" eller "Litorina eller yngre"
MIDTJYLLAND	4, 5, 6	"Litorina eller yngre"*, "Hedeslette", "Tunneldal" og "Litorina og tunneldal"
ØST DK	7, 8, 9	"Hedeslette", "Tunneldal" og "Litorina og tunneldal"
NORDJYLLAND	2	Ikke "Litorina eller yngre"

* "Litorina eller yngre" område i georegion 4 nordøstlige hjørne er ikke inkluderet

På grund af opløsningen af inputdata er der valgt at arbejde med en grid-celle størrelse på 30,4 * 30,4 meter ved kortlægning af lavbund i ådal. Ved kortlægningen udpeges også meget små arealer uden forbindelse til å-netværket som lavbund. Disse fjernes fra udpegningen af lavbund i ådale, hvis de har et areal mindre end 3 ha og en bredde under 100 meter. Bredden er i denne sammenhæng defineret værktøjet *Minimum Bounding Geometry*¹ med parameteren RECTANGLE_BY_WIDTH (Arc Map).

Tørlagte inddæmmede arealer

Tørlagte inddæmmede arealer har en karakter, der kan være en blanding af lavbund flade og lavbund i ådal, og vil derfor altid kræve en vurdering af de lokale forhold. Tørlagte inddæmmede arealer kan således betragtes som potentielt egnede arealer, der kræver lokal vurdering i forhold til mulighederne for etablering af minivådområde.

Direkte opland til lavbund i ådal

Til at udpege det direkte opland til lavbund i ådal benyttes temaerne vandløb, søer, kystlinjen, lavbundsareal i ådal samt den hydrologiske højdemodel. Den hydrologiske højdemodel har en opløsning på 1,6 meter, hvilket er væsentligt bedre end nøjagtigheden på de øvrige data. Denne gode opløsning kan ikke udnyttes fuldt ud sammen med de øvrige data, så højdemodellen processeres med *Aggregate*² værktøjet med aggregation_type MEAN og en cell_factor 10, inden der genereres afledte data. *Aggregate* toolet laver en "grovere" version af data, i dette tilfælde bliver 10 *10 celler samlet til én celle (16*16 m). Værdien af denne celle bliver gennemsnittet af værdierne af de 100 celler.

Til at udpege det direkte opland til lavbund i ådal, defineret her som i et raster, der indeholder en kombination af lavbund i ådal, søer, vandløb og kystlinjen, benyttes værktøjet *Watershed*. Til kortlægningen bruges to input hhv. "Flow direction"-raster generet på basis af den hydrologiske højdemodel og et raster- eller punkt-tema til at repræsentere "pour point data"³. På denne måde findes de direkte oplande til disse fire typer, hvorefter oplandsarealer til lavbund i ådal udvælges. Derefter bliver opland til lavbund konverteret til en grid-cellestørrelse på 30,4 * 30,4 meter som de øvrige data inden den endelig overlay-analyse.

2.2 Samlet klassificering

Informationer fra de fire lag ("Arealer med en ler-procent over 12", "Lavbundsområder i ådal", "Direkte opland til lavbund i ådal" og "Tørlagte inddæmmede arealer") bliver samlet i ét lag (raster 30,4* 30,4 meter) så hver celle har en kode, der kombinerer informationerne fra de fire lag (Tabel 3 og Figur 2).

Kortlægningen er foretaget for hele landet og ikke kun for landbrugsarealet. Derefter er de enkelte klasser indenfor landbrugsarealet (blokkortet fra 2016) opgjort og summeret op til hhv. de 90 kystvandoplande, samt ID15 oplandene. Derudover er der for den samlede kortlægning lavet en summering på oplande fra kystvandoplandskortet.

¹ ArcGIS 10.3 help: Minimum Bounding Geometry - RECTANGLE_BY_WIDTH —the rectangle of the smallest width enclosing an input feature.

² ArcGIS 10.3 help: Aggregate. Generates a reduced-resolution version of a raster.

³ ArcGIS 10.3 help: The value of each watershed will be taken from the value of the source in the input raster or feature pour point data. When the pour point is a raster dataset, the cell values will be used.

Tabel 3. Information for klasser der indgår i kortlægningen

Kode	Beskrivelse	Klasser anvendt i Tabel 4 og 5
1000	1000 - Ler-procent \leq 12 og ikke-opland til lavbund i ådal	Klasse 2
1001	1001 - Ler-procent \leq 12 og opland til lavbund i ådal	Klasse 5
1003	1003 - Ler-procent \leq 12 og tørlagte inddæmmet areal	Klasse 1
1010	1010 - Ler-procent \leq 12 og lavbund i ådal	Klasse 1
1200	1200 - Ler-procent $>$ 12* og ikke-opland til lavbund i ådal	Klasse 3
1201	1201 - Ler-procent $>$ 12* og opland til lavbund i ådal	Klasse 4
1203	1203 - Ler-procent $>$ 12* og tørlagte inddæmmet areal	Klasse 1
1210	1210 - Ler-procent $>$ 12* og lavbund i ådal	Klasse 1
1300	1300 - Ler-procent $>$ 12** og ikke-opland til lavbund i ådal	Klasse 3
1301	1301 - Ler-procent $>$ 12** og opland til lavbund i ådal	Klasse 4
1303	1303 - Ler-procent $>$ 12** og tørlagte inddæmmet areal	Klasse 1
1310	1310 - Ler-procent $>$ 12** og lavbund i ådal	Klasse 1

* i D-horisonten eller i både D- og C-horisonten

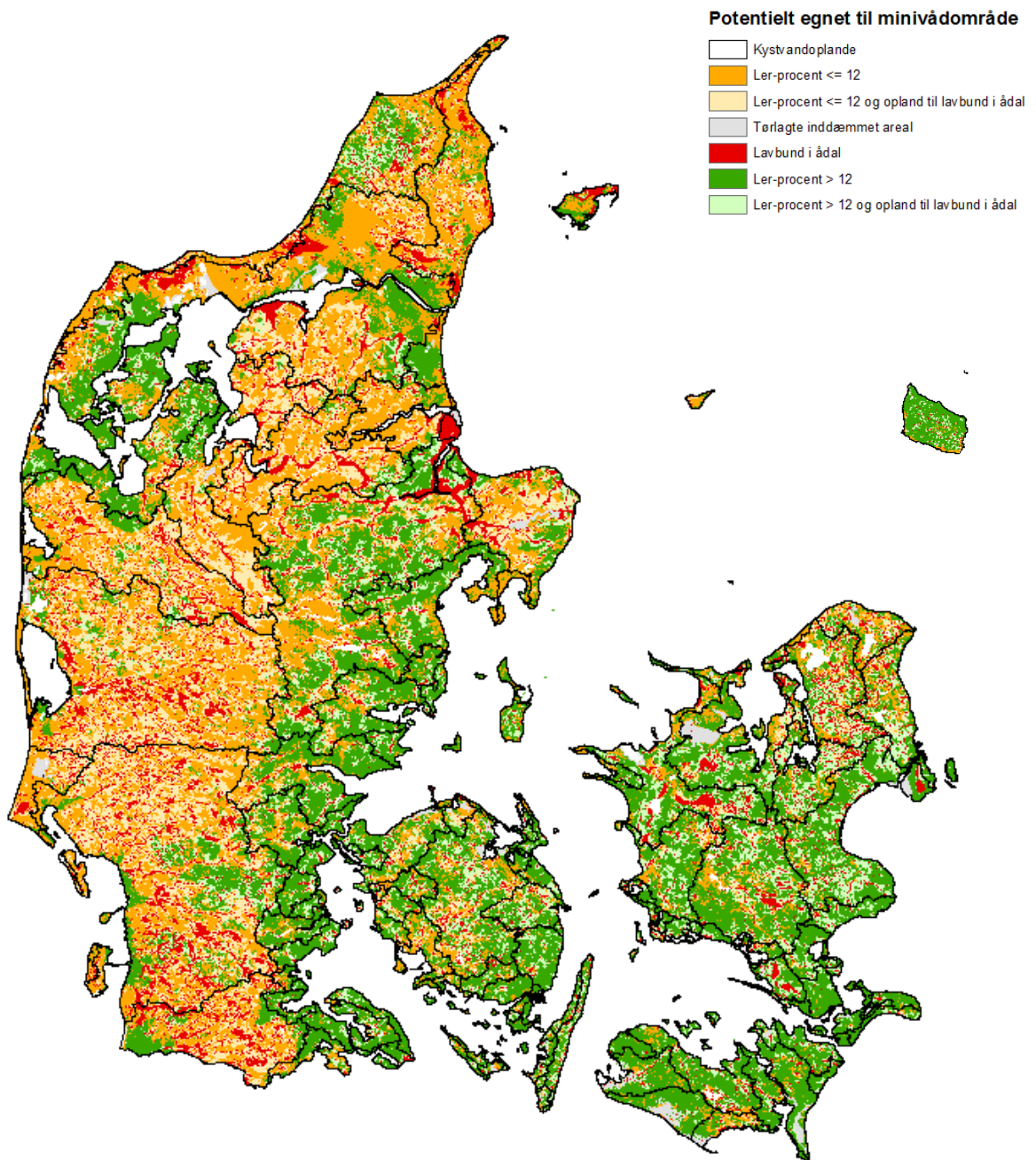
** i C-horisonten men ikke i D-horisonten

2.3 Usikkerhed på kortlægningsmetoden

Hvert enkelt inputtema kommer med egne usikkerheder for både grænsedragningen mellem klasser og selve værdien i klassen. De enkelte inputtemaer har desuden stor variation i deres indbyrdes skalaforhold. Således er f.eks. Georegioner en generalisering af landskab/klima på meget stor skala og dermed også stor unøjagtighed i grænsedragningen mellem klasserne, men lav usikkerhed indenfor klassen. Højdemodellen med en opløsning på 1.6 m er derimod i en meget detaljeret skala. Dens målte nøjagtighed er 0.15 m i den horisontale nøjagtighed og 0.05 m i den vertikale nøjagtighed (Miljøministeriet, 2015), men når denne aggregeres som tidligere beskrevet, øges egnetheden til analysen. Således indføres også en større usikkerhed, da der midles over oprindeligt 10×10 celler. Nøjagtigheden af udpegningen er en kombination af alle inputdatas nøjagtighed. Output er beregnet i $30,4 \times 30,4$ m celler, og der kan derfor ikke gives en bedre nøjagtighed end cellestørrelsen.

3. Potentialekort

Fordelingen af potentialeklasser indenfor de 90 kystvandoplande fremgår af Figur 2 og data findes i Bilag 1 (PotEgnet_DK). Opdeling af potentialeklasser for landbrugsarealet på blokniveau indenfor kystvandoplande fremgår af Tabel 4, og data for såvel kystvandoplande som ID15-oplande findes i Bilag 2 (PotEgnet_Blok). Aggregering i fire egnethedsklasser: (i) ikke-egnet (lavbund i ådal samt inddæmmede tørlagte lavbund), (ii) egnet ($\geq 12\%$ ler og ikke direkte opland til lavbund i ådal), (iii) betinget egnet ($\geq 12\%$ ler og direkte opland til lavbund i ådal), samt (iv) potentielt egnet ($< 12\%$ ler) fremgår af Tabel 5.



Figur 2. Fordelingen af potentialeklasser (total areal) indenfor de 90 kystvandoplande

Table 4. Landbrugsareal fordelt på potentialeklasser indenfor kystvandoplande. Klasserne omfatter (i) Klasse 1: lavbund i ådal samt tørlagt-inddæmmed areal, (ii) Klasse 2: <12% ler og ikke opland til lavbund i ådal (iii) Klasse 3: ≥12% ler og ikke-opland til lavbund i ådal, Klasse 4: ≥12% ler og opland til lavbund i ådal, samt Klasse 5: <12% ler og direkte opland til lavbund i ådal.

Id	Blokareal	Klasse 1		Klasse 2		Klasse 3		Klasse 4		Klasse 5	
	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
2200001	32.863	5.551	17	8.381	26	8.757	27	5.047	15	5.126	16
2200002	27.745	3.065	11	10.693	39	9.362	34	2.576	9	2.050	7
2200007	51.572	8.375	16	23.621	46	9.401	18	7.256	14	2.919	6
2300003	9.198	989	11	3.407	37	1.335	15	1.999	22	1.467	16
2500004	2.015	124	6	1.415	70	305	15	68	3	103	5
2500005	3.171	259	8	1.752	55	1.087	34	56	2	17	1
2500006	1.184	192	16	526	44	450	38	10	1	6	1
2500008	1.701	108	6	1.051	62	476	28	55	3	11	1
2500009	36.706	2.199	6	18.391	50	9.373	26	4.578	12	2.165	6
11000069	83.477	13.535	16	15.163	18	2.243	3	39.592	47	12.945	16
11000084	68.734	8.569	12	17.210	25	12.190	18	21.135	31	9.631	14
12000070	349.939	34.268	10	117.793	34	23.469	7	128.981	37	45.427	13
12000071	95.663	12.618	13	10.023	10	3.427	4	35.264	37	34.331	36
12000072	83.737	10.637	13	4.918	6	3.035	4	39.022	47	26.125	31
13000073	38.115	4.070	11	4.058	11	1.303	3	21.020	55	7.664	20
14000060	102.502	13.581	13	12.228	12	3.807	4	39.849	39	33.038	32
14000062	1.311	57	4	552	42	300	23	305	23	97	7
15000063	201.037	23.218	12	82.437	41	27.687	14	44.011	22	23.684	12
16000064	56.371	10.711	19	12.167	22	4.789	8	15.773	28	12.930	23
16000065	2.366	9	0	252	11	26	1	2.014	85	65	3
17000066	573	0	0	329	57	4	1	240	42	0	0
17000067	35.271	1.396	4	20.993	60	4.707	13	6.615	19	1.560	4
17000083	7.948	210	3	4.379	55	1.268	16	1.859	23	233	3
18000061	219.631	34.988	16	15.659	7	7.371	3	83.949	38	77.664	35
18000062	3	0	0	0	0	0	0	3	100	0	0
19000059	34.742	1.365	4	20.837	60	4.930	14	5.262	15	2.348	7
19000068	7.609	491	6	4.854	64	1.227	16	822	11	215	3
19000083	11.774	570	5	8.332	71	2.439	21	407	3	27	0
21000010	55.712	8.130	15	25.338	45	13.762	25	5.443	10	3.039	5
21000011	3.429	104	3	2.139	62	685	20	454	13	47	1
21000074	1.808	225	12	879	49	259	14	401	22	44	2
23000074	12.718	2.552	20	3.103	24	1.932	15	3.101	24	2.030	16
24000075	50.322	4.567	9	27.022	54	15.863	32	1.783	4	1.087	2
25000012	31.032	1.720	6	21.623	70	4.432	14	2.570	8	686	2
25000013	71.779	5.065	7	39.186	55	15.717	22	7.282	10	4.530	6
25000014	3.241	285	9	1.906	59	554	17	340	10	156	5
25000015	10.411	2.320	22	5.070	49	2.728	26	199	2	94	1
25000016	30.085	3.203	11	22.010	73	2.871	10	1.552	5	450	1
25000017	19.659	842	4	15.886	81	2.297	12	557	3	77	0
25000076	9.608	1.257	13	5.238	55	2.589	27	386	4	137	1
25000077	19.083	2.562	13	14.041	74	1.552	8	746	4	182	1
26000018	27.194	3.947	15	19.315	71	2.218	8	1.499	6	214	1
26000019	15.046	770	5	10.346	69	3.514	23	327	2	90	1
26000020	10.174	362	4	6.842	67	2.366	23	404	4	201	2
26000021	14.345	653	5	11.370	79	1.993	14	288	2	40	0
26000022	1.396	11	1	1.171	84	198	14	13	1	4	0

26000078	10.643	1.434	13	4.801	45	668	6	2.853	27	887	8
31000023	35.364	1.210	3	28.544	81	5.114	14	413	1	83	0
41000052	81.570	18.275	22	13.251	16	1.431	2	26.968	33	21.645	27
110000052	291.198	48.255	17	44.588	15	17.828	6	93.909	32	86.617	30
110000056	14.502	3.861	27	573	4	122	1	5.253	36	4.693	32
111000048	2.363	225	10	1.189	50	110	5	603	25	237	10
111000049	4.222	144	3	3.314	79	496	12	237	6	30	1
111000050	17.789	569	3	12.959	73	2.437	14	1.413	8	413	2
111000051	12.256	412	3	8.051	66	1.423	12	1.883	15	486	4
111000053	3.456	100	3	2.324	67	860	25	103	3	69	2
111000054	8.381	325	4	6.323	75	1.360	16	286	3	88	1
111000055	13.302	656	5	8.204	62	1.214	9	2.567	19	661	5
111000057	44.253	2.016	5	27.729	63	4.676	11	6.996	16	2.836	6
111000058	21.786	1.064	5	11.994	55	3.263	15	3.839	18	1.626	7
111000082	26.006	1.135	4	18.909	73	4.418	17	1.092	4	452	2
112000035	6.650	493	7	3.519	53	1.360	20	986	15	292	4
112000036	737	69	9	119	16	131	18	219	30	199	27
112000037	155	148	96	2	2	4	3	0	0	0	0
112000038	3.928	155	4	2.485	63	1.227	31	48	1	13	0
112000040	6.485	345	5	3.129	48	1.517	23	781	12	713	11
112000043	12.832	579	5	4.740	37	1.081	8	4.742	37	1.690	13
112000080	189	0	0	182	96	0	0	7	4	0	0
112000082	37.521	2.275	6	19.195	51	5.694	15	6.882	18	3.474	9
113000024	5.977	911	15	1.952	33	567	9	1.658	28	889	15
113000025	1.462	45	3	889	61	387	26	133	9	8	1
113000026	1.105	287	26	413	37	211	19	149	14	45	4
113000046	66.238	5.965	9	29.050	44	12.019	18	11.572	17	7.631	12
113000083	1.589	40	3	559	35	20	1	905	57	65	4
114000041	15.999	1.055	7	7.164	45	5.236	33	1.381	9	1.164	7
114000042	2.590	14	1	1.878	73	135	5	559	22	3	0
114000047	18.340	1.165	6	10.575	58	5.471	30	826	5	304	2
115000027	6.652	348	5	3.954	59	1.200	18	754	11	397	6
115000028	530	2	0	500	94	0	0	25	5	2	0
115000029	117	3	3	99	85	13	11	2	2	0	0
115000030	2.502	521	21	1.585	63	214	9	153	6	29	1
115000031	880	38	4	370	42	462	52	1	0	10	1
115000033	1.028	58	6	613	60	209	20	120	12	27	3
115000034	2.076	446	21	905	44	262	13	416	20	48	2
115000044	1.030	10	1	891	87	78	8	44	4	7	1
115000045	19.084	857	4	13.274	70	4.089	21	659	3	205	1
115000079	1.325	18	1	551	42	116	9	471	36	169	13
115000081	16.262	1.101	7	10.935	67	1.726	11	2.023	12	478	3
Total	2.774.375	326.364	12	966.188	35	309.141	11	719.042	26	453.639	16

Table 5. Landbrugsareal fordelt på potentialeklasser indenfor vandoplande. Klasserne omfatter: (i) Ikke-egnet: lavbund i ådal samt tørlagt-inddæmmed areal, (ii) Potentielt egnet: <12% ler og ikke-opland til lavbund i ådal samt <12% ler og opland til lavbund i ådal (iii) Betinget egnet: ≥12% ler og direkte opland til lavbund i ådal, (iv) Egnet: ≥12% ler og ikke-opland til lavbund i ådal.

Id	Markareal		Ikke egnet		Potentielt egnet <12% ler		Betinget egnet >12% ler		Egnet >12% ler	
	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
2200001	32.863	5.551	17	10.174	31	8.757	27	8.381	26	
2200002	27.745	3.065	11	4.626	17	9.362	34	10.693	39	
2200007	51.572	8.375	16	10.175	20	9.401	18	23.621	46	
2300003	9.198	989	11	3.466	38	1.335	15	3.407	37	
2500004	2.015	124	6	171	8	305	15	1.415	70	
2500005	3.171	259	8	73	2	1.087	34	1.752	55	
2500006	1.184	192	16	16	1	450	38	526	44	
2500008	1.701	108	6	66	4	476	28	1.051	62	
2500009	36.706	2.199	6	6.742	18	9.373	26	18.391	50	
11000069	83.477	13.535	16	52.536	63	2.243	3	15.163	18	
11000084	68.734	8.569	12	30.765	45	12.190	18	17.210	25	
12000070	349.939	34.268	10	174.409	50	23.469	7	117.793	34	
12000071	95.663	12.618	13	69.595	73	3.427	4	10.023	10	
12000072	83.737	10.637	13	65.147	78	3.035	4	4.918	6	
13000073	38.115	4.070	11	28.684	75	1.303	3	4.058	11	
14000060	102.502	13.581	13	72.887	71	3.807	4	12.228	12	
14000062	1.311	57	4	402	31	300	23	552	42	
15000063	201.037	23.218	12	67.695	34	27.687	14	82.437	41	
16000064	56.371	10.711	19	28.703	51	4.789	8	12.167	22	
16000065	2.366	9	0	2.079	88	26	1	252	11	
17000066	573	0	0	240	42	4	1	329	57	
17000067	35.271	1.396	4	8.175	23	4.707	13	20.993	60	
17000083	7.948	210	3	2.091	26	1.268	16	4.379	55	
18000061	219.631	34.988	16	161.614	74	7.371	3	15.659	7	
18000062	3	0	0	3	100	0	0	0	0	
19000059	34.742	1.365	4	7.610	22	4.930	14	20.837	60	
19000068	7.609	491	6	1.036	14	1.227	16	4.854	64	
19000083	11.774	570	5	433	4	2.439	21	8.332	71	
21000010	55.712	8.130	15	8.482	15	13.762	25	25.338	45	
21000011	3.429	104	3	501	15	685	20	2.139	62	
21000074	1.808	225	12	445	25	259	14	879	49	
23000074	12.718	2.552	20	5.131	40	1.932	15	3.103	24	
24000075	50.322	4.567	9	2.869	6	15.863	32	27.022	54	
25000012	31.032	1.720	6	3.256	10	4.432	14	21.623	70	
25000013	71.779	5.065	7	11.812	16	15.717	22	39.186	55	
25000014	3.241	285	9	496	15	554	17	1.906	59	
25000015	10.411	2.320	22	293	3	2.728	26	5.070	49	
25000016	30.085	3.203	11	2.001	7	2.871	10	22.010	73	
25000017	19.659	842	4	634	3	2.297	12	15.886	81	
25000076	9.608	1.257	13	524	5	2.589	27	5.238	55	
25000077	19.083	2.562	13	928	5	1.552	8	14.041	74	
26000018	27.194	3.947	15	1.714	6	2.218	8	19.315	71	
26000019	15.046	770	5	417	3	3.514	23	10.346	69	
26000020	10.174	362	4	605	6	2.366	23	6.842	67	

26000021	14.345	653	5	328	2	1.993	14	11.370	79
26000022	1.396	11	1	17	1	198	14	1.171	84
26000078	10.643	1.434	13	3.740	35	668	6	4.801	45
31000023	35.364	1.210	3	496	1	5.114	14	28.544	81
41000052	81.570	18.275	22	48.613	60	1.431	2	13.251	16
110000052	291.198	48.255	17	180.527	62	17.828	6	44.588	15
110000056	14.502	3.861	27	9.946	69	122	1	573	4
111000048	2.363	225	10	839	36	110	5	1.189	50
111000049	4.222	144	3	267	6	496	12	3.314	79
111000050	17.789	569	3	1.826	10	2.437	14	12.959	73
111000051	12.256	412	3	2.369	19	1.423	12	8.051	66
111000053	3.456	100	3	172	5	860	25	2.324	67
111000054	8.381	325	4	374	4	1.360	16	6.323	75
111000055	13.302	656	5	3.228	24	1.214	9	8.204	62
111000057	44.253	2.016	5	9.832	22	4.676	11	27.729	63
111000058	21.786	1.064	5	5.465	25	3.263	15	11.994	55
111000082	26.006	1.135	4	1.544	6	4.418	17	18.909	73
112000035	6.650	493	7	1.278	19	1.360	20	3.519	53
112000036	737	69	9	418	57	131	18	119	16
112000037	155	148	96	0	0	4	3	2	2
112000038	3.928	155	4	61	2	1.227	31	2.485	63
112000040	6.485	345	5	1.494	23	1.517	23	3.129	48
112000043	12.832	579	5	6.433	50	1.081	8	4.740	37
112000080	189	0	0	7	4	0	0	182	96
112000082	37.521	2.275	6	10.356	28	5.694	15	19.195	51
113000024	5.977	911	15	2.547	43	567	9	1.952	33
113000025	1.462	45	3	141	10	387	26	889	61
113000026	1.105	287	26	194	18	211	19	413	37
113000046	66.238	5.965	9	19.203	29	12.019	18	29.050	44
113000083	1.589	40	3	969	61	20	1	559	35
114000041	15.999	1.055	7	2.545	16	5.236	33	7.164	45
114000042	2.590	14	1	562	22	135	5	1.878	73
114000047	18.340	1.165	6	1.130	6	5.471	30	10.575	58
115000027	6.652	348	5	1.151	17	1.200	18	3.954	59
115000028	530	2	0	27	5	0	0	500	94
115000029	117	3	3	2	2	13	11	99	85
115000030	2.502	521	21	183	7	214	9	1.585	63
115000031	880	38	4	10	1	462	52	370	42
115000033	1.028	58	6	147	14	209	20	613	60
115000034	2.076	446	21	463	22	262	13	905	44
115000044	1.030	10	1	51	5	78	8	891	87
115000045	19.084	857	4	864	5	4.089	21	13.274	70
115000079	1.325	18	1	640	48	116	9	551	42
115000081	16.262	1.101	7	2.500	15	1.726	11	10.935	67
	2.774.375	326.364	12	1.172.681	42	309.141	11	966.188	35

3.1 Egnede og betinget egnede arealer med >12 % ler

Det egnede areal for målrettede minivådområder varierer betydeligt mellem kystvandområder (Tabel 5). Ifølge kortlægningen anslås 35 % af det danske landbrugsareal som velegnet til minivådområder, men med betydelig variation mellem oplande. Yderligere er 11 % af landbrugsarealet klassificeret som betinget egnet (≥ 12 % ler), hvor arealet afvander via lavbund i ådal. For såvel egnede som betinget egnede arealer (≥ 12 % ler) er dræntransporten kvantitativt betydende, og der vil være potentiale for anvendelse af drænvirkemidler som minivådområde, eller hvor det er muligt (betinget egnede) ved reetablering af vådområde i ådalen. Potentialekortet kan således anvendes som screeningsværktøj til såvel vurdering af potentialet for såvel placering af minivådområder som reetablering af vådområder.

3.2 Potentielt egnede arealer <12 % ler

Dræned arealer med <12 % ler i jordprofilen samt inddæmmede arealer er klassificeret som "potentielt egnede". Generelt forventes et større grundvandsbidrag i dræn fra på disse arealer. Det hydrologiske opland kan ikke umiddelbart fastlægges, ved at det lokale drænastrømningsbidrag er usikkert, og derfor vil det også være mere usikkert at fastsætte kvælstoftransporten via dræn. Der findes dog undtagelser fx: (i) arealer med naturligt højt beliggende vandspejl fx lavbundsflade, (ii) arealer hvor dybereliggende lavpermeable jordlag betinger en høj lokal drænastrømning, eller (iii) i kuperet terræn med en betydelig lateral tilstrømning til dræn i lavninger. Da denne information ikke er tilgængelig i forhold til en national kortlægning er arealer <12 % ler klassificeret som potentielt egnede, hvor en mere præcis klassificering vil kræve lokal vurdering.

3.3 Tørlagte inddæmmede lavbundsarealer

Tørlagte inddæmmede arealer har som nævnt en karakter, der kan være en blanding af lavbundflade og lavbund i ådal, og vil derfor altid kræve en vurdering af de lokale forhold. Tørlagte inddæmmede arealer er i de aggregerede tabeller (tabel 4 og Tabel 5) lagt ind under lavbund i ådal (hhv. Klasse 1, Tabel 4 og Ikke-egnet, Tabel 5), men det bør påpeges at disse arealer kan betragtes som potentielt egnede arealer, der kræver lokal vurdering i forhold til mulighederne for etablering af minivådområde. I regneark i bilag 1 og 2 findes de tørlagte inddæmmede arealer således som selvstændig klasse.

4. Sammenfatning

Der er udarbejdet et potentialekort for etablering af minivådområder, der indenfor vandoplande differentierer arealer i egnethedsklasser i forhold til: (i) potentielt kvantitativt betydende afstrømning af lokalt dannet drænvand, som her er operationelt defineret ved en afskæringsværdi på 12 % ler i 60-100 cm eller 100-200 cm, (ii) direkte opland til lavbund i ådal, og (iii) lavbund i ådal. Potentialekortet er et screeningsværktøj der kan anvendes til en overordnet screening af potentiel egnethed. Potentialekortet erstatter ikke den lokale detailkortlægning, der forudsætter kendskab til beliggenheden af det sammenhængende drænsystem, drænudløb, lokale topografiske forhold og øvrige lokale forhold af relevans for etablering af minivådområder.

For betinget egnede arealer, hvor arealet er direkte opland til lavbund i ådal, bør der altid indgå en vurdering af om arealet afvander til eksisterende vådområde, eller om der er et uudnyttet potentiale for reetablering af vådområde i ådalen. Potentialekortet kan således også anvendes til screening for

potentialet for etablering af vådområder på lavbund i ådal. For tørlagte inddæmmede lavbundsarealer kræves tilsvarende altid en lokal vurdering i forhold til arealets egnethed til etablering af minivådområde.

For oplande med en kvantitativt betydende drænafstrømning repræsenterer såvel minivådområder (egne arealer) som reetablering af vådområde i ådalen (betinget egnede arealer) virkemidler der målrettet kan reducere kvælstoftransporten via dræn. Potentialekortet er således et operationelt værktøj til en prioritering af indsatsen i oplande med betydende drænafstrømning. Omvendt er der betydelig usikkerhed på potentialekortets anvendelighed i mere sandede drænedede oplande, hvor det lokale kvantitative drænbidrag er usikkert.

Usikkerheden på selve kortlægningen er dels bestemt af usikkerheden på inputparametrene (lerindhold i den nedre jordprofil) samt usikkerheden i forhold til grænsedragning mellem klasser. Der er ikke foretaget en verificering heraf, men det anbefales at gennemføre lokale jordprofilundersøgelser til at kvalificere kortlægningen af arealer, hvor der er tvivl om datagrundlaget i potentialekortet. Kortlægningen indeholder ikke en kortlægning af de drænedede arealer, da beliggenheden af det lokale drænsystem forudsættes kendt ved ansøgning om minivådområde. De mere betydende usikkerheder ved potentialekortet er baseret på anvendelsen af en afskæringsværdi på 12 % ler i jordprofilen. Flere andre forhold har indflydelse på det lokale drænafstrømningsbidrag herunder underliggende geologi og lokale hydrogeologiske forhold, men der findes ikke med det nuværende datagrundlag modeller der med større sikkerhed kan anvendes til prædiktion af lokal drænafstrømning (Kjærgaard et al., 2016).

Der pågår et større udredningsarbejde ved AU-AGRO i forbindelse med bestilling (FM-103) "Kortlægning af markdræn" (2014-2017). Der bliver i forbindelse med færdiggørelsen af denne bestilling et kortgrundlag tilgængelig der forventes at have større sikkerhed i bestemmelsen af drænedede arealer end hvad denne screening baseres på.

5. Referencer

Adhikari K, Bou Kheir R, Greve MB, Bøcher PK, Malone BP, Minasny B, McBratney AB and Greve MH, 2013. High-Resolution 3-D Mapping of Soil Texture in Denmark. Soil Sci. Soc. Am. J 77, doi:10.2136/sssaj2012.0275.

Adhikari K, Minasny B, Greve MB, Greve MH, 2013. Constructing a soil class map of Denmark based on the FAO legend using digital techniques.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706113003510>

Gallant JC and Dowling TI, 2003. A multiresolution index of valley bottom flatness for mapping depositional areas

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2002WR001426/pdf>

Kjærgaard C og Iversen BV. 2014. Monitoring af virkemiddelseffekt for danske konstruerede minivådområder med overfladestrømning. I: Eriksen, Jensen og Jacobsen (red.) "Virkemidler til realisering af 2. generations vandplaner og målrettet arealregulering. DCA rapport nr. 052, bilag 13.

Kjærgaard C, Iversen BV, Schelde, K, Olesen JE, Jacobsen BH, Eberhardt JM. 2014. Konstruerede minivådområder med overfladestrømning målrettet drænvand. I: Eriksen, Jensen og Jacobsen (red.)

”Virkemidler til realisering af 2. generations vandplaner og målrettet arealregulering. DCA rapport nr. 052, bilag 13.

Kjærgaard C, Iversen BC, Højberg AL, Blicher-Mathiesen, G. 2016. Drænmålinger som grundlag for emissionsbaseret kvælstofregulering. Delrapport C. Drænmåling som grundlag for emissionsbaseret kvælstofregulering (foreløbig) fra GUDP projektet om emissionsbaseret kvælstof- og arealregulering. https://www.landbrugsinfo.dk/Afrapportering/planter_og_miljoe/2016/Sider/pl_po_999_3682_b3_Delrapport_C_Maalinger_i_draenra.pdf

Kjærgaard C, og Børgesen,C.B. 2017. Udarbejdelse af minivådområdeeffekt (kg N pr. ha minivådområde) på ID15-oplandsniveau. Revideret version. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, d. 7. april 2017.

Miljøministeriet, 2015. Danmarks Højdemodel, DHM/Punktsky. Miljøministeriet. Geodatastyrelsen. https://kortforsyningen.dk/sites/default/files/old_gst/DOKUMENTATION/Data/dk_dhm_punktsky_v2_jan_2015.pdf

Møller, A.B., Iversen, B.V., Beucher A. og Greve, M.H. 2017. Prediction of soil drainage classes in Denmark by means of decision tree classification. Draft paper

NaturErhvervsstyrelsen, 2016. Basismodel for målrettet regulering. Bilag 2. I: Bestillingen ”Vurdering af model for målrettet regulering”. 30062016.

Olesen, S.E. 2009. Kortlægning af Potentielt dræningsbehov på landbrugsarealer opdelt efter landskabselement, geologi, jordklasse, geologisk region samt høj/lavbund. DJF Intern Rapport Markbrug nr. 21.