

Afgrænsning af de danske grundvandsforekomster

Ny afgrænsning og delkarakterisering samt fagligt grundlag for
udpegning af drikkevandsforekomster

Lars Trolborg

Afgrænsning af de danske grundvandsforekomster

Ny afgrænsning og delkarakterisering samt fagligt grundlag for
udpegning af drikkevandsforekomster

Lars Trolborg

Indhold

1.	Forkortelser	4
2.	Resume	5
3.	Baggrund	7
4.	Metodik	8
4.1	Direktiv definitioner	8
4.2	Procedure for afgrænsning af grundvandsforekomsterne	8
5.	Magasin- og grundvandsforekomst navngivning	10
6.	Datagrundlag	11
6.1	Sjælland, Lolland, Falster og Møn	12
6.2	Fyn	14
6.3	Jylland	16
6.4	Bornholm	19
6.5	Beregning af transmissivitetsfordeling for kalk	20
6.6	Beregning af transmissivitetsfordeling for lagfladerne på Bornholm	22
7.	Resultater	23
7.1	Magasin afgrænsninger	23
7.2	Grundvandsforekomst afgrænsninger	24
7.3	Kobling af indtag til grundvandsforekomster	25
7.4	Opgørelse af indvinding fra en grundvandsforekomst	26
7.5	Vurdering af kontakt mellem grundvandsforekomster og overfladevandssystemet .	28
8.	Referencer	32

1. Forkortelser

GVF	grundvandsforekomst
OSD	område med særlige drikkevandsinteresser
FOHM	fælles offentlig hydrologisk model
DK-model	den nationale vandressource model
DKM	abbreviation af DK-model
GATØ	grundvandsafhængig terrestrisk økosystem

2. Resume

Baggrunden for den nye afgrænsning af de danske grundvandsforekomster er, at den Nationale Vandressource Model (DK-modellen) som en del af Grundvandskortlægningens store arbejde med sammenstilling af de mange små kortlægningsmodeller for Jylland (FOHM arbejdet i 2018) er blevet gennemgribende opdateret. Ud over opdateringen af primært Jylland og til dels Fyn, er der for Sjælland, Lolland, Falster og Møn løbende sket indarbejdelse af mindre kortlægningsmodeller i DK-modellen. Den opdaterede DK-model danner således baggrund for den nye afgrænsning af grundvandsforekomster, tilsvarende den seneste revurdering af grundvandsforekomster fra 2013 afgrænsningen, hvor der blev taget udgangspunkt i DK-model version 2013 (Troldborg, 2014). Formålet var dels at gennemføre en ny afgrænsning og karakterisering af de danske grundvandsforekomster på baggrund af den opdaterede DK-model, og dels at bidrage til det faglige grundlag for udpegning af de grundvandsforekomster, der skal være drikkevandsforekomster

Der er gennemført en ny-afgrænsning af grundvandsforekomster som tager udgangspunkt i magasinafgrænsninger, magasin-karakteristika og magasin-sammenhænge. Afgrænsningen er lavet efter samme principper som ved 2013 afgrænsningen dog med nogle enkelte vigtige forskelle

1. Den mindste tykkelse for magasinet er sat ned fra 3 til 2 meter, da den opdaterede hydrogeologiske model har større nøjagtighed ved bestemmelse af de vandførende lag, og dermed større sikkerhed for en korrekt afgrænsning af magasiner.
2. Magasiner kobles kun sammen til grundvandsforekomster, hvis der er kontakt (mindre end 2 meter vandstandsende lag) mellem magasinerne i den hydrogeologiske model. Ved 2013 revisionen blev mange mindre magasiner uden direkte kontakt puljet til enkelte grundvandsforekomster, hvis de lå indenfor samme hovedvandopland og lå i samme magasinlag i den hydrogeologiske model for at nå ned på ca. 400 grundvandsforekomster.
3. For alle meget små magasiner (mellem 25 og 500 ha i udbredelse) skal der enten kunne kobles boringsindtag til magasinerne eller magasinerne skal være understøttet af geologiske tolkninger for at de kan oprettes som officielle magasiner. Formålet med dette ekstra tjek er at øge sikkerheden for, at de mindre magasiner rent faktisk eksisterer i virkeligheden og ikke kun som et artefakt i den geologiske model
4. Meget store magasiner (typisk større end 1.000 km²) underopdeles. Udfordringen med meget store magasiner er at disse kan have uhensigtsmæssig stor rumlig variation i tilstand såvel som påvirkning. Underopdelingen tager udgangspunkt i større magasiner, men betyder ikke nødvendigvis at alle magasiner efterfølgende er mindre end 1000 km².

Karakteriseringen af grundvandsforekomster er gennemført efter samme principper som ved 2013 karakteriseringen med udgangspunkt i afstanden mellem toppen af grundvandsforekomsterne og bunden af vandløb, søer eller GATØ. Til forskel fra 2013 karakteriseringen er der ved nærværende karakterisering tilføjet et tjek af afstand fra topografien til toppen af grundvandsforekomsten. Denne meget simple karakterisering indeholder tre grupperinger / typer af grundvandsforekomster: terrænnær (enten direkte kontakt til overfladevand og mindre end 250 km² eller mindre end 25m under terræn), regional (direkte kontakt til overfladevand men større end 250 km²) og dyb (mere end 25m under terræn og uden kontakt til overfladevand). Det anbefales, at yderligere karakterisering/gruppering bør baseres på de erfaringer der opnås ifm. de kemiske tilstandsvurderinger ifm. udarbejdelse af de kommende vandområdeplaner (VP3), samt erfaringerne fra både grundvandskortlægningens sårbarhedsanalyser og den nationale grundvandsovervågning.

Som bidrag til det faglige grundlag for udpegning af drikkevandsforekomster, er der dannet en kobling mellem indberettet indvinding og de ny-afgrænsede grundvandsforekomster, samt opsummeret indvinding til almene vandforsyninger per grundvandsforekomst for perioden 2011-2017.

3. Baggrund

Det følger af vandrammedirektivets¹ art. 5, jf. bilag II, at der skal udarbejdes en basisanalyse for hvert vandområdedistrikt forud for den første vandområdeplan (for perioden 2009-15), og at basisanalyserne i nødvendigt omfang skal opdateres forud for udarbejdelse af udkast til vandområdeplaner for hver efterfølgende planperiode. Basisanalyserne skal indeholde karakterisering af de vandforekomster, der er omfattet af vandområdeplanerne, og vurderinger af risikoen for, at forekomsterne ikke opfylder deres miljømål.

Basisanalysens første karakterisering af grundvandsforekomsterne skal bl.a. kortlægge grundvandsforekomstens eller -forekomsternes beliggenhed og grænser, jf. vandrammedirektivets art. 5, jf. bilag II, afsnit 2.1.

Afgrænsningen af de danske grundvandsforekomster blev gennemført første gang af de daværende amter til brug for de første basisanalyser (2004/5). Afgrænsningen er efterfølgende blevet revideret 2 gange, forud for de første vandplaner for 2009-15 (revideret i 2006/7) og igen forud for de gældende vandområdeplaner for 2015-21 (revideret i 2013/14).

Ved seneste revision (2013) af forekomsternes afgrænsning blev der taget udgangspunkt i grundvandsmagasinerne fysiske afgrænsning efter de hydrogeologiske oplysninger i DK-modellen på dette tidspunkt. Især fsva Jylland og dele af Fyn var daværende version af DK-modellen imidlertid ikke opdateret med den geologiske viden, der var/er tilvejebragt med den nationale grundvandskortlægning siden 2009. Dette indebærer, at der siden afgrænsningen i 2013 er konstateret flere tilfælde af manglende overensstemmelse mellem hhv. de arealer, der er omfattet af kommunernes grundvandsbeskyttelse i form af kommunale indsatsplaner², lokalisering af indvindingsboringer, og grundvandsforekomsternes afgrænsning og beliggenhed.

Forud for den nye afgrænsning er der gennemført en gennemgribende opdatering af den hydrogeologiske model for Jylland og Fyn, og siden seneste revision (2013) er også modellen for Sjælland og Sydhavsøerne revideret:

- a) I grundvandskortlægningsregi er de mange lokale kortlægningsmodeller for Jylland samlet til en fælles hydrogeologisk model (FOHM arbejdet i 2018) og indarbejdet i DK-modellen
- b) Indarbejdelse af kortlægningsmodeller for Fyn og Langeland i DK-modellen
- c) Løbende indarbejdelse af mindre kortlægning- og vandforsyningsmodeller for Sjælland, Lolland, Falster og Møn i DK-modellen

Formålet med nærværende nye afgrænsning af grundvandsforekomster var at sikre, at de danske grundvandsforekomsters afgrænsning og karakterisering var baseret på den nyeste og bedste tilgængelige viden, herunder de data, der er tilvejebragt ved den nationale grundvandskortlægning, og at afgrænsningen blev foretaget i overensstemmelse med de faglige kriterier, der er fastlagt med vandrammedirektivets definition af grundvandsmagasiner og grundvandsforekomster³. Herudover skulle arbejdet med afgrænsningen bidrage til det faglige grundlag for udpegning af drikkevandsforekomster.

¹ EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS direktiv 2000/60 /EF af 23. oktober 2000 om en fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger med senere ændringer

² Indsatsplaner udarbejdet og vedtaget efter reglerne i vandforsyningslovens §§ 11-13b, jf. lovbekendtgørelse nr. 118 af 22. februar 2018 af lov om vandforsyning m.v.

³ Jf. vandrammedirektivets art. 2, nr. 2, 11 og 12, som implementeret i dansk ret i §3, nr. 3, 12 og 13 i lov om vandplanlægning, jf. lovbekendtgørelse af 26. januar 2017 af lov om vandplanlægning

4. Metodik

4.1 Direktivdefinitioner

I vandrammedirektivets artikel 2 defineres

- grundvand, som "alt vand under jordoverfladen i den mættede zone og i direkte kontakt med jorden eller undergrunden"
- et grundvandsmagasin som "et eller flere underjordiske lag af bjergarter eller andre geologiske lag med tilstrækkelig porøsitet og permeabilitet til at muliggøre enten en betydelig grundvandsstrømning eller indvinding af betydelige mængder grundvand."
- en grundvandsforekomst som "en separat mængde grundvand i et eller flere grundvandsmagasiner."

Grundvandsforekomster består således af et eller flere magasiner, men det er imidlertid ikke alt grundvand, som nødvendigvis ligger i et magasin. Det bemærkes her, at vandrammedirektivets definition af grundvandsmagasiner ikke indeholder eller medfører krav til lagenes faktuelle vandindhold, men permanent "tørre / ikke vandholdige magasiner" skal ikke afgrænses som magasiner, når de vandførende lag hverken fungerer som kilde, modtager eller transportmedie.

4.2 Procedure for afgrænsning af grundvandsforekomsterne

Afgrænsningen af grundvandsforekomsterne er gennemført i fire etaper.

Ved første etape dannes et bruttosæt af magasiner ved at danne GIS-temaer, der gengiver tykkelsen af de hydrostratigrafiske lag, der ligger i DK-modellen (tykkelsesgrid) ud fra oplysninger om de vandførende dele af de hydrostratigrafiske lag. Magasiner afgrænses hvor gridtykkelsen er større end en minimumstykkelse. Bestemmelse af minimumstykkelse baseres primært på en vurdering af tolkningsformål og metodik, dvs. en vurdering af hvor små lagtykkelser, det er realistisk, at den enkelte geolog har forsøgt at repræsentere med tolkninger i den geologiske model, og hvor stor afvigelse der er mellem de geologiske flader og tolkningspunkterne. Ved sidste revision af grundvandsforekomster vurderedes den realistiske minimumstykkelse til at være 3 meter, men siden da er der gjort en stor indsats med at indarbejde de typisk mere detaljerede kortlægningsmodeller. På projekt-workshops med deltagelse af GEUS og Miljøstyrelsen (MST-kontorer for vandplaner, grundvandskortlægning samt -overvågning) er det besluttet at anvende en minimumstykkelse på 2 meter til grundvandsforekomst afgrænsningen.

Som anden etape frasorteres meget små magasiner fra bruttosættet af magasiner. Tilsvarende første etapes brug af en mindste tykkelse på 2 meter, udvælges meget små magasiner efter en mindste arealmæssig størrelse ud fra en vurdering af hvor små arealer der i praksis bør være repræsenteret i den geologiske model. Ved sidste revision af grundvandsforekomster vurderedes den realistiske minimumsstørrelse at være 50 ha, men siden da er der gjort en store indsats med at indarbejde de typisk mere detaljerede kortlægningsmodeller. Samtidigt erkendtes det, at der er stor forskel i tolknings-

punkt-tæthed, der kan forstås som et indirekte mål for, hvor små magasiner der kan medtages. Ofte ses tolkningspunkt-tæthed på mindre end 4 tolkningspunkter pr. 1 km², svarende til et areal på hele 2.500 ha per tolkningspunkt. Flere områder har dog væsentlig højere tolkningstæthed. På projekt-workshops med deltagelse af GEUS og MST (vandplaner, grundvandskortlægning og -overvågning) er det vurderet, at et magasinareal på ned til 25 ha potentielt kunne være en realistisk størrelse, hvis samtidigt der enten er tilknyttet tolkningspunkter til magasinafgrænsningen (dvs. top eller bund placeringen af magasiner er understøttet af den geologiske tolkning) eller hvis der er boringsindtag placeret i magasinet. God overensstemmelse mellem indtagsplacering og magasinafgrænsning er ofte gennemført som en del af kvalitetsvurderingen i grundvandskortlægningen. Samtidigt blev det besluttet ved GEUS/MST projektworkshops, at alle magasiner på en størrelse mellem 25 ha og 500 ha skulle testes for, om der var tilknyttet tolkningspunkter, eller der kunne indplaceres boringsindtag. I de tilfælde, hvor der hverken er tolkningspunkter eller indtag tilknyttet magasinet og hvor magasinets størrelse ligger mellem 25-500 ha, vurderes det overvejende sandsynligt, at magasinet er opstået som et artefakt af interpolations- og justeringsprocessen. Disse enkelte magasiner frasorteres bruttosættet sammen med magasiner mindre end 25 ha. Herved dannes et nettosæt af magasiner der indgår i det videre revisionsarbejde.

Tredje etape behandler alle enkelt-magasiner, fra nettosættet af magasiner fra etape to, som er meget store (typisk mere end 1000 km²). Disse er manuelt blevet opbrudt til grupper af mindre magasiner. Opbrydningen af store magasiner til mindre enheder er sket efter tre hovedprincipper. Dels skulle opbrydningen på overordnet niveau følge oplande til større vandløb, dels skulle opbrydningen på overordnet niveau følge geomorfologiske enheder (fx hedesletter, bakkeøer o.lign.) og dels skulle opbrydningen på overordnet niveau følge forskelle i magasin tykkelser (skæres i områder af magasin med mindste tykkelse). Principperne for opdelingen er vist med eksempler i Appendix F.

Slutteligt er der, i fjerde etape, lavet en vurdering af hydraulisk kontakt mellem nettosættet af enkelt-magasiner på nær gruppen af manuelt opbrudte magasiner. Kontakten mellem magasinerne er vurderet efter samme principper som selve magasinafgrænsningen, dvs. potentiel kontakt ved tykkelser af vandstandsede lag mellem magasinerne på mindre end 2m og ved et overlap areal mellem disse magasiner på mere end 25 ha. Hvis der er vurderet kontakt mellem magasiner, samles disse som udgangspunkt til grundvandsforekomster. Vurdering af hydraulisk kontakt er kun foretaget indenfor de samme geologiske hovedtyper, dvs. kvartære magasiner, tertiære magasiner og kalk-kridt magasiner samt for Jylland, hvor hovedtypen af kvartære magasiner yderligere er underopdelt i hedeslette eller marine aflejringer (ks1+ks2), (begravede) dalmagasiner (ks5+ks6) og andre kvartære lag (ks3+ks4). Der er således ikke afgrænset forekomster, som går på tværs af disse hovedtyper. Herudover bliver hvert magasin i gruppen af manuelt opbrudte enkelt magasiner behandlet som en selvstændig grundvandsforekomst.

Ved grundvandsforekomsternes seneste revision (Trolborg, 2014) blev isolerede magasiner med begrænset udbredelses areal (herunder småøer) puljet til én grundvandsforekomst pr. hydrostratigrafisk enhed pr. hovedvandopland. Den primære grund til dette var et ønske om at nå et administrativt grundlag på ca. 400 grundvandsforekomster (svarende til niveauet fra en tidligere revision). Udfordringen bestod primært i at skulle forklare den logiske sammenhæng mellem disse magasiner ift. tilstandsvurdering og evt. indsatsbehov. I nærværende afgrænsning er dette ikke gennemført, hvorfor antallet af grundvandsforekomster ligger væsentlig højere end ved sidste revision.

5. Magasin- og grundvandsforekomst navngivning

Som ved tidligere udpegninger af grundvandsforekomster skal de også denne gang danne basis for indberetninger til EU af vandplanerne og er dermed underlagt et klassificeringssystem med specificerede krav. Klassificeringssystemet indeholder krav om, at alle grundvandsforekomster er identificeret med et unikt nummer med foranstillet landekode.

For hvert magasin er der tilknyttet en identifikation bestående af en kode og et løbenummer, fx dkmj_ks2_12:

- En kode for DK-model område (dkmj, dkmf, dkms eller dkmb)
- En kode for DK-model lagnavnet indenfor hvilken magasinet er afgrænset (ks1-ks6, ps1-ps6, lag1-lag6 eller kalk)
- Et løbenummer (fortløbende, maksimalt fire cifre),

For hver grundvandsforekomst er der tilsvarende tilknyttet en identifikation, der består af en kode på max 22 cifre, fx DK101_dkmj_16_ks:

- En kode for Danmark (DK), vanddistriktsnummer (1-4) samt delopland inden for vanddistriktet (løbenummer, 01-15)
- En kode for DK-model område (dkmj, dkmf, dkms eller dkmb)
- Et løbenummer (ikke fortløbende, maksimalt fire cifre)
- En kode for magasin formation (ks, ps, dk, uu)

På grundvandsforekomst niveau er der desuden dannet et koordinatsæt svarende til center koordinater indenfor det største af magasinerne tilknyttet denne forekomst. Herudover er der for hver grundvandsforekomst angivet en række informations kolonner (Tabel 1), primært til brug for vandrammedirektiv indberetningen:

Tabel 1 Beskrivende kolonner i grundvandsforekomst temaet

Kolonnenavn	Forklaring
"layered":	Information grundvandsforekomsten består af flere lag (Y/N)
"linkSurfaceWaterBody" *	Information om GVF har potentiel kontakt til målsat overfladevandområder. For hver forekomst med potentiel kontakt til målsatte overfladevandområder, skal disse områder angives (Y/N).
"linkTerrestrialEcosystem" *	Information om GVF har potentiel kontakt til grundvandsafhængige terrestriske økosystemer (GATØ) (Y/N)
"geologicalFormation"	Magasin formation (Quaternary sand and gravel, Pre-Quaternary sand and gravel eller Chalk and limestone samt Quaternary sand and gravel and fractured rock og Paleozoic and Mesozoic, begge kun for Bornholm)
"gwAssociatedProtectedArea" *	Angivelse af, om grundvandsforekomsten har overlap til beskyttede områder (Y/N). Analysen er udført ift afgrænsning af OSD, indvindingsoplande udenfor OSD samt GATØ.
"horizon"	Information om hvilke/t lag i DK-modellen som magasiner i forekomsten tilhører.

(*) se afsnit 7.5 om Vurdering af kontakt mellem grundvandsforekomster og overfladevandssystemet

6. Datagrundlag

Forud for projektet (2018-19) er der gennemført en samling af de hydrogeologiske modeller fra grundvandskortlægningen for områder i Jylland til en samlet hydrogeologisk model. Formålet med samlingen var at danne en model for Danmark, der kunne anvendes til løsning af opgaver i såvel vandplanlægningen som grundvandskortlægningen, og som løbende kan opdateres på basis af nyudviklede lokalmodeller. Dette skulle sikre, at vandplanlægningen og grundvandskortlægningen fremover baseres på et fælles datagrundlag, der giver sammenlignelige resultater baseret på samme opdateret viden.

Den version af den Nationale Vandressource Model (DK-model2019), som anvendes til afgrænsning af magasiner og grundvandsforekomster i nærværende projekt, er hydrogeologisk opdateret med udgangen af februar 2019, dels med data fra den ny-samlede Jyllandsmodel (FOHM projektet), og dels med grundvandskortlægningsmodellerne for Fyn og Langeland. Øerne syd for Fyn er fortsat baseret på den oprindelige DK-model tolkning fra 1996. For Sjælland, Lolland, Falster og Møn er den model løbende blevet hydrogeologisk opdateret med data primært fra grundvandskortlægningen, men også fra enkelte større vandforsyninger, seneste opdatering stammer fra lokalmodellen "Hornshered 2016-2018 opdatering". For Bornholm er der ikke sket ændringer i den hydrogeologiske model siden 2013 revisionen af grundvandsforekomsterne. Opstilling og kalibrering af DK-model2019 er nærmere beskrevet i GEUS rapport 2019/31 (Stisen et al., 2019)

For Jylland er den kvartære lagfølge fra FOHM projektet indarbejdet direkte, mens der er lavet en samling af flere enheder fra den prækvartære lagfølge ifm. indarbejdelsen i DK-modellen. Samlingen omfatter udelukkende antallet af hydrostratigrafiske lag, således at såvel magasin afgrænsninger som skala ($100 \times 100 \text{m}^2$) er bibeholdt. Her er der ikke tale om magasin afgrænsninger i direktivforstand men en rumlig håndtering af de vandførende lag fra FOHM modellen. Samlingen indebærer at antallet af hydrostratigrafiske lag for Prækvartæret er reduceret fra FOHM's oprindelige 32 enheder til 14 enheder i DK-modellen. Ved samlingen af enheder til færre hydrostratigrafiske lag har der været fokus på at beholde de mest markante ler/silt horisonter i prækvartæret (Mådegruppen, Nedre Arnum, tre Klintinghoved horisonter, en Vejlefjord horisont og Palæogen), samt at samle kalk og kridt til ét hydrostratigrafisk lag. Den horisontale opløsning er som i FOHM modellen ($100 \times 100 \text{m}^2$). Forsimplingen er i praksis sket ved at knytte alle FOHM tolkningspunkter fra de 32 enheder til den en DK-model hydrostratigrafi med 14 enheder, samt i mindre omfang at indsætte ekstra tolkningspunkter for at sikre realistiske fladeforløb i prækvartæret. Interpolation af tolkningspunkterne til lagflader og efterfølgende fladejusteringer følger metodikken fra "FOHM-protokollen" for interpolation og fladejustering (Miljøstyrelsen 2020).

For Fyn og øerne syd for Fyn, samt Sjælland, Lolland, Falster og Møn er modellerne opbygget på baggrund af tolkningsdata (tolkningspunkter, hjælpelinjer og udbredelsespolygoner) fra grundvandskortlægningen, og med tilsvarende detaljeringsgrad som i kortlægningsmodellerne, dvs. samme eller større antal geologiske enheder og $100 \times 100 \text{m}^2$ grid. Lagflader er dannet ud fra interpolation af tolkningsdata hvor der er gennemført en efterfølgende fladejustering med fokus på at sikre konsistens

mellem topografi, flader og den rumlige tolkningsmodel (fjerne de mest oplagte interpolations artefakt).

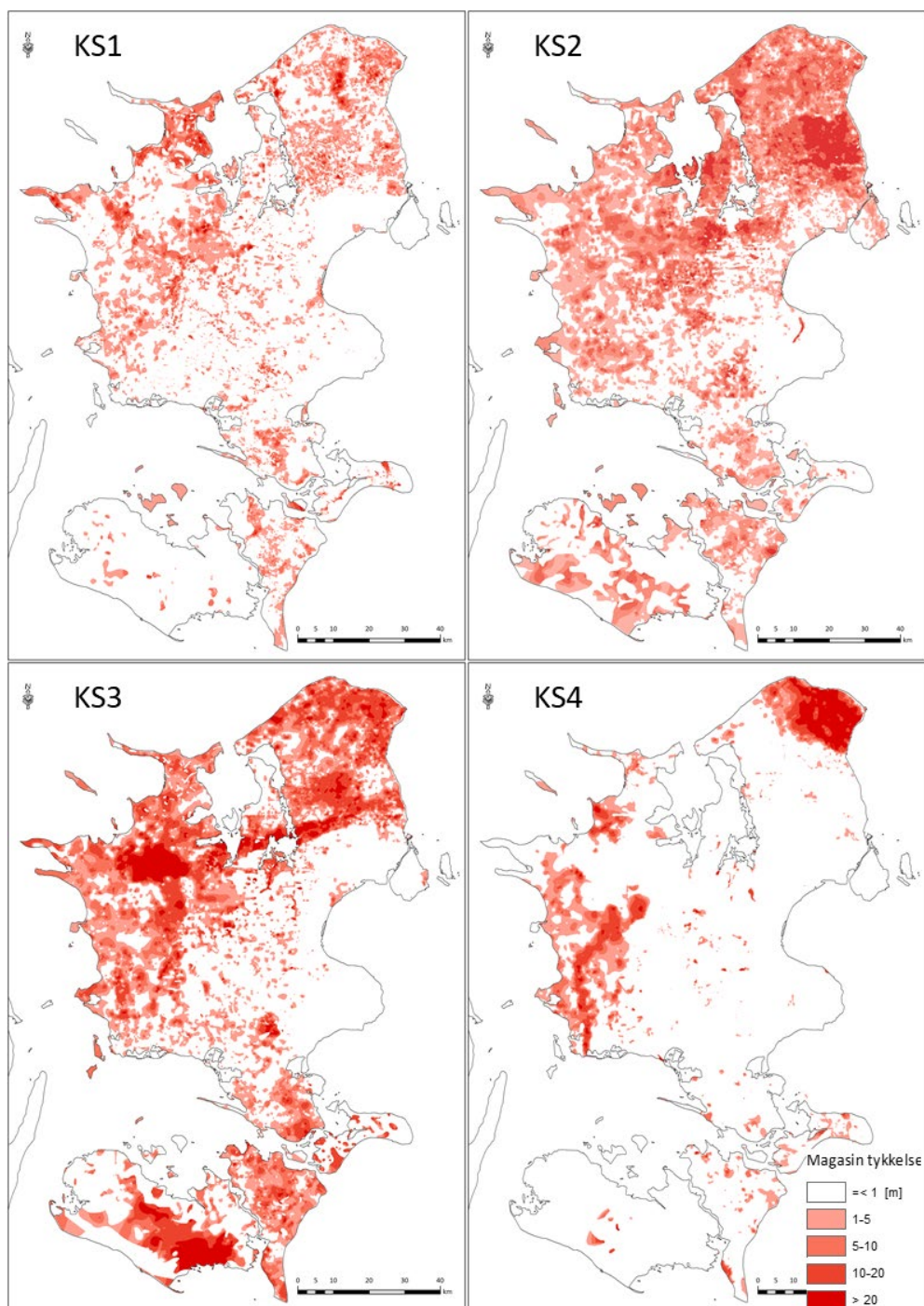
Den geologiske model for Bornholm afviger fra den resterende del af landet ved ikke at være opbygget af hydrostratigrafiske lag. I stedet er den geologiske model for Bornholm primært opbygget som voxel geologi, dvs. for hver voxel af $5 \times 250 \times 250 \text{ m}^3$ er der lavet en hydrogeologisk tolkning af den dominerende geologi af hele øen fra terræn til 150 meter under havniveau. Efterfølgende er der lavet en 6-lagstolkning (beregningsslag), som følger de overordnede strukturer fra den hydrogeologiske tolkning. De seks lag, der har en finere opløsning end voxel tolkningerne, er interpoleret til et $50 \times 50 \text{ m}^2$ grid. Afgrænsningen af grundvandsforekomster på Bornholm tager udgangspunkt i lagtykkelse af de 6 beregningsslag og lagenes vandførende egenskaber, som er styret af voxel-geologien.

6.1 Sjælland, Lolland, Falster og Møn

De vandførende magasinbjergarter i DK-model Sjælland, Lolland, Falster og Møn (dkms, Tabel 2) består af sandenheder i fire niveauer for kvartæret (Figur 1) og et Prækvartær (kalkmagasin) med kalkaflejringer fra Sen- kridt og Danien.

Tabel 2 Oversigt over hydrostratigrafiske lag for Sjælland, Lolland, Falster og Møn. Kalk laget er samlet af flere lag i den hydrostratigrafiske model

Navn	Topflade	Bundflade	Beskrivelse
KL1	dkms_topo	dkms_ks1t	Øvre kvartære lerenhed, strækker sig fra terræn (dkms_topo) og ned til top af sand 1 (ks1t). I DK-model regi er der indarbejdet et ekstra lag i toppen på to meters tykkelse opdelt i sand, ler og tørv, defineret på basis af jordartskortet.
KS1	dkms_ks1t	dkms_ks1b	Det øverste sandlag/linser, udgør mindre højtliggende sekundære magasiner, der ofte ikke er sammenhængende.
KL2	dkms_ks1b	dkms_ks2t	Kvartært ler, ofte af regional udbredelse, adskiller KS1 og KS2.
KS2	dkms_ks2t	dkms_ks2b	Dybereliggende magasin, ofte regional udbredelse og udgør primært magasin.
KL3	dkms_ks2b	dkms_ks3t	Kvartært ler, ofte af regional udbredelse, adskiller KS2 og KS3.
KS3	dkms_ks3t	dkms_ks3b	Dybereliggende magasin, ofte regional udbredelse og udgør primærmagasin. Generelt det nederste kvartære magasin, med undtagelse af områder med dybe formationer, ofte dale.
KL4	dkms_ks3b	dkms_ks4t	Kvartært ler, ofte af regional udbredelse, adskiller KS3 og KS4.
KS4	dkms_ks4t	dkms_ks4b	Dybe sandforekomster, ofte i dybe dale. Kan være i hydraulisk kontakt med prækvartæret.
KL5	dkms_ks4b	dkms_preq	Kvartært ler, adskiller KS4 og prækvartæret.
PL1	dkms_preq	dkms_kalk (dkms_pl1b)	Prækvartært ler. Laget genfindes primært fra Midtsjælland og mod vest.
Kalk	dkms_kalk (dkms_pl1b)	(dkms_gk1b)	Grønsandskalk aflejringer. Laget er ikke tolket overalt i området. I parentes er angivet den navngivning der anvendes i DK-modellen
	(dkms_gk1b)	(dkms_dk1b)	Danien kalk aflejringer. Laget er ikke tolket overalt i området
	(dkms_dk1b)	dkms_bund	Skrivekridt aflejringer. Laget er ikke tolket overalt i området



Figur 1 Tykkelsen af kvartære vandførende lag for Sjælland, Lolland, Falster og Møn (dkms)

Der er ikke vist en figur med tykkelsen af kalkmagasinet, da det i DK-modellen er repræsenteret med en transmissivitetsfordeling (Figur 7) og en fast magasintykkelse på 50 meter. Lagtykkelsen på 50 meter, der stammer fra DK-modellen, er valgt ud fra vurdering af tykkelsen af den udnyttede og dermed forventede vandførende del af kalken, baseret på Jupiter data af filterlængder for borer sat i kalken. De kvartære sand enheder består overvejende af smeltevandssand og -grus. De lavpermeable kvartære lerenheder består overvejende af moræneler. I visse områder indgår desuden interglacialt, sen-glacialt og post-glacialt ferskvandsler, samt interglacialt marint ler i disse enheder. De paleocæne

og eocæne lavpermeable enheder består overvejende af Lillebæltsler, Røsnæsler og Kerteminde Mergel. For en nærmere beskrivelse af DK-modellen henvises til Stisen et al. (2019).

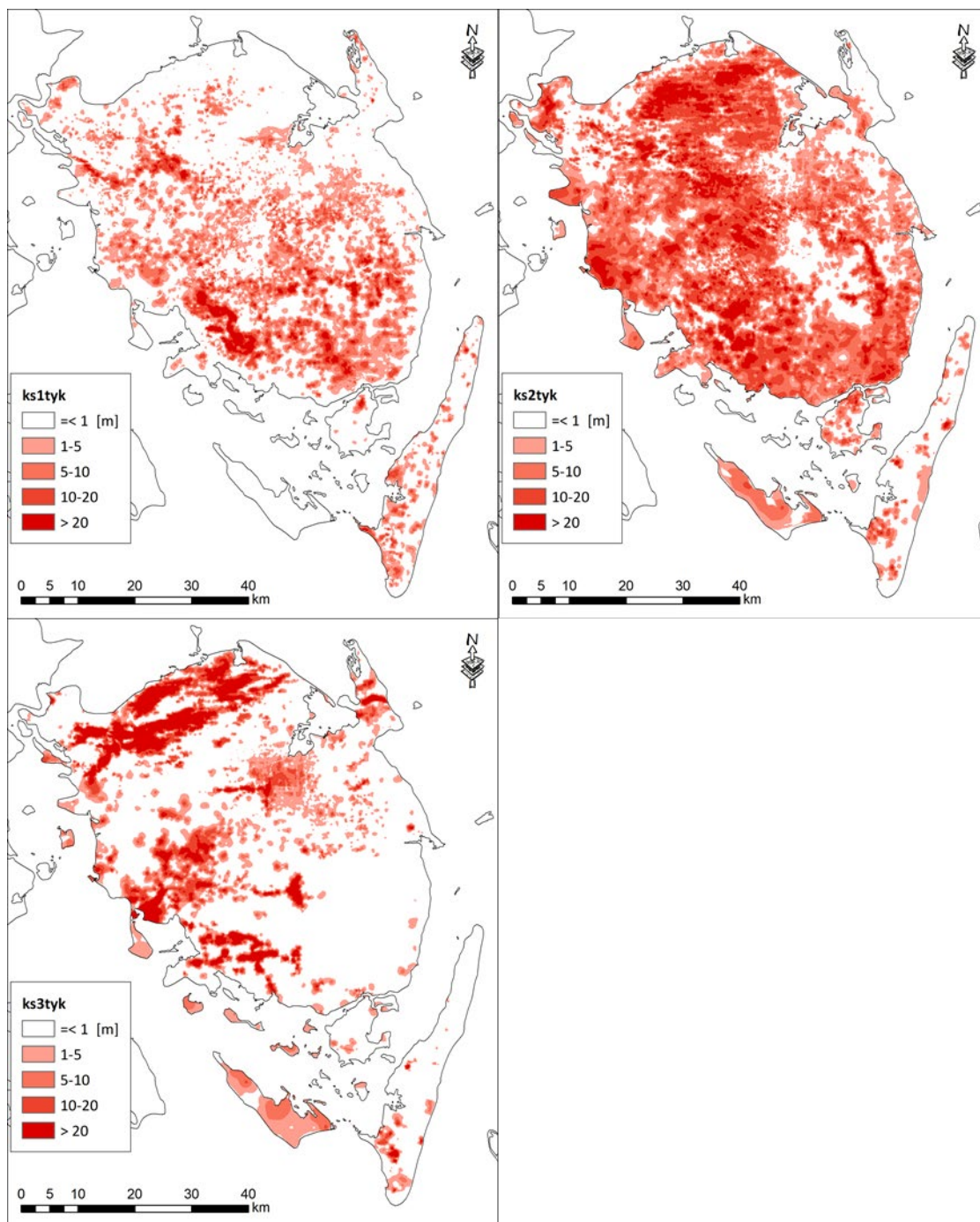
6.2 Fyn

De vandførende magasinbjergarter på Fyn (dkmf, Tabel 3) består af sandenheder i tre niveauer for kvartæret (Figur 2) og et prækvartært (kalkmagasin) med aflejringer fra Senkridt og Danien. Der er ikke vist en figur med tykkelsen af kalkmagasinet, da det i DK-modellen er repræsenteret med en transmissivitetfordeling (Figur 7) og en fast magasintykkelse på 50 meter. Modellernes sandenheder består overvejende af smeltevandssand og -grus. Kalk er repræsenteret som et lag med en fast mægtighed på 50 m i hele modelområdet.

De lavpermeable kvartære lerenheder består overvejende af moræneler. I visse områder indgår desuden interglacialt, senglacialt og postglacialt ferskvandsler, samt interglacialt marint ler i disse enheder.

Tabel 3 Oversigt over de hydrostratigrafiske – og beregningslag for Fyn og øerne.

Navn	Topflade	Bundflade	Beskrivelse
KL1	dkmf_topo	dkmf_ks1t	Øvre kvartære lerenhed, strækker sig fra topo laget og ned til top af sand 1 (ks1t). I DK-model regi er der indarbejdet et ekstra lag i toppen på to meters tykkelse opdelt i sand, ler og tørv, defineret på basis af jordartskortet.
KS1	dkmf_ks1t	dkmf_ks1b	Øverste sandlag/linser, udgør mindre, højtliggende sekundære magasiner, der ofte ikke er sammenhængende.
KL2	dkmf_ks1b	dkmf_ks2t	Kvartært ler, ofte af regional udbredelse, adskiller KS1 og KS2.
KS2	dkmf_ks2t	dkmf_ks2b	Dybereliggende magasin, ofte regional udbredelse og udgør primærmagasin.
KL3	dkmf_ks2b	dkmf_ks3t	Kvartært ler, ofte af regional udbredelse, adskiller KS1 og KS2.
KS3	dkmf_ks3t	dkmf_ks3b	Dybereliggende magasin, ofte regional udbredelse og udgør primærmagasin. Generelt det nederste kvartære magasin, med undtagelse af områder med dybe formation, ofte dale. Kan være i hydraulisk kontakt med prækvartæret.
KL4	dkmf_ks3b	dkmf_preq	Kvartært ler, adskiller KS3 og prækvartæret.
PL1	dkmf_preq	dkmf_kalk (dkmf_pl1b)	Prækvartært ler. I parentes er angivet den navngivning der anvendes i DK-modellen
KALK	dkmf_kalk (dkmf_pl1b)	dkmf_bund	Prækvartære kalkaflejringer, primært bestående af Grøn-sandskalk og Danien kalk.



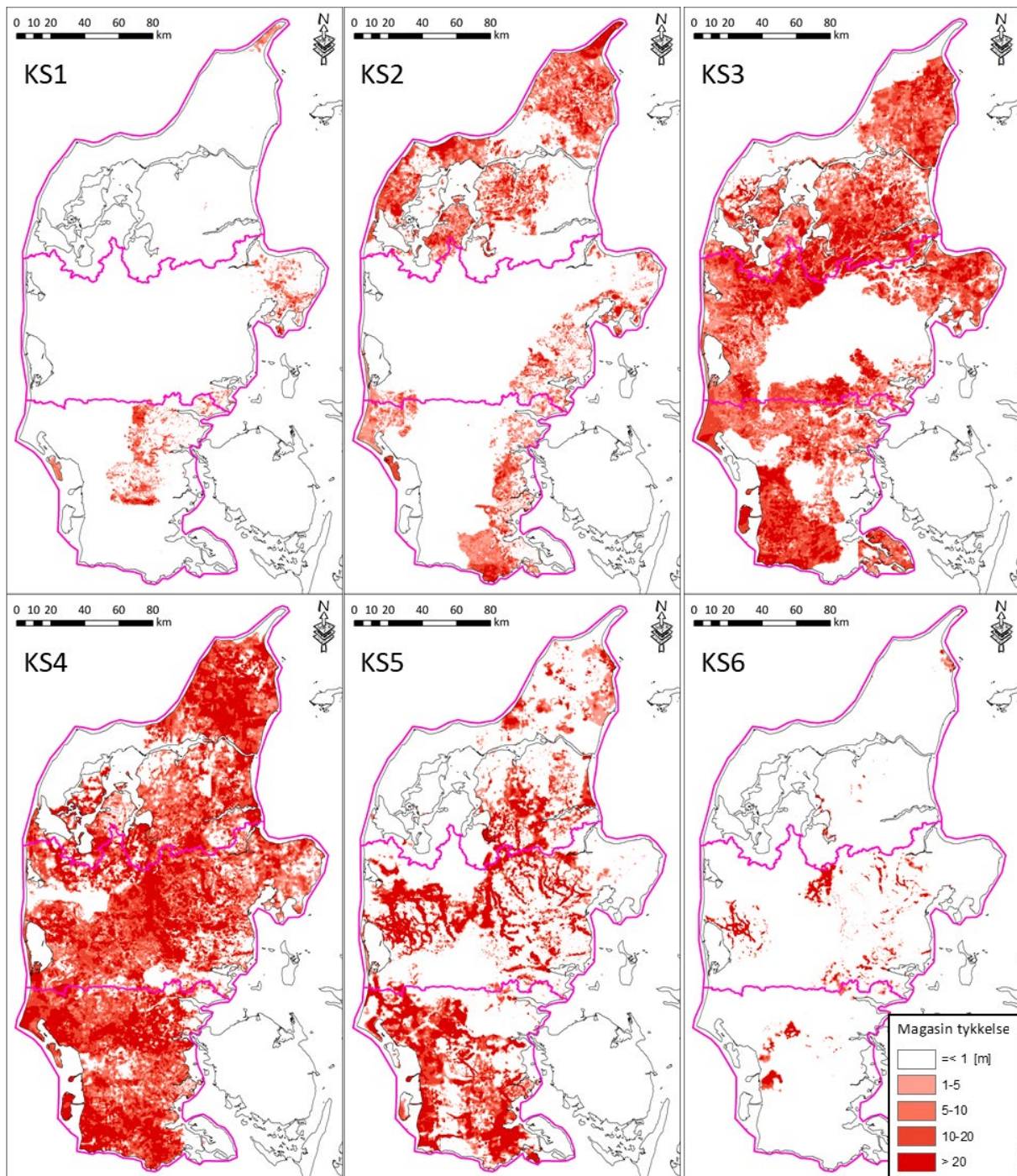
Figur 2 Tykkelse af de kvartære vandførende lag (ks1-ks3) for Fyn og øerne (dkmf)

6.3 Jylland

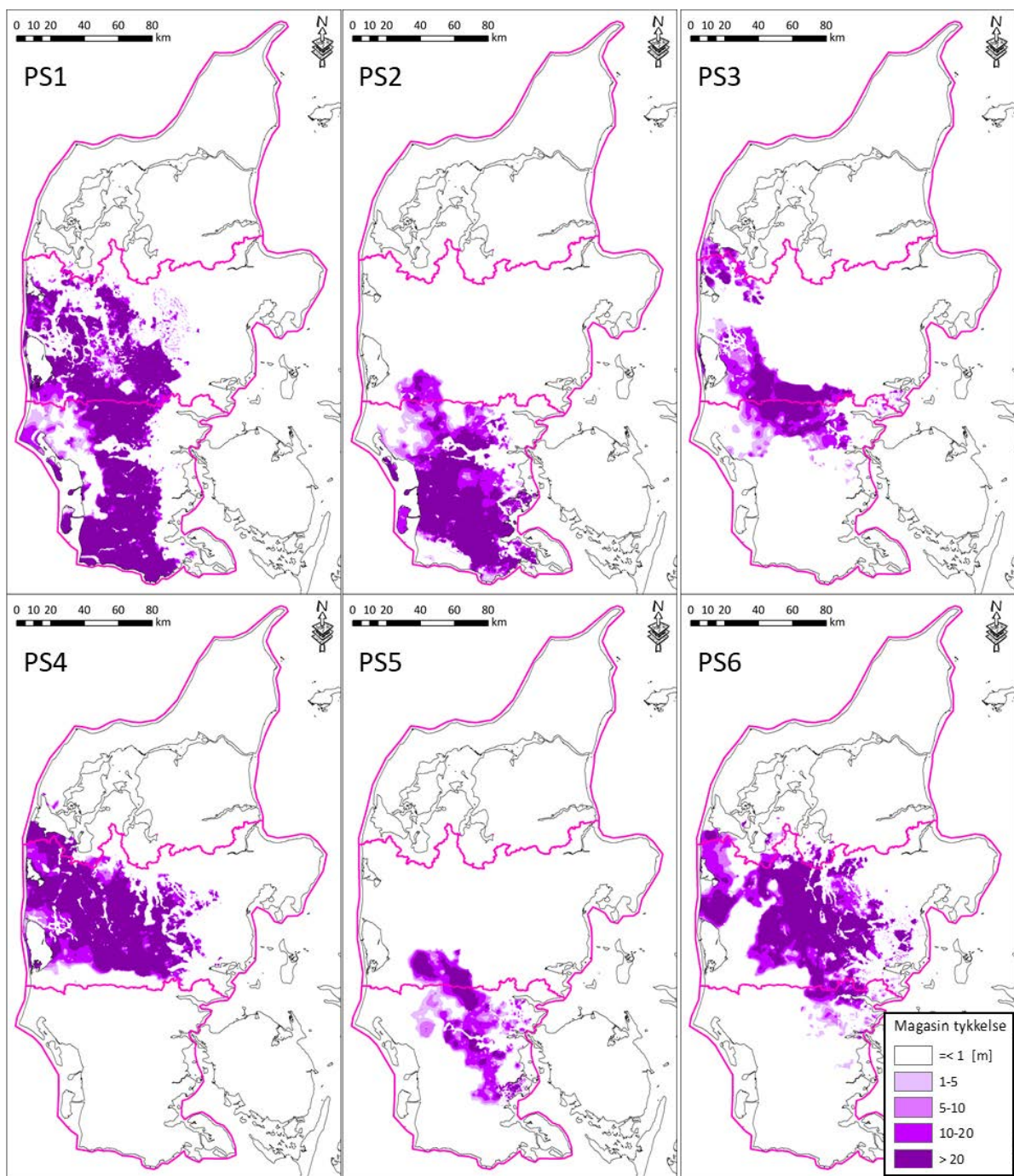
De vandførende magasinbjergarter for Jylland (Tabel 4) består af sandenheder i seks niveauer for kvartæret (Figur 3) og seks niveauer for prækvartæret (Figur 4), samt et prækvartær (kalkmagasin) med aflejringer fra Senkridt og Danien. Der er ikke vist en figur med tykkelsen af kalkmagasinet, da det i DK-modellen er repræsenteret med en transmissivitetfordeling (Figur 7) og en fast magasintykkelse på 50 meter. De kvartære sandenheder er opdelt i tre grupper, terrænnært sand, plateau-sand og dalsand, med forventede forskelle af såvel hydrogeologiske som hydrogeokemiske egenskaber, mens de seks niveauer med prækvartære sandenheder dækker over mange forskellige geologiske formationer i Miocænet.

Tabel 4 Oversigt over hydrostratigrafiske- og beregningslag samt FOHM flader for Jylland

Navn	Topflade	Bundflade	FOHM enheds beskrivelse	FOHM bundflade
KL1	dkmj_topo	dkmj_ks1t	Top_toerv (terrænnært)	100_Postglacial_toerv_Bund
KS1	dkmj_ks1t	dkmj_ks1b	S1_Sand (terrænnært)	200_Kvartaer_sand_Bund
KL2	dkmj_ks1b	dkmj_ks2t	L1_Ler (terrænnært)	300_Kvartaer_ler_Bund
KS2	dkmj_ks2t	dkmj_ks2b	S2_Sand (terrænnært)	400_Kvartaer_sand_Bund
KL3	dkmj_ks2b	dkmj_ks3t	L2_Ler (Plateau_terrænnært)	1100_Kvartaer_ler_Bund
KS3	dkmj_ks3t	dkmj_ks3b	S3_Sand (Plateau)	1200_Kvartaer_sand_Bund
KL4	dkmj_ks3b	dkmj_ks4t	L3_Ler (Plateau)	1300_Kvartaer_ler_Bund
KS4	dkmj_ks4t	dkmj_ks4b	S4_Sand (Plateau)	1400_Kvartaer_sand_Bund
KL5	dkmj_ks4b	dkmj_ks5t	L4_Ler (Plateau/Dale)	1500_Kvartaer_ler_Bund
KS5	dkmj_ks5t	dkmj_ks5b	S5_Sand (Dale)	2100_Kvartaer_sand_Bund
KL6	dkmj_ks5b	dkmj_ks6t	L5_Ler (Dale)	2200_Kvartaer_ler_Bund
KS6	dkmj_ks6t	dkmj_ks6b	S6_Sand (Dale)	2300_Kvartaer_sand_Bund
KL7	dkmj_ks6b	dkmj_preq	L6_Ler (Dale)	2400_Kvartaer_ler_Bund
PL1	dkmj_preq	dkmj_ps1t	Måde gruppen	5100_Maadegruppen_Gram_og_Hodde_Bund
PS1	dkmj_ps1t	dkmj_ps1b	Odderup (ODS3/ODS2)	5400_Nedre_Odderup_ODS2_Bund
PL2	dkmj_ps1b	dkmj_ps2t	Arnum (ARL2)	5500_Nedre_Arnum_ARL2_Bund
PS2	dkmj_ps2t	dkmj_ps2b	Bastrup (BADS6/BADS5)	5800_Bastrup_BADS5_Bund
PL3	dkmj_ps2b	dkmj_ps3t	Klintinghoved (KRL5)	5900_Klintinghoved_KRL5_Bund
PS3	dkmj_ps3t	dkmj_ps3b	Bastrup (BADS4)	6000_Bastrup_BADS4_Bund
PL4	dkmj_ps3b	dkmj_ps4t	Klintinghoved (KRL4)	6100_Klintinghoved_KRL4_Bund
PS4	dkmj_ps4t	dkmj_ps4b	Bastrup (BADS3/BADS2/BADS1)	6600_Bastrup_BADS1_Bund
PL5	dkmj_ps4b	dkmj_ps5t	Klintinghoved (KRL1)/Vejle Fjord (VFL9/VFL8/VFL7/VFL5)	6700_Klintinghoved_KRL1_Vejle_Fjord_Bund
PS5	dkmj_ps5t	dkmj_ps5b	Billund (BDS6/BDS9)	6800_Billund_BDS6_BDS9_Bund
PL6	dkmj_ps5b	dkmj_ps6t	Vejle Fjord (VFL6)	6900_Vejle_Fjord_VFL6_Bund
PS6	dkmj_ps6t	dkmj_ps6b	Billund (BDS4/BDS5/BDS3/BDS2/BDS1/BDS0)	7800_Billund_BDS0_Bund
PL7	dkmj_ps6b	dkmj_kalk (dkmj_pa1b)	Vejle Fjord Fm (VFL0)/Brejning ler/Palæogent ler	8000_Palaeogen_ler_Bund
KALK	dkmj_kalk (dkmj_pa1b)	dkmj_bund	kalk	(8500_Danien_Kalk_Bund / 9000_Skrivekridt_Bund)



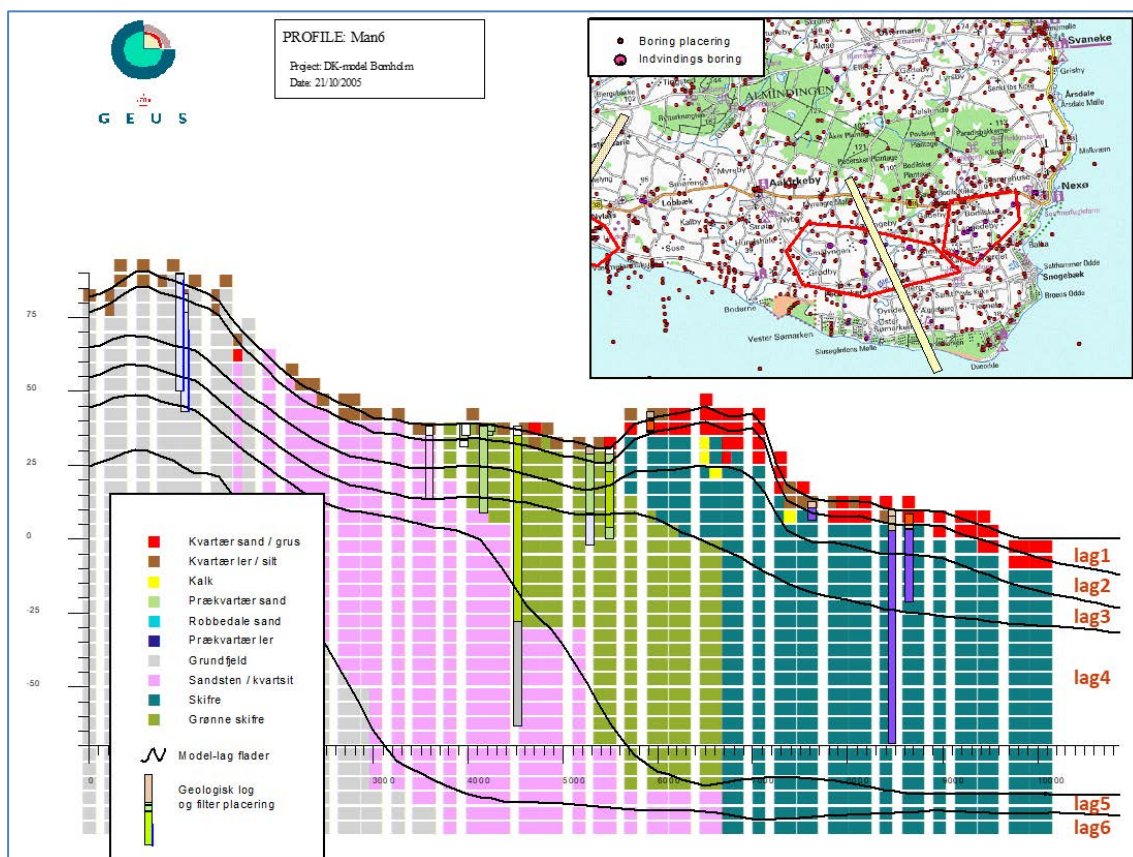
Figur 3 Tykkelse af de kvartære vandførende lag for Jylland (dkmj). De pink polygoner angiver udbredelsen af modelrand for de tre delmodeller



Figur 4 Udbredelse og tykkelse af prækvartære sandmagasiner. De pink linjer angiver udbredelsen af modelrand for de tre DK-model domæner (Stisen et al., 2019)

6.4 Bornholm

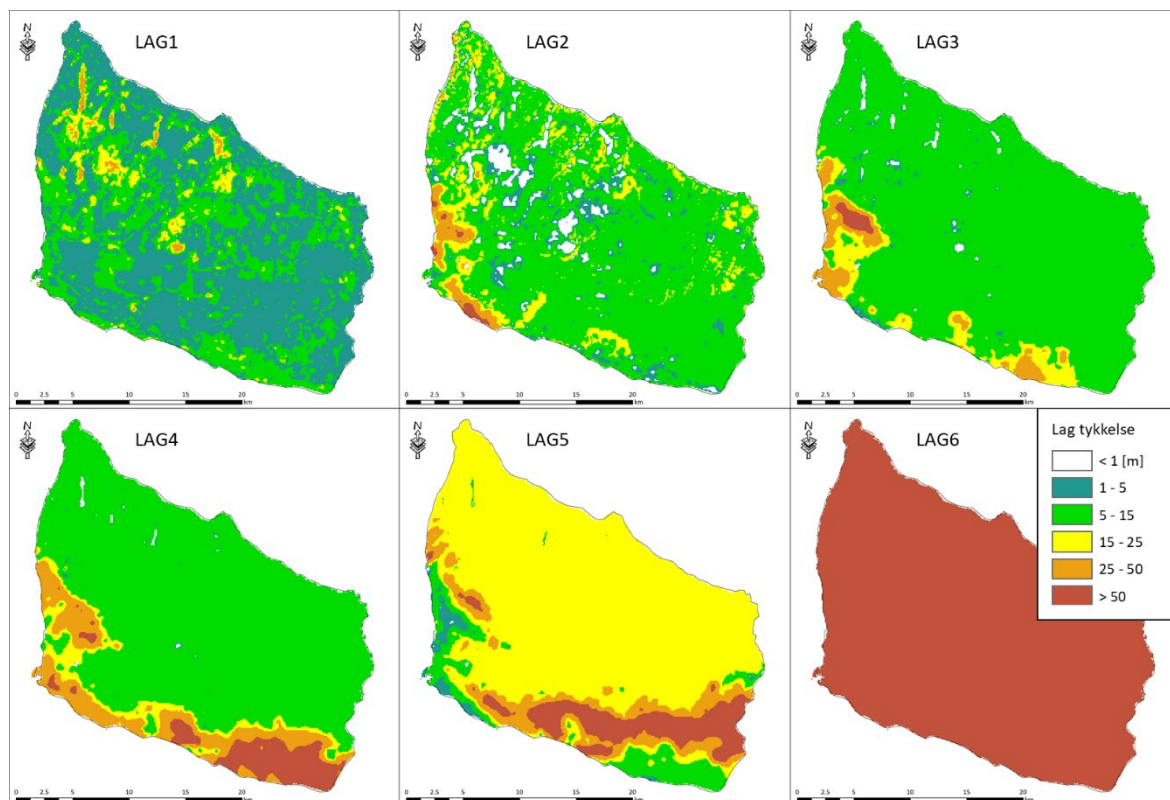
De vandførende magasinbjergarter er beskrevet med en voxelmodel. Afgrænsningen af grundvandsforekomster på Bornholm tager udgangspunkt dels i lagtykkelse af de 6 beregningslag og dels i fordelingen af vandførende magasinbjergarter i lagene (se principskitse Figur 5). Tykkelsen af de 6 beregningslag er vist på Figur 6, mens fordelingen af hydrauliske egenskaber for de 6 lag er vist på Figur 8.



Figur 5 Principskitse for lag grænserne i DK-model Bornholm

Tabel 5 Hydrostratigrafisk model for Bornholm. Alle 6 lag indeholder både vandførende og ikke vandførende geologiske voxler.

Navn	Topflade	Bundflade	Bemærkning
LAG1	dkmb_topo	dkmb_kvbtb	Indeholder de kvartære materialer med undtagelse af de dybere dalstrukturer.
LAG2	dkmb_kvbtb	dkmb_blag2	Grundfjeldet opsprækket, Kystnært prækvartært sand, Sandsten opsprækket, Skifre og Grønne Skifre opsprækket.
LAG3	dkmb_blag2	dkmb_blag3	Grundfjeldet opsprækket, kystnært prækvartært sand og ler, Sandsten opsprækket, Skifre og Grønne Skifre opsprækket.
LAG4	dkmb_blag3	dkmb_blag4	Grundfjeldet opsprækket, robbedale magasinerne, Sandsten og skifre opsprækket, Grønne skifre ikke opsprækket.
LAG5	dkmb_blag4	dkmb_blag5	Grundfjeldet opsprækket i dalstrukturer, prækvartær ler, Sandsten ikke opsprækket, Grønne skifre.
LAG6	dkmb_blag5	dkmb_blag6	Bundlag primært grundfjeld og ikke opsprækkede Sandsten, Skifre og Grønne skifre.

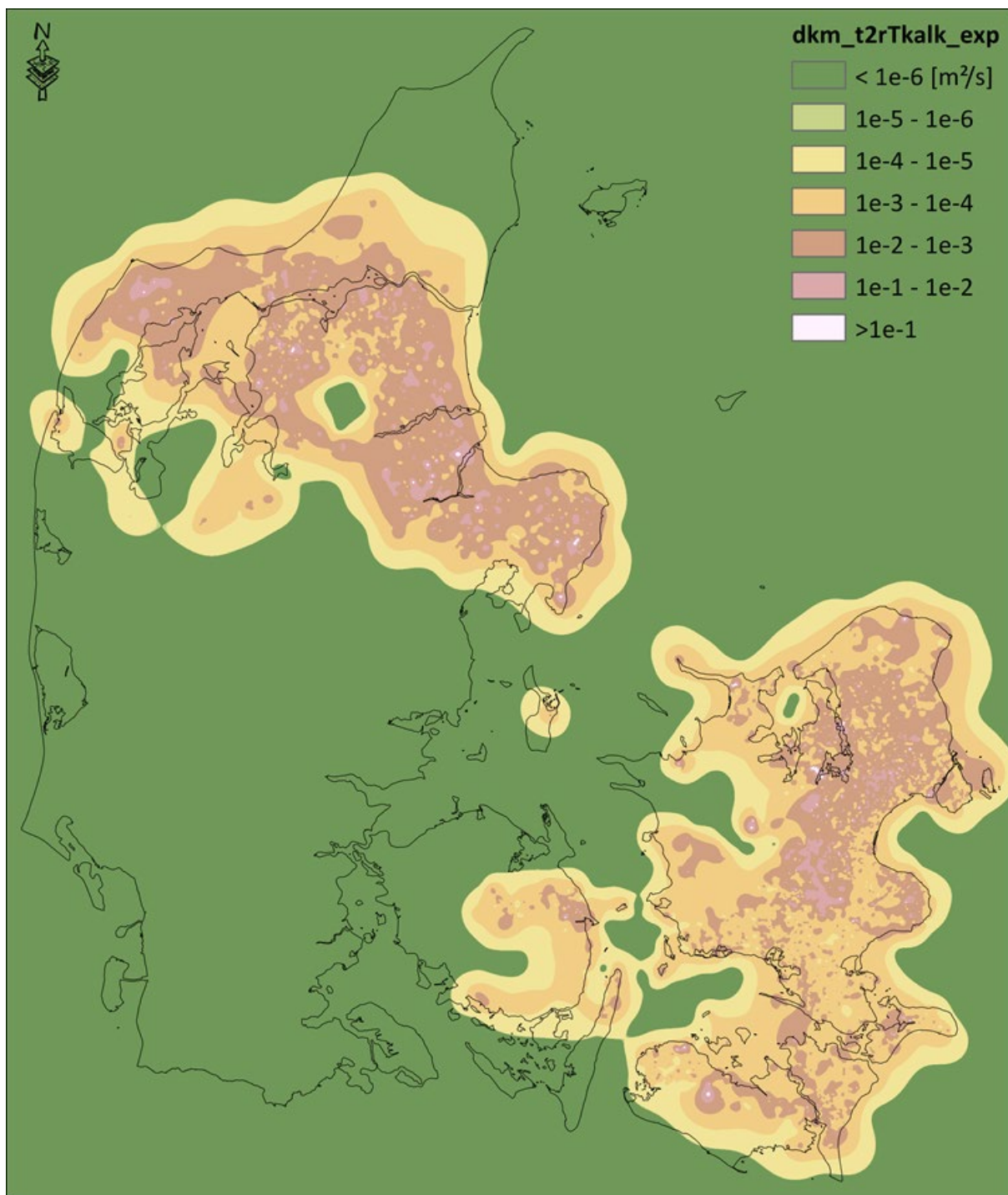


Figur 6 Lagtykkelser for Bornholm (dkmb)

6.5 Beregning af transmissivetsfordeling for kalk

For kalken, hvor lagtykkelsen i modellen er konstant, er det ikke muligt at lave magasinafgrænsning alene ud fra overvejelser om minimumstykkelser og minimumsareal. Magasinegenskaberne styres i modellen efter transmissivetsfordelingen.

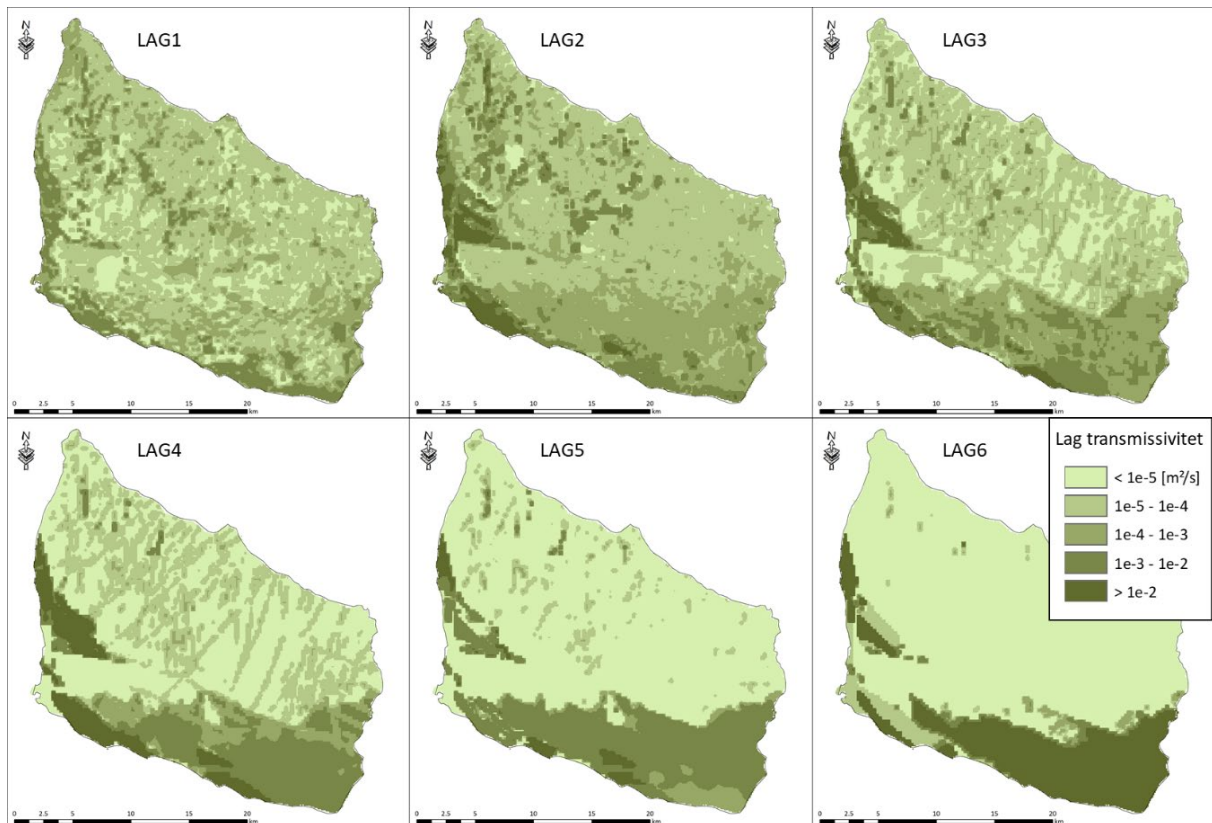
For kalken er der i Jupiter udtrukket transmissivetsdata eller ydelsestestdata for boringer med indtag i kalkbjergarter. Ud fra ydelsestestdata er der estimeret en transmissivitet for de boringer, hvor der ikke er indberettet en prøvepumpningsbestemt transmissivitet. Fordelingen af estimeret og beregnet transmissivitet er herefter analyseret og interpoleret til en transmissivetsfordeling dækkende kalken for Jylland, Fyn og Sjælland (Figur 7). For en nærmere beskrivelse af interpolationen henvises til GEUS Rapport for modelopstilling og kalibrering af DK-model 2019, bilag 1 (Stisen et al., 2019).



Figur 7 Transmissivitetsfordeling i kalken

6.6 Beregning af transmissivitetsfordeling for lagfladerne på Bornholm

For Bornholm, hvor heterogeniteten i lagene er bestemt af den voxelgeologiske tolkning (højde x bredde x længde = 5 x 250 x 250m³), er det ikke muligt at lave magasinafgrænsning alene ud fra minimumstykkelse og minimumsareal. De hydrauliske konduktivitetsværdier for voxelgeologien er hentet fra kalibreringen af DK-modellen. Transmissivitetsfordelingen (Figur 8) er herefter beregnet pr celle som harmonisk gennemsnit af de enkelte voxlers hydrauliske konduktiviter x lagtykkelse.



Figur 8 Transmissivitetsfordeling i lag 1-6 for Bornholm

7. Resultater

7.1 Magasinafgrænsninger

Der er ved nærværende revision afgrænset i alt 2253 magasiner. Fsva. antallet ligger mere end 80% af magasinerne i de øverste kvartære sandlag (ks1-ks6), og de 10 største enkelt-magasiner alle ligger i Jylland. Tabel 6 opsummerer antal og størrelser af afgrænsede magasiner. Lag1-lag6 ligger alle på Bornholm, hvor magasinerne ofte ligger i forkastede blokke af prækvartær oprindelse. DKMlaget ks uden nummerering stammer fra en magasintilføjelse fra en af øerne hvor DKM-geologien ikke arealmæssigt dækker (Anholt, Læsø, Samsø, Tunø, Endelave og Christians-ø).

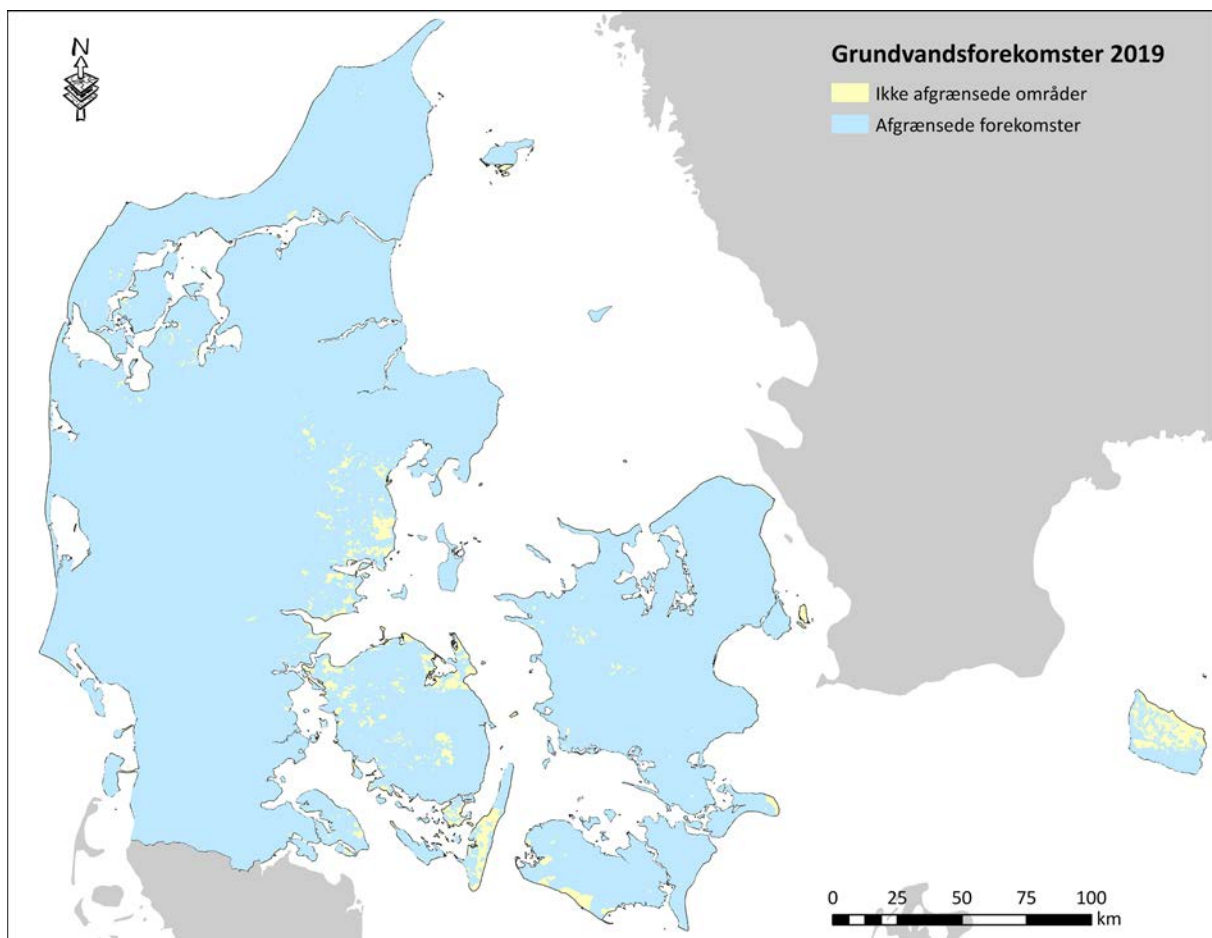
Tabel 6 Magasin afgrænsninger pr. DKM hydrostratigrafisk lag

DKMlag	antal magasiner	mindste areal [ha]	største areal [ha]	middel areal [ha]	samlet areal [ha]	stdafv størrelse [ha]
ks	5	351	11630	5147	25733	5309
ks1	452	25	25019	802	362647	2385
ks2	450	25	73031	3069	1381108	8921
ks3	379	28	158563	6003	2275277	18527
ks4	208	26	166840	10998	2287499	24976
ks5	234	25	105882	4049	947575	12849
ks6	97	25	17667	1011	98076	2545
ps1	83	28	171494	9937	824786	29853
ps2	23	266	154102	22542	518475	43872
ps3	42	34	98501	8373	351674	19420
ps4	32	35	223193	16826	538425	41921
ps5	24	42	91202	10695	256689	25402
ps6	76	36	167669	8108	616188	23899
kalk	74	25	207492	24340	1801163	38733
lag1	22	65	5745	804	17697	1371
lag2	23	105	17870	1242	28555	3694
lag3	14	94	16389	1571	21989	4316
lag4	5	129	15745	3779	18893	6775
lag5	4	147	15420	4436	17745	7374
lag6	6	101	11679	2311	13867	4599

ksX= kvartære magasiner; psX= prækvartære magasiner; kalk= kalk/kridt, lagX= lagenheder på Bornholm

7.2 Grundvandsforekomst afgrænsninger

Der er afgrænset i alt 2050 grundvandsforekomster, af disse strækker 97 sig over mere end et hydrostratigrafisk lag. Grundvandsforekomsterne består således typisk af kun et magasin, 14 af grundvandsforekomsterne består af fem eller flere magasiner, mens 61 af grundvandsforekomsterne består af to magasiner. Samlet set dækker de afgrænsede grundvandsforekomster det meste af landet (Figur 9). Områderne øst for hovedopholdslinjen, dækkende Østjylland, Fyn, Sjælland og øerne, har mange ikke-sammenhængende magasiner i kvartæret, men det meste af Sjælland, Djursland og området omkring Limfjorden har desuden ganske store sammenhængende forekomster i kalken. For mere detaljeret oversigt over afgrænsede grundvandsforekomster pr. lag henvises til Appendix A .



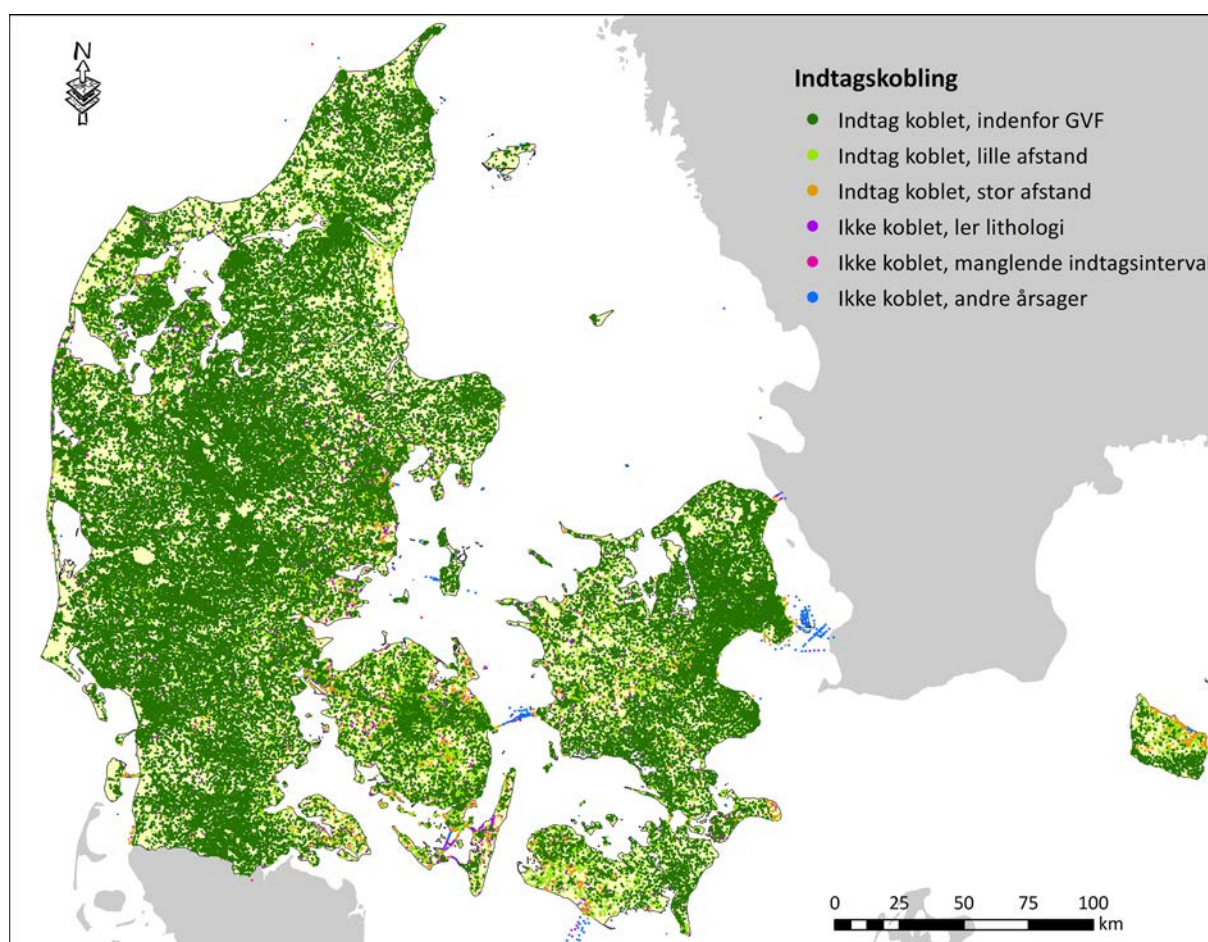
Figur 9 Total udbredelse af afgrænsede grundvandsforekomster og områder uden grundvandsforekomster (ikke-afgrænsede områder)

7.3 Kobling af indtag til grundvandsforekomster

Koblingen af DKM-geologi og Jupiter databasen er i første omgang gennemført for alle indtag i Jupiter. Overordnet set er koblingen af indtag i Jupiter til grundvandsforekomster udfordret af to primære årsager:

1. dels er en geologisk model, som fx den der ligger til grund for udpegningen af grundvandsforekomsterne, en forsimpning af virkeligheden og vil derfor ofte være upræcis/mindre detaljeret, når man sammenligner den med information på boringsniveau, og
2. dels kan indberetninger til Jupiter være upræcise og mangelfulde.

I forbindelse med programmeringen af koblingen mellem indtag og grundvandsforekomster er der således truffet en række valg der på forskellig vis kompenserer for udfordringer som er beskrevet i Troldborg (2018). Resultatet af indtagskoblingen til grundvandsforekomster er vist på Figur 10. Detaljerede figurer for indtagstilknytning er samlet i Appendix B .



Figur 10 Indtags tilknytning til grundvandsforekomster

Resultatet af koblingen gemt som en tabel (et view) i Jupiterdatabasen med information om borings- og indtags-id, boringskoordinater, top- og bundkote for indtaget, lokations top- og bundkote for kob-

let magasin, magasin-id (som kan kobles til GVF-id), afstanden fra boringen til magasinet (BORAF-STANDTILMAGASIN), afstanden fra indtagets kote til magasinets kote (INDTAGSAFSTANDTILLAG), procentvis opgørelse af indtags lithologi og et kommentarfelt (fx indtag top = bund af forerør). Tabellen kan opdateres dynamisk, men er i nærværende udgave opdateret via manuel afvikling af en kode med en række SQL-forespørgsler (appendix E)).

Antallet af indtag, der på udtrækstidspunktet (29 august 2019) er koblet til et magasin/grundvandsforekomst, er opgjort til 216.478 indtag, mens 29.859 indtag ikke er koblet, hvilket primært kan tilskrives to årsager: for 16.304 af indtagene var det ikke muligt at komme med et kvantitativt bud på top og bund af indtag (manglende indtagsinterval), og for 12.930 af indtagene er lithologien i indtagsintervallet ler (ler-lithologi). Den resterende del skyldes primært, at litologien i indtagsintervallet ikke kan matches i den geologiske model indenfor en radius af 2000 meter (andre årsager).

Af de koblede indtag (216.478) er 156.484 indtag placeret direkte i et magasin/forekomst (indenfor GVF). Under accept af usikkerhed på den geologiske model kan yderligere 45.025 indtag eller samlet set 93% af alle indtag, associeres et magasin med unøjagtighed svarende til 25 m i vertikal afstand og 500 m i horisontal afstand (lille afstand). Det resterende antal indtag (14.969) er koblet med større afstande end 25 m vertikal og 500 m horisontal (stor afstand).

Der er pt. dannet kobling mellem mindst ét indtag og en grundvandsforekomst for i alt 1910 grundvandsforekomster. Knap halvdelen af grundvandsforekomsterne er koblet til mere end 10 indtag, se Tabel 7.

Tabel 7 Antal indtag tilknyttet grundvandsforekomster (GVF)

Antal indtag	Antal GVF
> 1000	56
100 - 1000	219
10 - 100	563
1 - 10	1072
0	140

7.4 Opgørelse af indvinding fra en grundvandsforekomst

Ud fra viewet med indtagskoblingen er der også dannet et view med opgørelse af indvinding pr indtag ud fra indberettet indvinding pr anlægs id. Selvom koblingen af anlægs-id og indtags-id allerede ligger i Jupiterdatabasen, kræver det alligevel en vis bearbejdning af data for at danne en opgørelse af indvindingsmængder pr. indtag idet:

- Selve indvindingen er typisk indberettet på anlægsniveau, dvs. ikke på indtags niveau,
- Ikke alle indtag, som er koblet til et givet anlæg, udnyttes til indvinding,
- Koblingen af anlæg og indtag er ikke konstant i tid
- For nogle anlæg mangler information om placering og kote for indvinding.

For at imødegå disse udfordringer er der udviklet en algoritme, som danner tilknytningen i denne rækkefølge:

1. Identificering af alle indtag knyttet til et anlæg

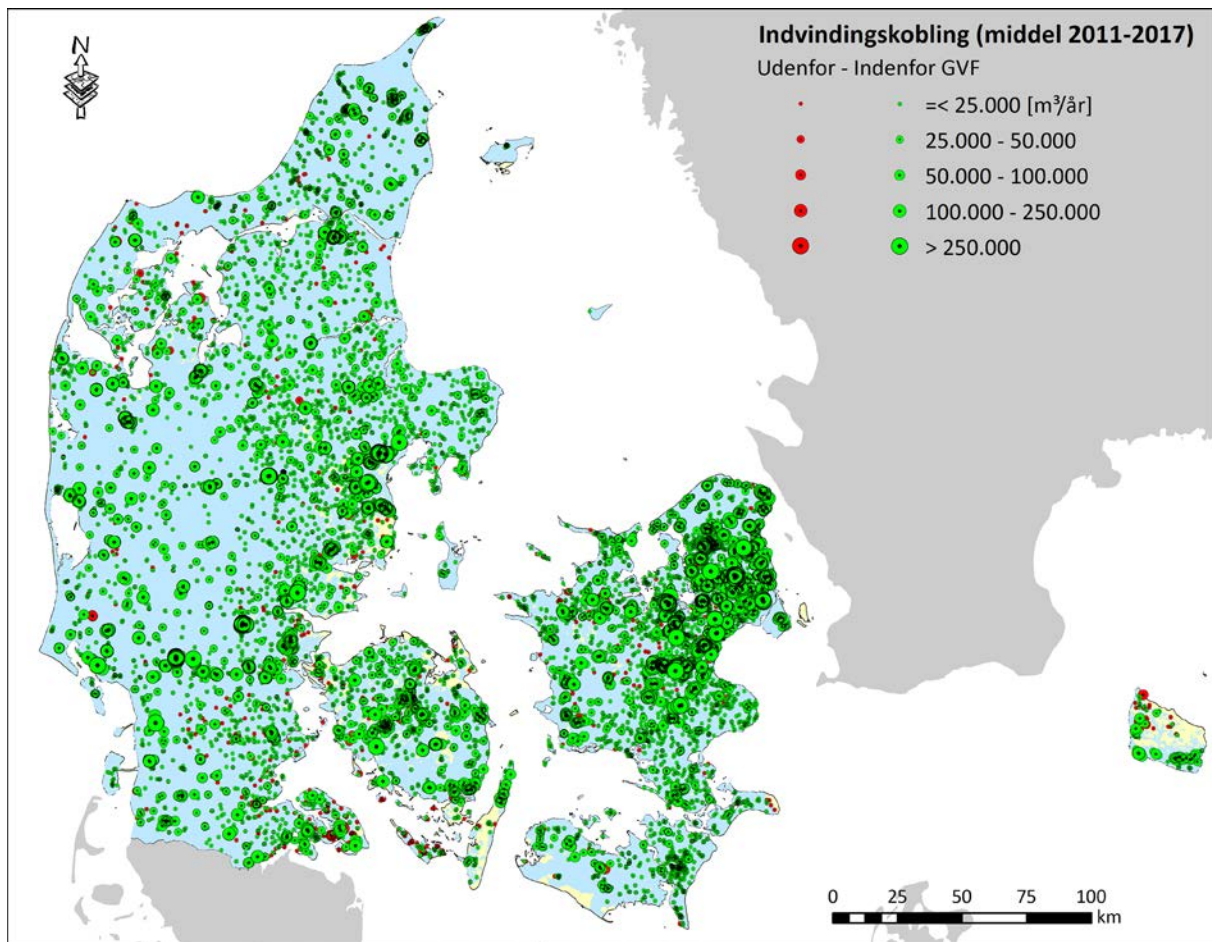
2. Frasortere indtag hvor boringen ikke har formål som tyder på, at den er brugt til indvinding (fx brunkuls boring, pejleboring og lignende), samt lave en årlig tilknytningstabel mellem anlægs-id og indtags-id
3. Tilknytning af indberettet indvinding, på anlægsniveau pr år, ligelig fordelt på tilknyttede anlæg (pkt. 1 og 2)
4. Overskrivning af pkt.3 indvinding for de år for de indtag, hvor der er indberetninger af indvinding på indtags niveau
5. Fjernelse af negative indvindinger på indtags niveau (indvinding justeres til 0)
6. Fjernelse af indvindinger på indtags niveau større end 5 mio. m³/år pr. indtag (indvinding justeres til 0).

Negative indvindinger og enkelt indtag med indvindinger større end 5 mio m³/år må generelt betragtes som fejl indberetninger. I forbindelse med den årlige GRUMO rapport ses denne type indberetninger oftest kun for det seneste år, og vil typisk være rettet af indberetter for tidligere år. Som bidrag til det faglige grundlag for udpegning af de drikkevandsforekomster, er der opsummeret indvinding til alm vandforsyning pr grundvandsforekomst for perioden 2011-2017. Resultatet er skrevet ind i grundvandsforekomst tabellen.

Fordelingen af indvinding til almene vandforsyninger på grundvandsforekomster er beskrevet i Trolborg (2019), samt opsummeret i nedenstående Tabel 8 og vist på Figur 11.

Tabel 8 Fordeling af indvindingsvolumen til almen vandforsyning på GVF

Indvindings Volumen pr. GVF pr. år	Antal GVF	Samlet indvinding til alm vandforsyning [mio m ³ /år]
≥ 10 mio m ³ /år	9	95
2 - 10 mio m ³ /år	72	128
1 - 2 mio m ³ /år	45	67
500 - 1000 tusind m ³ /år	47	37
100 - 500 tusind m ³ /år	130	29
1 - 10 tusind m ³ /år	378	8
< 1 tusind m ³ /år	1369	<1



Figur 11 Placering og tilknytning af indvinding til almene vandforsyning. Værdierne i legenden er angivet i m³/år. Den lyseblå baggrundsfarve svarer til udbredelsen af områder med grundvandsforekomst afgrænsning (fra Figur 9).

Tabellerne med indtagkoblingen og indvinding pr indtag er pt. ikke udstillet offentligt, men vil indtil videre kunne rekvireres ved henvendelse til GEUS.

7.5 Vurdering af kontakt mellem grundvandsforekomster og overfladevandssystemet

Der er gennemført en typologisering dels på baggrund af potentialet for kontakt mellem grundvand og overfladevand med udgangspunkt i en simpel afstandsvurdering mellem magasiner og overfladevands komponenter og dels ud fra en dybde- og størrelsesanalyse af grundvandsforekomsterne.

Typologisering af grundvandsforekomster (magasiner/koblede magasiner) indeholder 3 kategorier:

- Terrænnær, dels hvis forekomsten indeholder mindst et magasin hvor der er enten registreret kontakt til overfladeelementer (vandplan afgrænsninger af enten vandløb-, sø-, eller GATØ te-maer) eller GeoDanmark afgrænsning (+ buffer på 25meter) af hav og fjorde samt at forekom-stens samlede overflade areal er mindre end 250 km² eller middel afstanden fra terræn til over-fladen af forekomsten er mindre end eller lig med 25 m

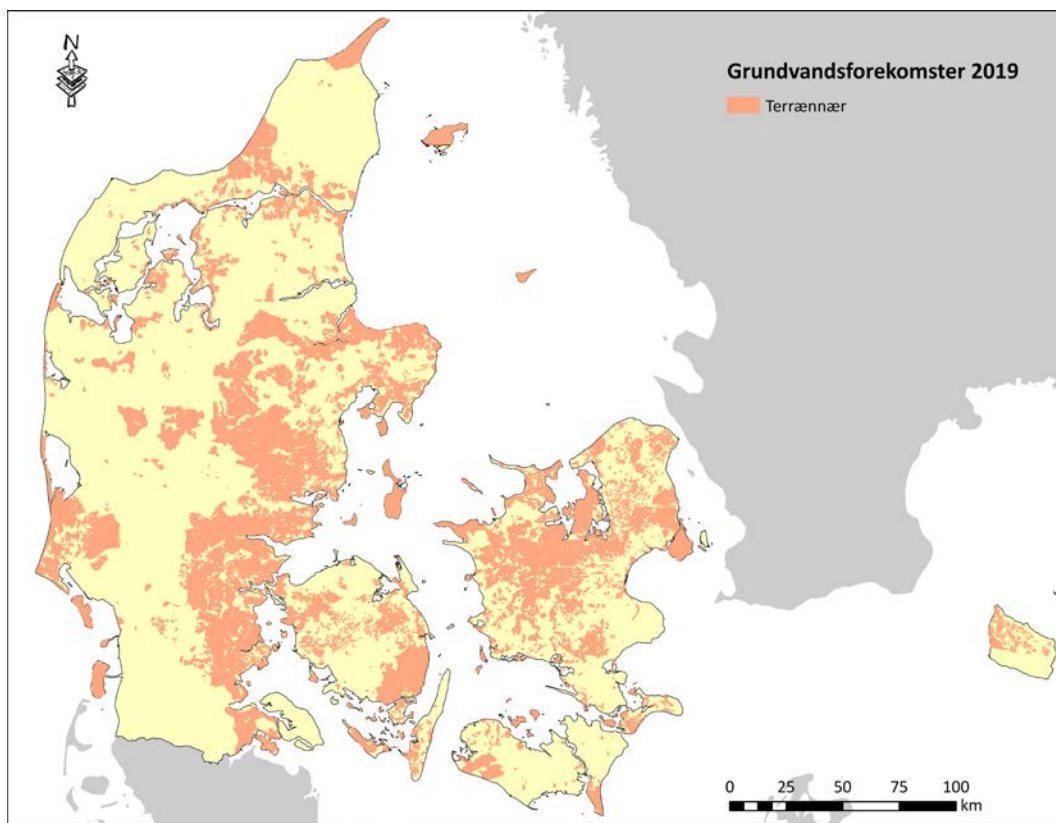
- Regional, hvor forekomsten består af mindst et magasin med direkte kontakt til et overfladeelement eller hav/fjorde samt at det samlede overflade areal er større end 250 km²
- Dyb, hvor forekomsten ikke indeholder magasiner med kontakt til et overfladeelement og hvor middel afstanden fra terræn til overfladen af forekomsten er større end 25 meter

For hvert tema af overfladevand er der lavet et split efter om der er potentiel kontakt eller ej, hvor splitområder med kontakt er markeret med et ettal og med angivelse af hvilken grundvandsforekomst og kontakt størrelse (længde eller areal). For de enkelte magasiner er den samlede kontakt summeret i felterne "Sea", "Lake", "TerrEcoSys" og "River" for samlet areal med kontakt til hav-, sø- og GATØ temaerne hhv samlet længde kontakt med vandløbstemaet. På grundvandsforekomstniveau er der lavet en markering "Y" i feltet "linkSurfaceWaterBody" (kort: "linkSWBody"), hvis der i forekomsten er mindst et magasin med kontakt til overfladevand (hav, sø eller vandløb), ellers er der lavet en "N" markering. Tilsvarende er der på grundvandsforekomstniveau lavet en markering "Y" i feltet "linkTerrestrialEcoSystem" (kort: "linkTerEco"), hvis der i forekomsten er mindst et magasin med kontakt til en vandplan afgrænsning af et grundvands afhængigt terrestrisk økosystem (GATØ). Herudover er der lavet en overlap analyse mellem magasinafgrænsningerne og GIS afgrænsning af områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og GIS-afgrænsning af indvindingsområder udenfor OSD (luOSD) markeret med samlet overlap areal i feltet "osd_io_mag_overlap" samt GIS afgrænsning af GATØ markeret med samlet overlap areal i feltet "gatoe_mag_overlap". For grundvandsforekomster, hvor der enten er overlap til OSD, luOSD eller GATØ er der lavet en "Y" markering i feltet "gwAssociatedProtectedArea" (kort "gwAPA") ellers er der lavet en "N" markering. Se evt. Tabel 1 for en opsummering af grundvandsforekomst felter.

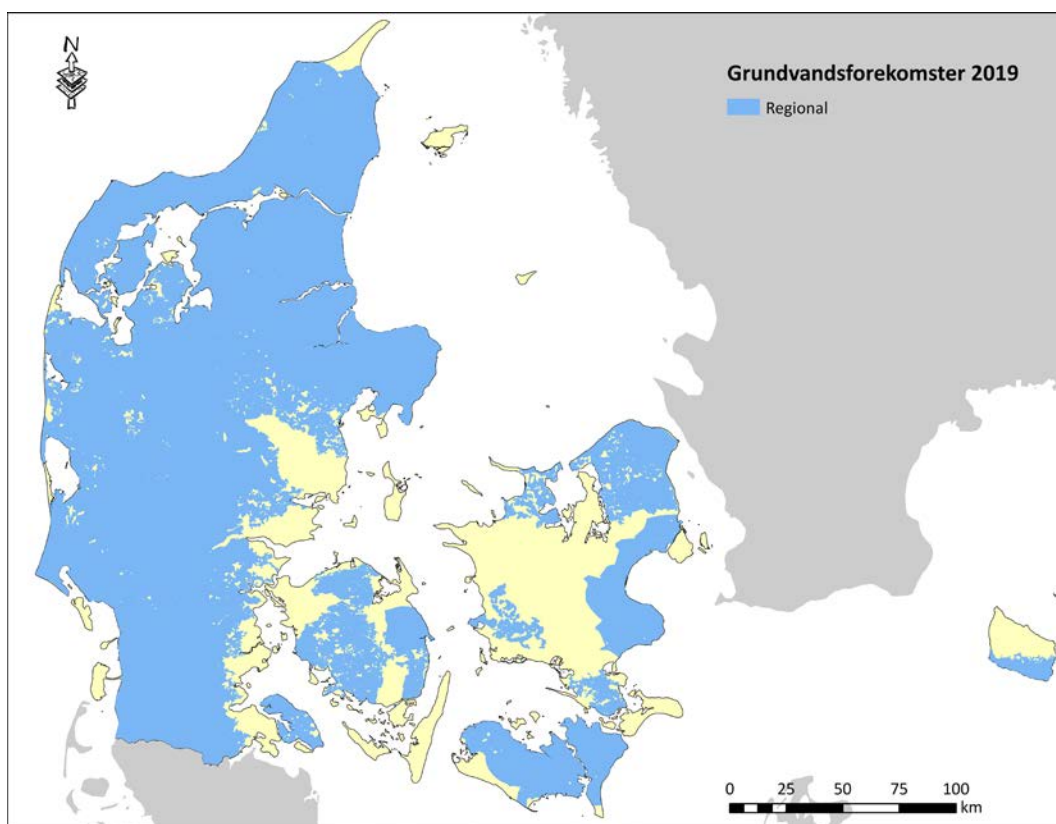
Typologiseringen følger således en meget simpel procedure, hvor der ikke er taget hensyn til forskelle i påvirkning fra arealanvendelse, magasinernes eller dæklagenes hydro- eller geokemiske egenskaber, strømningsforhold eller andre forhold som kunne være relevante ift. gruppering overfor en specifik stressor. Formålet med at lave en simpel typologisering er primært at give en indikation på mulig påvirkning af overfladevand fra grundvandsforekomsten samt eventuel mere eller mindre direkte påvirkning fra terræn af grundvandsforekomsten, idet kategoriseringen af både terrænnære og regionale forekomster i denne typologi ligger med områder højt placeret i lagserien og med nogen kontakt til overfladevandssystemet, modsat ligger dybe magasiner som middel mere end 25 m under terræn og uden afstandsmæssig kontakt til overfladevand. Samtidigt skulle typologiseringen ikke begrænse mulighederne for evt. fremtidig undergruppering, fx på baggrund af de erfaringer der måtte komme ifm. de grundvandsforekomsternes tilstandsvurderinger eller fra arbejdet med grundvandskortlægningen.

Tabel 9 Statistik for kontakt mellem magasiner og overfladevand

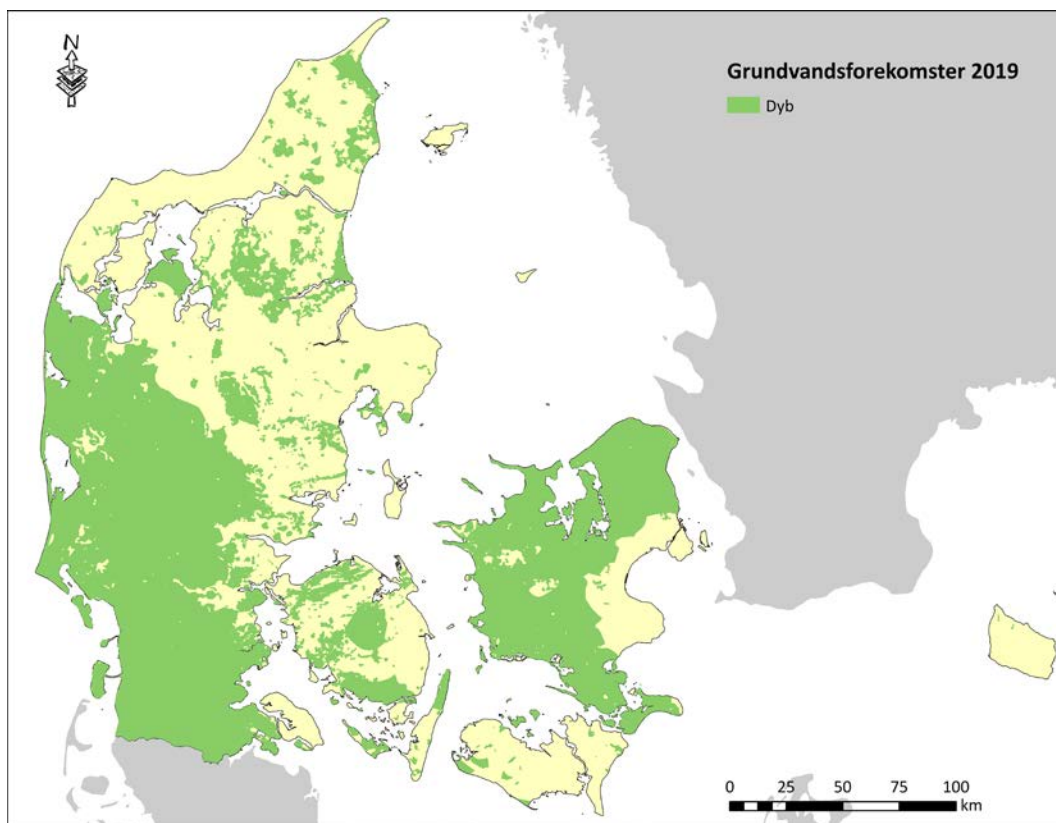
Typologi	Antal magasiner	Antal grundvandsforekomster
Dyb	750	726
Regional	181	106
Terrænnær	1322	1218



Figur 12 Placering af terrænnære grundvandsforekomster



Figur 13 Placering af regionale grundvandsforekomster



Figur 14 Placering af dybe grundvandsforekomster

8. Referencer

Miljøstyrelsen (2020). *Samling af Geologiske Modeller I Jylland. FOHM – Fælles Offentlig Hydrologisk Model*. In press.

Stisen, S., Ondracek, M., Troldborg, L., Schneider, R.J.M. & van Til, M.J. (2019) *National Vandressource Model, Modelopstilling og kalibrering af DK-model 2019*. GEUS Rapport 2019/31

Troldborg, L. (2014) Tredje revision af grundvandsforekomster i Danmark. GEUS Rapport 2014/58

Troldborg, L. (2018) Afdækning af sammenhænge mellem almene vandforsyninger og grundvandsforekomster under "kontrakt om metode for vurdering af de danske grundvandsforekomsters kemiske tilstand og nye vurderinger af tilstanden fsva. nitrat". GEUS Notat 06-VA-18-02

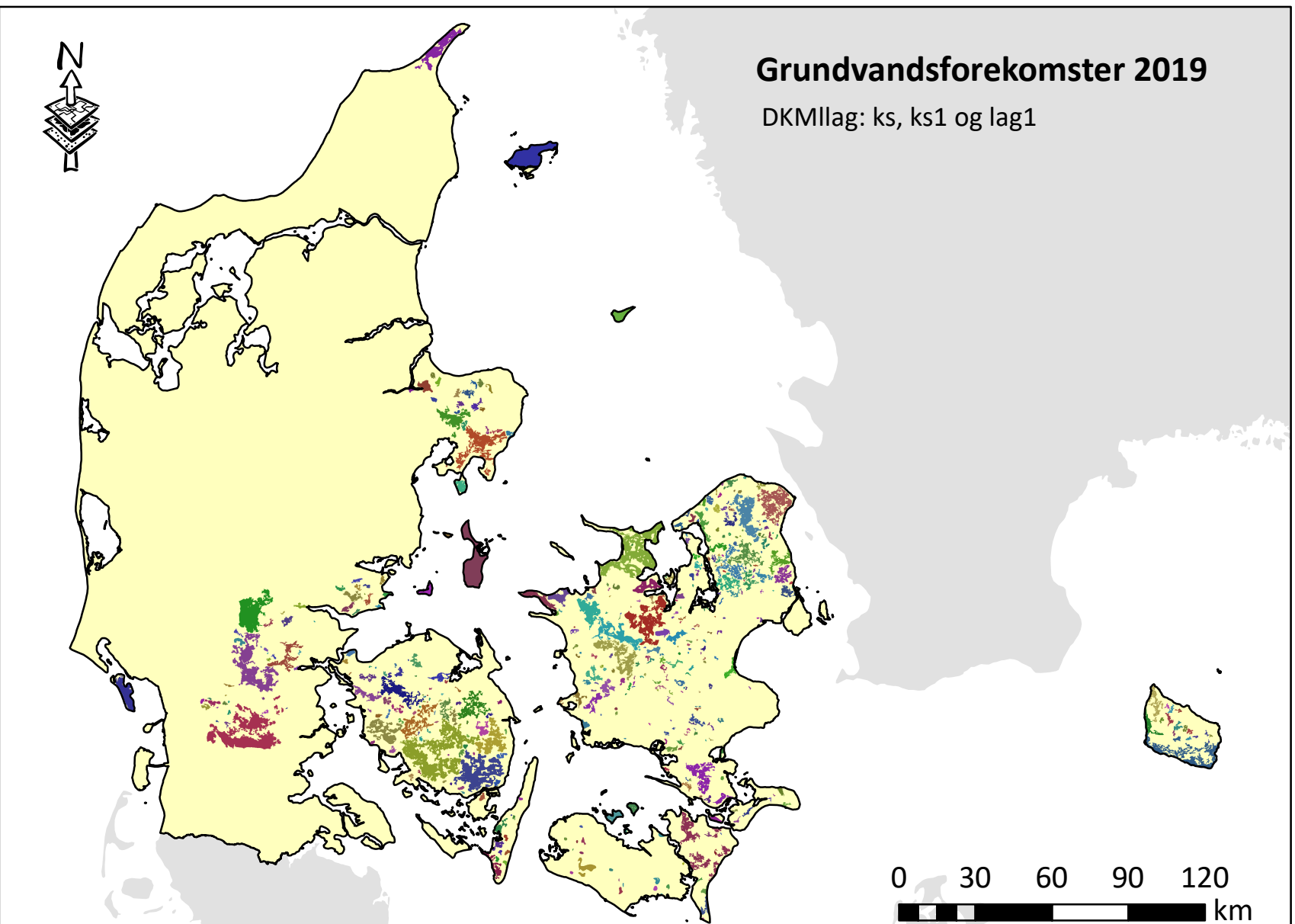
Troldborg, L. (2019) Opdateret leverance 3 i projektet "Metode for vurdering af de danske grundvandsforekomsters kemiske tilstand og nye vurderinger af tilstanden fsva. Nitrat". GEUS Notat 06-VA-19-02

Appendix A **Temaer med grundvandsforekomster**

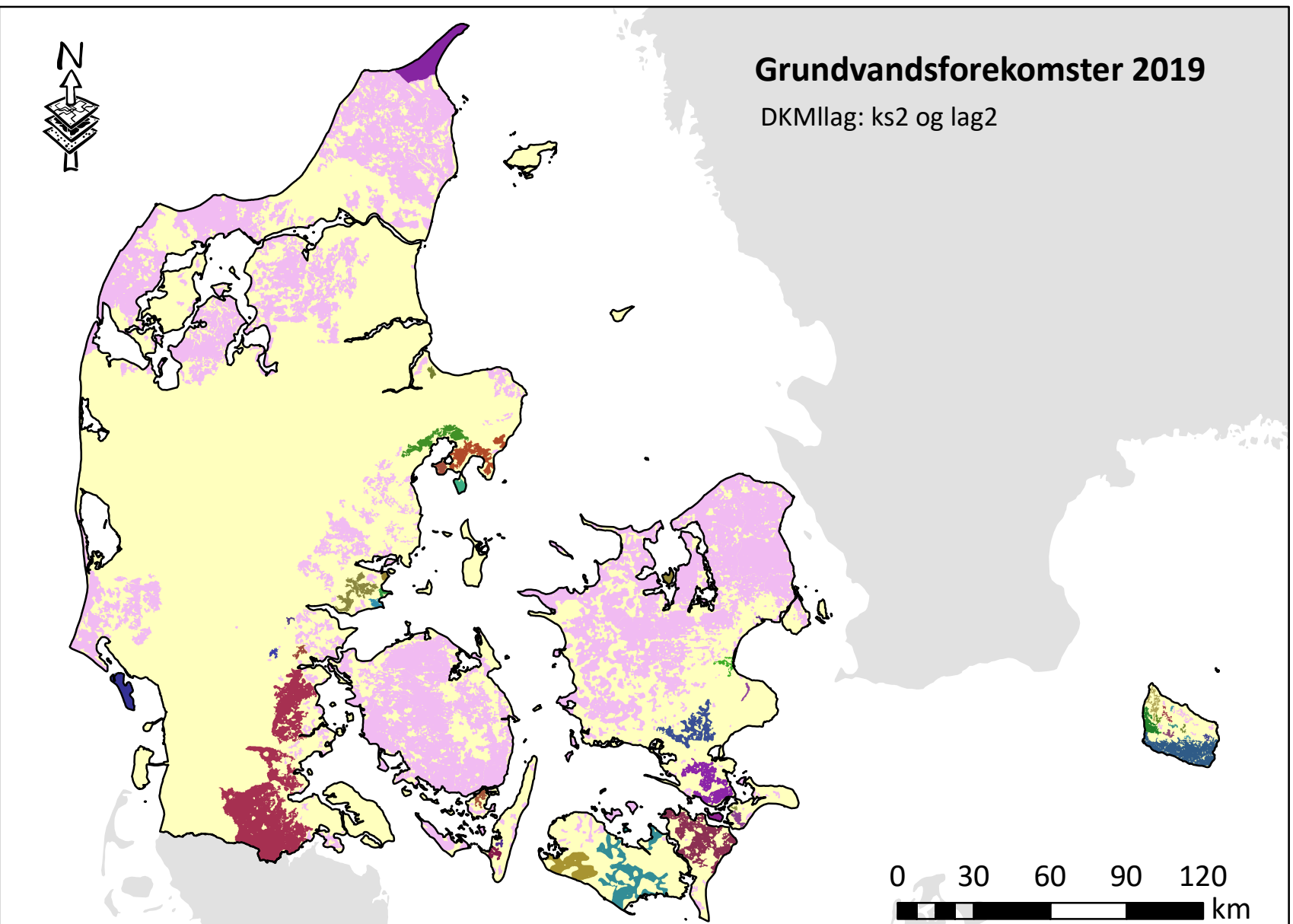
Dette appendix indeholder figurer over grundvandsforekomster pr. vandførende lag

Når en grundvandsforekomst er samlet af en række magasiner, så er alle magasiner i samme forekomst tildelt samme farve.

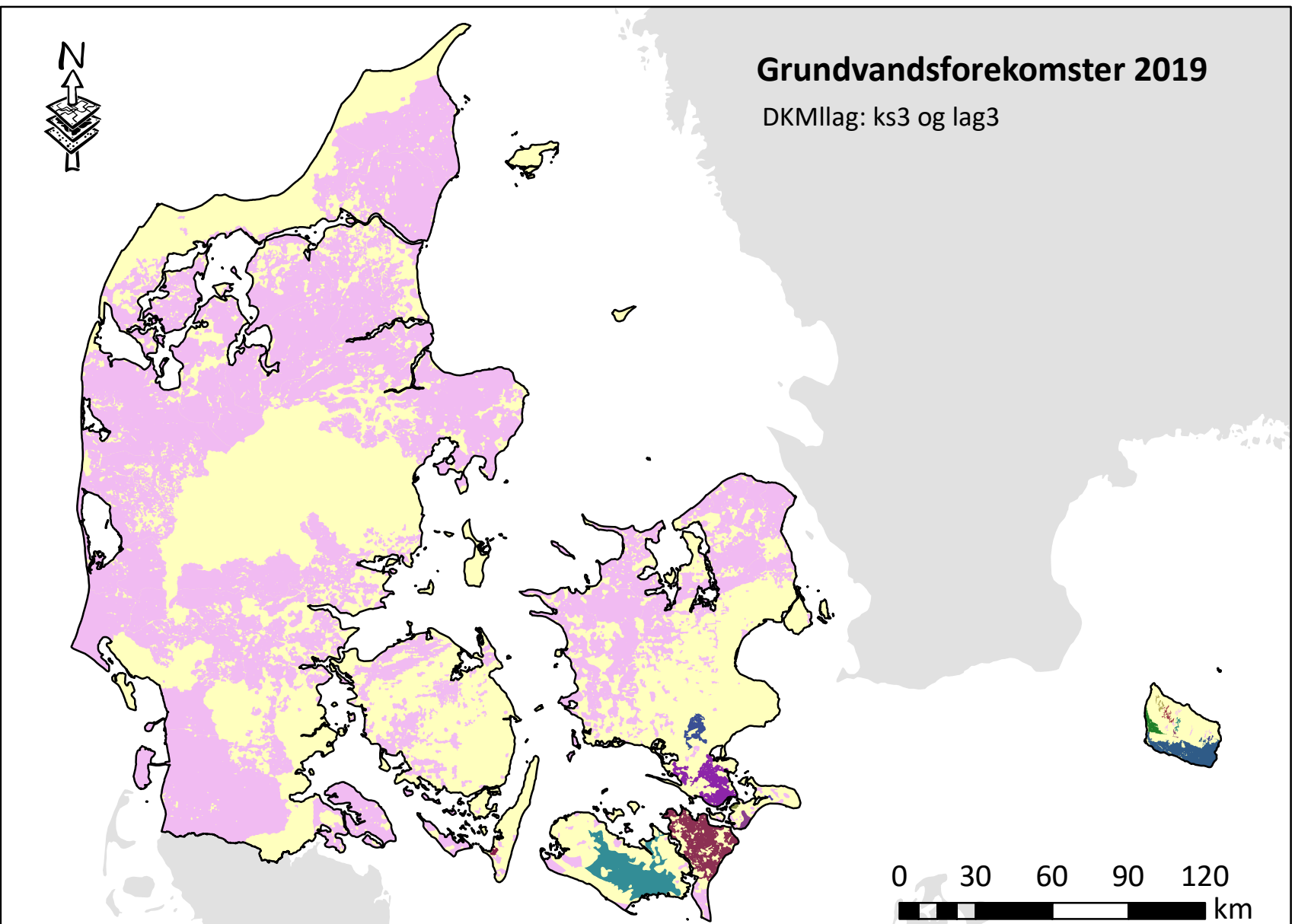
Grundvandsforekomster i lag ks, ks1 og lag1



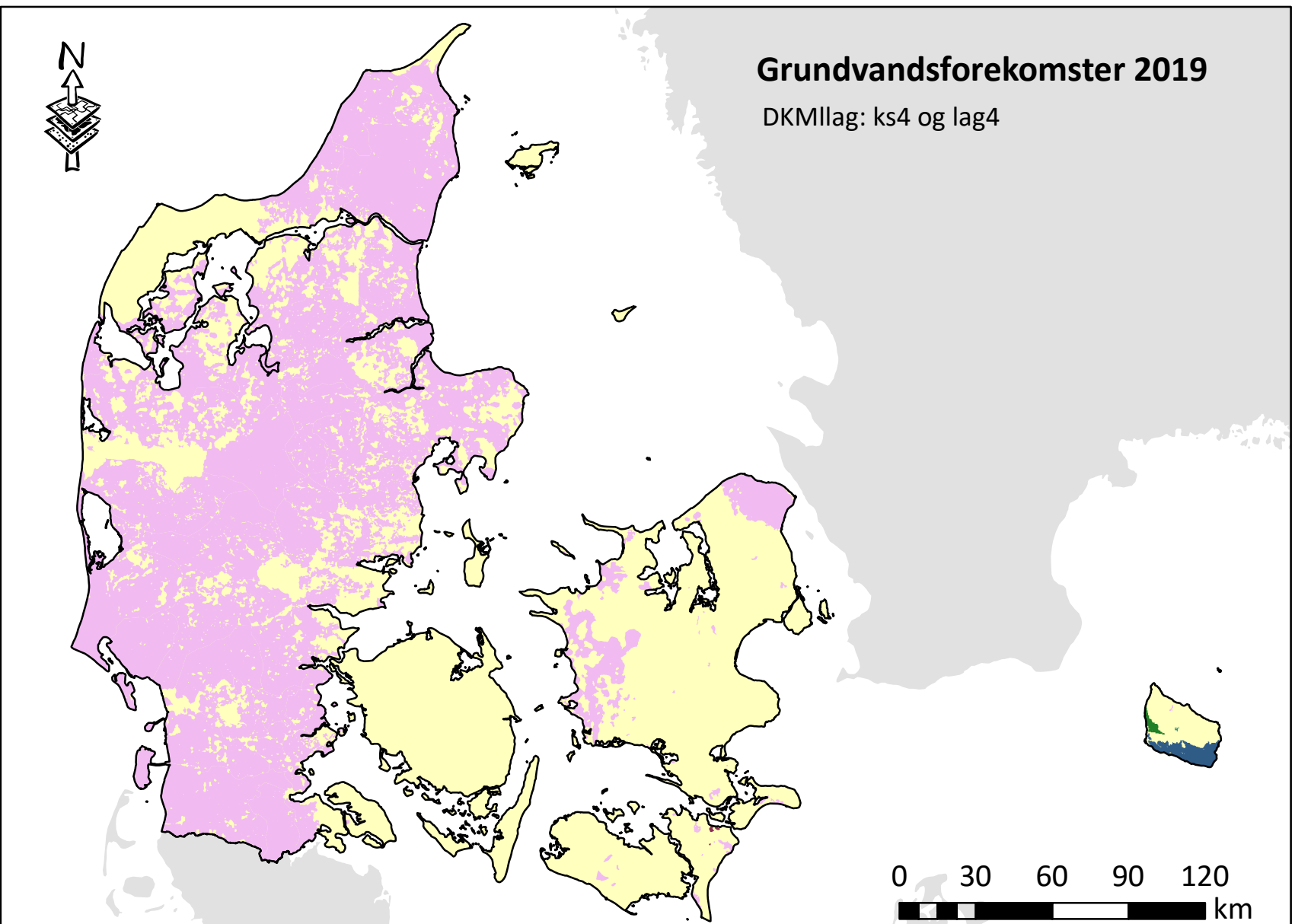
Grundvandsforekomster i lag ks2 og lag2



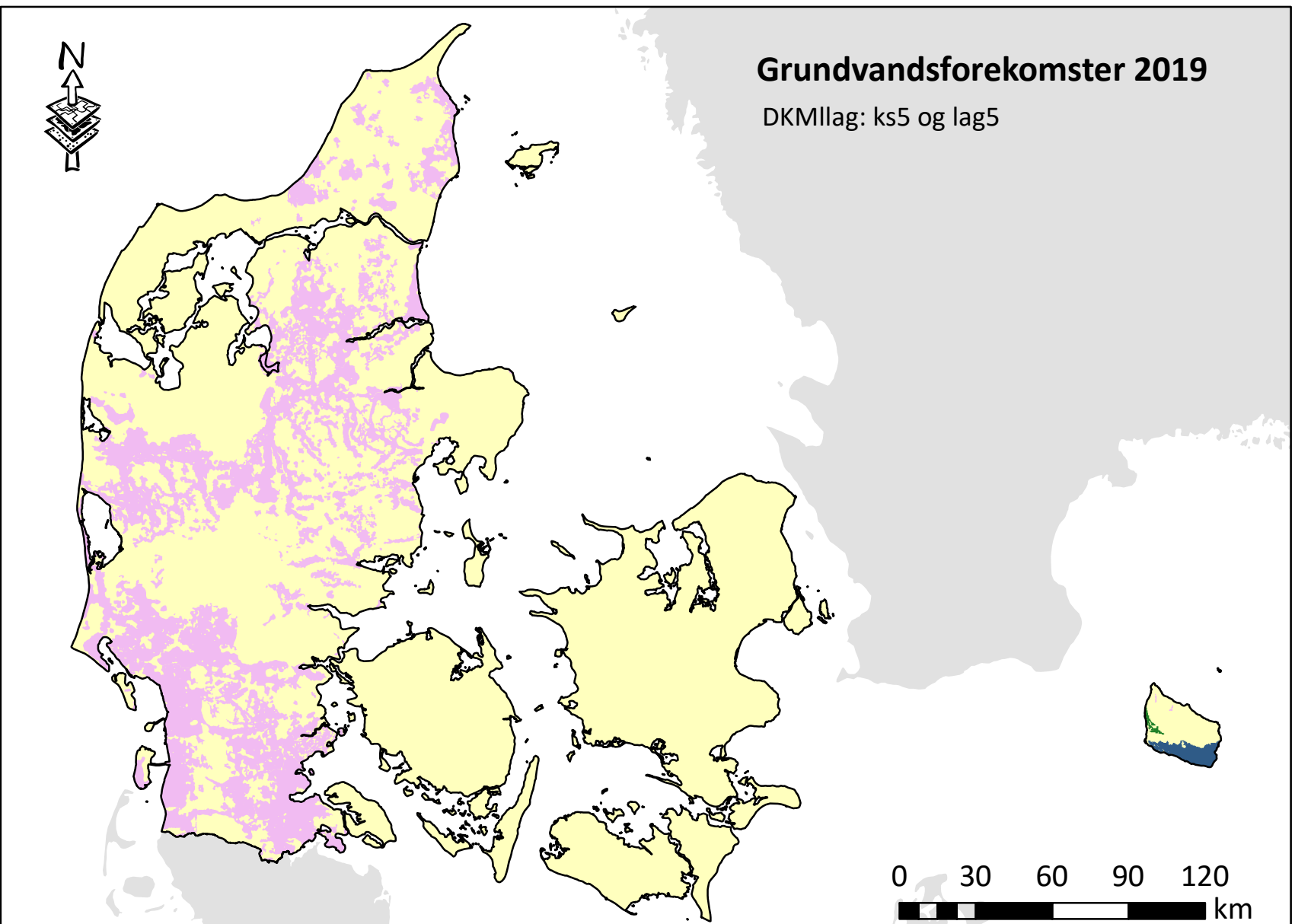
Grundvandsforekomster i lag ks3 og lag3



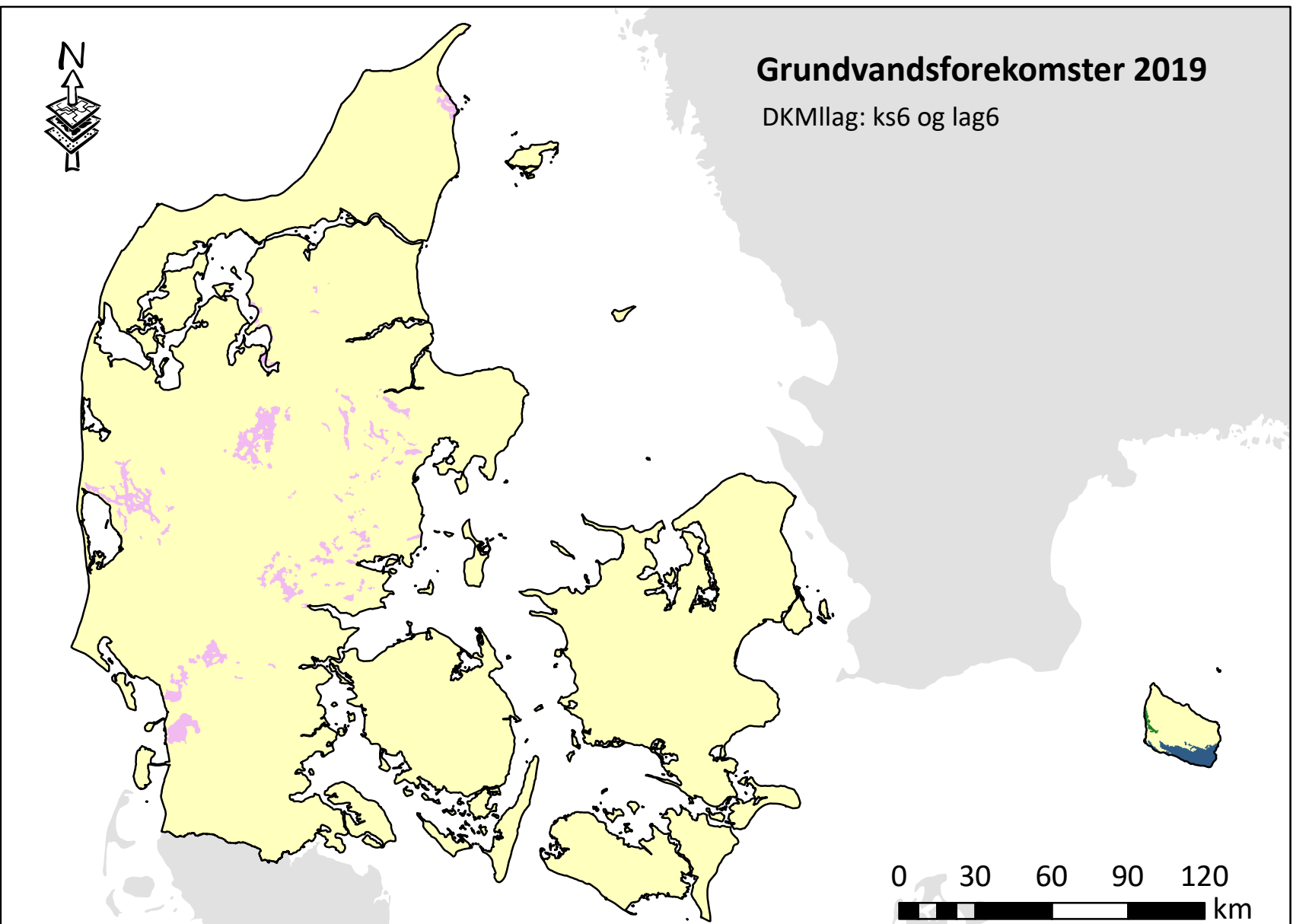
Grundvandsforekomster i lag ks4 og lag4



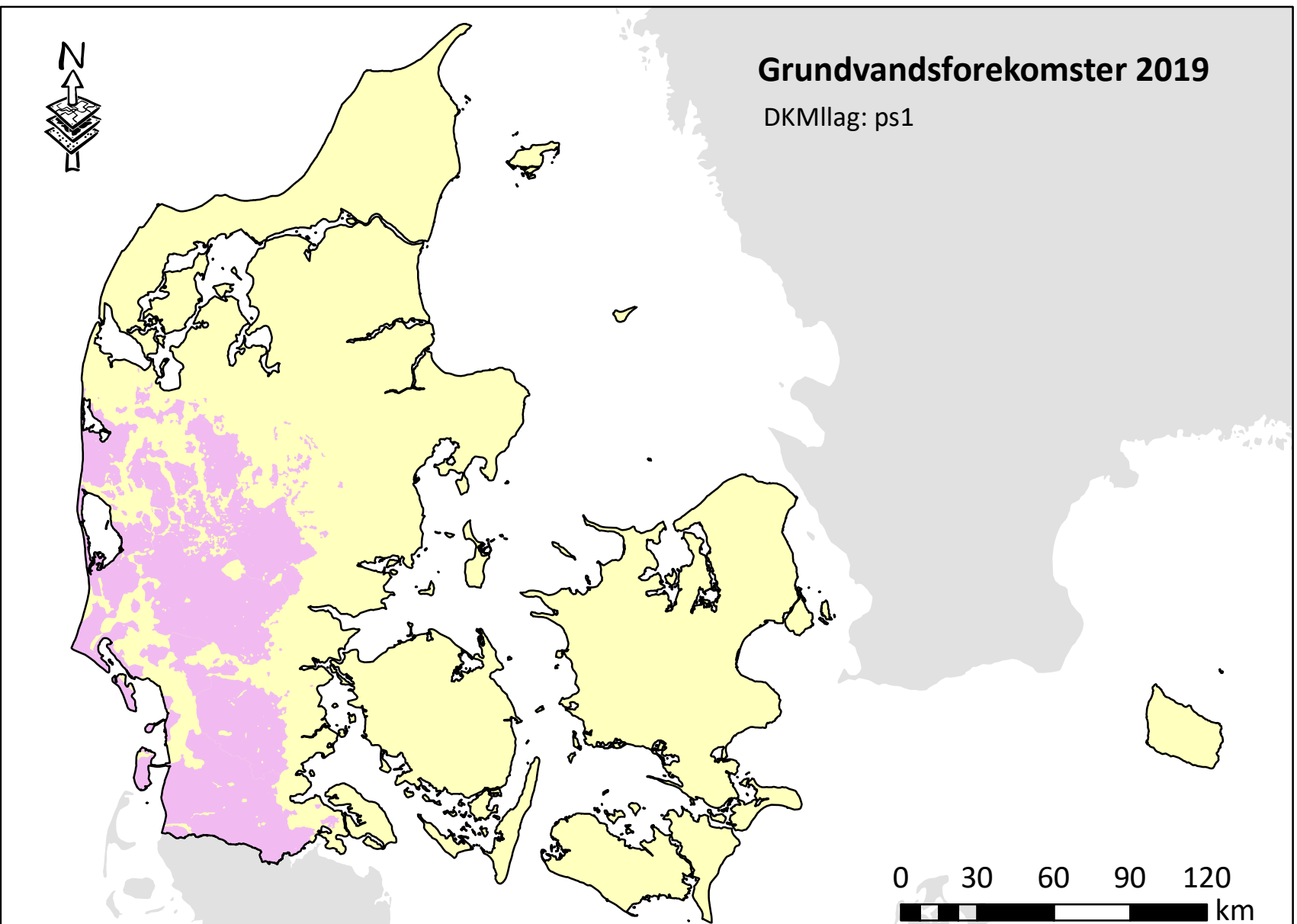
Grundvandsforekomster i lag ks5 og lag5



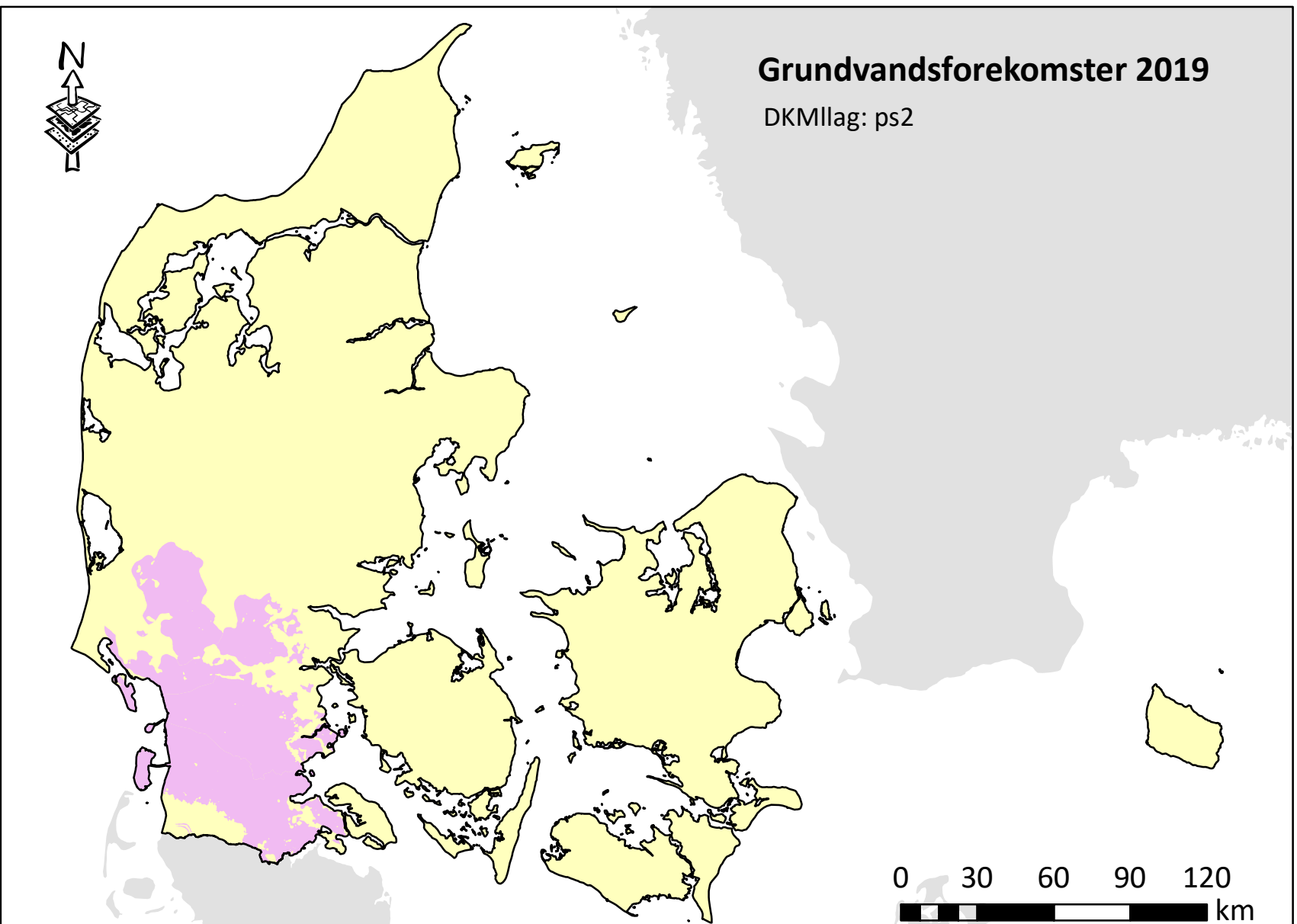
Grundvandsforekomster i lag ks6 og lag6



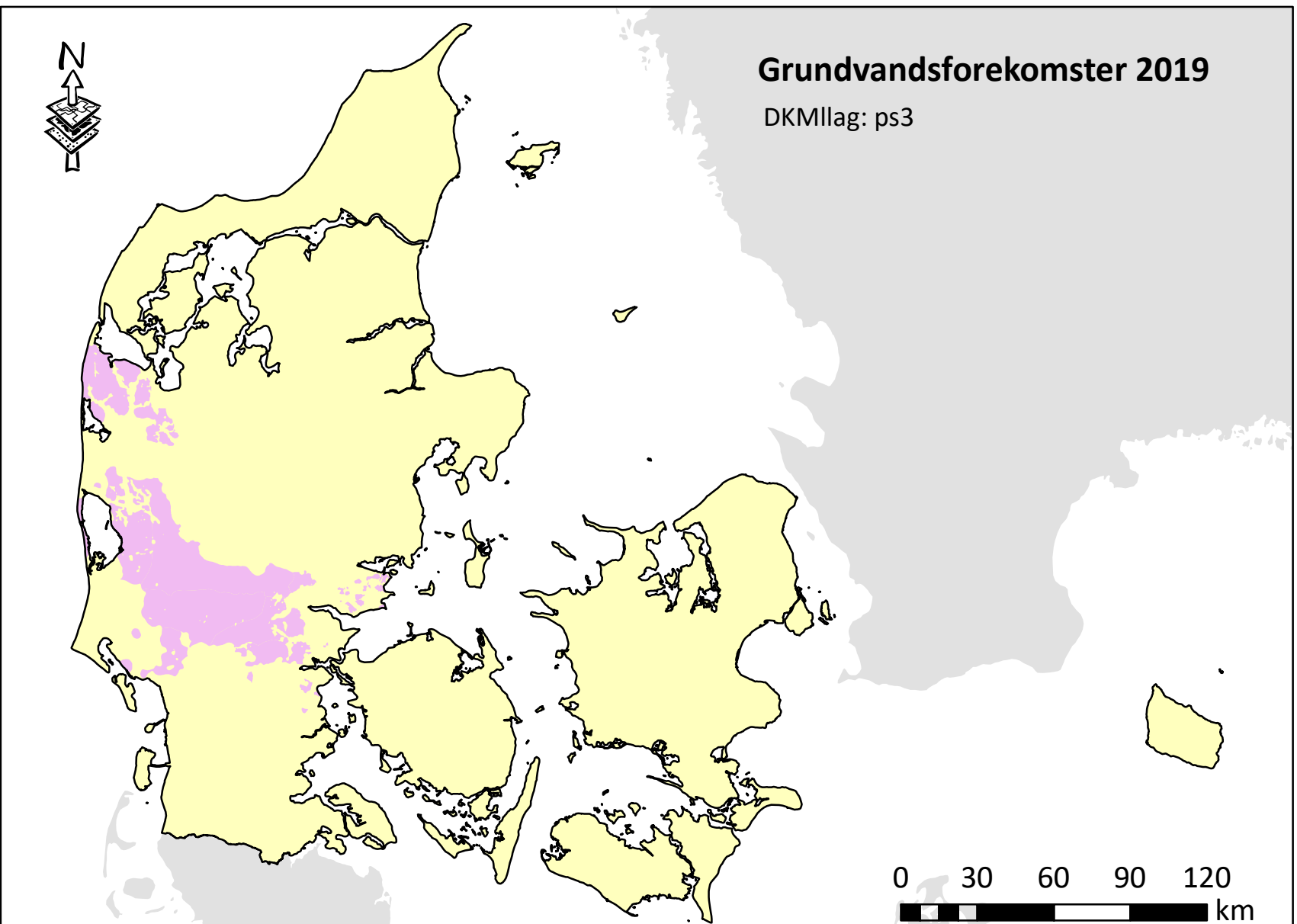
Grundvandsforekomster i lag ps1



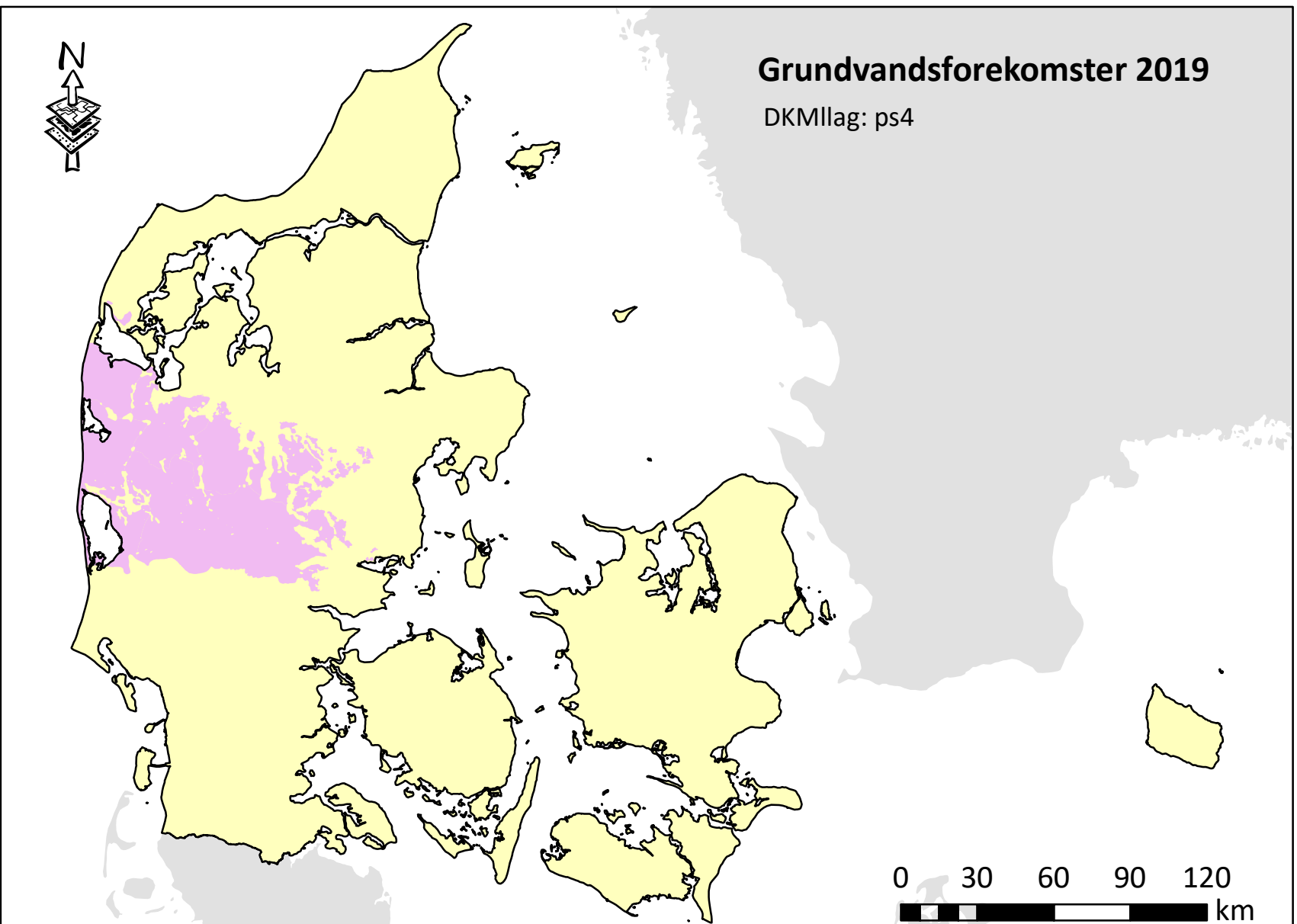
Grundvandsforekomster i lag ps2



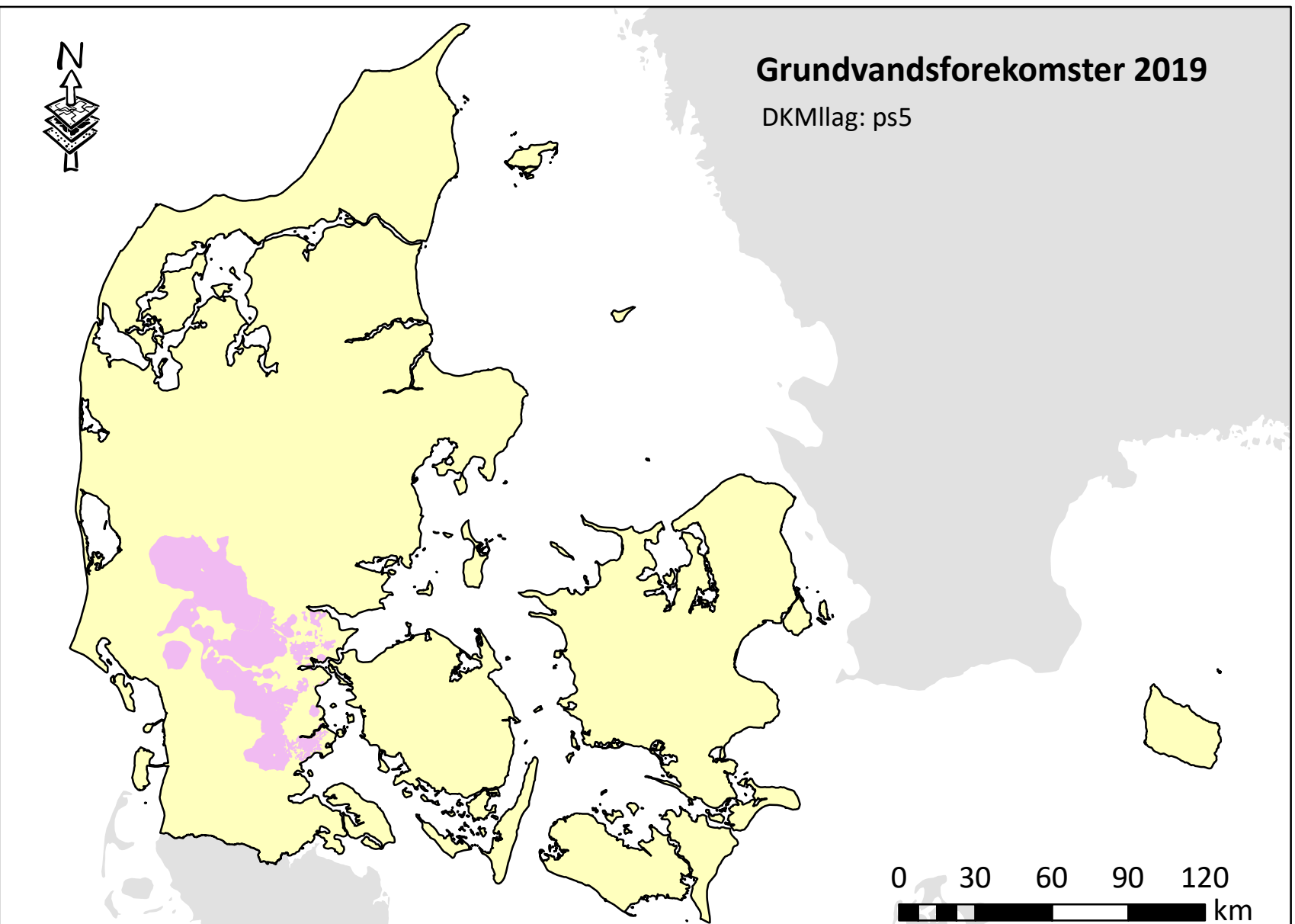
Grundvandsforekomster i lag ps3



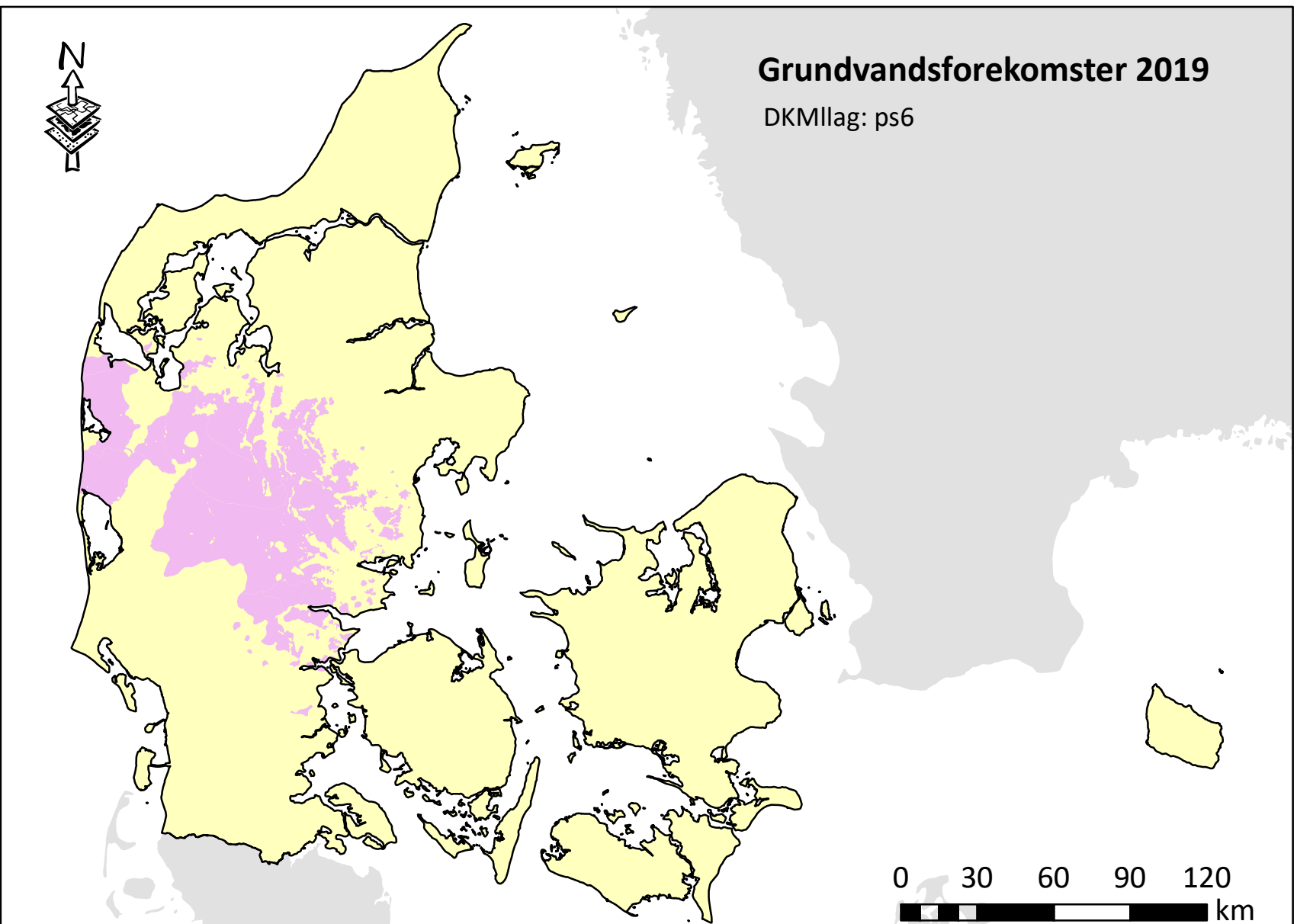
Grundvandsforekomster i lag ps4



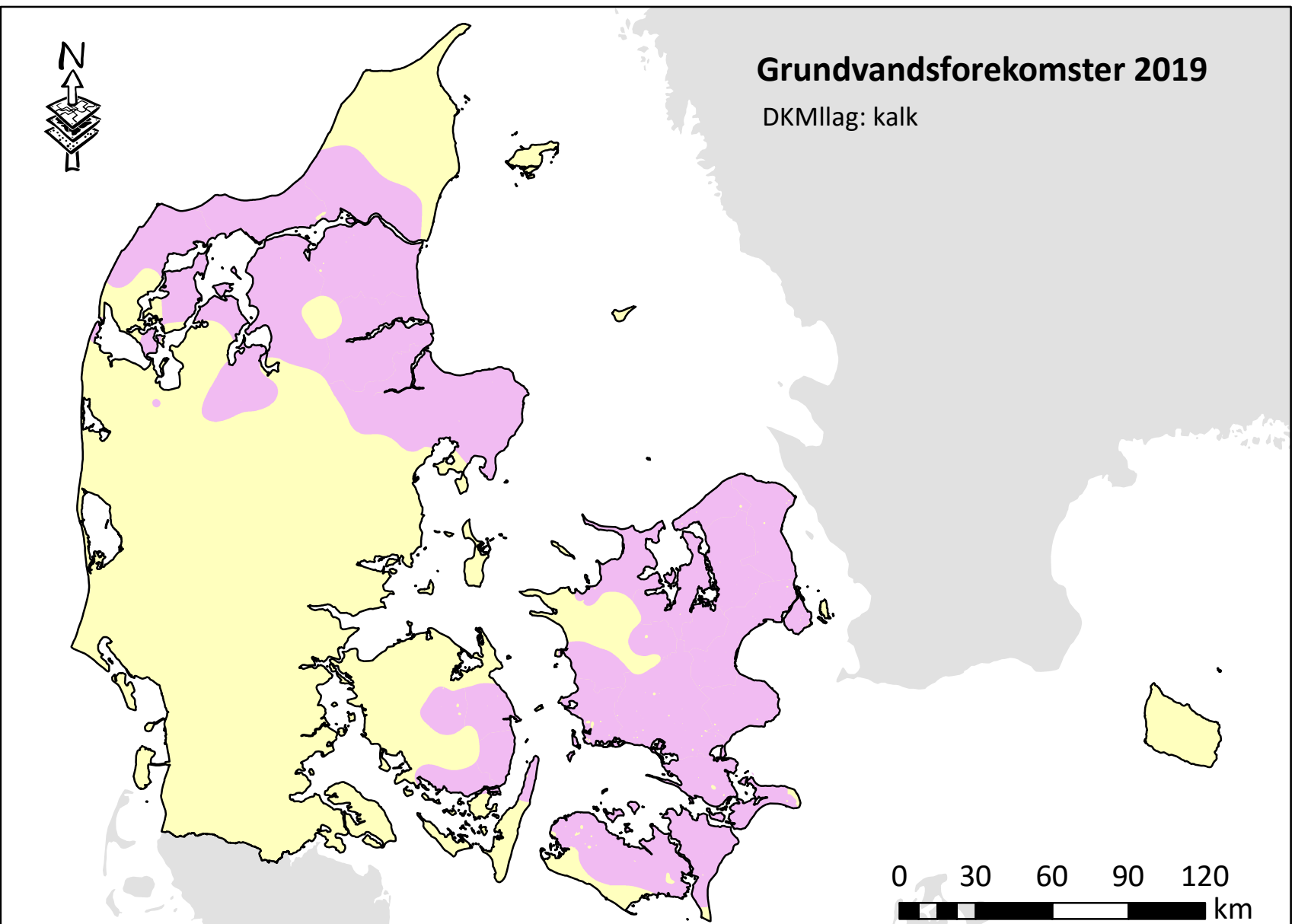
Grundvandsforekomster i lag ps5



Grundvandsforekomster i lag ps6

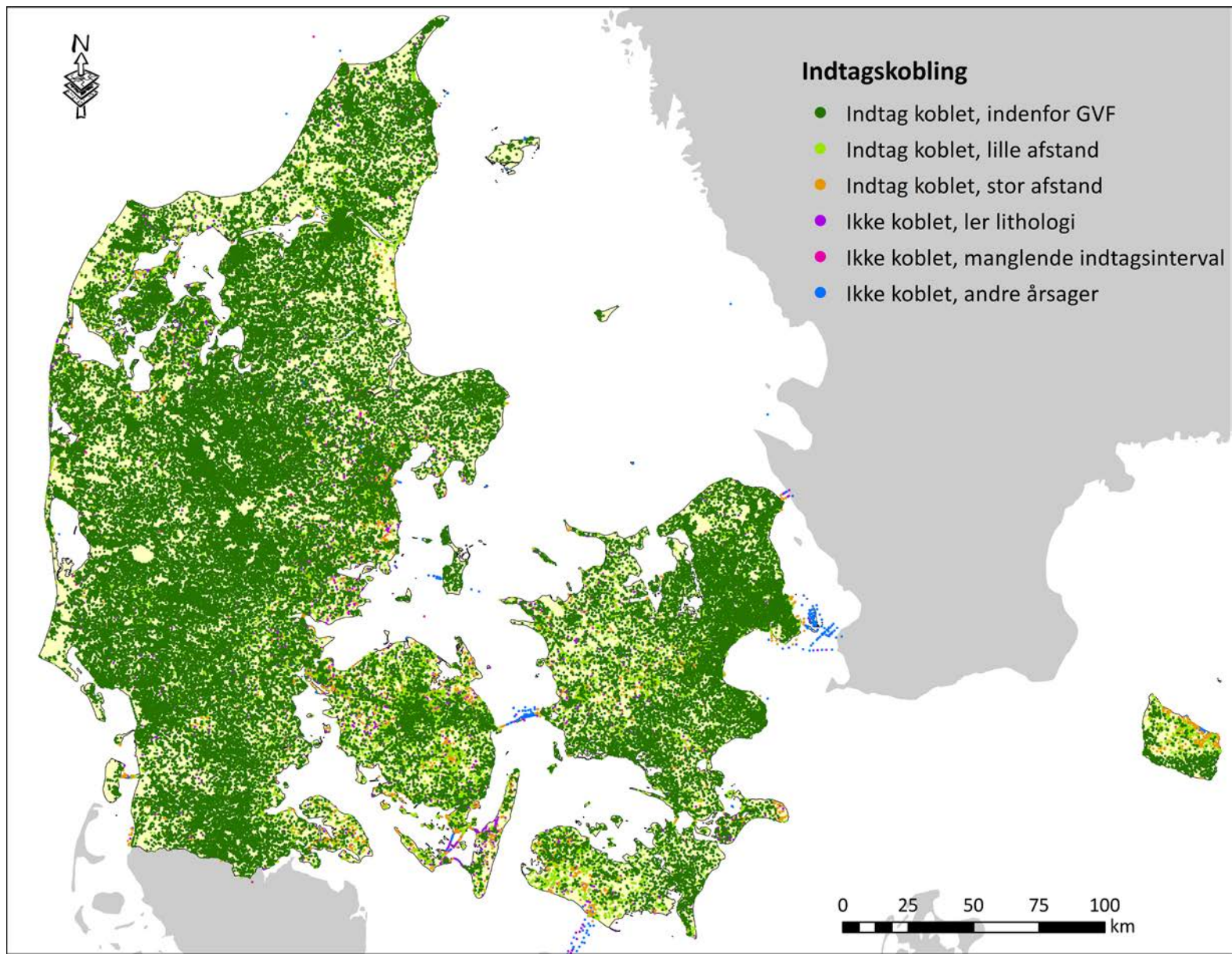


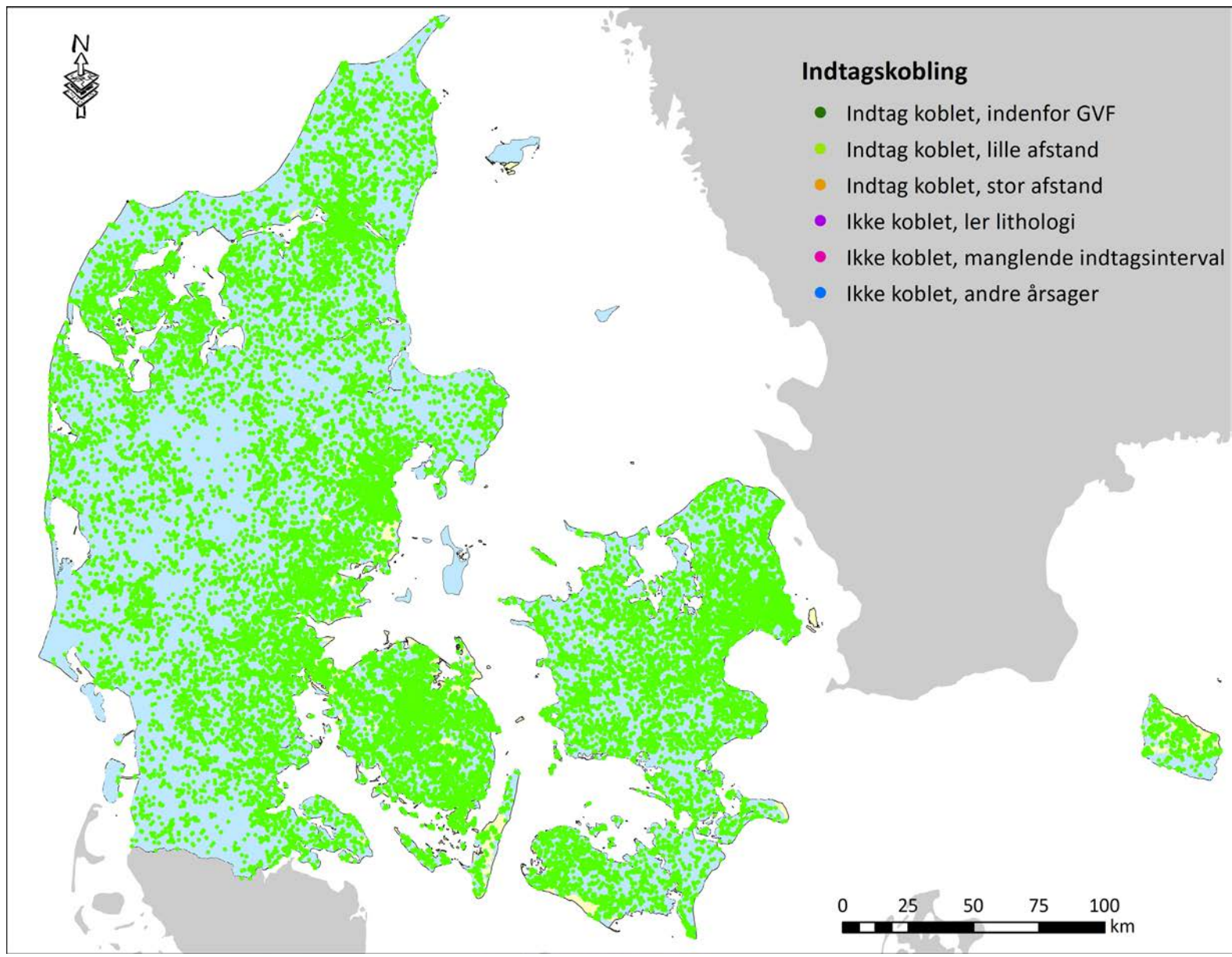
Grundvandsforekomster i lag kalk

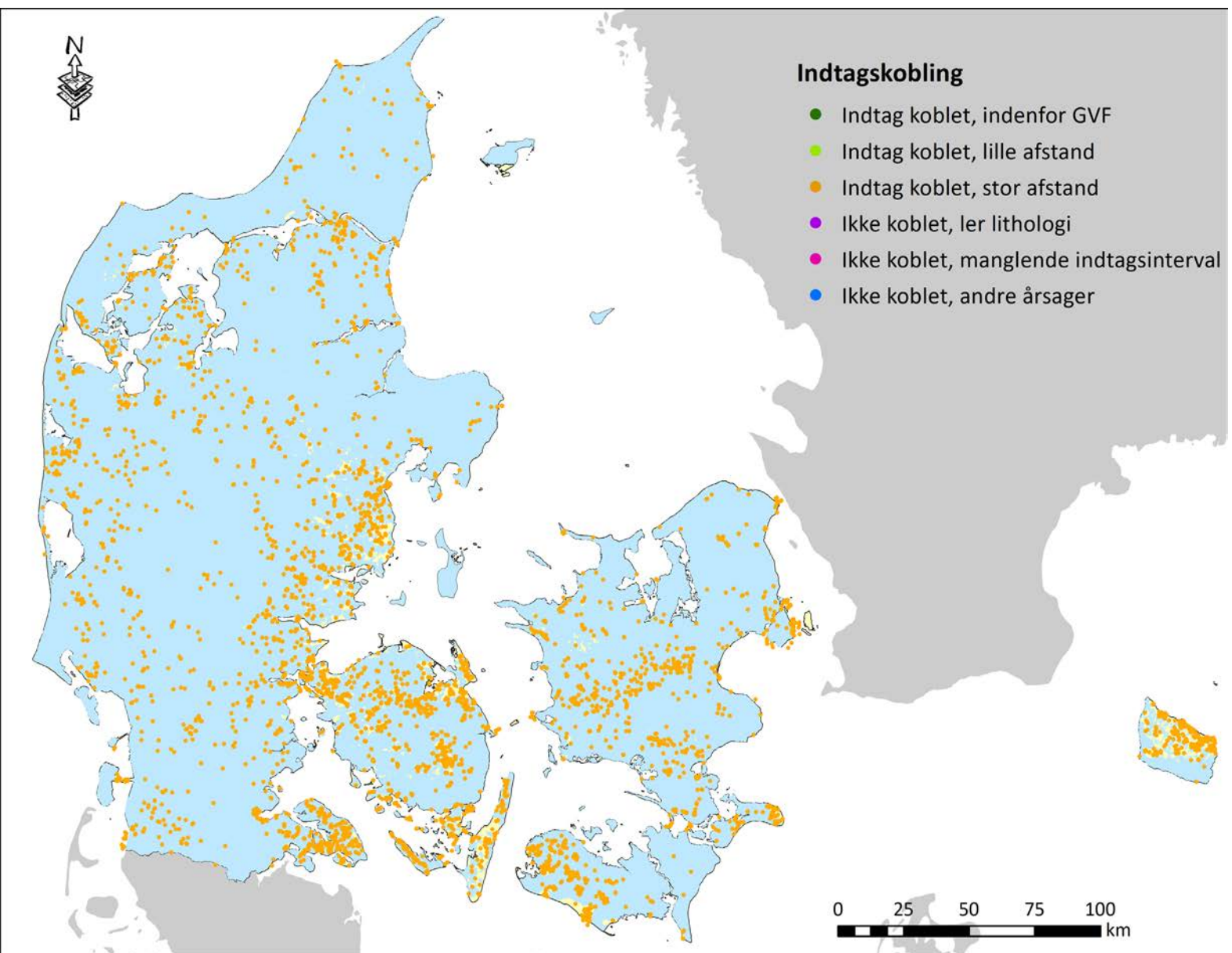


Appendix B **Indtagstilnytning**

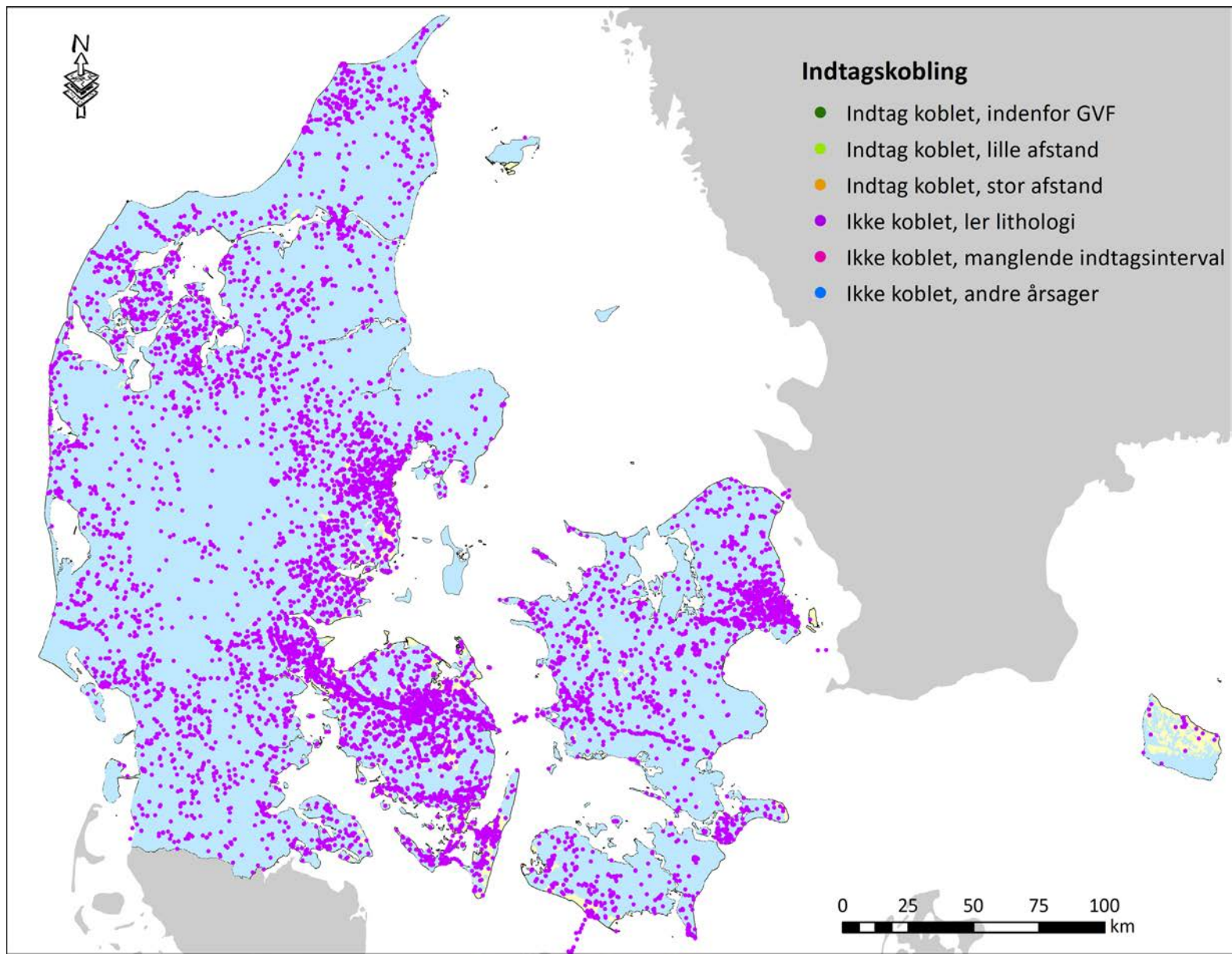
Dette appendix indeholder figurer over indtagstilnytningen fordelt på koblingsikkerhed.



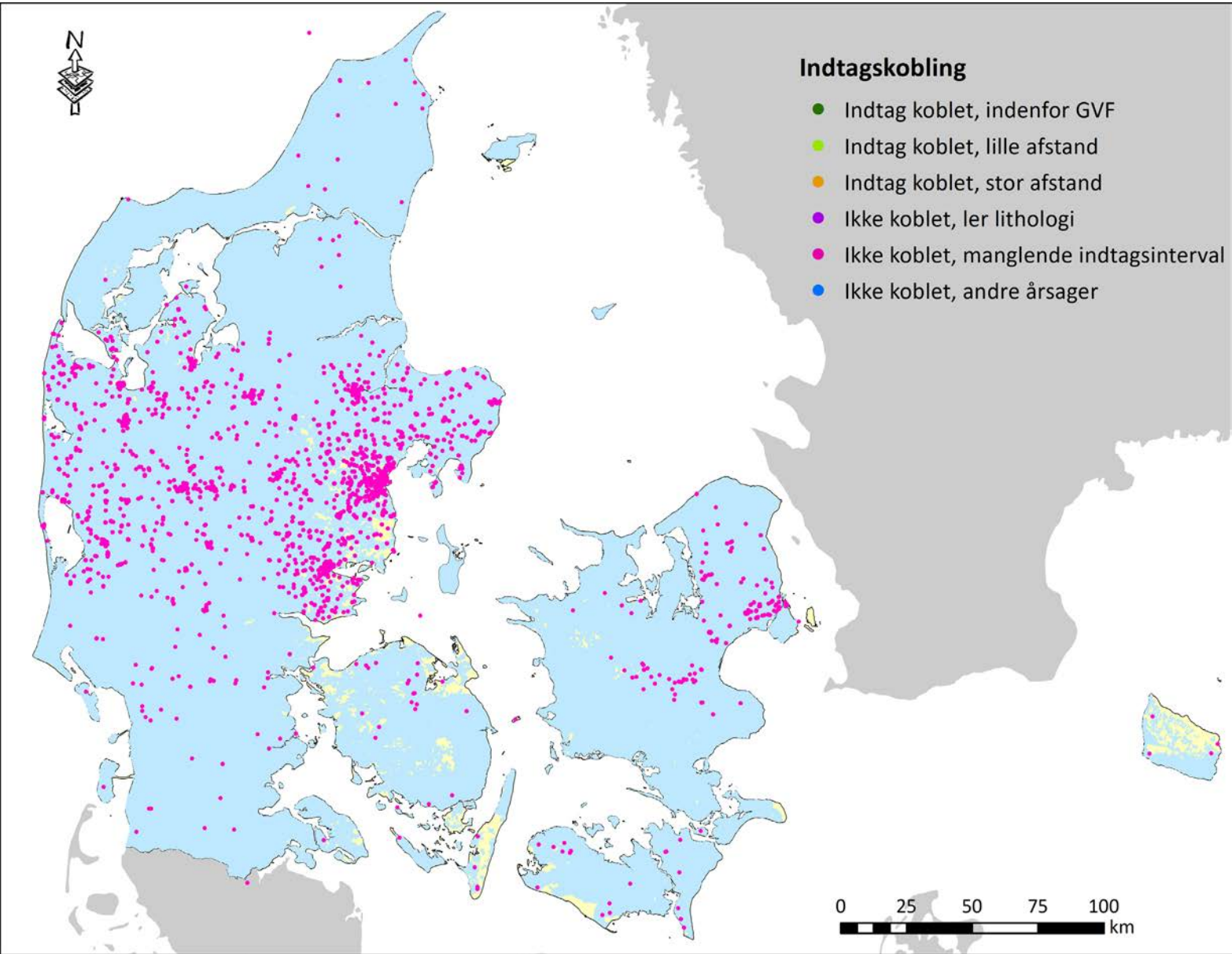




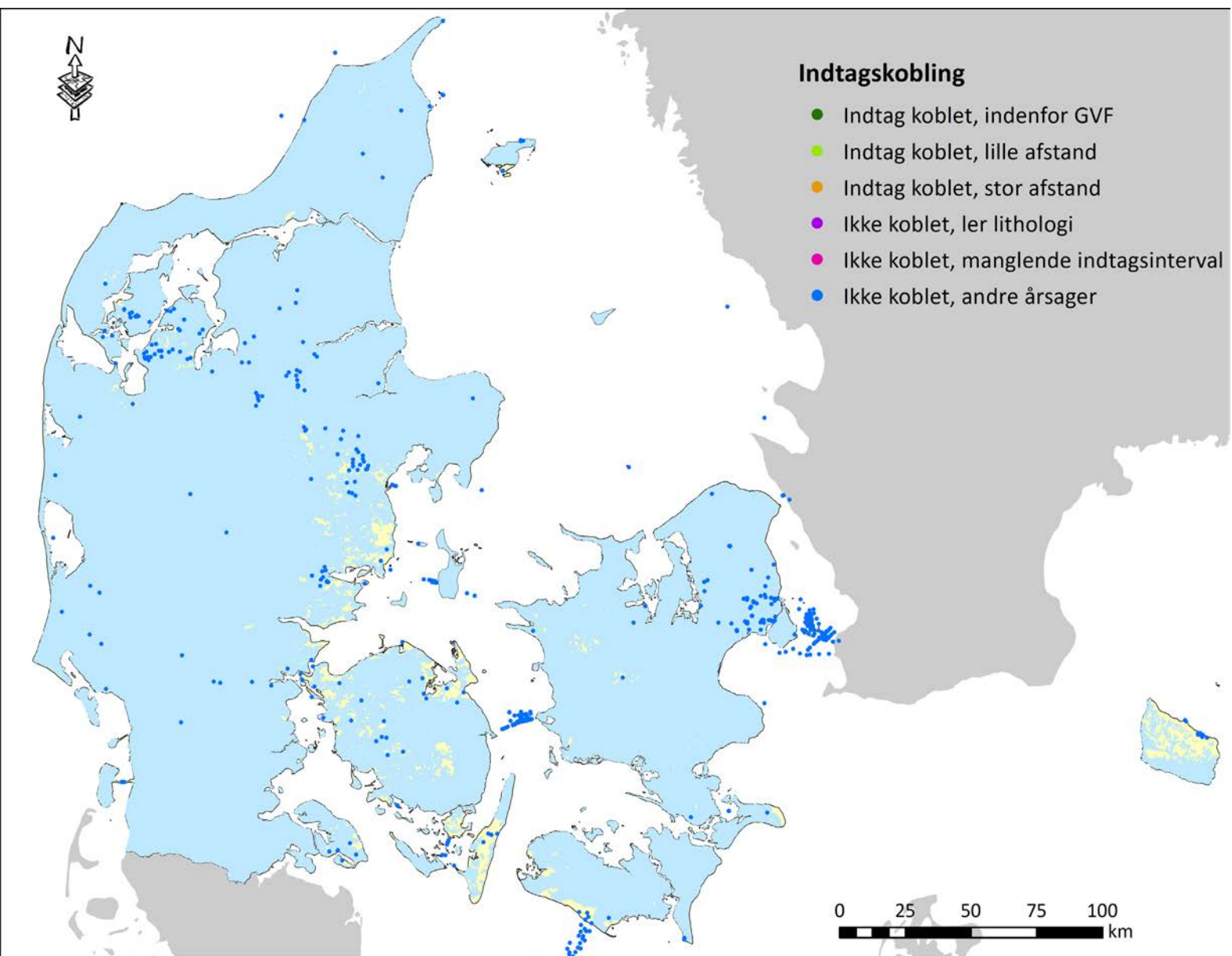
Indtag ikke koblet pga. ler lithologi i hele filterintervallet



Indtag ikke koblet pga. manglende info om indtogsinterval



Indtag ikke koblet, andre årsager



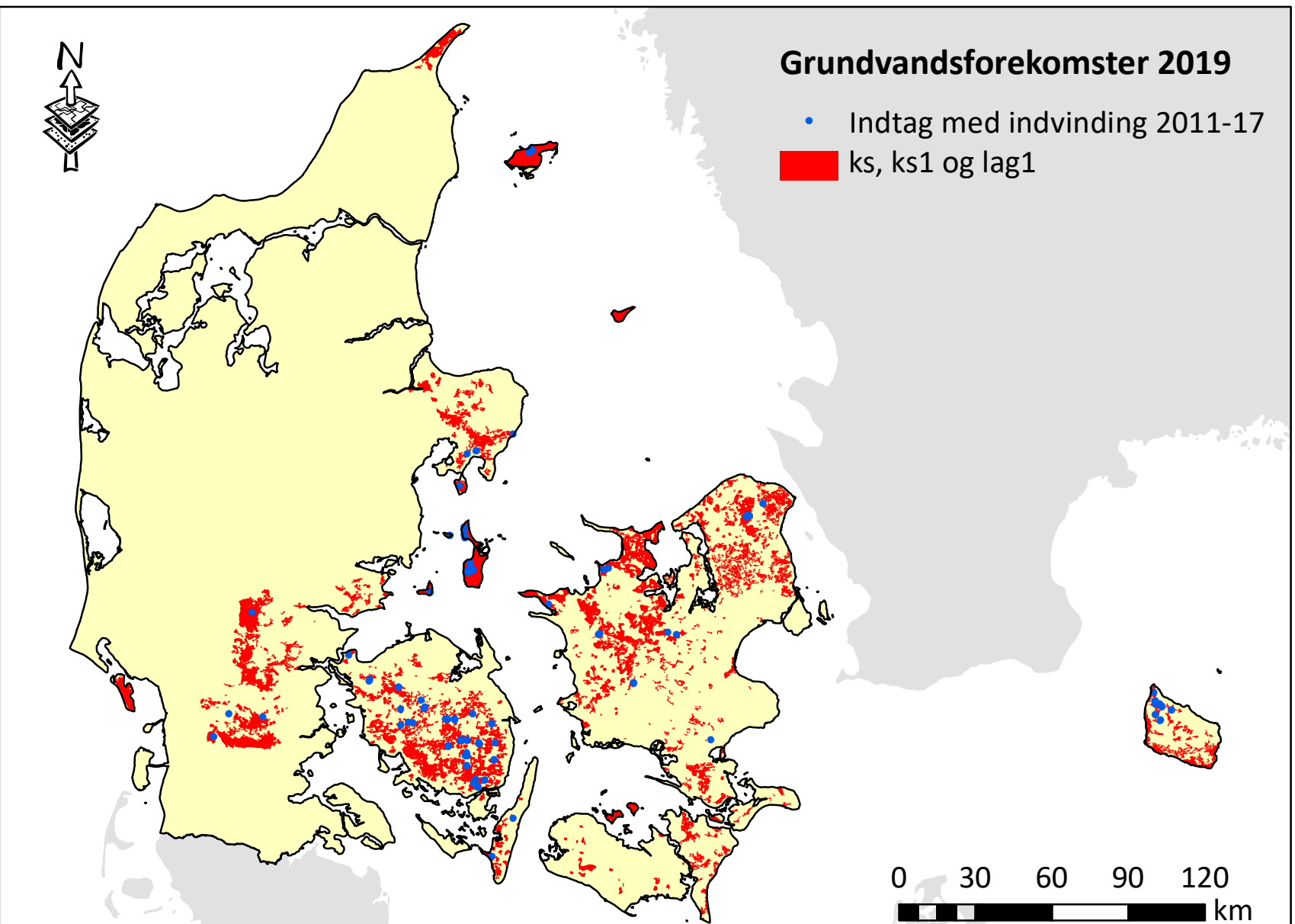
GEUS

Appendix B - 2

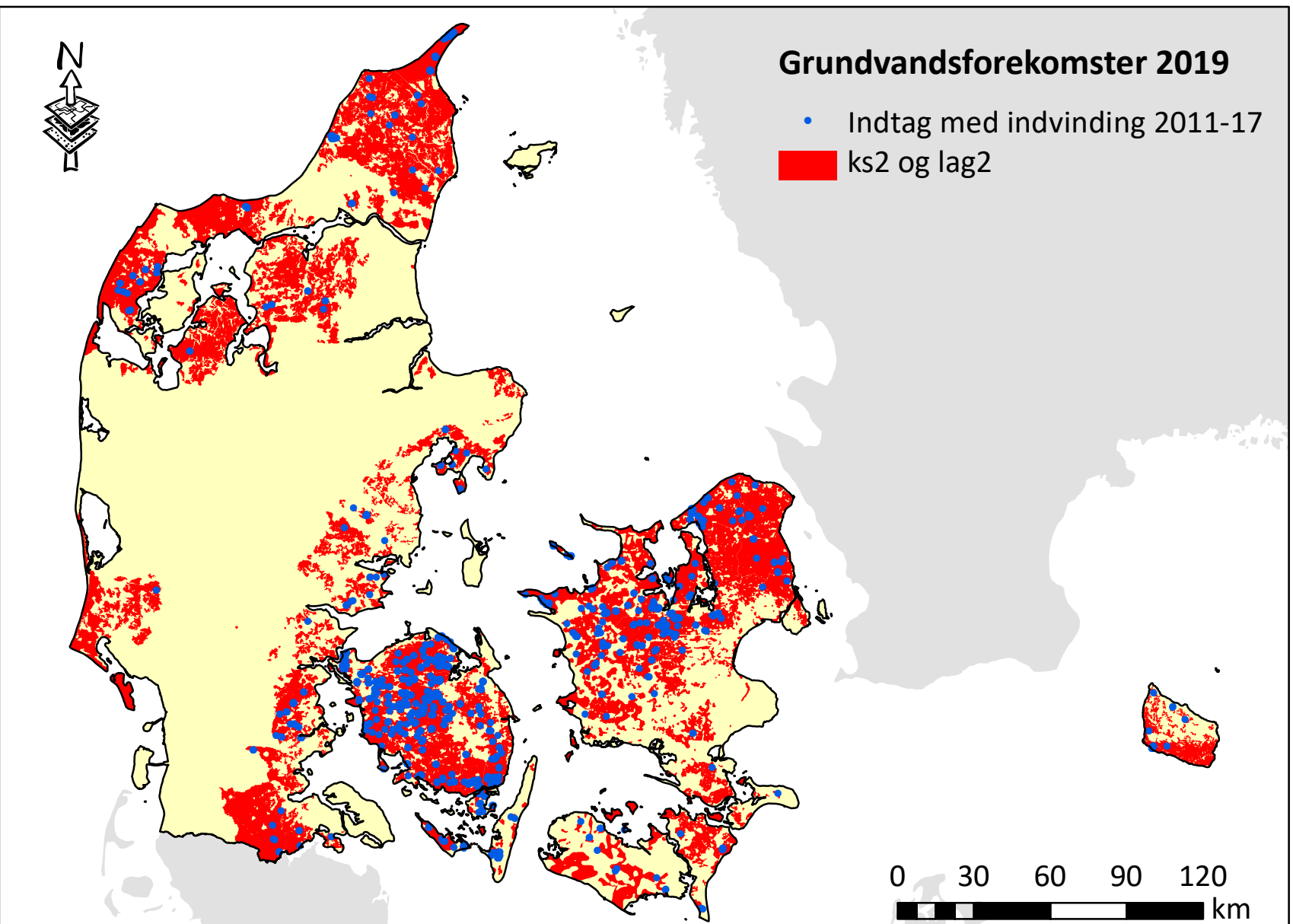
Appendix C **Indvindingsindtag**

Dette appendix indeholder figurer med placering indvindingsfiltre pr. DKM lag

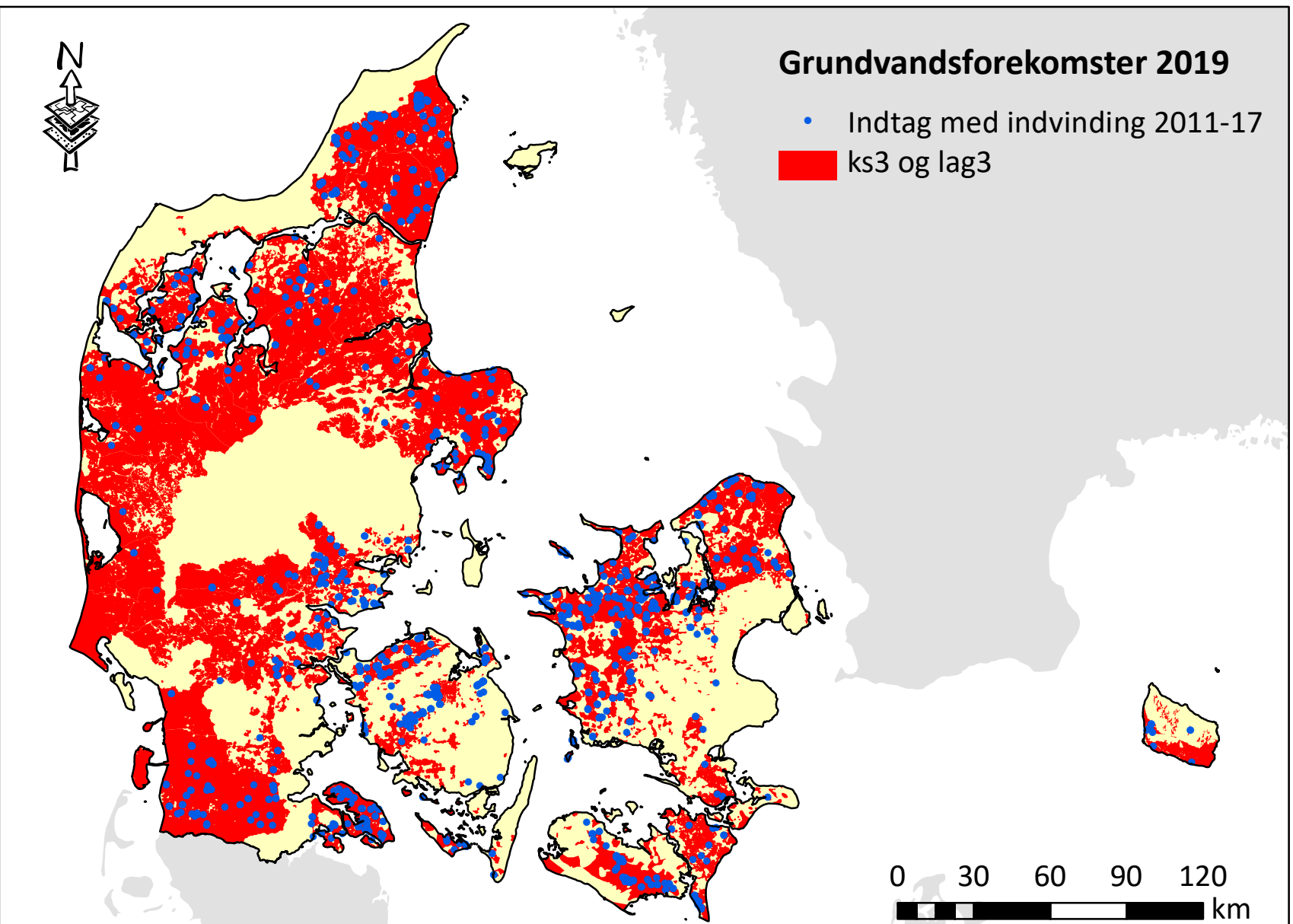
Indvindingsknytning for magasiner i lag ks, ks1 og lag1



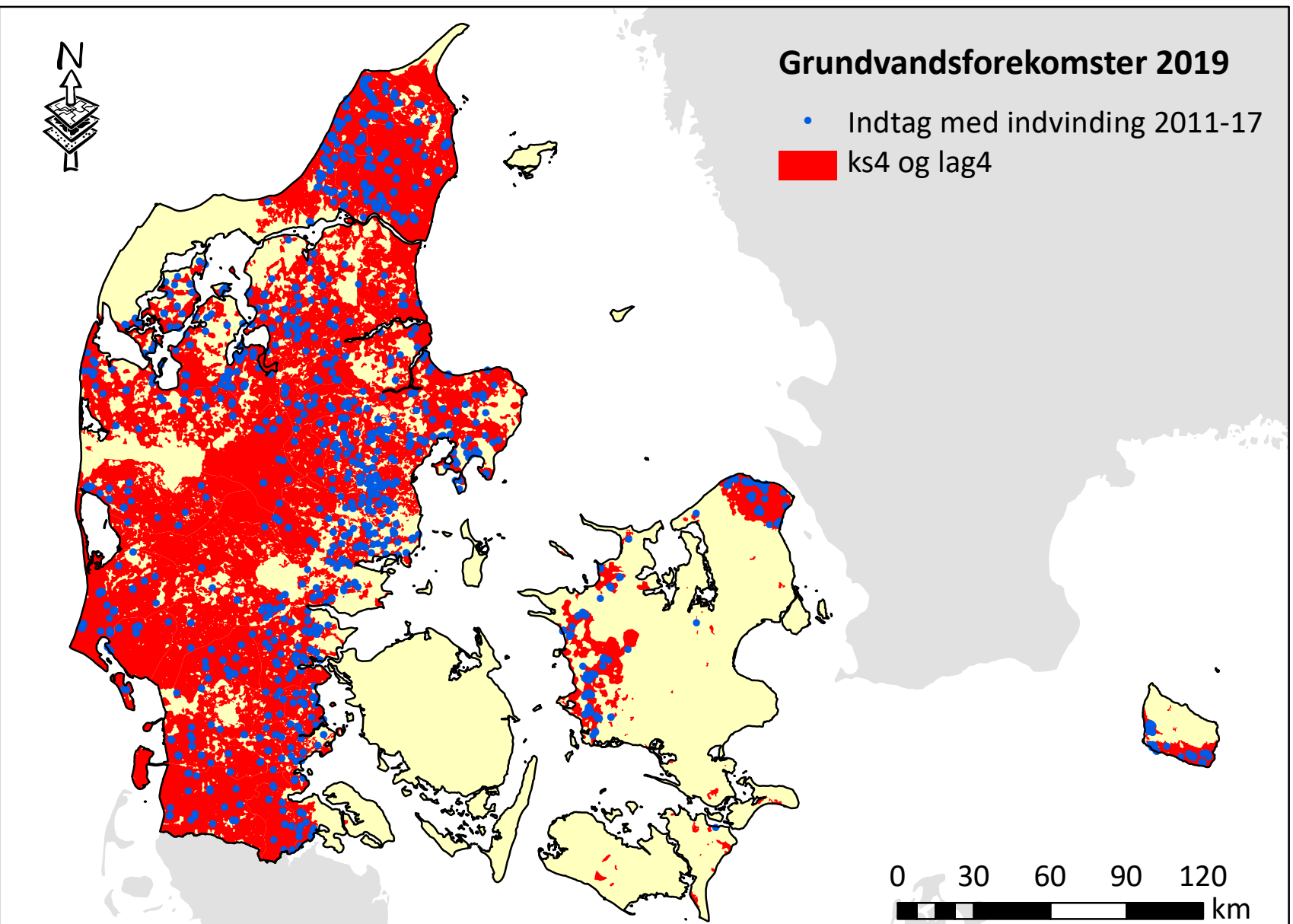
Indvindingsknytning for magasiner i lag ks2 og lag2



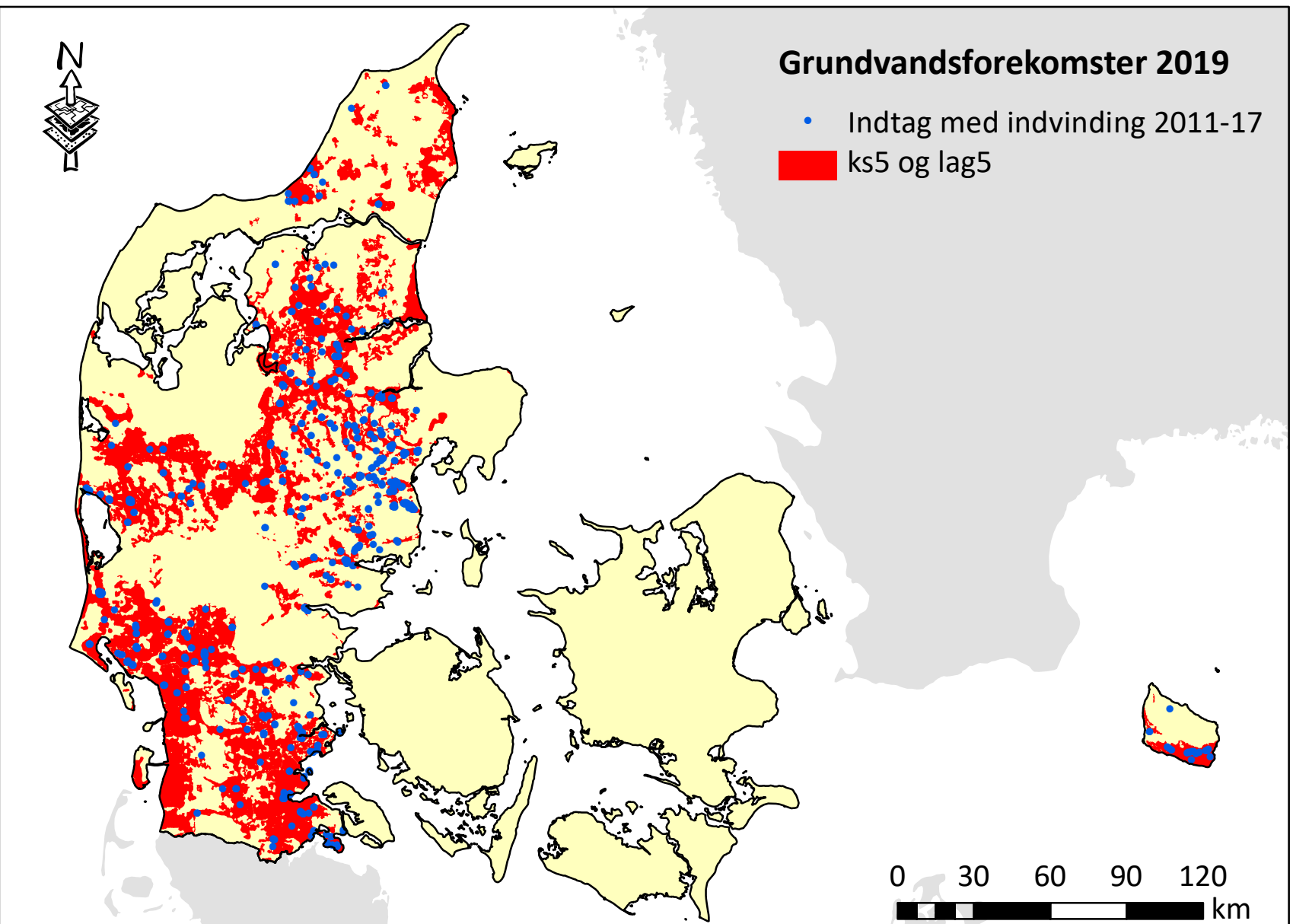
Indvindingsknytning for magasiner i lag ks3 og lag3



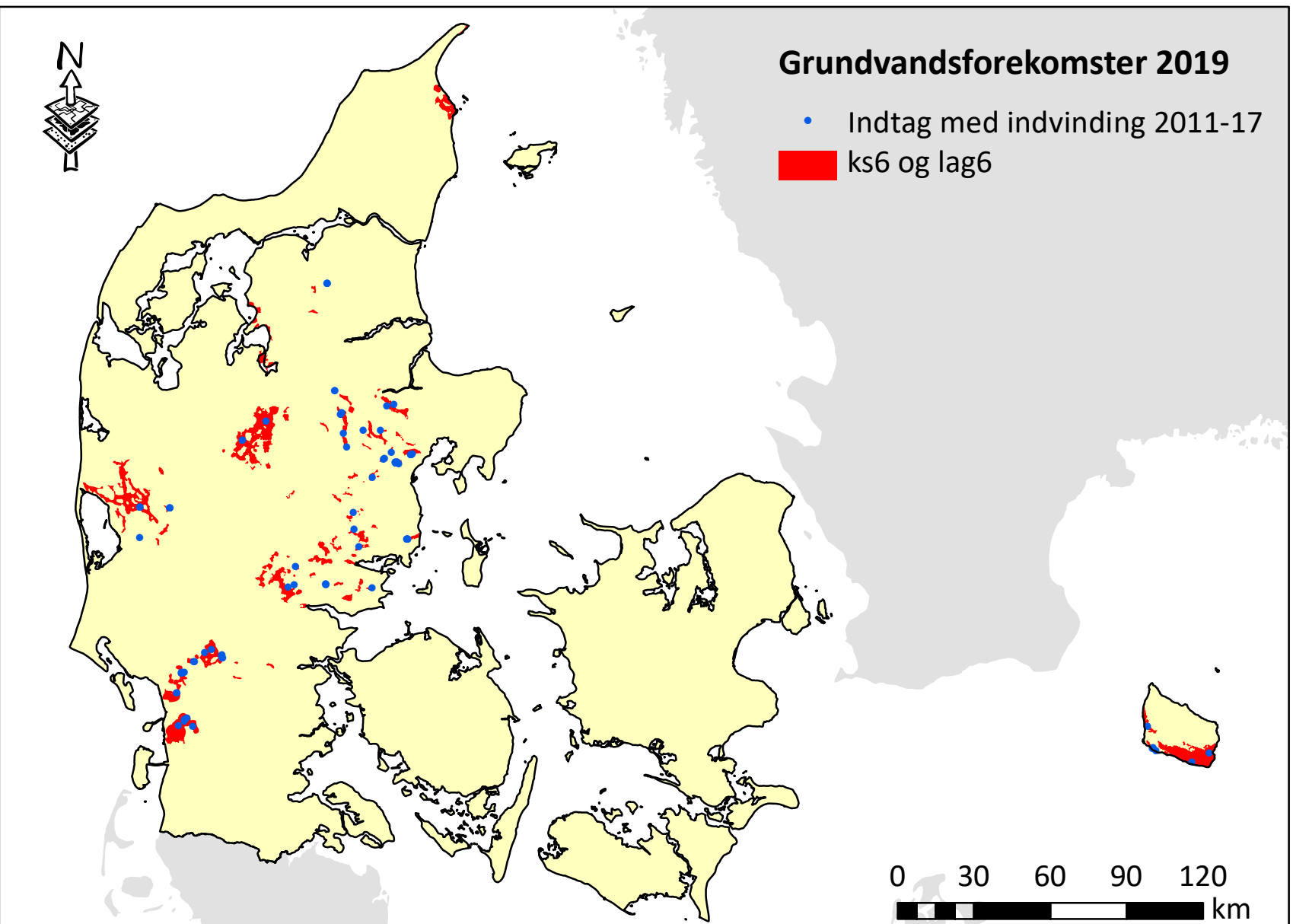
Indvindingsknytning for magasiner i lag ks4 og lag4



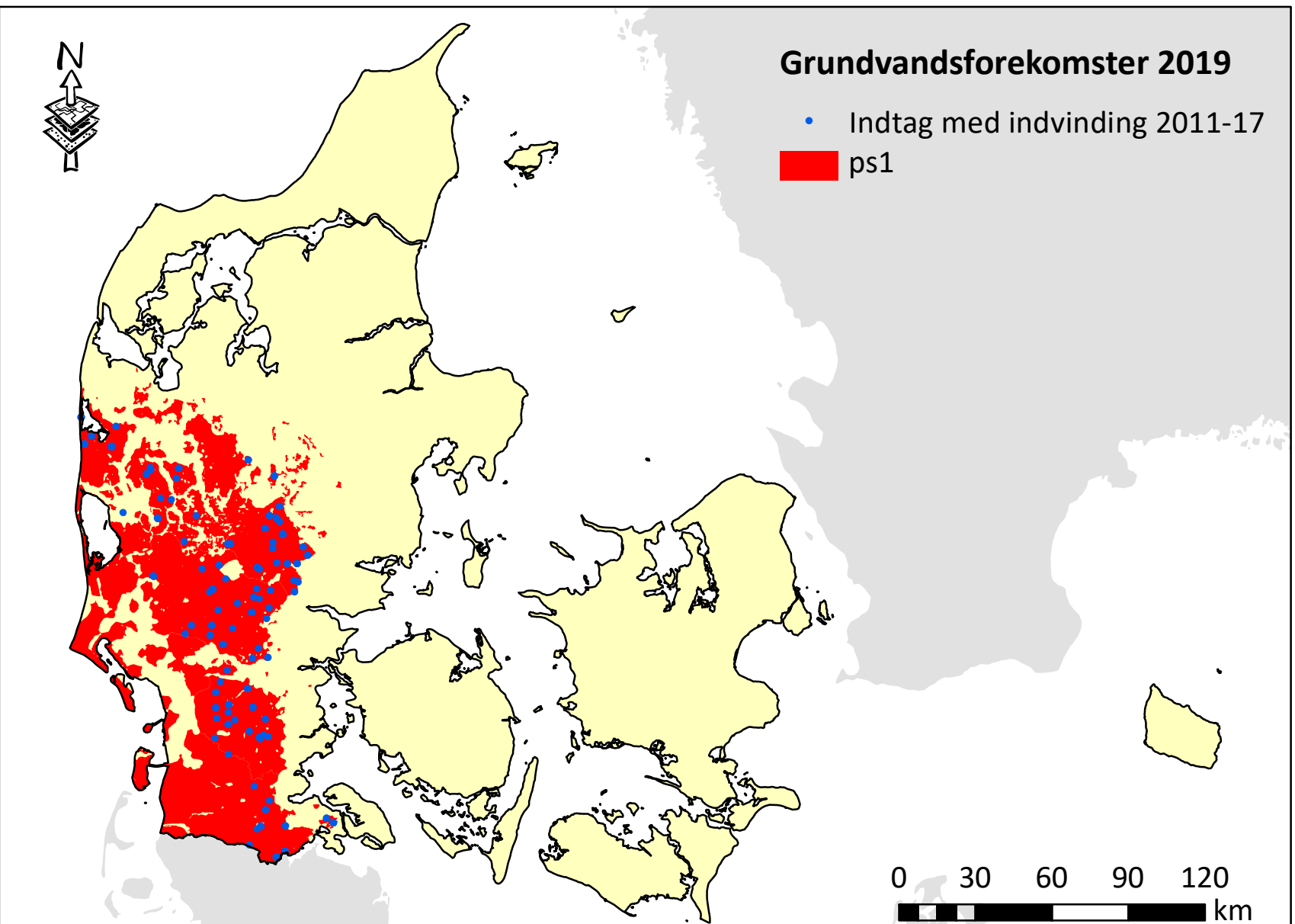
Indvindingsknytning for magasiner i lag ks5 og lag5



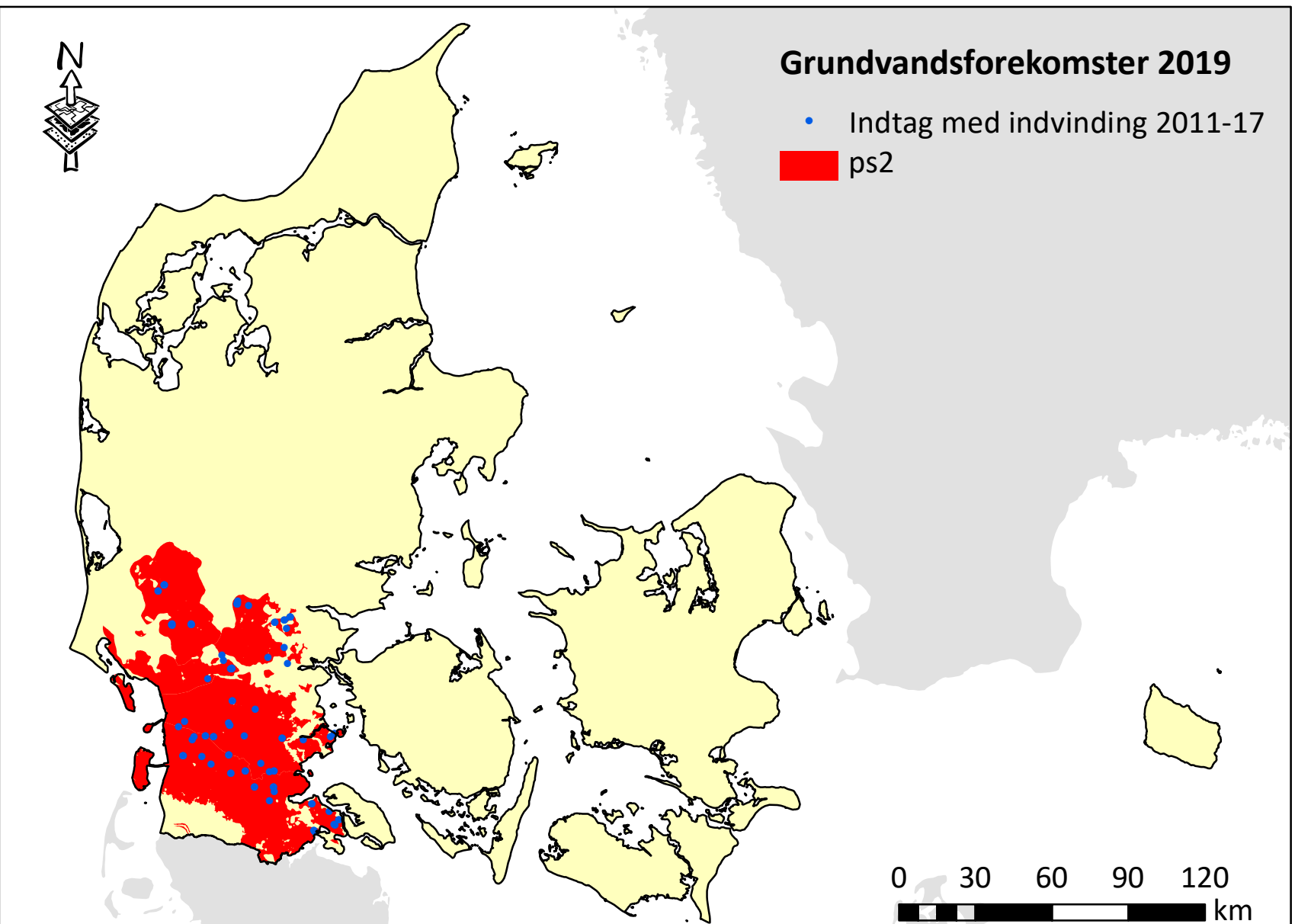
Indvindingstilknnytning for magasiner i lag ks6 og lag6



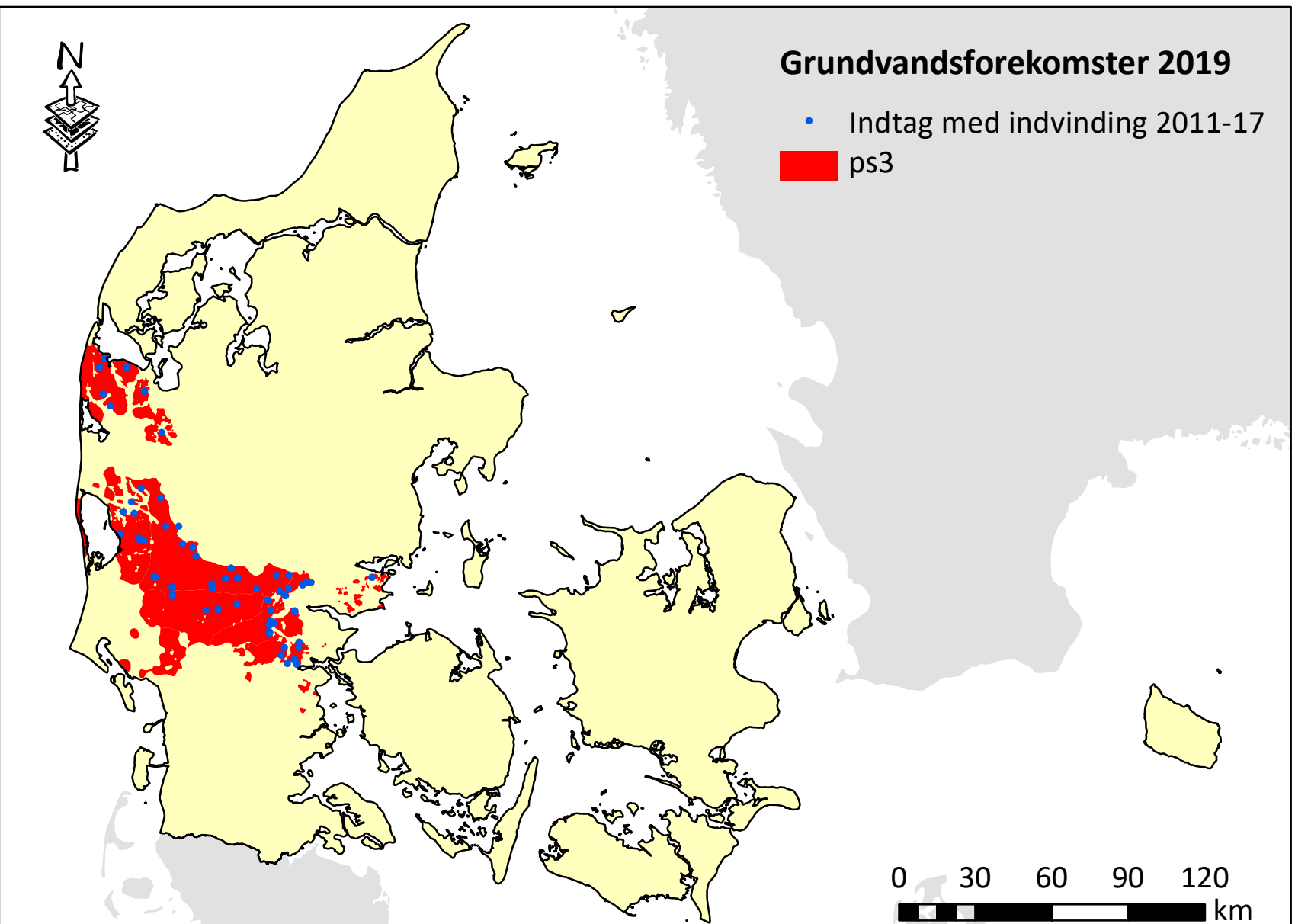
Indvindingsknytning for magasiner i lag ps1



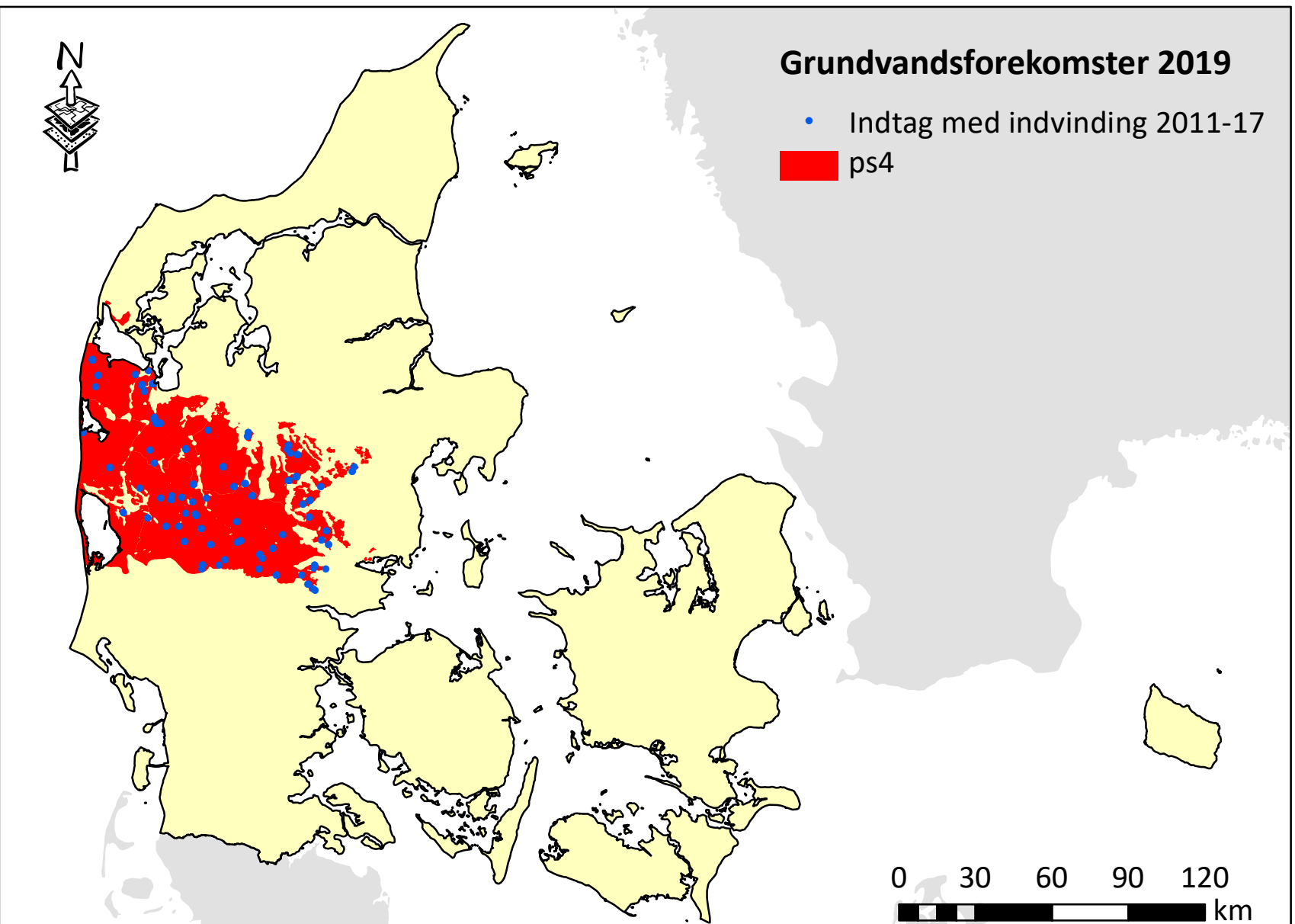
Indvindingsknytning for magasiner i lag ps2



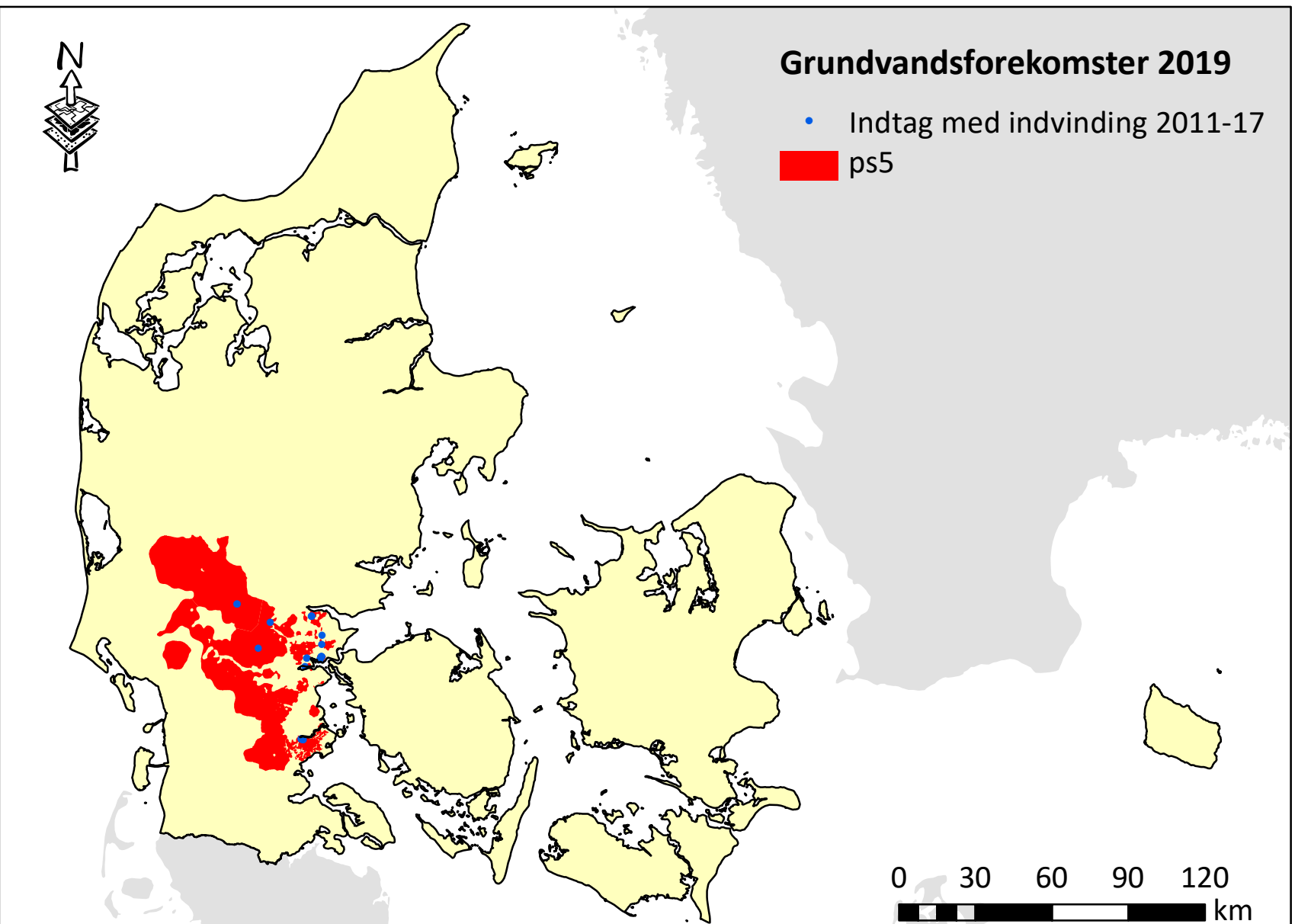
Indvindingsknytning for magasiner i lag ps3



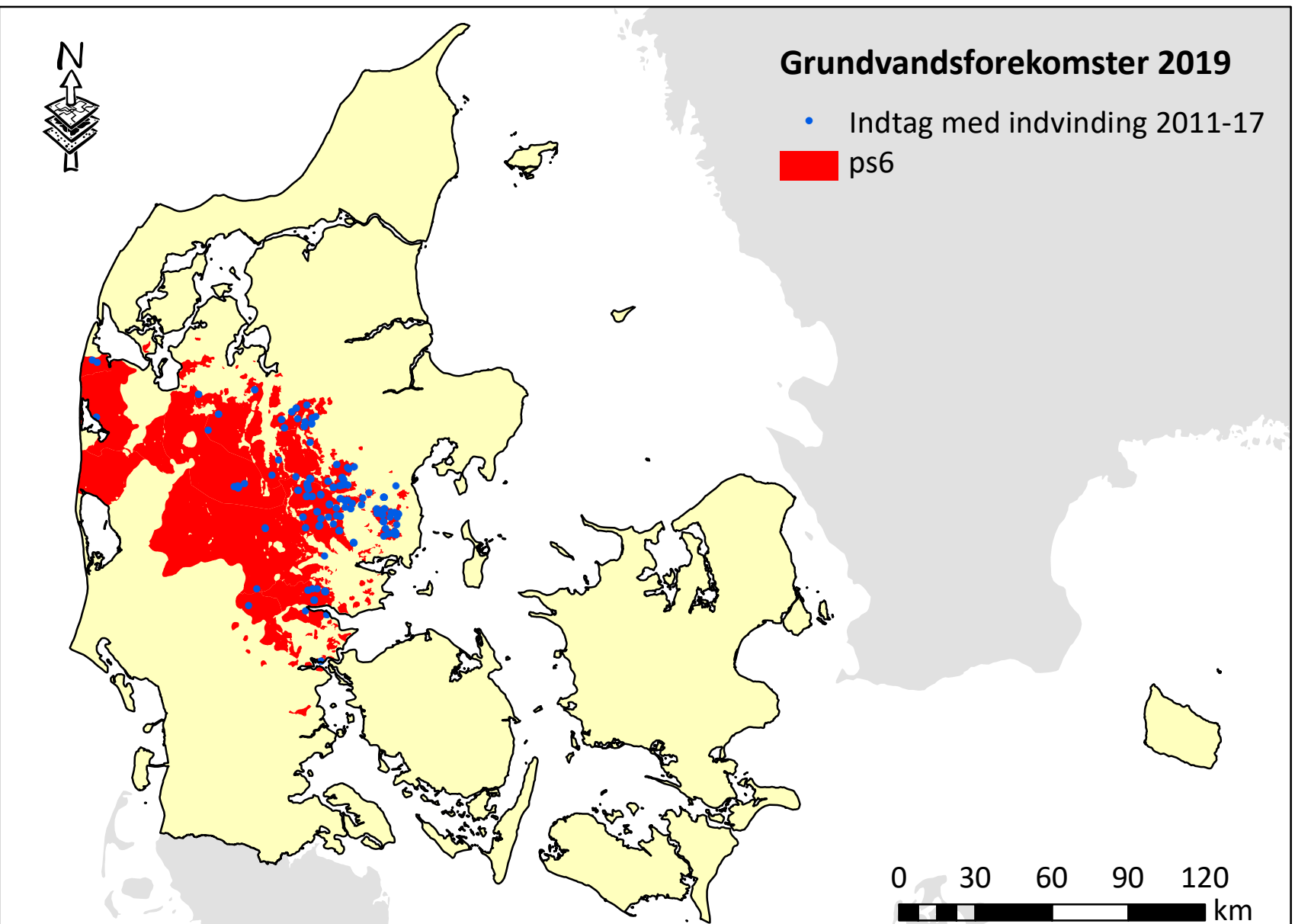
Indvindingsilknytning for magasiner i lag ps4



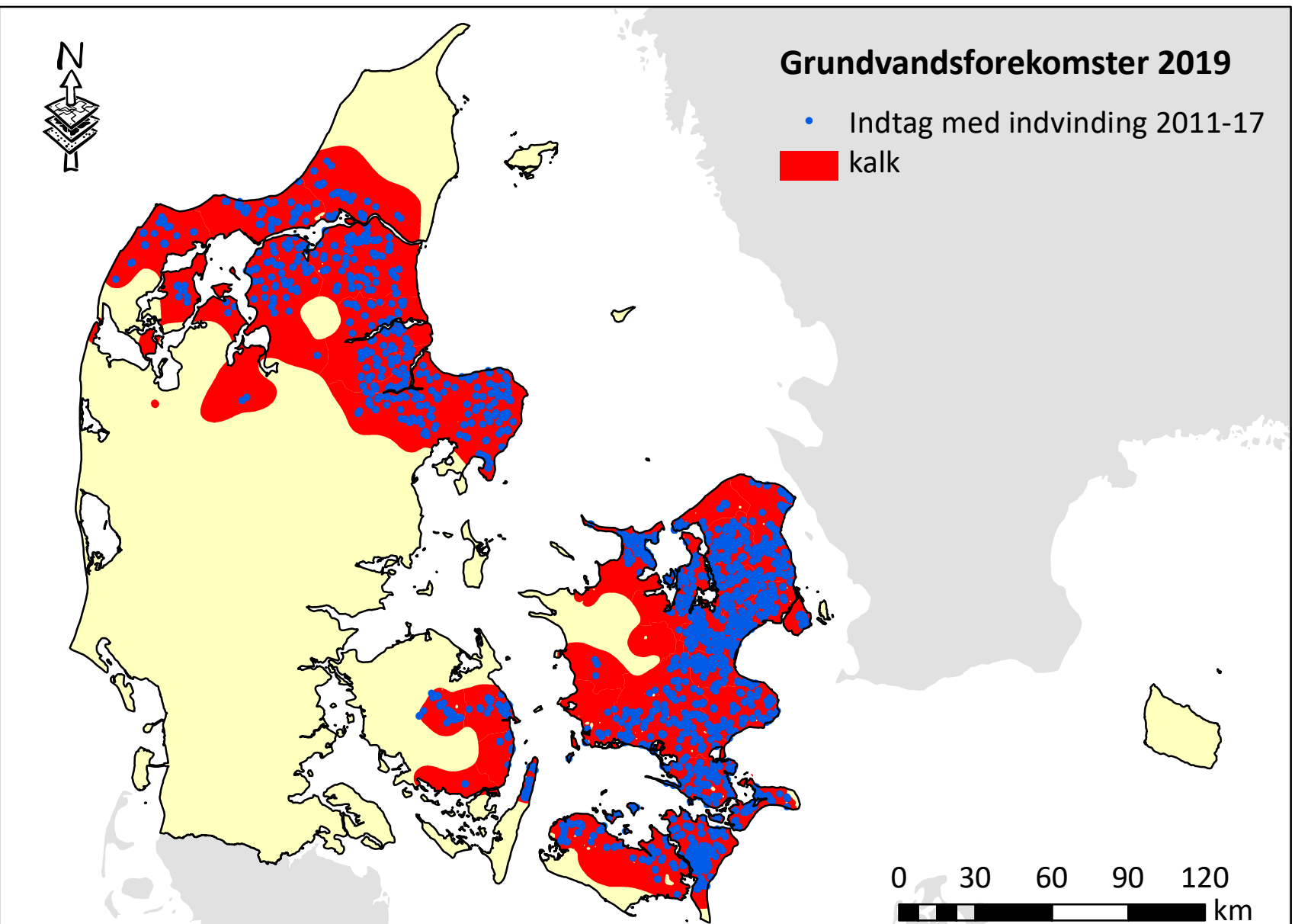
Indvindingsknytning for magasiner i lag ps5



Indvindingsknytning for magasiner i lag ps6



Indvindingsknytning for magasiner i lag kalk



Appendix D **Procedure for vurdering af kontakt mellem grundvandsforekomster og overfladeelementer**

Der er gennemført en analyse af potentialet for kontakt mellem grundvand og overfladevand og grundvandsafhængige terrestriske økosystemer med udgangspunkt i simple afstandsvurderinger mellem magasiner og overfladevandskomponenter. Analysen af grundvandsforekomsternes kontakt til overfladevandselementer består af tre dele:

Første del bestemmer hvilke arealer der har mindre end 2 meter ler mellem de laveste områder ($10 \times 10 \text{ m}^2$) af terræn overfladen indenfor et $100 \times 100 \text{ m}^2$ grid og magasinernes overflade (DKmodel-lens lagflader på raster grid format). Beregningsmæssigt er der dannet en minimums terræn model hvor hvert $100 \times 100 \text{ m}^2$ grid er tildelt den mindste værdi fra Danmarks højdemodel aggregeret til en $10 \times 10 \text{ m}^2$ udgave. Dette minimums topografiske grid (100m) er fratrukket lagflader for toppen af de enkelte magasiner (100m grid) og de resulterende raster grid viser om den mindste afstand fra terræn til magasinernes overflade (benævnt `dkm_x_terr`, hvor x angiver magasinlaget, f.eks. ks1).

Anden del bestemmer fællesmængden af områder med mindre end 2 meters afstand til terræn og områder defineret som tilhørende magasiner. Rent praktisk dannes et polygontema med information om de lagspecifikke resulterende difference rastergrid (`dkm_x_terr`) hvilket klippes med tilsvarende magasiner afgrænsninger (polygon) indenfor de specifikke lag (f.eks. magasiner indenfor KS1). De resulterende polygontemaer navngives og gemmes internt i proceduren (`dkm_x_TerrPolClip`). Herved dannes områder indenfor de enkelte magasiner som hvor afstanden til terræn er mindre end 2 meter.

Tredje del bestemmer fællesmængden mellem overfladevands elementer (dels vandløb og søer og dels GATØ) og de områder af magasinerne med lille afstand til terræn (`dkm_x_TerrPolClip`). Teknisk set udføres en "Identity" analyse, hvorved information om magasinnummer og grundvandsforekomstnummer stemples ind i vandløbs-temaet (Miljøstyrelsen, Vandplan 2, `vp2_2016vandlob.shp`) og sø-temaet (Miljøstyrelsen, Vandplan 2, `vp2_2016-soer.shp`) samt stemples ind i temaet for grundvands afhængige terrestriske økosystemer (GATØ) (Miljøstyrelsen, Vandplan 2, `np2_samlet_VAND_HAB.shp`) indenfor de områder af magasinerne med lille afstand til terræn (`dkm_x_TerrPolClip`). Analysen i tredje del er baseret på de data der har stået til rådighed på det tidspunkt analysen blev gennemført. Mhp. overfladevande er der således tale om enheder anvendt i vandområdeplanerne 2015-2021.

Appendix E Procedurevalg for indtagskobling til grundvandsforekomster

Håndtering af upræcise eller mangelfulde informationer om indtagsplacering	Beregner INDTAG_TOP og INDTAG_BUND		
	Udvælgelseskriterie	Beregning af IND-TAG_TOP	Beregning af IND-TAG_BUND
	1) Både INTAKTOP OG INTAKBOT eksisterer	JUPKOTE -INTAKE-TOP	JUPKOTE-INTAKE-BOT
	2a) INTAKETOP eksisterer, men ikke INTAKBOT	JUPKOTE -INTAKE-TOP	JUPKOTE-(INTAKE-TOP + 2)
	2b) INTAKEBOT eksisterer, men ikke INTAKTOP	JUPKOTE -(INTAKE-BOT - 2)	JUPKOTE-INTAKE-BOT
	3) Kun DRILLDEPTH og CASIBOT eksisterer, men er ens	JUPKOTE - (DRILL-DEPTH - 2)	JUPKOTE -DRILLDEPTH
	4) Kun DRILLDEPTH og CASIBOT eksisterer og er forskellige	JUPKOTE - CASIBOT	JUPKOTE - DRILLDEPTH
	5) Kun DRILLDEPTH eksisterer	JUPKOTE - (DRILLDEPTH - 2)	JUPKOTE - DRILLDEPTH
6) Kun CASIBOT eksisterer	JUPKOTE - CASIBOT	JUPKOTE - (CASIBOT + 2)	
Hvor JUPKOTE ikke eksisterer anvendes data fra den digitale terrænmodel			
Vurdering og anvendelse af bornings lithologi for indtagsinterval og relation til geologisk model	Beregner % fordeling af indtagsbjergarten		
	Litholog analyse	Konsekvens	
	Bidrag fra en af koderne: bk, dk, k, kk, lk, nw, pk, sk, tk, wk eller zk	Indtaget kan kun associeres med en grundvandsforekomst med magasin bjergarten "DK" (kalk, kridt o.lign.)	
	100% bidrag fra en delmængde af koderne: as, bs, bv, gf, gs, js, kg, ks, os, rg, rs, rv, us eller vs	Indtaget kan kun associeres med en grundvandsforekomst med magasin bjergarten "PS" (prekværtært sand/grus)	
	100% bidrag fra en delmængde af koderne: al, bl, cl, di, dl, dv, ed, el, ev, fi, fl, fp, ft, gi, gl, hi, hl, hp, ht, hv, ii, ij, il, ip, it, iv, jl, l, ll, mi, ml, ms, mv, nl, ol, pl, qi, ql, qp, qt, qv, rl, sl, ti, tl, tp, tt, tv, yi, yl, yp, yv, zi eller zl	Indtaget antages at være placeret i en ikke vandførende enhed og associeres ikke aktivt til en grundvandsforekomst, og vil kun blive koblet hvis indtag er placeret direkte i en forekomst (markeret med "inkl. Lith. ler" i tabellen herunder)	
Del bidrag fra alle andre koder	Indtaget kan associeres til alle grundvandsforekomster uanset magasinets bjergart		
Håndtering af forsimplinger / unøjagtigheder på geologiske model	Kobling af indtags id med magasin id		
	Afstands analyse (prioriteret rækkefølge)	Konsekvens	
	Indtag vertikalt placeret med del af indtag i ét og kun ét magasin indenfor horisontal magasin afgrænsning	Indtags id (inkl lith. ler) kobles med magasin id, BORAFSTANDTILMAGASIN = 0, INDTAGSAFSTANDTILLAG = 0	
	Indtag vertikalt placeret med del af indtag i flere magasin indenfor horisontal magasin afgrænsning	Indtags id (inkl lith. ler) kobles med det magasin id hvor der er det største overlap, BORAFSTANDTILMAGASIN = 0, INDTAGSAFSTANDTILLAG = 0	

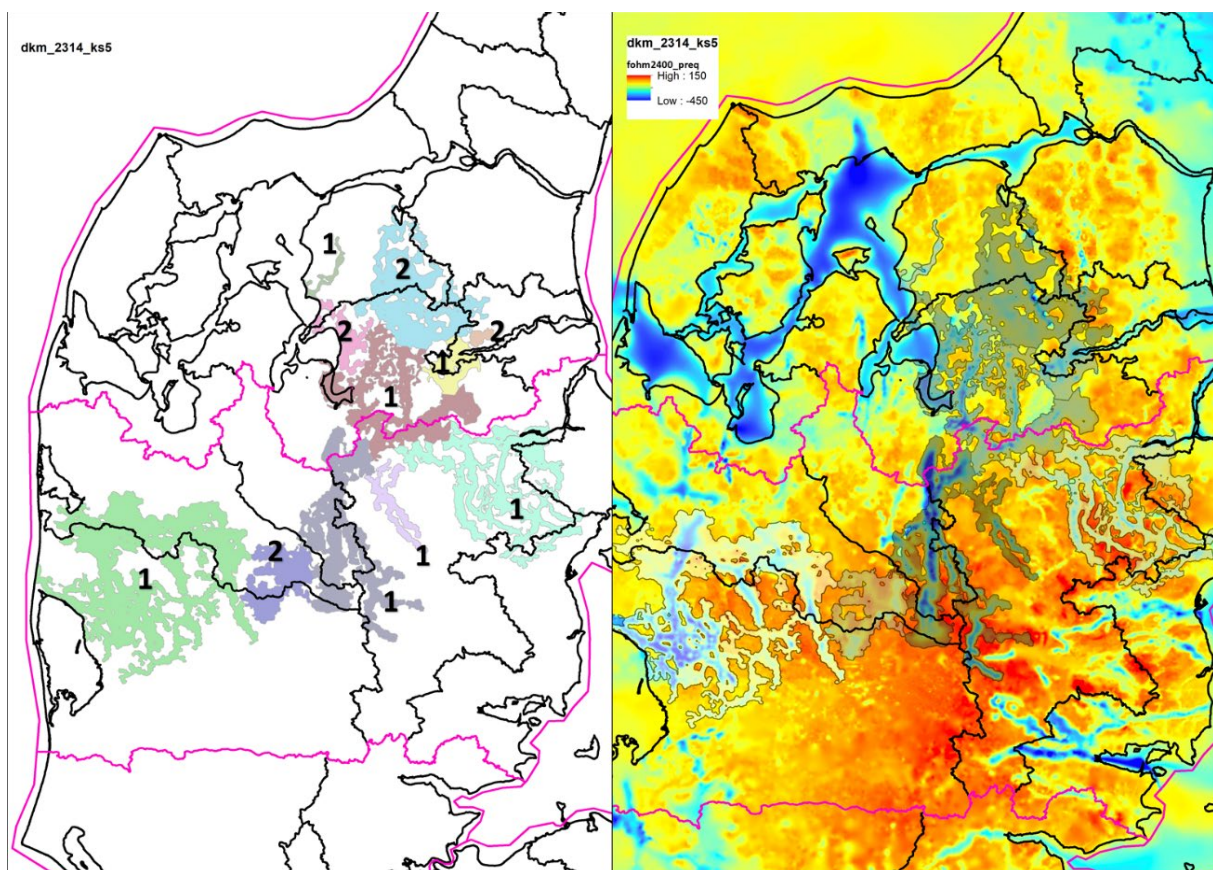
	<p>Indtag vertikalt placeret mindre end 25 m fra top eller bund af indtaget fra et magasin, men indenfor horisontal magasin afgrænsning.</p>	<p>Indtags id kobles med det magasin id hvor der er den korteste afstand, $BORAFSTANDTILMAGASIN = 0$, $INDTAGSAFSTANDTILLAG =$ den mindste vertikale afstand til magasinets top eller bund</p>
	<p>Indtag vertikalt placeret med del af indtag i ét og kun ét magasin og indenfor 500m afstand til horisontal magasin afgrænsning</p>	<p>Indtags id kobles med magasin id, $BORAFSTANDTILMAGASIN =$ horisontal afstand fra boring til magasin afgrænsning, $INDTAGSAFSTANDTILLAG = 0$</p>
	<p>Indtag vertikalt placeret med del af indtag i flere magasin indenfor 500 m afstand til horisontal magasin afgrænsning</p>	<p>Indtags id kobles med det magasin id hvor der er den korteste afstand, $BORAFSTANDTILMAGASIN =$ horisontal afstand fra boring til magasin afgrænsning, $INDTAGSAFSTANDTILLAG = 0$</p>
	<p>Indtag vertikalt placeret med del af indtag i ét magasin indenfor 1000 m afstand til horisontal magasin afgrænsning</p>	<p>Indtags id kobles med magasin id, $BORAFSTANDTILMAGASIN =$ horisontal afstand fra boring til magasin afgrænsning, $INDTAGSAFSTANDTILLAG = 0$</p>
	<p>Indtag vertikalt placeret med del af indtag i flere magasin indenfor 1000 m afstand til horisontal magasin afgrænsning</p>	<p>Indtags id kobles med det magasin id hvor der er det største overlap, $BORAFSTANDTILMAGASIN =$ horisontal afstand fra boring til magasin afgrænsning, $INDTAGSAFSTANDTILLAG =$ den mindste vertikale afstand til magasinets top eller bund</p>
	<p>Indtag vertikalt placeret uden for et magasin, men indenfor 1000 m afstand til horisontal magasin afgrænsninger.</p>	<p>Indtags id kobles med det magasin id hvor der er den korteste vertikale afstand, $BORAFSTANDTILMAGASIN =$ horisontal afstand fra boring til magasin afgrænsning, $INDTAGSAFSTANDTILLAG =$ den mindste vertikale afstand til magasinets top eller bund</p>

Appendix F **Principper for opdeling af store enkelt magasiner**

Eksempel på opdeling af magasin "dkm_2314_ks5" styret efter magasintykkelse og prækvartæroverfladens forløb

Magasinlaget ligger i DK-modellens ks5, som repræsenterer sand og grus fra den nedre del af den kvartærte lagfølge. Typisk repræsenterer magasinlaget kvartært sand og grus i og nogle gange også mellem de prækvartære "begravede" dale. Magasinet, der repræsenterer et større sammenhængende område i Midt og Nordjylland på 3.447 km², er opdelt til 11 mindre grundvandsforekomster. Opdeling af magasinet er sket efter følgende principper:

- Hvor magasinet viser en eller flere sammenhængende dalstrukturer er det bevaret som selvstændig enhed (markeret med 1 på figur F-1)
- Hvor magasinet ligger i et område med mindre udtalte dalstrukturer bevares disse som selvstændige enheder (markeret med 2 på figuren, som fx området mod nord med mindre udbredt dalstruktur retning bevaret som en enhed)
- Opdeling langs DK-model rand (markeret med lyserød på figurerne) eller kystvandomplande (markeret med sort på figurerne) er ikke umiddelbart meningsfyldt og ikke gennemført, da grundvandet typisk strømmer i dalstrukturerne på tværs af disse.

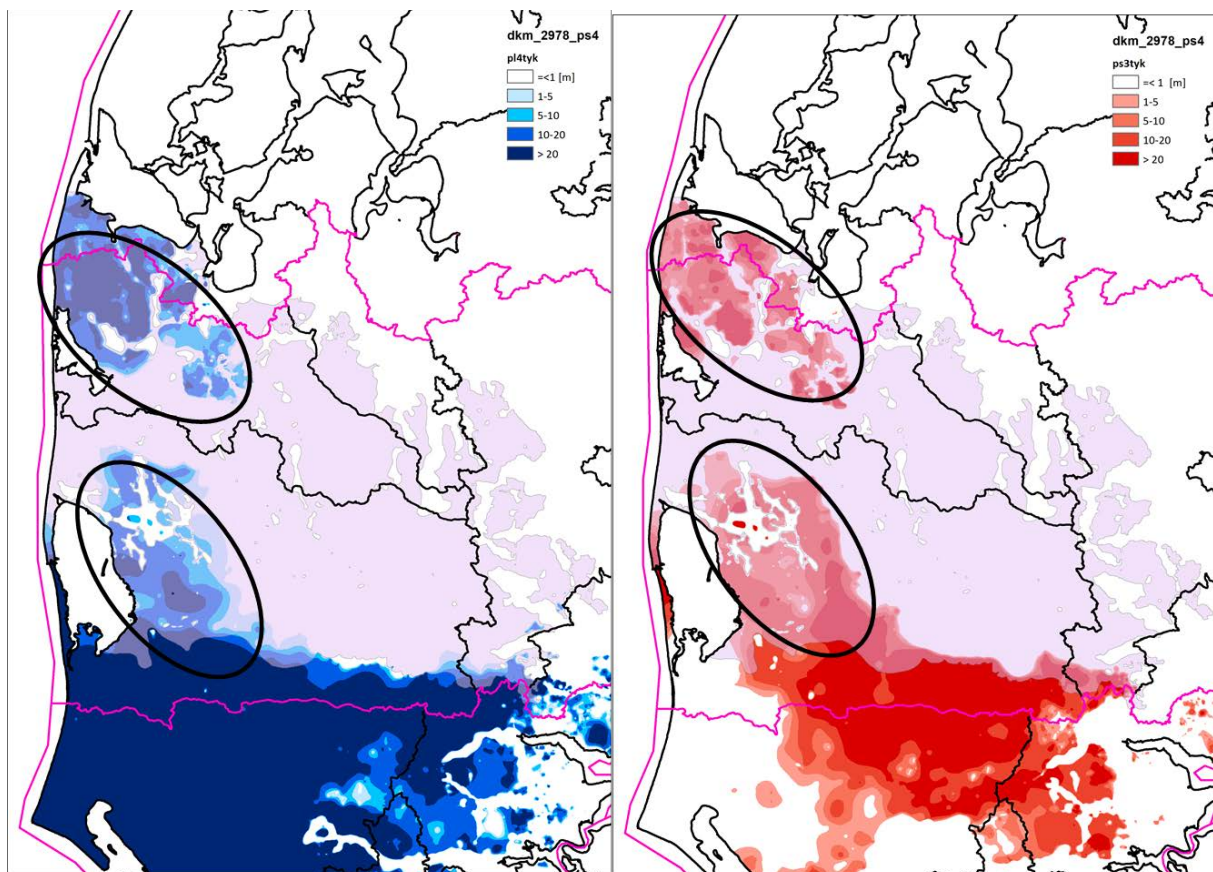


Figur F-1 Magasin "dkm_2314_ks5" beliggende i det nedre kvartært sand (ks5) (venstre) og prækvartærets højdeforhold (højre). DK-model grænser vist med pink- og kystvandomplande vist med sorte streger

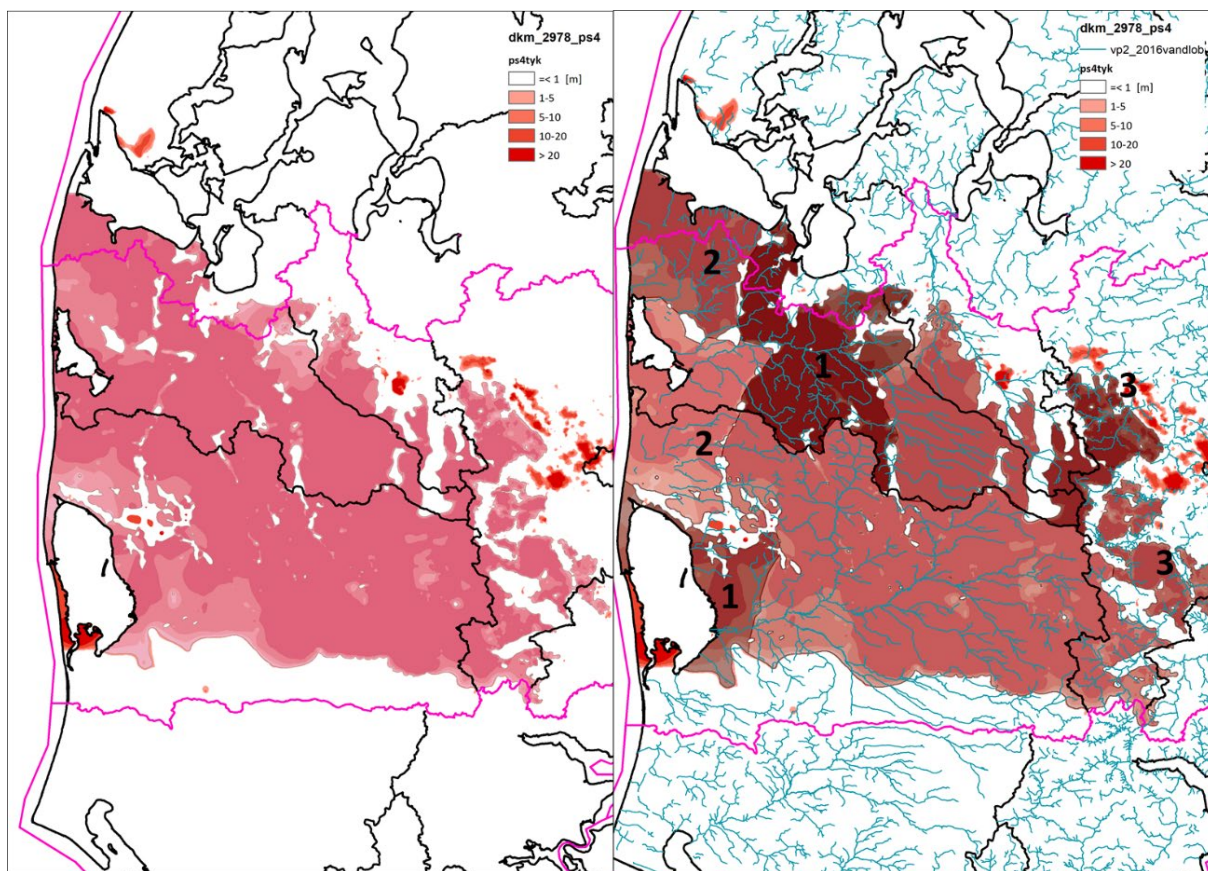
Eksempel på opdeling af magasin "dkm_2978_ps4" styret af kontakt til overliggende magasin

Magasinlaget ligger i DK-modellens ps4, som repræsenterer et typisk dybere beliggende prækvartært sand- og grusmagasin. Magasinet er beliggende i det vestlige Midtjylland, og har i store dele af området umiddelbar kontakt med øvre beliggende magasiner (primært ps2). Magasinet er til tider gennemskåret af begravede dale med kvartært magasinfyldt. Magasinet har en samlet udbredelse på 5.173 km² og er opdelt i syv grundvandsforekomster. Opdelingen er foregået efter følgende principper:

- Områder med prækvartært ler mellem ps4 og ps3 er bevaret som selvstændige grundvandsforekomster (Elipse på Figur F-2 , samt nr.1 på Figur F-3)
- Overskæring ved modelgrænse mod nord ikke umiddelbart meningsfyldt
- Magasin opdeling mod nord-øst følger meget tydelig dalstruktur på tværs af flere kystvandomlande (nr. 2 på Figur F-3)
- Områder med afvigende magasintykkelser og -form (Nr.3 på Figur F-3)



Figur F-2 Dæklagets tykkelse (venstre), tykkelse af overliggende magasin (højre). To områder med ringe kontakt til overliggende magasin angivet med elipser. DK-model grænser vist med pink- og kystvandomlande vist med sorte streger

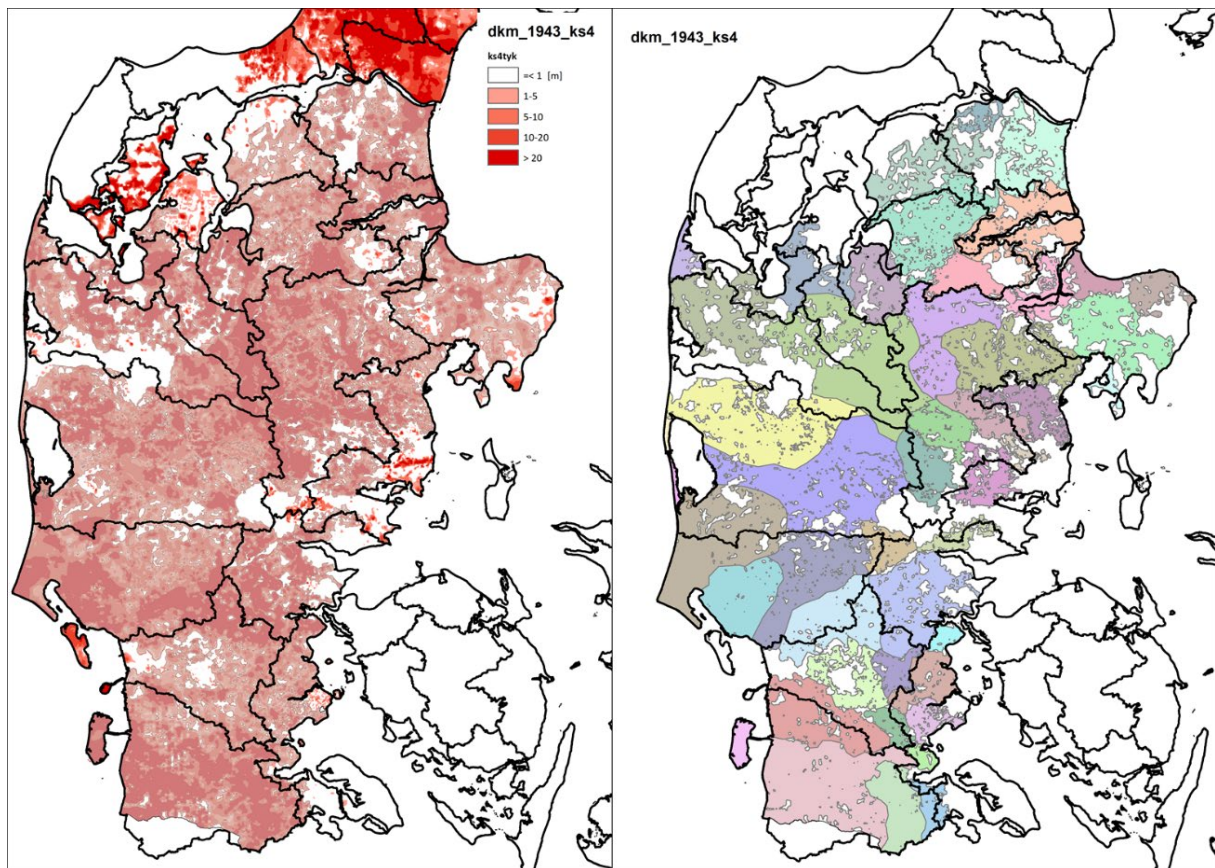


Figur F-3 Magasintykkelse og udbredelse af "dkm_2978_ps4" (venstre) og endelig opdeling (højre). Grænse-
 dragning efter områder med ringe kontakt til overliggende magasin (1), områder afskåret af begravede dale
 (2), områder med afvigende magasintykkelse og - form

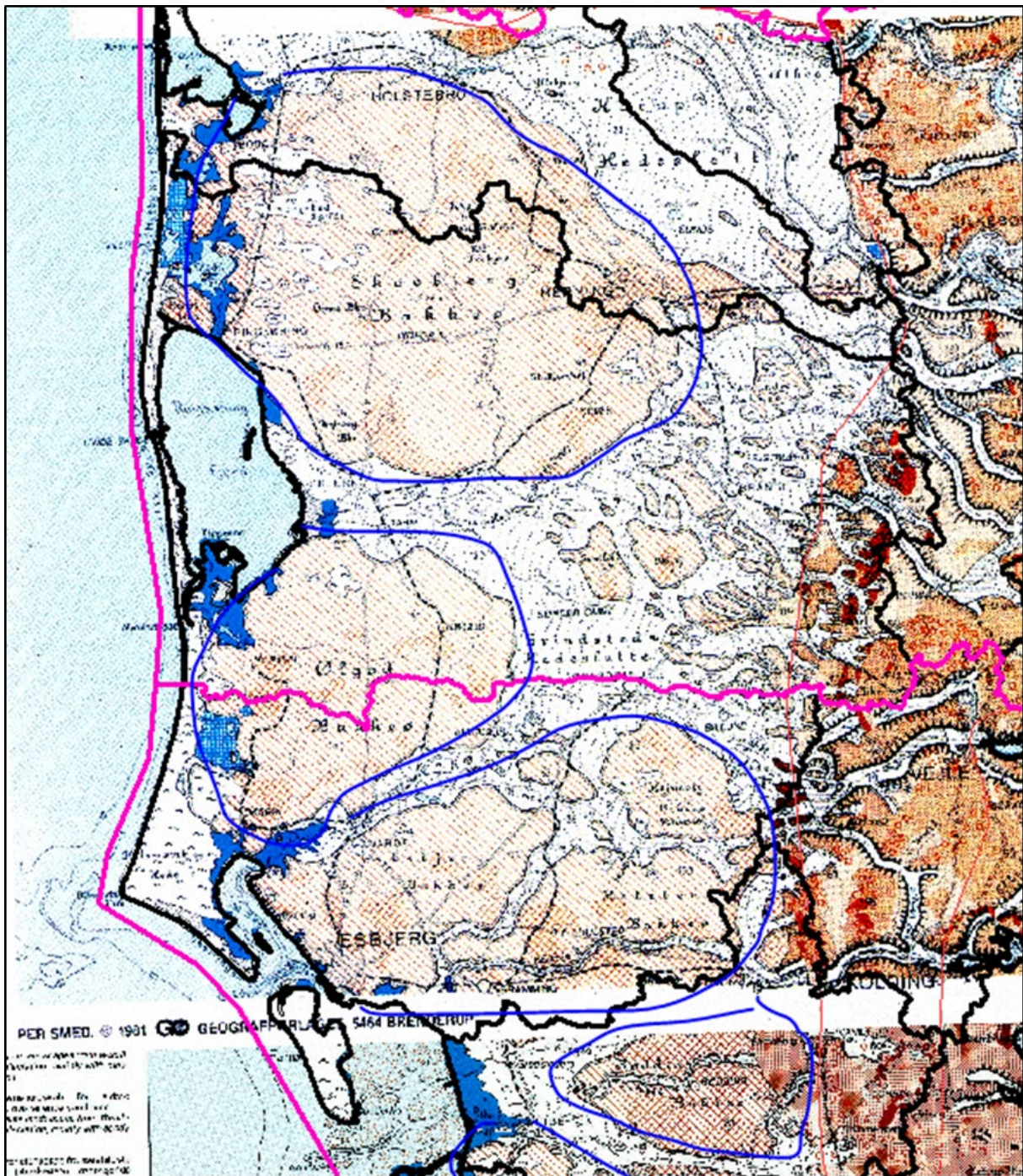
Eksempel på opdeling af magasin "dkm_1943_ks4" styret af landskabstyper/israndslinjer

Magasinlaget ligger i DK-modellens lag ks4 i Jylland, som repræsenterer et typisk dybere beliggende kvartært sand- og grusmagasin. Magasinets areal dækker det meste af Jylland fra Limfjorden til grænsen mod Tyskland, og er i store dele af området dækket af af kvartært ler. Vest for hovedopholdslinjen er magasinet typisk er dækket af andre sandlag. Magasinet, der har en samlet udbredelse på 18.014 km², er opdelt i 47 grundvandsforekomster. Opdelingen er foregået efter følgende principper:

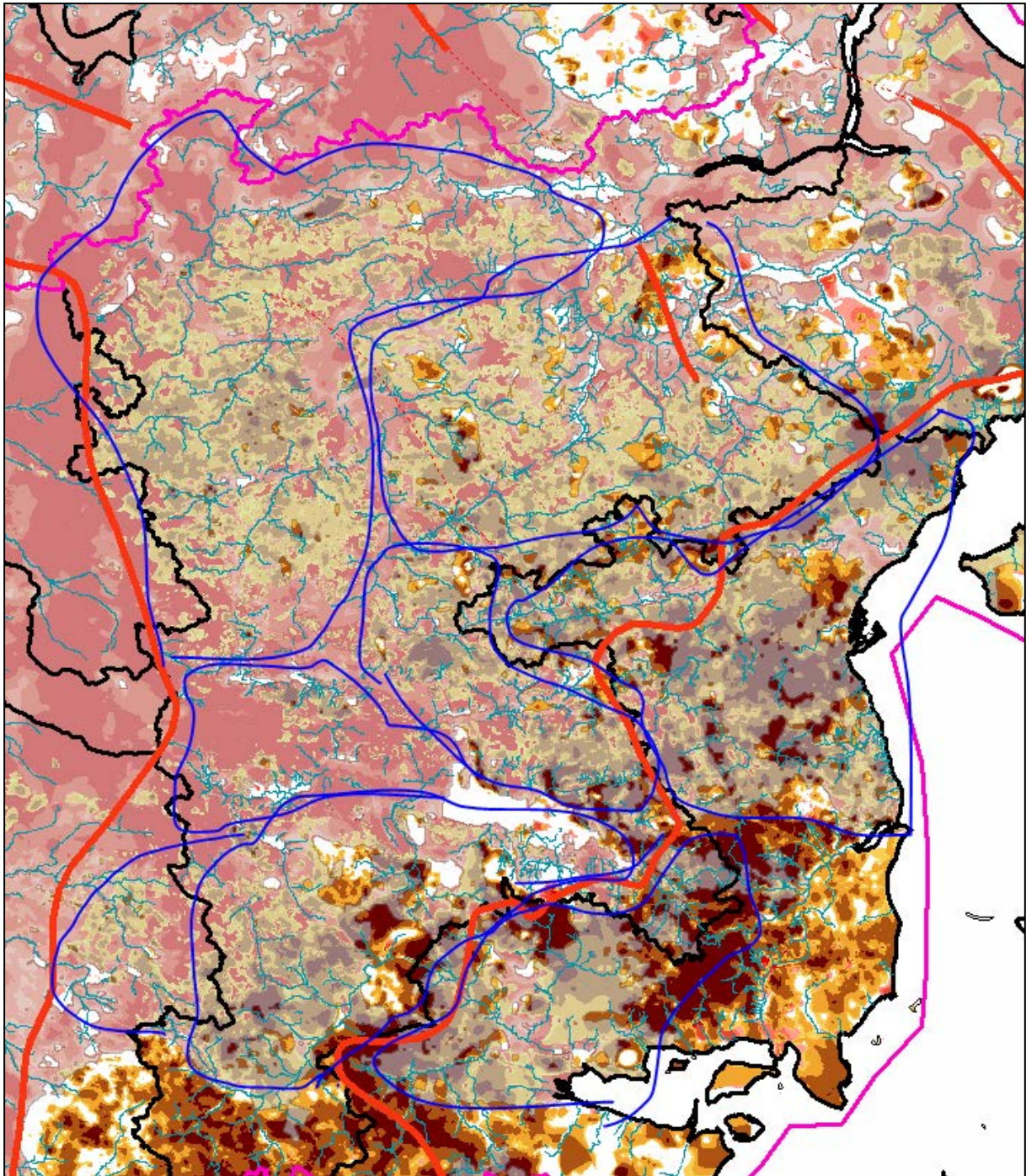
- Vest for hovedopholdslinjen er opdelingen styret af landsskabelementer, typisk bakkeøer og områder mellem bakkeøer.
- Vest og nord for hovedopholdslinjen er opdelingen styret af magasin tykkelse, dæklagstykkelse (eller tykkelse af ler i dæklaget), israndslinjer og kystoplandsgrænser



Figur F-4 Magasintykkelse og udbredelse af "dkm_1943_ks4" (venstre), endelig opdeling i grundvandsforekomster (højre). Kystvandomplande vist med sorte streger



Figur F-5 Approximativ afgrænsning efter geomorfologi (bakkeøer). DK-model grænser vist med pink- og kystvandoplande vist med sorte streger

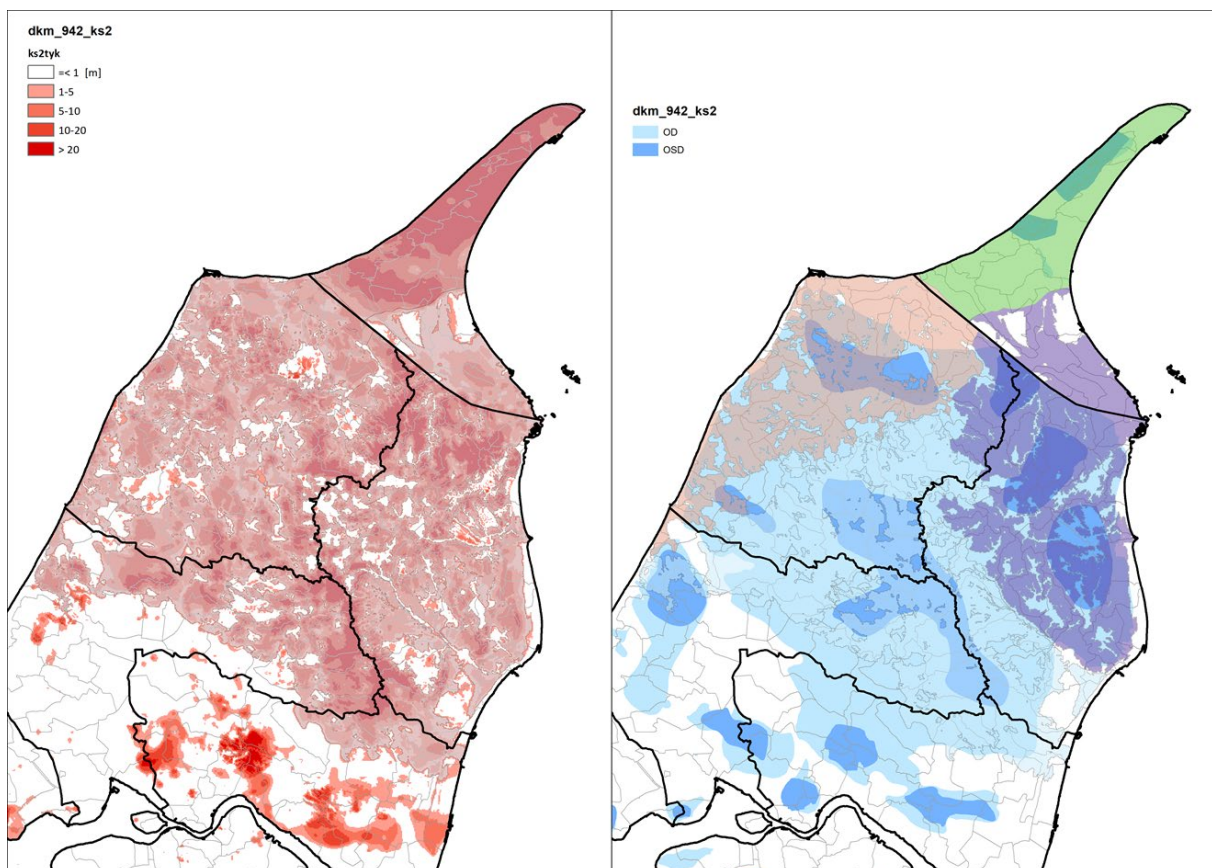


Figur F-6 Afgrænsning af magasinet er approksimeret efter dæklagstykkelser, kystvandsoplande og israndlinjer. DK-model grænser er vist med pink- og kystvandsoplande med sorte- og israndlinjer med røde streger

Eksempel på opdeling af magasin "dkm_942_ks2" styret af kystoplande, magasintykkelse og OSD afgrænsninger

Magasinlaget ligger i DK-modellens ks2, som typisk repræsenterer et terrænnært kvartært sand og grus magasin. Magasinet er beliggende i Nordjylland, og har i store dele af området umiddelbar kontakt med terræn (Figur F-7). Det samlede magasin areal er 1.669 km², og magasinet er opdelt i fire grundvandsforekomster. Opdelingen er foregået efter følgende principper:

- Overordnet styres opdelingen af kystoplandsgrænserne, men skæringen følger ikke grænserne præcist, men er placeret i magasinets tyndeste dele
- Opdelingen styres med det mål at de fleste tilfælde at OSD områder ikke opdeles på flere grundvandsforekomster

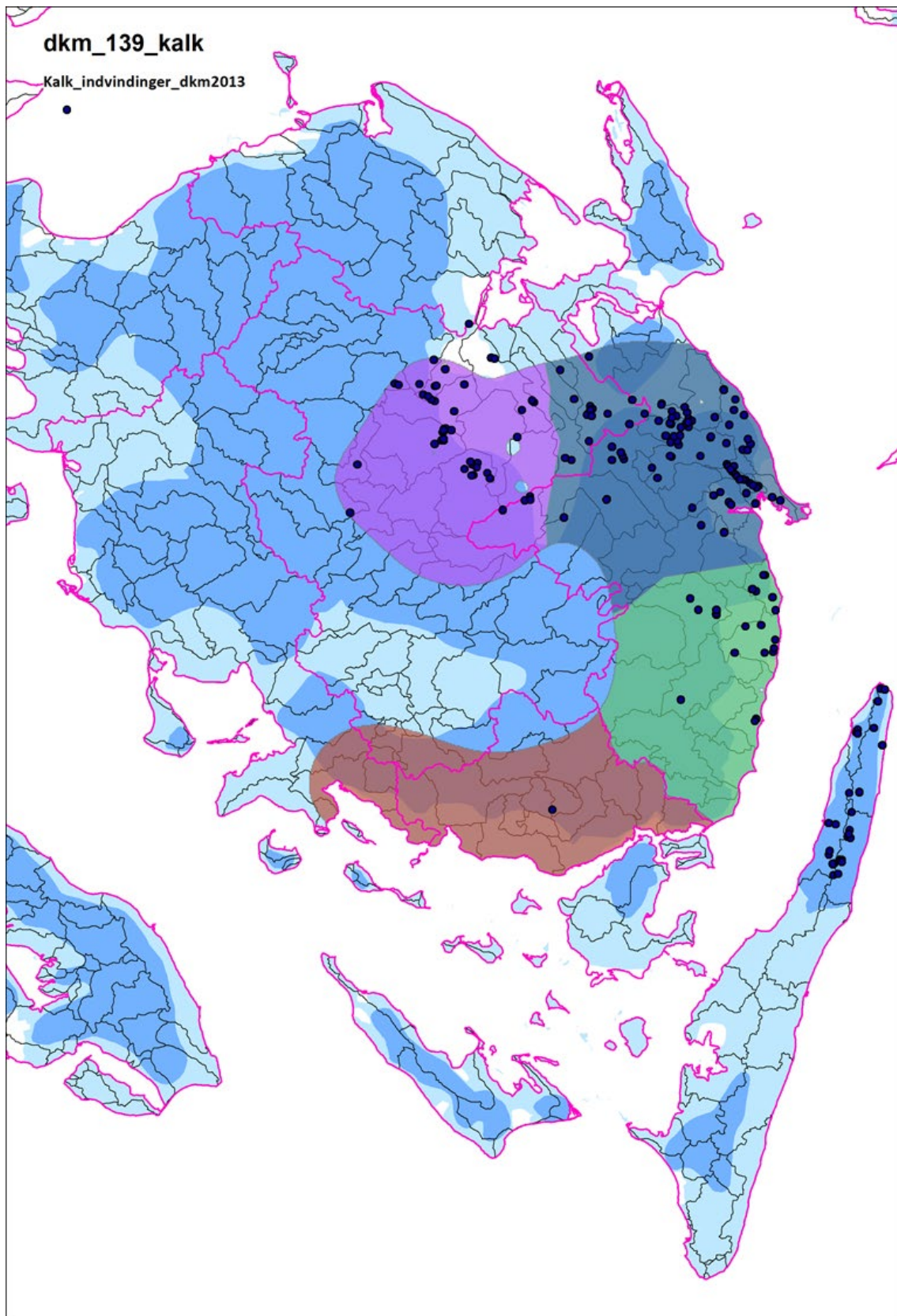


Figur F-7 Magasintykkelse "dkm_942_ks2" og udbredelse (venstre). Opdeling og OSD områder (højre). Kystvandoplande vist med sorte streger

Eksempel på opdeling af magasin "dkm_139_kalk" styret af indvindingsfordeling og hydrogeologi

Magasinlaget ligger i DK-modellen laget "kalk", som er det nederste lag i modellen og repræsenterer kalk og kridt formationerne. Laget er i DK-modellen repræsenteret som et lag med fast tykkelse og distribueret transmissivitet. Magasin eksemplet ligger på Fyn og udgør de vandførende dele af prækvartæret. Det samlede magasinareal er 1.062 km², og magasinet er opdelt i fire grundvandsforekomster. Opdelingen er foregået efter følgende principper (se Figur F-8):

- Opdelingen er styret efter kystvandsoplandsgrænserne, i enkelte tilfælde direkte, men ved ignorerung af underordnede afskæringer, fx den sydlige grænsedragning
- Placering af indvindingsindtag kan påvirke placeringen af grænsedragningen, fx langs den nordlige rand hvor kystoplandet går midt igennem et område med mange indvindingsindtag, og grænsedragningen derfor er flyttet mod vest til et område med større afstand mellem indvindingsindtagene for ikke at opdele de enkelte grupper af indvindingsindtag.
- Enkelte større kystvandoplande er opdelt yderligere for at adskille større indvindingsstrukturer, fx ved den østlige grænsedragning, hvor kystoplandet er opdelt i to grundvandsforekomster
- Endelig er opdelingen yderligere styret af specifik viden om forskelle i hydrogeologi indenfor det samme DK-modellag, fx forskel mellem magasinbjergarter (Danien kalk, Bryzokalk, Kridt) – typisk ses dette område syd for Limfjorden og Djursland og for store dele af Sjælland, samt for Bornholm (fx Robbedale, kalksten og skifre)



Figur f-8 OSD-områder, indvindingsindtags placering og opdelte grundvandsforekomster i magasin "dkm_139_kalk". Kystvandoplandse vist med pink streger