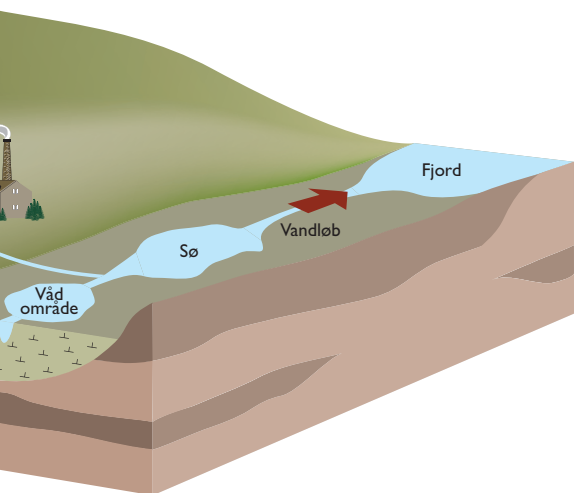


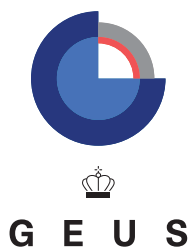
National Kvælstofmodel

Kvælstofpåvirkning af grundvand

Lars Trolborg, Christen Duus Børgesen,
Hans Thodsen og Peter van der Keur



DANMARK OG GRØNLAND



ISBN : 978-87-7871-457-2 (print)
ISBN : 978-87-7871-458-9 (online)

Tilgængelig via:

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10, 1350 København K
Tlf.: 38 14 20 00. Fax: 38 14 20 50
E-mail: geus@geus.dk
Web: www.geus.dk

Denne rapport er også tilgængelig online via:

http://www.geus.dk/DK/water-soil/water-cycle/Sider/national_kvaelstofmodel-dk.aspx

© De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, 2016

Indholdsfortegnelse

1. Forord	3
2. Sammenfatning	4
3. Indledning	7
4. Model udvikling	8
N-Udvaskning fra rodzonen	11
Magasiner og grundvandsforekomster	16
Beregning af kvælstoftransport og omsætning i grundvandet	18
5. Scenarie data	22
Udvasknings scenarie data	22
Inddragelse af baseline og Fødevarer og Landbrugspakke effekter	25
Modelscenarier for fremtidig N udvaskning fra rodzonen	26
6. Metodik for belastningsopgørelser	29
Opgørelse af magasinkompensationsbehov	29
Opgørelse af magasinkompensationsbehov ift. differencebetragtninger	29
Opgørelse af magasinkompensationsbehov ift. grænseværdibetragtninger	29
Opgørelse af magasinkompensationsbehov ift. difference over grænseværdi	30
Volumen betragtninger	31
Kobling af magasin kompensationsbehov med ID15 indsatsbehov	32
Summeret indsatsbehov	32
Lige fordelt indsatsbehov	33
Loft over lige fordelte indsats opgørelser	34
7. Præsentation af resultater	35
8. Model usikkerheder	45
9. Referencer	47
10. Bilag	48
Bilag 1: Database udvikling til data udtræk og analyse	48
Bilag 2: Indholdsbeskrivelse af rapportens datafil	51
Bilag 3: Beskrivelse af delementer i korttids scenarier	65
Bilag 4: Figurer med fordeling af baseline- og Fødevarer og Landbrugspakke elementer	70
Bilag 5: Partikel information	75

1. Forord

I denne rapport afrapporteres resultaterne af et projekt igangsat af Naturstyrelsen (nu Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning) for at levere et fagligt grundlag til belysning af konsekvenser af Aftale om Fødevarer- og landbrugspakken (Miljø- og Fødevarerministeriet 2016) på udviklingen i grundvandskvaliteten i forhold til nitrat opgjort på både på kort og langt sigt. Rapporten er således udarbejdet på baggrund af de rammer, som blev politisk fastlagt med Fødevarer- og landbrugspakken. Rapporten er en teknisk rapport, der giver et datagrundlag for videre studier af ændrede dyrkningsbetingelses betydning for påvirkningen af grundvandet. Ændringerne i grundvandskvaliteten skal bl.a. ses i relation til Danmarks forpligtelse i forhold til EU's Vandrammedirektiv (Europa-Parlamentet og Rådets direktiv 2000/60/EØF).

Metoden til vurderingen af ændringerne i nitratindholdet i grundvandet bygger på scenarieberegninger med forskellig udvikling i kvælstofgødskning, udvikling i det dyrkede areal, effekter af baselineelementer, der er relevante for grundvandet (effekter af udtagning af landbrugsareal, øgede udbytter, øget brug af energiafgrøder, miljøgodkendelser, øget bioforgasning af husdyrgødning, øgede økologiske arealer, reduceret kvælstofdeposition, øgede arealer med slæt frem for afgræsning) jvf. revurdering af baseline (Jensen et al., 2016), samt indførelse af nye planlagte virkemidler og lempelser med FLP. De nye virkemidler omfatter i forhold til grundvand dels ophævelse af muligheden for at anvende MFO-brak, MFO-lavskov og MFO-randzoner til opfyldelse af det nationale efterafgrødekrav, dels øget tilskud til privat skovrejsning. Lempelserne omfatter i forhold til grundvand den gradvise udfasning af de reducerede gødningsnormer samt justeringer af forbud mod jordbearbejdning.

Projektet er organiseret med en styregruppe og en projektgruppe.

Styregruppe:

Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning (SVANA): Mads Leth-Petersen (styregruppeformand), Sara W. Guldager og Rasmus Moes

Miljø- og Fødevarerministeriets departement: Christian Vind og Emil Skøtt Dalsgaard

GEUS: Bjørn Kaare Jensen og Heidi Barlebo Christiansen

Projektgruppe:

GEUS: Lars Troldborg (projektleder), Lærke Thorling, Birgitte Hansen & Peter van der Keur

DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus universitet: Hans Thodsen

DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet: Christen Duus Børgesen

Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning: Nicolai Stenbæk Bentsen, Rasmus Moes, Lisbeth Wiggers, Dirk-Ingmar Müller-Wohlfeil og Philip Grinder Pedersen

Miljøstyrelsen: Klaus Schiøtt Kristensen

NaturErhvervstyrelsen: Charlotte Bruun Petersen

Rapporten og modelberegningerne er alene udarbejdet af medarbejdere fra GEUS, DCE og DCA.

2. Sammenfatning

GEUS og Aarhus Universitet (DCE og DCA) har udviklet en metode til at opgøre effekten af Fødevarer og landbrugspakken og baselineelementer for nitratbelastningen af grundvandet for hver af de 402 grundvandsforekomster og 2711 grundvandsmagasiner. Forekomster er afgrænset i forbindelse med seneste opdatering af grundvandsforekomsterne (Troldborg et al. 2014). En forekomst består af et eller flere grundvandsmagasiner. Den Nationale Kvælstofmodel (Højberg et al., 2015) er i projektet videreudviklet fra, at fokuserer på at simulere og kvantitativt opgøre vandtransport og kvælstoftransport til primært overfladevand (vandløb, søer og have), til også at fokusere og kvantitativt opgøre vandtransport og kvælstoftransport til alle kortlagte grundvandsmagasiner og grundvandsforekomster.

Den Nationale Kvælstofmodel er opbygget af tre eksisterende modelsystemer (1) NLES4, der er en empirisk baseret model til beregning af årlig N-udvaskning fra rodzonen for dyrkede arealer; (2) DK-modellen, der er den Nationale Vandressource Model, som beskriver vandstrømninger og kvælstofomsætning i grundvandszonen; (3) Overfladevandsmodeller, der er statistiske modeller til beregning af kvælstofretentionen i hhv. vandløb, søer og etablerede vådområder. I nærværende beregninger anvendes kun modelkomponenterne: (1) og (2) da kvælstofomsætning i overfladevandssystemet (3) ikke forventes at have feedback til grundvandsbelastningen.

Effekten for grundvandet af Fødevarer- og landbrugspakken (FLP) og de grundvandsrelevante baselineelementer er beregnet gennem opstilling af en række scenarier for udviklinger i fremtidig gødsning med handelsgødning til landbrugsarealer. I alt er der opstillet 8 scenarier, som indeholder forskellige kombinationer af dels tiltag i FLP, som øger kvælstoftilførslen til landbrugsarealer, dels kompenserende virkemidler i FLP, som begrænser kvælstoftilførslen til jordoverfladen, og endelig grundvandsrelevante baselineelementer, som ligeledes betyder ændringer i udvaskningen fra landbrugsarealer og andre arealer (byer, skove, naturarealer).

De tiltag i FLP, som øger kvælstoftilførslen til landbrugsarealer, er dels ophævelsen af de reducerede gødskningsnormer og dels justering af forbud mod jordbearbejdning. Det er politisk besluttet gradvist at indfase ophævelsen af de reducerede N-gødskningsnormer med 2/3 i 2016 og med 100 pct. fra og med 2017. De kompenserende virkemidler i FLP, som har effekt på grundvandet, er dels ophævelse af mulighed for at anvende MiljøFokusOmråder (MFO)-virkemidler til opfyldelse af de generelle kollektive efterafgrødekrav og dels tilskud til privat skovrejsning. De baselineelementer anvendt i FLP, som har effekt på grundvand, er: teknisk justering/udtagning af landbrugsareal, øgede udbytter, øget brug af energiafgrøder, miljøgodkendelser, øget bioforgasning af husdyrgødning, øgede økologiske arealer, reduceret kvælstofdeposition samt større andel af græsmarker med høst ved slæt fremfor ved afgræsning.

Effekten af FLP og grundvandsrelevante baselineelementer for nitratpåvirkningen af grundvandet, beregnes ud fra differencen i kvælstoftilførslen til grundvandet mellem et valgt udviklingsscenarie og et valgt referencescenarie. I alt er der opstillet to referencescenarier (scenarie 0 og scenarie 1) og seks udviklingsscenarier (scenarie 2-7). Der er gennemført beregninger af alle kombinationer af de to referencescenarier og de seks udviklingsscenarier, som fremgår af det til rapporten tilhørende datamateriale. I rapporten præsenteres dog alene resultaterne af henholdsvis differencen mellem scenarie 4 og scenarie 0 samt differencen mellem scenarie 4 og scenarie 1. Scenarie 0 er et referencescenarie, hvor gødningsanvendelsen i 2011 og arealanvendelsen i 2012 fastholdes i årene fremover. Scenarie 1 indregner desuden en gradvis indfasning af baselineelementerne herunder reduktion i det dyrkede areal, mens scenarie

4 indregner en gradvis indfasning af baselineelementerne såvel som alle tiltag i FLP med stigning i N gødsning. Scenarierne er nærmere beskrevet i kapitel 5.

Beregning af kompensationsbehov og indsatsbehov

Der er opgjort tidlig udvikling i nitratbelastning til - og kompensationsbehov for alle 2711 magasiner og 402 grundvandsforekomster. Kompensationsbehov afspejler, hvor meget nitratbelastningen skal reduceres nede i undergrunden, f.eks. for at kompensere for en evt. merudvaskning fra rodzonen. For de grundvandsmagasiner/-forekomster, hvor der er beregnet et kompensationsbehov, er der også beregnet et indsatsbehov. Dette indsatsbehov angiver, hvor meget udvaskningen skal reduceres fra markernes rodzone for at imødegå kompensationsbehovet i undergrunden. Indsatsbehov er opgjort på ID15 oplandsniveau, hvor ID15-oplandene er topografisk afgrænsede oplande med et gennemsnits areal på omkring 1500 ha. Der er i alt ca. 3200 ID15-oplande i Danmark.

Kompensationsbehovet for magasiner og grundvandsforekomster er opgjort efter tre forskellige metoder: (A) differensbetragtning, som er den langsigtede forskel i belastning mellem referencescenariet og de enkelte udviklingsscenarier; (B) grænseværdibetragtning, som er den langsigtede forskel mellem et scenarie og en given grænseværdi for grundvandet; (C) differens over grænseværdi, som er den kortsigtede forskel mellem et referencescenarie og et udviklingsscenarie, hvor kun den del af scenariepåvirkningerne, som ligger over en given grænseværdi, indgår i kompensationsbehov for på kortsigt at undgå en merforringelse i forhold til både situationen uden FLP samt denne grænseværdi. Herudover gennemføres en række volumenbetragtninger. Her korrigeres kompensationsbehovet afhængigt af om volumen af den oxiderede del af magasinet/forekomsten, udgør en større andel af volumen af det samlede magasin/forekomst. I volumenbetragtningerne er der anvendt tærskelværdier for andelen af oxideret volumen på 0 % (ingen volumenafskæring), 10 % og 20 %.

ID15 indsatsbehovet (hvor meget rodzoneudvaskningen på ID15 niveau skal reduceres for at nå et givet kompensationsbehov) opgøres som (I) et summeret indsatsbehov, hvor der for hvert ID15 opland adderes kompensationsbehovsandele for alle magasiner/forekomster, der modtager belastning herfra, dvs. kompensationsbehovet beregnes baglæns op til landbrugsarealerne der bidrager med udvaskningen; (II) et indsatsbehov der er lige fordelt på alle marker indenfor et ID15 opland, og hvor indsatsbehovet er justeret, efter hvor stor en andel af udvaskningen der når et magasin/forekomst og derved medfører et kompensationsbehov.

Opgørelsen af det lige fordelte indsatsbehov (II) kan i visse tilfælde føre til, at indsatsbehovet bliver større end den modellerede merudvaskning opgjort for ID15-oplandet. Derfor gennemføres der også beregninger af det lige fordelte indsatsbehov, hvor der lægges et loft ind i beregningerne, så indsatsbehovet i et ID15-opland maksimalt kan svare til merudvaskningen fra rodzonen beregnet ud fra de valgte reference- og udviklingsscenarier. Metodikken for beregning af kompensations- og indsatsbehov er nærmere beskrevet i kapitel 6.

Resultater

I det følgende præsenteres resultater for merudvaskningen i 2016, 2017 og 2018 og de dertil hørende kortsigtede indsatsbehov og kompensationsbehov. Resultaterne bygger på opgørelsesmetode "C"- differens over grænseværdi, hvor der anvendes en grænseværdi på 50 mg nitrat per liter og desuden et afskæringskriterium på 20 pct. af forekomstens volumen. Afskæringskriteriet følger af EU-vejledning. Indsatsbehovet er beregnet med anvendelse af lige fordeling af indsats indenfor ID15-oplandet både med og uden anvendelse af loft. Der præsenteres resultater for henholdsvis differencen mellem scenarie 4 og scenarie 0 og mellem scenarie 4 og scenarie 1.

Scenarieanalyserne har vist, at for fuld implementering af FLP med de grundvandsrelevante baselinelementer (scenarie 4) sammenlignet med scenarie 0, hvor udvaskningen for året 2012 fastholdes i alle årene, øges udvaskningen ud af rodzonen med ca. 2 tusind ton N i 2016 stigende til ca. 4 tusind ton N i 2018. Anvendes et afskæringskriterium på 20 pct. af volumen viser modelberegningerne et samlet kompensationsbehov til undgåelse af merforringelse på grundvandsforekomstniveau i 2016, 2017 og 2018 på hhv. 0,3 tusind ton N, 0,8 tusind ton N og 0,6 tusind ton N. Det tilsvarende lige fordelte indsatsbehov indenfor ID15-oplandet i forhold til reduktionen af udvaskning ud af rodzonen er opgjort til hhv. 1,3 tusind ton N, 3,1 tusind ton N og 2,5 tusind ton N for de tre år. Indsatsbehovet er større end kompensationsbehovet, da der i ID15-oplandene ikke sker en målretning mod de områder, der bidrager mest til merbelastningen. Der er i opgørelsen også gennemført opgørelser med "loft", hvor kompensationsbehovet er reduceret, hvis det overstiger merbelastningen i oplandet. Disse beregninger viser indsatsbehov i 2016, 2017 og 2018 på hhv. 0,8 tusind ton N, 2,1 tusind ton N og 1,6 tusind ton N.

Sammenligning af en udvikling i årene 2016 til 2018 med og uden FLP viser en modelberegnet merudvaskning fra rodzonen på ca. 7 tusind ton i 2016 stigende til ca. 12 tusind ton i 2018. Det tilsvarende kompensationsbehov for grundvandsforekomster er ca. 1,2 tusind ton i 2016 stigende til 1,9 tusind ton i 2018. Det opgjorte indsatsbehov for 2016, 2017 og 2018 udgør hhv. 4,4 tusind ton, 7,0 tusind ton og 7,2 tusind ton i henholdsvis 2016, 2017 og 2018. Opgjort "med loft" reduceres dette til hhv. 3,2 tusind ton N, 5,2 tusind ton N og 5,3 tusind ton N for de samme tre år.

3. Indledning

I denne rapport opgøres den geografiske og tidslige udvikling i N-belastning til hver af de 402 grundvandsforekomster og til hvert af de 2711 grundvandsmagasiner, som er afgrænset i forbindelse med den seneste revision af grundvandsforekomster. Nitratkoncentrationen i vandet, der udvaskes fra jordoverfladen til grundvandet, er beregnet for en række scenarier for kvælstoftilførslen til jordoverfladen. Effekten af Aftale om Fødevarer- og Landbrugspakken (FLP) med en gradvis udfasning af de reducerede kvælstofnormer og justering af forbud mod jordbearbejdning i efteråret, ændringer i det dyrkede areal (teknisk justering) og en forventet udvikling i baselineelementerne (udvikling i det økologiske areal, reduceret kvælstofdeposition, udvikling i udlæg af energiafgrøder, slæt i stedet for afgræsning, stigning i afgrødeudbytter, effekt af bioforgasning af husdyrgødning, flere miljøgodkendelser af husdyrbrug), kompenserende virkemidler (ophævelse af mulighed for at anvende MiljøFokusOmråder (MFO) virkemidler til opfyldelse af nationale efterafgrødekrav og tilskud til privat skovrejsning) indgår i de gennemførte scenarieberegninger. Scenarierne anvendes både til at se konsekvenser af de enkelte ændringer og se de summerede effekter af forskellige antagelser om udviklingen. Som en del af denne opgave er den Nationale Kvælstofmodel (Højberg et al., 2015) videreudviklet, således at modellen er i stand til at foretage beregninger af kvælstoftransport og omsætning fra rodzonen til grundvandsmagasiner og -forekomster.

Rapporten beskriver udviklingen af modelkomplekset og datagrundlaget, der er anvendt i vurdering af påvirkningen af grundvandsforekomster, og viser beregninger af kompensations- og indsatsbehov for en række forskellige scenarier for udvikling i kvælstofbelastning. Det ligger uden for denne opgave at vurdere validiteten af de enkelte scenarier og scenarie sammenstillinger. Vedlagt rapporten er en datafil med alle hovedresultaterne af scenarieberegningerne, mens selve rapporten primært indeholder resultater fra sammenligning af et scenarie med fuld implementering af FLP, mod et scenarie hvor udvaskningsniveauet fra 2012 fastholdes i årene fremover. Valget af de præsenterede scenarier afspejler hovedformålet med opgavens opdrag, nemlig at bidrage til rumlig og tidslig kvantificering dels af belastningen af grundvandet siden 2012 ved indførelse af Fødevarer og Landbrugspakken og dels af det kortsigtede ekstra indsatsbehov for at undgå merforringelse af grundvandet i forhold til status for året 2012.

Der har i opgaveløsningen været en betydelig arbejdsindsats i forbindelse med at omsætte scenariebeskrivelser til korrektion af vand og udvasknings data. Vi betragter rapporten som en teknisk rapport hvor vi har stræbt mod at være præcise med beskrivelse, specielt af hvad de enkelte scenarier og scenarie sammenligninger indeholder, men anerkender, at dette går noget ud over læsevenligheden.

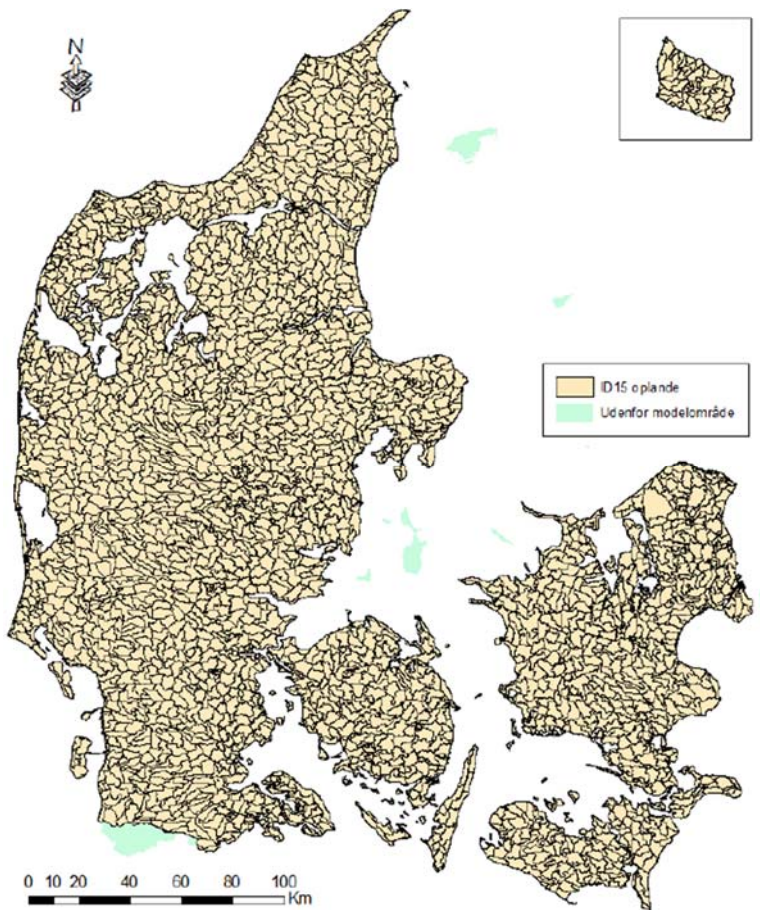
4. Model udvikling

Vurderingen af kvælstofpåvirkningen af grundvandsforekomster og magasiner bygger på en videreudvikling af den nylig udviklede kvælstofmodel (Højberg et al., 2015), der beskriver kvælstof (N) udvaskningen fra rodzonen samt transport og omsætning frem til de marine områder. Kvælstofmodellen er opbygget på basis af tre eksisterende modelsystemer (1) NLES4, der er en statistisk/empirisk baseret model til beregning af årlig N-udvaskningen for rodzonen for dyrkede arealer; (2) DK-model, der er den nationale vandressourcemodel, som beskriver vandstrømningerne i grundvandszonen; (3) Overfladevandsmodeller, der er statistiske modeller til beregning af kvælstofretentionen i hhv. vandløb, søer og etablerede vådområder. Modellen er beskrevet i Højberg et al. (2015), og kun centrale dele relevante for nærværende rapport bliver kort beskrevet. Dette inkluderer det samlede (koblede) model system samt udvaskningsdelen (udviklet af DCA) og grundvands / DK-model (udviklet af GEUS).

Kvælstofmodel

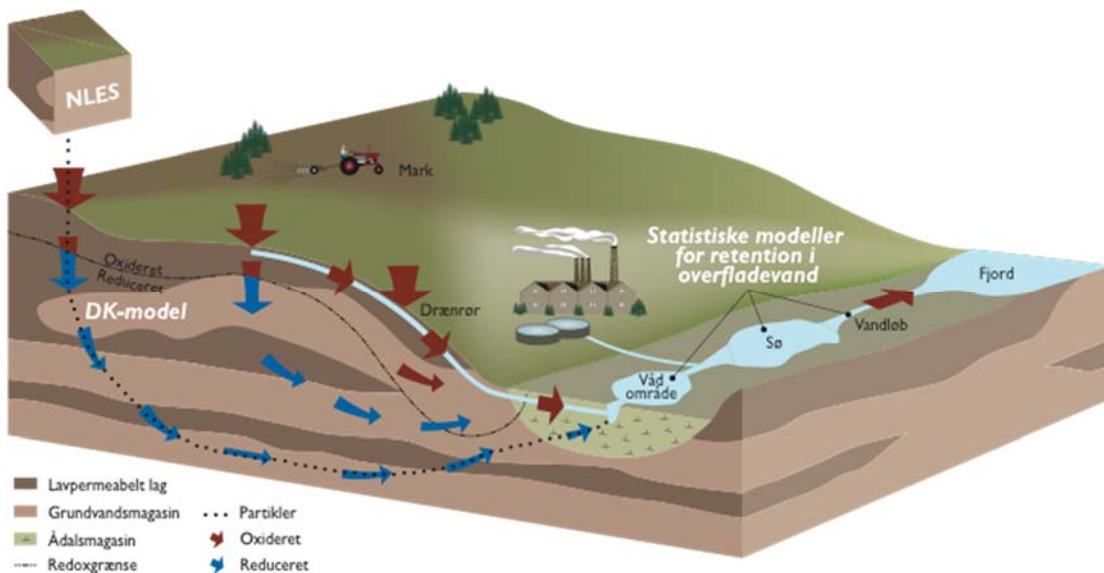
Oprindeligt blev kvælstofmodellen udviklet i et samarbejde mellem GEUS og Aarhus Universitet (DCE, DCA), og etableret ved kobling af eksisterende og nyudviklede delmodeller, der beskriver transport og omsætning af kvælstof i hhv. rodzonen, grundvandet og overfladevandet (Højberg et al. 2015). Modeludviklingen samt den efterfølgende kalibrering og test af modellen var baseret på målinger af vandføringer og kvælstofkoncentrationer ved vandløbsmålestationer, der tilsammen gav den samlede kvælstoftransport i vandløbene. I projektet var der anvendt data for kvælstoftransport i vandløb fra 344 målestationer fra det nationale overvågningsprogram for vandmiljø og natur (NOVANA), suppleret med data indsamlet af de tidligere amter for at opnå en bedre rumlig dækning. Modellen var udviklet til at kunne beregne månedlige kvælstofbelastninger til kystoplande for perioden 1990 – 2010. Foruden beregning af belastninger skulle modellen anvendes til beregning af retentionen for hhv. grundvand, overfladevand og den samlede retention fra rodzonen til kysten.

Kvælstofmodellens rumlige opløsning er på ID15-niveau (hydrologiske oplande med en middelstørrelse på ca. 15 km²), som den mindste skala, hvorfra der eksisterer data af god kvalitet for kvælstoftransporten i vandløb fra dyrkede oplande. Samlet set er der afgrænset 3135 ID15 oplande (Figur 1).



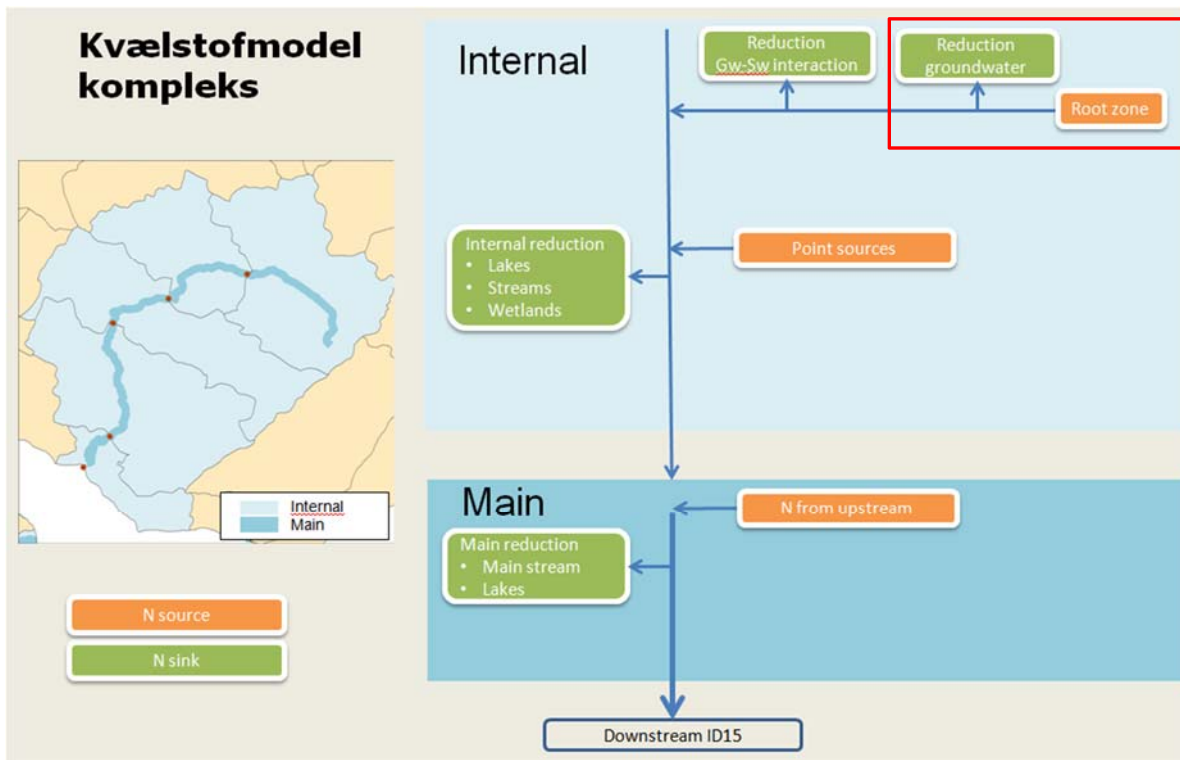
Figur 1 Geografiske fordeling af ID15 oplande (Højberg et al., 2015)

Transporten af kvælstof i grundvandszonen beregnes med DK-modellen vha. partikelbanesimulering. Denne metode giver mulighed for at beskrive vandets, og dermed kvælstoffets, transportvej gennem undergrunden fra rodzonen til overfladevandet og registrere, om kvælstoffet når under redoxgrænsen under transporten og derved fjernes. I overfladevandet sker der både en ekstra tilførsel af kvælstof fra punktkilder, atmosfærisk deposition og tilførsel af organiske kvælstofforbindelser, samt en retention af kvælstof ved sedimentering eller omsætning ved denitrifikation. Retentionen i overfladevandet beregnes med statistiske modeller for hhv. vandløb, søer og etablerede vådområder. En grafisk fremstilling af de dominerende processer repræsenteret i kvælstofmodellen vises i Figur 2.



Figur 2 Illustration af sammenhæng mellem de tre modelsystemer, der indgår i den samlede Nationale Kvælstofmodel (modificeret fra Thorling et al., 2015)

Den oprindelige kvælstofmodel var udviklet til at belyse den samlede omsætning af kvælstof fra udbringning til kyst, men det var ikke muligt at opgøre omsætningen fra overflade til de enkelte magasiner. Samtidigt var den oprindelige kvælstofmodel ikke udviklet til at kunne afvikle kørsler med klimanormaliseret N-udvaskning, hvilket vanskeliggjorde afvikling af scenarier for udvikling i kvælstofbelastning. Derfor har det været nødvendigt at videreudvikle kvælstofmodellen. Videreudviklingen har dels bestået i at indarbejde viden om 3D magasinafgrænsning fra den seneste revision af grundvandsforekomster, dels at udvikle klimanormaliserede scenarier for tidlig udvikling af kvælstofudvaskning fra rodzonen samt at udvikle en metodik for magasinbelastningsopgørelse og ID15 indsatsopgørelse (metode udvikling/data behandling). Figur 3 belyser skematisk kilder (N source) og fjernelse (N sink) af nitrat i det oprindelige kvælstofmodel kompleks, og markeret med rød boks er de elementer, som er omfattet af motorudviklingen, dvs. 'Reduction Groundwater' som omfatter transport og omsætning af kvælstof i grundvandet med fokus på belastning til magasinerne og grundvandsforekomster og 'Root zone' som omfatter udvaskning fra rodzonen. I det følgende beskrives kort principperne for beregning af N-udvaskning fra rodzonen, magasiner og redox forhold, samt kvælstoftransport og -omsætning. Beskrivelse af metodik for opgørelser af magasinbelastning og ID15 indsatsopgørelser er beskrevet i kapitel 6. For en nærmere beskrivelse af kvælstofmodellen henvises til Højberg et al. (2015).



Figur 3 Kilder og sinks i N-model komplekset. I nærværende rapport (rød boks) fokuseres på udvaskningen fra rodzonen (Root zone boksen) til grundvandsmagasiner og -forekomster (Reduction groundwater boksen) på ID15 skala.

N-Udvaskning fra rodzonen

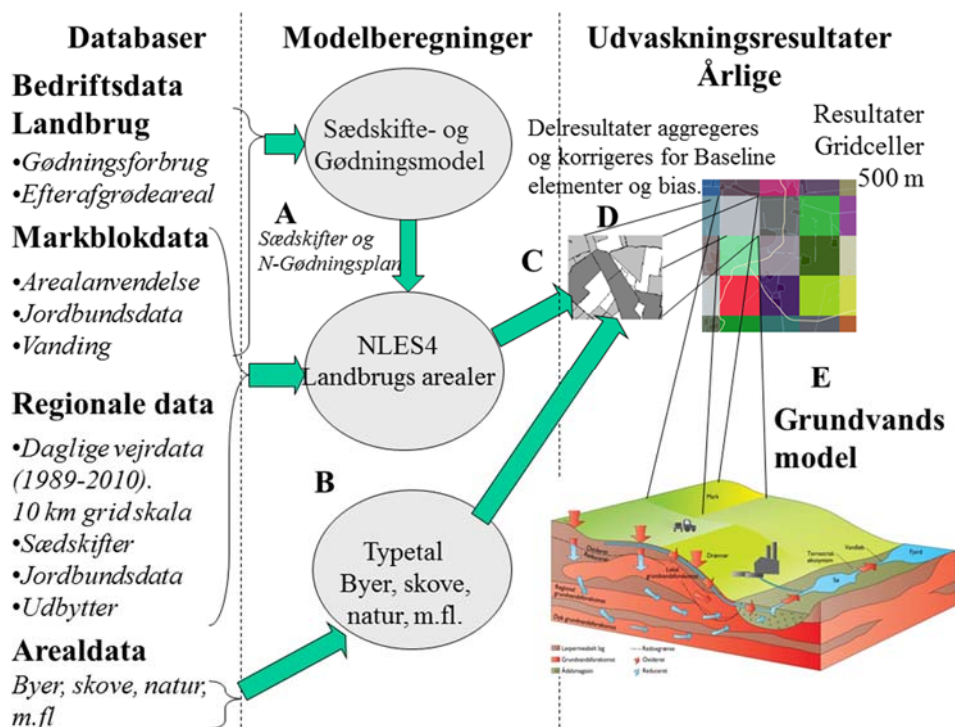
N-udvaskningen beregnes med den empiriske udvaskningsmodel NLES4, der er en statistisk empirisk udvaskningsmodel baseret på målte udvaskninger fra marker. Udvasningen er overvejende målt med sugeceller placeret i nedre del af rodzonen, som repræsenterer kvælstofudvaskningen fra den umættede rodzone. Modellen beregner en årlig N-udvaskning ud fra en række inputvariable, der omfatter tilførsel af handelsgødning og husdyrgødning, N fiksering, perkolation, jordtype samt jordens indhold af humus og ler. Desuden indgår en beskrivelse af sædskiftet i forhold til forfrugt, høstet afgrøde og afgrødedække om efteråret og vinteren. NLES4-modellen er baseret på 1467 observationer af udvaskningen for forskellige afgrøder, jordtyper, klimaforhold og N-gødskningsniveauer.

NLES4-modellen (Kristensen et al., 2008) er kalibreret til at beregne kvælstofudvaskning ud fra de inputdata modellen er opstillet på og er derfor velegnet til at estimere udvaskningen for den landbrugspraksis, der er gengivet i inputdataene. Hvis der sker ændringer i landbrugspraksis, der ikke er beskrevet i modellens inputdata, vil modellen ikke være i stand til at gengive disse elementer. Udvasningsmodellen er derfor blevet opdateret løbende for at afspejle den aktuelle landbrugspraksis, typisk i forbindelse med evalueringer af vandmiljøplaner.

Modellen anvender inputdata for N-gødsning, sædskifte og jordtypefordeling samt en modelberegnet vandbalance (månedlig afstrømning fra rodzonen). Vandbalanceberegningerne er baseret på klimadata (nedbør, temperatur og globalstråling) målt i perioden 1989-2012. Afstrømningen er modelberegnet med Daisy-modellen, som beskrevet i Børgesen et al. (2013). Afstrømningen i Daisy er kalibreret mod totalafstrømninger målt i vandløb ved justering af fordampningsparametre fra bar jord og for afgrøder.

Herved er der beregnet en sammenhæng mellem den modelberegnete afstrømning af vand fra rodzonen og en aktuell målt afstrømning korrigeret for vandindvindning i otte oplande. Resultaterne af kalibreringen af fordampning/afstrømning for de otte oplande er vist i Børgesen et al. (2013) (i Bilag BN4-1). De anvendte jordbundsdata, der indgår i vandbalance-modelberegningerne og NLES4 beregningerne er ligeledes beskrevet i Børgesen et al. (2013).

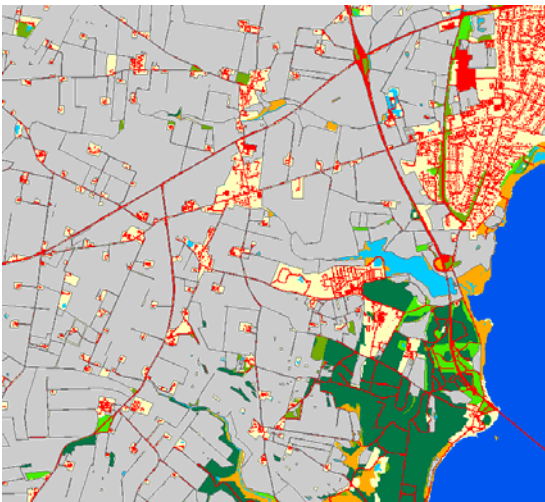
I Figur 4 er vist et diagram over den række af trin (A-E) der er anvendt i modelberegningen af udvaskningen fra rodzonen.



Figur 4 Principskitse for udvaskningsberegninger anvendt som input i grundvandsmodellen (modificeret fra Højberg et al., 2015)

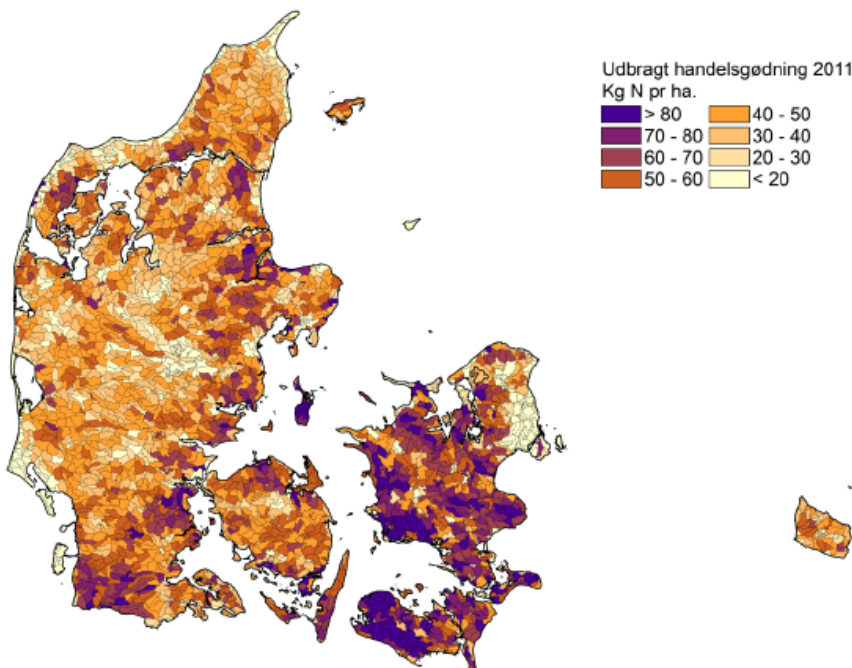
Udvasningsberegningerne benytter data fra landbrugsarealer for 2011. Disse er baseret på landsdækkende databaser og kortmateriale. Modelberegninger anvender to modeltyper: sædskifte/gødningsmodeller og NLES4 modelberegninger. Resultaterne fra marken er aggregeret til udvasningsresultater på 25 ha grid størrelse for Danmark undtagen mindre øer.

I trin A (Figur 4) opstilles sædskifter og gødningsplaner som grundlag for udvasningsberegningerne. Data omfatter året 2011 på markblokniveau (Figur 5), der er indhentet fra nationale landbrugsregistre. For scenarierne 2012-2021 anvendes 2011 data som ekstrapolationsgrundlag. Korrektioner af sædskifter, arealer og N gødskning for de enkelte scenarieberegninger er særskilt beskrevet i kapitel 5.

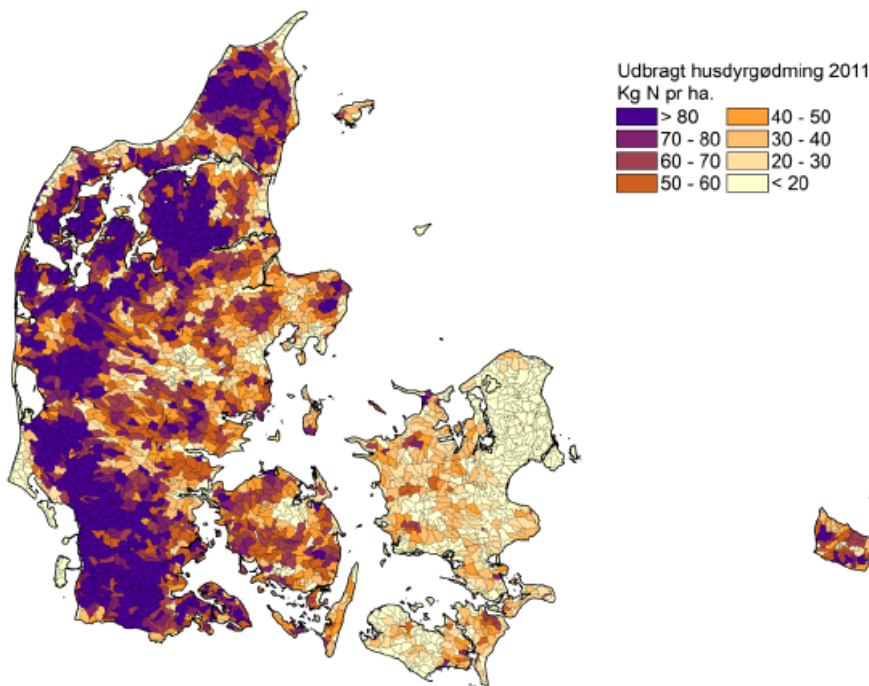


Figur 5 Eksempel på kortdata anvendt i modelberegningerne fra markblokke (grå), byer (gule), natur (lysegrøn), skove (mørkegrøn), veje/bebyggelse (mørkerød), ferskvand (lyseblå) og havet (mørkeblå)

Modelberegningerne er baseret på data fra de landsdækkende landbrugsregistre: det Generelle LandbrugsRegister (GLR) og gødningsregnskaber fra NaturErhvervsstyrelsen (NAER). Sædskifter og gødningsplaner er opstillet ud fra metoden beskrevet i Børgesen et al. (2009). De årlige totale N tilførsler med gødning til det dyrkede areal for 2011, er baseret på opgørelser fra Danmarks statistik, fra gødningsindberetningerne til Naturerhvervsstyrelsen. Husdyrgødningsmængderne udbragt på markerne er afstemt med landsopgørelsen af husdyrgødningsmængder produceret og udbragt på markerne jf. Børgesen et al., 2013. N-fiksering er modelberegnet ud fra årlige arealanvendelser og udbytter efter principperne givet i Børgesen et al. (2009).



Figur 6 Handelsgødningsforbrug i 2011 opgjort på ID15 skala. [kg N/ha] (Højberg et al., 2015)



Figur 7 Udbragt husdyrgødnings N i 2011 opgjort på ID15 skala. [kg N/ha] (Højberg et al., 2015)

Fordeling af husdyrgødning og handelsgødning mellem afgrøder og marker for bedrifterne er i modelberegningerne baseret på gennemsnitsbetragtninger for data fra Landovervågningsoplandene (LOOP). Den resulterende fordeling af husdyr og handelsgødning for 2011 er vist i Figur 6 og Figur 7.

Efterafgrøder har stor betydning for kvælstofudvaskningen og efterafgrødearealet var i 2011 på ca. 211.000 ha. Markerne hvor efterafgrøder udlægges, er ikke registreret på markniveau, men registreres sammen med gødningsregnskabet på bedriftsniveau. Det er antaget, at efterafgrøder er udlagt på marker, hvor der dyrkes korn /frøgræs, og hvor der er frøgræs/vårafgrøder i det efterfølgende år. For kvægbrug anvendes majsmarken til udlægning af efterafgrøder.

I **trin B** (Figur 4) for ikke-landbrugsarealer (bebyggelse, natur, veje m.m.) er anvendt typetal for udvaskningen jf. Tabel 1. Tabelværdierne er baseret på data fra litteraturen og antagelser anvendt i kvælstofmodellen. Bebyggelse og befæstede arealer indgår som punktkilder i kvælstofmodellen og skal derfor ikke indregnes som bidrag fra markerne. Den årlige kvælstofudvaskning fra tør og våd natur er generelt forholdsvis lav, ca. 2 kg N/ha (Christensen et al., 1990; Nielsen et al., 1999). På baggrund af N-min målinger fra kvadratnettet er middeludvaskningen fra eksisterende skov vurderet til ca. 5 kg N/ha per år (Blicher-Mathisen et al., 2007). For ny skov rejst på landbrugsjord kan udvaskningen være betydelig større, og er på langt sigt opgjort som gennemsnit til 12 kg N/ha per år (samme værdi som antaget for ikke-dyrkede landbrugsarealer). Denne større udvaskning kan skyldes at, det organiske kvælstofindhold i landbrugsjord er højere end i jorden med skov i en lang årrække. Dog kan der for lokale forhold forekomme en væsentlig højere kvælstofudvaskning på 15-40 kg N/ha i områder med høje husdyrtætheder og dermed høje kvælstofdepositioner. Vurderingen er dog, at 5 kg N/ha er det bedste gennemsnitlige estimat for etableret skov som antaget i Blicher-Mathisen et al. (2007).

Table 1 Standard værdier (typetal) for årlig udvaskningen fra ikke landbrugsarealer

Beskrivelse	Udvasknings standard værdier kg N/ha
Bebyggelse, befæstede areal veje.	0
Tør natur	2
Våd natur	2
Skov	5
Vand (søer, åer, fjorde)	0
Hav	0

I **trin C** (Figur 4) er der for hver delmark (jordtype opdelt) gennemført udvaskningsberegninger med NLES4. Der er anvendt data for typejorde i Danmark, som er typiske kombinationer af over- og underjordstyper. Der er i hver af fem geologiske regioner i Danmark opstillet 11-12 typejorde, som beskrevet i Børgesen et al. (2013). Skalaen for jordtypekortet er ca. 1:25.000. Skalaen af markblokke og marker er opgjort på en betydelig mindre skala. Anvendelse af jordtypekortet i modelberegningerne på både markkortet og markblokkortet er således i udgangspunktet forbundet med en væsentlig usikkerhed, da der er betydelig usikkerhed af jordtypefordelingen inden for marken. Aggregeres til større skala (grid skala (25 ha) eller ID15 (gennemsnitlig ca. 1500 ha) er usikkerheden, der kan henføres til jordtypefordelingen, aftagende.

I **trin D** (Figur 4) aggregeres alle resultaterne for både landbrugsarealer og ikke-landbrugsarealer til et gennemsnitlig års resultat for 500x500 m² gridceller svarende til 25 ha. Resultaterne på markblokniveau og ikke landbrugsarealer er aggregeret i forhold til arealandelen indenfor det enkelte grid. Der gennemføres desuden en korrektion for udvaskning fra marker, der ikke kan henføres til markblokke. Denne korrektion kan henføres til markblokke med forkert eller ingen angivelse af dets geografiske placering. Desuden korrigeres for baseline elementer og planlagte virkemidler med landbrugspakken. Disse korrektioner er vist i kapitel 5.

I **trin E** (Figur 4) er de aggregerede årlige gennemsnitlige resultater for gridcellerne overført til grundvandsmodellen og disse anvendes således i den videre transport til vandløb og grundvandsmagasiner.

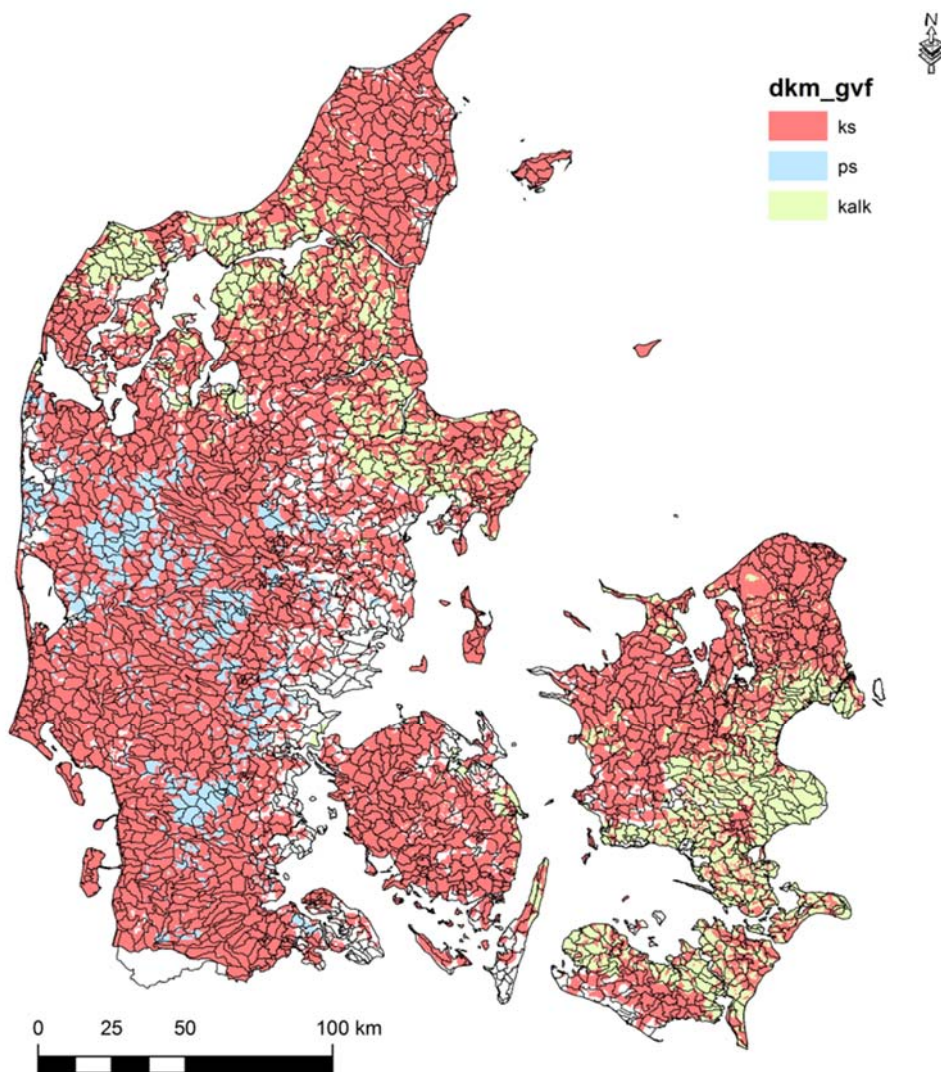
Magasiner og grundvandsforekomster

Troldborg et al. (2014) foretog en analyse for at afgrænse magasiner og grundvandsforekomster med udgangspunkt i hydrogeologien som anvendt i DK-modellen (DKM-geologi). Magasinerne blev afgrænset i fire niveauer for de Kvartære geologiske lag og fem niveauer for de Prækvartære geologiske lag for hele Danmark på nær Bornholm hvor opdelingen følger DK-modellens beregningslag. Således blev i alt 2711 magasiner afgrænset. Mere end 80 % af magasinerne ligger i de øverste Kvartære sandlag (ks), og de 10 største enkelte grundvandsmagasiner ligger alle i Jylland. Tabel 2 opsummerer antal og størrelser af afgrænsede magasiner. Tabellens "DKMlag" med angivelserne blag1-6 ligger alle på Bornholm, hvor magasinerne ofte ligger i forkastede blokke af prækvartær oprindelse. Magasinerne "DKMlag"et ks1-ks2-ks3 stammer fra en magasintilføjelse fra en af øerne, som DKM-geologien (Kvælstofmodellen) arealmæssigt ikke dækker. Figur 8 viser den geografiske fordeling af magasin bjergarterne ks, ps og kalk (dk1).

Tabel 2 Magasin afgrænsninger pr. DK-modellens hydrostratigrafisk lag (Troldborg et al., 2014)

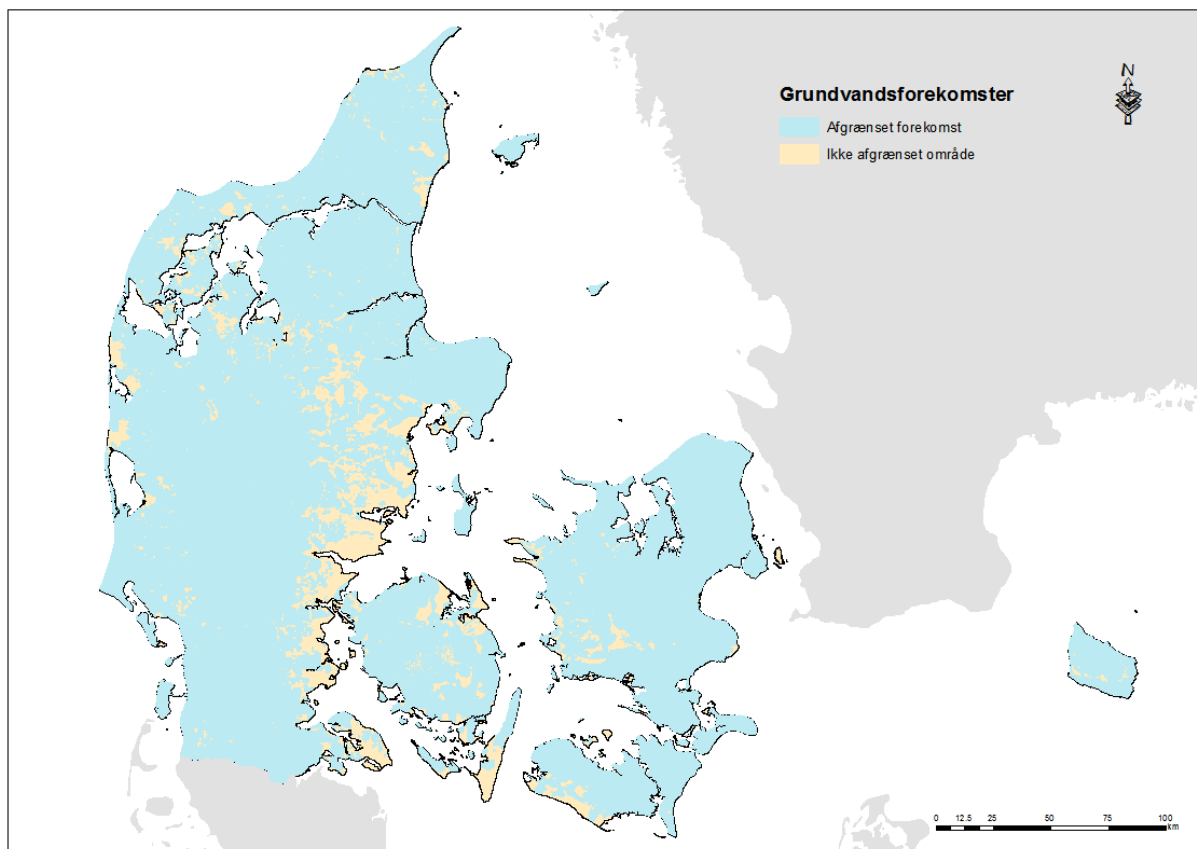
DKMlag	antal magasiner	Gennemsnit areal [ha]	samlet areal [ha]	Std.afv. Areal [ha]
blag1	31	138	4.266	179
blag2	36	1.245	44.820	6.147
blag3	27	279	7.533	614
blag4	13	1.023	13.302	2.839
blag5	10	1.493	14.928	4.055
blag6	10	1.327	13.266	3.433
ks1	955	1.065	1.016.631	8.546
ks1-ks2-ks3	2	1.746	3.491	602
ks2	645	3.298	2.127.334	18.153
ks3	558	1.662	927.346	6.420
ks4	77	1.643	126.540	6.575
ps1	88	7.954	699.953	28.604
ps2	36	17.689	636.815	101.674
ps3	11	15.342	168.764	37.570
ps4	38	3.268	124.177	15.204
dk1	174	8.388	1.459.597	27.882

Blag1-6 = lagenheder på Bornholm; ks1-4= Kvartære sandlag; ps1-4= Prækvartære sandlag; dk1= kalk/kridt



Figur 8 Udbredelse af øverste klassificerede grundvandsmagasiner (Troldborg et al., 2014). Den på figuren anvendte kategorisering (dkm_gvf) er magasin bjergarten for DK model grundvandsforekomsterne; ks, ps er hhv. Kvartære sandlag og Prækvartære sandlag. Det bemærkes at udbredelsen af grundvandsforekomster (jordlag) og ID15 oplands (topografiske) afgrænsninger ikke følges ad.

På baggrund af disse 2711 magasiner blev der i Troldborg et al. (2014) afgrænset i alt 402 grundvandsforekomster, af disse strækker 166 sig over mere end et hydrostratigrafisk lag. Grundvandsforekomsterne består typisk af mere end et magasin, 282 af grundvandsforekomsterne består af fem eller færre magasiner, mens 70 af grundvandsforekomsterne består af mere end 10 magasiner. Grundvandsforekomsten med flest magasiner er sammensat af 100 små Kvartære sandmagasiner beliggende i det øverste hydrostratigrafiske lag på Sjælland. Samlet set dækker de afgrænsede grundvandsforekomster det meste af landet (Figur 9). I områderne øst for hovedopholdslinjen, dækkende Østjylland, Fyn, Sjælland og øerne, har mange grundvandsforekomster ikke sammenhængende magasiner i Kvartære jordlag. Det meste af Sjælland, Djursland og området omkring Limfjorden er domineret af store sammenhængende forekomster i Prækvartære magasiner, hvorfor specielt det østjyske område af figuren fremstår lidt anderledes end den resterende del af landet, med flere områder, hvor der ikke er afgrænset magasiner. For en nærmere beskrivelse af magasiner og grundvandsforekomster henvises til Troldborg et al. (2014).

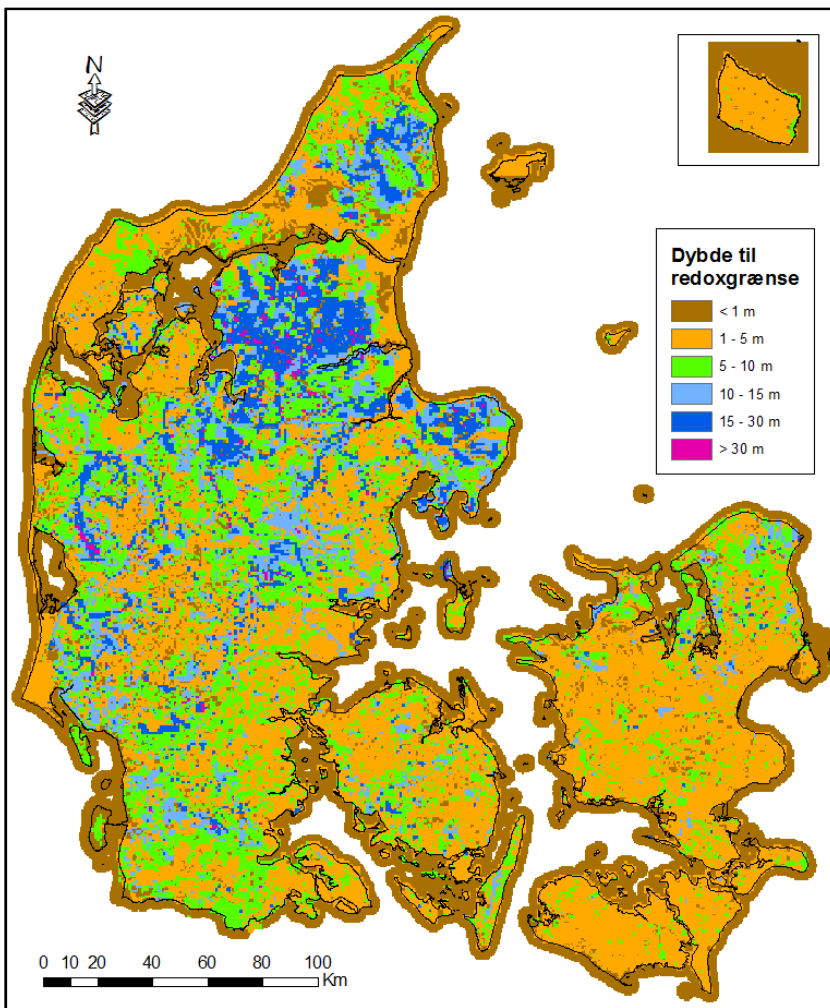


Figur 9 Områder hvor der er afgænset (blå), hhv. ikke-afgænsete (gul) grundvandsforekomster

Beregning af kvælstoftransport og omsætning i grundvandet

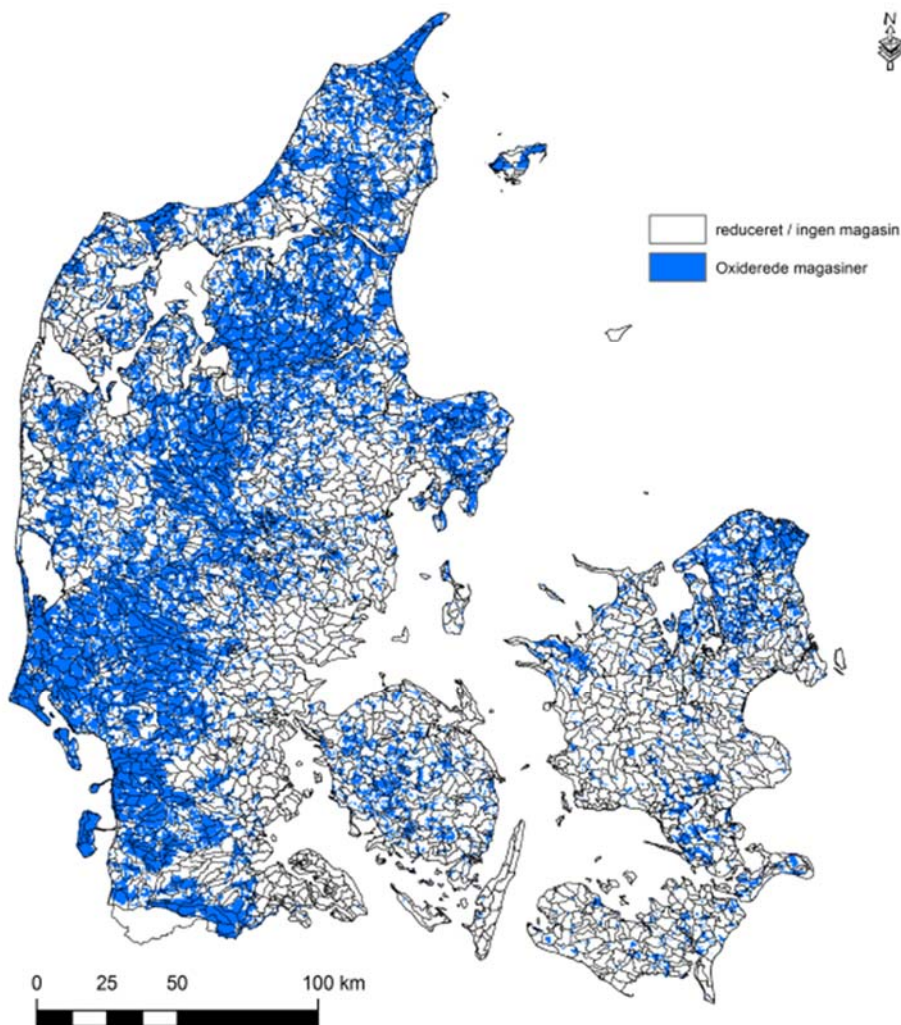
Udvaskningen, som beskrevet i forrige afsnit, er input til kvælstofmodellens grundvandsmodul, DK-modellen (Højberg et al, 2015), hvor grundvandets transportveje og hastigheder simuleres med MIKE SHE's partikelbane modul. Partikler flyttes advektivt med grundvandets bevægelse fra grundvandspejlet gennem DK-modellen til grundvandsmagasiner og -forekomster.

Kvælstofmodellen anvender grænsefladen mellem oxiderede (iltrige) og reducerede (iltfrie) forhold i grundvandet som betingelse for omdannelsen af nitrat. Grænsen mellem de oxiderende og reducerende forhold benævnes redoxgrænsen (Figur 10). Modellens redoxgrænse er fastlagt som den øverste beliggende redoxgrænse med baggrund i farvebeskrivelser af jordlagene i boreriger i et 500 m × 500 m grid (Ernstsen & von Platen, 2014). Denne grænseflade (redoxgrænsen) vil anvendes til opdeling af grundvandsforekomster og magasiner i oxiderede og reducerede dele (Figur 11). Antagelsen er, at der ikke finder nitratreduktion sted i den oxiderede zone, mens alt nitrat reduceres og derved omsættes/fjernes ved grænsefladen. Beregningerne foretages, således at nitrattilførsel til det oxiderede grundvand og i grundvandet som helhed beregnes og opgøres på både magasin- såvel som grundvandsforekomstniveau på baggrund af en række scenarier (kapitel 5).



Figur 10 Dybden til redoxgrænsen (Ernstsen og von Platen, 2014)

Der er gennemført volumen beregninger for de enkelte magasiner og grundvandsforekomster. For hvert magasin er der opgjort et volumen, dels for den andel af magasinet, som ligger over redoxgrænsen og dels for hele magasinet. Volumen data anvendes i resultatbearbejdningen ift. afgrænsning af andele af magasiner, som indeholder nitratfrit vand (magasinvolumen, der ligger under redoxgrænsen), og er tilsvarende opgjort for grundvandsforekomster (flere magasiners volumen).



Figur 11 Fordeling af oxiderede og reducerede magasiner set oppefra og ned samt ID15 oplande

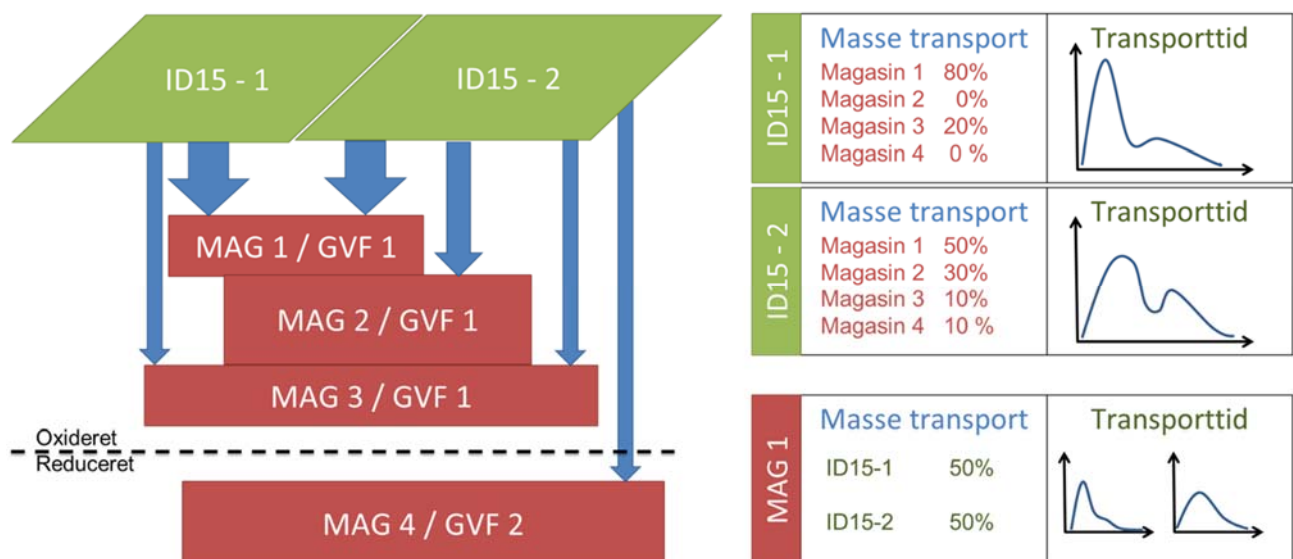
Volumen data er sammen med grundvandsdannelses beregnet med DK-modellen og anvendt til simple betragtninger af opholdstid i magasinerne. Volumen data multipliceres med magasin porøsitet for at opgøre vandvolumen for de enkelte magasiner. Ved at dividere vandvolumenet med grundvandsdannelsen kan opholdstiden beregnes under forudsætning af jævne vandstrømningsforhold (stempel strømning).

Enkelte øer er ikke dækket af DK-modellen (Sejerø, Læsø, Anholt, Samsø, Endelave og Tunø). For disse øer er der ikke beregnet grundvandsdannelse. Som erstatning for en modelbaseret vurdering af vandbalancen er anvendt et groft estimat for nettonedbøren (400 mm for Læsø og Anholt og 250 mm for øvrige).

For hvert magasin er der desuden opgjort antallet af tilknyttede boringsfiltre. Ikke alle filtre anvendes til oppumpning, men der kan være placerede filtre med andre formål som potentiale målinger, overvågning eller lignende. Desuden er der for hvert magasin angivet en samlet middel indvinding når der ikke medregnes markvanding (årlig middel af Jupiter indberetninger for perioden 2004-2010) og en middel indvinding af estimeret markvanding for samme periode. Alle grunddata for magasiner er gemt i datafilen (magasin_grunddata) til denne rapport og indholdet af datafilen er kort beskrevet i Bilag 2.

Ud fra simuleringer af transportveje, transporthastigheder og placering af redoxgrænsen, kan der for hver celle beregnes en transporttidsfordeling fra rodzonen til magasiner for reducerede - og ikke reducerede partikler (partikler som ikke har været under redoxgrænsen før de når et magasin). På baggrund af denne transporttidsfordeling og scenarie data for udvaskning fra rodzonen kan den tidlige udvikling i masse belastning til magasiner simuleres.

Et eksempel på hvorledes udvaskningen fra ID15- oplande bliver fordelt til flere grundvandsmagasiner (MAG) og grundvandsforekomster (GVF) er skitseret i Figur 12. Fra ID15 oplande kan der ske en udvaskning til et eller flere magasiner som en del af en grundvandforekomst. F.eks. som vist i nedenstående figur kan magasin 1 (MAG 1 som del af grundvandsforekomst 1 GVF 1) modtage nitratmasse fra ID15-1 og ID15-2 med en fordeling som er modelberegnet med kvælstofmodellen, vist i boksene til højre. Transporttiden af partikler i partikelbanesimuleringer fra bunden af rodzonen til registrering i oxiderede dele af magasinet opgøres. Når partiklerne når det reducerede magasin reduceres nitrat øjeblikkeligt og opgøres som denitrificeret og forsvinder som frit kvælstof N_2 fra magasinet. Transporttidsfordelingen kan være multi-modal (vist i figur 12 som to pulser fra ID15-1 og ID15-2) når der er flere foretrukne transportveje fra rodzonen til magasinet, dette er nærmere beskrevet i Troldborg et al. (2007).



Figur 12 Skematisk oversigt af nitrat transportveje fra ID15 oplande til grundvandsmagasiner (MAG) og grundvandsmagasiner (GVF)

Information lagres fra hver enkel partikel for start koordinater, registreringskode og koordinater, tilknyttet f.eks. et magasin eller redoxzonen og transporttid. Denne information bruges til at danne tidlig og rumlig nitratbelastning af magasinerne. Dette gøres ved, at der til hver enkelt partikel knyttes en årlig N udvaskning fra rodzonen således at der kan beregnes en tidlig udvikling i N-transport til magasinerne (for de ikke reducerede partikler). Når den tidlige udvikling i N-transporten [kg N /år] til magasinerne divideres med grundvandsdannelsen [m^3 /år] til det specifikke magasin kan der beregnes en tidlig udvikling i gennemsnits N-koncentration [mg/l] i det tilstrømmende vand. Grundvandsdannelsen beregnes som middeltilstrømning til magasinet for perioden 1991-2010 (samme periode som anvendes til partikeltransporten og klimanormaliseringen). Grundvandsdannelsen er for alle magasiner opgjort til de oxiderede dele såvel som til hele magasinet.

5. Scenarie data

Udvasknings scenarie data

Der er gennemført klimanormaliserede udvaskningsberegninger for perioden 2011-2021, jf. nedenfor. Perioden 2012 – 2021 er fremskrevet baseret på aktuelt indberettede landbrugsdata for 2011. Således er der i hver af de landsdækkende modelberegninger (LMB i Tabel 3) gennemført beregninger under forskellige antagelser omkring N gødskning med handelsgødning. Udbragte mængder af husdyrgødning og afgrødefordeling fastholdes på 2011 niveauet for alle scenarierne. Det landsdækkende N gødningsforbrug ligger lavere end hvis alle landmænd udnyttede deres på det tidspunkt fulde N kvote, dvs. den reducerede kvote. Det er ikke ligetil at beregne, hvor stor undergødsningen er som følge af uudnyttet N kvote. På landsplan er det samlede N behov opgjort til ca. 386 tusind ton N i 2011 (regneark fra NAER). Antages der en gennemsnitlig udnyttelse på 70 % af alt husdyrgødning (Opgjort til i alt 235 tusind ton N) og et handelsgødningsforbrug på 204 tusind tons i 2011, fås en undergødskning på 3,5 % svarende til ca. 13 tusind ton N. Antages en gennemsnitlig udnyttelse på 65 % fås en undergødskning på 6,5 % svarende til ca. 25 tusind ton N. Uanset beregningsmetode er denne undergødskning i 2011 ført videre frem til 2021 i beregningerne af udvaskningen (kapitel 5), hvor der ikke er indarbejdet en norm N stigning som følge af Fødevarer og Landbrugspakken.

For beregninger med norm N stigning som følge af Fødevarer og Landbrugspakken er N gødskning fastlagt ud fra principperne beskrevet i Jensen et al. (2016). Her er fremskrivningen af gødningsnormerne baseret på højere udbytter som medfører højere N gødningsnormer, hvilket i sig selv er noget usikkert jf. Børgesen et al. (2015). Der er antaget, at alle bedrifter, der tildeles ekstra kvælstof kvote (undtaget er kun økologiske landbrug), udnytter den samlede ekstra bedrifts N-kvota. Fremskrivningerne af N gødskning baseres på 2011 arealanvendelsen og N gødskning. Mellem årene sker der forskydninger i landmændenes udbringning af handelsgødning alene som følge af ændringen i arealanvendelsen. Denne effekt er ikke inddraget, da arealanvendelsen er fastlåst til 2011 arealanvendelsen.

Scenarierne indeholder også to forskellige antagelser omkring udvikling i det dyrkede areal, dels med baselineeffekten teknisk justering (årlig nedgang i det dyrkede areal) og dels uden baselineeffekten teknisk justering (dyrket areal i 2012 fastholdes i alle årene). Scenarierne er opstillet ud fra de samme antagelser som i "Revurdering af Baseline 2021" (Jensen et al. 2016). Foruden klimanormaliserede udvaskningsberegningerne er der gennemført årlige udvaskningsberegninger for alle årene 2012-2021. I Jensen et al. 2016 var der kun beregnet for 2012 og 2021. I modelberegningerne, vist i Tabel 4 til Tabel 6, er der antaget en fast årlig fremskrivning af arealudtagningen og N gødsningen med handelsgødning for årene 2012 til 2021, idet der ikke er fagligt grundlag for en mere specifik opdeling på enkelt år. Der er fulgt de samme beregningsprincipper som beskrevet i Jensen et al. 2016. Dog indeholder Tabel 7 og Tabel 8 også modelberegninger (LMB6 og LMB7) ud fra hvor meget N-gødning der reelt forventes anvendt i 2016, i forhold til fuld udnyttelse af den øgede kvælstofnorm.

Klimanormaliseringen blev gennemført ved at modelberegne årsudvaskning med nedbørsdata for hvert af klimårene 1990-2010 og herefter anvende gennemsnittet som resultat. Der er anvendt lokale vejrdata (10 km gridnedbørsdata) til at beregne en afstrømning af vand ud af rodzonen, som så er anvendt i NLES4 udvaskningsberegningerne. De enkelte landsdækkende modelberegninger (LMB) er nærmere beskrevet i Tabel 3. I tabellen er også beskrevet Baseline elementerne (BL) og de virkemidler der er planlagt med Fødevarer og Landbrugspakken 2016.

Tabel 3 Landsdækkende modelberegninger (LMB), baseline elementer (BL) og virkemidler (LP) planlagt med Fødevarer og Landbrugspakken 2016

LMB, BL & FLP	Beskrivelse
LMB_0	2011 udvaskning, normalårsklima, ingen teknisk justering (konstant areal fra 2012)
LMB_1	Udvaskning for enkelte år, normalårsklima, med 100 % norm tilbage rulning og teknisk justering indregnet (reduceret areal)
LMB_2	Udvaskning for enkelte år, fuldt tilpasset norm, ingen teknisk justering (konstant areal fra 2012)
LMB_3	Udvaskning for enkelte år, fuldt tilpasset norm, med teknisk justering (reduceret areal) indregnet
LMB_4	Udvaskning for 2016, 2/3 tilpasset norm, med teknisk justering (reduceret areal) indregnet
LMB_5	Udvaskning for 2016, 2/3 tilpasset norm, ingen teknisk justering (konstant areal fra 2012)
LMB_6	Udvaskning for 2016, 60 % af 2/3 tilpasset norm, med teknisk justering (reduceret areal) indregnet
LMB_7	Udvaskning for 2016, 60 % af 2/3 tilpasset norm, ingen teknisk justering (konstant areal fra 2012)
BL_1	Effekt af grundvandsrelaterede baselineelementer: energiafgrøder, økologi, miljøgodkendelser, biogas, slæt, udbyttetigning. Ingen teknisk justering. Fordeles på markblok arealet
BL_2	Effekt af fald i N deposition. Fordeles på hele arealet
LP_1	Skovrejsning (virkemiddel) og fordeles jævnt på markblok arealet.
LP_2	MFO, Efterafgrøder (virkemiddel). Data leveret på markblok niveau med angivelse i [kg N].
LP_3	Effekt af delvis ophør med forbud mod jordbearbejdning (lempelse)

Tabel 4 Landsdækkende modelberegninger (LMB_0 og LMB_1) med landstal for N tilført med handelsgødning, husdyrgødning, fiksering og udvaskning [tusind ton N], samt landbrugsarealet [ha]. Ingen norm tilbage rulning. Nedgang i det dyrkede areal (med teknisk justering) for LMB_1 og ingen teknisk justering for LMB_0

Scenarie	År	Handelsgødning	Husdyrgødning	Fiksering	Udvaskning	Areal
LMB_0	2011	205	235	43	166	2691130
LMB_0	2012	204	235	42	165	2677139
LMB_1	2013	203	235	42	165	2667146
LMB_1	2014	202	235	42	164	2657153
LMB_1	2015	201	235	42	164	2647160
LMB_1	2016	200	235	42	163	2634169
LMB_1	2017	199	235	41	163	2622178
LMB_1	2018	198	235	41	163	2609187
LMB_1	2019	197	235	41	162	2597195
LMB_1	2020	196	235	41	162	2584204
LMB_1	2021	195	235	40	161	2571213

Tabel 5 Landsdækkende modelberegninger (LMB_2 og 3) med landstal for N tilført med handelsgødning, husdyrgødning, fiksering og udvaskning [tusind ton N], samt landbrugsarealet [ha]. 100 % norm tilbagerulning. Nedgang i det dyrkede areal (med teknisk justering) for LMB_3 og ingen teknisk justering for LMB_2 fra 2012)

Scenarie	År	Handelsgødning	Husdyrgødning	Fiksering	Udvaskning	Areal
LMB_2	2011	274	235	37	179	2691130
LMB_2	2012	274	235	37	178	2677139
LMB_3	2013	275	235	37	178	2667146
LMB_3	2014	276	235	36	178	2657153
LMB_3	2015	276	235	36	178	2647160
LMB_3	2016	276	235	36	177	2634169
LMB_3	2017	277	235	35	177	2622178
LMB_3	2018	277	235	35	177	2609187
LMB_3	2019	277	235	35	177	2597195
LMB_3	2020	277	235	34	176	2584204
LMB_3	2021	277	235	34	176	2571213

Tabel 6 Landsdækkende modelberegninger (LMB_2) med landstal for N tilført med handelsgødning, husdyrgødning, fiksering og udvaskning [tusind ton N], samt landbrugsarealet [ha]. 100 % norm tilbagerulning. Uden nedgang i det dyrkede areal efter 2012 (uden teknisk justering)

Scenarie	År	Handelsgødning	Husdyrgødning	Fiksering	Udvaskning	Areal
LMB_2	2011	274	235	37	179	2691130
LMB_2	2012	274	235	37	178	2677139
LMB_2	2013	276	235	37	178	2677139
LMB_2	2014	279	235	37	179	2677139
LMB_2	2015	281	235	36	179	2677139
LMB_2	2016	284	235	36	180	2677139
LMB_2	2017	286	235	36	180	2677139
LMB_2	2018	289	235	36	181	2677139
LMB_2	2019	291	235	36	181	2677139
LMB_2	2020	294	235	35	182	2677139
LMB_2	2021	296	235	35	182	2677139

Tabel 7 Landsdækkende modelberegninger (LMB) med landstal for N tilført med handelsgødning, husdyrgødning, fiksering og udvaskning [tusind ton N], samt landbrugsarealet [ha] for 2016. LMB_4 angiver 2/3 norm tilbagerulning med nedgang i det dyrkede areal (med teknisk justering) og LMB_6 angiver en beregning af en 60 % udnyttelse af de 2/3 norm tilbagerulning (med teknisk justering) baseret på foreløbige tal for udviklingen i handelsgødningsforbruget.

Scenarie	År	Handelsgødning	Husdyrgødning	Fiksering	Udvaskning	Areal
LMB_4	2016	253	235	37	173	2634169
LMB_6	2016	231	235	39	169	2634169

Tabel 8 Landsdækkende modelberegninger (LMB) med landstal for N tilført med handelsgødning, husdyrgødning, fiksering og udvaskning [tusind ton N], for 2016. LMB_5 angiver 2/3 norm tilbagerulning uden nedgang i det dyrkede areal (uden teknisk justering) og LMB_7 angiver en beregning af en 60 % udnyttelse af de 2/3 norm tilbagerulning (uden teknisk justering) baseret på foreløbige tal for udviklingen i handelsgødningsforbruget samt landbrugsarealet [ha].

Scenarie	År	Handelsgødning	Husdyrgødning	Fiksering	Udvaskning	Areal
LMB_5	2016	257	235	38	175	2677139
LMB_7	2016	236	235	40	171	2677139

Resultaterne der indgår i grundvandsmodelleringen er aggregeret til gridceller på 500 meters størrelse svarende til 25 ha jvf. figur 4 trin D. I hver gridcelle er udvaskningen fra landbrugsarealerne lagt til udvaskningen fra ikke landbrug (natur, skove og byer jvf. trin C og D Figur 4). I de modelberegninger, hvor der er antaget en nedgang i det dyrkede areal (teknisk justering) (Tabel 4, Tabel 5 og Tabel 6), er der antaget at udvaskningen fra det udtagne areal (teknisk justering) udgør 12 kg N/ha svarende til udvaskningen fra brakarealer. For markblok arealer, hvor der ikke kan henføres en afgrøde, er der antaget en udvaskning på 5 kg N/ha svarende til skov. Den samlede udvaskning fra ikke landbrug summeres for LMB1 – LMB7 til at udgøre ca. 3000 t N/år.

Inddragelse af baseline og Fødevarer og Landbrugspakke effekter

Kombinationen af LMB udvaskningerne og baseline effekter, virkemidler og lempelser sker direkte i kvælstofmodellen (Figur 4) ved at korrektion af LMB udvaskningen opgjort på 25 ha grid niveau (som er den mindste beregningsskala der anvendes af kvælstofmodellen). Det fremgår af Tabel 11, hvorledes de landsdækkende modelberegninger (LMB_0 til LMB_7) er kombineret med baseline elementerne (BL_1, BL_2 og BL_3) og de forskellige planlagte virkemidler (LP_1 og LP_2) og lempelser (LP_3) i FLP i scenarierne. For opgørelsen af korttidseffekten, dvs. med henblik på at identificere påvirkningen for årene 2016-2018 er der desuden gennemført en række variationer af Tabel 11 kombinationerne (Bilag 3, Tabel 2 og 3).

I Tabel 9 er beskrevet en række scenarier for udviklingen af udvaskningen for perioden 2012 – 2021. Scenarierne er opstillet med sigte på at kunne identificere forskellen i udvaskningen som følge af forskellige antagelser for baselineelementer (BL1 og BL_2), med og uden teknisk justering af landbrugsarealet, effekt af lempelsen delvis ophør af forbud mod jordbearbejdning (LP_3) samt den distribuerede udvaskningseffekt af virkemidlerne (LP_1 og LP_2).

Effekterne af elementerne, der påvirker udvaskningen i "Revurdering af baseline", er opgjort på hovedvandoplandsniveau (23 oplande), idet der ikke var fagligt grundlag for at foretage en mere detaljeret neddeling (Jensen et al., 2016). Det derfor er usikkert, hvorledes effekten af baselineelementerne vil virke inden for et hovedvandopland. Effekten af baselineelementerne er i "Revurdering af baseline" givet som effekter for perioden 2012 til 2021, idet der ikke var fagligt grundlag for en mere specifik opdeling på enkelt år (Jensen et al., 2016). Modelkørslerne, som denne rapport baserer sig på, forudsætter, at baseline effekten kan fordeles indenfor hovedvandoplande og kan opgøres på årsniveau. Denne indfasning af baselineelementer i tid og neddeling i rum skal ses som en teknisk nødvendighed for gennemførelsen af modelarbejdet, og det afspejler ikke en nyvurdering af baselineelementerne. SVANA har forestået neddelingen og indfasningen af baselineelementerne: BL_1, BL_2 samt FLP elementerne: LP_1, LP_2 og LP_3 (neddelingen af disse baselineelementer er vist i bilag 4)

BL_1: Effekt af baselineelementer inkluderer: energiafgrøder, økologi, miljøgodkendelser, biogas, slæt og udbyttestigning for perioden 2012-2021. Der er antaget, at baselineelementerne (BL_1 og BL_2) fra 2012 frem til 2021 har en årlig stigningstakst på ca. 11 pct. point = (1/9), og at effekten er jævnt fordelt på det dyrkede landbrugsareal inden for hovedvandoplandet. Effekten i 2021 er opgjort på landsplan til at udgøre en landsdækkende udvaskningsreduktion på ca. 5.700 tons N/år.

BL_2: effekt af fald i atmosfærisk N deposition fordeles jævnt på både landbrugsarealet og ikke landbrugsarealer (Skov, natur bebyggelse m.m.). Opgørelsen i Jensen et al. (2015) er vist på både national og regional skala. Da der ikke er store forskelle imellem regionerne, og der er usikkerhed på estimerne, er der anvendt en jævn fordeling af effekten inden for hovedvandoplandet. Effekten indfases jævnt stigende for perioden 2012-2021. Effekten i 2021 er opgjort på landsplan til at udgøre en landsdækkende udvaskningsreduktion på ca. 3.000 tons N/år.

LP_1: Privat skovrejsning forventes at blive indfaset trinvis fra 2017 med fuld effekt fra 2021. Landbrugspakken tilsiger, at skovrejsningen omfatter i alt 5000 ha i 2021. SVANA's forventninger til fordelingen af privat skovrejsning på kystoplande er baseret på landbrugsarealet i oplande med indsatsbehov i forhold til kystvande og omkostningerne ved at gennemføre en alternativ N-indsats. Da der ikke er kendskab til, hvor der på kystoplandsniveau skal ske skovrejsning, er der antaget at skovrejsningsarealet er fordelt jævnt på hele landbrugsarealet inden for et kystopland. Der bemærkes, at skovrejsning er et virkemiddel der har stor lokal effekt på nitrat udvaskningen og på vandbalancen. Men, da der ikke er kendskab til placeringen, er en jævnt fordelt effekt anvendt. Effekten er beregnet til at udgøre forskellen mellem gennemsnitsudvaskningen det pågældende år og udvaskningen fra et braklagt areal (12 kg N/ha). Effekten i 2021 er opgjort på landsplan til at udgøre en landsdækkende udvaskningsreduktion på ca. 250 tons N/år.

LP_2: MFO efterafgrøder er indfaset med fuld effekt fra 2016. MFO afgrøde arealet er fordelt jævnt på hele landbrugsarealet. Der er i denne korrektion antaget at MFO efterafgrøder har en gennemsnitlig virkning på 33 kg N/ha jf. gennemsnitsvirkninger fundet i Børgesen et al. (2015). Effekten i 2021 er opgjort på landsplan til at udgøre en landsdækkende udvaskningsreduktion på ca. 2.300 tons N/år.

LP_3: Effekt af delvis ophør med forbud mod jordbearbejdning har virkning fra 2016. Denne effekt, der øger udvaskningen fra rodzonen, antages at have fuld effekt på udvaskningen fra 2016 og fremad. Effekten fordeles jævnt på landbrugsarealet indenfor kystoplandet. Effekten i 2021 er opgjort på landsplan til at udgøre en stigning i den landsdækkende udvaskning på ca. 100 tons N/år.

Modelscenarier for fremtidig N udvaskning fra rodzonen

Udvaskningsscenariedata beskrevet i det forrige afsnit er grundlag for udvikling af i alt 8 scenarier til at belyse effekten af Fødevarer og Landbrugspakken (FLP) på grundvandskvaliteten. I det følgende er der således beskrevet scenarier, der består af kombinationer af BL og FLP og med forskellige procentvise implementeringsgrader for at belyse langtids- og korttids effekter. Scenarier 0 og 1 kan betragtes som reference scenarier (udvaskning uden FLP), mens scenarier 2-7 kan betragtes som forskellige udviklingsscenarier (udvaskning med FLP).

Tabel 9. Beskrivelsen af udvasknings scenarier. Se Tabel 11 for detaljer angående kombinationer af landsdækkende model beregninger (LMB), baselineelementer (BL) og planlagte virkemidler og lempelser (LP) samt Tabel 10 for beregnet scenarie udvaskning fra rodzonen opgjort i tusind ton N

Scenarie nr.	Beskrivelse
Scenarie 0	Effekten af fastholdt udvaskningsniveau fra 2011 i årene 2012 – 2021 (normalårsklima) anvendes for at belyse status quo uden Fødevarer- og Landbrugspakken og uden baselineeffekter
Scenarie 1 (med teknisk justering)	Udvikling i udvaskning uden FLP lempelser og med gradvis indfasning af baselineeffekter herunder teknisk justering af landbrugs areal
Scenarie 2 (med teknisk justering)	Udvikling i udvaskning med FLP lempelser (ophør af reducerede gødskningsnormer der indfases med 2/3 i 2016 og 1/1 herefter, samt fra og med 2016 delvis ophør med forbud mod jordbearbejdning). Gradvis indfasning af baselineeffekter herunder teknisk justering af landbrugs areal
Scenarie 3 (uden teknisk justering)	Som scenarie 2, men uden baseline effekten teknisk justering af landbrugs areal
Scenarie 4 (med teknisk justering)	Som scenarie 2 men inkl. FLP kompenserende virkemidler (gradvis indførelsen af skovrejsning fra og med 2017 og fuld effekt af MFO efterafgrøder fra og med 2016).
Scenarie 5 (uden teknisk justering)	Som scenarie 4 men uden baseline effekten teknisk justering
Scenarie 6 (med teknisk justering)	Som scenarie 4 men med udvaskning i 2016 beregnet med 60 % udnyttelse af 2/3 af tilpasset norm for 2016 (i stedet for 100 %)
Scenarie 7 (uden teknisk justering)	Som scenarie 5 men med udvaskning i 2016 beregnet med 60 % udnyttelser af 2/3 del af tilpasset norm for 2016 (i stedet for 100 %)

Den totale årlige udvaskning for både langtids- og korttids scenarier er gengivet i Tabel 10, se evt. Tabel 9 for beskrivelse af scenarier. I rapportens resultat afsnit (Kapitel 7) er der gengivet resultater på baggrund af beregninger med to reference scenarier: scenarie 0 (2012 status quo) og scenarie 1 (udvikling i udvaskning uden FLP lempelser og – tiltag, men med inddragelse af baselineelementer herunder teknisk justering) og et udviklingsscenarie: scenarie 4 (udvikling i udvaskning med FLP lempelser og – tiltag, og med inddragelse af baselineelementer herunder teknisk justering).

Tabel 10. Samlet årlig udvaskning for hele landet fra rodzonen for samtlige scenarier i tusind ton N

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Scenarie 0	169	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168
Scenarie 1	169	168	167	166	164	163	161	160	158	157	155
Scenarie 2	169	168	167	166	164	172	175	174	173	172	171
Scenarie 3	169	168	167	166	165	174	178	178	178	177	177
Scenarie 4	169	168	167	166	164	170	173	172	171	169	168
Scenarie 5	169	168	167	166	165	172	176	176	175	175	174
Scenarie 6	169	168	167	166	164	166	173	172	171	169	168
Scenarie 7	169	168	167	166	165	168	176	176	175	175	174

Scenarierne består af kombinationer af de landsdækkende modelberegninger (LMB_0 – LMB_7), grundvandsrelevante baseline elementer (BL) fra FLP som beskrevet i Jensen et al. (2016) og specifikke FLP lempelser og - tiltag (LP). Endvidere fokuseres på såvel korttids- som langtidseffekter. Korttidseffekterne beskriver merbelastningen som følge af indfasningen af FLP i 2016, 2017 og 2018, mens langtidseffekter ser på den samlede effekt af FLP og BL i det længere løb (efter 2021) med både negative og positive belastningseffekter og den samlede virkning. Disse scenarier er defineret med og uden nedgang i det dyrkede areal (teknisk justering) og ved at angive en procentvis implementeringsgrad af baselineelementer og Fødevarer- og Landbrugspakke tiltag.

Tabel 11 Beskrivelse af de forskellige scenarier med og uden teknisk korrektion. Hvert scenarie er defineret med forskellige kombinationer af baselineelementerne (Forkortet BL, beregnet i Jensen et al. (2016) og fordelt på årene fra 2012-2100) samt planlagte virkemidler og lempelser (Forkortet LP). Alle elementerne er fastholdt fra 2021 frem til 2100 i kvælstofmodellen for at vurdere den langsigtede effekt på grundvandsmagasinerne. Den procentvise implementering af de enkelte elementer er angivet i tabellen

	Element	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2100
Scenarie 0 (uden teknisk justering)	LMB_0	100	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a
Scenarie 1 (med teknisk justering)	LMB_1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
Scenarie 2 (med teknisk justering)	LMB_1	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
	LMB_3	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	LMB_4	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	LP_3	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
Scenarie 3 (uden teknisk justering)	LMB_0	100	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0	0	0	0	0	0	0
	LMB_2	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	LMB_5	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	LP_3	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
Scenarie 4 (med teknisk justering)	LMB_1	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
	LMB_3	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	LMB_4	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	20	40	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
Scenarie 5 (uden teknisk justering)	LMB_0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0	0	0	0	0	0	0
	LMB_2	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	LMB_5	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	20	40	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
Scenarie 6 (med teknisk justering)	LMB_1	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
	LMB_3	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	LMB_6	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	20	40	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
Scenarie 7 (uden teknisk justering)	LMB_0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0	0	0	0	0	0	0
	LMB_2	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	LMB_7	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	20	40	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100

^a Udvaskningen beregnet for 2012 er fastholdt for alle årene.

6. Metodik for belastningsopgørelser

I dette kapitel beskrives hvordan nitratbelastning til magasiner og dermed grundvandsforekomster beregnes, og hvordan kompensationsbehov bliver opgjort og koblet tilbage til indsatsbehov på ID15 skala på overfladen, som tidligere beskrevet under modeludvikling. I modsætning til opgørelsen af belastning fra rodzonen til overfladevandet (vandløb og søer) og kysten opgøres i denne redegørelse belastningen af grundvandsmagasiner, både overfladenære magasiner og dybere beliggende magasiner.

Opgørelse af magasinkompensationsbehov

Modellen beregner udviklingen i magasinbelastningen som følge af scenarier for udvaskning af nitrat fra rodzonen. Hvorvidt merbelastning af et magasin medfører et kompensationsbehov, baseres på en række betingelser. Naturstyrelsen har i opdrag til projektgruppen beskrevet fire forskellige kriterier for et kompensationsbehov:

1. Differens betragtning: Den langsigtede forskel i belastning mellem nul-scenariet og de enkelte scenarier
2. Grænseværdibetragtning: Den langsigtede difference mellem de enkelte scenarier og grænseværdien (andelen af nitrat der medfører overskridelsen af en grænseværdi, f.eks. 50 mg/l, i det tilstrømmende vand)
3. Differens over grænseværdibetragtning: Forskel mellem to scenariers magasinbelastning over grænseværdien, dvs. et kompensationsbehov svarende til at undgå en forringelse over grænseværdien ift. udgangssituationen (svarende til den mindste af opgørelserne i pkt. 1. og pkt. 2.).
4. Volumen betragtning: Andel af det totale volumen, der er sikret god tilstand ift. nitrat (god tilstand forstået som enten reduceret eller med tilstrømmende vand under en grænseværdi).

Opgørelse af magasinkompensationsbehov ift. differencebetragtninger

Differens betragtningen opgøres som forskellen mellem steady-state massebelastninger til et magasin opgjort for to udvaskningsscenarier (kg N) defineret i tabel 11. Belastningen under ligevægt (steady state, dvs. at størrelsen og retning af grundvandstrømme er konstant og ikke ændres over tid). Scenarie nul anvendes som reference scenarie, som fratrækkes steady-state belastningen for scenarierne, og på den måde opgøres kompensationsbehov for magasiner dvs. som merbelastningen af magasinet set på langt sigt.

Steady-state¹ for nul scenariet svarer i princippet til at al magasinbelastning kan henføres til en klimanormaliseret udvaskning fra rodzonen i 2012. Kompensationsbehovet opgøres for hvert magasin. Et positivt kompensationsbehov betyder at den langsigtede belastning til magasinet er større ved det givne scenarie end for scenarie 0, mens et (hypotetisk) negativt kompensationsbehov betyder at belastningen er mindre.

Opgørelse af magasinkompensationsbehov ift. grænseværdibetragtninger

Der anvendes en grænseværdi svarende til grænseværdien for nitrat (NO₃) i drikkevand på 50 mg/liter og en grænseværdi på 75 % af denne (37,5 mg/liter). Da modellen simulerer massetransport og ikke koncentrationer, er grænseværdierne omregnet til en grænseværdi for massebelastning til de enkelte

¹ Steady-state situationen udregnes ved at alle partikler tildeles en masse svarende til scenarieudvaskningen fra rodzonen (500x500m grid) for år 2021, derefter summeres dette til en given masse tilstrømning pr år pr magasin (blandt de partikler der er registreret i magasinet uden først at være registreret i redox)

magasiner, dvs. den massetilførsel, som et magasin med en given grundvandsdannelse kan tåle, før det iltede infiltrerende vand har en nitratkoncentration, der overskrider grænseværdien².

Grænseværdien for massetilførsel er opgjort for tilstrømning til de oxiderede dele af magasinerne. Massetilførslen til de reducerede dele af magasinerne er i modellen antaget at være nul.

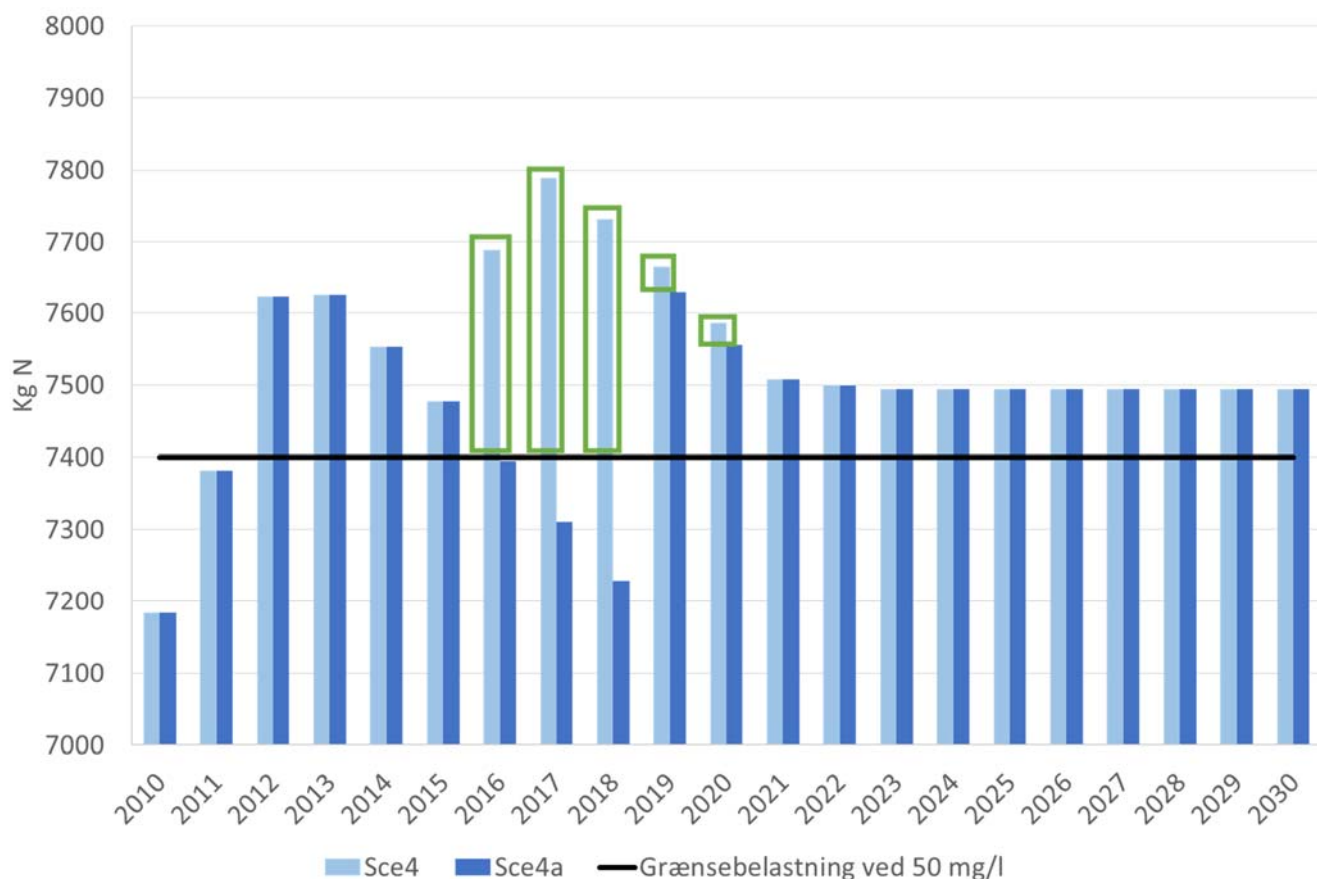
Opgørelse af magasinkompensationsbehov ift. difference over grænseværdi

For alle kortsigtede belastninger udregnes differencen (i belastning til et magasin) mellem to scenarier, men kun den del af belastningen som ligger over grænseværdien medtages i opgørelsen til beregning af magasinkompensationsbehovet.

Beregningen foretages på den tidlige udvikling i belastning til magasinerne og kan relateres til forskelle i udvaskningsscenarier. For at kunne relatere forskellen direkte til et enkelt infiltrationsår er det således nødvendigt at udvikle ens scenarier på nær det enkelte infiltrationsår. Da kun den del af forskellen mellem scenarier, der overstiger grænseværdien, medtages, tages både perioden op til det konkrete år og perioden efter det konkrete år med i opgørelsen for kompensationsbehovet. Vand og dermed også nitrat tilstrømningen fra et opland til et magasin spredes ofte over flere år, hvilket betyder at merbelastningen også skal opgøres over flere år.

Figur 13 viser et eksempel på, hvordan forskelle mellem to scenarier udvikler sig som følge af, at der er forskel i udvaskning fra rodzonen for årene 2016-2018. De grønne kasser afgrænser den del af forskellen, som ligger over en given grænseværdi, her omregnet til en grænsebelastning for det givne magasin på 7400 kg N/år. Det grønne område summerer til ca. 1075 kg N for hele perioden, dvs. i gennemsnit ca. 358 kg N/år eller godt 4 % af den årlige belastning til magasinet. Bemærk, at påvirkningen fra forskellen årene 2016-2018 påvirker forskellen i belastning til magasinet frem til og med 2020 som følge af spredning i transporttider til magasinet.

² Grænseværdi for magasin massetilførsel [kgN/år] = arealet hvor grundvandsdannelse foregår til den oxiderede del af magasinet (m²) x grundvandsdannelsen til den oxiderede del af magasinet (mm/år) x en omregningsfaktor [1/1000.000 kg pr mg] x mol fraktionen N/NO₃ [14/(14+3*16)] x grænseværdien [50 hhv 37,5 mg/l].



Figur 13 Eksempel på opgørelse af kompensationsbehov ift. difference over grænseværdi (dvs. undgå forringelsen). Kompensationsbehov opgjort ved denne metode er angivet med grønne kasser, bemærk kun den del af differencen, som ligger over grænseværdien (fed linje), medregnes.

Volumen betragtninger

I vandrammedirektivet er det accepteret, at mindre dele af den enkelte grundvandsforekomst kan overskride grænseværdier, uden at det nødvendigvis medfører et skift af tilstandsklasse og dermed en forringelse af grundvandsforekomsten. For at inddrage dette er der lavet en vurdering af hvor stor en andel af magasiner og grundvandsforekomster, som modtager en kvælstofmængde, som afstedkommer en koncentration over grænseværdien.

For hvert magasin er der opgjort hvor stor en andel af magasinvolumenet, som er oxideret ("magasin_grunddata" i datafilen til denne rapport, se evt. Bilag 2). Ved anvendelse af volumenbetragtninger indgår belastningen til et givet magasin kun i kompensationsbehovsopgørelsen, såfremt den oxiderede del af magasinet er større end en given andel af total volumen. Der er opgjort kompensationsjusteringer for volumen andele på 10 % og 20 %.

For hver grundvandsforekomst er der desuden opgjort, hvorvidt de enkelte magasiner i forekomsten modtager oxideret vand med indhold over grænseværdien. Kun hvis volumen af de oxiderede dele af magasinerne, der modtager vand med en belastning over en grænseværdi, overstiger en given volumen andel (10 % hhv. 20 %) af en forekomsts total volumen, opgøres der et forekomst kompensationsbehov. Figur 16 viser de kortsigtede kompensationsbehov for grundvandsforekomster for scenarie 4 ift. scenarie 0 ved

anvendelse af afskæringskriterier 0, 10 og 20 %. Ved volumenbetragtning på 0 % opgøres således et kompensationsbehov, uanset at det belastede volumen er uendelig lille ift. det samlede magasin volumen, mens en volumenbetragtning på 20 % betyder, at mindst 80 % af magasinets total volumen har koncentration i det tilstrømmende vand, der er mindre end eller lig med en given grænseværdi.

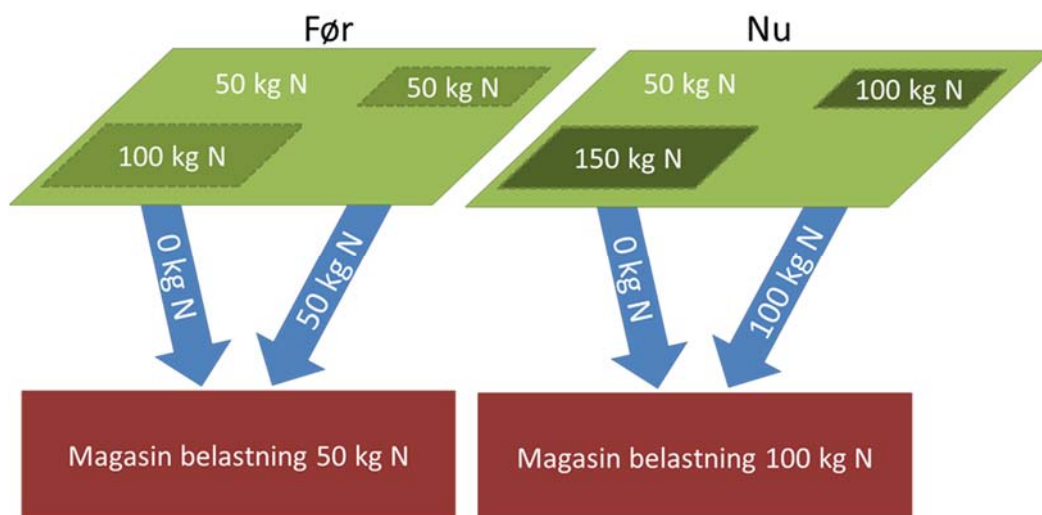
Kobling af magasin kompensationsbehov med ID15 indsatsbehov

De enkelte magasiners kompensationsbehov skal oversættes til et indsatsbehov ift. reduktion af udvaskning af kvælstof fra rodzonen. Dette kan opgøres efter en række forskellige principper, hvor der i resultaterne er præsenteret tre forskellige: (I) et summeret indsatsbehov på ID15 niveau, (II) et indsatsbehov ligeligt fordelt på markblokke indenfor et ID15 opland og (III) et indsatsbehov opgjort som ligeligt fordelt, men hvor indsatsen ikke kan overstige merudvaskningen fra rodzonen. I det efterfølgende redegøres kort for metodikken bag de tre forskellige principper. Fælles for metoderne er, at kompensationsbehovet fordeles efter belastningsandele fra de bidragende ID15 oplande, men hvor under (I) indsatsen summeres på ID15 niveau og for (II) og (III) justeres ift. hvor stor en andel af den samlede N udvaskning fra ID15, der ender i magasinet (magasin specifik N-retention parallelt til kystopland specifik N-retention der kendes fra retentionskortet, jf. Højberg et al. 2015).

Massebelastningen til de enkelte magasiner opgøres i andele, som stammer fra forskellige ID15 oplande. Magasinernes kompensationsbehov fordeles herefter proportionalt ift. disse andele (som altid summerer til 100 % for et magasin) til kompensationsbehovsandele. I eksemplet fra Figur 12 fremgår det, at 50 % af belastningen til magasin 1 stammer fra ID15-1 og 50 % fra ID15-2. I dette tilfælde fordeles kompensationsbehovet for magasin 1 på 50 % til ID15-1 og 50 % til ID15-2.

Summeret indsatsbehov

Det summerede indsatsbehov opgøres ved at addere magasin kompensationsbehovsandele for hvert ID15, fra magasiner, der modtager belastning fra dette ID15. Ved en målrettet indsats til kun de områder indenfor ID15, som bidrager med belastning til magasinerne, ville det summerede indsatsbehov være dækkende for magasinernes kompensationsbehov. Den summerede indsats dækker over en detaljeringsgrad svarende til mindste beregningsenhed (1 ha), mens modellen er kalibreret og testet på ID15 niveau (ID15 niveau svarer til ca. 1500 ha). Der er således et stort misforhold mellem beregningskala og kalibreringskala, og der er i dette projekt ikke gennemført vurderinger af hvad dette misforhold betyder for opgørelsen. En eventuel indsats svarende til den summerede indsats skulle i givet fald målrettes på ha skala indenfor det givne ID15, men da modellen hverken er testet eller kalibreret til denne skala vil resultaterne være forbundet med uacceptabel stor usikkerhed. De primære usikkerhedsfaktorer er formodentligt knyttet til den hydrogeologiske model (behov for hydrogeologisk model med meget større opløsning) og redox zoneringsen, samt at udvaskningen indgår i modellen på 25 ha (500m x 500m) grid niveau. Udvasningsberegninger på denne skala (100 x 100 meter) vil kræve et bedre datagrundlag for jordtyper i rodzonen og dyrkningsoplysninger, hertil kommer et betydeligt behov for flere vand- og kvælstof observationer for at kunne påbegynde en egentlig model kalibrering/validering til denne skala.



Figur 14 Eksempel på før (venstre) og efter (højre) belastnings fordeling indenfor et ID15 med påvirkning af et magasin

Som eksempel på opgørelsen af det summerede indsatsbehov tages udgangspunkt i ovenstående simplificerede udvaskning (Figur 14). I dette tænkte eksempel af før og efter tilstand ses, at kun et lille areal indenfor ID15 oplandet bidrager med belastning til magasinet, og at belastningen til magasinet slår direkte igennem (ingen reduktion i jordlag for transporten frem til magasinet) fra dette areal. En indsats i dette ID15 opland ville derfor kun have effekt såfremt det blev målrettet dette areal, mens indsatser i andre dele af ID15 oplandet ingen effekt ville have på magasinet (f.eks. gennemstrømmer jordlag hvor nitraten fjernes ved reduktion). Opgøres magasin kompensationsbehovet til 50 kg N (merbelastnings betragtning), så ville det summerede indsatsbehov tilsvarende kunne opgøres til 50 kg N, da alt belastning til magasinet stammer fra dette ID15 (100 % af magasin kompensationsbehovet).

Lige fordelt indsatsbehov

For hvert ID15 opgøres der, hvor stor en andel af den samlede udvaskning fra markblokke som havner i et givent magasin (som i modsætning til summeret indsatsbehov normalt ikke summer op til 100 %, dels fordi noget af kvælstofudvaskning vil fjernes ved reduktion før magasinerne, og dels fordi noget af kvælstofudvaskningen strømmer til overfladevandssystemet uden at ramme et magasin undervejs). Denne andel er efterfølgende normaliseret til at ligge mellem 1-100 %. Dette er sket, dels for at sikre at meget små andele ikke vil forrykke den samlede indsats urealistisk (ikke andele under 1 %), og dels for at sikre at ID15'ere, hvor markblokkene udgør meget små arealer ift. det totale ID15 areal, også får et indsatsbehov, der kan modsvare magasin kompensationsbehovet (ikke andele over 100 %). Selvom det er udvaskningen fra markblokkene, som bruges til at udregne denne andel, må indsatsen ift. grundvand forventes at blive målrettet velbeskrevne områder indenfor ID15 og ikke på markblok niveau da ID15 oplands skala er N modellens rumlige opløsning.

For at udregne indsatsbehovet relativt til udvaskningen fra markblokkene, herefter kaldet "relativt magasin kompensationsbehov", korrigeres et givnet magasin kompensationsandel for retention mellem rodzone og magasin, dvs magasinets ID15 kompensationsandel divideres med andelen af den samlede ID15 rodzoneudvaskning fra markblokke der havner i det givne magasin. Det lige fordelte indsatsbehov på ID15 niveau opgøres herefter som det største relative magasin kompensationsbehov blandt magasiner der modtager vand herfra.



Figur 15 Eksempel på før og nu belastnings fra et ID15 med påvirkning af et magasin Den tilsyneladende forskel i retention skyldes, at retentionen varierer for alle grid og ét udvaskningsmønster vil give én samlet ID15 retention, mens en anden fordeling af udvaskningen vil resultere i en anden samlet retention, jf. strømning og belastning er identisk med Figur 14, men nu opgjort på ID15 skala.

Med udgangspunkt i regneeksemplet fra opgørelsen af det summerede indsatsbehov modificeres Figur 14 svarende til at vi ikke kender variationerne i udvaskning indenfor ID15, men kun resultatet af før og efter udvaskningen i Figur 15 på ID15 skala, hvilket svarer til det skala niveau som kvælstofmodellen er kalibreret til. Fra før situationen ved vi, at for hver 200 kg N, der udvaskes fra rodzonen, havner de 50 kg N i magasinet (den magasin specifikke retention er $1-50/200 = 75\%$), dvs. for hver gang vi skal justere tilstrømningen til magasinet med ét kg N skal vi reducere udvaskning fra rodzonen med 4 kg (kun en kompensations effekt på 25%). Tilsvarende i opgørelsen af det summerede indsatsbehov, hvis kompensations behovet opgøres til 50 kg N betyder det, at det lige fordelte indsatsbehov kan opgøres til $50 \text{ kg N} / (50/200) = 200 \text{ kg N}$ (kompensationsbehov / kompensations effekt).

Loft over lige fordelte indsats opgørelser

Som det kan ses af regneeksemplet ovenfor har en opgørelse af lige fordelt indsatsbehov på ID15-niveau det paradoks, at det i nogle tilfælde medføre et højere indsatsbehov end merudvaskningen (200 kg N ift. en stigning i udvaskning fra 200 til 300 kg N). Det skyldes primært variationen i udvaskning indenfor ID15-oplandet. Der vil være nogle delområder inden for ID15-oplandet, som bidrager med væsentlig større magasinbelastning end andre dels som følge af forskelle i N-reduktion indenfor oplandet og dels som følge af forskelle i rodzone merudvaskning inden for oplandet. Det, at modellen beregner i totalbelastninger og ikke kun merbelastninger, fordi det ellers ikke er muligt at afskære ift. en grænseværdi (50 mg NO₃/l), medfører, at der ikke er nogen direkte kobling til merudvaskningen.

Beregninger med loft sikrer, at den opgjorte indsats på ID15 niveau maksimalt svarer til merudvaskningen fra rodzonen (dvs. loft indsatsen er den mindste af enten den lige fordelte indsats eller forskellen mellem scenarie udvaskninger begge opgjort på ID15 niveau). Med udgangspunkt i regneeksemplet ovenfor, hvor det lige fordelte indsatsbehov er opgjort til 200 kg N, vil anvendelse af loft betragtningen reducere indsatsopgørelsen til 100kg N, svarende til forskellen i rodzone udvaskning fra de to scenarier.

7. Præsentation af resultater

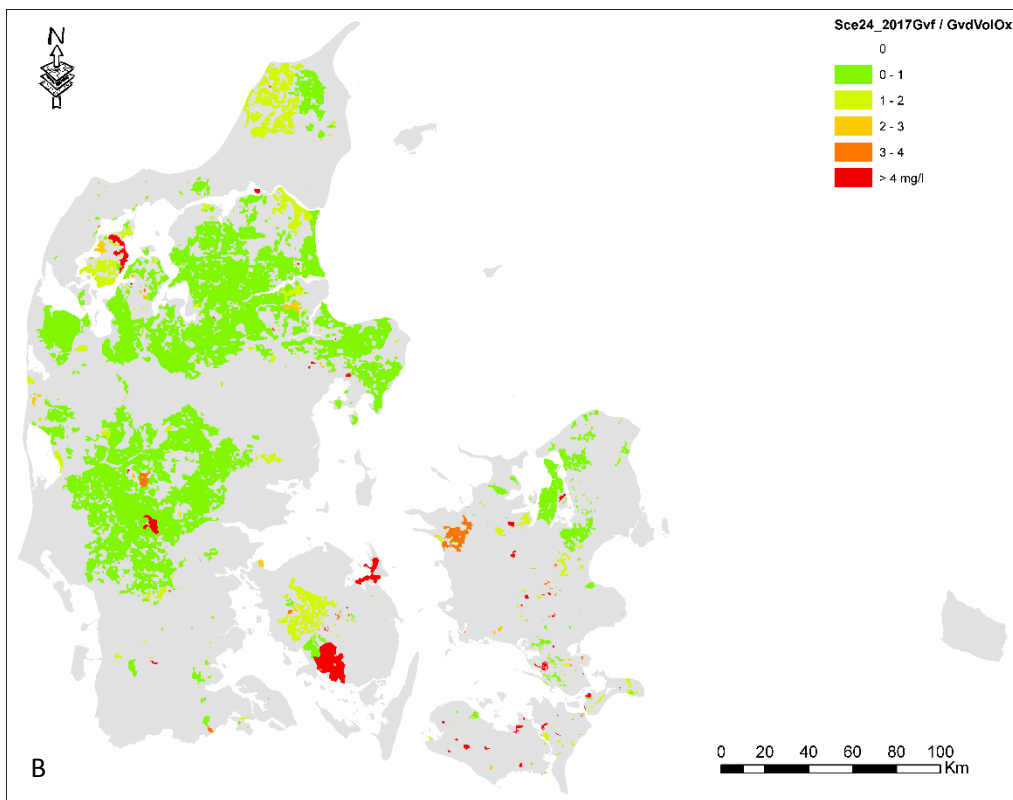
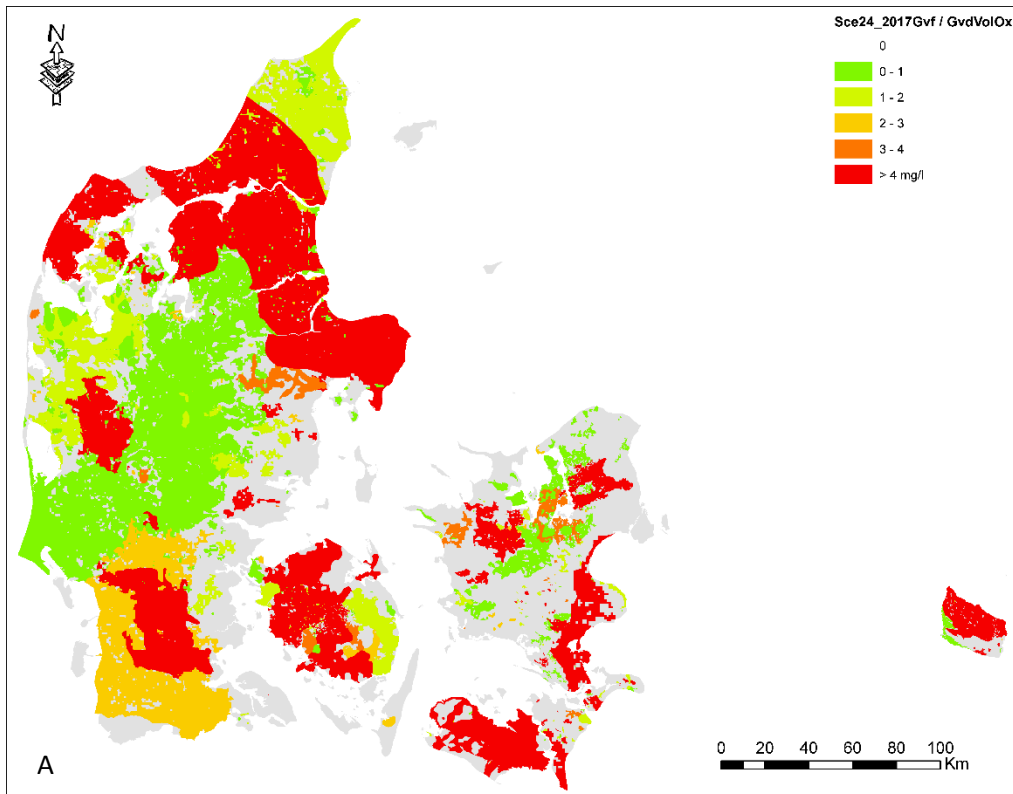
Der er for alle scenarier beskrevet i Kapitel 5 dels beregnet kompensationsbehov på hhv. magasinniveau og grundvandsforekomstniveau, og dels beregnet et resulterende ID15 indsatsbehov som hhv. summeret og lige fordelt med og uden anvendelse af loft. Som beskrevet i kapitel 6 betyder et summeret indsatsbehov, at indsatsen placeres målrettet på de områder, der direkte i modelberegningerne bidrager til merbelastningen, mens det lige fordelte indsatsbehov ikke målrettes under ID15 oplands niveau (lige fordelt indsats på landbrugsarealer). De fleste scenarier skal sammenlignes parvis for at kunne vurdere forskellige effekter af baseline og Fødevarer og Landbrugspakke (FLP) lempelser og tiltag, f.eks. kan effekten af at medtage teknisk justering af landbrugsareal opgøres ved parvis sammenligning af scenarie 4 og 5, scenarie 2 og 3 eller scenarie 6 og 7, og effekten af virkemidlerne skovrejsning og MFO-efterafgrøder opgøres ved parvis sammenligning af scenarie 2 og 4 eller scenarie 3 og 5. Tabel 12, Tabel 13 og Tabel 14 viser summerede landstal for indsatsbehov for 2016, 2017 og 2018 med henblik på at undgå merforringelse af grundvandet som følge af fuld implementering af FLP lempelser og tiltag i forhold til reference året 2012 (scenarie 4 ift. scenarie 0). Tabel 15, Tabel 16 og Tabel 17 viser summerede landstal for indsatsbehov for 2016, 2017 og 2018 med henblik på at undgå merforringelse af grundvandet som følge af fuld implementering af FLP lempelser og tiltag ift. en situation hvor FLP ikke er implementeret (scenarie 4 ift. scenarie 1).

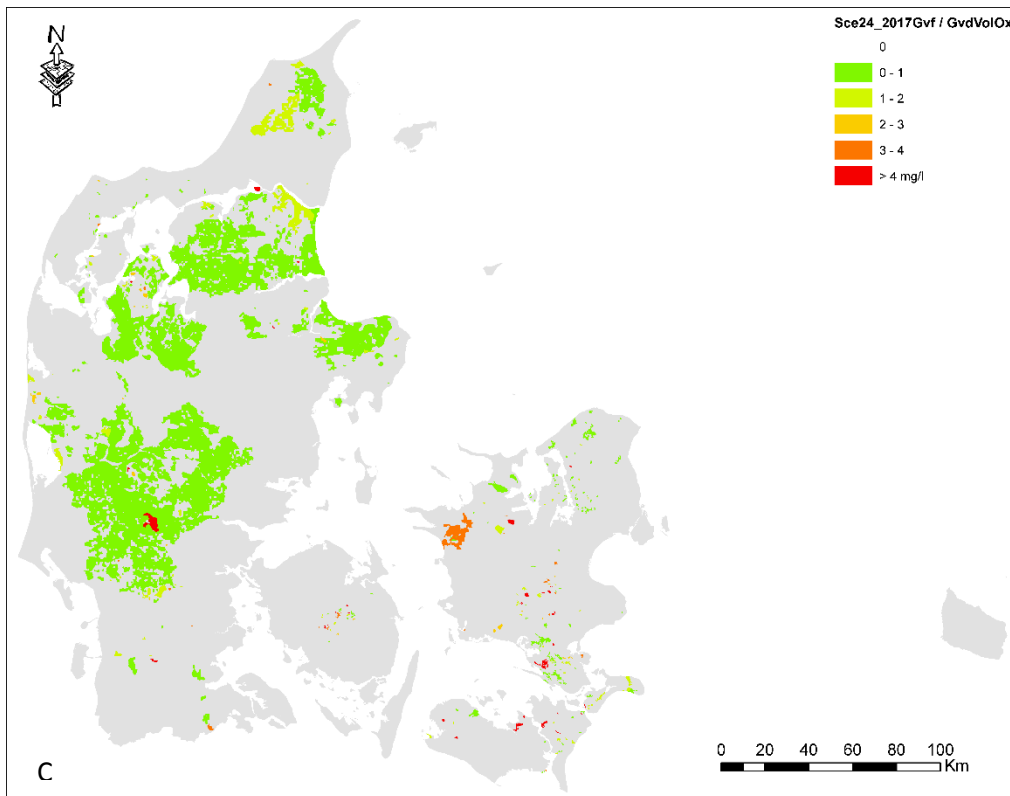
For alle scenarier er der beregnet kortsigtede indsatsbehov opgjort for årene 2016, 2017 og 2018 med og uden anvendelse af loft jf. kap 6. Det langsigtede indsatsbehov opgøres for en ligevægtssituation med scenarietudvaskninger fra 2021. For en nærmere beskrivelse af begreber og metodik henvises til kapitel 6. Alle hovedresultater ligger samlet i en datafil vedhæftet denne rapport. Datafilen indeholder dels udvaskningen fra rodzonen de enkelte år for de forskellige scenarier, dels belastningsudvikling til og med 2030 for de enkelte magasiner, dels kompensationsbehov beregnet for de tre volumen betragtninger (jvf. Kapitel 6) og dels ID15 indsatsbehov som beregnet som (I) summeret, (II) lige fordelt og (III) lige fordelt ved anvendelse af loft betragtning. Indholdet i datafilen er kort beskrevet i Bilag 2.

I det følgende afsnit præsenteres en række kort baseret på beregninger af den kortsigtede forskel mellem scenarie 4 (udvaskning med FLP lempelser og tiltag, samt baselineelementer, inkl. teknisk justering) og scenarie 0 (2012 status quo, dvs. rodzone udvaskning for 2012 er gentaget for alle år), da der fra projektrekvirentens (SVANA) side har været fokus på hvorvidt miljøpåvirkningen i årene 2016-2018 af FLP medfører en forringelse i forhold til situationen i 2012. Kortformaterne er fremstillet i GIS ved visualisering af data fra den vedhæftede datafil, hvorfra der kan fremstilles tilsvarende kortmateriale for sammenligningen mellem scenarie 4 og 1, samt andre relevante sammenligninger. For nærmere beskrivelse af de enkelte scenarier henvises til Kapitel 5. De præsenterede kort er udvalgt primært for at vise betydningen af nogle af de valg der er gjort undervejs i modelprocessen og sekundært for at vise variationer og ligheder i indsatsbehov/kompensationsbehov på tværs af landet. Beregningerne af magasin og grundvandsforekomsters kortsigtede kompensationsbehov for at undgå merforringelse udgør forskellen mellem den tidlige udvikling af to scenarier, men kun den del af differensen, som ligger over en given grænseværdi er medregnet, jvf. Figur 13.

Kompensationsbehovet er opgjort for de enkelte magasiner, i det omfang at det oxiderede volumen (den del af magasinet som er påvirket af kvælstof belastning) overstiger en volumenandel af det samlede magasin volumen svarende til 0, 10 % eller 20 %, herefter benævnt volumen afskæringskriterie. Principielt laves vurderingen først på magasinniveau og herefter på grundvandsforekomstniveau. For at illustrere forskelle som følge af anvendelse af volumen afskæringskriterierne er der på Figur 16 A-C vist de kortsigtede

kompensationsbehov for 2017, hvor der accepteres en merbelastning over grænseværdien for henholdsvis 0 % (A), 10 % (B) og 20 % (C) af grundvandsforekomst volumen for scenarie 4 ift. scenarie 0 (omfanget af merbelastning til magasiner over grænseværdien ift. en situation med status quo siden 2012).

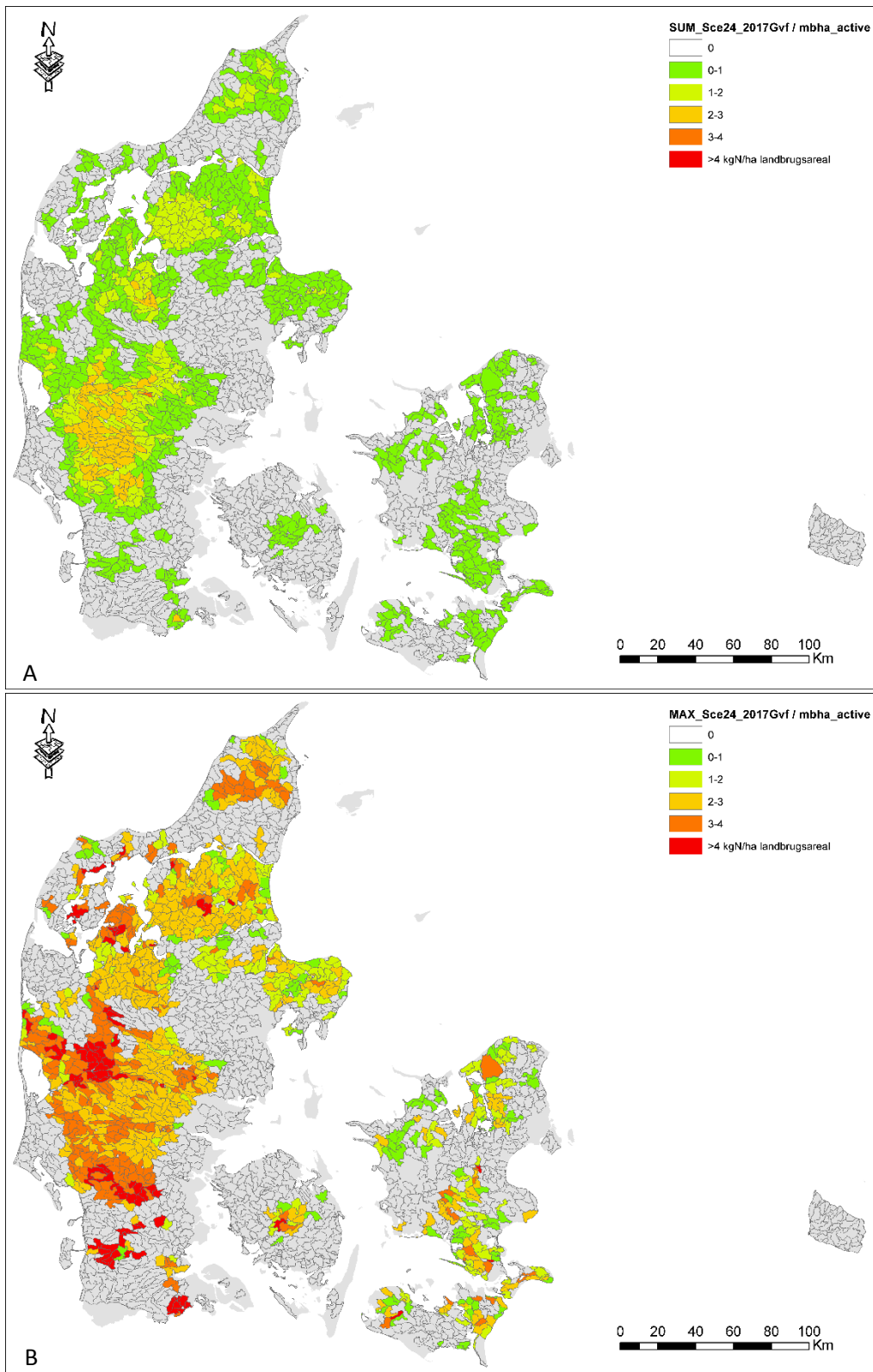




Figur 16 Opgjort kompensationsbehov (ikke forringelse) i 2017 for grundvandsforekomster for scenarie 4 ift. scenarie 0 (benævnt sce24_2017Gvf i Bilag 2) ved anvendelse af volumen afskæringskriterier på 0 % (Figur 16 A), 10 % (Figur 16 B) og 20 % (Figur 16 C). Alle tal er gjort relative til grundvandsdannelsen [m^3] til de oxiderede dele af magasinerne (benævnt GvdVolOx i Bilag 2) og omregnet til mg NO₃/l.

De beregnede magasininkompensationsbehov, opgjort i Figur 16 nederst (20 % volumen afskæringskriterie), omregnes i modellen dels til et summeret indsatsbehov og dels til et lige fordelt indsatsbehov på ID15-niveau. Forskellene i indsatsbehov er illustreret på Figur 17. Sammenstilling af placeringen af magasiner med kompensationsbehov vist på Figur 16C og ID15'ere med summeret indsatsbehov på Figur 17 A viser, at de store magasinkomplekser i det vest- og nordjyske giver nogle relativt store summerede indsatsbehov på ID15 skala, mens de noget mindre magasiner i det fynske og sjællandske betyder, at de summerede ID15 indsatsbehov er noget mindre. For de lige fordelte indsatsbehov er det de små magasiner med stort kompensationsbehov, der slår igennem på opgørelsen af ID15 indsatsbehovet. Forholdet mellem de to opgjorte indsatsbehov, kan bruges til at vurdere betydningen af placering af en indsats indenfor de enkelte ID15'ere. Forudsættes det, at modellen kan reproducere fordeling af udvaskning/transport indenfor ID15, betyder det, at jo' større forskel der er mellem lige fordelt og summeret indsats opgørelser, des større betydning har den rumlige fordeling af indsatser.

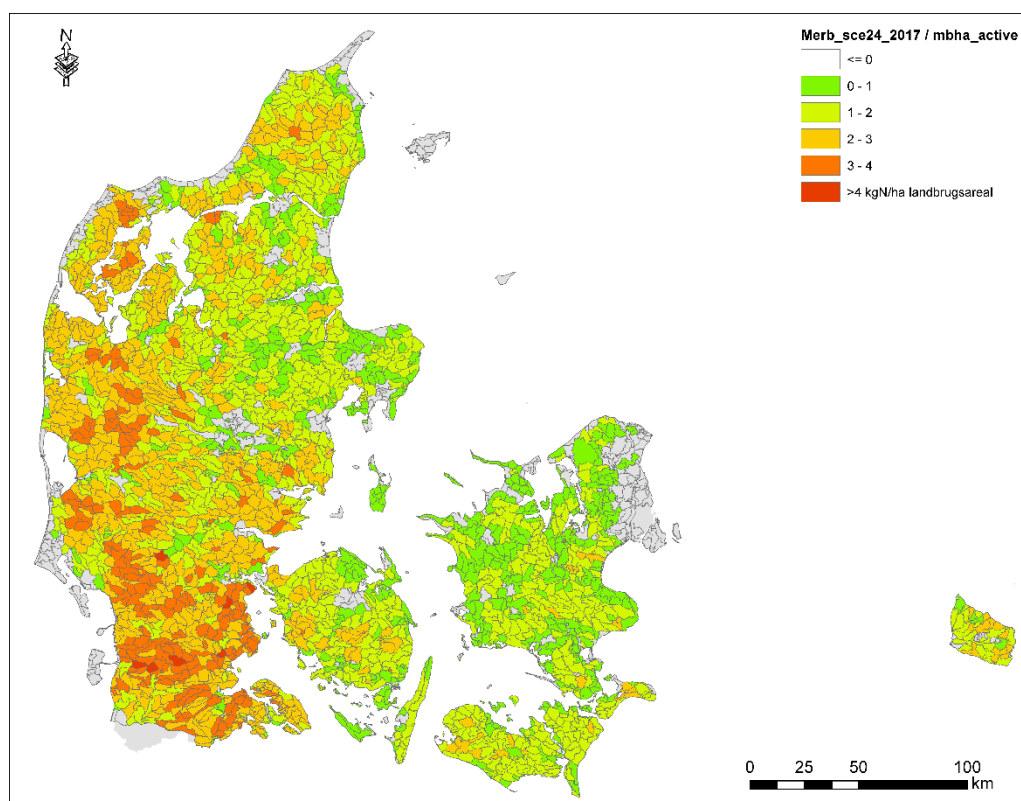
Alle figurer om indsatsbehov er normaliseret efter det dyrkede markblok areal (2011). Enkelte ID15 oplande har et meget lille markblokareal (<100 ha), hvilket kan give nogle urealistiske store indsatsbehov opgjort ift. dyrket areal. Det skyldes, at den summerede belastning fra markblok arealet er meget lille ift. udvaskningen fra skovarealer (5 kg N/ha) og naturarealer (2 kg N/ha). Disse ID15 oplande er ikke medtaget på Figur 17. Det på figuren udeladte indsatsbehov udgør mindre end 4 % af det samlede indsatsbehov (opgjort ift. summeret indsats for 2017 fra Tabel 12).



Figur 17 Opgjort indsatsbehov i 2017 for scenarie 4 ift. scenarie 0 ved 20 % volumenafskæringskriterie (Sce24_2017Gvf) angivet i kg N/ha markblok areal (mbha_active). Indsatsbehovet vises som hhv. det summerede (SUM) indsatsbehov (A) og det lige fordelte (MAX) indsatsbehov på ID15-niveau (B). Indsatsbehovet er beregnet på basis af de grundvandsforekomst kompensationsbehovet der er angivet på Figur 16 C.

Som det ses af Figur 17 og af tabellerne Tabel 12 (summeret indsats), og Tabel 13 (lige fordelt indsats) kan der være betydelig forskel på om indsatsen opgøres summeret eller lige fordelt (der er anvendt samme farveskala på figuren). For en nærmere beskrivelse se beskrivelserne: summeret indsatsbehov og lige fordelt indsatsbehov kap 6.

Det kortsigtede indsatsbehov er opgjort som den del af forskellen i belastning fra rodzonen for årene 2016-18, der bidrager til merforringelse af tilstanden i grundvandsforekomsterne, jvf. kapitel 6. I det efterfølgende præsenteres kortsigtede indsatsbehov for 2016, 2017 og 2018 for scenarie 4 ift. scenarie 0 (benævnt sce24 i Bilag 2 og 3). Resultater er opgjort på følgende vis: der er for hvert scenarie og hver grundvandsforekomst beregnet kompensationsbehov med anvendelse af 20 % volumen betragtning. Herefter er kompensationsbehovet omregnet til et lige fordelt indsatsbehov på ID15 opland skala med anvendelse af loft svarende til merbelastningen for det pågældende år.

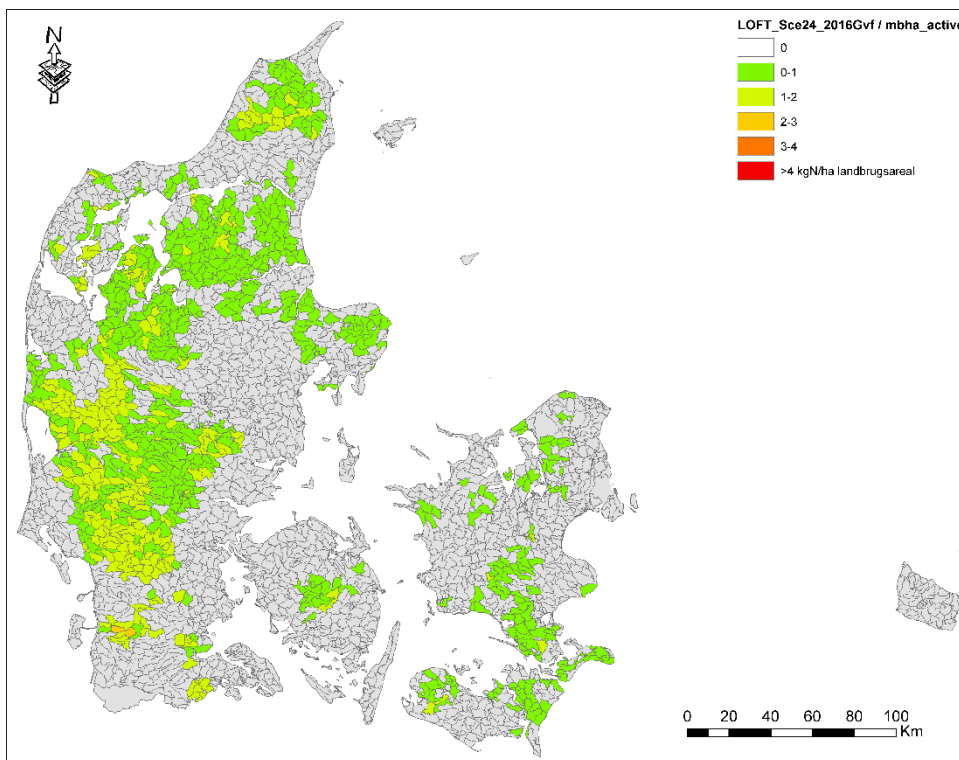


Figur 18 Forskel i udvaskningen mellem scenarie 4 for 2017 og scenarie 0 for 2012 (merb_sce24_2017) gjort relativ ift. ha markblok areal indenfor det enkelte ID15 (mbha_active)

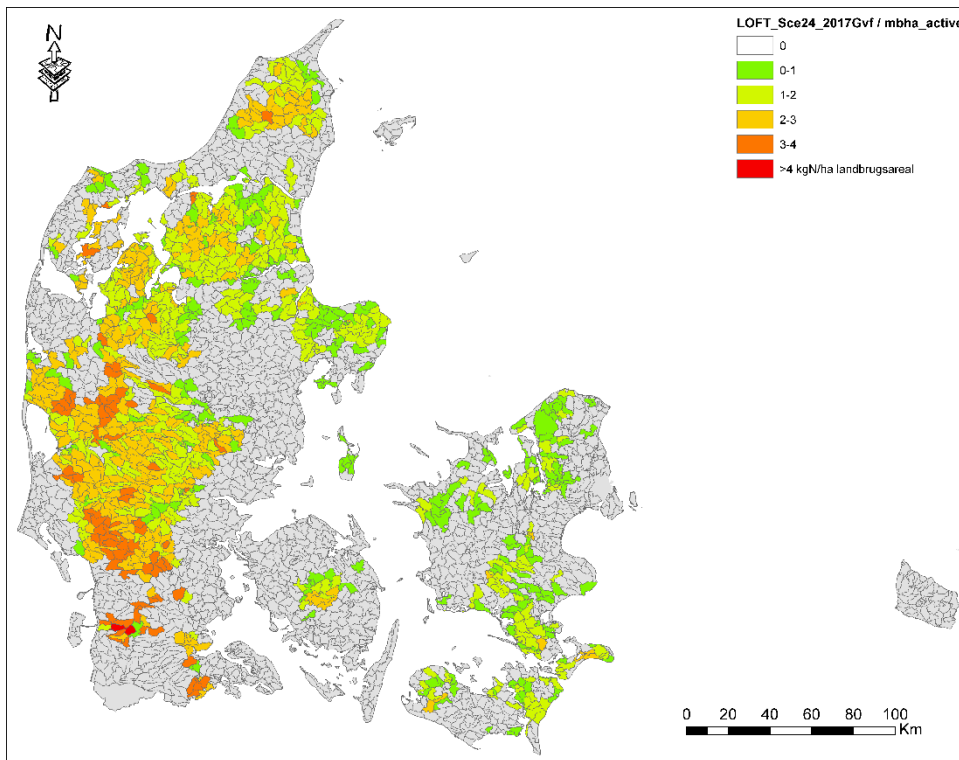
Anvendelse af loft i indsatsopgørelsen betyder, at indsatsen i en række ID15'ere ikke opgøres højere end merudvaskningen fra rodzonen det pågældende år ift. referencescenarie året. Figur 18 viser merudvaskningen for året 2017 for scenarie 4 (udvaskning med FLP lempelser og tiltag samt baseline elementer inkl. teknisk justering) sammenlignet med scenarie 0 (udvaskningen i 2012). Den samlede merudvaskning for de enkelte år kan i afrundede tal aflæses af Tabel 10, for scenarie 4 år 2017 ift. scenarie 0 år 2012 udgør denne merudvaskning godt 5000 ton N (173-168). Anvendes merudvaskning fra Figur 18 som loft for indsatsopgørelsen opgjort på Figur 17B, fås resultatet som vist på Figur 20 (alle for året 2017). Det skal bemærkes at det tilsvarende loft for beregningen af den aktuelle situation med og uden FLP

lempelser og tiltag, dvs. scenarie 4 ift. scenarie 1 (benævnt Sce4 i Bilag 2 og 3) fra Tabel 10 kan opgøres til godt 12.000 ton N (173 - 161) for 2017.

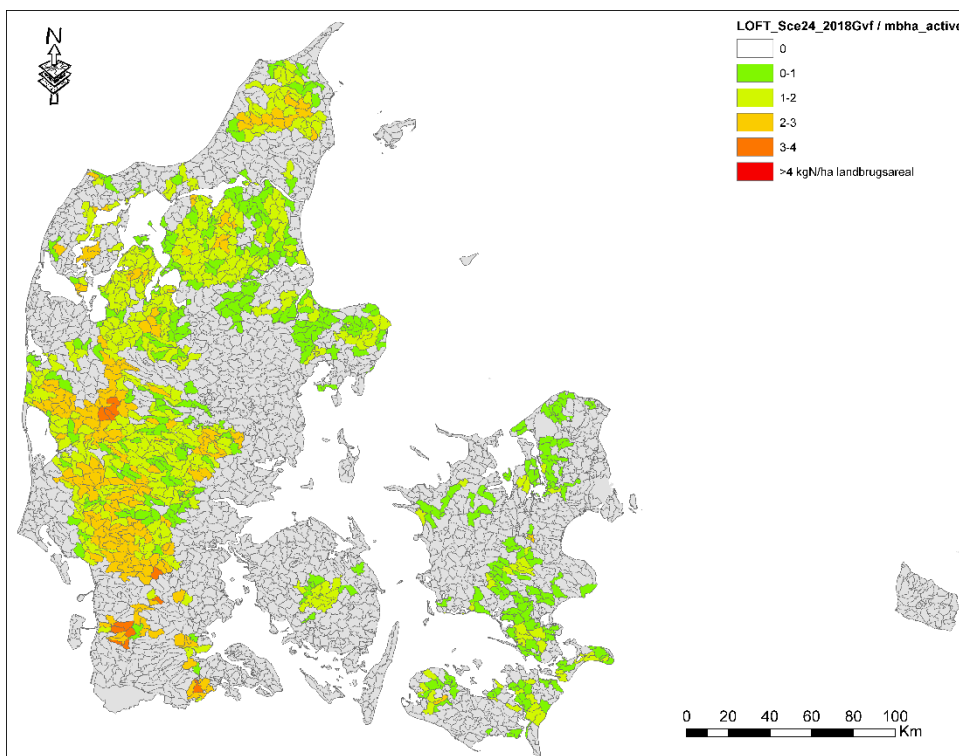
For øerne: Sejerø, Læsø, Anholt, Samsø, Endelave og Tunø, som ikke er dækket af modelberegningerne, er omsætning af N i undergrunden ikke beregnet direkte i modellen. Det kortsigtede indsatsbehov for disse områder er opgjort ud fra en betragtning om, at det nydannende grundvand som gennemsnit ikke må forringes ift. overskridelse af grænseværdien for nitrat i drikkevand (50 mg NO₃/l). Når denne metodik anvendes direkte på udvaskningen fra rodzonen, så er det kun på Samsø, at der identificeres områder, hvor scenarie 0 udvaskning fra rodzonen gennemsnitligt ligger over grænseværdien, og kun for 2017 at scenarie 4 udvaskningen fra rodzonen ligger højere end scenarie 0. Indsatsbehovet (som svarer til merudvaskningen) opgjort efter denne metodik er beregnet til ca. 1.400 kg N (svarende til ca. 0,25 kg N/ha), hvilket udgør mindre end 1 promille af det landsdækkende summerede kortsigtede indsatsbehov opgjort i Tabel 14.



Figur 19 Opgjort indsatsbehov fordelt på ID15 niveau i 2016 for scenarie 4 ift. scenarie 0 (Sce24_2016Gvf) ved 20 % volumenafskæringskriterie angivet i kg N/ha markblok areal (mbha_active). Indsatsen er beregnet som lige fordelt under forudsætning af indsatsen på ID15 niveau ikke kan overskride merudvaskningen (LOFT).



Figur 20 Opgjort indsatsbehov fordelt på ID15 niveau i 2017 for scenarie 4 ift. scenarie 0 (Sce24_2017Gvf) ved 20 % volumenafskæringskriterie angivet i kg N/ha markblok areal (mbha_active). Indsatsen er beregnet som lige fordelt under forudsætning af indsatsen på ID15 niveau ikke kan overskride merudvaskningen.



Figur 21 Opgjort indsatsbehov fordelt på ID15 niveau i 2018 for scenarie 4 ift. scenarie 0 (Sce24_2018Gvf) ved 20 % volumenafskæringskriterie angivet i kg N/ha markblok areal (mbha_active). Indsatsen er beregnet som lige fordelt under forudsætning af indsatsen på ID15 niveau ikke kan overskride merudvaskningen.

Da nitratbelastning vurderes både på magasin- og grundvandsforekomst niveau, og der er store forskelle i (den oxiderede del af) volumen blandt magasiner og forekomster, bliver nitrat tilført fra ID15 oplande opblandet i meget forskellige vand volumener og dermed til forskellige koncentrationer. Derfor kan der være magasiner, hvis oxiderede del har nitratkoncentrationer, der er over grænseværdien, men hvor magasinet er en del af en grundvandsforekomst med andre magasiner, hvorved den samlede koncentration for hele forekomsten kan være lavere end grænseværdien. Således er det vigtigt at skelne mellem opgørelser på magasin og forekomstniveau.

Det samlede indsatsbehov på landsplan er i nedenstående tabeller opsummeret for så vidt angår indsatsbehovet opgjort både summeret og lige fordelt, samt lige fordelt med anvendelse af loft. Opgørelsen af lige fordelt indsatsbehov på ID15-niveau medfører (som beskrevet i kapitel 6) lidt paradoksalt i nogle tilfælde et større opgjort indsatsbehov end beregnet merudvaskning. Anvendelsen af loft betyder, at det lige fordelte indsatsbehov er justeret, så det opgjorte indsatsbehov maksimalt svarer til forskellen i rodzoneudvaskning mellem de to scenarier.

Tabellerne indeholder kortsigtede indsatsbehov opsummeret for to scenarie sammenligninger, dels scenarie 4 relativt til scenarie 0 (Tabel 12, Tabel 13 og Tabel 14), dvs. forskel mellem forventet tilstand efter FLP og tilstand ved 2012 status quo (navngivet sce24 i Bilag 2 og 3), og dels for scenarie 4 ift. scenarie 1 (Tabel 15, Tabel 16 og Tabel 17), dvs. forskellen mellem forventet tilstand med og uden FLP opgjort for de aktuelle år (også navngivet sce4 i Bilag 2 og 3).

Det summerede indsatsbehov er ens med magasinkompensationsbehov, men beregnet baglæns fra magasinet og op til landbrugsarealet på ID15 oplandsskala (1500 ha). En forudsætning for pålideligheden af det summerede indsatsbehov beror på muligheden for at skelne mellem klynger af markblokke indenfor ID15 områder ift. udvaskning fra rodzonen der belaster de oxiderede andele af magasinerne. Som beskrevet i kapitel 6, så dækker det summerede indsatsbehov over en detaljeringsgrad svarende til mindste beregningsenhed (1 ha), men det har samtidigt den udfordring at datagrundlaget ikke tillader en tilsvarende præcision i beregningerne. Modellen er kalibreret og testet på ID15 niveau (ID15 niveau svarer til ca. 1500 ha), hvilket medfører at usikkerheden ved udpegning (klynger af) markblokke indenfor ID15 skala vha. kvælstofmodellen ikke er kvantificeret (Højberg et al. 2015), men at den forventeligt vil være stor (Hansen et al., 2014). Forholdet mellem det summerede og lige fordelte indsatsbehov afspejler primært, at det mangelfulde vidensniveau på skalaen mindre end ID15 niveau gør det urealistisk at afgrænse netop de områder, hvor udvaskning fra rodzonen belaster de oxiderede andele af magasinerne.

En lige fordelt indsats betyder, at det største magasinkompensationsbehov korrigeret for retention mellem rodzone og magasin, kommer til at være bestemmende for indsatsbehovet for hele ID15 oplandet. Denne indsats fordeles jævnt indenfor ID15 oplandet. Dette medfører samtidigt, at der kan være områder, der bliver tildelt et indsatsbehov, som ikke påvirker kvaliteten af vandet i magasinet. Forskellen mellem lige fordelt indsatsbehov og magasinkompensationsbehov (=summeret indsatsbehov) er ca. en faktor 4 i gennemsnit, men dette varierer meget mellem oplandene. Anvendelse af loft betragtningen (dvs. at indsatsbehovet ikke må overgå merbelastningen ved FLP) reducerer dette til en faktor 3 (dvs. 300 % af det beregnede magasinkompensationsbehov). Det bemærkes, at anvendelse af dette loft medfører en større usikkerhed og reelt betyder, at man antager, at indsatsen placeres samme steder indenfor ID15, som lempelsen påvirker rodzoneudvaskningen.

Tabel 12 Summeret indsatsbehov [1000 ton N pr år] for scenarie 4 ift. scenarie 0 (2012)

År	Magasin og forekomst uden volumenafskæring	Magasiner med 20 % volumenafskæring	Forekomster med 10 % volumenafskæring	Forekomster med 20 % volumenafskæring
2016	0,6	0,4	0,4	0,3
2017	1,6	1,0	1,0	0,8
2018	1,2	0,7	0,8	0,6

Tabel 13 Lige fordelt indsatsbehov [1000 ton N pr år] for scenarie 4 ift. scenarie 0 (2012) *uden loft*

År	Magasin og forekomst uden volumenafskæring	Magasiner med 20 % volumenafskæring	Forekomster med 10 % volumenafskæring	Forekomster med 20 % volumenafskæring
2016	2,5	1,7	1,7	1,3
2017	5,9	3,9	4,0	3,1
2018	4,6	3,1	3,2	2,5

Tabel 14 Lige fordelt indsatsbehov [1000 ton N pr år] for scenarie 4 ift. scenarie 0 (2012) *med loft*

År	Magasin og forekomst uden volumenafskæring	Magasiner med 20 % volumenafskæring	Forekomster med 10 % volumenafskæring	Forekomster med 20 % volumenafskæring
2016	1,6	1,0	1,1	0,8
2017	4,0	2,6	2,7	2,1
2018	3,0	2,0	2,0	1,6

Tabel 15 Summeret indsatsbehov [1000 ton N pr år] for scenarie 4 ift. scenarie 1

År	Magasin og forekomst uden volumenafskæring	Magasiner med 20 % volumenafskæring	Forekomster med 10 % volumenafskæring	Forekomster med 20 % volumenafskæring
2016	2,4	1,4	1,5	1,2
2017	3,9	2,2	2,4	1,9
2018	3,9	2,3	2,4	1,9

Tabel 16 Lige fordelt indsatsbehov [1000 ton N pr år] for scenarie 4 ift. scenarie 1 *uden loft*

År	Magasin og forekomst uden volumenafskæring	Magasiner med 20 % volumenafskæring	Forekomster med 10 % volumenafskæring	Forekomster med 20 % volumenafskæring
2016	8,4	5,4	5,6	4,4
2017	13,5	8,6	9,1	7,0
2018	13,7	8,8	9,2	7,2

Tabel 17 Lige fordelt indsatsbehov [1000 ton N pr år] for scenarie 4 ift. scenarie 1 *med loft*

År	Magasin og forekomst uden volumenafskæring	Magasiner med 20 % volumenafskæring	Forekomster med 10 % volumenafskæring	Forekomster med 20 % volumenafskæring
2016	6,1	3,9	4,1	3,2
2017	9,8	6,3	6,6	5,2
2018	10,0	6,4	6,7	5,3

Den relative store forskel på om indsatsbehovet opgøres scenarie 4 ift. scenarie 0 eller ift. scenarie 1 afspejler, at valget af reference år har betydning for hvordan effekten af baseline elementer, herunder hvorvidt teknisk justering af landbrugsarealer, inddrages i beregningerne. Det større opgjorte kortsigtede indsatsbehov for scenarie 4 ift. 1 end for scenarie 4 ift. 0 skyldes ikke, at den samlede belastning af magasinerne er større, men at valget af referenceperiode og dermed niveauet for referenceudvaskningen/belastningen er forskelligt. Effekten af baselineelementerne på scenarie 1 (udvikling i udvaskning uden FLP lempelser og tiltag, men med baseline elementer inkl. teknisk justering) fører til et fald i belastningen for de enkelte år der sammenlignes med, mens udvaskningen er konstant for scenarie 0 (2012 udvaskningen fastholdt alle årene 2012-2021).

8. Model usikkerheder

Den Nationale Kvælstofmodel er opbygget af tre eksisterende modelsystemer (1) NLES4, der er en empirisk baseret model til beregning af årlig N-udvaskning fra rodzonen for dyrkede arealer; (2) Den Nationale Vandressource Model (DK-model), som beskriver vandstrømninger og kvælstofomsætning i grundvandszonen; (3) Overfladevandsmodeller, der er statistiske modeller til beregning af kvælstofretentionen i hhv. vandløb, søer og etablerede vådområder. I nærværende beregninger anvendes kun modelkomponenterne (1) og (2), da kvælstofomsætning i overfladevandssystemet (3) ikke forventes at have feedback til grundvandsbelastningen.

Som beskrevet i Højberg et al. (2015) har transport og omsætning af kvælstof været undersøgt og modelleret i adskillige studier, og der eksisterer således viden om de betydende processer, der også indgår som delmodeller, i den Nationale Kvælstofmodel. Kvælstofmodellen udgør således det bedst tilgængelige udgangspunkt dels for kvantificering af rumlig og tidlig udvikling af kvælstofbelastning fra rodzonen til grundvandsmagasiner, og dels for udnyttelse af det eksisterende vidensgrundlag om landbrugets påvirkning via rodzoneudvaskningen på grundvandskvaliteten. I nærværende projekt er kvælstofmodellen anvendt til en række scenarieberegninger af, hvilken effekt ændrede gødningsnormer m.v., har på den samlede N-belastning til grundvandsmagasiner og -forekomster. Kvælstofmodellen vurderes at være det bedst tilgængelige faglige grundlag for at kunne vurdere indsatsbehovet med henblik på at imødekomme risikoen for forringelser.

Kvælstofmodellen er oprindeligt blevet udviklet, kalibreret og anvendt til bestemmelse af nitratretentionen fra rodzonen til kysten. I denne proces var det muligt at kalibrere modellen til at simulere vand- og nitrattransport i forhold til observerede data i vandløbene. For detaljer omkring fremgangsmåden for kalibrering og korrektioner henvises til Højberg et al. (2015). Det har imidlertid ikke været muligt yderligere at kalibrere nitrattransporten fra rodzonen til grundvandsmagasiner. Det skyldes, at der ikke på samme vis som for vandføringer i vandløb findes kontinuerlige observationer for vand og kvælstof transport til grundvandsmagasiner. Det medfører, at opgørelserne formodentligt er mere usikre end ved anvendelse af modellen til overfladevandsbelastninger. Beregninger af absolutte påvirkningsniveauer må forventes at være mere usikre end beregninger af differens mellem scenarier. Dette påvirker specielt de langsigtede indsatsbehov, hvor der laves en opgørelse af differens i belastningen i forhold til en grænseværdi, hvorfor det må forventes at være behæftet med større usikkerhed end de kortsigtede indsatsbehov. Tilvejebringelse af relevant kvælstofobservationsgrundlag, specielt for de terrænnære grundvandsmagasiner, vil være essentielt for muligheden for at justere eller kvalitetssikre kvælstofmodellens beregninger. Der henvises til Hansen et al. (2016) for en nærmere beskrivelse af denne problemstilling.

Modellens delkomponent til beskrivelse af transport og omsætning i grundvandszonen anvender partikelbanesimuleringer til opgørelse af magasinbelastningen. Denne delkomponent har enkelte svaghedspunkter, hvoraf de fleste allerede er adresseret i Højberg et al. (2015). I forhold til behovsopgørelserne vil der være enkelte områder, hvor det summerede indsatsbehov overvurderes, fordi nogle partikler vil dobbeltregistreres, dvs. de kan ramme igennem flere oxiderede magasiner inden redoxgrænsen nås. Dobbelt registrering påvirker kun opgørelser af det summerede indsatsbehov, hvor de enkelte magasiners kompensationsbehov summeres, mens hverken det lige fordelte indsatsbehov eller magasin kompensationsbehovet er påvirket. Samlet set udgør partiklerne med dobbeltregistrering mindre end 4% af alle magasinregistreringer inden redoxgrænsen nås. Se Bilag 5 for beskrivelse af denne problemstilling og afgrænsning af områder med dobbeltregistrering.

Baselineelementerne, der modvirker stigningen i udvaskningen ved større N-gødsning, kan både være under- og overestimeret – da de er baseret på baseline rapportens opgørelser (Jensen et al., 2014), hvor udviklingen i landbrugsareal, afgrøde udbytter og ændringer i atmosfærisk deposition er de vigtigste elementer. Baselineelementerne var i Jensen et al (2014) opgjort for perioden 2012-2021 og neddelt på hovedvandoplande. Modelkørslerne forudsætter, at effekten af baselineelementerne indfases på årsniveau og fordeles jævnt på landbrugsareal indenfor de 23 hovedvandoplande (atmosfærisk deposition dog på hele arealet). Opgørelser af indsatsbehov på ID15 skala kan således enten være over- eller underestimeret som følge af usikkerhederne på såvel neddelingen som den årlige indfasning af baselineelementerne.

Modelresultater, der er opgjort som et årligt indsatsbehov med henblik på at sikre ikke-forringelse af grundvandet foranlediget af den belastning, der finder sted de aktuelle år, vurderes at være behæftet med en større usikkerhed, end hvis der ses på indsatsbehovet for den samlede periode på 3 år (2016-2018). Dette skyldes primært, at de klimatiske variationer kan have en betydelig påvirkning på transporttiden fra rodzonen til grundvandsmagasiner, hvilket igen kan have stor betydning for hvor stor en andel af den årlige udvaskning, der medregnes i den kortsigtede udvikling i magasin belastningen. Dels må det forventes at den tidlige indfasning af baselineelementerne er behæftet med større usikkerhed end den samlede effekt for hele perioden. Hertil kommer, at usikkerheden i modelberegnet transporttidsfordeling må forventes at være behæftet med større usikkerhed, når det kommer til påvirkninger fra et enkelt år til et magasin end for påvirkning set over en årrække.

Der er knyttet en usikkerhed til modellens delkomponent til beskrivelse af rodzoneudvaskningen (NLES4 modellen). For en tidligere NLES version (NLES3, Larsen og Kristensen 2007) blev denne opgjort til ca. 40% på enkeltprædiction, og ca. 20% på bedriftsniveau (flere marker). Denne usikkerhed falder yderligere med større skala/flere marker. Usikkerheden falder også med hensyn til effekten af jordtyper og gødningsfordeling mellem marker på større skala – da det antages, at jordtypefordelingen bliver mere sikker og at fordelingsproceduren for gødning bliver mere sikker på større skala. Således er usikkerheden på ID15 skala væsentlig mindre end på markniveau og bedriftsniveau, da usikkerheden på alle de indgående beregningsparametre reduceres jo flere marker/observationer der indgår i beregningen.

Vedrørende andre indgangsdata til modellering af udvaskningen ved brug af NLES4 findes usikkerheden overvejende på markskalaudvaskning, da disse baseres på en række generelle antagelser om den enkelte landmands gødningsanvendelse og om arealernes forhistorie. Den totale gødningsanvendelse på alle marker tilhørende en bedrift er balanceret til gødningsdata indsendt via de årlige obligatoriske gødningsregnskaber på bedriftsniveau. Fordelingen af gødningen mellem afgrøder og marker er gennemført efter faste rutiner for fordeling af specielt husdyrgødning (se bilag i Børgesen et al., 2013). Oplysninger om afgrødetyper, støttetype og økologi er knyttet til Markblokkortet og indberettes til det Generelle Landbrugsregister (GLR). Kortværket er en opgørelse over potentielle landbrugsområder og er ikke nødvendigvis et udtryk for, at jorden dyrkes. Desuden kan arealer udenfor blokkene også være dyrket og kommer derved ikke med som landbrugsareal. Omfanget af fejl i dette markdatasæt er dog ubetydeligt på ID15 oplands niveau, men kan være af større betydning på mere lokal skala.

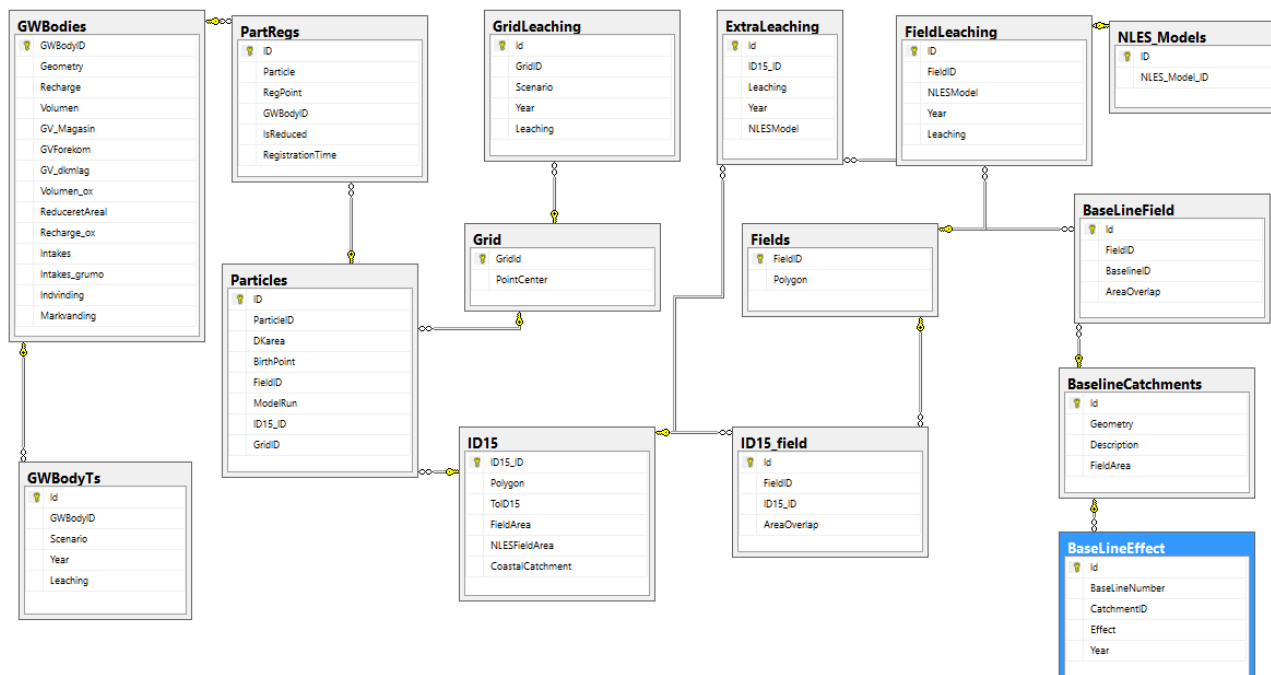
9. Referencer

- Aisopou A, Binning PJ, Albrechtsen H-J, Bjerg PL. Modeling the Factors Impacting Pesticide Concentrations in Groundwater Wells. *Groundwater*. 2015;53(5):722-736. Available from, DOI:10.1111/gwat.12264
- Børgesen et al., 2015
http://pure.au.dk/portal/files/95991713/Notat_om_tilbagerulning_af_tre_generelle_krav_Normreduktion_Obligatoriske_efterafgr_der_og_Forbud_mod_jordbearbejdning_i_efter_ret_111115.pdf
- Børgesen, CD, Waagepetersen, J., Iversen, T.M., Grant, R., Jacobsen, B. & Elmholt, S. (2009). Midtvejsevaluering af Vandmiljøplan III – hoved og baggrundsnotater. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet og Danmarks Miljøundersøgelser. DJF rapport Markbrug 142. 233 s.
- Børgesen, Christen Duus, Poul Nordemann Jensen, Gitte Blicher-Mathiesen og Kirsten Schelde (editors) (2013). Udviklingen i kvælstofudvaskning og næringsstofoverskud fra dansk landbrug for perioden 2007-2011. Evaluering af implementerede virkemidler til reduktion af kvælstofudvaskning samt en fremskrivning af planlagte virkemidlers effekt frem til 2015. DCA rapport nr. 31, 153 s. Aarhus Universitet
- Christensen, P.B., Nielsen, L.P., Revsbech, N.P. & Sørensen, J. (1990) Denitrification in nitrate-rich streams: Diurnal and seasonal variation related to benthic oxygen metabolism. *Limnol. Oceanogr.* 35, 640-651.
- Ernstsen, V. og von Platen, F. 2014. Opdatering af det nationale redoxkort fra 2006. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2014/20.
- Hansen, B, Thorling, L, Troldborg, L & Nilsson, B. (2016) Kvælstofpåvirkning af grundvandsforekomster - muligheder for validering af modelresultater med måldata. GEUS Rapport 2016/54
- Hansen, B. & Larsen, F. (2016). Faglig vurdering af nitratpåvirkningen i iltet grundvand ved udfasning af normreduktion for kvælstof i 2016-18
- He X, Højberg AL, Jørgensen F, Refsgaard JC (2015) Assessing hydrological model predicting uncertainty using stochastically generated geological models. *Hydrological Processes*, 29(19), 4293-4311. <http://dx.doi.org/10.1002/hyp.10488>
- Hansen AL, Gunderman D, He X, Refsgaard JC.(2014) Uncertainty assessment of spatially distributed nitrate reduction potential in groundwater using multiple geological realizations. *Journal of Hydrology*. 519, 225-237. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.07.013>
- Højberg AL, Windolf J, Børgesen CD, Troldborg L, Tornbjerg H, Blicher-Mathiesen G, Kronvang B, Thodsen H og Ernstsen V (2015) National kvælstofmodel - Oplandsmodel til belastning og virkemidler: Metode rapport - Revideret udgave september 2015. De Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland. ISBN 978-87-7871-417-6
- Jensen, P.J. (red.), Blicher-Mathiesen, G., Rasmusen, A., Vinther, F.V., Børgesen, C.D., Schelde, K., Rubæk, G., Sørensen, P., Olesen, J.E. & Knudsen, L. 2014. Fastsettelse af baseline 2021. Effektvurdering af planlagte virkemidler og ændrede betingelser for landbrugsproduktion i forhold til kvælstofudvaskning fra rodzonen for perioden 2013 - 2021. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 76 s. – Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 43 <http://dce2.au.dk/pub/TR43.pdf>
- 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>
- Larsen, S., Kristensen, K. 2007. Udvaskningsmodellen N-LES3 – usikkerhed og validering. Aarhus Universitet, DJF rapport, Markbrug 132.
- Nielsen, K.E., Ladekarl, U.L. & Nørnberg, P. (1999). Dynamic soil processes on heathland due to changes in vegetation to oak and Sitka spruce. *Forest Ecology and Management* 114, 107-116.
- Refsgaard JC, Hansen AL, He X (2015) Nitratreduktionskort på markskala – kan det lade sig gøre? *Vand & Jord*, 22(1), 23-26.
- Thorling, L., Ernstsen, V., Hansen, B., Johnsen, A.R., Larsen, F., Mielby, S. og Troldborg, L. (2015). Grundvand Status og udvikling 1989 – 2014. <http://www.grundvandsovervaagning.dk>
- Troldborg, L. & Jens Christian Refsgaard & Karsten Høgh Jensen & Peter Engesgaard (2007). The importance of alternative conceptual models for simulation of concentrations in a multi-aquifer system. *Hydrogeology Journal* (2007) 15: 843–860
- Troldborg, L., Sørensen, B.L., Kristensen, M. & Mielby, S., 2014: Afgrænsning af grundvandsforekomster. Tredje revision af grundvandsforekomster i Danmark. GEUS rapport 2014/58. http://www.geus.dk/DK/water-soil/watermanagement/Documents/GEUS_Rapport_58_2014_Final_web.pdf (19.03.15)

10. Bilag

Bilag 1: Database udvikling til data udtræk og analyse

Der er udviklet rutiner til data udtræk fra N-modellen til en database til brug i efterfølgende data behandling og analyse af model resultater som nærmere beskrevet i nærværende rapport. Denne sektion belyser den database tekniske del ifm indlæsning af forskellige datatyper, f.eks. udvaskning fra rodzonen (NLES) og hvordan nitrat belastning er knyttet til ID15 oplande.



Figur A1-1 22 Databasediagram over tabeller

Id15

ID15 indlæst fra "ID15_NSTmodel_2015_06_17.shp". For 9210001 var det nødvendigt at kalde MakeValid(). Givetvis noget med Ring Orientation.

Grid

Der er benyttet de samme GRIDID'er som blev benyttet i forbindelse med nitrat-reduktionsmodellen. Disse id'er og deres punkter er indlæst fra "DKDomainNodes_LU_Soil_codes.shp". Griddet består af to grids idet Bornholm er 250 m og resten af landet er 500 m. Dette grid er kun benyttet til indlæsning af NLES4-data til historiske data fra før 2011.

Markblokke og udvaskning

1. Markblokkort hentet fra https://kortdata.fvm.dk/download/Markblokke_Marker?page=MarkblokkeHistoriske
2. Bloknr. 558358-79 forekommer 8 gange og bloknr. 538205-54 forekommer 2 gange selvom de tilsyneladende er ens. Der er kun overført en af hver til databasen

3. Udvaskning indlæst fra filerne " blok2011_N_udvask_ss_S20.txt" til " blok2011_N_udvask_ss_S26.txt" og kolonnerne "KgNha_2011" til "KgNha_2021". Udvaskningen kgNha er multipliceret med kolonnen "B_Area_ha" for at få udvaskningen i kg. I de tilfælde hvor den samme mark indgår flere gange er udvaskningen summeret.
Som unikt id er benyttet BlokNrTrim, som er bloknumrene, hvor bindestregen er fjernet, hvorefter de er konverteret til integers.
Udvaskningen på markniveau er koblet til markerne i Markblok2011-temaet.
Marken 48916974 er slettet, da den ikke var en del Markblok2011 temaet.
4. Viewet NoLeachFields viser de marker, for hvilke der ikke er beregnet udvaskning. I alt ca 2.5 % af arealet
5. Alle marker er koblet til et eller flere ID15 områder. I tilfælde af overlap er det beregnet i SQL-server med kommandoen STIntersection. Relationerne er lagt i tabellen ID15Fields
6. Ikke allokeret udvaskning (bias) er indlæst for hvert ID-15 område fra filerne " sam_data_ID15_S20.txt" til " sam_data_ID15_S26.txt". I tilfælde, hvor der er flere værdier for et ID15 er disse summeret.
7. Den ikke allokerede udvaskning er distribueret på de marker inden for et ID15 for hvilke, der er beregnet udvaskning og som kun ligger i et ID15. Denne udvaskning findes som TotalLeachFields.

Historisk udvaskning (1990-2010) er indlæst fra NLES-beregningerne foretaget i forbindelse med nitrat-reduktionsmodellen. For tiden før 1990 er der benyttet et gennemsnit af perioden fra 1. april 1991 til 30. marts 1994 øget med 10 %. Den historiske udvaskning ligger sammen Scenarie 10 med den øvrige udvaskning i tabellen GridLeaching.

Partikler

1. Alle partikler indlæst og deres BirthPoint er knyttet til et ID15-område. Bemærk at der er partikler uden for ID15, hvilket skyldes diskretiseringen, typisk ved kysten
2. Alle registreringer indlæst og knyttet til en grundvandsforekomst. Endvidere angivet om partiklen var reduceret inden den blev registreret. Kun første registrering pr partikel pr grundvandsforekomst er blevet tilføjet.

BaseLine, MFO og Landbrugspakke effekter

Baseline 7 (BL_1), 8 (LP_3) og 9 (BL_2) indlæst fra BaselineElement7.shp til BaselineElement9.shp. Polygonerne ligger i BaseLineCathcmnts-tabellen og selve effekten ligger i BaseLineEffect. Alle marker inden for et polygon er registreret og ligger i BaseLineField. Effekten er positiv, hvis den giver mindre udvaskning.

Baseline 10 (LP_1) er indlæst fra "BaseLineElement10.shp". Effekten er fordelt lineært ud på de enkelte år med 20 % i 2017 til 100 % i 2021.

Baseline 11 (LP_2) er indlæst fra "MFO_efterafgr_100.dbf" og indlagt i en selvstændig tabel med en effekt for hver mark.

Baggrundsudvaskning

Baggrundsudvaskningen er hentet fra filen "bm_2012_10m.shp". Filen er midlertidigt indlæst i databasen, hvorefter den er konverteret til 10 m grid med kommandoen:

```
"gdal_rasterize -init 0 -co "COMPRESS=LZW" -ot Float32 -tr 10 10 -a_nodata -999 -a_srs "EPSG:25832" -te 435000 6035000 893000 6410000"
```

Beregning af udvaskning

For hver NLES4-model s20-s26 (lmb_0 – lmb_5, samt lmb_6 og lmb_7) er der udtrukket data ved hjælp af kommandoen "gdal_rasterize" på et 10 m grid dækkende hele landet. Griddata er "brændt" ned i .tif-filen, der allerede indeholdt baggrundudvaskningen. Herved fås udvaskningen fra markerne i de 10 m celler, der er indeholdt i en mark og ellers baggrundsudvaskning. Efterfølgende er 10m gridet lavet om til 500 m grid ved hjælp af kommandoen:

```
"gdalwarp -tr 500 500 -r average -dstnodata -999".
```

For Baselineelementerne er der på tilsvarende vis beregnet først et 10 m grid og derefter et 500 m grid med kommandoerne:

```
gdal_rasterize -init 0 -co "COMPRESS=LZW" -ot Float32 -tr 10 10 -a_nodata -999 -a_srs "EPSG:25832" -te 435000 6035000 893000 6410000
```

```
gdalwarp -tr 500 500 -r average -dstnodata -999
```

Baseline elementerne er dannet i deres eget grid og således ikke brændt ned i et grid med baggrundsseffekt.

Baseline 9 der ikke skulle fordeles på markerne er lavet direkte i 500 m grid.

Udvaskningen for de forskellige scenarier og forskellige år er efterfølgende fundet ved at kombinere .tif-filerne med udvaskning og .tif-filerne med baseline elementer ved kommandoer som den følgende:

```
"gdal_calc -A sce0_2013.tif -B BaseLine7_2021.tif -C BaseLine9_2021.tif --outfile sce1_2013.tif --calc="A-0.11*B-0.11*C"
```

Her tages udvaskningen fra scenarie 0 år 2013 og der trækkes 11 % af baseline 7 og 9 fra. Resultatet lægges i SceX_YYYY.tif, hvor X angiver scenarie nummeret og YYYY angiver gødnings året

Beregning af tidsserier

For hver grundvandsforekomst er der for hvert udvaskningsscenario beregnet en tidsserie med belastningen for perioden 2011-2030. Endvidere er der beregnet en fremtidig steady-state belastning ved at benytte udvaskningen for 2021. Tidsserierne er beregnet ved at tage alle ikke-reducerede partikler, der når en grundvandsforekomst og summere belastningen som hver enkelt partikel giver anledning til. For et givent år og scenarie er belastningen fundet ved at hente udvaskningen fra det gridpunkt partiklen oprindeligt var placeret i for det aktuelle år fratrukket transporttiden. Gridpunktet er fundet ud fra partiklens initial placeringskoordinater.

Bilag 2: Indholdsbeskrivelse af rapportens datafil

Tabeller i rapportens datafil:

Navn	Forklaring
DKM_Nkomp0	Magasin og grundvandsforekomst kompensationsbehov ved 0 % volumen afskæring
DKM_Nkomp10	Magasin og grundvandsforekomst kompensationsbehov ved 10 % volumen afskæring
DKM_Nkomp20	Magasin og grundvandsforekomst kompensationsbehov ved 20 % volumen afskæring
ID15_Merbelastning	Rodzone merudvaskning ved normændring opsummeret til ID15 niveau, baseline og FLP virkemidler/ lempelser er ikke modregnet
ID15_Ninds_oer_ikke_i_model	Indsatsbehov vurderet for Oer uden for modelområde (Scenarie 4 ift. scenarie 0)
ID15_Ninds0Maal	Summeret indsatsbehov på ID15 niveau ved 0 % volumen afskæring
ID15_Ninds0Max	Lige fordelt indsatsbehov på ID15 niveau ved 0 % volumen afskæring
ID15_Ninds0Loft	Lige fordelt indsatsbehov med loft svarende til merbelastning på ID15 niveau ved 0 % volumen afskæring
ID15_Ninds10Maal	Summeret indsatsbehov på ID15 niveau ved 10 % volumen afskæring
ID15_Ninds10Max	Lige fordelt indsatsbehov på ID15 niveau ved 10 % volumen afskæring
ID15_Ninds10Loft	Lige fordelt indsatsbehov med loft svarende til merbelastning på ID15 niveau ved 10 % volumen afskæring
ID15_Ninds20Maal	Summeret indsatsbehov på ID15 niveau ved 20 % volumen afskæring
ID15_Ninds20Max	Lige fordelt indsatsbehov på ID15 niveau ved 20 % volumen afskæring
ID15_Ninds20Loft	Lige fordelt indsatsbehov med loft svarende til merbelastning på ID15 niveau ved 20 % volumen afskæring
ID15_SceTiff	Rodzone udvaskning for de enkelte scenarier summeret til ID15 niveau
Magasin_Grunddata	Basis data for magasiner og grundvandsforekomster

Tabellerne DKM_NkompX:

Kolonne navn	Enhed	Beskrivelse
OBJECTID	-	Løbende nummerering
Shape	-	polygon data
modedb_id	int	model id i modeldb.geus.dk
GVForekom	tekst	grundvandsforekomst id
GV_Magasin	tekst	magasin id
GV_dkmlag	int	Dkmodel lag nummer
GV_Type	tekst	Grundvandsforekomst type (terrænnær, regional, dyb)
RevisionKS	tekst	kommentar felt, overført fra 3. revision af grundvandsforekomster
dkmnr	int	Fyn=3, Sjælland , Lolland, falster og øer = 12, Jylland=456
TopOfLay	tekst	Dkmodel lag navn for top afgrænsning af magasin
BotOfLay	tekst	Dkmodel lag navn for bund afgrænsning af magasin
LithoNr	tekst	magasin bjergart
TykMEAN	m	middel magasin tykkelse
DybMEAN	m	middel afstand fra terræn til magasin top
VolAI	m3	magasin volumen
VolOx	m3	oxideret volumen af magasin
Indvm3aar	m3	gennemsnits indvinding for perioedn 2005-2010 fra magasinet (ikke markvanding)
MarkVand	m3	gennemsnits indvinding til markvanding for perioedn 2005-2010 fra magasinet
GvdVolAI	m3	gennemsnits grundvandsdannelse til magasinet for perioden 2005-2010
GvdVolOx	m3	gennemsnits grundvandsdannelse til oxideret del af magasinet for perioden 2005-2010
Mag0ox	int	indgår belastning i magasin opgørelsen
Gvf0oxKort	int	indgår belastning i grundvandsforekomst opgørelsen på kort sigt
Gvf0oxLang	int	indgår belastning i grundvandsforekomst opgørelsen på lang sigt
Sce4_2016Mag	kg N	Scenarie 4 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
Sce4_2017Mag	kg N	Scenarie 4 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2017 i stedet for 2018
Sce4_2018Mag	kg N	Scenarie 4 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2018 i stedet for 2019
Sce5_2016Mag	kg N	Scenarie 5 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
Sce5_2017Mag	kg N	Scenarie 5 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2017 i stedet for 2018
Sce5_2018Mag	kg N	Scenarie 5 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2018 i stedet for 2019
Sce6_2016Mag	kg N	Scenarie 6 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
Sce6_2017Mag	kg N	Scenarie 6 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2017 i stedet for 2018
Sce6_2018Mag	kg N	Scenarie 6 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2018 i stedet for 2019

Sce7_2016Mag	kg N	Scenarie 7 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
Sce7_2017Mag	kg N	Scenarie 7 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2017 i stedet for 2018
Sce7_2018Mag	kg N	Scenarie 7 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2018 i stedet for 2019
Sce24_2016Mag	kg N	Scenarie 4 ift. scenarie 0 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2016
Sce24_2017Mag	kg N	Scenarie 4 ift. scenarie 0 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2017
Sce24_2018Mag	kg N	Scenarie 4 ift. scenarie 0 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2018
Sce25_2016Mag	kg N	Scenarie 5 ift. scenarie 0 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2016
Sce25_2017Mag	kg N	Scenarie 5 ift. scenarie 0 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2017
Sce25_2018Mag	kg N	Scenarie 5 ift. scenarie 0 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2018
Sce26_2016Mag	kg N	Scenarie 6 ift. scenarie 0 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2016
Sce26_2017Mag	kg N	Scenarie 6 ift. scenarie 0 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2017
Sce26_2018Mag	kg N	Scenarie 6 ift. scenarie 0 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2018
Sce27_2016Mag	kg N	Scenarie 7 ift. scenarie 0 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2016
Sce27_2017Mag	kg N	Scenarie 7 ift. scenarie 0 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2017
Sce27_2018Mag	kg N	Scenarie 7 ift. scenarie 0 magasin kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2018
Sce4_2016Gvf	kg N	Scenarie 4 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
Sce4_2017Gvf	kg N	Scenarie 4 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2017 i stedet for 2018
Sce4_2018Gvf	kg N	Scenarie 4 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2018 i stedet for 2019
Sce5_2016Gvf	kg N	Scenarie 5 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
Sce5_2017Gvf	kg N	Scenarie 5 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2017 i stedet for 2018
Sce5_2018Gvf	kg N	Scenarie 5 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2018 i stedet for 2019
Sce6_2016Gvf	kg N	Scenarie 6 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
Sce6_2017Gvf	kg N	Scenarie 6 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2017 i stedet for 2018
Sce6_2018Gvf	kg N	Scenarie 6 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2018 i stedet for 2019
Sce7_2016Gvf	kg N	Scenarie 7 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017

Sce7_2017Gvf	kg N	Scenarie 7 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2017 i stedet for 2018
Sce7_2018Gvf	kg N	Scenarie 7 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2018 i stedet for 2019
Sce24_2016Gvf	kg N	Scenarie 4 ift. scenarie 0 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2016
Sce24_2017Gvf	kg N	Scenarie 4 ift. scenarie 0 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2017
Sce24_2018Gvf	kg N	Scenarie 4 ift. scenarie 0 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2018
Sce25_2016Gvf	kg N	Scenarie 5 ift. scenarie 0 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2016
Sce25_2017Gvf	kg N	Scenarie 5 ift. scenarie 0 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2017
Sce25_2018Gvf	kg N	Scenarie 5 ift. scenarie 0 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2018
Sce26_2016Gvf	kg N	Scenarie 6 ift. scenarie 0 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2016
Sce26_2017Gvf	kg N	Scenarie 6 ift. scenarie 0 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2017
Sce26_2018Gvf	kg N	Scenarie 6 ift. scenarie 0 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2018
Sce27_2016Gvf	kg N	Scenarie 7 ift. scenarie 0 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2016
Sce27_2017Gvf	kg N	Scenarie 7 ift. scenarie 0 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2017
Sce27_2018Gvf	kg N	Scenarie 7 ift. scenarie 0 grundvandsforekomst kompensationsbehov / merbelastning over grænseværdi for 2018
Sce1DiffMag	kg N	Forskel mellem scenarie 1 og scenarie 0 på magasinniveau
Sce2DiffMag	kg N	Forskel mellem scenarie 2 og scenarie 0 på magasinniveau
Sce3DiffMag	kg N	Forskel mellem scenarie 3 og scenarie 0 på magasinniveau
Sce4DiffMag	kg N	Forskel mellem scenarie 4 og scenarie 0 på magasinniveau
Sce5DiffMag	kg N	Forskel mellem scenarie 5 og scenarie 0 på magasinniveau
Sce0T50Mag	kg N	Forskel mellem scenarie 0 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af magasinet er mindre 50mg/l
Sce1T50Mag	kg N	Forskel mellem scenarie 1 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af magasinet er mindre 50mg/l
Sce2T50Mag	kg N	Forskel mellem scenarie 2 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af magasinet er mindre 50mg/l
Sce3T50Mag	kg N	Forskel mellem scenarie 3 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af magasinet er mindre 50mg/l
Sce4T50Mag	kg N	Forskel mellem scenarie 4 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af magasinet er mindre 50mg/l
Sce5T50Mag	kg N	Forskel mellem scenarie 6 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af magasinet er mindre 50mg/l
Sce1DiffGvf	kg N	Forskel mellem scenarie 1 og scenarie 0 på grundvandsforekomstniveau
Sce2DiffGvf	kg N	Forskel mellem scenarie 2 og scenarie 0 på grundvandsforekomstniveau
Sce3DiffGvf	kg N	Forskel mellem scenarie 3 og scenarie 0 på grundvandsforekomstniveau
Sce4DiffGvf	kg N	Forskel mellem scenarie 4 og scenarie 0 på grundvandsforekomstniveau
Sce5DiffGvf	kg N	Forskel mellem scenarie 5 og scenarie 0 på grundvandsforekomstniveau

Sce0T50Gvf	kg N	Forskel mellem scenarie 0 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af grundvandsforekomsten er mindre 50mg/l
Sce1T50Gvf	kg N	Forskel mellem scenarie 1 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af grundvandsforekomsten er mindre 50mg/l
Sce2T50Gvf	kg N	Forskel mellem scenarie 2 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af grundvandsforekomsten er mindre 50mg/l
Sce3T50Gvf	kg N	Forskel mellem scenarie 3 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af grundvandsforekomsten er mindre 50mg/l
Sce4T50Gvf	kg N	Forskel mellem scenarie 4 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af grundvandsforekomsten er mindre 50mg/l
Sce5T50Gvf	kg N	Forskel mellem scenarie 6 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af grundvandsforekomsten er mindre 50mg/l
Sce0T375Mag	kg N	Forskel mellem scenarie 0 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af magasinet er mindre 37,5mg/l
Sce1T375Mag	kg N	Forskel mellem scenarie 1 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af magasinet er mindre 37,5mg/l
Sce2T375Mag	kg N	Forskel mellem scenarie 2 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af magasinet er mindre 37,5mg/l
Sce3T375Mag	kg N	Forskel mellem scenarie 3 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af magasinet er mindre 37,5mg/l
Sce4T375Mag	kg N	Forskel mellem scenarie 4 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af magasinet er mindre 37,5mg/l
Sce5T375Mag	kg N	Forskel mellem scenarie 6 og belastning svarende til at grundvandsdannelsen til de oxiderede dele af magasinet er mindre 37,5mg/l
Shape_Length	m	magasin omkreds
Shape_Area	m ²	magasin areal

Tabellerne ID15_NindsX

Kolonne navn	Enhed	Beskrivelse
OBJECTID	-	Løbende nummerering
Shape	-	polygon data
Id15_model	-	ID15 nummer
Hovedopl	tekst	Hovedvandoplands nummer
NST_kyst2	tekst	Kystopland nummer, revideret ift. oprindeligt NST_kystoplandsnummer så det ikke krydser ID15 oplande
TotalRecharge	mm/år	Nettonedbør gennemsnit for perioden 2000-2010 (beregnet med Dkmodel)
mbha_active	ha	Aktivt landbrugsareal i 2012
NormRelUdv	-	Andel af rodzone N-udvaskningen som ender (ureduceret) i et magasin, værdier under 1 % sat til 0
Merb_sce4_2016	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 4 opstart i 2016 frem for 2017
Merb_sce4_2017	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 4 opstart i 2017 frem for 2018
Merb_sce4_2018	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 4 opstart i 2018 frem for 2019
Merb_sce24_2016	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 4 ift. scenarie 0 for året 2016
Merb_sce24_2017	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 4 ift. scenarie 0 for året 2017
Merb_sce24_2018	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 4 ift. scenarie 0 for året 2018
Merb_sce5_2016	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 5 opstart i 2016 frem for 2017
Merb_sce5_2017	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 5 opstart i 2017 frem for 2018
Merb_sce5_2018	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 5 opstart i 2018 frem for 2019
Merb_sce25_2016	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 5 ift. scenarie 0 for året 2016
Merb_sce25_2017	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 5 ift. scenarie 0 for året 2017
Merb_sce25_2018	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 5 ift. scenarie 0 for året 2018
Merb_sce6_2016	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 6 opstart i 2016 frem for 2017
Merb_sce7_2016	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 7 opstart i 2016 frem for 2017
Merb_sce26_2016	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 6 ift. scenarie 0 for året 2016
Merb_sce27_2016	kg N	ID15 merudvaskning (N) fra rodzonen som følge af scenarie 6 ift. scenarie 0 for året 2016
LOFT/MAX/SUM_Sce4_2016Mag	kg N	Scenarie 4 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
LOFT/MAX/SUM_Sce4_2017Mag	kg N	Scenarie 4 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2017 i stedet for 2018

LOFT/MAX/SUM_Sce4_2018Mag	kg N	Scenarie 4 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2018 i stedet for 2019
LOFT/MAX/SUM_Sce5_2016Mag	kg N	Scenarie 5 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
LOFT/MAX/SUM_Sce5_2017Mag	kg N	Scenarie 5 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2017 i stedet for 2018
LOFT/MAX/SUM_Sce5_2018Mag	kg N	Scenarie 5 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2018 i stedet for 2019
LOFT/MAX/SUM_Sce4_2016Gvf	kg N	Scenarie 4 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
LOFT/MAX/SUM_Sce4_2017Gvf	kg N	Scenarie 4 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2017 i stedet for 2018
LOFT/MAX/SUM_Sce4_2018Gvf	kg N	Scenarie 4 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2018 i stedet for 2019
LOFT/MAX/SUM_Sce5_2016Gvf	kg N	Scenarie 5 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
LOFT/MAX/SUM_Sce5_2017Gvf	kg N	Scenarie 5 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2017 i stedet for 2018
LOFT/MAX/SUM_Sce5_2018Gvf	kg N	Scenarie 5 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2018 i stedet for 2019
LOFT/MAX/SUM_Sce6_2016Mag	kg N	Scenarie 6 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
LOFT/MAX/SUM_Sce6_2016Gvf	kg N	Scenarie 6 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
LOFT/MAX/SUM_Sce7_2016Mag	kg N	Scenarie 7 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
LOFT/MAX/SUM_Sce7_2016Gvf	kg N	Scenarie 7 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi ved start af FLP i 2016 i stedet for 2017
LOFT/MAX/SUM_Sce24_2016Mag	kg N	Scenarie 4 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi for 2016
LOFT/MAX/SUM_Sce24_2017Mag	kg N	Scenarie 4 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi for 2017
LOFT/MAX/SUM_Sce24_2018Mag	kg N	Scenarie 4 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi for 2018
LOFT/MAX/SUM_Sce25_2016Mag	kg N	Scenarie 5 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi for 2016
LOFT/MAX/SUM_Sce25_2017Mag	kg N	Scenarie 5 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi for 2017
LOFT/MAX/SUM_Sce25_2018Mag	kg N	Scenarie 5 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi for 2018
LOFT/MAX/SUM_Sce24_2016Gvf	kg N	Scenarie 4 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi for 2016
LOFT/MAX/SUM_Sce24_2017Gvf	kg N	Scenarie 4 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi for 2017
LOFT/MAX/SUM_Sce24_2018Gvf	kg N	Scenarie 4 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi for 2018
LOFT/MAX/SUM_Sce25_2016Gvf	kg N	Scenarie 5 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi for 2016
LOFT/MAX/SUM_Sce25_2017Gvf	kg N	Scenarie 5 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi for 2017

LOFT/MAX/SUM_Sce25_2018Gvf	kg N	Scenarie 5 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi for 2018
LOFT/MAX/SUM_Sce26_2016Mag	kg N	Scenarie 6 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi for 2016
LOFT/MAX/SUM_Sce26_2016Gvf	kg N	Scenarie 6 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi for 2016
LOFT/MAX/SUM_Sce27_2016Mag	kg N	Scenarie 7 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. magasin merbelastning over grænseværdi for 2016
LOFT/MAX/SUM_Sce27_2016Gvf	kg N	Scenarie 7 ift. scenarie 0 ID15 N-indsatsbehov ift. gvf merbelastning over grænseværdi for 2016
Shape_Length	m	ID15 omkreds
Shape_Area	m2	ID15 areal

Tabel ID15_Ninds_oer_ikke_i_model

Kolonne navn	Enhed	Beskrivelse
OBJECTID	-	Løbende nummerering
Shape	-	polygon data
Id15_model	int	ID15 nummer
Hovedopl	tekst	Hovedvandområdes nummer
NST_kyst2	tekst	Kystområde nummer, revideret ift. oprindeligt NST_kystområdesnummer så det ikke krydser ID15 områder
TotalRecharge	mm/år	Nettonedbør gennemsnit for perioden 2000-2010 (beregnet med Dkmodel)
mbha_active	ha	Aktivt landbrugsareal i 2012
Sce0_2011	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 0 år 2011
Sce0_2012	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 0 år 2012
sce0a_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 0a år 2016
sce0a_2017	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 0a år 2017
sce0a_2018	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 0a år 2018
sce1_2013	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2013
sce1_2014	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2014
sce1_2015	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2015
sce1_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2016
sce1_2017	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2017
sce1_2018	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2018
sce1_2019	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2019
sce1_2020	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2020
sce1_2021	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2021
sce2_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 2 år 2016
sce2_2017	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 2 år 2017
sce2_2018	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 2 år 2018
sce2_2019	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 2 år 2019
sce2_2020	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 2 år 2020
sce2_2021	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 2 år 2021
sce3_2013	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2013
sce3_2014	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2014
sce3_2015	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2015
sce3_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2016
sce3_2017	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2017
sce3_2018	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2018
sce3_2019	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2019
sce3_2020	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2020
sce3_2021	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2021
sce4_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 4 år 2016
sce4_2017	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 4 år 2017
sce4_2018	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 4 år 2018
sce4_2019	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 4 år 2019
sce4_2020	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 4 år 2020

sce4_2021	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 4 år 2021
sce5_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 5 år 2016
sce5_2017	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 5 år 2017
sce5_2018	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 5 år 2018
sce5_2019	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 5 år 2019
sce5_2020	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 5 år 2020
sce5_2021	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 5 år 2021
sce6_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 6 år 2016
sce7_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 7 år 2016
T50all	kg N	N masse udvaskning fra rodzonen ved gennemsnits koncentration på 50mg/l
kortIndstbehv_sce4_2016	kg N	N indsatsbehov ved ønsket rodzone udvaskning mindre end eller lig med T50all for året 2016
kortIndstbehv_sce4_2017	kg N	N indsatsbehov ved ønsket rodzone udvaskning mindre end eller lig med T50all for året 2017
kortIndstbehv_sce4_2018	kg N	N indsatsbehov ved ønsket rodzone udvaskning mindre end eller lig med T50all for året 2018
Shape_Length	m	ID15 omkreds
Shape_Area	m2	ID15 areal

Tabel ID15_SceTiff

Kolonne navn	Enhed	Beskrivelse
OBJECTID	-	Løbende nummerering
Shape	-	polygon data
Id15_model	-	ID15 nummer
Hovedopl	tekst	Hovedvandoplands nummer
NST_kyst2	tekst	Kystopland nummer, revideret ift. oprindeligt NST_kystoplandsnummer så det ikke krydser ID15 oplande
TotalRecharge	mm/år	Nettonedbør gennemsnit for perioden 2000-2010 (beregnet med Dkmodel)
mbha_active	ha	Aktivt landbrugsareal i 2012
NitrateCount	-	Gennemsnit indenfor ID15 af partikler pr grid som ender (ureduceret) i et magasin
Sce0_2011	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 0 år 2011
Sce0_2012	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 0 år 2012
sce0a_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 0a år 2016
sce0a_2017	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 0a år 2017
sce0a_2018	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 0a år 2018
sce1_2013	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2013
sce1_2014	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2014
sce1_2015	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2015
sce1_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2016
sce1_2017	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2017
sce1_2018	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2018
sce1_2019	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2019
sce1_2020	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2020
sce1_2021	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 1 år 2021
sce2_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 2 år 2016
sce2_2017	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 2 år 2017
sce2_2018	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 2 år 2018
sce2_2019	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 2 år 2019
sce2_2020	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 2 år 2020
sce2_2021	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 2 år 2021
sce3_2013	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2013
sce3_2014	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2014
sce3_2015	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2015
sce3_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2016
sce3_2017	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2017
sce3_2018	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2018
sce3_2019	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2019
sce3_2020	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2020
sce3_2021	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2021
sce4_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 4 år 2016
sce4_2017	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 4 år 2017
sce4_2018	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 4 år 2018
sce4_2019	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 4 år 2019

sce4_2020	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 4 år 2020
sce4_2021	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 4 år 2021
sce5_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 5 år 2016
sce5_2017	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 5 år 2017
sce5_2018	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 5 år 2018
sce5_2019	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 5 år 2019
sce5_2020	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 5 år 2020
sce5_2021	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 5 år 2021
sce6_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 6 år 2016
sce7_2016	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 7 år 2016
NitrateCountSTD	-	Standard afvigelse indenfor ID15 af partikler pr grid som ender (ureduceret) i et magasin
BL1	kg N	ID15 N rodzone udvasknings reduktion baseline element 1
BL2	kg N	ID15 N rodzone udvasknings reduktion baseline element 2
LP3	kg N	ID15 N rodzone udvasknings ekstra bidrag landbrugspakke element 3
LP2	kg N	ID15 N rodzone udvasknings ekstra bidrag landbrugspakke element 2
LP1	kg N	ID15 N rodzone udvasknings ekstra bidrag landbrugspakke element 1
RelUdvGwb	-	Andel af rodzone N-udvaskningen som ender (ureduceret) i et magasin
NormRelUdv	-	Andel af rodzone N-udvaskningen som ender (ureduceret) i et magasin, værdier under 1 % sat til 0
Shape_Length	m	ID15 omkreds
Shape_Area	m2	ID15 areal

Tabel D15_Merbelastning

Kolonne navn	Enhed	Beskrivelse
OBJECTID	-	Løbende nummerering
Shape	-	polygon data
Id15_model	int	ID15 nummer
Hovedopl	tekst	Hovedvandområdes nummer
NST_kyst2	tekst	Kystområde nummer, revideret ift. oprindeligt NST_kystområdesnummer så det ikke krydser ID15 områder
TotalRecharge	mm/år	Nettonedbør gennemsnit for perioden 2000-2010 (beregnet med Dkmodel)
mbha_active	ha	Aktivt landbrugsareal i 2012
Sce0_2012	kg N	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 0 år 2012
sce3_2016	kg N/ha	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2016
sce3_2017	kg N/ha	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2017
sce3_2018	kg N/ha	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2018
sce3_2019	kg N/ha	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2019
sce3_2020	kg N/ha	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2020
sce3_2021	kg N/ha	ID15 N rodzone udvaskning for scenarie 3 år 2021
BL1	kg N	ID15 N rodzone udvasknings reduktion baseline element 1
BL2	kg N	ID15 N rodzone udvasknings reduktion baseline element 2
LP3	kg N	ID15 N rodzone udvasknings ekstra bidrag landbrugspakke element 3
LP2	kg N	ID15 N rodzone udvasknings ekstra bidrag landbrugspakke element 2
LP1	kg N	ID15 N rodzone udvasknings ekstra bidrag landbrugspakke element 1
MerBe2016	kg N	ID15 N rodzone merudvaskning som følge af normændring (uden teknisk justering) for året 2016
MerBe2017	kg N	ID15 N rodzone merudvaskning som følge af normændring (uden teknisk justering) for året 2017
MerBe2018	kg N	ID15 N rodzone merudvaskning som følge af normændring (uden teknisk justering) for året 2018
MerBe2019	kg N	ID15 N rodzone merudvaskning som følge af normændring (uden teknisk justering) for året 2019
MerBe2020	kg N	ID15 N rodzone merudvaskning som følge af normændring (uden teknisk justering) for året 2020
MerBe2021	kg N	ID15 N rodzone merudvaskning som følge af normændring (uden teknisk justering) for året 2021
Shape_Length	m	ID15 omkreds
Shape_Area	m ²	ID15 areal

Tabel magasin_grunddata

Kolonne navn	Enhed	Beskrivelse
OBJECTID	-	Løbende nummerering
Shape	-	polygon data
modedb_id	-	model id i modeldb.geus.dk
GVForekom	tekst	grundvandsforekomst id
GV_Magasin	tekst	magasin id
GV_dkmlag	int	Dkmodel lag nummer
GV_Type	tekst	Grundvandsforekomst type (terrænnær, regional, dyb)
RevisionKS	tekst	kommentar felt, overført fra 3. revision af grundvandsforekomster
IndtagMAG	-	antal indtag i jupiter databasen som er tilknyttet magasinet
dkmnr	int	Fyn=3, Sjælland , Lolland, falster og øer = 12, Jylland=456
TopOfLay	tekst	Dkmodel lag navn for top afgrænsning af magasin
BotOfLay	tekst	Dkmodel lag navn for bund afgrænsning af magasin
LithoNr	tekst	magasin bjergart
TykMEAN	m	middel magasin tykkelse
DybMEAN	m	middel afstand fra terræn til magasin top
GvdMEAN	mm	grundvandsdannelse middel af 2000-2010
VolAI	m3	magasin volumen
VolOx	m3	oxideret volumen af magasin
Indvm3aar	m3	gennemsnits indvinding for perioden 2000-2010 fra magasinet (ikke markvanding)
MarkVand	m3	gennemsnits indvinding til markvanding for perioedn 2000-2010 fra magasinet
Porosity	-	Anvendt magasin porøsitet
GvdVolAI	m3	gennemsnits grundvandsdannelse til magasinet for perioden 2005-2010
GvdVolOx	m3	gennemsnits grundvandsdannelse til oxideret del af magasinet for perioden 2005-2010
ResTime	år	Gennemsnitlig opholdstid i magasinet under antagelse af stempel strømning
ResTimeOx	år	Gennemsnitlig opholdstid i de oxiderede dele af magasinet under antagelse af stempel strømning
Shape_Length	m	magasin omkreds
Shape_Area	m2	magasin areal

Bilag 3: Beskrivelse af delelementer i korttids scenarier

Der gennemført fire del-korttidsscenarier (Tabel A3, A3-2 og A3-3) for hver opgørelse af kortsigtet kompensationsbehov. Der er gennemført beregninger af forskellen mellem hhv. scenarie 4 og 5 a-c (Tabel A3-2) ift. hhv. scenarie 1 og 0a (Tabel A3-4), som udtryk for at effekten af at landbrugspakken igangsættes i 2017, 18 eller 19 i stedet for 2016 (hvad er den aktuelle effekt af Aftalen om Fødevarer og Landbrugspakke med og uden indregning af teknisk justering), og dels forskellen mellem hhv. scenarie 24 og 25 a-c (Tabel A3-3) begge ift. scenarie 0 (Tabel A3-4), der er udtryk for merbelastningen som følge af udvaskning med FLP for årene 2016-2018 ift. 2012 status quo udvaskningen (hvad er effekten af Aftalen om Fødevarer og Landbrugspakke og baseline elementer, hvis udgangspunktet var 2012).

For hver af korttidsscenarierne er der tre delvarianter benævnt a, b og c:

Scenarie a: udvaskning af N fra rodzonen som det nummererede udviklingsscenarie, men hvor den undersøgte effekt først slår igennem i 2019 i stedet for 2016.

Scenarie b: udvaskning af N fra rodzonen som det nummererede udviklingsscenarie, men hvor den undersøgte effekt først slår igennem i 2018 i stedet for 2016.

Scenarie c: udvaskning af N fra rodzonen som det nummererede udviklingsscenarie, men hvor den undersøgte effekt først slår igennem i 2017 i stedet for 2016.

Effekten af 2016 fås af forskellen mellem udviklingsscenariet og scenarie c.

Effekten af 2017 fås af forskellen mellem udviklingsscenariet og scenarie b minus forskellen mellem udviklingsscenariet og scenarie c (effekten fra 2016).

Effekten af 2018 fås af forskellen mellem udviklingsscenariet og scenarie a minus forskellen mellem udviklingsscenariet og scenarie b (effekt af 2016 og 2017).

Table A3-1 Beskrivelsen af korttidsscenarier som kombinationer af landsdækkende model beregninger, baseline elementer og planlagte virkemidler.

Korttids scenarier	
Scenarie beskrivelse	Formål:
Scenarie 4a (med teknisk justering)	Som scenarie 4 i Tabel 11 men med fuldt tilpasset norm samt effekter af skovrejsning, miljøfokusområder, efterafgrøder og delvis ophør af forbud mod jordbearbejdning fra 2019 i stedet for 2016
Scenarie 5a (uden teknisk justering)	Som scenarie 5 i Tabel 11 men med fuldt tilpasset norm samt effekter af skovrejsning, miljøfokusområder, efterafgrøder og delvis ophør af forbud mod jordbearbejdning fra 2019 i stedet for 2016
Scenarie 4b (med teknisk justering)	Som scenarie 4 i Tabel 11 men med fuldt tilpasset norm samt effekter af skovrejsning, miljøfokusområder, efterafgrøder og delvis ophør af forbud mod jordbearbejdning fra 2018 i stedet for 2016
Scenarie 5b (uden teknisk justering)	Som scenarie 5 i Tabel 11 men med fuldt tilpasset norm samt effekter af skovrejsning, miljøfokusområder, efterafgrøder og delvis ophør af forbud mod jordbearbejdning fra 2018 i stedet for 2016
Scenarie 4c (med teknisk justering)	Som scenarie 4 i Tabel 11 men med fuldt tilpasset norm samt effekter af skovrejsning, miljøfokusområder, efterafgrøder og delvis ophør af forbud mod jordbearbejdning fra 2017 i stedet for 2016
Scenarie 5c (uden teknisk justering)	Som scenarie 5 i Tabel 11 men med fuldt tilpasset norm samt effekter af skovrejsning, miljøfokusområder, efterafgrøder og delvis ophør af forbud mod jordbearbejdning fra 2017 i stedet for 2016
Scenarie 24a (med teknisk justering)	Som scenarie 0 i frem til og med 2018, herefter som scenarie 4
Scenarie 25a (uden teknisk justering)	Som scenarie 0 i frem til og med 2018, herefter som scenarie 5
Scenarie 24b (med teknisk justering)	Som scenarie 0 i frem til og med 2017, herefter som scenarie 4
Scenarie 25b (uden teknisk justering)	Som scenarie 0 i frem til og med 2017, herefter som scenarie 5
Scenarie 24c (med teknisk justering)	Som scenarie 0 i frem til og med 2016, herefter som scenarie 4
Scenarie 25c (uden teknisk justering)	Som scenarie 0 i frem til og med 2016, herefter som scenarie 5

Table A3-2 Udviklingsscenarier for opgørelse af indsatsbehov for 2016-2018 (korttids effekter ift. tidlig påbegyndelse af FLP, dvs. scenarie 0a eller 1)

	Element	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2100
Scenarie 4a (med teknisk justering)	LMB_1	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0
	LMB_3	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	0	0	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
Scenarie 5a (uden teknisk justering)	LMB_0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0	0	0	0
	LMB_2	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	0	0	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
Scenarie 4b (med teknisk justering)	LMB_1	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0
	LMB_3	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	0	40	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
Scenarie 5b (uden teknisk justering)	LMB_0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0	0	0	0	0
	LMB_2	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	0	40	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
Scenarie 4c (med teknisk justering)	LMB_1	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
	LMB_3	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	20	40	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
Scenarie 5c (uden teknisk justering)	LMB_0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0	0	0	0	0	0
	LMB_2	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	20	40	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100

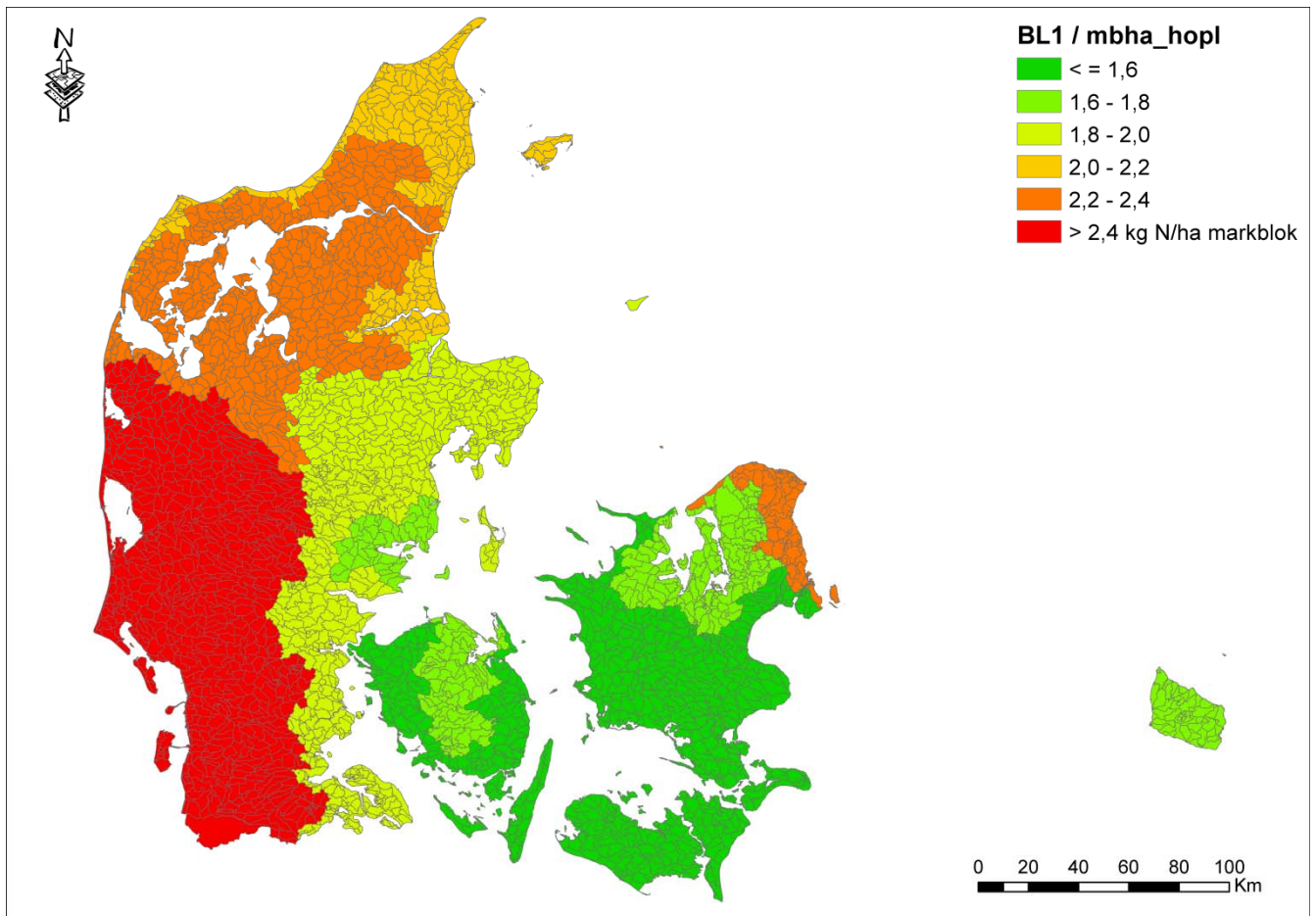
Tabel A3-3 Udviklingsscenarier for opgørelse af indsatsbehov for 2016-2018 (korttids effekter ift. scenarie 0)

	Element	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2100
Scenarie 24a (med teknisk justering)	LMB_0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0	0	0	0
	LMB_3	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
	BL_1	0	0	0	0	0	0	0	78	89	100	100
	BL_2	0	0	0	0	0	0	0	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	0	0	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
Scenarie 25a (uden teknisk justering)	LMB_0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0	0	0	0
	LMB_2	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
	BL_1	0	0	0	0	0	0	0	78	89	100	100
	BL_2	0	0	0	0	0	0	0	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	0	0	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
Scenarie 24b (med teknisk justering)	LMB_0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0	0	0	0	0
	LMB_3	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
	BL_1	0	0	0	0	0	0	67	78	89	100	100
	BL_2	0	0	0	0	0	0	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	0	40	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
Scenarie 25b (uden teknisk justering)	LMB_0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0	0	0	0	0
	LMB_2	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
	BL_1	0	0	0	0	0	0	67	78	89	100	100
	BL_2	0	0	0	0	0	0	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	0	40	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
Scenarie 24c (med teknisk justering)	LMB_0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0	0	0	0	0	0
	LMB_3	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	BL_1	0	0	0	0	0	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	0	0	0	0	56	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	20	40	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
Scenarie 25c (uden teknisk justering)	LMB_0	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	0	0	0	0	0	0
	LMB_2	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	BL_1	0	0	0	0	0	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	0	0	0	0	56	67	78	89	100	100
	LP_1	0	0	0	0	0	20	40	60	80	100	100
	LP_2	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100
	LP_3	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100

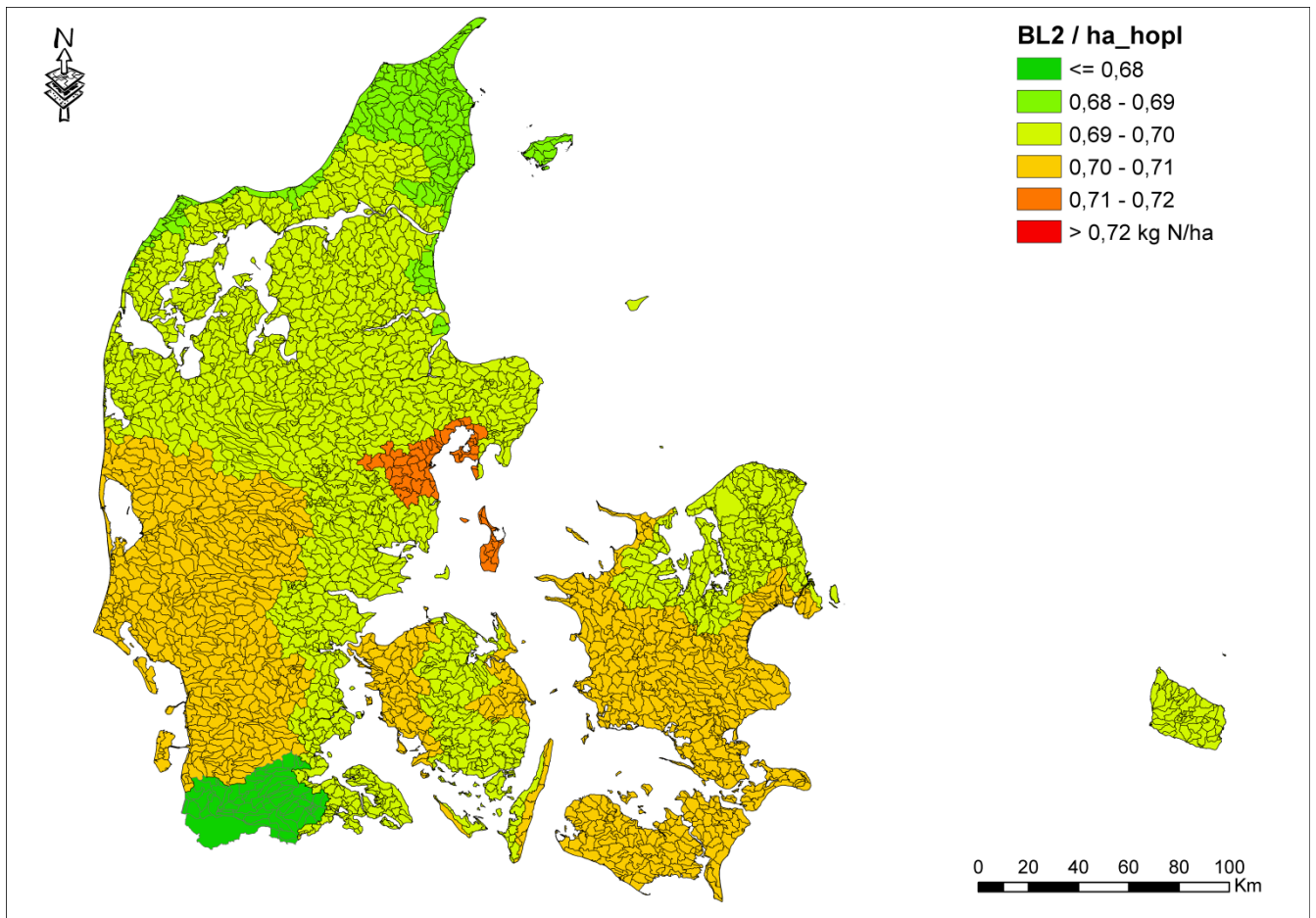
Table A3-4 Referencescenarier anvendt i vurdering af korttids effekter

	Element	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2100
Scenarie 0 (uden teknisk justering)	LMB_0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Scenarie 0a (uden teknisk justering)	LMB_0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
Scenarie 1 (med teknisk justering)	LMB_1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	BL_1	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100
	BL_2	0	11	22	33	44	56	67	78	89	100	100

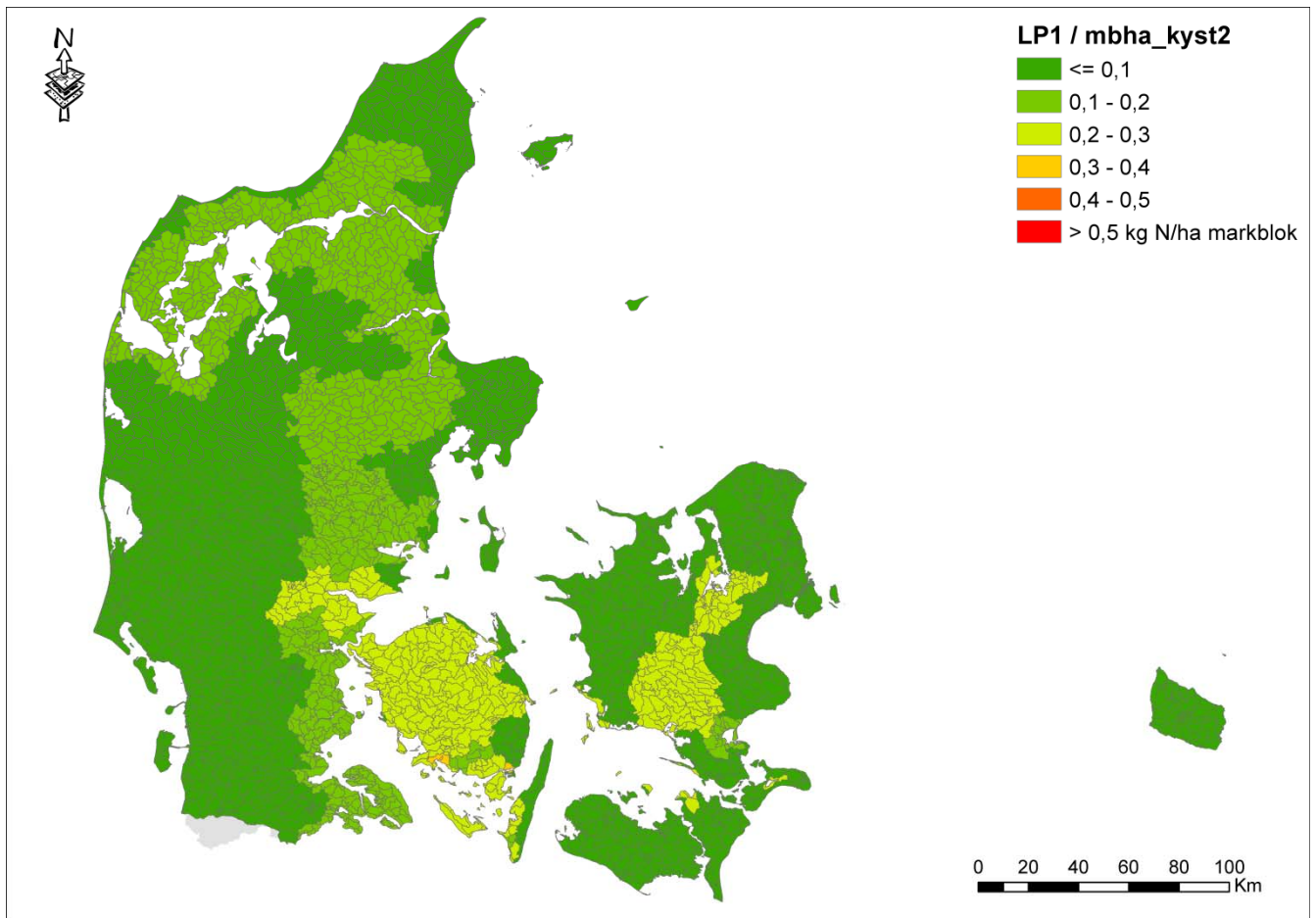
Bilag 4: Figurer med fordeling af baseline- og Fødevarer og Landbrugspakke elementer



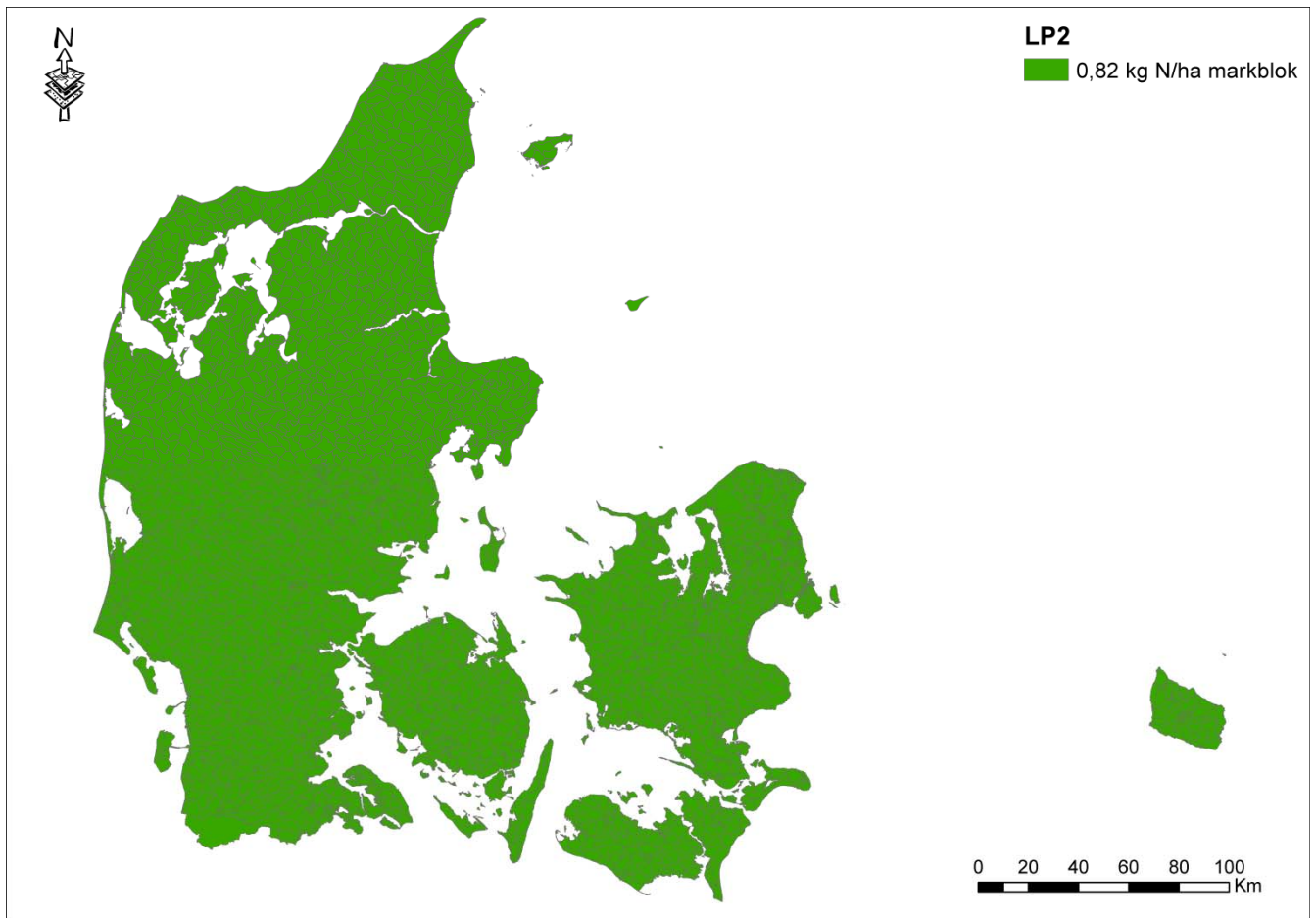
Figur A4-1 Fordeling af 2021 effekt af baseline elementerne: energi afgrøder, økologi, miljøgodkendelser, biogas, slæt og udbyttestigning (BL1) opgjort i kg N pr. hektar landbrugsarealer. BL1 er medregnet trinvist indfaset fra 2016 frem til 2021.



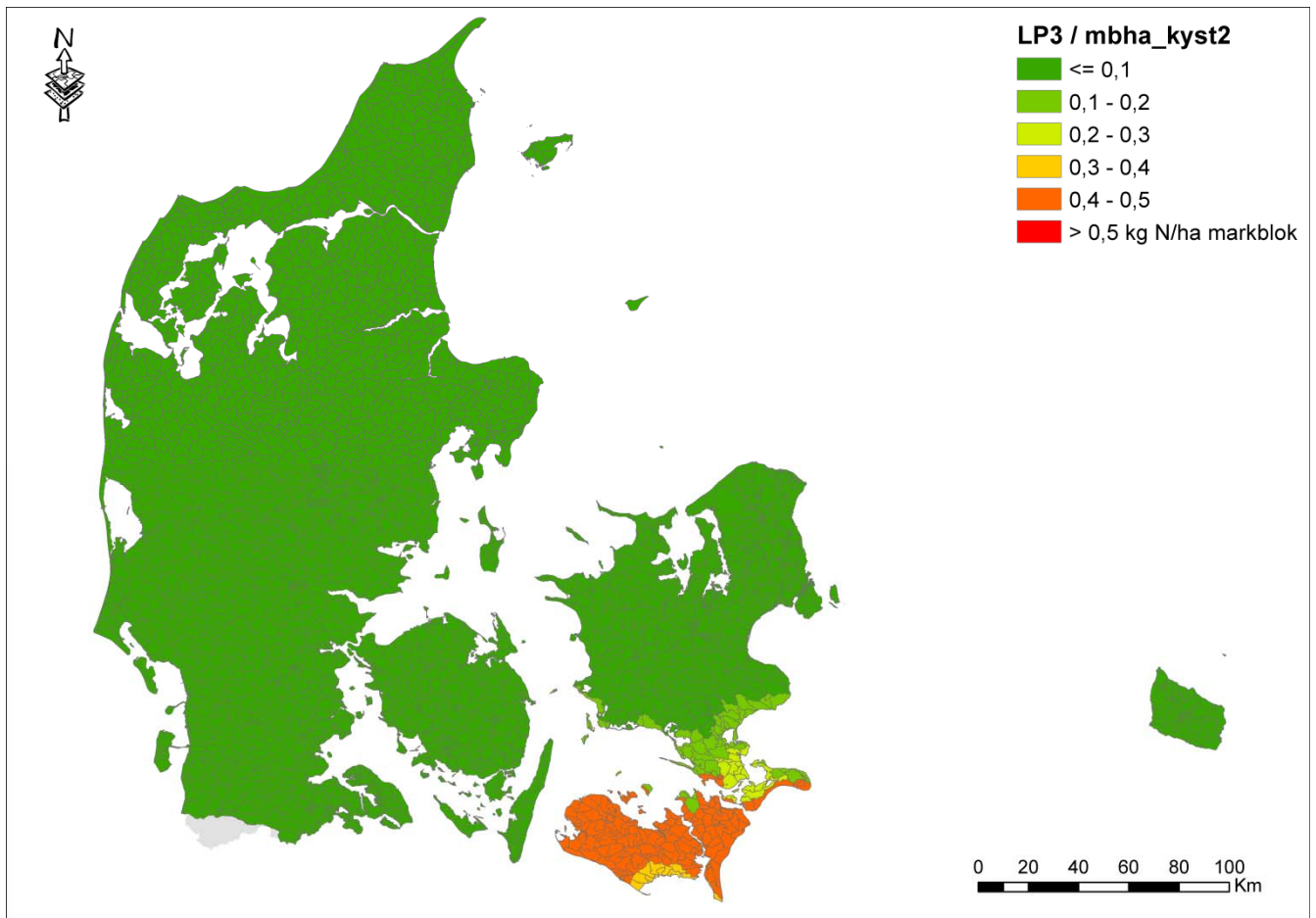
Figur A4-2 ID15 fordeling af 2021 effekt af baseline elementet: fald i N deposition (BL2) opgjort i kg N pr (oplands-) areal i hektar. BL2 er medregnet trinvist indfaset fra 2016 til 2021.



Figur A4-3 ID15 fordeling af 2021 effekt af FLP tiltaget: privat skovrejsning (LP1) opgjort i kg N pr. hektar landbrugsareal. LP1 er medregnet indfaset trinvis fra 2017 og med fuld effekt fra 2021



Figur A4-4 ID15 fordeling af effekt af FLP tiltaget: MFO efterafgrøder ("LP2") opgjort i kg N pr.hektar landbrugsareal. LP2 er medregnet fuldt indfaset fra 2016 og frem.

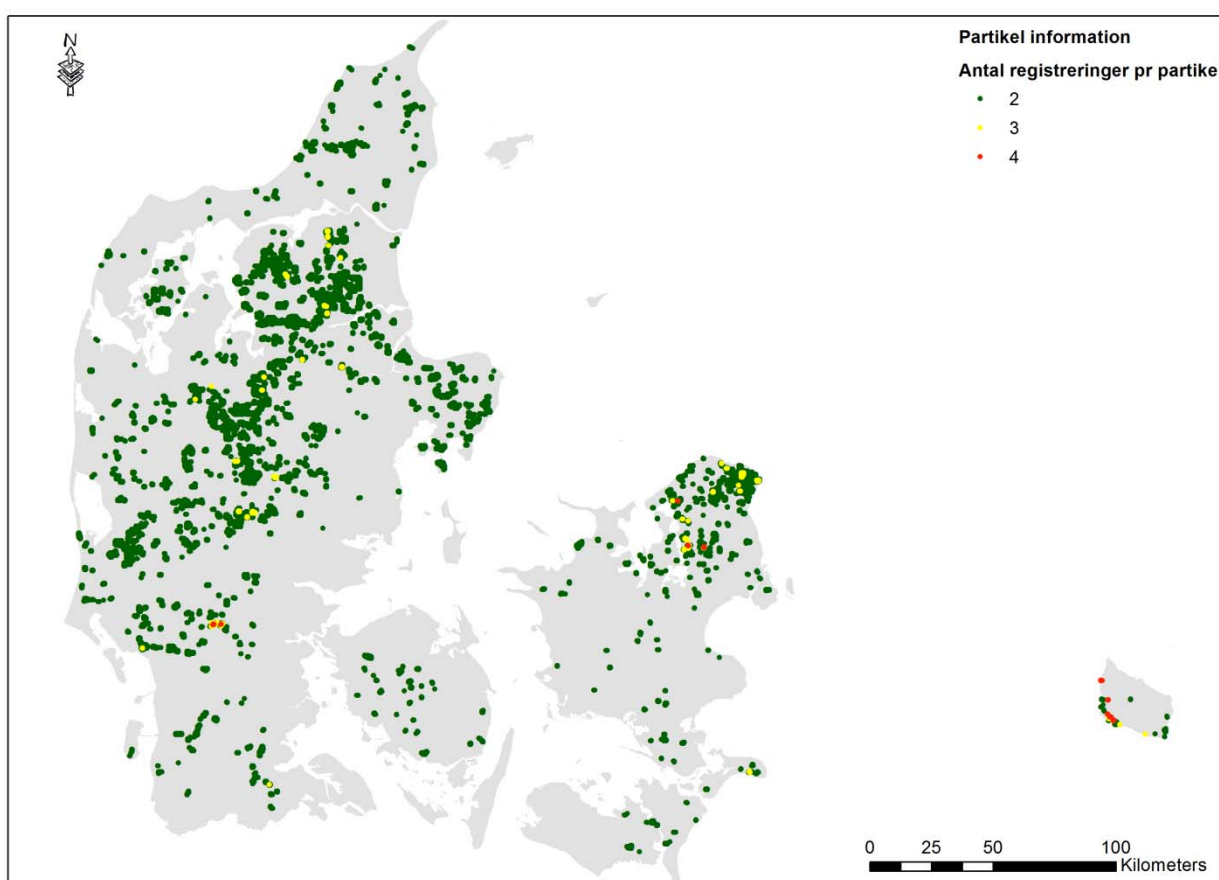


Figur A4-5 ID15 fordeling af effekt af FLP lempelsen: delvis ophør med forbud mod jordbearbejdning (LP3) opgjort i kg N pr. hektar landbrugsareal. LP3 er medregnet fuldt indfaset fra 2016 og frem.

Bilag 5: Partikel information

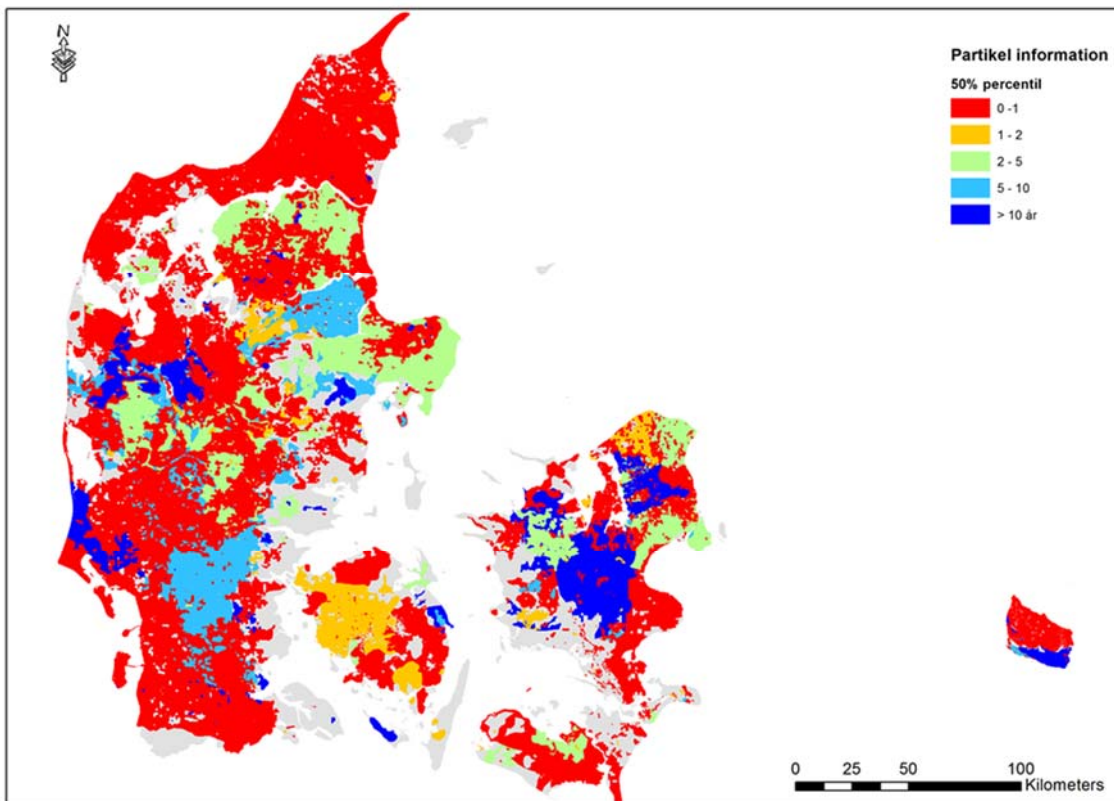
Antallet af partikler tilført modellen er 10.568.123, heraf rammer 5.666.887 af dem et eller flere grundvandsmagasiner uden at være reduceret først. Løst oversat betyder det at godt halvdelen af den N belastning der strømmer ud af rodzonen i modellen fjernes før det strømmer til et grundvandsmagasin, mens lidt mindre end halvdelen af N belastningen fra rodzonen reduceres eller strømmer direkte til vandløb før det rammer et grundvandsmagasin. Til sammenligning reduceres samlet set godt 2/3 del af N belastningen før det rammer rammer overfladevandssystemet.

Partiklerne registreres ved hver overgang til et magasin og ved redox skift. Der er 214.939 partikler som registreres mere end en gang før redox skift, svarende til ca. 4 % af alle magasin registreringer med N belastning eller godt 2 % af alle tilførte partikler. På Figur A5-1 vises placering af partikler med mere end én registrering. Dobbelt eller mere registreringer sker typisk når der er flere magasiner beliggende over hinanden tæt ved terræn eller når redox grænsen er meget dybt beliggende.

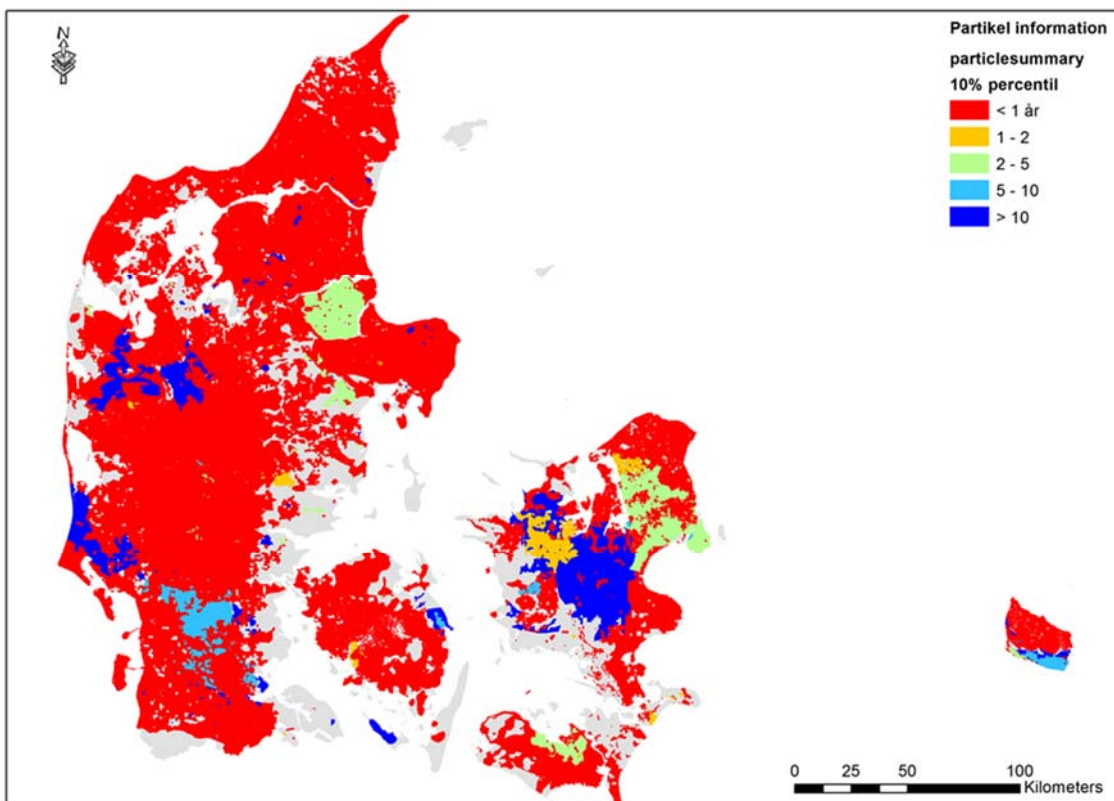


Figur A5-1 Partikler med mere end én registrering

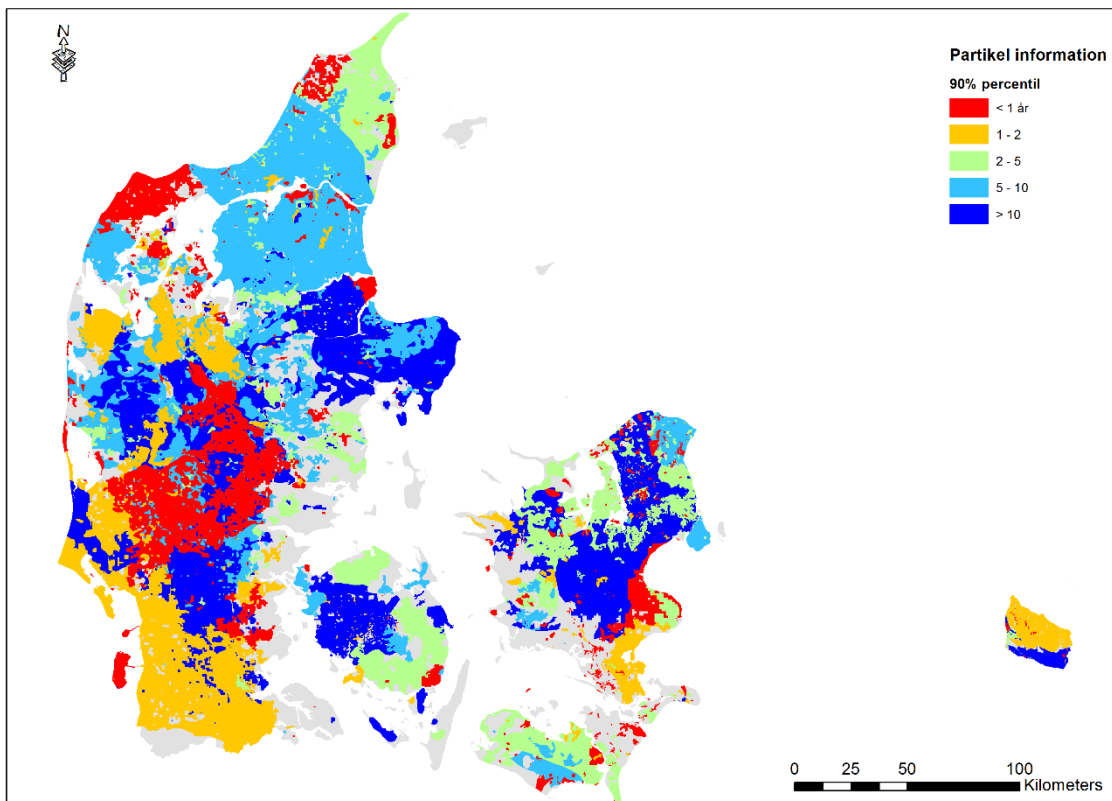
Transporttiden fra rodzonen til toppen af de enkelte magasiner er kraftigt påvirket af afstanden fra rodzonen til toppen af magasinet. Mange steder i landet er der sekundære magasiner tæt under terræn med kort transporttid, dette gælder specielt for de sandede områder i det vestlige Jylland. De enkelte partiklers transporttid til magasinerne er med transporttids percentiler opsummeret på magasinniveau. Et 10 % percentil niveau svarer til at 10 % af partiklernes transporttid er mindre end et given antal år. De følgende figurer viser henholdsvis 10, 50 og 90 % fraktileerne



Figur A5-2 Transporttid fra grundvandspejl til magasin, 50 % fraktil



Figur A5-3 Transporttid fra grundvandspejl til magasin, 10 % fraktil



Figur A5-4 Transporttid fra grundvandspejl til magasin, 90 % fraktil