



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Nitratsårbarhed og afgrænsning af NFI og IO

Grundvandskortlægning

August 2023

Titel: Nitratsårbarhed og afgræsning af NFI og
IO. Grundvandskortlægning

Udgiver:

Miljøstyrelsen

Niels Bohrs Vej 30

9220 Aalborg Ø

www.mst.dk/gko

Dato: August 2023

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Indledning	4
2.	Definition af begreber	5
3.	Nitratsårbarhed	7
3.1	Afgrænsning af drikkevandsmagasiner	7
3.2	Kriterier for nitratsårbarhedsvurdering	7
3.2.1	Redoxgrænsens placering	8
3.2.2	Akkumuleret tykkelse af reducerede sammenhængende lerdæklag	8
3.2.3	Vandtyper	9
3.3	Afgrænsning af nitratsårbarhed	10
4.	Nitratfølsomme indvindingsområder	14
5.	Indsatsområder	17
6.	Anvendelse af geologisk voxelmodeller	19
7.	Referencer	20
Bilag 1. Vurdering af arealer til IO		21

1. Indledning

Dette notat handler om, hvordan Miljøstyrelsen i forbindelse med grundvandskortlægning zonerer nitratsårbare drikkevandsmagasiner og afgrænser nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) og indsatsområder (IO). Formålet med notatet er på kortfattet, overskuelig og samtidig tilstrækkelig detaljeret vis at beskrive, hvordan zoneringen sker på et fagligt velfunderet og ensartet grundlag.

Miljøministeriet udfører og afrapporterer grundvandskortlægning. Kortlægningen skal danne grundlag for en målrettet beskyttelse af drikkevandsressourcen for fortsat at kunne opretholde, at det danske drikkevand baseres på en simpel rensning af grundvandet. Den målrettede beskyttelse er baseret på en kortlægning og udpegning af de områder, hvor en særlig indsats er nødvendig.

Ifølge [Vandforsyningsloven](#) § 11 a /1/ skal der udpeges delområder inden for områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for OSD, som er særligt følsomme over for en eller flere typer af forurening (følsomme indvindingsområder), med angivelse af hvilken eller hvilke typer forurening de anses for følsomme over for, og der udpeges indsatsområder på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen, forureningstrusler og den naturlige beskyttelse af vandressourcerne, hvor en særlig indsats til beskyttelse af vandressourcerne er nødvendig til sikring af drikkevandsinteresserne.

I nærværende notat beskrives Miljøstyrelsen metodik for vurdering af sårbarhed over for nitrat. Hvorvidt de samme områder også er sårbare over for andre stoffer, beskrives ikke i nærværende notat.

Desuden beskrives afgrænsningspraksis for NFI og tilhørende IO, mens afgrænsning af sprøjtemiddelfølsomme indvindingsområder (SFI) på sandjorde og tilhørende IO er beskrevet i Naturstyrelsens rapporter fra februar 2015: [Sandjordes følsomhed overfor udvaskning af sprøjtemidler](#) /2/ og [Indsatsområder inden for sprøjtemiddelfølsomme indvindingsområder](#) /3/.

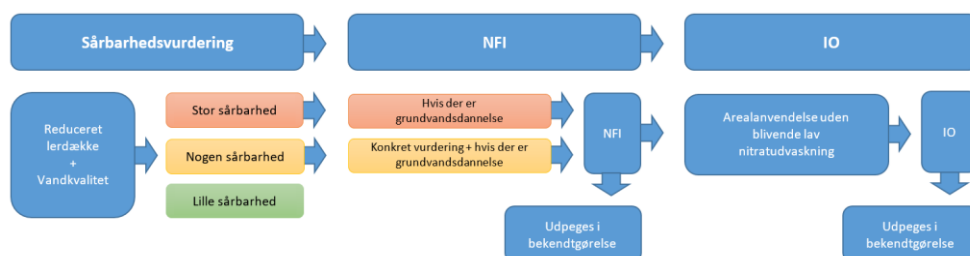
Når kortlægningen er afsluttet udpeges NFI og IO formelt i en bekendtgørelse. Bekendtgørelsen kommer i offentlig høring i minimum 8 uger inden afgrænsningerne vedtages som udpegninger. Udpegningerne lægges på [Arealinformation](#) og [MiljøGIS](#), hvor offentligheden kan tilgå disse og lade dem indgå i administration af arealerne.

2. Definition af begreber

I det følgende defineres begreberne "drikkevandsmagasin", "nitratsårbarhed", "nitrاتفølsomme indvindingsområde (NFI)" og "indsatsområde (IO)".

Afgrænsning af NFI og IO foretages i forbindelse med statens grundvandskortlægning, og NFI og IO udpeges efterfølgende i en bekendtgørelse. For at sikre en stringent og ensartet afgrænsning og udpegning, beskrives værktøjer til vurdering og afgrænsning af nitratsårbare grundvandsmagasiner, NFI og IO i de følgende kapitler. Jævnfør Figur 2.1 inddeles arbejdsprocessen i:

- Vurdering og afgrænsning af drikkevandsmagasiners nitratsårbarhed
- Afgrænsning af NFI
- Afgrænsning af IO



Figur 2.1: Inddeling og flow af arbejdsprocessen med nitratsårbarhedsvurdering og afgrænsning af NFI og IO.

Afgrænsning af et grundvandsmagasins nitratsårbarhed sker ud fra en vurdering af den naturlige beskyttelse af magasinet. Sammen med grundvandsdannelsen til magasinet danner den grundlag for afgrænsning af NFI, der igen sammen med en vurdering af arealanvendelsen danner grundlag for afgrænsning af IO. Afgrænsning af grundvandsmagasiners nitratsårbarhed skal således ses som en mellemregning i forhold til afgrænsning af NFI.

Drikkevandsmagasin

Drikkevandsmagasiner er defineret som det magasin/de magasiner, hvor det er vurderet at hovedparten af drikkevandet til almene vandforsyninger indvindes fra, eller som vurderes at udgøre en fremtidig drikkevandsressource. Et kortlægningsområde/OSD kan bestå af et eller flere drikkevandsmagasiner.

Hvorvidt et magasin, hvorfra der ikke indvindes, udgør en fremtidig drikkevandsressource, beror på en konkret vurdering.

Et drikkevandsmagasin består ikke nødvendigvis af hele grundvandsmagasinets udbredelse, men den del eller en delmængde af det, der ligger inden for OSD og indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for OSD.

Nitratsårbarhed

Nitratsårbarhed er en vurdering af drikkevandsmagasinets geologiske sårbarhed over for nitrat. Hvis der er mere end et drikkevandsmagasin i et område vurderes nitratsårbarheden ud fra det øverste drikkevandsmagasin.

Et drikkevandsmagasins nitratsårbarhed inddeles i tre kategorier: Stor, nogen eller lille.

I vurderingen af nitratsårbarheden indgår jordlagenes fysiske egenskaber, udbredelse og drikkevandsmagasinet vandtype, se Tabel 3.1.

Nitratfølsomme indvindingsområder (NFI)

NFI afgrænses inden for OSD og indvindingsoplande uden for OSD. NFI udarbejdes på baggrund af nitratsårbarheden og grundvandsdannelsen til drikkevandsmagasiner. NFI er en områdeudpegning i henhold til [Vandforsyningsloven](#) § 11 a /1/ og en udpegning, der er knyttet til et areal på jordoverfladen.

NFI afgrænses altid, hvor drikkevandsmagasiner har stor nitratsårbarhed, og hvor der samtidig sker grundvandsdannelse (>0 mm/år).

NFI afgrænses som udgangspunkt, hvor drikkevandsmagasiner har nogen nitratsårbarhed, og hvor der samtidig sker grundvandsdannelse (>0 mm/år). Der skal dog altid foretages en konkret vurdering for områder med nogen sårbarhed.

NFI afgrænses ikke, hvor drikkevandsmagasiner har lille nitratsårbarhed, uanset om der sker grundvandsdannelse eller ej.

NFI afgrænses ikke, hvor der ikke sker grundvandsdannelse.

Indsatsområde

IO afgrænses, hvor en særlig indsats til beskyttelse af vandressourcerne er nødvendig på baggrund af en vurdering af arealanvendelsen. IO afgrænses kun *inden for* NFI og vil således altid være mindre end eller lig med arealet af NFI. Når forureningstruslerne og den naturlige beskyttelse er kortlagt gennem nitratsårbarhedsvurderingen og afgrænsning af NFI, vurderes det, hvor en særlig indsats er nødvendig i forhold til arealanvendelsen.

IO er en områdeudpegning i henhold til [Vandforsyningsloven](#) § 11 a /1/. IO er en udpegning, der er knyttet til et areal på jordoverfladen.

GIS afgrænsning

Ved optegningen af afgrænsninger i GIS skal følgende sikres;

- Den ydre afgrænsning af sårbarhed skal være sammenfaldende med OSD og indvindingsoplande og interne grænser mellem stor, nogen og lille sårbarhed skal støde helt op til hinanden.
- Afgrænsningen af NFI skal være sammenfaldende med og/eller inden for afgrænsning af OSD og indvindingsoplande samt de interne grænser af sårbarheden, dog med undtagelse af, hvor der vurderes ikke at være grundvandsdannelse.
- Hele IO ligger inden for NFI. Går et indsatsområde helt ud til kanten af et NFI, skal afgrænsningen være sammenfaldende med NFI-afgrænsningen. Øvrige IO-grænser skal følge brugsgrænser vurderet ud fra kort, GIS-tema og orthofotos.

3. Nitratsårbarhed

Grundvandskortlægningen er en detailkortlægning af grundvandsressourcen og dens beskyttelse. Nitratsårbarhedsvurdering og -zoner af drikkevandsmagasiner foretages i alle grundvandskortlægninger.

3.1 Afgrænsning af drikkevandsmagasiner

Vurdering af drikkevandsmagasinernes nitratsårbarhed foretages kun inden for OSD og indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for OSD.

Nitratsårbarhed i OSD vurderes i forhold til det øverste drikkevandsmagasin, hvor hovedparten af drikkevandet til almene vandforsyninger indvindes fra, eller som vurderes at udgøre en fremtidig ressource. For indvindingsoplande inden for OSD vurderes sårbarheden i forhold til det valgte drikkevandsmagasin i OSD. Hvis der findes enkelte almene vandforsyninger inden for OSD, som indvinder fra et magasin, der ligger højere end drikkevandsmagasin i OSD, vil drikkevandsmagasinet til den almene vandforsyning udgøres af det magasin, der indvindes fra inden for disse indvindingsoplande. Inden for disse oplande vurderes sårbarheden ud fra drikkevandsmagasinet i oplandet. For indvindingsoplande, der ligger uden for OSD vurderes sårbarheden ud fra det øverste magasin, hvorfra indvindingen sker. Der leveres kun en sårbarhed og det er ud fra de valgte drikkevandsmagasiner, jf. ovenstående.

For indvindingsoplande delvist inden for OSD vil drikkevandsmagasinet inden for den del af oplandet, der ligger uden for OSD, udgøres af det magasin, der indvindes fra, selvom dette kan være et andet magasin end drikkevandsmagasinet i OSD.

For indvindingsoplande uden for OSD udgøres drikkevandsmagasinet af det magasin eller de magasiner, hvorfra der indvindes fra.

Såfremt to indvindingsoplande overlapper, vil sårbarheden i overlappet vurderes ud fra det øverste magasin, der indvindes fra. Det vil sige, at der kun udarbejdes sårbarhed for det øverste drikkevandsmagasin. Det kan nævnes i sårbarhedsvurderingen, at sårbarheden i et dybere magasin kan være forskellig fra et mere terrænnært magasin. Ligeledes udarbejdes der kun NFI og IO for det øverste drikkevandsmagasin, da der kun skal laves en udpegning.

Sårbarhedsvurderingen er, som udgangspunkt, baseret på data fra den mættede zone. Sedi-
menter i den umættede zone er normalt iltede og er derfor ikke relevante ift. områdets nitratreduktionskapacitet. I tilfælde med store mægtigheder af umættet zone skal der foretages en konkret vurdering af, om denne kan have betydning for grundvandsdannelse og nitratreduktion.

3.2 Kriterier for nitratsårbarhedsvurdering

Ved vurdering af et drikkevandsmagasins nitratsårbarhed foretages en nitratsårbarhedszonering efter kriterierne i Tabel 3.1. Kriterierne er uddybet i nedenstående afsnit.

Tabel 3.1 Miljøstyrelsens kriterier for sårbarhedszonering overfor nitrat.

Nitrat-Sårbarhed	Egenskaber for dæklag og drikkevandsmagasin	Grundvandskvalitet
Lille	> 15 m tykkelse af reducerede (grå) sammenhængende lerdæklag og/eller sammenhængende dæklag med højt organisk indhold (f.eks. gytje) og/eller højt indhold af pyrit (f.eks. brunkulsaflejringer) eller - Reduceret magasinbjergart indeholdende organisk materiale (f.eks. post- og senglaciale marine og ferske aflejringer) og/eller pyrit i tilstrækkelig højt niveau til at yde stor beskyttelse mod ned-sivende nitrat	Grundvand fra methanzonen og fra jern- og sulfatzonen Vandtype C1 og D
Nogen	5-15 m tykkelse af reducerede (grå) sammenhængende lerdæklag og/eller sammenhængende dæklag med højt organisk indhold (f.eks. gytje), og/eller højt indhold af pyrit (f.eks. brunkulsaflejringer) eller - Reduceret magasinbjergart indeholdende organisk materiale (f.eks. post- og senglaciale marine og ferske aflejringer) og/eller pyrit i tilstrækkelig højt niveau til at yde nogen beskyttelse mod nedsivende nitrat	Grundvand fra jern- og sulfatzonen Vandtype C1 eller C2
Stor	- Kun dæklag af oxideret, gulligt-gulbrunt sand og/eller ler eller - Tykkelse af reducerede, sammenhængende lerdæklag < 5 m og - Magasinbjergart uden større nitratreduktionspotentiale	Grundvand fra ilt- og nitratzonerne Vandtype A og B

3.2.1 Redoxgrænsens placering

Redoxgrænsen adskiller jordlag, som har opbrugt evnen til at omdanne nitrat, fra de jordlag, som stadig har kapacitet til at nedbryde nitrat. Dybden til redoxgrænsen øges derfor i takt med at nitratreduktionskapaciteten opbruges /6/. Redoxgrænsens placering bruges til at beregne den akkumulerede tykkelse af reduceret ler over drikkevandsmagasinerne. Redoxgrænsen bestemmes som det øverste farveskift fra oxideret til reduceret sedimentfarve i hver boring. Der kan i nogle boringer ses flere farveskift i boringsprofilet, da vandrette strømninger af nitratholdigt vand i dybereliggende grundvandsmagasiner kan være årsag til dybereliggende redoxgrænser.

I forbindelse med de enkelte kortlægninger indsamles oplysninger om farveskifte i boringer, tykkelsen af det øverste ler- eller sandlag, tykkelsen af den umættede zone og grundvandsdannelsen. Disse vil indgå i beregningen af et fladedækkende redoxkort vha. TReNDS (Transport and Reduction of Nitrate in Danish landscapes at various Scales) /4/. Såfremt det vurderes unødvendigt at genvurdere redoxgrænsens beliggenhed i boringer, benyttes det fladedækkende redoxkort fra TReNDS med seneste viden.

Kortlægning af redoxgrænsen er beskrevet i [Vejledning til kortlægning af redoxgrænse og beregning af tykkelsen af akkumuleret reduceret ler](#) /5/ og [Geo-vejledning 2018/2 Kemisk grundvandskortlægning](#) /6/.

3.2.2 Akkumuleret tykkelse af reducerede sammenhængende lerdæklag

Akkumuleret tykkelse af lerdæklag over hvert drikkevandsmagasin bestemmes ved udtræk og sammenlægning af de enkelte horisontalt sammenhængende lerlag over drikkevandsmagasinet fra den rumlige geologiske eller hydrostratigrafiske model. Den del af det akkumulerede ler-

dække, som ligger over redoxgrænsen, fjernes, derved fås den akkumulerede tykkelse af reduceret lerdække. Beregningen af akkumuleret reduceret ler er beskrevet i [Vejledning til kortlægning af redoxgrænse og beregning af tykkelsen af akkumuleret reduceret ler](#) /5/.

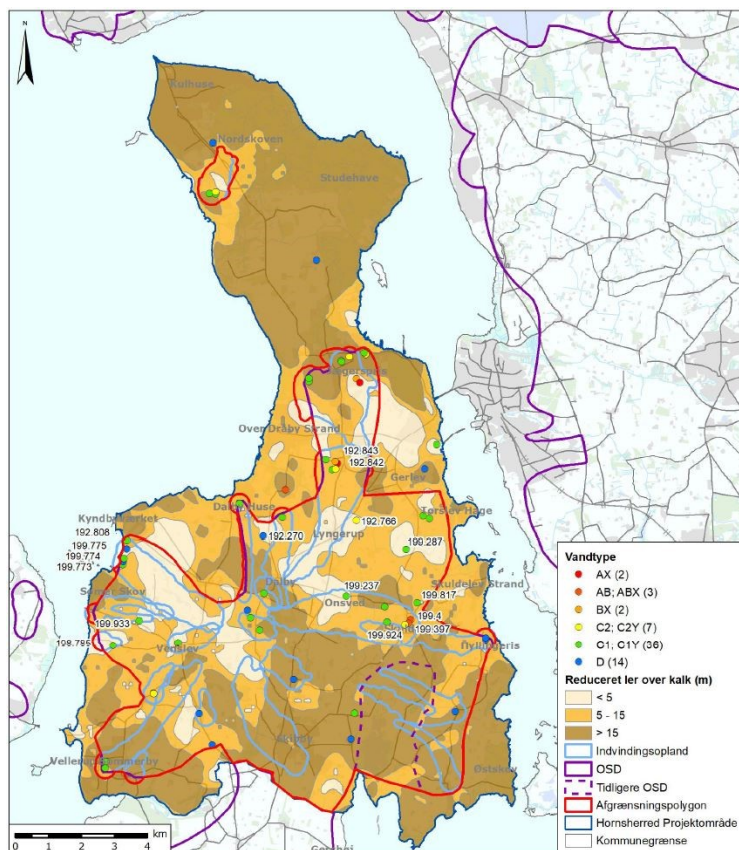
Hvorvidt et lerlag er sammenhængende kan være svært at vurdere ud fra eksisterende data. Data (boringer, geofysik, grundvandskemi etc.) kan indikere inhomogene forhold fx geologiske vinduer og tektoniske forstyrrelser, som ikke kan opløses i den geologiske model. Det er derfor vigtigt, at der er opmærksomhed på områder i modellen, hvor lerlagene er mindre sammenhængende, end de endelige tykkelseskort viser. Jævnfør [Geovejledning 2018/1 Opstilling af geologiske modeller til grundvandskortlægning](#) /7/ burde disse problematiske områder være beskrevet i den geologiske modelrapport og viden herom burde derfor, til dels, kunne hentes herfra. Problemstillingen kan håndteres i sårbarhedsvurderingen eksempelvis ved at tillægge mere værdi til grundvandskemi og mindre værdi til tykkelsen af ler. Se blandt andet eksempel 1 og 2 i afsnit 3.3 for hvordan sammenligning af grundvandskemi, strømningsretning og sammenhængende lerlag kan håndteres. Sammenhængende lerdække er ikke defineret ved en minimumsudbredelse, da der skal håndteres både små indvindingsoplande og store OSD.

Hvis der er udført SSV (geoStatistical estimation of Structural Vulnerability /8/), kan tykkelsen af lerdæklag i den geologiske eller hydrostratigrafiske model korrigeres vha. disse resultater. Der er ikke udviklet en ensartet og konsekvent metodik for inddragelse af SSV i sårbarhedsvurderingen, men så længe kriterierne i Tabel 3.1 følges, kan SSV anvendes i sårbarhedsvurderingen på den måde, som vurderes bedst egnet i den enkelte kortlægning.

GIS-temaer over akkumuleret tykkelse af reducerede lerdæklag kontureres således, at skellen ved 5 og 15 m fremgår.

3.2.3 Vandtyper

Redoxvandtyperne A, B, C1, C2 og D samt X og Y bestemmes som beskrevet i [Geo-vejledning 2018/2 Kemisk grundvandskortlægning](#) /6/, som udgangspunkt indgår forureningsboringer ikke i forbindelse med sårbarhedsvurdering, da disse ofte har en atypisk kemisk sammensætning, der ikke egner sig til vurdering af redoxvandtyper i forhold til sårbarhedsvurdering. Vandtyperne i drikkevandsmagasinet vises på temakort sammen med tykkelsen af akkumuleret reduceret ler over drikkevandsmagasinet, se eksempel Figur 3.1. Udbredelsen i fladen og dybden af de oxiderede vandtyper A og B indikerer stor nitratsårbarhed. Vandtype C2 er svagt reduceret med forhøjet sulfatindhold og indikerer nogen sårbarhed. Vandtype C1 er reduceret vand, men grundet det lavere sulfatindhold indikerer vandtypen lille sårbarhed. I tilfælde, hvor der ses stigende sulfatindhold, kan vandtype C1 indikere nogen nitratsårbarhed, om stigningen i sulfatindhold kan skyldes kloridindhold bør være beskrevet i den grundvandskemiske gennemgang. Baseret på det vurderede baggrunds niveau for sulfatindhold kan der i det enkelte projekt og i samarbejde med Miljøstyrelsen sættes en vejledende grænse for, hvornår sulfatindholdet kan betragtes som forhøjet i forbindelse med sårbarhedsvurdering. Vandtype D er stærkt reduceret vand og indikerer lille nitratsårbarhed. Ved redoxmodsætninger bestemmes vandtypen til X eller Y, og i den grundvandskemiske kortlægning bør disse være tolket således vandtypen fastlægges ved en subjektiv vurdering som f.eks. AX, C2Y eller DY /6/.

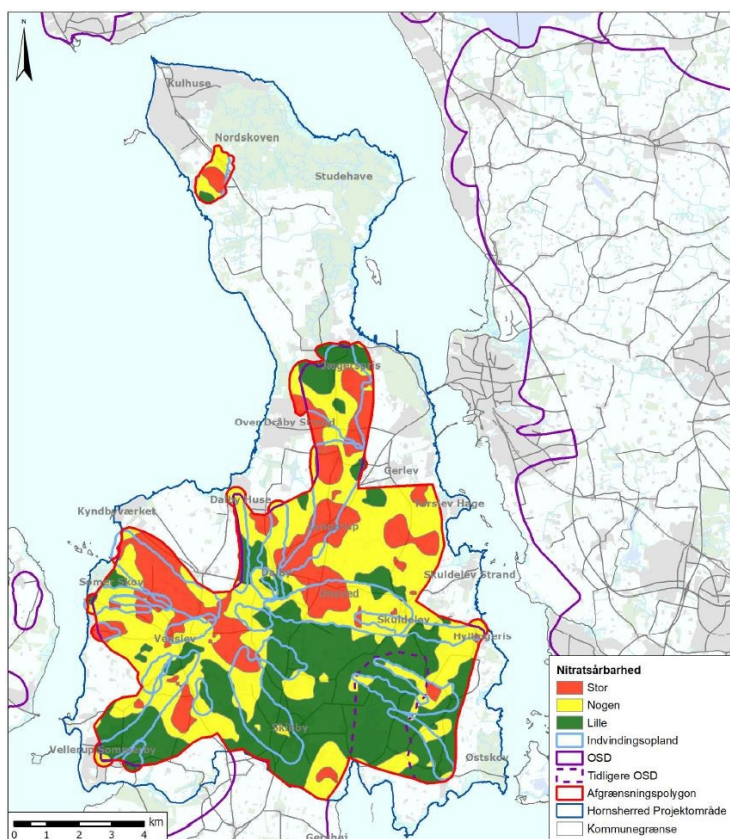


Figur 3.1 Eksempel på kort over tykkelse af reduceret ler og vandtype i drikkevandsmagasinet (her kalk), efter /9/.

3.3 Afgrænsning af nitratsårbarhed

Ovenstående forhold omkring drikkevandsmagasinets akkumulerede reducerede lerdæklag, vandtyper og beliggenhed af redoxgrænsen bruges til at zonere drikkevandsmagasinerne med henholdsvis stor, nogen og lille nitratsårbarhed jævnfør Tabel 3.1. Nitratsårbarheden er dermed en afgrænsning knyttet til magasinet og ikke en områdeafgrænsning knyttet til arealer på overfladen, selv om det visualiseres på et GIS-kort ved at projicere nitratsårbarhedszoneringen op på jordoverfladen. Figur 3.2 viser et eksempel på nitratsårbarhedszonering af et OSD.

I nogle kortlægninger beregnes der også en 3D lertykkelse. Dette er et supplement til den ovenfor beskrevne nitratsårbarhedskortlægning. Ved 3D lertykkelse bruges vandets strømningsveje (partikelbaner) til beregning af lertykkelse, hvori den almindelige akkumulerede tykkelse af reduceret ler (2D) er en ren vertikal akkumulering. 3D lertykkelse kan derfor være en fordel i områder, hvor vandet kan løbe udenfor eller forbi lerlagene og ned i magasinerne, og hvor grundvandet fremstår mere oxideret end den akkumulerede reducerede lertykkelse indikerer. Beregning og brug af 3D lertykkelse kan ses i [3D Sårbarhedszonering](#) /10/.



Figur 3.2 Eksempel på kort af nitratsårbarhed som korttema /9/.

I nogle tilfælde vil der ikke være overensstemmelse mellem den akkumulerede tykkelse af reduceret ler og vandtype. F.eks. kan der forekomme magasiner eller dele af magasiner med vandtype A eller B, der overlejres af mere end 5 meter akkumuleret tykkelse af reduceret ler. Der vil også kunne findes eksempler, hvor drikkevandsmagasinet har en reduceret vandtype C1, C2 og D, hvor tykkelsen af akkumuleret tykkelse af reduceret ler er mindre end 5 meter. I sådanne tilfælde, hvor kriterier for nitratsårbarhedszoneringen ikke stemmer overens, skal der foretages en konkret vurdering af nitratsårbarheden. **Det er vigtigt, at denne vurdering og de medfølgende valg dokumenteres tydeligt i afrapporteringen.**

Nedenfor er der beskrevet forhold der kan være årsag til uoverensstemmelser og håndteringen af disse. Listen er ikke udtømmende, men skal betragtes som en beskrivelse af nogle af de almindelige problemstillinger.

Eksempel 1 – Usammenhængende lerdække:

Lerlagene, der er brugt til den akkumulerede tykkelse af reduceret ler, er ikke så sammenhængende, som modellen viser. Dvs. lerlagenes beskyttelse mod nitrat er ikke så god, som modellen indikerer. Dette kan eksempelvis skyldes inhomogene forhold fx geologiske vinduer og tektoniske forstyrrelser.

Løsning: Vandkemien kan i dette tilfælde vægtes højere end tykkelsen af ler i bestemmelsen af nitratsårbarheden. Eksempelvis kan et område med mange vandtyper A og/eller B, men med 5-15 m eller >15 m ler vurderes som havende stor nitratsårbarhed, når hovedvægten lægges på vandkemien frem for tykkelsen af ler.

Eksempel 2 – Strømning af oxideret vand til områder med stort lerdække:

Områder med stor mægtighed af ler kan nogle gange have borer med oxiderede vandtyper. Dette kan skyldes, at oxideret/nitratholdigt vand strømmer fra områder med lille mægtighed af

ler til områder med store mægtigheder af ler. Da lerlag ofte ligger som horisontale lag og ikke som vertikale barrierer, vil vandet primært strømme i sandlagene og derved uden om lerlagene. På denne måde strømmer vandet ikke gennem lerdækket på vej til magasin og filtre. Magasiner og filtre med tykke overliggende lerlag kan derfor ende med oxiderede vandtyper, fordi vandet er dannet i og strømmer til magasinet eller boringsindtag fra områder med lille mægtighed af ler.

Løsning: Såfremt ovenstående kan vises med tilstrækkelig stor sikkerhed, er løsningen at lade tykkelsen af ler vægte højere end vandkemien. Dette betyder, at sårbarheden direkte over boringerne med oxiderede vandtyper fortsat vil være lille, mens sårbarheden i området, hvorfra grundvandet strømmer fortsat vil være nogen eller stor.

En anden mulighed er at beregne 3D lertykkelse. Denne metode bruger vandets strømningsveje til beregning af tykkelsen af ler og kan give en lertykkelse, der er i bedre overensstemmelse med den egentlige nitratsårbarhed og grundvandskemi.

Alternativt kan de partikelbaner, som beregnes i forbindelse med optegning af indvindingsoplande, benyttes til at kigge på vandets strømningsvej i forbindelse med sårbarhedsvurdering til de enkelte vandforsyninger.

Eksempel 3 – Problematiske vandanalyser:

Uoverensstemmelser mellem vandkemi og tykkelse af ler kan også skyldes fejltolkning i vandkemien. Koncentrationen af nitrat og sulfat i vandprøver indgår begge i vandtypebestemmelsen, men begge kan påvirkes af eksterne processer. Dette bevirker, at deres målte niveauer ikke nødvendigvis afspejler tilstanden i magasinet generelt.

- Nitrat kan forhøjes i en vandanalyse ved beluftning af vandprøven erfaringsmæssigt sjældent over 3 mg/l, hvorved eventuelt ammonium omdannes til nitrat. Dette kan give falske positiver af nitrat, som kan føre til, at bestemmelsen af vandtypen bliver oxideret frem for reduceret.
- Nitrat kan tilføres lokalt til magasinet via utætte boringer og brønde. Vandprøver udtaget i sådanne boringer/brønde vil derfor ikke afspejle vandkemien generelt i magasinet. Tilstandsvurdering og opbygning af boringen samt nærliggende boringer kan bidrage til at vurdere, hvorvidt boringen eller brønden er utæt.
- Sulfat kan forhøjes lokalt i et magasin, hvis en indvinding sænker grundvandsspejlet. Pyrit kan herved blive iltet i sedimentet tæt på boringen og føre til stigning af sulfat i det nedsivende vand. Vandprøver udtaget i sådanne boringer vil derfor mere afspejle vandkemien tæt på boringen end den generelle tilstand i magasinet.
- Stor indvinding med medfølgende sænkning af grundvandsspejlet kan også medføre indhold af nitrat i vandanalyser, fordi indvindingen trækker nitratholdigt vand ned i et ellers reduceret magasin. Dette afspejler mere lokal vandkemi tæt på boringen end den generelle tilstand i magasinet.
- Sulfat kan også forhøjes i et magasin pga. forhøjet indhold af indtrængende saltvand eller residualt saltvand.
- Forureningsboringer kan ligeledes forårsage problematisk vandkemi, hvorfor disse som udgangspunkt ikke indgår i forbindelse med sårbarhedsvurdering.

Løsning: Ovennævnte forhold skyldes lokale omstændigheder, der ikke bunder i en geologisk sårbarhed ift. nitrat. Vandprøver, der er påvirket af sådanne forhold, bør derfor som udgangspunkt, ikke påvirke vurderingen af nitratsårbarhed. Vandprøver, som viser tegn på ovenstående problemstillinger, bør være håndteret og beskrevet i den grundvandskemiske rapport. Det kan dog stadig forekomme, at denne type vandprøver ubemærket indgår i nitratsårbarhedsvurderingen. Det er derfor vigtigt, at være bevidst om disse problemstillinger ift. vandkemi og vurdering af sårbarhed, så grundvandskemien bliver brugt i sin helhed og nitrat/sulfat koncentrationer ikke står alene.

Eksempel 4 – Reduktionskapacitet i magasinlag:

Normalt betragtes magasinbjergarter som havende lav nitratreduktionskapacitet, derfor indgår mægtigheden af magasinlag ikke i sårbarhedsvurderingen. I nogle sjældne tilfælde kan en magasinbjergart dog indeholde store mængder pyrit, organisk materiale eller andre reducerende elementer. Det betyder, at nitrat kan reduceres, selvom magasinet ikke overlejres af beskyttende lerlag. Dette vil ofte give en uoverensstemmelse i forholdet ml. vandkemien og tykkelsen af lerlag.

Løsning: Såfremt ovenstående kan vises med tilstrækkelig stor sikkerhed, er løsningen at lade vandkemien vægte højere end tykkelsen af lerlag. Herved kan et område med < 5 m ler, men med vandtyper D og C1, blive vurderet som havende lille sårbarhed. Jf. Tabel 3.1 kan tykkelsen af det reducerende magasin ligeledes benyttes. Den geologiske beskrivelse i borer kan bidrage til at bestemme udbredelse og tykkelse af en magasinbjergart med reducerende elementer, så som organisk materiale, muslingeskaller, saltvandsaflejringer m.m.

Eksempel 5 – Arealanvendelse med blivende lav nitratudvaskning:

Drikkevandsmagasiners indhold af nitrat afspejler normalt et sammenspil mellem den naturlige beskyttelse og nitratudvaskningen i området. Kriterierne vedr. brug af tykkelse af ler og vandkemi beskrevet i Tabel 3.1 er baseret på en antagelse af, at et givent drikkevandsmagasin er placeret i et landsbrugsområde med dertilhørende nitratudvaskning.

Arealanvendelse med lav nitratudvaskning; skovområder, § 3 beskyttet natur, vådområder m.m., kræver i teorien mindre naturlig beskyttelse for at opretholde en god vandkvalitet i magasinerne end tilsvarende områder med intensiv landbrugsproduktion. Drikkevandsmagasiner beliggende i områder med lav nitratudvaskning kan derfor have et anderledes forhold mellem tykkelse af ler og vandkemi end kriterierne beskrevet i Tabel 3.1.

Dette kan betyde, at der, inden for sådanne områder, kan findes reducerede vandtyper, C1 og D, i områder med <15 eller <5 meter ler, grundet lav nitratudvaskning.

Løsning: Hvorvidt et område med reducerede vandtyper, men med <15 eller <5 ler, skal vurderes at have nogen eller stor nitratsårbarhed, skal bero på en konkret vurdering. Hvis det vurderes, at et område sandsynligvis vil ændre vandtype fra reduceret til oxideret, såfremt arealanvendelsen ændres og nitratudvaskningen går fra lav til høj, skal nitratsårbarheden som udgangspunkt vurderes til stor eller nogen, selvom vandtyperne er reduceret.

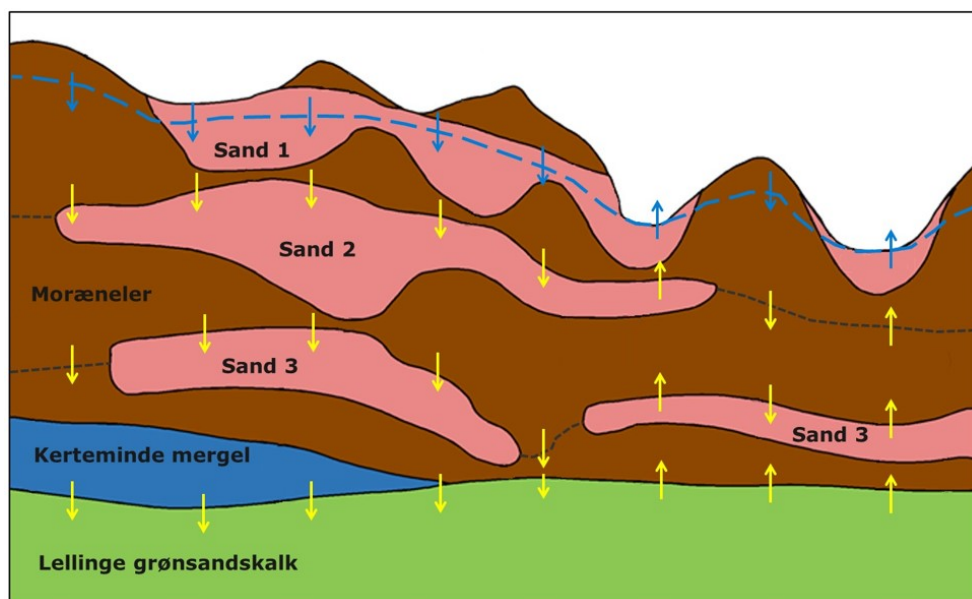
4. Nitratfølsomme indvindingsområder

NFI afgrænses, hvor der sker grundvandsdannelse og drikkevandsmagasinerne samtidig har stor sårbarhed over for nitrat inden for OSD og indvindingsoplande til almene vandforsyninger uden for OSD.

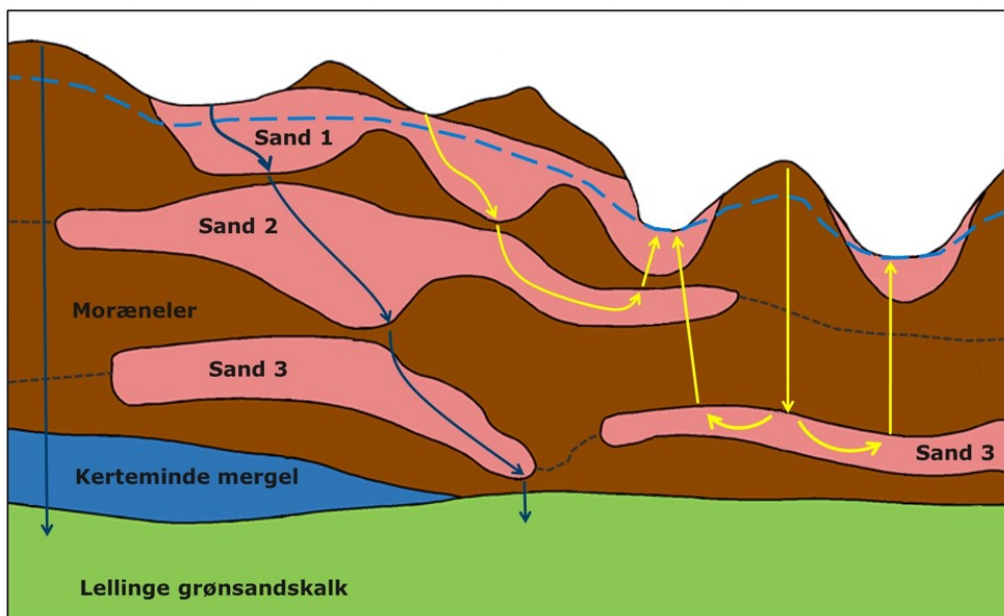
I områder med nogen nitratsårbarhed sker der en konkret vurdering af sårbarhedsvurderingens tykkelse af ler og vandkemi samt evt. arealanvendelsen (se eksempel 3), og derefter om der sker grundvandsdannelse.

Der afgrænses ikke NFI, hvor drikkevandsmagasinet har lille nitratsårbarhed – uanset størrelsen af grundvandsdannelsen.

Grundvandsdannelsen beregnes med grundvandsmodellen og beregnes ved vandudvekslingen mellem umættet og mættet zone eller som den magasinspecifikke grundvandsdannelse (3D grundvandsdannelse), det vil sige fra umættet zone til toppen af drikkevandsmagasinet, se [Ge-ovejledning 2017/1 Hydrologisk vejledning /11/](#). Forskellen mellem de to beregningsmetodikker er vist på nedenstående figurer, hvor vandudvekslingen mellem umættet og mættet zone er vist med blå pile på Figur 4.1 og den magasinspecifik grundvandsdannelse er vist på Figur 4.2.



Figur 4.1 Grundvandsdannelse ved terræn. På profilet illustrerer den blå stiplede linje det øverste grundvandsspejl og de blå pile, der peger nedad, illustrerer, hvor der er grundvandsdannelse ved terrænet. De blå pile, der vender opad, illustrerer, hvor der er udstrømning. De gule pile illustrerer gradienten ved magasingrænser (enten nedadrettet eller opadrettet). De grå stiplede streger illustrerer laggrænser, hvor magasinet ikke er til stede.



Figur 4.2 3D grundvandsdannelse fra terræn. Pilene illustrerer grundvandsstrømning - de blå pile illustrerer hvor grundvandsdannelsen ved terrænet når grønsandskalken, og de gule pile illustrerer, hvor grundvandsdannelse ikke når grønsandskalken. De grå stiplede streger illustrerer laggrænser, hvor magasinet ikke er til stede.

Afgrænsningen af NFI optegnes som sammenhængende områder med bløde, udglattede kurver og skal ikke følge modelceller og brugsgrænser som f.eks. ejendomsskel, veje eller dyrkningsgrænser.

I kortlægninger, hvor der ikke er opstillet en hydrologisk model, foretages vurderingen af hvorvidt der sker eller ikke sker grundvandsdannelse ud fra gradientforhold i pejlinger. Der sker grundvandsdannelse, når der er nedadrettet gradient.

I det følgende gives eksempler på konkrete vurderinger i områder med nogen sårbarhed, der kan føre til afgrænsning af NFI og til, at der ikke afgrænses NFI:

- Eksempel 1** I drikkevandsmagasiner, hvor der ses et forhøjet eller stigende sulfatindhold, som vurderes, at skyldes oxidation af pyrit med nitrat, afgrænses som udgangspunkt NFI, hvor drikkevandsmagasinet har nogen sårbarhed. Hvis der derimod er forhøjet eller stigende sulfatindhold, som hovedsageligt vurderes, at skyldes oxidation af pyrit med ilt, afgrænses som udgangspunkt ikke NFI ved nogen sårbarhed. Se [Geovejledning 2018/2 Kemisk grundvandskortlægning](#) /6/. Om oxidation skyldes nitrat eller ilt er svært at bestemme. Eksempelvis kan ilt være den overvejende årsag til oxidation, hvis grundvandsspejlet sænkes på grund af indvinding.
- Eksempel 2** Dele af et drikkevandsmagasin, der er overlejret af mere end 15 meter tilsyneladende sammenhængende, reduceret ler og samtidig er nitratholdigt og/eller har klart stigende og høje sulfatindhold (i forhold til det vurderede baggrunds niveau), er vurderet at have nogen nitratsårbarhed. Her afgrænses NFI, da det ud fra vandkemien er vurderet, at lerlaget trods sin tykkelse ikke yder magasinet tilstrækkelig beskyttelse mod nitrat.
- Eksempel 3** Dele af et drikkevandsmagasin, der er overlejret af 5-15 meter reduceret ler og samtidig har reduceret vand med lave og stabile sulfatindhold (type D og C), er vurderet at have nogen nitratsårbarhed. Her afgrænses ikke NFI, hvis

det ud fra vandkemien vurderes, at lerlaget yder tilstrækkelig beskyttelse af magasinet og det samtidig ikke skyldes en arealanvendelse med blivende lav nitratudvaskning.

5. Indsatsområder

Efter [Vandforsyningslovens](#) § 11 a /1/ skal der udpeges indsatsområder (IO), hvor en særlig indsats til beskyttelse af vandressourcerne er nødvendig. IO udpeges kun inden for følsomme indvindingsområder, og vil således altid være mindre end eller lig med følsomme indvindingsområder.

Arealanvendelsen inden for NFI bruges til at vurdere afgrænsningen af IO. Større sammenhængende arealer inde for NFI, hvor der er en blivende lav nitratbelastning, skal som udgangspunkt ikke inkluderes i afgrænsningen af IO.

I praksis vurderes afgrænsningen af IO på baggrund af, hvor der er behov for en særlig indsats over for nitrat, ved at foretage en visuel screening af relevante arealanvendelseskort. Ved screeningen vurderes, om der er større sammenhængende arealer med en forventet blivende lav nitratudvaskning inden for NFI. Det gælder fx beskyttede naturtyper (§ 3-natur) og vådområder, skov (herunder især fredskov), fritidsområder, der ikke dyrkes, fx større offentlige parker, eller andre anvendelser, hvor der forventes en blivende lav nitratudvaskning. Hvis der findes større sammenhængende arealer, foretages en detaljeret analyse af disse arealer for nærmere at vurdere, om der rent faktisk er en blivende lav nitratudvaskning fra arealerne, og dermed ikke behov for en særlig indsats. I den forbindelse skal det særligt bemærkes, at størrelsen af større sammenhængende arealer vurderes i forhold til størrelsen af det afgrænsede NFI, og de større sammenhængende arealer skal ses som en sum af ovenstående arealer. Den detaljerede analyse af arealanvendelseskortene suppleres af en analyse af luftfotos fra forskellige år. Herved kan det bl.a. vurderes, om skov er i kort omdrift, og om arealer dyrkes, og dermed ikke kan forventes at have en blivende minimal nitratudvaskning.

Vurderingen af arealanvendelsen kan med fordel gøres i dialog med involverede kommuner, således den lokale viden benyttes i tvivlstilfælde med henblik på at skabe enighed om hvilke arealer, der kan forventes at have en blivende lav nitratudvaskning. Det kan fx være, om et skovareal er fredsskov eller juletræsplantage.

Mere konkret skal følgende arealer som udgangspunkt **ikke afgrænses** som IO:

- Større sammenhængende arealer med beskyttede naturtyper (heder, moser, overdrev, ferske enge, strandenge), søer, vandløb og vådområder, da der forventes en arealanvendelse med blivende lav nitratudvaskning.
- Større sammenhængende arealer med fredskov og løv- og nåleskov med lang eller ingen omdrift, da det forventes, at arealanvendelsen er med blivende lav nitratudvaskning.

Følgende arealer **vurderes individuelt**, alt efter om der må gødskes og om der er indikation på andre forureningskilder:

- Fritidsområder
- Større sammenhængende arealer med igangværende råstofindvinding
- Større sammenhængende befæstede arealer

Følgende arealer skal som udgangspunkt **afgrænses** som IO, da der forventes at være en høj eller potentielt høj nitratudvaskning:

- Landbrugsområder, herunder frilandsgartnerier og frugtplantager
- Byområder og erhvervsområder, der ikke udgør større sammenhængende befæstede arealer

- Mindre og/eller spredte beskyttede naturtyper
- Mindre og/eller spredte skovarealer, også fredskov
- Arealer med juletræer, pyntegrønt og energiafgrøder med kort omdrift
- Planlagte områder, f.eks. skovrejsningsområder, råstofgraveområder og andre lokalplaner, hvor arealet stadig er landbrugsområde

I bilag 1 gennemgås baggrunden for, at ovenstående arealanvendelser ikke eller kun efter en individuel vurdering skal afgrænses som IO, hvis de udgør eller indgår i et større sammenhængende areal.

6. Anvendelse af geologisk voxelmodeller

Såfremt der anvendes en geologiske voxelmodel til vurdering af nitratsårbarhed, NFI og IO bør der være opmærksomhed på, at denne sårbarhedsvejledning er skrevet ud fra den forudsætning, at bestemte geologiske og hydrologiske data er tilgængelig. Det værende blandt andet magasinudbredelser, lertykkelser, grundvandsdannelse m.m. For at kunne anvende denne vejledning, er det derfor nødvendigt, at førnævnte data kan genereres ud fra de tilgængelige geologiske og hydrologiske modeller. Hvis den geologiske model er en standard lagmodel er det uproblematisk at udarbejde det relevante data til sårbarhedsvurderingen. Hvis der i stedet er udarbejdet en geologisk voxelmodel fremfor en lagmodel, er der en række metadata, der skal udarbejdes til den geologiske voxelmodel. For at kunne beregne lertykkelse og bestemme drikkevandsmagasiner er det nødvendigt, at voxler tilknyttes magasiner dvs. voxler angivet med deres tilhørende magasin.

Når voxlerne er magasinintildelt kan der efterfølgende udarbejdes de nødvendige lertykkelsesdata, magasinudbredelser m.m. og sårbarhedsvejledningen kan anvendes som skrevet. Både 2D og 3D sårbarhed kan anvendes på voxelmodeller, såfremt voxlerne er blevet magasinintildelt.

Geologiske voxelmodeller anvendes ofte i områder med ekstra kompliceret geologi, eksempelvis områder med meget glacialtektonik. Sådanne områder vil ofte have mange skråtstillede lag eller anden form for forstyrret geologi. Da 2D sårbarheden forudsætter et vist niveau af vandrette geologiske lag, bør det altid vurderes, hvorvidt 3D sårbarhed vil være bedre at anvende, når sårbarheden skal baseres på data fra en voxelmodel.

7. Referencer

- /1/ [Vandforsyningsloven](#), LBK nr. 602 af 10/05/2022.
- /2/ Naturstyrelsen 2015: [Sandjordes følsomhed overfor udvaskning af sprøjtemidler](#).
- /3/ Naturstyrelsen 2015: [Indsatsområder inden for sprøjtemiddelfølsomme indvindingsområder](#).
- /4/ GEUS 2021. Brugervejledning til opdatering af GEUS' redox kort.
<https://data.geus.dk/redox-website/>
- /5/ Miljøstyrelsen 2021: [Vejledning til kortlægning af redoxgrænse og beregning af tykkelsen af akkumuleret ler](#)
- /6/ GEUS 2018: [Kemisk grundvandskortlægning. Geovejledning 2018/2](#).
- /7/ GEUS 2018: [Opstilling af geologiske modeller til grundvandskortlægning. Geo-vejledning 2018/1](#).
- /8/ GeoFysikSamarbejdet 2009: [SSV-konceptet - baggrund, anvendelse og eksempler](#).
- /9/ Miljøstyrelsen 2020: [Resultat Hornsherred, Frederikssund Kommune](#). Udarbejdet af Rambøll.
- /10/ Miljøstyrelsen 2017: [3D Sårbarhedszonering](#).
- /11/ GEUS 2017: [Hydrologisk vejledning. Geo-vejledning 2017/1](#).
- /12/ Nyt detaljeret nationalt kort over redoxgrænsen ved hjælp af maskinlæring - http://trends.nitrat.dk/xpdf/juko_trends_nov_2018_final.pdf

Bilag 1. Vurdering af arealer til IO

Nedestående er skrevet ud fra Miljøstyrelsens hjemmeside med mindre andet er angivet.

Beskyttede naturtyper og vådområder

Knap 10 % af Danmarks areal er beskyttet gennem naturbeskyttelseslovens § 3. De beskyttede naturtyper omfatter søer, moser, ferske enge, strandenge, heder, overdrev og vandløb.

Fælles for de beskyttede naturtyper gælder, at tilstanden ikke må ændres. Der må f.eks. ikke ske omlægning, jordbehandling, jordforbedring, såning eller plantning uden dispensation. Jf. [Lov om ændring af lov om naturbeskyttelse af d. 30. juni 2020](#) er det fra d. 1. juli 2022 ligeledes ikke tilladt at omlægge, gødske eller sprøjte uden dispensation på arealer, der er omfattet af [Naturbeskyttelseslovens](#) § 3 stk. 2 og stk. 3. Forbuddet vil gælde, uanset om omlægning har været en del af den hidtidige lovlige drift.

Anlægning af vådområder anvendes i forbindelse med vandplaner og landbrugspakken som virkemiddel til reduktion af kvælstof og fosfor til vandmiljøet. Disse vådområder fungerer ligesom de fugtige naturtyper beskrevet nedenfor.

Permanent eller midlertidig arealreservation

Det er altid den faktiske tilstand på et naturareal, som afgør, om det er omfattet af beskyttelsen.

Normalt vil man dog sigte mod at bevare tilstanden i de beskyttede naturtyper, bl.a. af hensyn til biodiversiteten. Det kræver derfor en god begrundelse at få dispensation til at udtage et naturområde helt eller delvist af beskyttelsen, og der vil som regel blive stillet krav om et erstatningsareal af minimum samme størrelse.

Nitratudvaskning og beskyttelsesgrad

De § 3 beskyttede naturtyper har forskellige egenskaber med hensyn til nitratomsætning/-tilbageholdelse, men det kan konkluderes, at der fra de beskyttede naturtyper og vådområder sædvanligvis er en blivende minimal nitratudvaskning.

En opsummerende beskrivelse af de enkelte beskyttede naturtyper med Grundvandskortlægningens konklusion angående nitratudvaskning ses nedenfor. De enkelte naturtyper er ligeledes beskrevet på <https://mst.dk/natur-vand/natur/national-naturbeskyttelse/3-beskyttede-naturtyper/>.

Heder findes oftest på sandet jord, som er tør og næringsfattig. Vegetationen er lavtvoksende og domineres af dværgbuske, græs og urter.

Slåning, afbrænding eller (ny) græsning kræver dispensation, mens rydning af opvækst normalt kan foretages uden dispensation. En vis pleje er nødvendig for, at heden ikke springer i skov.

Der må ikke gødskes, og næringsstoffer tilføres primært via luften/regn, dvs. nitrattilførslen er begrænset. Omsætningen af nitrat må forventes at være relativt lav grundet de iltede forhold,

og risikoen for udvaskning er stor i sandjord, men da tilførslen er lav og planter vil binde en vis mængde nitrat, må nitratudvaskningen samlet forventes at være lavt fra hedeområder.

Moser er pr. definition fugtige naturtyper, og findes ofte hvor grundvandet står højt, så jorden er vandmættet, dog uden permanent stående vand. Vegetationen er således domineret af arter tilpasset høj fugtighed, men der findes en række forskellige mosetyper.

Rydning af opvækst af træer, buske eller invasive arter kan normalt foretages uden dispensation, mens slåning, rydning af gammel skov, gravning eller vandstandsændring mv. normalt kræver dispensation. Der må ikke tilføres gødning i moser, men mange mosetyper findes ofte langs vandløb, og tilføres dermed næringsstoffer når disse går over deres bredder. De fugtige og relativt iltfattige forhold og store mængder organisk materiale gør, at omsætningen af nitrat (denitrifikation) er høj. Endvidere optager planterne en del nitrat, særligt i de træbevoksede mose- og sumptyper. Det er vigtigt at bevare høj vandstand. Når vandstanden i moser sænkes, og forholdene bliver rigere på ilt frigives næringsstoffer, og der sker en udvaskning af bl.a. nitrat.

Ferske enge ligger oftest på lavbundslande, nær vandløb, søer eller moser, og kan periodevist oversvømmes. Mange enge afgræsses eller slås, og domineres af græsser og urter.

Driften før naturbeskyttelseslovens ikrafttræden må fortsætte med samme interval, men kun enge som omlægges sjældnere end hvert 7.-10. år omfattes af beskyttelsen. Hvis det har været praksis, kan udlæg og mellemafgrøde ligeledes tillades, og grøfter og dræn må vedligeholdes, men ikke graves dybere. Der skelnes mellem naturenge og kulturenge alt efter driftsintensitet. Bemærk, at d. 1. juli 2022 træder et forbud mod gødskning, sprøjtning og omlægning i kraft jf. [Naturbeskyttelsesloven](#) med senere ændringer [Lov om ændring af lov om naturbeskyttelse af d. 30. juni 2020](#) § 4. Forbuddet gælder uanset om gødskning, sprøjtning og omlægning har været en del af den hidtidige lovlige drift.

Enge er dermed relativt stabile over tid, men må i nogle tilfælde gødskes, og der tilføres næringsstoffer via oversvømmelse, græssende dyr samt atmosfærisk deposition. Der er dog grundet de fugtige, iltfrie forhold og det høje organiske indhold i jorden gode forhold for omsætningen af nitrat, og denitrifikationen i enge kan være betydelig. Endvidere bindes en mindre del i planterne, så nitratudvaskningen fra enge er normalt relativt lav, dog lidt højere fra kulturenge end fra naturenge.

Strandenge findes ved beskyttede kyststrækninger og fjorde, hvor havet med mellemrum oversvømmer lavtliggende områder. Der kan være tale om strandsumpe, med mere eller mindre permanent vandstand og vegetation domineret af tagrør el.lign., eller mere tørre arealer, hvor græsning kan holde vegetationen lav. Der ses en zonerings af strandengen efter fugtighed og saltpåvirkning.

Græsning, høslet, gødskning og sprøjtning må fortsætte i samme omfang som før naturbeskyttelseslovens ikrafttræden, mens ny indførsel eller øvrige ændringer kræver tilladelse. Strandenge kan således tilføres nitrat via oversvømmelse, gødskning, græssende dyr og atmosfærisk deposition. Strandenge er naturligt rige på næringsstoffer, med undtagelse af kvælstof, som derfor bliver den begrænsende faktor. Nettoproduktionen og det organiske indhold i jorden er derfor lavere end i næringsrige ferske enge, men de iltfrie forhold i den ofte vandmættede jordbund gør, at denitrifikationen har gode forhold. Der må forventes at ske en relativt lav nitratudvaskning fra strandenge. Bemærk, at d. 1. juli 2022 træder et forbud mod gødskning, sprøjtning og omlægning i kraft jf. [Naturbeskyttelsesloven](#) med senere ændringer [Lov om ændring af lov om naturbeskyttelse af d. 30. juni 2020](#) § 4. Forbuddet gælder uanset om gødskning, sprøjtning og omlægning har været en del af den hidtidige lovlige drift.

Overdrev findes oftest på kuperede, veldrænede og permanent tørre arealer, hvor jorden har ligget uforarbejdet i mange år. Overdrev benyttes ofte til græsning, og vegetationen domineres af græsser og urter, med spredte træer og buske. Kystskrænter og klitter med overdrevspræg er omfattede. Overdrev må ikke omlægges, gødskes, kalkes eller sprøjtes. Genindførsel af græsning eller slåning kræver dispensation.

Næringsstoffer på overdrev tilføres via græssende dyr eller atmosfærisk deposition, da der ikke må gødskes. Denitrifikationen på tørre jorde med relativt lavt organisk indhold er lavt, men da tilførslen ligeledes er lav må nitratudvaskningen forventes at være lav fra overdrev. Overdrev har sjældent tidligere været anvendt til landbrugsjord grundet hældning eller lignende, og er stabile over lange årrækker.

Naturtyperne beskytter alle i større eller mindre grad mod nitratudvaskning til grundvandet, dog i særlig grad de fugtige naturtyper, herunder anlagte vådområder, grundet de gode forudsætninger for denitrifikation. Som en tommelfingerregel for hvor meget mindre nitrat, der udvaskes fra naturområder end fra dyrkede marker, kan man skele til Naturstyrelsens vejledning til kvælstofberegninger, maj 2014 /1/, som benyttes ved beregning af den gennemsnitlige reduktion af N-udvaskning ved omdannelse af et "tørt" areal til vådområde:

Arealanvendelse (før projekt)	Gennemsnitlig reduktion i kg N/ha/år
Agerjord	45-50
Vedvarende græs	Max. 10
Naturarealer	Max. 5

Om reduktionen ligger i den høje eller lave ende af intervallet må afhænge af en lang række faktorer og processer, som gør sig gældende i forskellige tilfælde:

- Tilførsel af N (gødsning, kokasser og urin v. græsning, luftbåret)
- Fjernelse af N (græsning, slet, høst, denitrifikation)
- Dræningsforhold (vådt → iltfrit → nedbrydning af organisk materiale af bakterier i jorden ved denitrifikation, så nitrat omdannes til kvælstofgas og ilt, som fordampes.)
- Jordbundstype
- Tidligere tiders arealanvendelse – gødsning modificerer de naturlige forhold, så der er en højere udvaskning fra tidligere landbrugsjorde.
- Arealstørrelse – jo større sammenhængende naturområde, desto mindre N-påvirkning udefra, og dermed mindre udvaskning
- Alder – ny natur optager mere N end gammel, pga. øget tilvækst.
- Biomasse – skov kan fjerne mere N end overdrev grundet vedmassen.
- Mængden af organisk indhold i jorden – jo lavere C/N-forhold, desto større udvaskning.
- Græsningstryk – tilskudsfodring og højere dyretryk øger udvaskningen

Desuden var gennemsnitsnitratkoncentrationen i grundvandsforekomster under dyrkede landbrugsarealer 40-50 mg pr. liter, under naturområder 10-20 mg pr. liter og under skov 5-10 mg pr. liter ifølge den nationale overvågningsrapport fra 2000 /2/.

Litteratur

- /1/ Naturstyrelsen, maj 2014: Naturstyrelsens vejledning til kvælstofberegninger:
<https://naturstyrelsen.dk/media/133160/kvaelstofberegvejledningmaj2014.pdf>

Skov, herunder fredskov

Administrativt kan man dele skov op i fredskov og øvrig skov.

De fleste private skove og alle offentlige skove er fredskov, hvilket vil sige, at ejerne er forpligtet til at anvende arealerne til skovbrugsformål og til at dyrke dem efter skovlovens krav om god og flersidig skovdrift. Det vigtigste krav er, at fredskovsarealerne skal være bevokset med skov, der holdes i god stand og på længere sigt forbedres. Træerne må ikke fældes, før de er hugst-modne, og de skal hugges, så de ikke ødelægger skovens variation og stabilitet. På nyfældede skovområder eller i områder, hvor træerne er væltet på grund af storm, skal der plantes skovtræer, som f.eks. bøg, eg, ask, gran og fyr. I fredskovene er der ligeledes forbud mod udstykninger, husdyrhold, byggeri og terrænændringer af forskellig art.

Juletræer og pyntegrønt må højst dyrkes på ti procent af skovens areal, så skovene kan opfylde kravet om flersidighed.

Der kan være ubevoksede arealer i en fredskov. Moser, heder, enge o.l., der naturligt hører til en fredskov, skal bevares som de er, uanset størrelsen.

Fredskovspligten følger ejendommen. Det betyder, at en ny ejer altid overtager fredskovspligten ved køb af ejendommen. Fredskovspligt går forud for andre rettigheder, og bortfalder ikke, hvis ejendommen kommer på tvangsauktion.

På matrikelkort og i matrikelregistret kan man se hvilke skove, der er fredskove, og hvor stor fredskoven er. Oplysningerne om fredskov i matrikelregistret ajourføres løbende. Det er Miljøstyrelsen, der er myndighed efter skovloven. Geodatastyrelsen sørger for, at oplysningerne om fredskov ajourføres i matrikelregistret og på matrikelkortet. Er der fredskov på en del af et matrikelnummer, er arealet sædvanligvis opgjort på baggrund af et flyfoto. Arealet er i disse tilfælde afrundet til hele 100 m².

Permanent eller midlertidig arealreservation

Miljøstyrelsen kan i særlige tilfælde ophæve fredskovspligten på et areal, der ikke længere er egnet til skovdrift. Det vil medføre et krav om plantning af skov på et andet og større areal. På den måde sikres det, at det samlede skovareal bevares og forøges.

Nitratudvaskning og beskyttelsesgrad

Nitratudvaskning under skove skyldes luftbåret nedfald (atmosfærisk deposition), omdannelse af træ (ophobning i biomasse) og akkumulering i jorden, alt efter om det er tidligere landbrugsjord eller gammel skovjord. Endelig sker der gødsning i plantager med juletræer, pyntegrønt og energiafgrøder.

Luftbåret nedfald er det vigtigste bidrag til variation i nitratudvaskningen. Nitratkoncentrationen er højere under små skove mindre end 10 ha end under store skove over 50 ha. Det skyldes, at de små skove har en forholdsvis stor andel af skovbryn til at opfange luftbåret kvælstof fra husdyr. Små skove udgør ca. 14 % af det samlede danske skovareal /1/.

Ved skovrejsning på tidligere landbrugsjord vil der de første 2-3 år efter tilplantningen fortsat være en forholdsvis stor udvaskning af nitrat fra den tidligere gødsning. Men efter ca. 5 år, hvor træernes rødder og trækroner er i god vækst og jorden er dækket af forskelligt ukrudt, vil nitratudvaskningen falde til nær nul /1/. Efter ca. 20 år, hvor kronetaget er sluttet tæt vokser træerne alene i vedet, som er kvælstoffattigt. På grund af luftforurening og jordens høje kvæl-

stofindhold fra den tidligere landbrugsdrift, er der ofte en vis nitratudvaskning fra ældre skovrejsning. På baggrund af det nuværende datagrundlag er den gennemsnitlige nitratudvaskning fra skovrejsning vurderet til 8 kg N/ha/år /3/.

Egentlige skovbevoksninger bliver stort set aldrig gødsket i Danmark. I juletræer og pyntegrønt er det tilladt at gødske, og man gøder forholdsvis lidt i de første år af omdriften og mere i den sidste del. Omdriftstiden er 9-10 år for juletræer, men den er væsentlig længere for pyntegrønt /1/. Gødskningsnormen er 110 kg N/ha og 90 kg N/ha for hhv. sand- og lerjord. Dette giver anledning til en vis nitratudvaskning, der er vurderet til 15 kg N/ha/år /3/.

I Nitratudvaskning fra skovarealer – model til risikovurdering /1/ står der:

"Arealer med juletræer og klippegrønt i skov er vanskelige umiddelbart at identificere ud fra almindelig kort og luftfotos, da det ikke kan skelnes, om der er tale om en almindelig skovkultur, der ikke gødes. På sigt kan man dog vælge at inddrage skovkort og forskellige indberetninger til at identificere sådanne arealer. Hos den enkelte skovejer må højest 10 % af fredskovarealet udgøres af juletræer og pyntegrønt, hvorfor identifikationen af netop disse arealer er mindre kritisk."

I henhold til [Bekendtgørelse af lov om skove](#) § 9 stk. 2 er det fortsat gældende, at juletræer og pyntegrønt i kort omdrift må udgøre op til 10 % af fredskovsarealet.

Langt den overvejende del af jordens pulje af kvælstof under løvskov er bundet i organisk stof og størrelsen af puljen og sammensætningen vil variere over året, tæt knyttet til bl.a. løvfald og bladernes omsætning. Det giver svagt forøgede koncentrationer af nitrat i de overfladenære jordlag. Løbende hugst og fjernelse af vedmasse vil fjerne noget af kvælstofoverskuddet.

Nitratinholdet i jordvandet under skove varierer mellem 0-141 mg/l i følge Nitrate concentrations in soil water below Danish forests /5/. For 70 % af punkterne var nitratinholdet i jordvandet under 10 mg/l svarende til udvaskning på under 1-5 kg N/ha. Målingerne blev gentaget og bekræftet i 2007-2009 i Skovenes beskyttende funktioner /2/ og en gentagelse i 2018 bekræftede igen at 70 % af punkterne havde under 10 mg/l (Personlig meddelelse P. Gundersen 15/6 2021). I Virkemidler til reduktion af kvælstofbelastningen af vandmiljøet /4/ blev dette vurderet, at være en normal tilstand for danske skove. For de resterende 30 % var nitratinholdet forhøjet grundet lokal luftforurening, forskellige dyrkningsindgreb eller dræning /2/.

Ifølge Grundvandsovervågning 2000 /6/ var den gennemsnitlige nitratkoncentration i grundvandsforekomster under dyrkede landbrugsarealer 40-50 mg pr. liter, under naturområder 10-20 mg pr. liter og under skov 5-10 mg pr. liter.

Større sammenhængende fredskov, der er løvskov eller nåleskov med lang omdrift, skønnes derfor at give en permanent beskyttelse mod væsentlig nitratudvaskning.

Litteratur

- /1/ Gundersen, P. 2008: Nitratudvaskning fra skovarealer – model til risikovurdering. Arbejdsrapport nr. 46, Skov & Landskab, Hørsholm, 2008: https://static-curis.ku.dk/portal/files/230038397/Nitratudvaskning_fra_skovarealer_net_pgu.pdf
- /2/ Gundersen, P., Caspersen, O. H., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T. 2013: Skovenes beskyttende funktioner. V.K. Johannsen, T. Nord-Larsen, T. Riis-Nielsen, K. Suadicani og B. B. Jørgensen: Skove og plantager 2012, Skov & Landskab, Frederiksberg, s. 121-128.

- /3/ Landbrugsstyrelsen 2020: Vejledning om gødsknings- og harmoniregler. Planperioden 1. august 2020 til 31. juli 2021: https://lbst.dk/fileadmin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Landbrug/Goedningsregnskab/Vejledning_om_goedsknings-_og_harmoniregler_2020_2021.pdf
- /4/ Eriksen, J., Thomsen, I. K., Hoffmann, C. C., Hasler, B., Jacobsen, B. H. 2020: Virkemidler til reduktion af kvælstofbelastningen af vandmiljøet. Aarhus Universitet. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. 452 s. – DCA rapport nr. 174: <https://dcapub.au.dk/djfpdf/DCArapport174.pdf>
- /5/ Callesen, I., K. Raulund-Rasmussen, P. Gundersen og H. Stryhn, 1999: Nitrate concentrations in soil water below Danish forests. Forest Ecology and Management, 114: 71-82.
- /6/ GEUS, december 2000: Grundvandsovervågning 2000: <https://www.geus.dk/media/22391/grundvandsovervaagning-1989-1999-udgivet-2000.pdf>

Fritidsområder

Fritidsområder er områder i byer og landzone, som ikke er befæstede og hvor der er vegetation eller grusbelægning. Det kan f.eks. være parker, fodboldbaner, golfbaner, motorsportsbaner mm.

Muldlaget kan både være til stede eller fjernet.

Permanent eller midlertidig arealreservation

De fleste fritidsområder må antages at være permanente arealreservationer, da det er sjældent, at de nedlægges.

Nitratudvaskning og beskyttelsesgrad

Nitratudvaskningen fra fritidsområder vil i mange tilfælde være lav, da områderne ikke gødskes. I visse tilfælde kan der ved anlæg og også drift blive brugt kunstgødning, fx på golfbaner og andre græsbaner.

Fritidsområder kræver derfor en individuel vurdering.

Befæstede arealer

Befæstede arealer kan inddeles i:

- Hustage/huse
- Veje og parkeringsarealer
- Gårdarealer, private indkørsler, terrasser mm.

Hustage er helt befæstede arealer, hvor nedbøren løber i kloak eller nedsives.

Veje, parkeringsarealer og lignende er helt befæstede arealer, der nederst består af et dæklag af bundsikringsgrus ovenpå råjorden. Derover findes et bærelag af stabilgrus eller af makadam-belægning med skærver eller større sten. Øverst er et slidlag af asfalt, sten, skærver, fliser, brosten eller klinker.

Bærelaget er kompakteret og derfor sker der ringe nedsivning igennem det. Dæklaget ligger ved moderne befæstelser på skrånende råjord, så den overvejende del af vandet løber af og opsamles i dræn langs det befæstede areals rand og ledes videre til kloak eller nedsives. Ældre befæstelser har ikke nødvendigvis hældning og dræn, hvorved der kan ske nedsivning gennem

dæklaget og især i randen af det befæstede areal. Det er afgørende for stabiliteten af helt befæstede arealer, at der ikke kan trænge vand ned, for at undgå sætninger, frostsprængninger mm.

Gårdarealer, private indkørsler, terrasser, mindre stier og oplagspladser er delvist befæstede arealer, med et slidlag af flise-, brostens-, klink-, grus eller stenbelægning direkte på råjord eller med et tyndt lag bundsikringsgrus under.

Muldlaget er som regel fjernet både ved helt og delvist befæstede arealer.

Permanent eller midlertidig arealreservation

De helt befæstede arealer må antages at være permanente arealreservationer, da der sjældent fjernes veje, parkeringsarealer mm.

Da de delvist befæstede arealer typisk er private områder, kan de godt overgå til ikke befæstede arealer, hvis f.eks. en terrasse bliver til græsplæne. Disse områder er typisk så små, at de ikke har betydning for nitratudvaskningen.

Nitratudvaskning og beskyttelsesgrad

I "Brug af regnvand opsamlet fra tage og befæstede arealer. Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning. Nr. 48. Miljøstyrelsen, 2004" er der ud fra en række undersøgelser bestemt, at nitratkoncentrationen i afstrømet regnvand fra befæstede områder er 0,01-23 mg/l.

Ud fra dette kendskab til nitratkoncentrationer og på grund af ringe eller ingen grundvandsdannelse konkluderes det, at der ikke sker forhøjet nitratudvaskning under helt og delvist befæstede arealer, samt i randen af disse. Det er også i overensstemmelse med konklusionen i "Afstrømning fra tagflader og befæstede arealer – Vurdering af forureningsrisici for grundvand. Naturstyrelsen, 2013":

"Denne rapport omhandler imidlertid risikoen for grundvandsressourcen ved nedsivet regnvand, og det vurderes, at tilførslen af næringsstoffer til grundvandet fra denne kilde [befæstede arealer (f.a.)] er lav i forhold til belastningen fra landbruget (EU's nitratdirektiv, 2010)."

Større sammenhængende befæstede arealer vil derfor sædvanligvis have en blivende minimal nitratudvaskning. Hvorvidt et byområde udgør et større sammenhængende befæstet areal, må bero på en konkret vurdering.

Litteratur

- /1/ Miljøstyrelsen 2004: Brug af regnvand opsamlet fra tage og befæstede arealer. Økologisk byfornyelse og spildevandsrensning, Nr. 48.
- /2/ Naturstyrelsen 2013: Afstrømning fra tagflader og befæstede arealer – Vurdering af forureningsrisici for grundvand.

Råstofindvinding

Regionerne udarbejder råstofplaner, som er planer for indvinding og forsyning med råstoffer. Regionerne udlægger råstofgraveområder og råstofinteresseområder.

I vurderingen af arealanvendelsen indgår alene igangværende råstofgrave. Råstofgraveområder og råstofinteresseområder er arealreservationer, som ikke kan indgå i vurderingen af, om der er behov for en særlig indsats over for nitrat, idet det er den aktuelle arealanvendelse, der

indgår i vurderingen. Det efterlader således alene et behov for at vurdere igangværende råstofgrave.

Permanent eller midlertidig arealreservation

Råstofgraveområder og råstofinteresseområder kan betragtes som midlertidige arealreservationer. Der vil dog i tilladelser til råstofindvinding kunne være stillet bestemte vilkår til arealanvendelse efter endt gravning, og der kan dermed indirekte være tale om permanente arealreservationer.

Nitratudvaskning og beskyttelsesgrad

Der kan i udgangspunktet ikke forventes at være nitratudvaskning af betydning fra et igangværende råstofgraveområde. Hvorvidt et areal, hvor der er igangværende råstofindvinding, skal udpeges som indsatsområde, afhænger udover om det er et større sammenhængende areal også af hvilke krav, der er stillet til efterbehandling af arealet efter endt indvinding.

Typisk efterbehandles råstofgraveområder til landbrugsareal, fritids- eller naturareal. Det er derfor individuelt, hvor stor nitratudvaskningen fra rodzonen kan forventes at blive, når indvindingen er tilendebragt. Hvor der ikke må dyrkes landbrugsmæssigt, skønnes nitratudvaskningen at svare til niveauet under de beskyttede naturtyper.

Det må i udgangspunktet forventes, at arealer, hvor råstofindvindingstilladelsen ikke tillader landbrugsdrift efter endt indvinding, vil have blivende minimal nitratudvaskning fra rodzonen. Hvor det efterbehandlede areal må dyrkes landbrugsmæssigt, kan det i udgangspunktet ikke antages, at nitratudvaskningen er blivende minimal.

Det vil derfor kræve, at råstofindvindingstilladelsen gennemses for vilkår om forbud mod landbrugsdrift/dyrkning ift. gødsning.

Igangværende råstofindvindingsområder udgør sædvanligvis mindre arealer. Hvorvidt den efterfølgende nitratudvaskning fra et igangværende råstofindvindingsområde er afgørende for vurderingen af, om et større sammenhængende areal set i forhold til NFI har en blivende minimal nitratudvaskning, må bero på en konkret vurdering. I praksis vil det i de fleste tilfælde ikke være nødvendigt at gennemse indvindingstilladelsen for at foretage vurderingen.

Nitratsårbarhed og afgrænsning af NFI og IO
Grundvandskortlægning



Miljøstyrelsen
Niels Bohrs Vej 30
9220 Aalborg Øst

www.mst.dk/gko