*Datakilder der anvendes ved vurdering af grundvandets tilstand for nitrat*

Udarbejdet af Lærke Thorling og Martin Hansen 11. jan 2018

# Problemstilling

Dette notat skal dække Miljøstyrelsens (MST) ønsker i forbindelse med projektet: Metode for vurdering af de danske grundvandsforekomsters kemiske tilstand og nye vurderinger af tilstanden f.s.v.a. Nitrat, leverance 1:

*”Beskrivelse af de datakilder, der er tilgængelige i Jupiter (karakter og anvendelighed af data fra indtag i LOOP, GRUMO, vandindvindingsboringer etc. – med afsæt i forskellige af Jupiters kodelister, såsom ”projekt”, ”borings anvendelse”, ”boringsformål).”*

Der er i dette notat taget udgangspunkt i de data, der kan anvendes til beskrivelse af grundvandets tilstand i forhold til indholdet af nitrat.

Det er forudsat, at data anvendes med den kvalitet, de foreligger i Jupiter på tidspunktet for dataudtrækket.

Dette notat dækker problemstillingen gennem

1. *En beskrivelse af de forskellige kilder til de nitratanalyser i Jupiter, der anvendes til tilstandsvurderingen af grundvandets nitratindhold jf. Vandrammedirektivet og Grundvandsdirektivet.*
2. *En redegørelse for eventuelle bias forbundet med hver type datakilde,*
3. *En redegørelse for hvordan hver type datakilde teknisk set afgrænses i udtræk fra Jupiter, gennem anvendelse af de metadata, der er knyttet til analyser, boringer og anlæg, herunder en diskussion af de væsentligste usikkerheder, der er knyttet til udtræksprocedurerne*
4. *En redegørelse for den nødvendige dataforberedelse før der kan laves udtræk til tilstandsvurderingen af nitrat,*
5. *En anbefaling af hvilke datatyper fsva nitratanalyser fra Jupiter, der bør indgå i tilstandsvurderingen for grundvandsforekomsterne mht nitrat.*

# Datakilder:

I nedenstående tabel er angivet hvilke datakilder (typer af boringer), der bør indgår i beskrivelse af grundvandsressourcens indhold af nitrat:

|  |  |
| --- | --- |
| **Datakilde** | **Beskrivelse af boringer og prøverne herfra** |
| GRUMO-boringer | GRUMO-boringerne i Grundvandsovervågningen er en del af det nationale overvågningsprogram for vand og natur, NOVANA. Overvågningen finder sted i særlige overvågningsboringer (GRUMO-stationsnettet), der er designet til at kunne give repræsentative dybdespecifikke i grundvandsmagasinerne. Prøvetagningshyppigheden i de enkelte boringer varierer afhængigt af den påvirkning, som et indtag afspejler, men alle indtag prøvetages mindst én gang i løbet af en seksårig programperiode, jf. VRD. Stationsnettet har løbende udviklet sig efter de politiske prioriterede overvågningsbehov. Disse data kvalitetssikres af MST.Alle data er tilgængelige i Jupiter-databasen.Der har tidligere været udtaget prøver fra indvindingsboringer i GRUMO, men dette har ikke sket siden 2007, hvorfor data indsamlet i Indvindingsboringer men med formålet GRUMO ikke vil indgå.Alle data er tilgængelige i Jupiter-databasen. |
| LOOP-boringer | Boringerne i landovervågningsprogrammet (LOOP) er en del af det nationale overvågningsprogram for vand og natur, NOVANA. Formålet med boringerne er at overvåge det allerøverste grundvand lige under rodzonen. Boringerne har korte indtag i tre faste dybder hhv. ca. 1,5, 3 og 5 m.u.t. Boringerne er alle placeret i områder, hvor grundvandsspejlet ligger meget højt, typisk blot ca. 1-1,5 m u.t. Der kan kun udtages prøver, når grundvandsspejlet ligger så højt, at det er muligt at pumpe vandet op fra indtagene. Der har siden overvågningens start i 1989 været tale om et fast stationsnet af ca. 100 LOOP-boringer, der ikke anvendes til andre formål. Alle indtag prøvetages om muligt op til seks gange årligt.Disse data kvalitetssikres af MSTI LOOP områderne overvåges vandkvaliteten også i sugeceller, der ligger i rodzonen Disse data må IKKE forveksles med data fra LOOP-boringerne. Data fra den umættede zone anvendes IKKE til vurdering af grundvandets tilstand. Alle data fra LOOP- boringerne er tilgængelige i Jupiter |
| Vandværksboringer | I Bekendtgørelsen om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg (Miljø og Fødevareministeriet 2017) er der krav om kontrol af kvaliteten af det grundvand, som de almene vandforsyningerne indvinder. Denne såkaldte boringskontrol gennemføres af vandforsyningerne. Hyppigheden af kontrollen afhænger af den indvundne vandmængde med en prøvetagningshyppighed fra hvert 3. år til hvert 5. år.Disse data kvalitetssikres af kommunerne. Alle indberettede data er tilgængelige i Jupiter-databasen.Ikke almene indvindinger til drikkevand har en mere uregelmæssig prøvetagning og indberetning, og data herfra indgår i det omfang de foreligger. En stor del af disse vil efter den nye drikkevandsbekendtgørelse ikke længere skulle foretage vandprøver hvilket fremadrettet vil give en dårligere dækning i det åbne land. |
| Grundvandskort-lægningsboringer | Grundvandskortlægningen har til formål at kortlægge grundvands-magasinernes udstrækning og beskyttelse inden for områder med særlige drikkevandsinteresser. Langt de fleste boringer er etableret i perioden 2000-2015. Mange af disse boringer er relativt dybe, idet man ønskede at kortlægge geologien i magasinerne i kortlægningsområdet. Der er typisk udtaget vandprøver i flere dybder fra disse kortlægningsboringer. Kortlægningsboringer har ikke regelmæssig prøvetagning, idet det ikke er overvågningsboringer, og der er typisk blot udtaget nogle få prøver fra hvert indtag. Disse data kvalitetssikres af MST.Alle data er tilgængelige i Jupiter-databasen. |
| Forurenings-undersøgelser | Regionernes (og tidligere amternes) kortlægning og overvågning af forurenede grunde og affaldsdepoter finder sted på lokaliteter, hvor der er en begrundet mistanke om, at punktkilder kan påvirke grundvandets kvalitet. Data findes hovedsageligt i regionernes lokale databaser, men nogle af disse data findes også i Jupiter-databasen.Disse data kvalitetssikres af dataejeren der typisk er regioner, men depotkontrol fra MST og kommuner kan forefindes.Der arbejdes på, at disse data også skal være tilgængelige i Jupiter-databasen. Analyseprogrammerne herunder analysehyppigheden varierer betydeligt med den specifikke problemstilling på lokaliteterne. |
| Andre boringer | Andre data i Jupiter-databasen er fx data fra lukkede vandværksboringer, vandværksboringer uden indvinding. En del data stammer fra undersøgelser af grundvandet, som fx vandværkerne iværksætter. Hertil kommer specialundersøgelser fra amternes tid, der dog er for gamle til at indgå i dette projekt. Langt hovedparten af de øvrige data stammer fra lukkede vandværker og vandværkernes egne undersøgelser af vandressourcerne. Disse data kvalitetssikres af dataejeren. |

# Repræsentativitet:

Alle nævnte datatyper vurderes at være egnede til tilstandsvurderingen i dette projekt. I forbindelse med nærværende projekt vil der i arbejdet med tilstandsvurderingen udarbejdes konceptuelle modeller, der kan tage højde for de forskellige datasæts repræsentativitet. Derfor er datasæt, der udviser væsentlig bias, som fx vandforsyningsboringer, anvendelige i tilstandsvurderingen.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at der ingen sammenhæng er mellem andelen af det nitratholdige grundvand målt i m3 (volumen) og andelen af det landbrugsareal målt i m2 (projektions-arealet), hvor der kan være behov for en indsats af hensyn til grundvandets indhold af nitrat.

Dette skyldes, at mægtigheden af grundvandsmagasinerne varierer fra sted til sted og at grundvandsmagasinerne under et givet areal kan indeholde nitrat i visse dele, og være nitratfrit i andre dele. Man kan generelt antage, at et grundvandsmagasin typisk vil have nitratfrit grundvand i de dybere dele, som øverst overlejres af nitratholdigt vand. Den rumlige repræsentativitet er således af en anden karakter end den arealmæssige. I forbindelse med tilstandsvurderingerne for grundvandsforekomsterne, lægges der vægt på rumlig repræsentativitet.

Begrebet repræsentativitet er nærmere diskuteret i Thorling og Kjøller: GEUS notat 07-VA-2017-1.

|  |  |
| --- | --- |
| **DataKilde** | **Repræsentativitet** |
| GRUMO boringer | GEUS har i tidligere i (Larsen mfl., 2015) vurderet repræsentativiteten af data i GRUMO rapporten i notatet: GRUMO 1989-2013 rapportens repræsentativitet med hensyn til forekomsten af nitrat i danske grundvand. I dette notat blev det konkluderet: ”*På baggrund af den eksisterende viden, (indsamlet i GRUMO siden år 1990), og GEUS´ generelle geokemiske viden om grundvandets kemiske forhold i Danmark, er det GEUS´ vurdering, at selvom der således ikke kan gives en sådan stringent, geostatistisk vurdering af repræsentativiteten, er datagrundlaget (i GRUMO) tilstrækkeligt til at give et generelt billede af grundvandets indhold af nitrat. Med hensyn til landets geografiske og geologiske forhold (figur 1), er stationsnettet, sammen med oplysninger fra vandværksboringer (Fig. 2 i GRUMO 1989-2013 rapporten), tilnærmelsesvist jævnt fordelt i landet. Med hensyn til dybde, er der også en rimelig dækning, idet der er medtaget indtag fra dybder ned til 100 meter (figur 2), hvor langt hovedparten af landets grundvandsmagasiner findes. Andelen af grundvand uden nitrat for de fire typer data er også velbeskrevet (figur 4*). ”* Data er repræsentative i forhold til at afspejle nitratbelastningen på national skala i den nitratholdige del af grundvandet. Stationsnettet er samlet set designet, så det kan give et repræsentativt landsdækkende billede, der skal afdække de meget store variationer, der er i de naturgivne geologiske forhold i Danmark, se ovenstående konklusion i tidligere notat.
* Data er repræsentative i forhold til at muliggøre en vurdering af udviklingen i nitratindholdet i den nitratpåvirkede del af grundvandet.
* Rumlig repræsentativitet: Overvågningen er repræsentativ for det den fordeling af dybder som der overvåges, se GEUS notat maj 2015.

De ændringer der har været i stationsnettet har ikke givet anledning til at der er fundet højere nitratindhold i den nitratholdige del af grundvandet. Der er således ikke en skævhed mod mere forurenet grundvand som følge af omlægningen af stationsnettet, se fx figur 25 i seneste GRUMO rapport, Thorling mfl. 2016.  |
| LOOP boringer | LOOP overvågning finder alene sted i landbrugsområder med højtliggende grundvandsspejl. * Den geografiske repræsentativitet er ringere for LOOP-data end for GRUMO-data, da der blot er fem LOOP områder i hele landet. Nitratholdigt grundvand findes især i de mere sandede områder, således det samlede datasæt på landsplan fra nitratholdigt grundvand i LOOP i højere grad afspejler landbrugsaktiviteter på sandjord. Dette håndteres i GRUMO rapporterne ved at præsentere data opdelt på jordtype.
* Med LOOP-data er der alene tale om data fra dyrkede områder. Der er således kun én arealanvendelse for dette datasæt.
* På grund af det højtliggende grundvandsspejl vil udvaskningen være påvirket af potentialet for denitrifikation tæt ved terræn. LOOP-data er ikke repræsentative på landsbasis, da der ikke indgår områder med dybtliggende grundvandsspejl.
* En mindre andel (22 % af det nitratholdige grundvand) overskrider grænseværdien på 50 mg/l for nitrat i LOOP-data sammenlignet med GRUMO-data (35 % af det nitratholdige grundvand). Det er ikke undersøgt om dette skyldes, at vandet generelt er yngre i LOOP områderne og således kan være udtryk for en generelt faldende nitratbelastning, eller om det skyldes en større andel af delvist reduceret anoxisk vand, på grund af det højtliggende grundvandsspejl.
 |
| Vandværks boringer | Vandværkernes boringer er etableret og opretholdt med det formål at indvinde vand, der så vidt muligt ikke skal underkastes avanceret vandbehandling. Dette betyder, at man især op gennem 1980’erne lukkede mange boringer med et nitratindhold over 50 mg/l.* Vandværksboringerne/boringskontroldata er ikke i stand til at give et repræsentativt billede af nitratindholdet i den nitratholdige del af grundvandet, da grundvand med høje nitratindhold over kvalitetskravet på 50 mg/l så vidt muligt ikke anvendes til indvinding, og derfor ikke indgår i datasættet, se fx GRUMO rapport 2016 figur 17 og 18, og GEUS notat 2015.
* Data fra boringskontrollen kan understøtte nitratmodellen for så vidt angår udbredelsen af nitratfrit grundvand, idet de nitratfrie boringer anses for repræsentative for nitratfrit grundvand.
 |
| Grundvandskort-lægningsboringer | Kortlægningsboringerne er især udført for at kortlægge geologien i de særlige drikkevandsområder. * Data giver et repræsentativt billede af nitratindholdet i den nitratholdige del af grundvandet i de undersøgte drikkevandsområder. Kortlægningsboringerne er udført for at bidrage til at afgøre, om områderne er indsatsområder over for nitrat, ikke for at lede efter nogen særlig vandkvalitet.
* Antallet af kortlægningsboringer betinger, at det samlede datasæt fra disse boringer ikke nødvendigvis er repræsentativt for hele landet, da de kun er udført i forbindelse med grundvandskortlægningen i de særlige drikkevandområder. Data giver dog et væsentligt supplement til tilstandsvurderingen, der hvor de optræder.
 |
| Forurenings-undersøgelser | I forbindelse med forureningsundersøgelser er der ofte analyseret for nitrat. Det er ikke nitrat, der eftersøges i disse undersøgelser, men typisk organiske komponenter eller sporstoffer. Fra lossepladser udvaskes organisk stof, der vil kunne omsætte nitrat. Derfor er der en tendens til, at grundvand, der er påvirket af punktkilder, vil være mere reduceret, end det upåvirkede grundvand var, før punktkilden blev introduceret. * Der er en skævhed i data mod mindre nitrat i jordforureningsundersøgelser, hvor der er et højt indhold af organisk stof i prøverne.
* En del af jordforureningsboringerne er referenceboringer, udført med det formål at kortlægge/overvåge kvaliteten af grundvandet opstrøms punktkilden. Disse vil kunne give et repræsentativt billede af grundvandskvaliteten i de undersøgte dybder, herunder nitrat fra andre kilder en punktkilden.
* Data er isoleret set ikke repræsentative til at beskrive alt grundvand, men har nyttige og vigtige bidrag til variationerne og især punktkilders betydning.
 |
| Andre boringer | Lukkede vandværksboringer vil ofte, men ikke altid, kunne vise en uønsket påvirkning i forhold til vandfor-syningsbehovene. Fx højt nitratindhold.De vandværksboringer, der de sidste 20 år er lukket, er kun sjældent lukket på grund af for højt nitratindhold. I analyser der skal indgå i tilstandsvurderingen for vandområdeplanerne er data højst 6 år gamle. Derfor vil de påvirke den samlede vurdering på samme måde som de aktive indvindingsboringer i datasættet vandværker/boringskontrollen. |

# Teknisk afgrænsning af datasæt og den dertil knyttede usikkerhed:

Nitratanalyser for perioden 2000-2015 er alle knyttet til indtag i boringer, der er etableret og prøvetaget af forskellig årsag. Data udtrækkes fra Jupiter som beskrevet i denne tabel.

Alle data i det færdige datasæt skal kunne knyttes til følgende parametre.

* Analyseresultat inkl. attribut
* Dato
* DGU nr.
* Indtags nr.
* Koordinater, (x, y koordinater)
* Indtagstop m.u.t (z koordinat)
* Grundvandsforekomst
* Datakilde

Ved opdeling i datakilder er det nødvendigt at vælge det niveau der opdeles på. Hvis der opdeles på boringsniveau, kan der være andre årsager til prøven, en boringens overordnede formål. Fx kan der være taget GRUMO prøver i indvindingsboringer, eller tidligere kortlægningsboringer er nu GRUMO boringer.

Derudover skal der tages stilling til i hvilken periode, som tilknytningen skal gælde, for de indtag der har skiftet status i den relevante periode. Det kan fx være et vandværk der er lukket i dag, men som var aktivt i en del af perioden.

Endelig skal der tages stilling til hvordan der prioriteres, hvis en boringer er anvendt til flere formål. Er det fx væsentligere at en boring er brugt til indvinding end GRUMO formål, hvis et indtag har haft flere anvendelser.

Det anbefales at vælge datakilde på boringsniveau og ikke prøveniveau. Hvis der udvælges datakildetype på prøveniveau, kan den samme boring optræde i flere grupper af datatyper.

|  |  |
| --- | --- |
| Datakilde | Identifikation af datakilden |
| GRUMO prøver | Alle GRUMO prøver er registreret med projekt ”GRUMO” og har derudover tilknyttet et GRUMO nr. til boringsindtaget. For GRUMO analyser er det MST der er dataejer. |
| LOOP prøver | Alle LOOP prøver har projekt ”LOOP” og har derudover tilknyttet et LOOP nr. til boringsindtaget. For LOOP analyser er det MST der er dataejer. |
| Vandværks prøver | Prøver fra vandforsyningernes er mærket med projekt Boringskontrol og har kommunerne som dataejer. |
| Grundvandskort-lægnings prøver | Alle prøver i denne kategori har projekt mærket med Gebyrkortlægning og har MST som dataejer.  |
| Prøver fraForureningsundersøgelser | Prøver der stammer fra en forureningsundersøgelse er mærket som Depotkontrol MST, Depotkontrol Region eller Depotkontrol Kommune og har MST, Region og Kommunen som dataejer |
| Andre boringer | Vandanalyser, for perioden, hvor boringen ikke er en af ovenstående sættes i kategorien andre boringer. I udtrækkes sikres det at der er tale om prøver fra grundvand og at der er tilknyttet et  |

# Nødvendig dataforberedelse

Før databehandlingen kan igangsættes skal den nødvendige dataforberedelse gennemføres. Dette betyder at for alle indtag, hvor det er muligt, skal tilknyttes en grundvandsforekomst.

Dette gøres som led i leverance 2 og 3, idet der skal ske en sammenknytning af oplysninger i DK modellen med Jupiterdatabasen, hvilket kræver en del programmering. Udfordringerne heri er diskuteret i

Det er ikke muligt at knytte en grundvandsforekomst til alle indtag, og derfor er der en række boringer svarende til ca. xx % af de boringer hvorfra der er udtaget en vandprøve siden 2000, hvor der ikke vil være tilknyttet en grundvandsforekomst. Dette skyldes, at grundvandsforekomsterne er knyttet til modellagene og magasinerne i DK-modellen, og kun der hvor den konkrete fysiske beliggenhed af et grundvandslag også samtidig ligger inden for den modellerede udstrækning af et magasin vil indtaget kunne knyttes til en grundvandsforekomst. Omvendt vil boringsindtag, der ligger meget tæt på et magasin i DK modellen medtages i den grundvandsforekomst, den ligger tættest på, idet man herved tager højde for modellens geometriske usikkerhed.

Før data kan udtrækkes af Jupiter, er det ligeledes nødvendigt at lave et programmel, der opdeler alle grundvandsanalyser, hvortil der er knyttet en grundvandsforekomst til indtaget, i de datatyper der er nævnt ovenfor i de. Dette gøres ud fra de udsorteringskriterier der er nævnt under punkt 3.

# Anbefalinger

* Det anbefales, at alle vandanalyser, der kan knyttes til et indtag i en boring med en tilhørende grundvandsforekomst anvendes i tilstandsvurderingen.
* Det anbefales at opdele datakilder på boringsniveau og ikke prøveniveau.
* Det anbefales at alle boringer hvorfra der indvindes vand betragtes som vandforsyningsboringer, idet der ikke i direktivet arbejdes med almene og ikke almene anlæg.
* Hvis der er tale om en prøve fra en brønd anvendes data ikke.

### Referencer:

Flemming Larsen, Lærke Thorling Sørensen og Birgitte Hansen. (GEUS) Notat af 28. maj 2015: GRUMO 1989-2013 rapportens repræsentativitet med hensyn til forekomsten af nitrat i danske grundvand.

Mielby, S., Mahrt, J., Jensen & CW. (2009) Kobling af boringernes indtag til DK-modellens lag og til grundvandsforekomster. GEUS særudgivelse (ISBN 978-87-7871-263-9)

Miljø og Fødevareministeriet, 2017: Bekendtgørelse nr. 1147 af 24/10/2017, Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med drikkevandsanlæg. Drikkevandsbekendtgørelsen.

Troldborg, L. Sørensen, B.L., Kristensen, M. og Mielby, S., 2014 Tredje revision af grundvandsforekomster i Danmark. GEUS Rapport 2014/58

Troldborg, L., Børgesen, C.D., Thodsen, H. & Keur, P.V.D. 2016: National kvælstofmodel. Kvælstofpåvirkning af grundvand. Særudgivelse. GEUS, 47s. + 28 Bilag.

Thorling, L. og Kjøller, C., 2017: Datakilder til vurdering af grundvandets tilstand. GEUS notat 07-VA-2017-1: T

Thorling, L., Hansen, B., Larsen, C.L., Larsen, F., Mielby, S., Johnsen, A.R., & Troldborg, L. 2016: Grundvand. Status og udvikling 1989 – 2015. Teknisk rapport, GEUS 2016.