

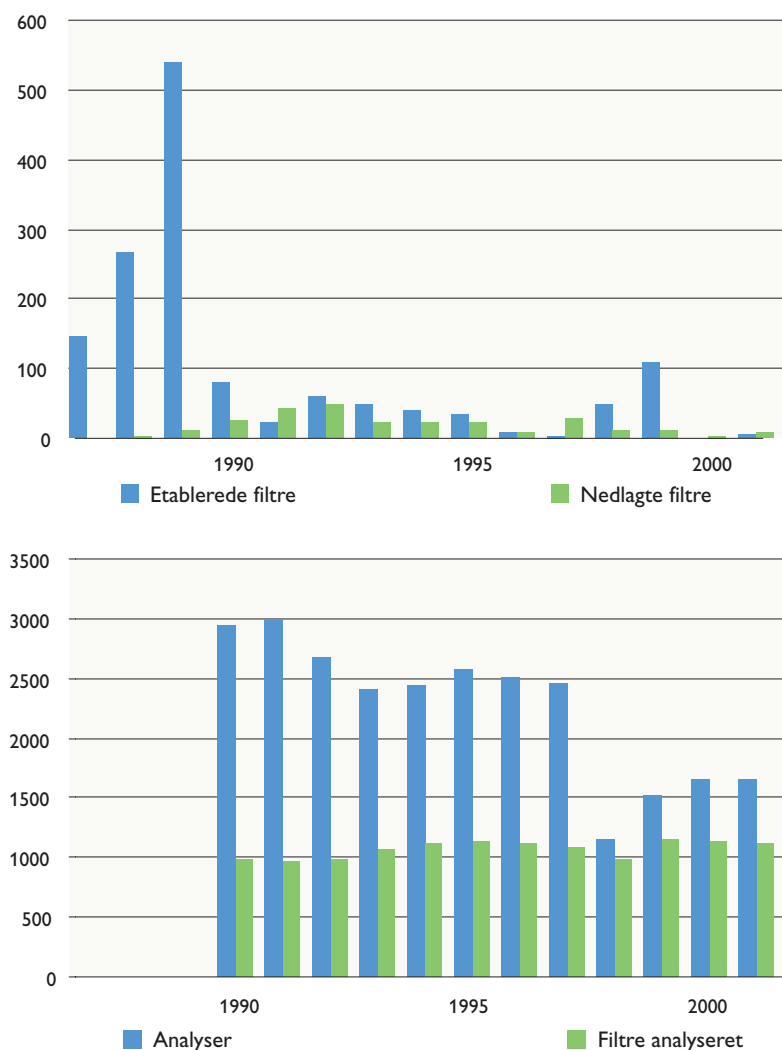
Grundvandets hovedbestanddele

Nitrat

Udviklingen i grundvandets indhold af nitrat

I denne rapport er nitratdata fra **alle aktive** indtag blevet benyttet til bedømmelse af udviklingen i grundvandets nitratindhold for hele perioden 1990-2001. Denne praksis betyder, at der vil indgå et varierende antal indtag i de årlige beregninger. Hvis kun indtag der var analyseret kontinuerligt fra 1990 og frem blev anvendt, ville det betyde væsentlige færre data og dermed tab af informationer, samt at nye GRUMO-boringer ikke vil blive inddraget i databehandlingen.

Der er i overvågningsperioden frem til 2002 blevet etableret 1602 indtag og i alt nedlagt 274 indtag i GRUMO. De fleste indtag er blevet etableret i perioden 1987-1989 (figur 2.1), mens de fleste nedlæggelser af indtag er sket i begyndelsen af 1990'erne. I 1998-99 er der igen en stigning i antallet af nye indtag i forbindelse med etableringen af redoxboringerne.

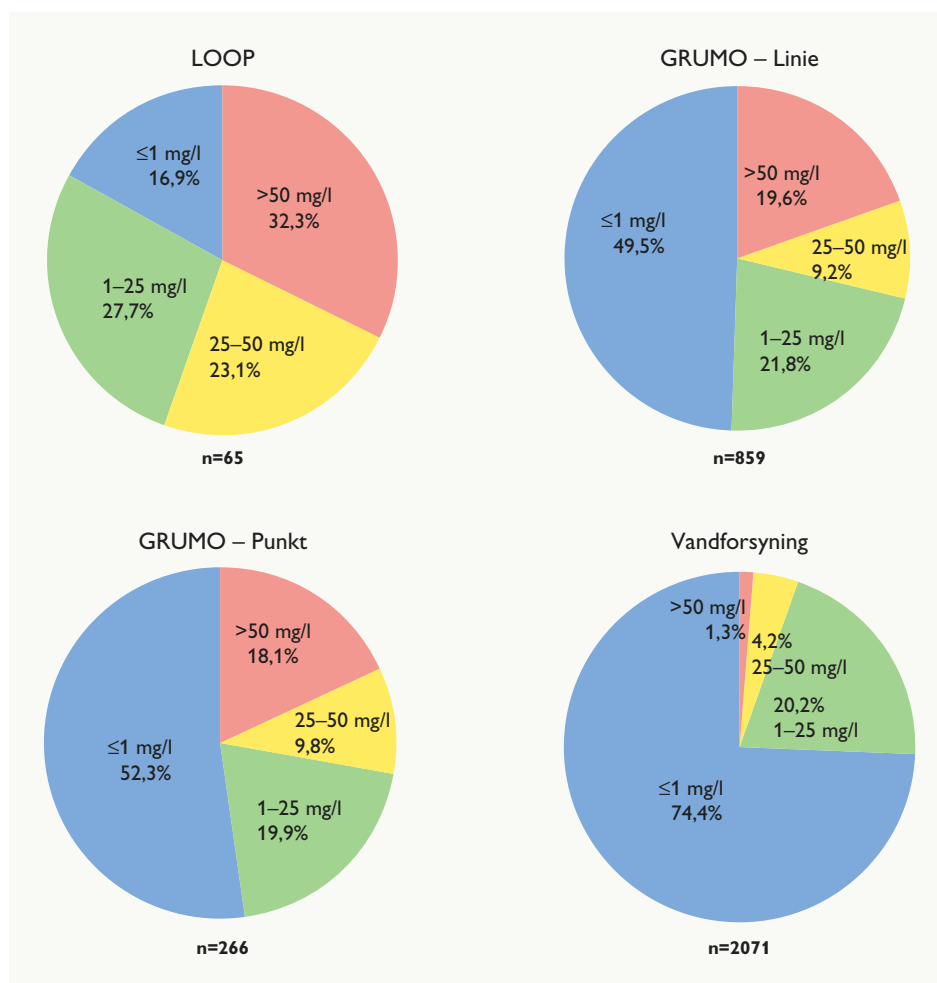


Figur 2.1 Antallet af etablerede og nedlagte indtag i GRUMO fordelt efter år samt antallet af nitratanalyser og antallet af aktive indtag frem til 2002.

Antallet af nitratanalyser har frem til 1998 ligget nogenlunde konstant omkring 2500 om året. Efter revisionen af overvågningsprogrammet i 1997 er der sket et fald i 1998 efterfulgt af en stigning ved ibrugtagning af redoxboringerne.

Med hensyn til LOOP boringerne er der sket et kraftigt fald i antallet af prøvetagede indtag i perioden 1988-2001. I begyndelsen af 1990'erne lå antallet af aktive indtag på ca. 270, mens de i 2001 er nede på 65. Et tilsvarende fald i antallet af nitratanalyser ses ligeledes. En stor del af faldet skyldes den ovennævnte revision, herunder nedlæggelse af et LOOP-område, mens en række indtag ikke er prøvetaget i 2001 pga. renovering af boringer.

Denne udvikling i antallet af prøvetagede indtag og nitratanalyser, både i GRUMO og LOOP, betyder generelt et tyndere datagrundlag til bedømmelse af udviklingen af nitratudviklingen i det danske grundvand.



Figur 2.2 Indtag fordelt efter nitratindholdet i mg/l for de fire grupperinger – LOOP, GRUMO linie, GRUMO punkt samt boringskontrol (vandværksboringer). Medianværdier for nitratdata kun for 2001.

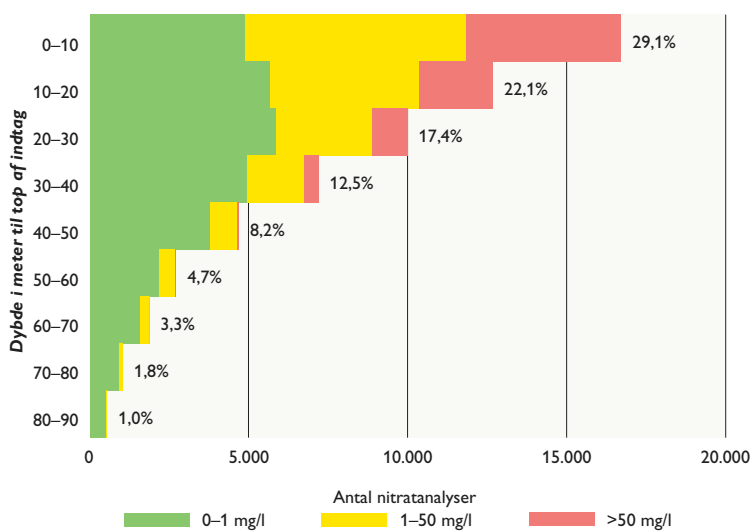
De indtag som indgår i overvågningen af det danske grundvand kan grupperes i henholdsvis LOOP-indtag som ligger 1½ - 5 meter under terræn og derfor overvåger det nydannede grundvand; GRUMO-indtag klassificeret som punktmoniterende der typisk overvåger vand i øvre sekundære magasiner med en nedadgående gradient, mens GRUMO-indtag klassificeret som liniemoniterende overvåger grundvand med en hovedsagelig horisontal bevægelseskomponent

(typisk områdets hovedmagasin). Endelig er der boringskontrol-indtagene (vandværksboringerne), som overvåger det grundvand, der anvendes til drikkevandsproduktion. En oversigt over fordelingen af nitratindholdet for disse grupperinger i 2001 er vist i figur 2.2.

Som det fremgår af figur 2.2 er det LOOP-områderne med det yngste grundvand, der har det største andel af indtag med nitrat over 25 mg/l (den tidligere vejledende max. værdi for drikkevand jf. Miljøministeriet 1988) – ca. 55%. For linie- og punktmoniterende indtag i GRUMO er det ca. 28%, mens det for vandforsyningsboringerne er nede på 5,5%. Denne fordeling har stort set været uændret siden overvågningsprogrammets start.

I 2001 er der i LOOP udført analyse for nitrat i 65 indtag, mens nitratanalyserne for GRUMO fordeler sig på 721 liniemoniterende og 242 punktmoniterende indtag (i alt 963 GRUMO-indtag). Endelig indgår der i rapporten nitratanalyser fra i alt 2071 aktive vandforsyningsboringer analyseret i 2001. Den højst tilladelige værdi for nitrat i drikkevand er 50 mg/l nitrat (Miljø- og Energiministeriet 2001).

Geokemisk kan grundvandet opdeles i 4 redoxzoner, hvor den øverste - ilt-zonen - har et højt iltindhold svarende til iltindholdet i regnvand. Desuden kan nitratindholdet være højt på grund af udvaskning fra rodzonen. Som oxidationsmiddel forbruges ilt før nitrat, og iltindholdet falder ned mod den næste zone – nitrat-zonen, hvor iltindholdet er meget lavt, og hvor det er nitrat, der bliver omsat (anoxiske forhold). Under denne zone findes så jern- og sulfat-zonen med jern og sulfat, men uden nitrat og ilt. Endelig findes der nederst den stærkt reducerede sulfidholdige/sulfatreducerende zone – metan-zonen.



Figur 2.3 Indtag fordelt efter nitratindholdet i mg/l og indtagsdybde under terræn for LOOP, GRUMO og boringskontrol (vandværksboringer). Alle data i basen er medtaget. Det skal bemærkes, at der kun er medtaget data fra aktive boringer fra vandværkernes boringskontrol, og da vandværkerne typisk lukker boringer med forhøjet nitratindhold, kan disse data skævvride billedet af nitratindholdet i det danske grundvand betraget som et hele.

Der er i perioden 1990-2001 udført i alt 27.013 nitratanalyser på vand fra 1504 indtag i GRUMO-boringer. Desuden findes der nu nitratdata fra 4 redoxboringer, hvor de i alt 1.034 analyser fordeler sig på 75 indtag. Der er 369 LOOP-indtag med i alt 10.449 nitratanalyser, og i boringskontrollen er der nu 6.187 boringer med i alt 18.237 nitratanalyser. Fordeling af disse mange nitratanalyser opdelt i tre grupper – ≤ 1 , 1-50 og >50 mg/l er i figur 2.3 plottet mod toppen af indtaget (m.u.t.). Den største del af analyserne med nitrat kommer fra indtag, der ligger

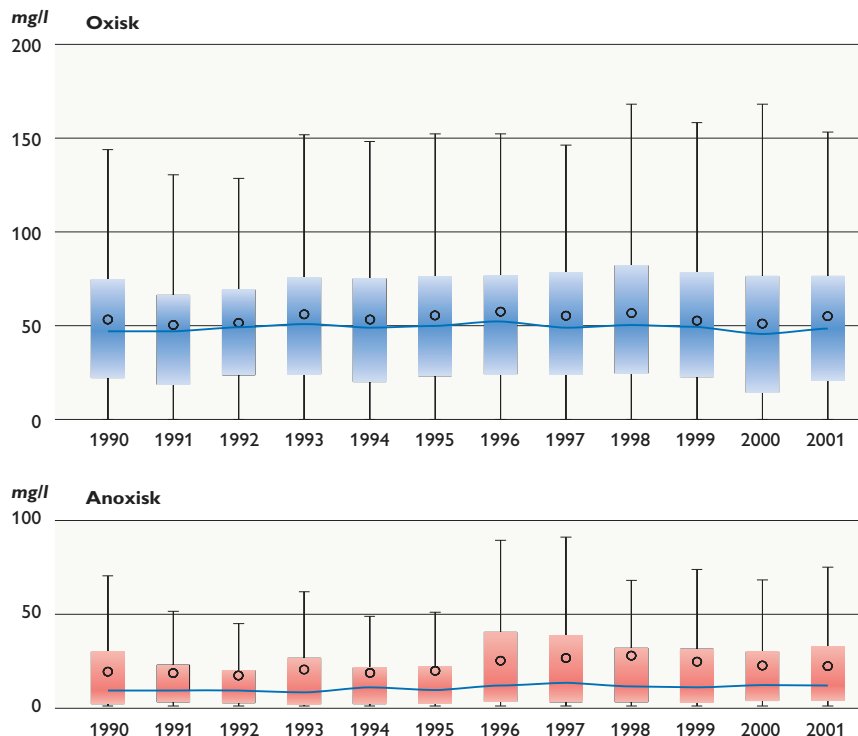
ned til ca. 40 meter under terræn, og de højeste nitratindehold findes ikke uventet i de øverste 10 meter af jordsøjlen.

Nitratudvikling i grundvandsovervågningsområderne

Til vurdering af den tidsmæssige udvikling af nitratindeholdet i det øverste ofte nitratbelastede grundvand er der i dette års rapport anvendt data fra grundvand med oxiske og anoxiske forhold, dvs. iltholdigt grundvand og iltfattigt men nitratholdigt grundvand. Nitrat er omregnet til årlige medianværdier for indtag med mere end én analyse pr. år. Kun aktive indtag er anvendt.

Der er maksimalt anvendt 269 indtag i det oxiske grundvand og 157 i det anoxiske grundvand. Udviklingen fra 1990 til 2001 indenfor disse 2 redoxkategorier er vist i figur 2.4. Grundvands nitratindehold i de to redoxzoner varierer meget for de enkelte år, mens variationen i medianværdien (50% over og 50% under) for perioden 1990 – 2001 kun viser meget små udsving både for det anoxiske grundvand og for det oxiske grundvand. Det anoxiske vand – nitratzonen - har et lavere nitratindehold end den oxiske zone på grund af omsætning af nitrat bl.a. ved oxidation af pyrit.

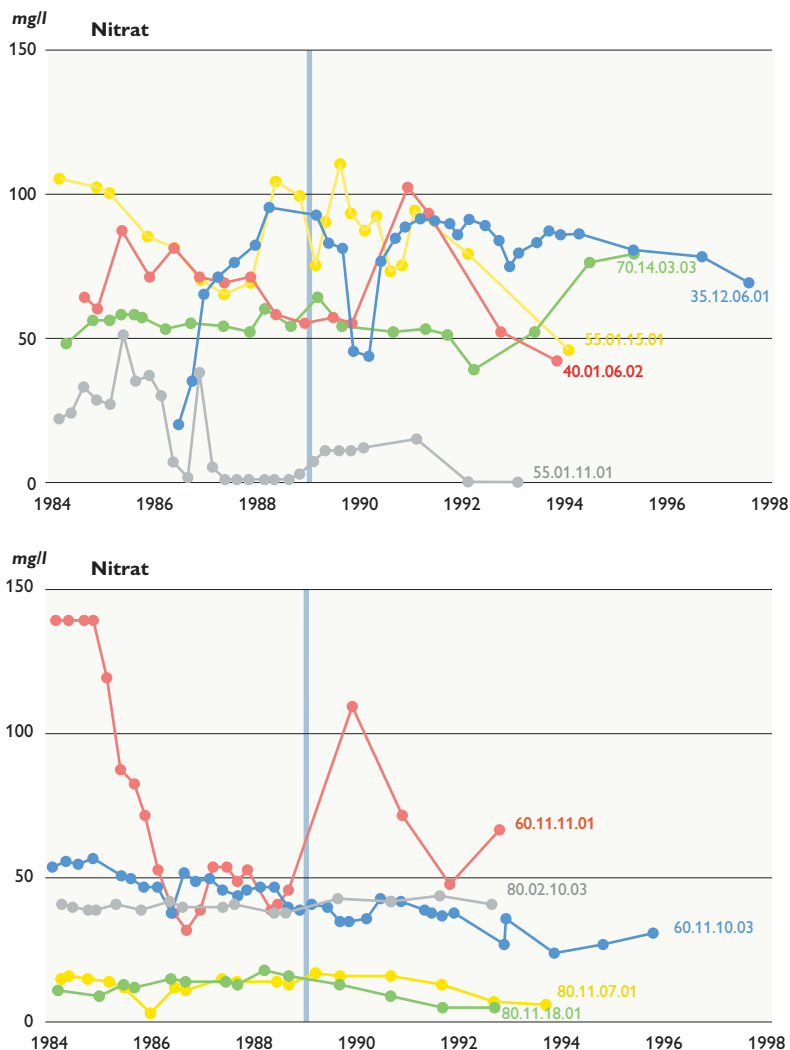
Langt den største del af grundvandet i GRUMO-indtagene er dateret til at være dannet før 1990. Derfor kan en effekt af de tiltag, der blev gennemført som en del af Vandmiljøplanen, naturligvis ikke forventes at kunne erkendes i grundvands indhold af nitrat endnu. Den generelle udvikling viser kun svage udsving, idet der dog er en ret stor spredning i indtagenes nitratindehold. Undersøges variationen i nitratindeholdet i de enkelte indtag, ses der store variationer uanset om disse viser et faldende, stigende eller har et meget fluktuerende nitratindehold. Disse forhold kan skyldes vandspejlsændringer, ændringer i nedbøren eller landbrugspraksis og dermed i udvaskningen af nitrat fra rodzonen.



Figur 2.4 Nitratudviklingen i mg/l i perioden 1990-2001 baseret på data fra alle aktive indtag. Redoxzonerne er: Oxisk (med ilt) med max. 269 indtag og Anoxisk (med nitrat men uden ilt) med max. 157 indtag.

Nitrat i ungt grundvand

I et stort antal indtag (553) blev i 1998 og delvist i 1997 udtaget vandprøver med henblik på CFC-datering af grundvandet (GEUS 1999). Dateringerne viste, at kun ca. 40 indtag indeholdt vand, som i 1997-1998 var yngre eller samtidig med Vandmiljøplanens igangsættelse i 1988. For at kunne se en eventuel effekt af planen er nitratdata fra 10 indtag med det yngste grundvand og med kontinuerlige nitratanalyser vist i figur 2.5. Data er blevet tidskorrigeret efter CFC-dateringerne, hvor der må regnes med en usikkerhed på et par år. De tekniske data er vist i tabel 2.1.



Figur 2.5 Nitratudviklingen i ungt grundvand. 10 indtag med grundvand dannet efter Vandmiljøplanens igangsættelse (markeret med blå linie) og med kontinuerlig prøvetagning.

GRUMO-indtag 35.12.06.01 viser et tydeligt fald fra ca. 1991, mens GRUMO-indtag 40.01.06.02 viser en fald frem til 1990 efterfulgt af en kraftig stigning og så igen et fald til under niveauet før 1990. Indtag 55. 01.11.01 viser et meget fluktuerende forløb. GRUMO-indtag 55.01.15.01 viser et markant fald fra ca. 1989. Dette indtag har dog også tidligere vist et fald for perioden 1984-1988 efterfulgt af en stigning. Indtag 70.14.03.03 viser et svagt fald frem til 1990, hvorpå der sker en stigning. GRUMO-indtag 60.11.10.03 har vist et fald fra ca. 1985 og frem til 1993, men derpå en stigning gennem de sidste prøvetagninger. Indtag 60.11.11.01 varierer meget kraftigt. GRUMO-indtag 80.02.10.03 viser ingen variation, mens

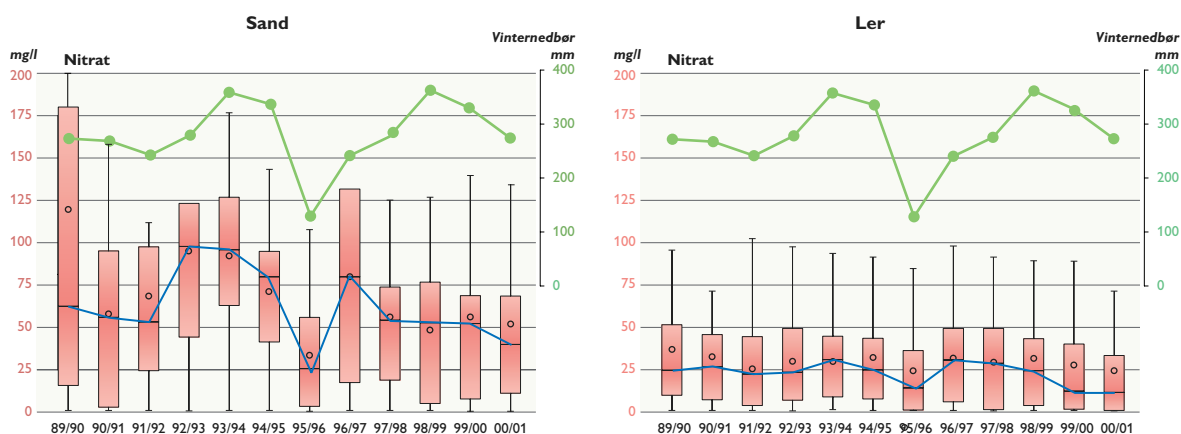
80.11.07.01 og 80.11.18.01 viser en svagt faldende tendens siden 1988/89. Flere GRUMO-indtag vil blive benyttet, når dataserierne bliver længere.

GRUMO nr.	DGU nr.	Top af indtag m.u.t.	Bund af indtag m.u.t.	Lertykkelse meter	Tykkelse af umættet zone meter	CFC- alder, år før 1998
35.12.06.01	238. 626	13,6	14,6	4,2	6,5	4
40.01.06.02	247. 550	15	17	3	3	8
55.01.11.01	114. 1440	8,5	9	0	2,5	8
55.01.15.01	114. 1444	6	6,5	0	6	7
60.11.10.03	105. 1395	12,66	13,36	6	6,2	6
60.11.11.01	105. 1380	6,6	7,3	1,6	4	9
70.14.03.03	71. 484	20	22	4,7	12	6
80.02.10.03	34. 1915	19	21	0	9,7	9
80.11.07.01	34. 1706	21	33	0	10	8
80.11.18.01	34. 1746	10	18	0	10	9

Tabel 2.1 Boretekniske data for de 10 indtag plottet i figur 2.5.

Det er således endnu ikke muligt at se en klar udviklingstendens i grundvandets nitratindhold for de GRUMO-indtag, der overvåger det yngste grundvand.

Grundvandet i landovervågningsoplandene (LOOP) er det yngste vand som overvåges. Nitratindholdet i dette grundvand, fordelt på sand- og lerområder, er vist som et box-diagram i figur 2.6 sammen med vinternedbøren. Da det er den relative variation, som er interessant og ikke mængden af nedbør, er det valgt at benytte et gennemsnit af DMI's 40x40 km nedbørsdata for de grid, hvori LOOP-områderne ligger. Der er kun medtaget nitratdata fra grundvandsprøver indsamlet i kvartal 4 og 1, og kun de indtag fra hvilke der foreligger data for 2001. For sandområderne er data fra 24 indtag benyttet og for lerområderne fra op til 55 indtag.



Figur 2.6 Nitrat i landovervågningsoplandene, LOOP, fordelt på sand- og lerområder, sammenlignet med vinternedbøren (øverste kurve). Kun nitratdata fra kvartalerne 4 og 1 er medtaget.

Af box-diagrammet i figur 2.6 fremgår det, at der er en stor spredning i nitratdata for vinterperioderne, hvor der i sandområderne er et noget højere nitratindhold i grundvandet end i lerområderne, hvor der er en større reduktionskapacitet. Sammenlignes medianværdien for nitrat

med kurven for vinternedbøren ses en tydelig sammenhæng, således at den første forøgede vinternedbør giver et højt nitratindhold i det nydannede grundvand, som de næste år med høj nedbør resulterer i et fald i nitratindholdet, der evt. kan skyldes en fortyndingseffekt. Hvert år efter høst og evt. nedvisning af markerne er der ved mineralisering af plantedelene ophobet et stort kvælstofoverskud i jorden i den såkaldte nitratpulje. Kommer der herefter et efterår og en vinter med stor nedbør, giver det et højt nitratindhold i det nydannede grundvand. Det reducerer kvælstofindholdet i nitratpuljen, og har det næste efterår/vinter også stor nedbør, vil nitratindholdet i det nydannede grundvand være betydeligt mindre, fordi bidraget fra tidligere års nitratpulje nu er formindsket ved udvaskning og/eller denitrifikation. Det vurderes således, at grundvandet i LOOP-områderne har et nitratindhold, som i høj grad er præget af vinternedbøren, der overskygger andre udviklingstendenser.

Nitrat i vandværksboringer

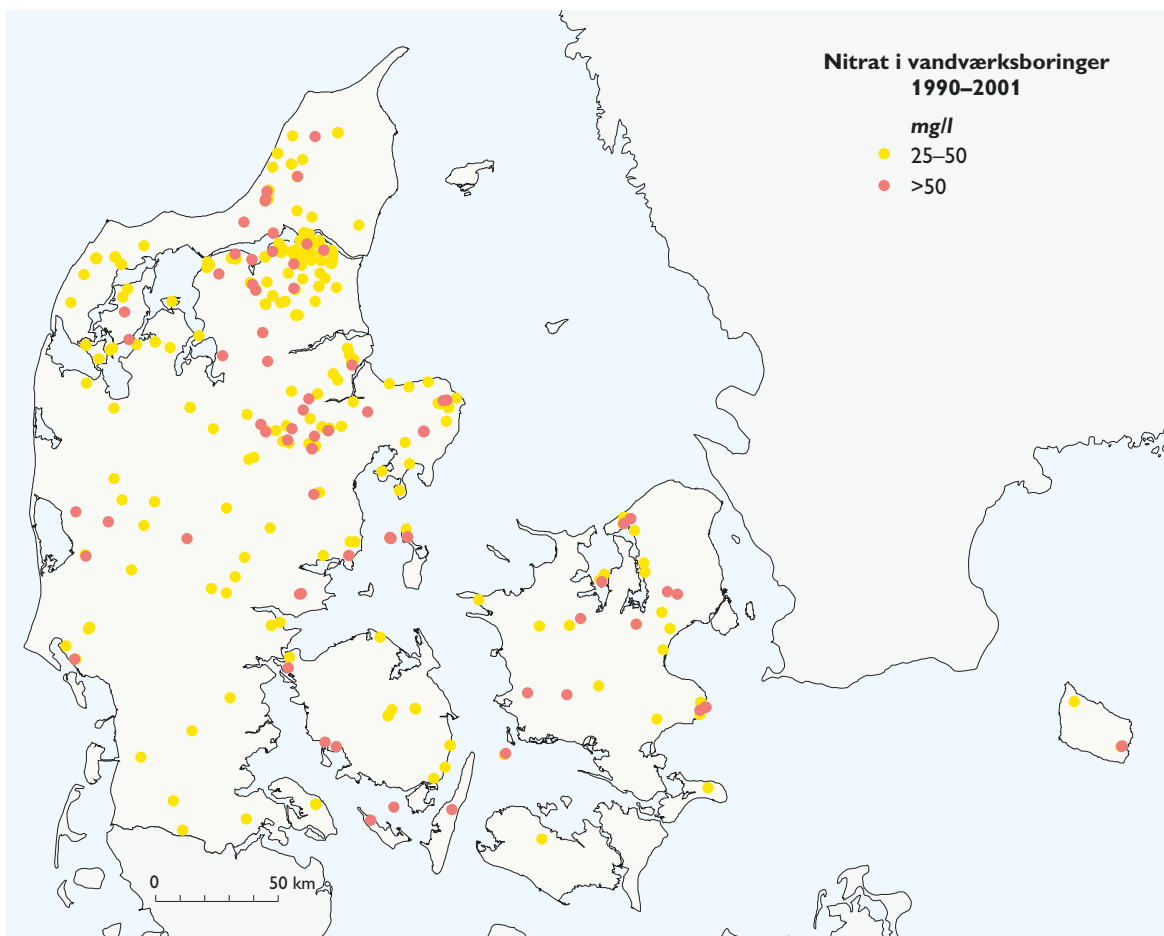
Der er frem til og med 2001 indberettet i alt 6.187 vandværksboringer/pejleboringer med i alt 18.237 nitratanalyser til GEUS's database. Hovedparten af boringerne, ca. 75%, er nitratfrie – dvs. med et nitratindhold under 1 mg/l nitrat (figur 2.2).

Den procentvise andel af nitratbelastede boringer (>25 mg/l nitrat) har ikke ændret sig væsentligt gennem 90-erne, mens andelen af nitratfrie boringer er svagt stigende. Nitratindholdet i det grundvand, som benyttes til drikkevandsproduktionen, har således ikke ændret sig væsentligt gennem de sidste 12 år. Det skyldes sandsynligvis, at boringer med over 50 mg/l nitrat bliver nedlagt, og nye boringer uden eller med lavt nitratindhold bliver taget i anvendelse.

De høje indhold over 25 mg/l nitrat optræder mest i det såkaldte 'Nitrat-bælte', der strækker sig fra det nordvestlige Århus Amt til ind i Viborg Amt (figur 2.7). Grundvand, der indvindes til drikkevand i dårligt beskyttede områder som på Mors, ved Ålborg, på Djursland og omkring Roskilde Fjord, har også et højt nitratindhold.

På grund af kombinationen af stor nitratbelastning og geologi (ringe reduktionskapacitet) er det som de tidligere år stadig Nordjylland, Viborg, Århus og Ribe amter, der har den største andel af indtag med over 25 mg/l nitrat. I Ringkøbing, Vejle, Sønderjylland og Bornholm amter ligger andelen af indtag med over 25 mg/l nitrat på mellem 5 og 10%. Det er således stadigvæk i Jylland - med de mest sandede områder - at andelen af boringer med relativt meget nitrat i det oppumpede grundvandet er størst. En del af de boringer, der ydede grundvand med over 50 mg/l nitrat, kan de seneste år være erstattet af nye boringer med lavt nitratindhold.

Der er nu indberettet data gennem de sidste 12 år for de boringer, der benyttes til drikkevandsproduktion, og der begynder at være nitratdata for flere år for den samme boring. For at undersøge udviklingen i nitratindholdet er analyserne delt op i 3-års perioder med start i 1990 – 1990-92, 1993-95, 1996-98 og 1999-2001. Der er derefter beregnet en median for boringerne for perioderne. Der er kun medtaget data for boringer, der i mindst en af perioderne har haft et indhold af nitrat over 25 mg/l. Den sidste periode, der foreligger data for, er så sammenlignet med den forrige periode. Hvis ændringen i nitratindholdet er større end 10 mg/l, er ændringen betegnet som stigende eller faldende, og hvis den er mindre eller lig 10 mg/l nitrat, er betegnelsen ingen ændring benyttet. I alt er der medtaget 432 boringer. Antallet af boringer i de forskellige grupperinger fremgår af tabel 2.2, og den geografiske fordeling af boringer med fald eller stigning fremgår af figur 2.8. De fleste boringer med ændringer ligger i det såkaldte 'Nitrat-bælte'. På Sjælland forekommer der dog en del boringer, som har en stigning over 10 mg/l til et nitratindhold på over 50 mg/l.

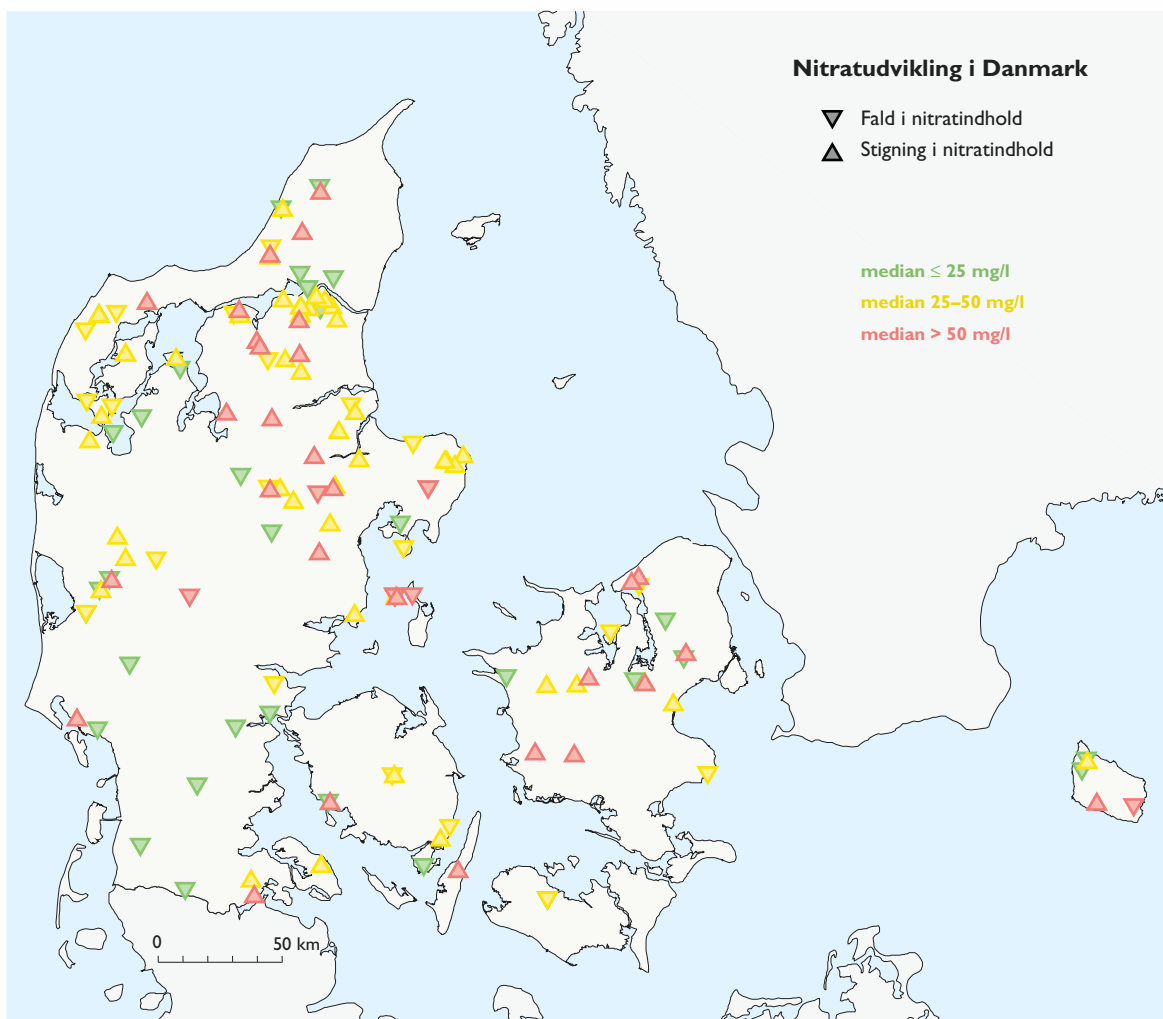


Figur 2.7 Nitratkoncentrationen i vandværksboringer baseret på samtlige analyser fra perioden 1990-2001. Kun boringer med mere end 25 mg/l nitrat er medtaget.

Ændring	Nitratgruppe	n	Bemærkninger
Ingen	≤ 25 mg/l	35	Ændring ≤ 10 mg/l. Har i en tidligere gruppe været >25 mg/l
	25-50 mg/l	159	Ændring ≤ 10 mg/l
	> 50 mg/l	31	Ændring ≤ 10 mg/l
Fald	≤ 25 mg/l	32	Fald > 10 mg/l
	25-50 mg/l	21	Fald > 10 mg/l
	> 50 mg/l	10	Fald > 10 mg/l
Stigning	25-50 mg/l	51	Stigning > 10 mg/l
	> 50 mg/l	29	Stigning > 10 mg/l
?	25-50 mg/l	47	Kun data for én periode
	> 50 mg/l	17	Kun data for én periode

Tabel 2.2 Variation i gennemsnitlige nitratindhold på boringsniveau for boringer med over 25 mg/l nitrat på basis af nitratdata fra vandværksboringer for alle indberettede data for perioden 1990-2001. n = antal.

De fleste vandværksboringer har et uændret nitratinhold, mens der er en svag overvægt af boringer med en stigning i forhold til boringer med et fald i nitratinholdet.



Figur 2.8 Variationer i nitratinholdet på 3-årsperioder for vandværksboringer. Nitratkoncentrationen i boringerne er baseret på samtlige analyser fra perioden 1990-2001. Kun boringer med mere end 25 mg/l nitrat i en 3-års periode er medtaget. Kun fald og stigninger er vist.

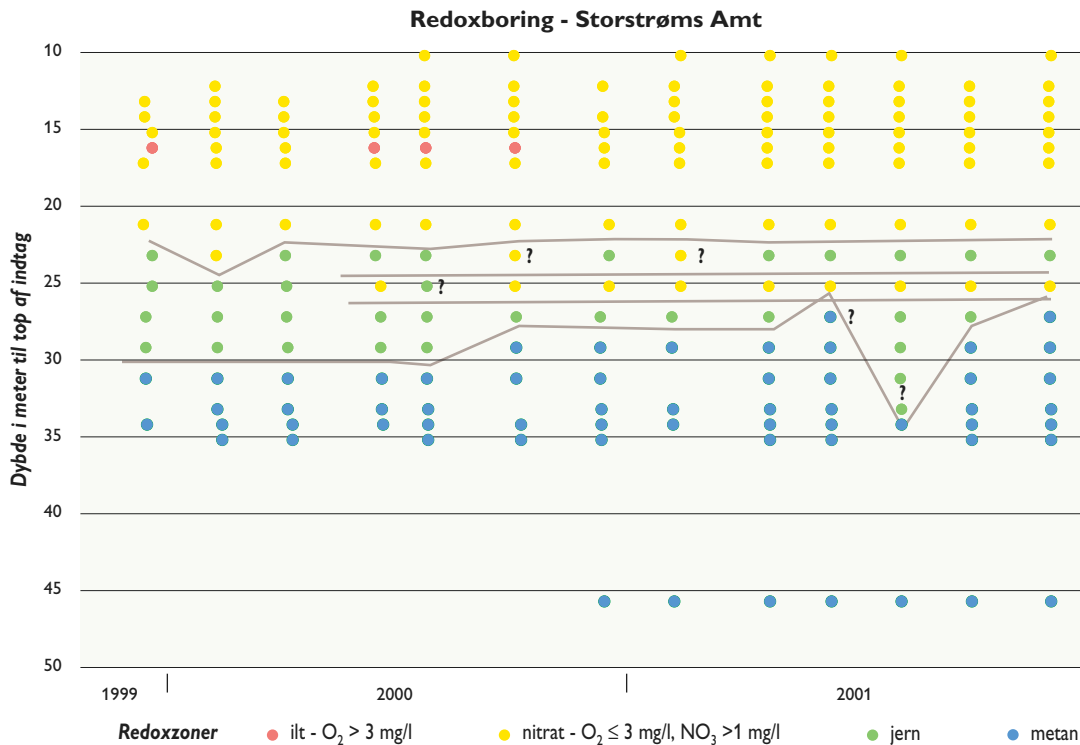
Redoxboringer

Der er etableret 4 redoxboringer i forbindelse med grundvandsovervågningen. Boringerne ligger fordelt ud over landet med én boring i hvert af amterne Storstrøm, Ribe, Århus og Nordjylland. Formålet med boringerne er at få mere detaljerede oplysninger om nitratfrontens bevægelser i forskellige områder af Danmark og i forskellige geologiske scenarier.

Redoxboring ved GRUMO Sibirien, Storstrøms Amt.

Redoxboringen er etableret i 1999 med i alt 18 indtag, og der er prøvetaget fra oktober 1999 til december 2001 – i alt 14 prøvetagninger. Indtagene ligger i en kvartær lagsøjle bestående af moræneler, smeltevandssand, -grus og -ler, og boringen slutter i skrivekridt. Der er dog ikke altid vand i det øverste indtag 7,7-7,8 m.u.t.

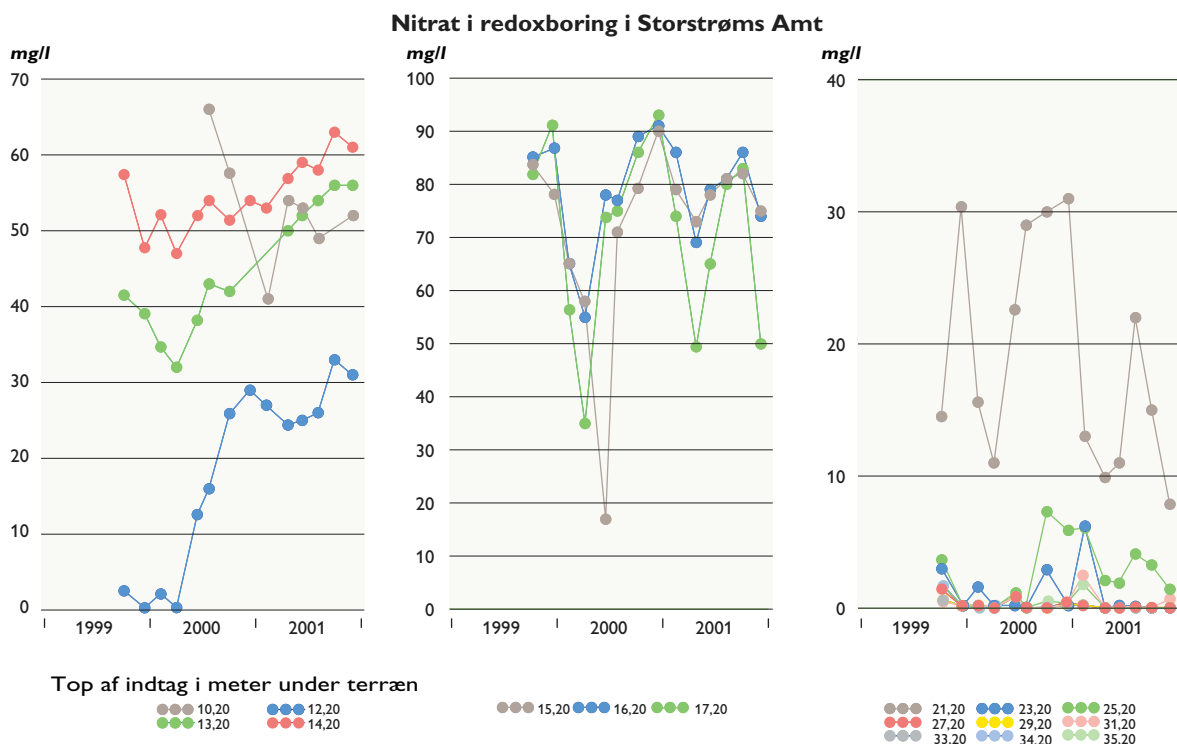
Redoxboringen gennemskærer en lagserie, der øverst består af 0,6 m muld efterfulgt af 3,1 m oxideret moræneler. Derunder følger en smeltevandsserie domineret af finkornet sand med 2 lag af grus, som er ca. 2 meter tykke. Serien er ca. 12 meter tyk. Derunder oxideret moræneler og -sand underlejret af reduceret smeltevandsler. Under disse lerede indslag kommer igen en smeltevandsserie bestående af øverst finkornet sand, som nedad gå over i sand og grus og slutter i grus. Serien er 15,5 meter tyk. Derpå følger 9 meter moræneler ovenpå skrivekridt. Ifølge prøvebeskrivelsen var bjergarterne, på det tidspunkt boringen blev udført, oxiderede ned til 19 meter. Det øverste sandlag har frit vandspejl, med en umættet zone på ca. 6 meter.



Figur 2.9 Variationer i indtagens redoxforhold for perioden 1999-2001. Redoxboring, Storstrøms Amt.

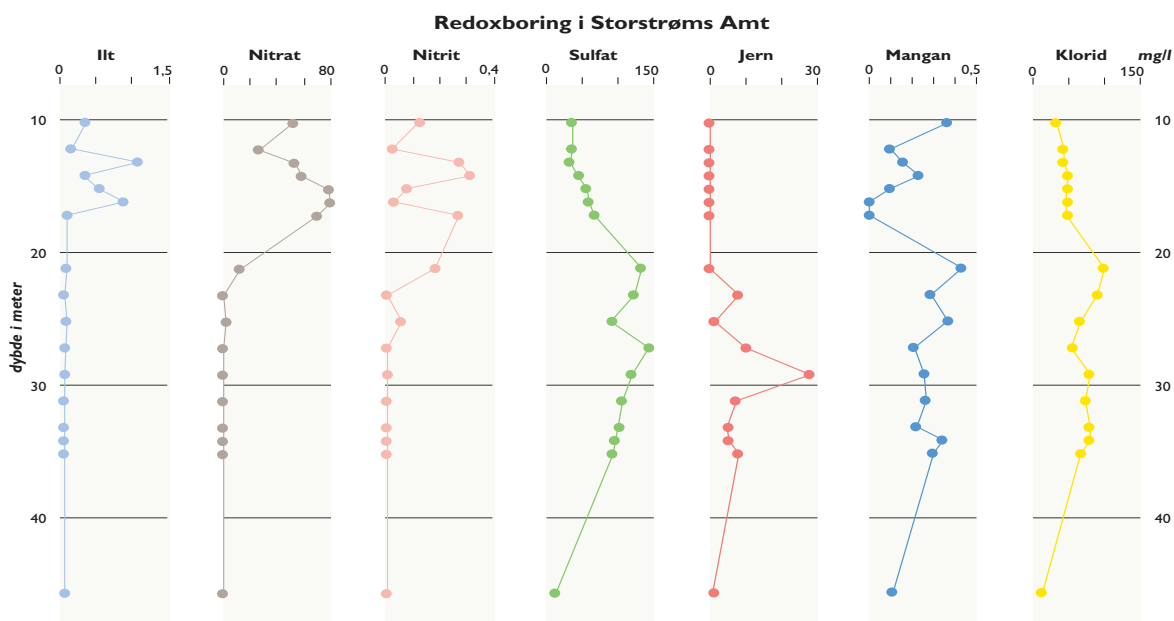
Til trods for frit vandspejl i det øverste sandlag, er der ikke udviklet/bevaret nogen markant iltzone i sandlaget. Først i moræneleret og det overliggende finkornede sand er der fundet iltindhold over 1-3 mg/l. Det øverste sandlag ligger derfor primært i nitrat-zonen. I det næste sandlag er nitrat-zonen udviklet i det øverste finkornede sandlag 21,2 m.u.t., mens det næste indtag ved 23,2 meter varierer mellem nitrat og jern- og sulfat-zonen. Det næste indtag ved 25,2 m.u.t. i fin og mellemkornet sand viser igen nitrat-zone efterfulgt af jern- og sulfat-zonen. Fra ca. 31,2 m.u.t. kommer metan-zonen (figur 2.9). Redoxzonernes placering varierer en del gennem tid, hvilket kan skyldes sandets varierende kornstørrelser og deraf følgende horisontal vandstrømning, eller usikkerhed på analyserne af især iltmålingerne. Grænsen mellem jern- og sulfat-zonen og metan-zonen varierer ligeledes en del, hvilket kan skyldes usikkerhed på metanalyserne.

Variationen i nitratindholdet gennem tid (figur 2.10) er for en del af indtagene meget stor, og afhængig af hvilken formation vandprøven er taget i. Nitratindholdet i det øverste sandlag viser en svag stigning, mens variationen i moræneleret og indtaget i sand lige over morænen viser en stor variation, som muligvis kan være årstidsbestemt. Indtaget lige under morænen viser tilsvarende udsving. Resten af indtagene i det nederste sandlag har et lavt indhold af nitrat.



Figur 2.10 Variationer i indtagens nitratindehold. Redoxboring, Storstrøms Amt.

For parametrene ilt, nitrat, nitrit, sulfat, jern, mangan og klorid er der beregnet medianværdier for perioden 2000-2001, som er plottet mod top af indtag i meter under terræn (figur 2.11). Dette generelle billede viser også en mangel på en tydelig ilt-zone, og under den mellemste morænebænk er iltet opbrugt. Nitraten forsvinder i indtaget 27,2 m.u.t., kommer igen ved 29,2, hvorefter det ikke findes i resten af indtagene herunder. Nitrit følger i vid udstrækning nitrat. Sulfatindholdet er højt i det nederste sandlag, hvor også jernindholdet begynder at stige.



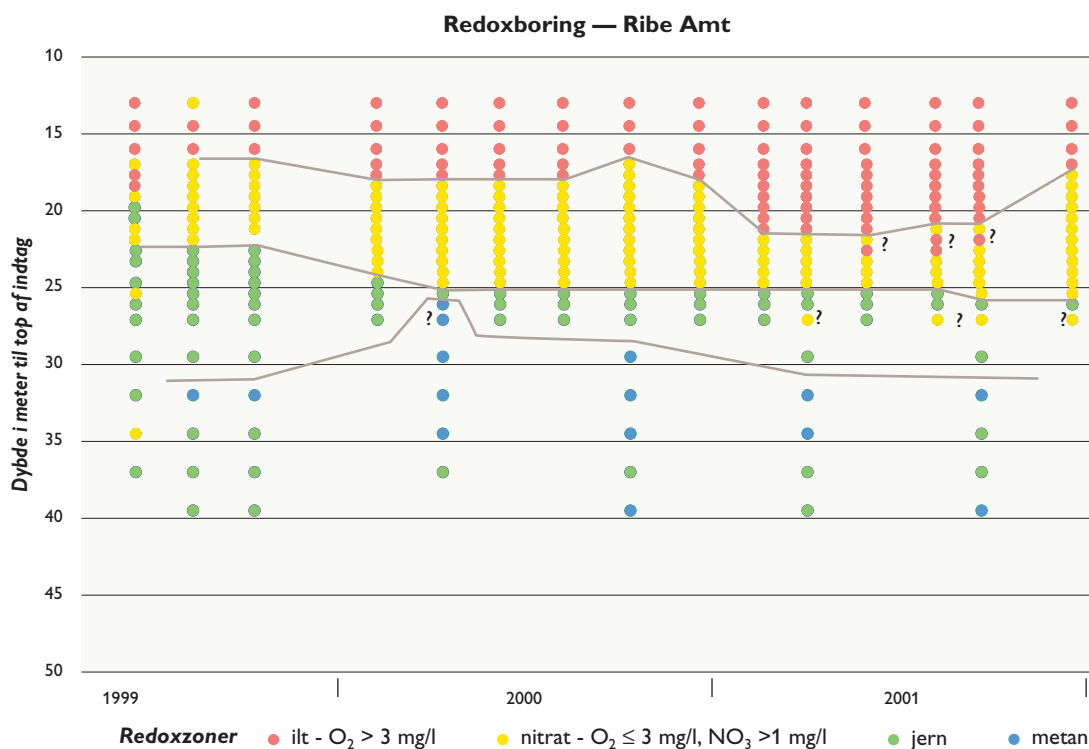
Figur 2.11 Variationer i indtagens indhold af ilt, nitrat, nitrit, sulfat, jern, mangan og klorid i forhold til dybden. Redoxboring, Storstrøms Amt. Medianværdier for perioden 2000-2001.

Placeringen af redoxzonerne er tydelig påvirket af den varierende kornstørrelse af den geologiske lagsøjle og dermed af den horisontale strømning mere end af den vertikale.

Redoxboring ved GRUMO Grindsted, Ribe Amt.

Boringen blev etableret i 1999 og er monteret med i alt 23 indtag fra 12,98 til 39,48 meter under terræn. Indtagene er placeret i smeltevandssand, som er underlejret af tertiære kvarts- og glimmersand med brunkul. Hovedparten af smeltevandssandet er mellemkornet, dog med enkelte indslag af en blanding af mellem- og grovkornet sand. Der er i alt gennemført 16 prøvetagningsrunder. Den umættede zone varierer fra ca. 1 m om vinteren til ca. 2,5 meter om sommeren.

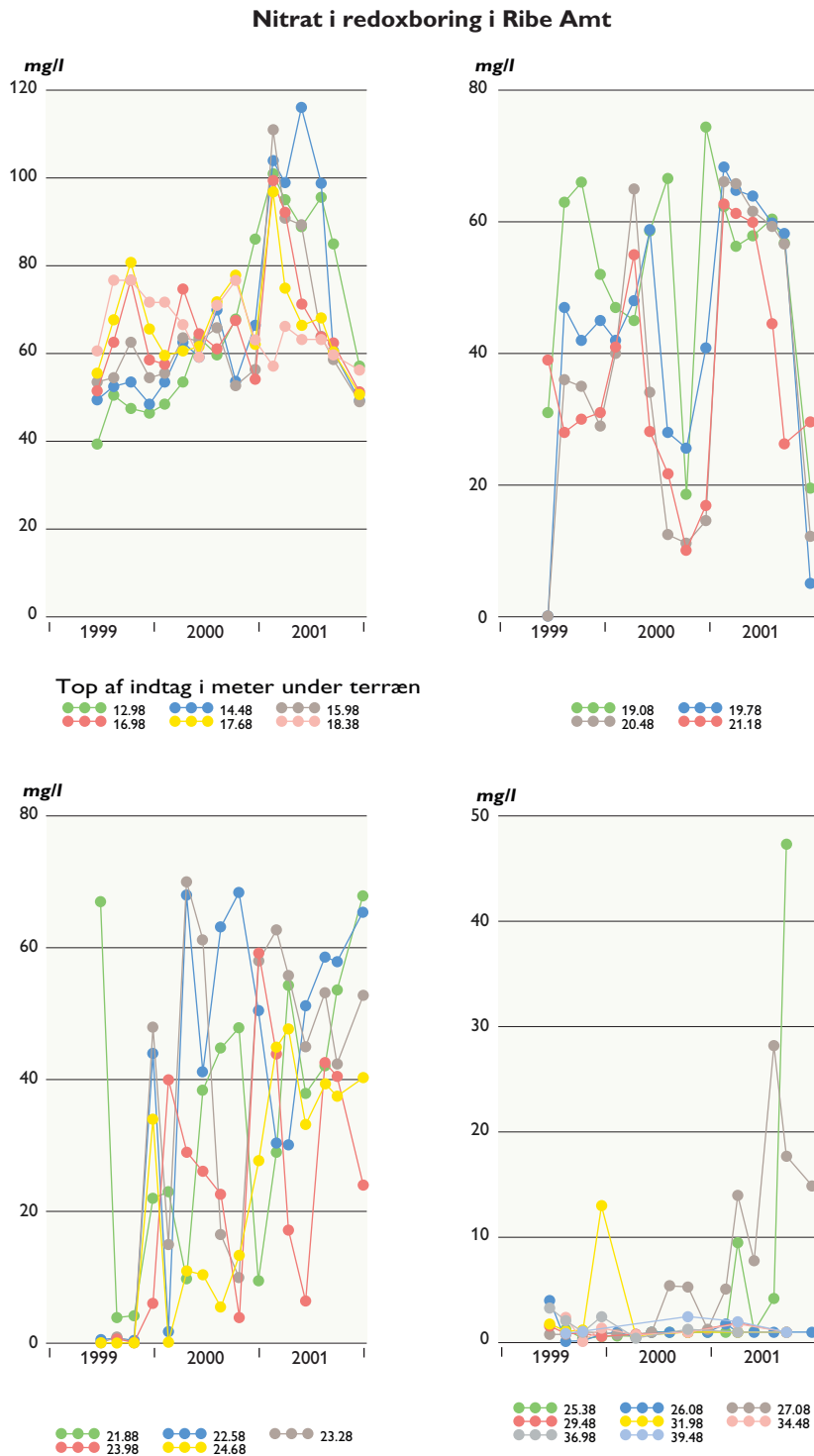
Beliggenheden af ilt-zonen varierer fra ca. 16 m.u.t. i slutningen af 1999, hvorpå den falder til ca. 17 m.u.t. i løbet af sommeren 2000. I slutningen af 2000 stiger beliggenheden af zonen igen til ca. 16 m.u.t., hvorpå der sker et stort fald til ca. 21,5 m.u.t. i sommeren 2001 efterfulgt af en stigning til ca. 17 m.u.t. Ilt-zonens placering varierer tilsyneladende med årstiden (figur 2.12). Nitrat-zonens beliggenhed falder gennem prøvetagningsperioden fra ca. 22 m.u.t. i 1999 til ca. 25 m.u.t. i 2000/01 og slutter i ca. 26 m.u.t. i slutningen af 2001. Gennem måleperioden har nitratfronten bevæget sig ned med ca. 3,5 meter (ca. 4 mm/dag), hvilket er hurtigt. Grænsen mellem jern- og sulfat-zonen synes diffus men ligger omkring 40 meter under terræn.



Figur 2.12 Variationer i indtagens redoxforhold for perioden 1999-2001. Redoxboring, Ribe Amt.

Nitratindholdet falder ned gennem ilt- og nitrat-zonen og fra omkring 100 mg/l i de øverste 5 indtag som det højeste. I disse indtag har nitratindholdet været stigende fra 1999 frem til begyndelsen af 2001, hvorefter der er sket et kraftigt fald på ca. 40-50 mg/l (figur 2.13). Disse indtag ligger i ilt-zonen. De næste 4-5 indtag ned til 21,5 meter ligger i en zone, hvor grænsen mellem ilt- og nitrat-zonen har svinget frem og tilbage. Nitratindholdet i disse indtag varierer lidt anderledes end i de øverste indtag. De viser relativt lave indhold i begyndelsen af året og relativt høje indhold i slutningen af året. Svingningerne er på op til 60 mg/l. Alle disse indtag

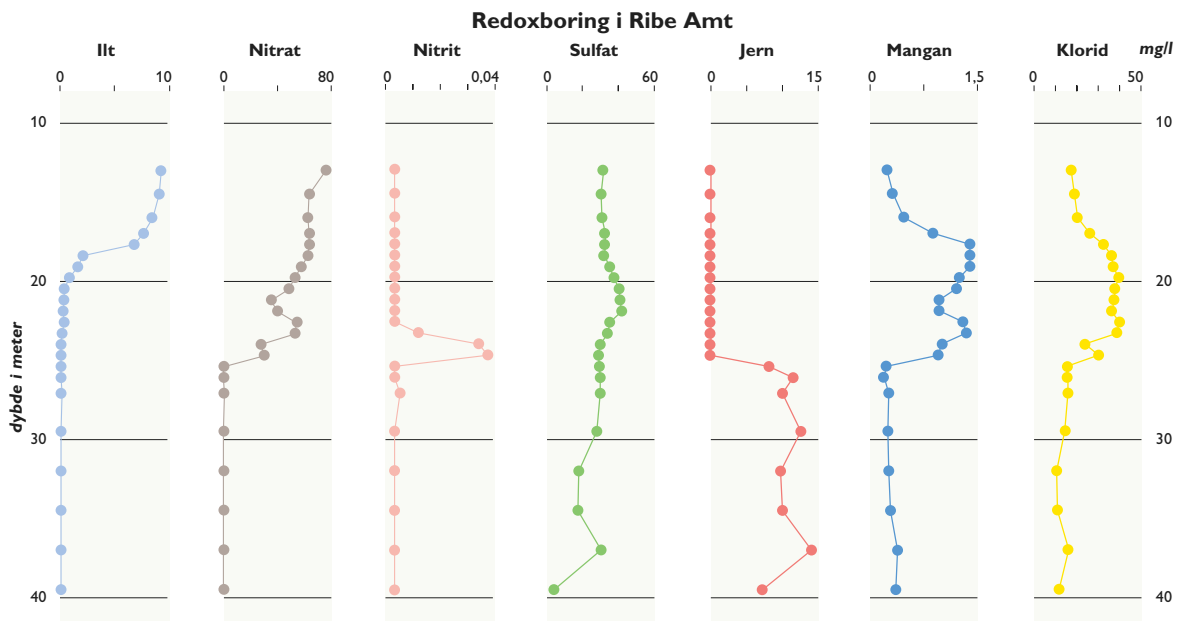
ligger i mellemkornet smeltevandssand. De næste 5 indtag ligger i en blanding af mellem- og grovkornet smeltevandssand, og de befinder sig i det interval, hvor nitrat-zonen har bevæget sig nedad. Nitratindholdet i disse indtag varierer ikke så sammenfaldende som i de øverste indtag. De nederste indtag står i mellemkornet smeltevandssand, og de øverste af disse befinder sig på grænsen mellem nitrat- og jern/sulfat-zonerne.



Figur 2.13 Variationer i indtagens nitratindhold. Redoxboring, Ribe Amt.

For parametrene ilt, nitrat, nitrit, sulfat, jern, mangan og klorid er der beregnet medianværdier for perioden 2000-2001 som er plottet mod top af indtag i meter under terræn (figur 2.14).

Nitratinholdet falder ned gennem ilt- og nitrat-zonen. Tilsyneladende er der en 1-meter zone ved ca. 21 m.u.t., hvor der sker en nitratreduktion samtidigt med en sulfatstigning, hvilket kan skyldes et forhøjet pyritindhold i sedimentet. I den nederste del af nitrat-zonen ses et højt indhold af nitrit, som er et mellemprodukt ved omsætningen af nitrat. Under nitrat-zonen stiger jernindholdet markant. Sulfat falder jævnt ned gennem boringen. Klorid stiger jævnt i ilt-zonen og ligger relativt højt i nitrat-zonen, hvorpå det falder til et lavt niveau i jern- og sulfat-zonen. Manganindholdet stiger på overgangen mellem ilt- og nitrat-zonen og ligger relativt højt gennem hele nitrat-zonen, hvorpå der sker et fald på overgangen mellem nitrat-zonen og jern- og sulfat-zonen. I de andre redoxboringer ses ikke samme fald ved denne grænse (figur 2.11, 2.17 og 2.20), men i stedet en stigning i mangan i jern- og sulfat-zonen som kan være startet i nitrat-zonen.



Figur 2.14 Variationer i indtagenes indhold af ilt, nitrat, nitrit, sulfat, jern, mangan og klorid i forhold til dybden. Redoxboring, Ribe Amt. Medianværdier for perioden 2000-2001.

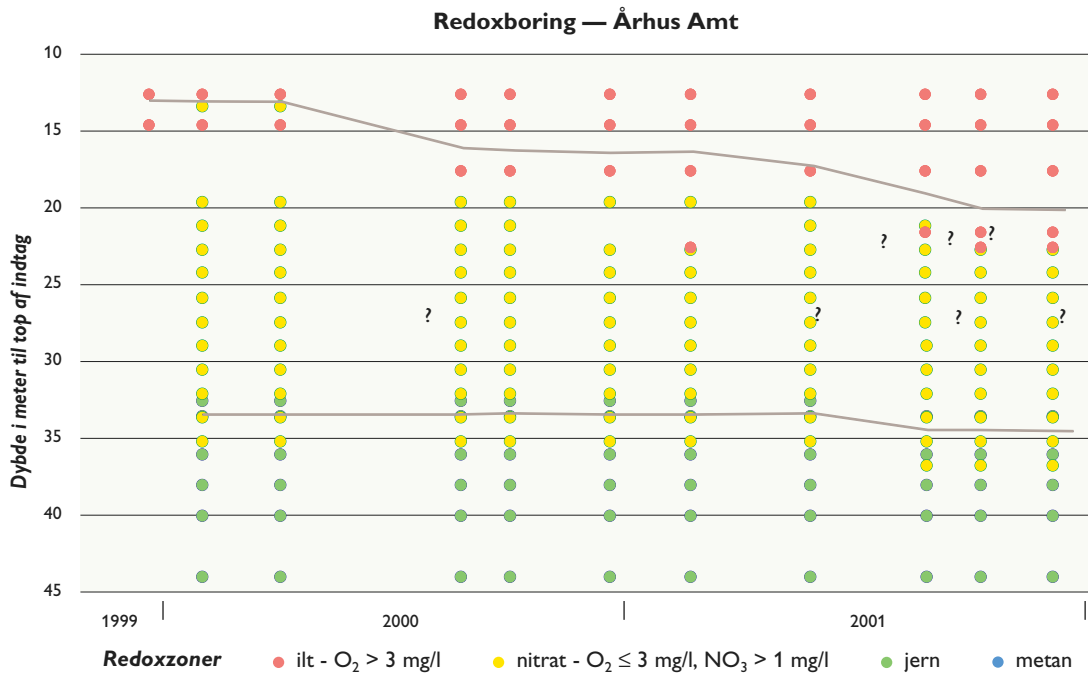
Redoxboring ved GRUMO Kasted, Århus Amt.

Boringen med 21 indtag blev etableret i 1999. Det øverste indtag sidder ca. 7 m.u.t. og det dybeste i ca. 44 m.u.t., og alle indtag sidder i smeltevandssand og –grus. I boringen findes desuden et indslag af morænesand og enkelte horisonter af smeltevandsler og –silt. Til trods for at boringen var udsat for groft hærværk i 2000, blev 5 ud af 6 planlagte prøvetagningsrunder gennemført, og der er nu i alt gennemført 11 prøvetagningsrunder. Det øverste indtag sidder over grundvandsspejlet, men de resterende 20 indtag er prøvetaget.

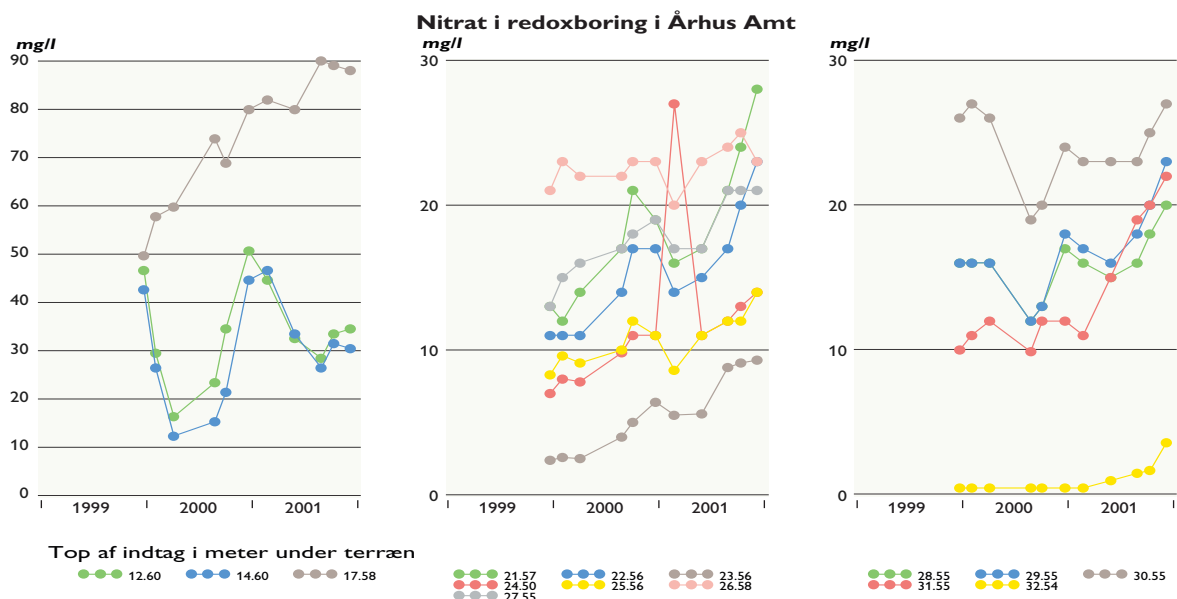
Ilt-zone udvikling kan følges fra omkring 17 m.u.t. ved etableringen af boringen i 1999 ned til ca. 23 m.u.t. ved slutningen af 2001. Derpå følger den anoxiske nitrat-zone, som har ligget stabilt omkring de 32 m.u.t. det meste af perioden. Den falder dog i første halvår af 2001 ca. 1 meter, hvorpå den igen ligger stabilt resten af 2001. Herunder følger reduceret grundvand i jern- og sulfat-zonen (figur 2.15). De øverste indtag er formodentlig påvirkede af en svingende grundvandsstand, men ellers har boringen en veludviklet anoxisk nitrat-zone på ca. 10 meters tykkelse.

Nitratinholdet i de to øverste indtag svinger med et-års intervaller (figur 2.16). Det næste indtag viser en stigning gennem perioden fra ca. 50 op til ca. 90 mg/l nitrat. Indtaget ligger i et

sand-gruslag mellem to tynde (30 cm) lerlag. Den næste indtag har et nitratindhold på under 30 mg/l. Indtagene mellem 21 og 28 m.u.t. viser en sammenlignelig variation med en stigning frem til januar 2001 efterfulgt af et kortvarigt fald og så en fortsat stigning i 2002. Indtagene mellem 28 og 32 meter varierer ligeledes på samme måde med et fald i slutningen af 2000, en stigning omkring årsskiftet og endnu et fald efterfulgt af en stigning i resten af 2001. Indtaget ved 32,54 m.u.t. viser en stigning og ændrer oxidationszone fra reduceret til anoxisk. De resterende indtag har nitrat under detektionsgrænsen.

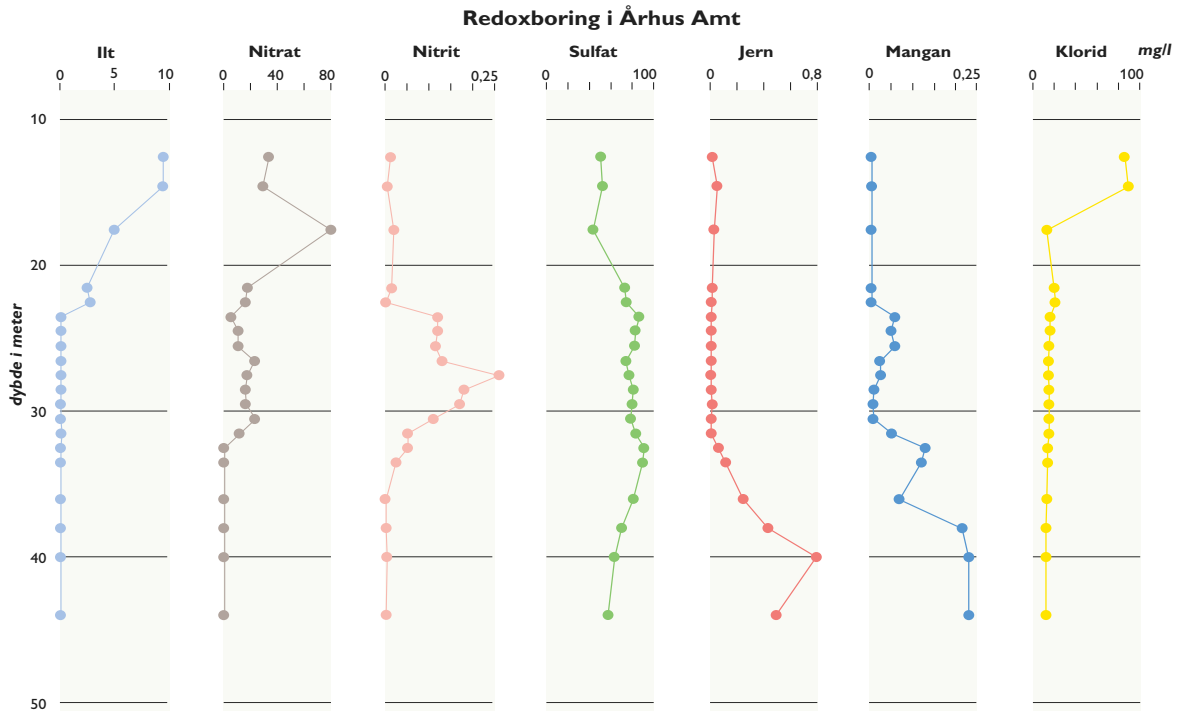


Figur 2.15 Variationer i indtagenes redoxforhold for perioden 1999-2001. Redoxboring, Århus Amt.



Figur 2.16 Variationer i indtagenes nitratindhold. Redoxboring, Århus Amt.

For parametrene ilt, nitrat, nitrit, sulfat, jern, mangan og klorid er der beregnet medianværdier for perioden 2000-2001, som er plottet mod top af indtag i meter under terræn (figur 2.17). Det gennemsnitlige nitratindhold ligger nogenlunde konstant i nitrat-zone. Nitritindholdet er højt i nitrat-zonen, hvor også sulfat viser forhøjet indhold. Jern og mangan stiger i jern- og sulfat-zonen, og mangan viser ligeledes en svag stigning på overgangen mellem ilt- og nitrat-zonen. Klorid er højest i ilt-zonen.



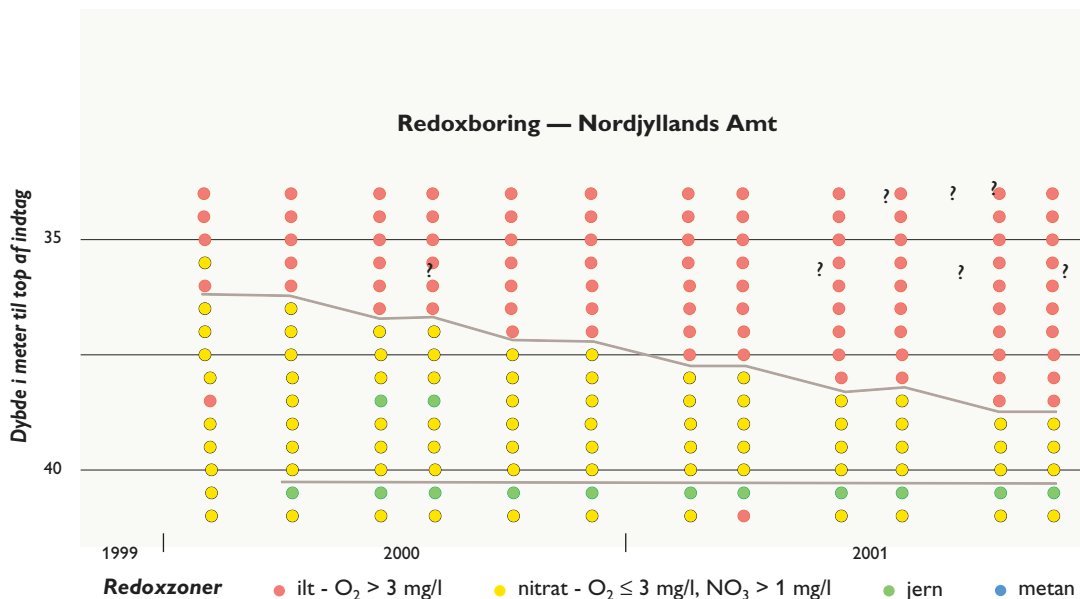
Figur 2.17 Variationer i indtagens indhold af ilt, nitrat, nitrit, sulfat, jern, mangan og klorid i forhold til dybden. Redoxboring, Århus Amt. Medianværdier for perioden 2000-2001.

Redoxboring ved GRUMO Albæk, Nordjyllands Amt.

Denne redoxboring er etableret i 1998/99 med 15 indtag og dækker en zone på 7 meter fra 34 til 41 m.u.t. Hele boringen står i smeltevandssand med et enkelt indslag af smeltevandsler. Den umættede zone er ca. 16 meter tyk.

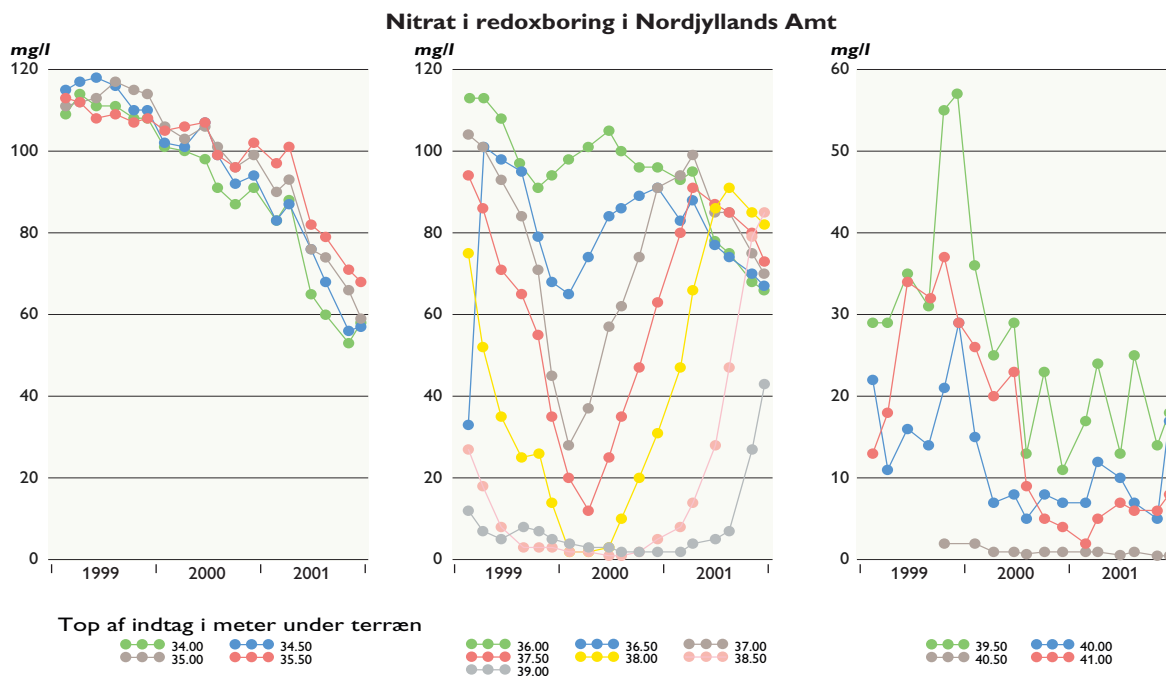
Den oxiske ilt-zone strakte sig ned til ca. 36 m.u.t. ved etableringen af boringen i 1998/99 og er nu nået ned til ca. 38,5 m.u.t. ved slutningen af 2001 (figur 2.18). Nitratfronten ligger ved ca. 40,5 m.u.t., men den er ikke klart afgrænset, idet der under indtaget med reduceret grundvand igen kommer vand, der tilhører nitrat-zonen (41 m.u.t.). Der er således ikke nogen indtag i en veldefineret jern- og sulfat-zone. Dette kan være forårsaget af, at indtaget 41 m.u.t. ligger i et lag af smeltevandsler. Det meget kraftige fald i grænsen mellem ilt- og nitrat-zonen kan evt. skyldes, at der pumpes på nærliggende vandværksboringer.

Udviklingen i nitratindholdet er vist i figur 2.19. De 4 øverste indtag viser et jævnt fald fra ca. 115 mg/l nitrat ved etableringen af boringen i 1998/99 til ca. 75 mg/l ved slutningen af 2001. De næste 7 indtag viser samme variation, men tidsmæssigt forskudt således at jo dybere indtag ligger jo senere kommer der et minimum i nitratindholdet. En beregning giver en forskydning på ca. 1 cm om dagen i vertikal retning. De øverste af disse indtag viser et fald i den sidste del af perioden. Denne meget store gradient kan være forårsaget af pumpning på nærliggende boringer.

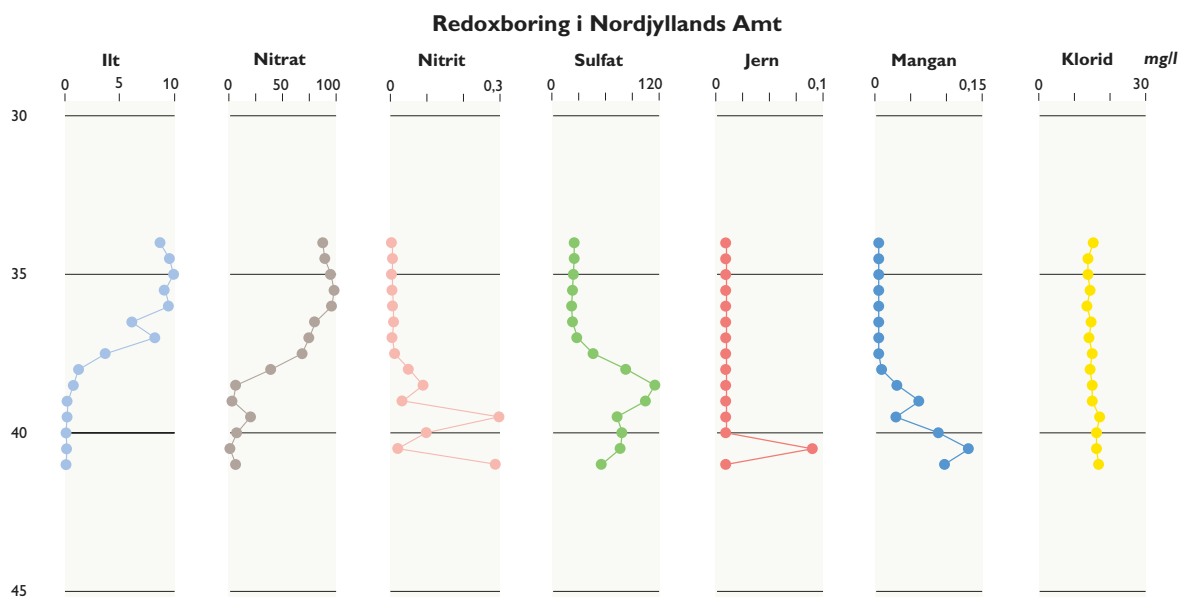


Figur 2.18 Variationer i indtagens redoxforhold for perioden 1999-2001. Redoxboring, Nordjyllands Amt.

For parametrene ilt, nitrat, nitrit, sulfat, jern, mangan og klorid er der beregnet medianværdier for perioden 2000-2001, som er plottet mod top af indtag i meter under terræn (figur 2.20). Det gennemsnitlige nitratinhold ligger nogenlunde konstant i ilt-zonen med et jævnt fald i nitrat-zonen. I nitrat-zonen stiger indholdet af sulfat og nitrit ligeledes. Et stykke nede i nitrat-zonen begynder mangan at stige. Jern bliver kun højt i den reducerede zone og falder igen i det nederste indtag. Klorid er højest i den nederste del af nitrat-zonen og i jern- og sulfat-zonen.



Figur 2.19 Variationer i indtagens nitratinhold. Redoxboring, Nordjyllands Amt.



Figur 2.20 Variationer i indtagenes indhold af ilt, nitrat, nitrit, sulfat, jern, mangan og klorid i forhold til dybden. Redoxboring, Nordjyllands Amt. Medianværdier for perioden 2000-2001.

Sammenfatning om nitrat:

- De indberettede data for 2001 viser, at hovedparten af borerne, ca. 50 % af de liniemoniterende overvågningsindtag og ca. 75 % af vandforsyningsboringerne, ikke indeholder nitrat (≤ 1 mg/l nitrat).
- For GRUMO indeholder ca. 26 % af de aktive overvågningsindtag mere nitrat end den tidligere vejledende grænseværdi på 25 mg/l for nitrat i drikkevand og ca. 17 % mere end grænseværdien for drikkevand på 50 mg/l, hvilket er det samme som i 2001.
- Det gennemsnitlige (median) nitratindhold i indtag med oxiske forhold ligger for perioden 1990-2001 stabilt omkring 50 mg/l nitrat. I indtag med anoxiske forhold ligger gennemsnittet (medianen) stabilt på ca. 20 mg/l nitrat.
- Det unge grundvand (6-7 år gammelt) i GRUMO viser varierende udviklingstendenser. Nitratindholdet i det unge grundvand i LOOP varierer tilsyneladende med vinternedbøren.
- Ændringer i grundvandets nitratindhold, som overvåges i GRUMO, ses hovedsageligt i Jylland, hvor også de fleste indtag med højt nitratindhold findes.
- Amter med størst nitratproblemer i drikkevandsproduktionen er amterne i det såkaldte 'Nitrat-bælte' (Nordjylland, Viborg og Århus) samt Ribe Amt.
- Data fra de fire redoxboringer viser, i to af borerne, veludviklede og veldefinerede redoxzoner ned gennem lagsøjlen fra oxisk (ilt-zonen), anoxisk (nitrat-zonen) til reduceret (jern- og sulfat-zonen). Metan-zonen er konstateret i to af borerne. Ilt-zonen er ikke udviklet i en boring og jern- og sulfat-zonen er dårligt udviklet i den sidste boring.
- Den generelle vurdering af nitratkoncentrationen i grundvandet er fortsat, at der ikke kan konstateres nogen overordnet ændring af nitratindhold i grundvandet begrundet i vedtagelsen af Vandmiljøplanen i 1987, idet langt størstedelen af det overvågede grundvand er fra før 1990.

En meget stor andel af det overvågede grundvand er, som de foregående år, ældre end Vandmiljøplanens igangsættelse. I år er det muligt at følge udviklingen i nitratindholdet i vand yngre end Vandmiljøplanen i 10 indtag, men disse viser ikke noget entydigt mønster. Flere og flere indtag vil dog kunne anvendes i fremtiden, når data korrigeres på grundlag af CFC-dateringerne. Det kan dog ikke forventes, at en effekt af Vandmiljøplanen vil kunne påvises ved overvågningen af grundvandet før om adskillige år. I det øverste og mest terrænnære grundvand (LOOP), hvor det må forventes at en eventuel effekt af Vandmiljøplanens tiltag til begrænsning af nitratudvaskningen først må kunne spores, ses en generel stigning i 1992/93, et fald i 1995/96 og igen en stigning i 1996/97 efterfulgt af et fald frem til år 1999/2001. Denne variation i nitratindholdet følger tilsyneladende i stor udstrækning variationen i vinternedbøren, således at der først kommer en forøget udvaskning, som ved næste års evt. høje vinternedbør resulterer i en begyndende fortynding.

Fosfor

Udviklingen i grundvandets indhold af fosfor

Fosfor er ikke afrapporteret i år, da grundvandet indhold af fosfor ikke ændrer sig nævneværdigt. Der henvises til sidste års rapport (GEUS 2001).

