

Løsning af nitratproblemer på Tunø og Samsø

LÆRKE THORLING OG VERNER SØNDERGÅRD

Thorling, L. & Søndergård, V. 2005–11–21: Løsning af nitratproblemer på Tunø og Samsø. DGF Grundvandsmøde 2005. Geologisk Tidsskrift 2005 hæfte 2, pp. 25–32, København.



Fig. 1. Lokalitetskort.

Både på Tunø og på Nordsamsø (Fig. 1) er intensiv grøntsagsavl en af forudsætningerne for opretholdelsen af et moderne landbrug, idet et mildt klima på disse små øer giver særligt gode vilkår for dyrkning af blandt andet de så kendte Samsøkartofler. Høje transportomkostninger for avlerne gør samtidig mælkeproduktion og traditionelle afgrøder mindre rentable end på fastlandet.

På begge øer har arealanvendelsen i kombination med en lav nettonedbør imidlertid bevirket, at der i grundvandsmagasinerne optræder endog meget høje koncentrationer af nitrat, med median værdier betydeligt over 100 mg/l i det øvre grundvand. Både på Tunø og Samsø har dette medført, at drikkevandet på vandværkerne igennem en periode ikke overholdt grænseværdien for nitrat i drikkevand på 50 mg/l. Gennem en målrettet indsats igennem mere end 15 år er det i begge områder lykkedes at løse proble-

merne, så der i dag leveres vand af en god kvalitet til forbrugerne. Der er en lang række fællestræk ved de to øer, og de erfaringer, der er indhøstet gennem en omhyggelig effektmåling af indsatsen på Tunø, har vist sig nyttige i den langt mere omfattende indsats på Nordsamsø.

Fælles for begge øer er, at grundvandsmagasinets mægtighed er nedad begrænset af en meget hård leret moræne, og der samlet set kun er ca. 15 m mættet zone med ferskvand. Heraf er langt hovedparten nitratholdigt. Karakteristisk er også, at der forekommer en betydelig anoxisk nitratholdig zone, med meget lave nitratreduktionsrater. Dette betyder, at nitrat breder sig ned i magasinets reducerende lag, og på Tunø er der på nuværende tidspunkt nitrat tilstede overalt i grundvandsmagasinet. På Nordsamsø, hvor der er en større magasinmægtighed, og magasinet når længere ned under kote 0, er der stadig en mindre del af magasinet, der er nitratfrit, men erfaringen viser, at der i en indvindingsituation trækkes nitrat ned til indvindingsfilteret, og der opnås en accelereret iltning af bjergarterne omkring filteret, hvilket skaber en delvist stabil uligevægtssituation, der imidlertid giver vandværket tid til at etablere mere varige løsninger. Der er gennem årene udført en række statusrapporter gennem den proces, der har ført til den forbedrede vandkvalitet på Tunø og Samsø. De nyeste rapporter er Bitsch (2005), Søndergaard *et al.* (2005a, b) og Thorling & Thomsen (2000).

Tunø Problemstilling og løsning

Figur 2 viser nitratindholdet på Tunø vandværk. I løbet af 1980'erne steg nitratindholdet i grundvandet, og dermed i indvindingsboringerens råvand, til over grænseværdien for nitrat, og et indgreb blev nødvendigt for at sikre vandforsyningen til Tunøs ca. 100 indbyggere, samt til de mange turister, der besøger øen i sommermånederne.

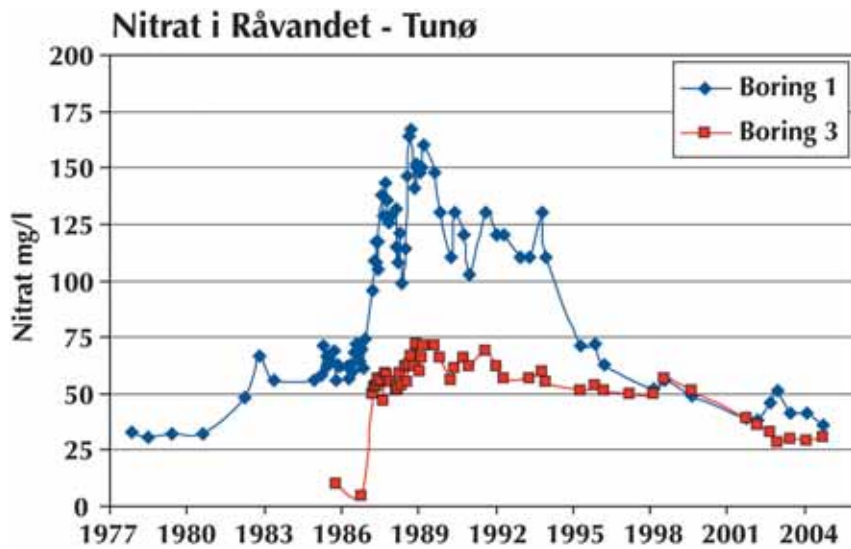


Fig. 2. Nitrat i råvandet på Tunø Vandværks to indvindingsboringer.

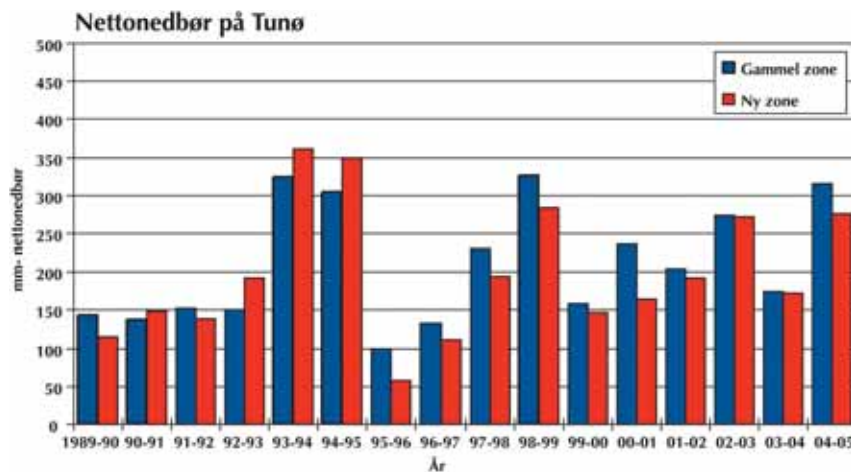


Fig. 3. Nettonedbør på Tunø, målt i lysimetre beplantet med græs.

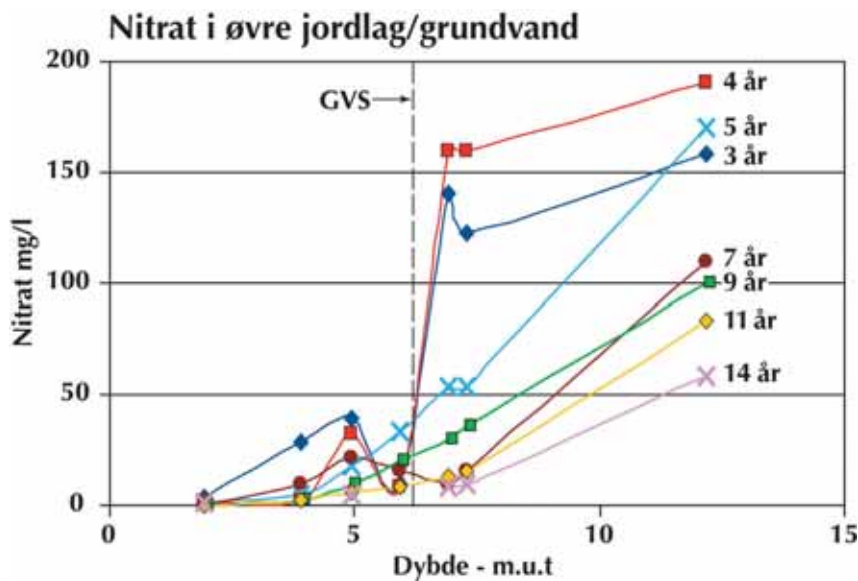


Fig. 4. Tidslig udvikling af nitrat under beskyttelseszone i umættet og mættet zone, grundvandsspejlet ligger i ca. 7 m under terræn.

For et lille øsamfund er det meget dyrt at få lavet avanceret vandbehandling, og samtidig er det umådeligt kostbart at få drikkevand ført frem i en rørledning fra fastlandet. Vandværk, amt, kommune, landbrugsrådgivere og andre interessenter besluttede derfor, at den såvel billigste som enkleste måde at genoprette vandkvaliteten på skulle være gennem dyrkningsfri beskyttelseszoner rundt om indvindingsboringerne. I 1988 blev 3 ha dyrkningsjord omkring vandværket lagt brak, og i 1989 blev det tilsået med græs, der slås to gange årligt.

Effektmålinger og perspektiv

Da Tunø er det første sted i Danmark, hvor man har anvendt beskyttelseszoner for at genoprette grundvandskvaliteten, blev der samtidig indført et effektmålingsprogram, med overvågning af såvel grundvandsdannelsen, nitratudvaskningen fra beskyttelseszonerne og fra det omkringliggende landbrug/gartneri, samt grundvandskvaliteten.

Formålet var dels at kunne justere indsatsen, så den ønskede forbedring af grundvandskvaliteten opnås med et tilstrækkeligt indgreb, og samtidig at give et bud på den tid det vil tage, før vandværket igen kunne levere vand med en tilfredsstillende kvalitet. Effektmålingerne resulterede blandt andet i, at det græsdækkede areal efter 3 år blev mere end fordoblet.

Under den græsdækkede beskyttelseszone faldt nitratudvaskningen fra over 100 mg/l på blot et år til omkring 1 mg/l. Dette lave niveau har holdt sig i de efterfølgende 15 år. Varigt græs er således en meget effektiv måde at nedbringe nitratudvaskningen på.

For at beregne hvor stort et opland vandværket har i forhold til indvindingen, er det helt afgørende at kende nettonedbøren og dens variationer. Derfor blev der etableret to lysimetre, hvor grundvandsdannelsen er målt hvert år siden 1989 (Fig. 3).

Transporttiden af det rene nitratfattige vand ned gennem den umættede zone og til grundvandet fremgår af Fig. 4. Figuren viser udvalgte nitratprofiler fra de første 14 år efter beskyttelseszonens etablering. Grundvandsspejlet ligger ca. 7 m under terræn. Overvågningen i den umættede zone blev først etableret, 3 år efter det varige græs var etableret, hvorfor der mangler data fra de tre første år. Det vides fra jordvandsprøver udtaget 1 m under terræn fra hele projektperioden, at nitratudvaskning oprindeligt resulterede i mere end 100 mg/l nitrat i jordvandet. Det fremgår, at der efter ganske få år er lave nitratkoncentrationer i hele den umættede zone, mens den nedadrettede udbredeshastigheden som ventet er langt lavere i grundvandet.

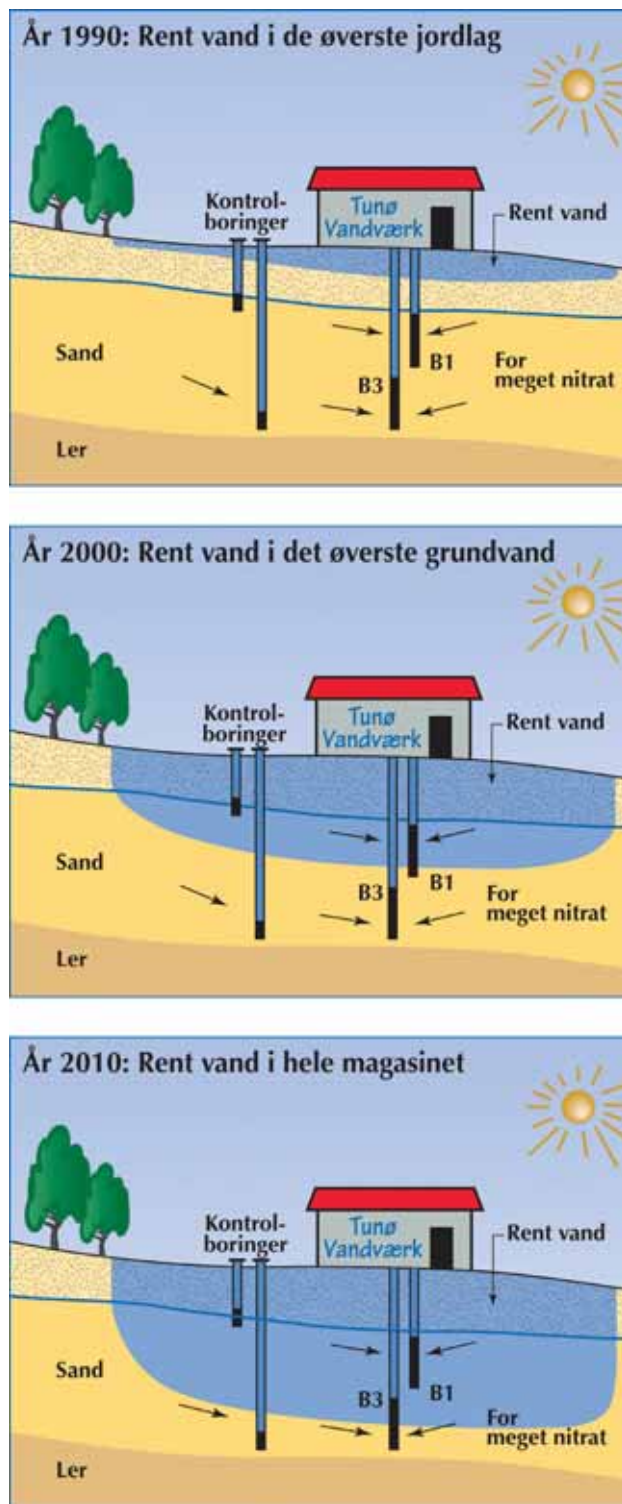


Fig. 5. Det rene vand er på vej til Tunø Vandværk.



Fig. 6. Oversigtskort over aktive indvindingsboringer ved vandværker og markvandingsanlæg på Nordsamsø.

Mens beskyttelseszones græsarealer blev en succes, viste det sig langt vanskeligere at nedbringe udvaskningen under de dyrkede arealer ved de virkemidler, der i begyndelsen af 1990'erne var almindeligt kendte. Der blev således gennem flere år iagttaget medianværdier på omkring 200 mg/l nitrat i jordvandet under de dyrkede arealer. I 1992 kunne man derfor ud fra målinger af nettonedbør, viden om nitratindholdet under de dyrkede arealer og under beskyttelseszonen, beregne hvor stort et areal der skulle være tilplantet med varigt græs for at opnå en tilfredsstillende drikkevandskvalitet. Beskyttelseszonen blev derfor udvidet med yderligere 3,5 ha, og siden da har effektmålingerne entydigt peget på, at indsatsen nu har et tilstrækkeligt omfang.

Konklusion

Det rene vand har nu nået vandværkets indvindingsboringer, således som det fremgår af Fig. 2, hvor nitratindholdet de sidste 5–10 år har udvist en faldende tendens. En varig løsning af vandværkets kvalitetsproblemer er nået. Figur 5 viser en model for hele beskyttelseskonceptet, og sammenfatter erfaringerne fra projektet, herunder fastlæggelsen af en realistisk tidshorisont.

Samsø Problemstilling og løsning

På Nordsamsø indvindes der årligt omkring 125.000 m³ drikkevand, og indvindingen til mark-/gartnerivanding er af nogenlunde samme størrelsesorden. Oprindeligt har markvandingsboringer og vandværksboringer ligget side om side, overvejende i den østlige del af Nordsamsø.

På grund af langvarige problemer med at holde grænseværdien for nitrat i drikkevand på de 50 mg/l, blev der fra 1990 indledt en strategi, som gik ud på at flytte drikkevandsboringerne væk fra de centrale og østlige områder, hvor intensiv dyrkning og markvandning er mere dominerende. En effektiv adskillelse kunne kun ske ved at etablere nye vandværksboringer vest for det grundvandsskel, der går ned gennem midten af Nordsamsø. Den aktuelle fordeling af vandværksboringer og markvandingsboringer på Nordsamsø (Fig. 6), illustrerer, at den planlagte adskillelse stort set er gennemført på nuværende tidspunkt. Nitratindholdets udvikling i vandværksboringerne ved det tidligere Nordby Kommunale Vandværk og det nuværende Nordsamsø Vandværk har udviklet sig gennem de seneste 20 år er vist i Fig. 7.

Frem til 1991 er der tale om en indvinding, hvor indvindingsboringerne det meste af tiden har leveret grundvand med et nitratindhold over grænseværdien på de 50 mg/l.

I 1991 bliver den første nye indvindingsboring Nordby-6 (DGU Nr. 100.97) taget i brug. Denne boring er placeret vest for grundvandsskellet i det højtliggende, bakkede terræn på Nordsamsø (Fig. 6), hvor den landbrugsmæssige dyrkning er mere intensiv end længere mod øst.

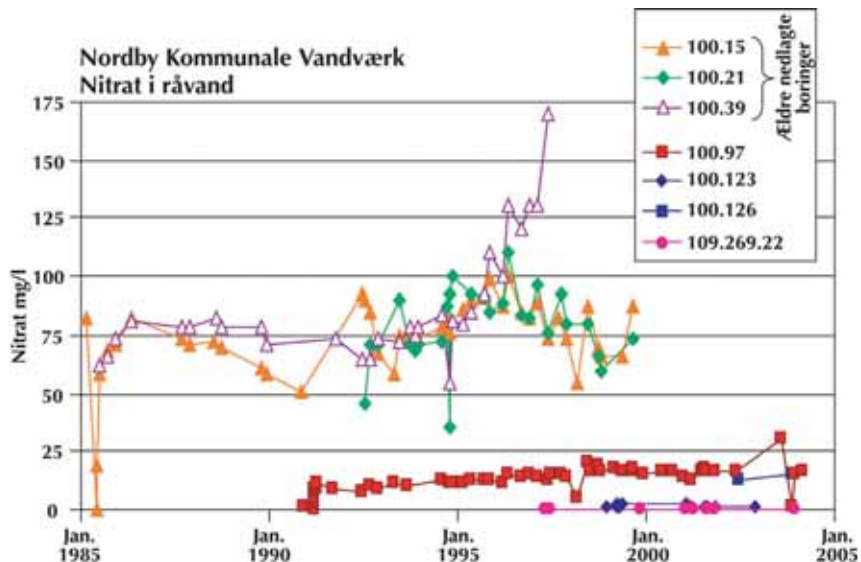
Boringens filterindtag er placeret meget omhyggeligt på grundlag af resultaterne fra en forudgående undersøgelsesboring (ellog-boring med niveaubestemt vandprøvetagning), der viste præcist hvor dybt nitratfronten var nået ned på dette tidspunkt, nemlig ca. 10 m under grundvandsspejlet.

Herunder var der kun ca. 9 m nitratfrit magasin tilbage og et filter på 6 meters længde kunne lige præcis placeres, så filtertoppen kom til at ligge 3 m under nitratfronten (Fig. 8).

Da indvindingen fra den nye indvindingsboring gik i gang, var der et stort behov for at få vandværksvand med et lavt nitratindhold, og boringen kom derfor i en periode til at levere en meget stor del af produktionen ved vandværket (mere end 100.000 m³/år). Dette medførte, at nitratfronten blev trukket ned i filteret (Fig. 9).

Siden er de to private vandværker, Nordby Vandværk og Mårup Vandværk, gået i et samarbejde med

Fig. 7. Nitrat i råvandet fra de vandforsyningsboringer, der de sidste 20 år har leveret vand til Nordby Kommunale Vandværk



Nordby 6
Før indvinding iværksættes 1990

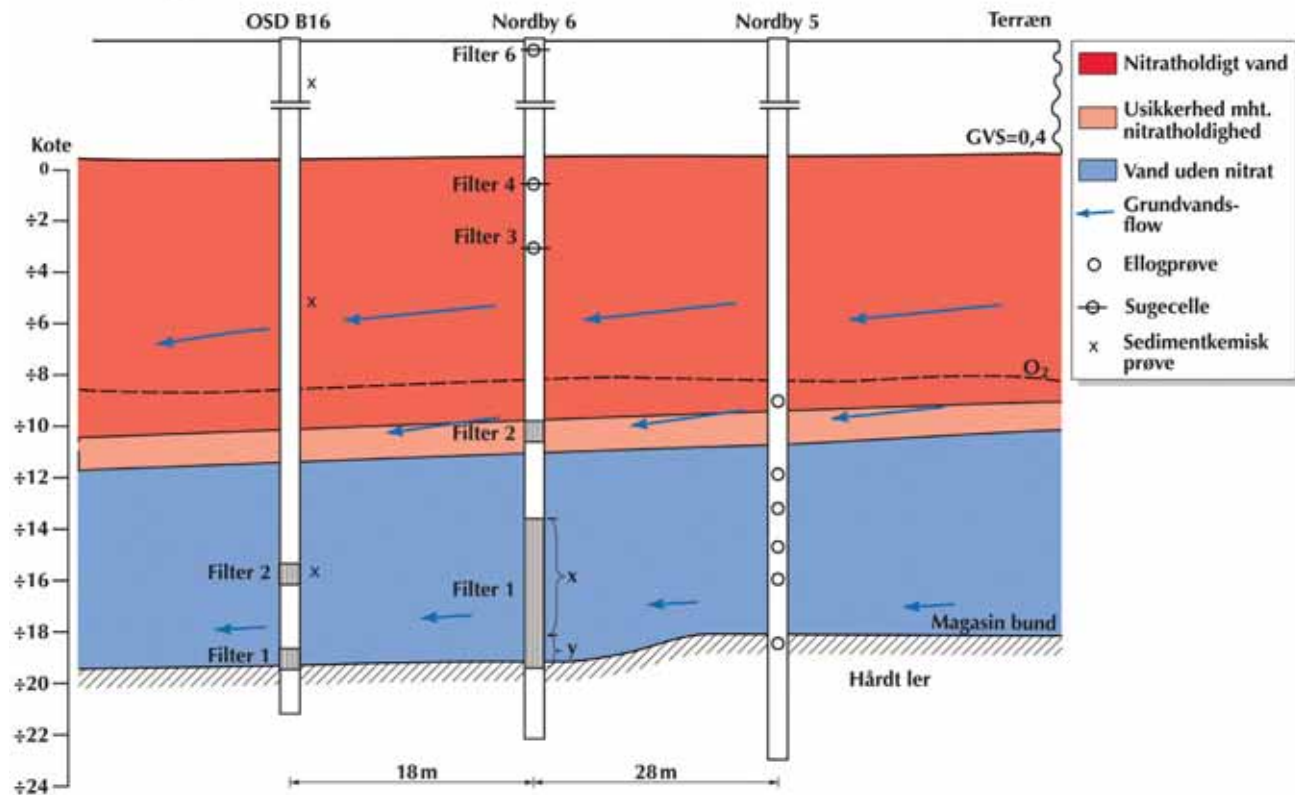


Fig. 8. Principskitse for redoxforholdene ved Nordby-6-boringen ved etableringstidspunktet ca. 1990. Der er endnu ingen indvinding og en overvejende horisontal grundvandsstrømning. Redoxfronten er fastlagt ud fra observationer i de tre viste boringer.

Nordby 6 Indvinding - Driftssituation ca. 2005 (5 m sænkning jvf. pejlinger 2002-2004)

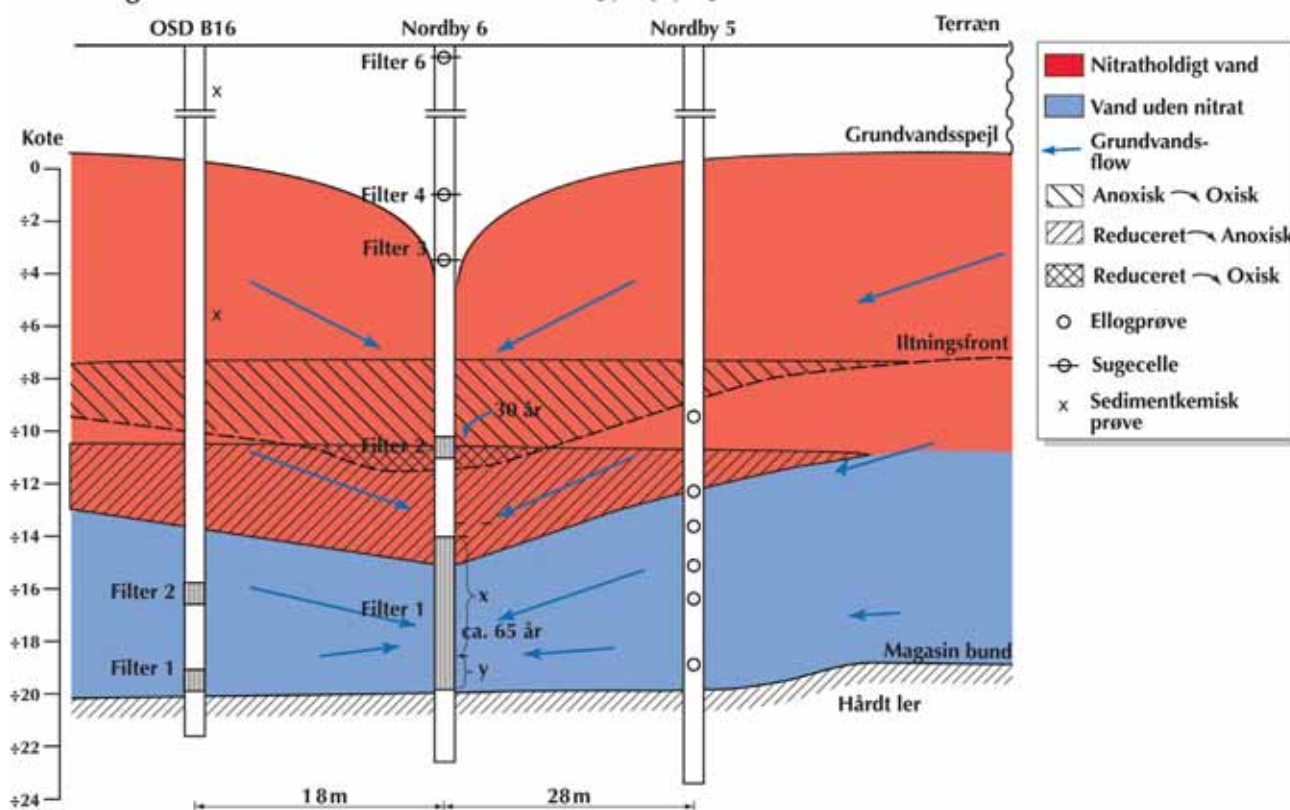


Fig. 9. Principskitse for redoxforholdene ved Nordby-6-boringen ca. 2005. Der er en betydelig indvinding og påvirkning af grundvandsstrømning omkring boringen.

Nordby Kommunale Vandværk og har etableret fællesvandværket, Nordsamsø Vandværk, som i fællesskab har placeret yderligere 3 vandværksboringer i den vestlige del af Nordsamsø (Fig. 6). Dette har medført, at indvindingen har kunnet drosles ned på Nordby-6-boringen med det resultat, at der nu trækkes mindre nitrat ned i filteret, og at nitratindholdet derfor efter 1999 er svagt faldende ved Nordby-6 (Fig. 10).

Indsats og perspektiv

Detailkortlægningen på Nordsamsø er foregået over længere årrække, bl.a. i forbindelse med den foran beskrevne omlægning af indvindingsstrukturen på vandforsyningsområdet og i forbindelse med overvågningen af grundvandet i et GRUMO-område mellem Nordby og Mårup.

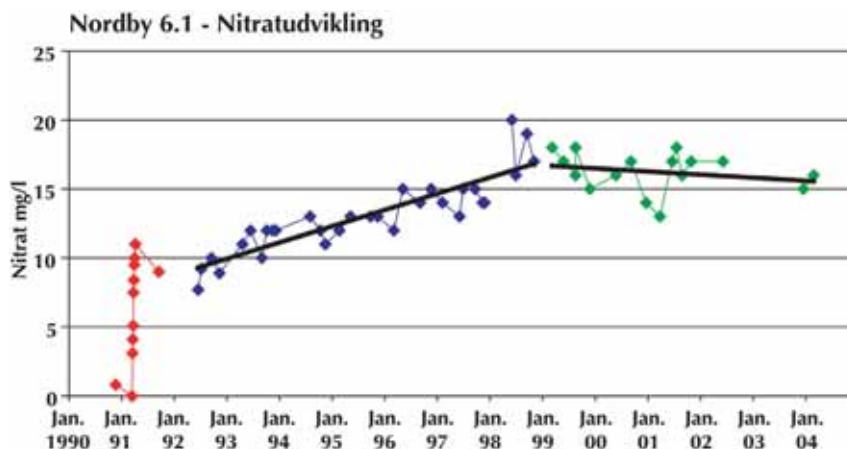
Den igangværende indsatsplanlægning, der har til formål at sikre god drikkevandskvalitet i fremtiden i dét område med særlige drikkevandsinteresser

(OSD-område), som dækker store dele af den vestlige del af Nordsamsø (Fig. 6), har således et solidt videngrundlag at gå ud fra. Hele indsatsområdet er vurderet at være nitratsårbart.

Fra GRUMO-overvågningen er indsamlet lange tidsserier til karakterisering af henholdsvis den vandkemiske udvikling i grundvandsmagasinet og grundvands trykniveau. Sådanne tidsserier er guld værd, når der skal opstilles grundvandsmodeller, og når der skal gives kvalificerede vurderinger af de tids-horisonter, man må forvente bliver aktuelle i forhold til at se resultater af en indsats eksempelvis omkring reduktion af nitratudvaskningen.

Samtidig har erfaringerne fra Tunø spillet en væsentlig rolle for arbejdet med at sikre en god drikkevandsforsyning det på Nordsamsø. På Tunø er det dokumenteret, at en målrettet indsats omkring reduktion af nitratudvaskningen virker, men også at det tager tid, inden resultatet ses i grundvandsmagasinet. Ligeledes har registreringen af nettonedbøren i to lysimetre på Tunø i de seneste 17 år været af stor betydning i forbindelse med vurderingen af va-

Fig. 10. Nitratudviklingen Nordby-6-boringen, indvindingsfilteret.



riationer i nettonedbøren på Nordsamsø. Nettonedbøren spiller en stor rolle for såvel beregning af nitratkoncentrationen fra landbrugets udvaskning, som for beregning af det faktiske vandværksoplands udstrækning.

Nettonedbøren er også en vigtig parameter i forbindelse med opstilling og kalibrering af grundvandsmodeller. I forbindelse med opstilling af en grundvandsmodel for Nordsamsø, som Rambøll har udført i samarbejde med Århus Amt, kom nettonedbøren også i fokus, specielt da vi her er i et område, hvor grundvandsressourcerne er begrænsede, og hvor forskellige interessenter gerne vil udnytte disse i videst muligt omfang.

En realistisk nettonedbør forudsætter gode nedbørmålinger. I den sammenhæng blev det vurderet, at standardværdierne for korrektion af den målte nedbør ville give for upræcist et udgangspunkt for de videre modelberegninger på Nordsamsø, specielt i år med meget milde vintre og tilsvarende ringe fast nedbør (sne).

Århus Amt indgik derfor aftale med Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) om gennemførelse af et pilotprojekt, hvor formålet var at undersøge, om der kunne udregnes dynamiske korrektionsværdier for nedbøren på Nordsamsø ved anvendelse af lokale temperaturmålinger. DMI fandt, at der var grundlag for at udarbejde en dynamisk korrektion af nedbøren på Nordsamsø. Målinger af nettonedbøren i lysimetrene på Tunø har efterfølgende udgjort et væsentligt valideringsgrundlag for anvendelsen af de dynamiske korrektionsværdier. Beregninger af nettonedbøren på Nordsamsø baseret på de nye dynamiske korrektionsværdier har vist god korrelation med de faktisk målte nettonedbørsværdier på Tunø (Vejen 2005).

Afslutning

Der kan ikke placeres indvindingsboringer uden nitrat- og/eller saltvandstrusler nogen steder på Nordsamsø. Nitrat er overalt tilstede i en væsentlig del af grundvandet, typisk i de øverste 7–15 m. Der er derfor nu kun ganske tynde nitratfrie lag tilbage mange steder i den nedre, ferske del af grundvandsmagasinerne. Kunsten er med andre ord at placere boringerne og ikke mindst filtrene så optimalt, at det er muligt at indvinde tilstrækkeligt vand af god kvalitet og at kende forholdene i grundvandsmagasinet de pågældende steder så godt, at fremtidige problemer kan identificeres og imødegås.

Hver af de fire omtalte indvindingsboringer ved Nordsamsø Vandværk er omhyggeligt placeret efter grundige undersøgelser. Filtersætningen er foretaget meget præcist på grundlag af detaljerede observationer af geologi og in situ målinger af grundvandets skiftende sammensætning og kvalitet ned gennem grundvandsmagasinet. For hver af de 4 nye boringer, der blev taget i brug, blev både vandkvalitet og forsyningsikkerhed ved vandværket forbedret væsentligt.

Vandværkerne på Nordsamsø leverer i dag drikkevand med en tilfredsstillende kvalitet uden overskridelser af kvalitetskravene. Den store fremtidige udfordring er at fastholde denne situation indtil indsatsplanernes tiltag begynder at virke, eftersom det bliver stadigt vanskeligere at finde grundvandsressourcer med tilstrækkeligt lavt indhold af nitrat og klorid.

Anvendelse af dynamisk korrektion af den målte nedbør giver et forbedret grundlag for beregning af nettonedbøren på Nordsamsø. På Nordsamsø er det vigtigt at komme så tæt på den korrekte nettonedbør som muligt, da marginalerne er små, og udnyttelsesgraden stor.

Referencer

- Bitsch, K. (red.) 2005: Redegørelse for grundvandsressourcerne på Nordsamsø. Grundvandsmodel – delrapport 2. Århus Amt Teknisk Rapport juli 2005, 26 pp.
- Søndergaard, V., Thorling, L., Kristensen, S. D. & Thomsen, R. (red.) 2005a: Redegørelse for grundvandsressourcerne på Nordsamsø. Resume og anbefalinger. Århus Amt Teknisk Rapport juli 2005, 18 pp.
- Søndergaard, V., Thorling, L. & Thomsen, R. (red.) 2005b: Redegørelse for grundvandsressourcerne på Nordsamsø. Detailkortlægning – delrapport 1. Århus Amt Teknisk Rapport juli 2005, 96 pp.
- Thorling, L. & Thomsen, R. (red.) 2000: Tunø status 1989–1999. Århus Amt, Teknisk Rapport marts 2000, 27 pp.
- Vejen, F. 2005: Pilotprojekt: Beregning af dynamisk korrektion af nedbør på Samsø 1989–2003. København: Danmarks Meteorologiske Institut (udkast juli 2005).