

Indholdsfortegnelse

Side

Udfordringerne fra vandramme-, grundvands- og habitatdirektiverne

Geolog Martin Skriver, By- og Landskabsstyrelsen

1 - 8

Grundvand/overfladevand - Udfordring for kommunal planlægning

Geolog Charlotte Bamberg, Århus Kommune

Landskabsforvalter Nikolaj Ludvigsen, Århus Kommune

9 - 16

Grundvand og terrestriske økosystemer – styrende forhold for naturtilstand

Seniorforsker Rasmus Ejrnæs, DMU, Aarhus Universitet

Forsker Bettina Nygaard, DMU, Aarhus Universitet

17 - 22

Påvirkning af afstrømningen i vandløb

Direktør Bjarne Madsen, WaterVision as

23 - 32

Tærskelværdier for grundvand baseret på miljømål for afhængige økosystemer

Seniorforsker Klaus Hinsby, GEUS

Seniorhydrolog Mette Dahl, GEUS

33 - 40

Anvendelsesmuligheder for GOI typologien

Seniorhydrolog Mette Dahl, GEUS

Seniorforsker Klaus Hinsby, GEUS

Geolog Jette Vindum, Kolding Kommune

41 - 48

Nitratreduktion og naturgenopretning i Åkær Å oplandet til beskyttelse af Natura 2000 området Lillebælt

Geolog Mette Vindum, Kolding Kommune

Biolog Mette List, Kolding Kommune

Biolog Hans-Martin Olsen, Kolding Kommune

Seniorhydrolog Mette Dahl, GEUS

49 - 56

Vandindvinding og natur i skøn forening!

Skov- og landskabsingeniør Lars Delfs Mortensen, Aalborg Kommune

Afsnitsleder, civilingeniør Per Grønvald, Aalborg Kommune Vandforsyningen

Fagchef, civilingeniør Jacob Birk Jensen, NIRAS

57 - 64

UDFORDRINGERNE FRA VANDRAMME-, GRUNDVANDS- OG HABITATDIREKTIVERNE

Geolog Martin Skriver, By- og Landskabsstyrelsen

ATV Jord og Grundvand

Grundvand/overfladevand-interaktion

Schæffergården, Gentofte
27. januar 2009

RESUMÉ

Vandramme-, grundvands- og habitatdirektiverne stiller en række udfordringer til administrationen på vandområdet, i og med at der med direktiverne er behov for en nøjere samtænkning af påvirkninger på tværs af de ”naturlige” medier; grundvand, overfladevand og natur.

Specifikt viser de hidtidige resultater af vandplanlægningen, at der er behov for at tilvejebringe yderligere viden til brug ved en vurdering af grundvandets påvirkning på både overfladevand og natur, således at der senest i næste vandplanperiode kan fastsættes nærmere miljømål for alle aspekter af grundvandets tilstand, og, i forlængelse af dette, tilhørende indsatsprogrammer i forhold til de menneskeskabte påvirkninger. Opgaver, man ikke er kommet helt i mål med i det igangværende vandplanarbejde.

INDLEDNING

Med vandramme-, grundvands- og habitatdirektiverne stilles en række udfordringer til den danske administration på vandområdet. Ved administrationen efter vandforsyningsloven (lov om vandforsyning mv., nr. 1026, af 20. oktober 2008), primært meddelelse af indvindingstilladelser, har det, jf. § 2, altid været sådan at:

”Ved administrationen af loven skal der lægges vægt på vandforekomsternes omfang, på befolkningens og erhvervslivets behov for en tilstrækkelig og kvalitetsmæssigt tilfredsstillende vandforsyning, på miljøbeskyttelse og naturbeskyttelse, herunder bevarelse af omgivelsernes kvalitet, og på anvendelse af råstofforekomster.”

Til trods for at denne forpligtelse er indgået ved amtsrådenes og kommunalbestyrelsernes administration, har dette grundvilkår ikke været nærmere specificeret i lovgivningen.

Med de nye regler i vandrammedirektivet, og herunder også grundvandsdirektivet, samt habitatdirektivet, som implementeret i miljømålsloven med tilhørende bekendtgørelser om bl.a. miljømål, overvågning og indsatsprogrammer, opstilles mere bindende og specifikke krav mht. bl.a. interaktionen mellem grundvand, overfladevand og våd natur. I det følgende redegøres for hovedlinierne i denne udfordring, og der gives et bud på nogle af de største udfordringer for en succesfuld implementering af direktiverne.

GÆLDENDE REGLER

Vandrammedirektivet (2000/60/EF)

Vandrammedirektivet, som implementeret i miljømålsloven (lov om miljømål m.v. for vandforekomster og internationale naturbeskyttelsesområder, nr. 1028, af 20. oktober 2008), og en række kommende bekendtgørelse, som forventes udarbejdet i 2009, om bl.a. miljømål, overvågning og indsatsprogrammer, indeholder en række nye miljømål for grundvand. Disse miljømål medfører en række udfordringer for grundvandsadministrationen i medfør af f.eks. vandforsyningsloven.

For at vandrammedirektivets krav om, at grundvandets kvantitative tilstand skal være god, skal bl.a. flg. være indfriet om mindre end 7 år:

”Grundvandsstanden er således ikke udsat for menneskeskabte ændringer, der ville medføre manglende opfyldelse af de miljømål, der er fastsat i artikel 4 for tilknyttede overfladevande, en væsentlig forringelse af sådanne vandes tilstand, en væsentlig beskadigelse af tilknyttede terrestriske økosystemer, der er direkte afhængige af grundvandsforekomsten ...”.

Udover de kvantitative aspekter findes en række parallelle aspekter mht. grundvandets indhold af forurenende stoffer, som ligeledes er tæt knyttet til grundvandets interaktion med overfladevand og våd natur:

”Grundvandsforekomstens kemiske sammensætning er således, at ikke ville medføre, at miljømålene i artikel 4 ikke opfyldes for tilknyttede overfladevande, eller at der sker en signifikant forringelse i sådanne vandområders økologiske eller kemiske kvalitet eller en signifikant beskadigelse af terrestriske økosystemer, som er direkte afhængige af grundvandsforekomsten ...”.

Vandrammedirektivet, og de tilsvarende danske regler, indeholder mulighed for at gruppere de knap 400 danske grundvandsforekomster mhp. bl.a. overvågning. Det er væsentligt, at en gruppering af grundvandsforekomster ikke er et redskab, som bør anvendes til at få problemer til at passere under radaren/gulvtæppet, men snarere et prioriteringsværktøj, som muliggør en effektiv, proportional og omkostningseffektiv indsats. Det er i overensstemmelse med både EU-reglerne og dansk politik, at indsatsen skal målrettes mod de steder, hvor der opnås størst mulig miljøgevinst i forhold til en given indsats.

Alene af den grund, og uagtet de foreløbige resultater af vandplanlægningen, er der behov for et grundlag, som gør det muligt for de ansvarlige myndigheder for vanddistrikterne, dvs. miljøcentre, at foretage en hensigtsmæssig gruppering af grundvandsforekomsterne. Dette er således også afspejlet i det materiale, der har ligget til grund for basisanalyserne af vanddistrikterne (bl.a. vejledning nr. 9804, af 27. oktober 2005, om vurdering af vandforekomsters tilstand), hvor det er foreslået at gruppere forekomsterne efter magasinbjergart, kontakt med overfladevand og redoxforhold.

Grundvandsdirektivet (2006/118/EF)

Det nye grundvandsdirektiv er et datterdirektiv til vandrammedirektivet, og udmønter som sådan de bestemmelser om grundvandets kemiske tilstand, som allerede findes i moderdirektivet.

Grundvandsdirektivet stadfæster således de bestemmelser som findes i vandrammedirektivet mht. kemisk tilstand, og tilføjer få nye bestemmelser i forhold til vandrammedirektivet. Vandrammedirektivets miljømål, jf. oven for, videreføres uændrede ved henvisning til direktivets artikel 4, og herunder også reglerne om bl.a. vending af forureningstendenser. Mht. overholdelsesregimet fastslås det i grundvandsdirektivet, at man ikke nødvendigvis er i konflikt med kravet om opnåelse af god kemisk tilstand, hvis der findes overskridelse af kravværdier i

grundvandsforekomster. Kravet er dog, at evt. overskridelser ikke må medføre en væsentlig miljørisiko, og at de ikke må omfatte en for stor andel af grundvandsforekomsten.

Ser man særlig på forholdet mellem grundvand og andre dele af det hydrologiske kredsløb, og herunder også den våde, grundvandsafhængige natur, fastholder grundvandsdirektivet således vandrammedirektivets miljømål for grundvand.

Således skal også det nye begreb ”tærskelværdier” i grundvandsdirektivet ses i denne sammenhæng. Allerede i medfør af vandrammedirektivets bestemmelser skal der, jf. oven for, fastsættes ”tålegrænser” for, hvor stort indholdet af forurenende stoffer må være i grundvandet, på baggrund af anvendelsen af en grundvandsforekomst, hvor grundvandstilskud til overfladevand regnes med som en anvendelse af grundvand. Dette er netop rammen for fastsættelse af tærskelværdier i de truede grundvandsforekomster, som i følge grundvandsdirektivet skal ske for de parametre som truer opnåelse af god kemisk tilstand for en forekomst. Dermed er grundvandsdirektivets ”tærskelværdier” allerede indeholdt i vandrammedirektivets miljømål for grundvand.

Ovenstående regler i grundvandsdirektivet er eksemplificeret og uddybet i flere vejledninger udarbejdet på EU-niveau i forbindelse med den fælles implementeringsstrategi for vandrammedirektivet, f.eks. /1/, /2/ og /3/.

Habitatdirektivet (92/43/EØF)

EU har en overordnet målsætning om at stoppe forringelser af biodiversiteten senest i 2010. Ét af de vigtigste midler til at opfylde denne målsætning er de såkaldte Natura 2000-direktiver. Habitat- og fuglebeskyttelsesområderne under Natura 2000 danner tilsammen et økologisk netværk af beskyttede naturområder gennem hele EU. I Danmark kaldes områderne også for internationale naturbeskyttelsesområder, og heri indgår også Ramsarområderne.

Der er i Danmark i alt udpeget 254 habitatområder (til lands og til havs), 113 fuglebeskyttelsesområder og 27 Ramsarområder. Habitatområderne dækker på land 3.150 km².

De naturtyper der skal beskyttes er dem,

- der er i fare for at forsvinde i deres naturlige udbredelsesområde
- der har et begrænset naturligt udbredelsesområde, fordi de er gået tilbage, eller fordi de fra naturens hånd er begrænsede
- der er karakteristiske for forskellige områder af Europa

En hovedhjørnesten i gennemførelse af habitatdirektivet er udpegning af særlige bevaringsområder, de såkaldte habitatområder. I områderne skal der sikres eller genoprettes en gunstig bevaringsstatus for de forskellige naturtyper og arter, som det enkelte område er udpeget for.

Det sker gennem forskellige bevaringsforanstaltninger, der sikrer eller genopretter naturtyperne og levestederne for arterne.

Kravene til planlægningen for Natura 2000-områderne er fastsat i bl.a. miljømålsloven, og følger samme tidsplan som vandplanlægningen. Også mht. den udskydelse af tidsfrister der er en konsekvens Ministerudvalget for Grøn Vækst.

Med udgangen af 2009 skal der foreligge en Natura 2000-plan for de udpegede Natura 2000-områder. Planen skal indeholde 3 dele:

- en basisanalyse
- mål for naturtilstanden i internationale naturbeskyttelsesområder
- et indsatsprogram

Bortset fra at udtørring skal undgås, er det generelt få bestemmelser i Habitatdirektivet, der har direkte betydning for administrationen på grundvandsområdet.

Grundvandets tilstand må generelt ikke medføre væsentlig skade på terrestriske økosystemer. For bestemte sø- og naturtyper har man haft en forventning om, at det fagligt var muligt at opstille specifikke krav mht. grundvandets indhold af forurenende stoffer, særlig mht. nitrat. Det gælder for flg. Natura 2000-naturtyper og -søer:

- Tidvis våde enge på mager eller kalkrig bund
- Kilder og væld med kalkholdigt (hårdt) vand
- Riggær
- Kalk- og næringsrige søer og vandhuller (Lobelia søer)
- Ret næringsfattige søer og vandhuller med små amfibiske planter ved bredden
- Kalkrige søer og vandhuller med kransnålalger
- Næringsrige søer og vandhuller med flydeplanter eller store vandaks
- Brunvandede søer og vandhuller

Der er dog siden gennemført en faglig udredning som viser, at der ikke er grundlag for at stille specifikke krav for disse natur- og søtyper, udover de generelle, jf. ovenfor.

Generelt er indsatserne i medfør af Habitatdirektivet i Natura 2000-planerne af ”plejekarakter”, græsning etc. Snittet mellem vand- og naturplanerne er, at det er i vandplanerne, vandet leveres, både kemisk og mængdemæssigt. Der er således stor synergi fra vandplanerne til naturplanerne, men ikke den anden vej.

DISKUSSION

Foreløbige resultater i vandplanerne

Generelt viser de foreløbige resultater i vandplanerne at der er flere forhold omkring interaktionerne mellem grundvand og overfladevandsområder/natur som ikke fuldt ud kan belyses i første planperiode.

F.eks. viser en prototype for vandplanerne mht. grundvandsforekomsternes kvantitative tilstand som et gennemgående træk, at flere grundvandsforekomster har ringe kvantitativ tilstand på grund af overudnyttelse (grundvandindvinding). For disse forekomster anvender man i vandplanerne vandrammedirektivets undtagelsesbestemmelser i form af tidsfristforlængelse til 2021, bl.a. fordi man ikke er i stand til entydigt at henhøre påvirkningen til en bestemt indvinding.

Mht. grundvandsforekomsternes kemiske tilstand er et tilsvarende gennemgående træk, at den kemiske påvirkning fra grundvandsforekomster med ringe kemisk tilstand på overfladevand og natur ikke kan fastsættes i første planperiode, hvorfor tidsfristen udsættes til 2021.

Behov for tilvejebringelse af yderligere viden

Vandplanerne viser således, at det ikke p.t. er muligt at foretage en fuld belysning af grundvandets interaktion med overfladevand og natur, og at der er flere gode grunde til dette. De foreløbige resultater i vandplanerne peger med andre ord på behovet for at uddybe kendskabet til grundvandets interaktion med vandløb, kystvande og våd natur.

Resultaterne af den tidligere basisanalyse af vanddistrikterne peger på, at særlig er mht. grundvandsindvindingernes påvirkninger på vandføringen i vandløb, og mht. grundvandets indhold af nitrat og pesticider, der er behov for at opbygge yderligere viden.

Det er nemlig væsentligt, at man, for at anvende undtagelsesbestemmelserne i vandrammedirektivet mht. tidsfristudskydelse, kan godtgøre, at en ”rettidig” målopfyldelse ikke er mulig af naturlige eller tekniske årsager, eller fordi det er uforholdsmæssig dyrt. Tilsvarende skal det ved fastsættelse af mindre strenge miljømål bl.a. sikres, at man træffer de nødvendige foranstaltninger, der sikrer, at grundvandets tilstand ikke forringes.

Både ved tidsfristudsættelse og fastsættelse af mindre strenge miljømål er det væsentligt, at man, i en situation, hvor man ved, at man ikke ved nok om nogle naturlige sammenhænge, sikrer den tilstrækkelige viden, således at man til brug for næste planperiode, fra 2015 til 2021, har et grundlag for f.eks. at henhøre grundvandets påvirkninger til bestemte kritiske grundvandsindvindinger eller bestemte forurenede dele af grundvandsforekomster, således at man kan gennemføre en indsats her.

KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

Selvom implementeringen af vandrammedirektivet (og herunder det nye grundvandsdirektiv) planlægningsmæssigt kører parallelt med implementeringen af habitatdirektivet, og selv der er en række berøringsflader, er der også en række grundlæggende forskelle direktiverne i mellem, f.eks. mht. indsats, således at det er i vandplanerne ”vandet og indsatsen leveres”.

Som følge af miljømålene og også mulighederne for anvendelse af undtagelsesbestemmelser, for grundvand i vandrammedirektivet er der behov for at etablere et supplerende vidensgrundlag mht. grundvandets interaktion med både overfladevand og våd natur. Foreløbige resultater af vandplanlægningen viser, at dette er afgørende for en nøjere fastsættelse af miljømål og indsatser for grundvand i kommende vandplaner.

Det videre arbejde med vand- og naturplanerne i medfør af vandramme-, grundvands- og habitatdirektiverne koordineres fremover i forhold til Ministerudvalget om Grøn Vækst. Udvalget mener, at ny viden på miljøområdet og nye initiativer i forbindelse med Grøn Vækst gør det nødvendigt at se på de mange miljøtiltag under ét. Grøn Vækst-udvalget forventer således at fremlægge sit oplæg først i det nye år, hvilket har betydet en udskydelse af forhøringen af vand- og naturplanerne.

LITTERATURHENVISNINGER

- /1/ Guidance document no. 15: Guidance on Groundwater Monitoring, European Commission, 2007, European Communities
- /2/ Guidance document no. 16: Guidance on Groundwater in Drinking Water Protected Areas, European Commission, 2007, European Communities
- /3/ Guidance document no. 17: Guidance on Preventing or Limiting Direct and Indirect Inputs in the Context of the Groundwater Directive (2006/118/EC), European Commission, 2007, European Communities

GRUNDVAND/OVERFLADEVAND UDFORDRING FOR KOMMUNAL PLANLÆGNING

Geolog Charlotte Bamberg, Århus Kommune
Landskabsforvalter Nikolaj Ludvigsen, Århus Kommune



ATV Jord og Grundvand

Grundvand/overfladevand-interaktion

Schæffergården, Gentofte
27. januar 2009

RESUME

Grundvandsindvindingen i Århus Kommune er intensiv og ressourcen er flere steder overudnyttet, på bekostning af naturinteresser og det overfladenære vandmiljø. De kommende udfordringer bliver at tage højde herfor ved meddelelse af indvindingstilladelser – herunder at opføre den kumulative effekt af indvindingerne i forhold til det overfladenære miljø.

BAGGRUND

Den danske vandforsyningslov sætter rammer for udnyttelsen af grundvandsressourcen. Ved meddelelse af tilladelse til indvinding af grundvand skal myndighederne herunder tage hensyn til beskyttelse af natur og miljø.

Den regionale planlægning og de nationale lovbestemmelser pålægger den kommunale myndighed at inddrage påvirkninger af natur og miljø i afvejningen ved meddelelse af tilladelse til indvinding af grundvand. Myndighederne udfordres i stigende grad ved inddragelse af hensynet til natur og miljø interesser i supplerende lovgivning. Herunder skal regler fastsat i EU's VVM-direktivet og habitatdirektivet særligt fremhæves som afgørende for en øget hensyntagen til miljø- og naturinteresser. Den traditionelle danske prioritering af vandressourcen har generelt tilgodeset behovet for drikkevand over vand i vandløbene og vådområder, men med implementeringen af vandrammedirektivet, med bindende miljømål for vandmiljøets tilstand, må man forvente, at hensynet til det overfladenære vandmiljø øges og prioriteringen ændres (fig.1).

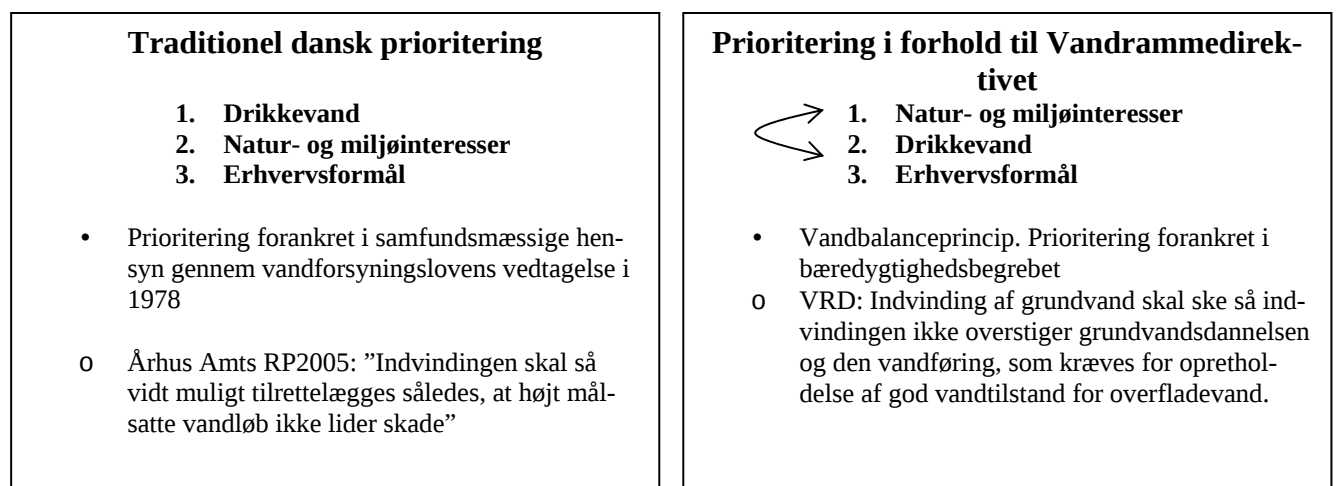


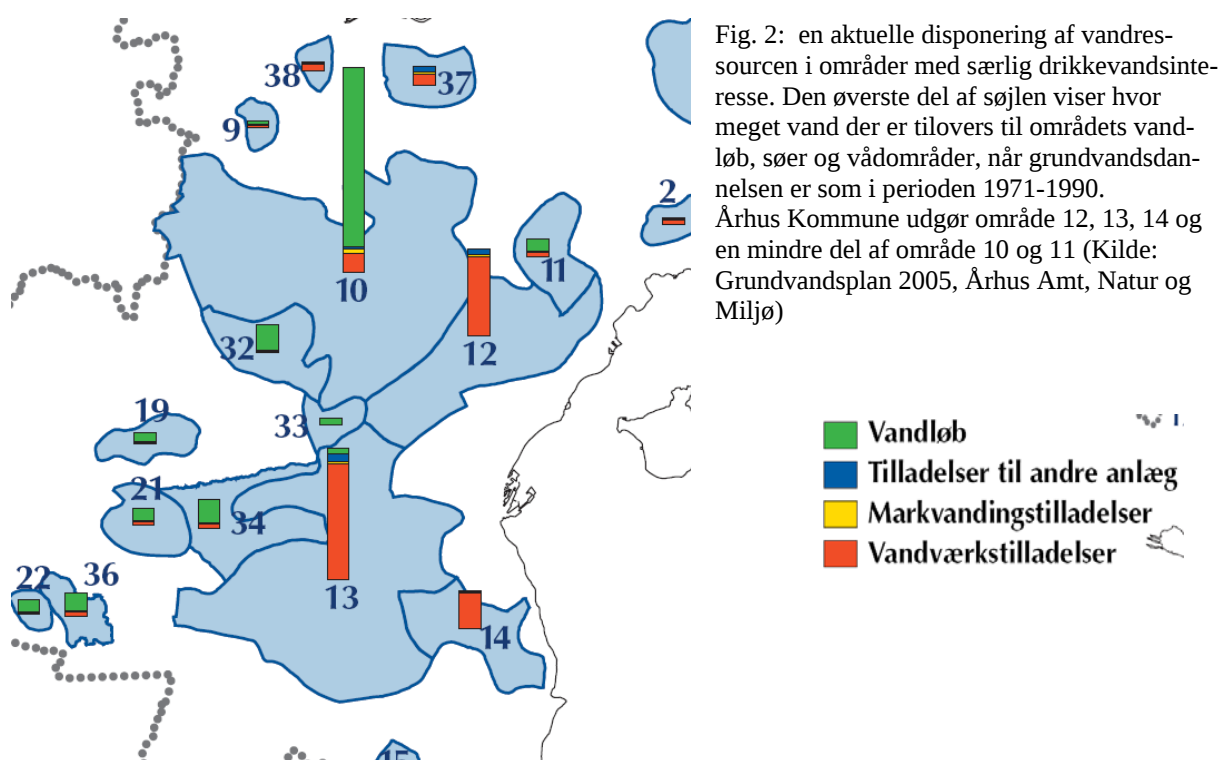
Fig. 1: Prioritering af vandressourcen.

OVERUDNYTTELSE AF GRUNDVANDSRESSOURCEN I ÅRHUS KOMMUNE

I Århus-området er grundvandsressourcen mange steder overudnyttet pga. mange større indvindinger, der tilsammen har en meget stor påvirkning, og vandføringen i vandløbene er som konsekvens ramt. Det betyder, at vandløbene flere steder i Århus Kommune er afhængig af teknisk vand for at opretholde en minimums afstrømning i sommerperioden.

I eksemplet for Giber Å var medianminimums afstrømningen i perioden 1981-2000 ca. 28 l/sek. Tilledningen af spildevand fra renseanlæg i oplandet var i samme periode ca. 25 l/sek., og andelen af teknisk vand var således ca. 90 %. For at leve op til de nuværende krav fra vandløbsmyndighederne om en minimumsvandføring på mindst 50 l/sek., suppleres vandføringen i den øvre del af vandløbet om sommeren med oppumpet grundvand. Hvor stor den oprindelig vandføring har været i vandløbet, er vanskeligt at fastslå, men i den nuværende situation udgør teknisk vand (renset spildevand) og oppumpet grundvand størstedelen af vandføringen om sommeren.

Regionplanen har kun i nogen grad tilgodeset det overfladenære vandmiljø. Eksempelvis står der i retningslinje om drikkevandsforsyning, at der ved lokalisering af vandindvindinger til drikkevandsforsyning i størst muligt omfang skal tages hensyn til vandløbenes vandføring, vandstanden i søer, enge og moser samt til behovet for vandindvinding til andre formål. En sådan bestemmelse gør, at vi i dag overordnet set imødekommer en ansøgning, så længe indvindingen er placeret så hensigtsmæssigt som muligt og ikke direkte skader habitatområder, ændrer tilstanden i § 3-områder eller beskadiger levesteder for arter beskyttet under habitatdirektivet. Dette skal man forsøge at afklare i en VVM-screening/vurdering.



VANDBEHOV OG INDVINDINGSTILLADELSER

I VVM-screening af ny kildeplads og ansøgning om øget indvinding udarbejdes en betragtning af den sandsynlige påvirkning af det terrestriske og akvatiske nærmiljø. Betragtningerne

tager afsæt i en vurdering af geologien og det hydrologiske kredsløb, bl.a. med hjælp fra prøvepumpningsforsøg, der skal forsøge at belyse påvirkningen af nærmiljøet¹.

Denne anskueliggørelse suppleres med kørsler af grundvandsmodeller, i det omfang de er udarbejdet. Grundvandsmodeller er meget omfangsrige, og brugervenligheden er ikke optimal. Derfor har Århus Kommune efterspurgt et værktøj, som har en brugerflade, der kan håndteres af sagsbehandlere på grundvands- og naturområdet. I den forbindelse har vi bedt NIRAS om at udarbejde et generelt værktøj til konsekvensvurdering. Værktøjet er baseret på udtræk af kørsler fra en aktuel grundvandsmodel, og på baggrund heraf kan der foretages hydrologiske konsekvensvurderinger af forskellige indvindingsscenarioer, og efterfølgende anvende værktøjet direkte som dialogplatform i forhold til vandløbs- og naturmyndigheder (case 1).

Værktøjet er et forsøg på at ensarte sagsbehandlingen således, at vores afgørelser i højere grad bærer præg af vurderinger efter fastsatte principper, og dermed er mindre afhængige af den enkelte sagsbehandler og dennes subjektive vurdering. På den måde undgår man at overse eller ”glemme” enkelte betragtninger.

CASE 1

Det er vigtigt at pointere, at det er vandværkernes opgave at fremskaffe dokumentation for, at miljøet ikke påvirkes i væsentlig grad. Det betyder, at kommunen vil modtage forskellige versioner af grundvandsmodelkørsler og analytiske beregninger, som det på ingen måde er muligt at vurdere ensartet. Hertil skal værktøjet til konsekvensvurdering af det akvatiske og terrestriske miljø bidrage til kvalitetssikringen.

Modeller og analytiske værktøjer illustrerer forskellige fortolkninger af virkeligheden, og disse kan bruges til at anskueliggøre variationen under forskellige forudsætninger og dermed følsomheden af området. Det er ikke muligt med sikkerhed at forhåndsvurdere påvirkningen af det omkringliggende miljø. Derfor udnytter Århus Kommune muligheden for at give midlertidig tilladelse, hvori der sættes vilkår, således indvindingstilladelsen kan inddrages eller reguleres, hvis indvindingen viser sig at have en negativ påvirkning på miljøet.

For at anskueliggøre en evt. påvirkning er der brug for redskaber eller procedurer til at monitorere indvindings påvirkning af miljøet, således vi kan få en ensartet sagsbehandling.

Denne problemstilling får ikke mindst betydning ved implementeringen af vandrammedirektivet, hvor det ikke kun er den direkte påvirkning af det nære miljø og den enkelte indvinding, men den kumulative effekt der skal vurderes.

¹ Betragtninger omkring den kumulative effekt i VVM-screeningen er på nuværende tidspunkt i Århus Kommune på et meget overordnet niveau.

PERSPEKTIVERING

I Århus-området, hvor der er mange indvindinger, som tilsammen påvirker det overfladenære vandmiljø betydeligt, er der særligt behov for viden om den kumulative effekt. Det store spørgsmål er: Hvor meget vand kan vi på områdeniveau tåle at pumpe op og samtidig leve op til vandrammedirektivets bindende krav om ”god økologisk tilstand”? I henhold til vandrammedirektivet er det afgørende, at den gennemsnitlige indvinding pr. år over en længere periode ikke overstiger den tilgængelige grundvandsressource (dvs. den langsigtede årlige gennemsnitlige grundvandsdannelse for en grundvandsforekomst minus den langsigtede årlige vandføring, der kræves for at opfylde de økologiske kvalitetsmål), jf. vandrammedirektivets artikel 2, nr. 27.

Tilbage står igen definitionen af ”god økologiske tilstand”? Hvilken reference skal anvendes? Er det betragtninger i forhold til den naturlige tilstand, før indvindingen påbegyndte, eller er det i forhold til den nuværende situation, hvor mange af vandløbene i Århus Kommune er afhængig af teknisk vand i tørre perioder, herunder også målsatte vandløb?

Når ”god økologisk tilstand” er defineret, skal der udarbejdes monitorings- og vurderingsmetoder, der kan belyse den kumulative effekt. Endvidere skal det påvises, om der er indvindinger der i sig selv eller sammen med andre indvindinger påvirker miljøet negativt og forhindrer opnåelse af miljømålene. I sidste ende er der behov for en ramme, som de kommunale myndigheder kan administrere efter på område- eller oplandsniveau.

CASE 1

Konsekvensvurdering af grundvandsindvinding på vandløb og våde terrestriske miljøer omkring Sabro Vandværks indvindingsboringer DGU nr. 78.272, 88.1102, 88.1401. Sabro Vandværk har ansøgt om en forøget indvindingstilladelse. Der forespørges på en forøgelse fra de nuværende 150.000 m³/år til 200.000 m³/år, hvor den øgede indvinding alene eller i overvejende grad finder sted fra DGU nr. 88.1401.

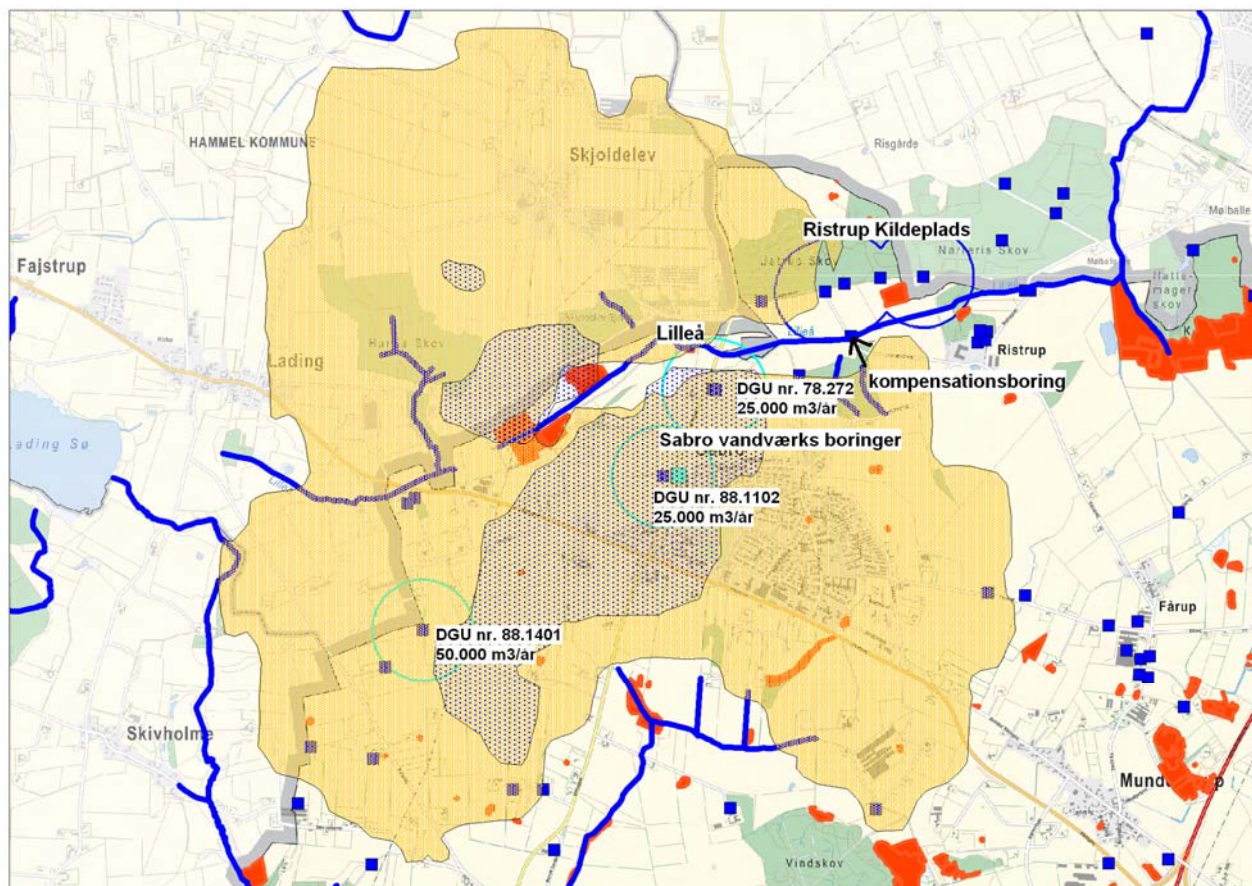


Fig 3. Grundvandsdannende opland til Sabro Vandværk (blå skravering/prikker) ligger inden for det grundvandsdannende opland til Ristrup kildeplads (gul skravering/grå skravering). Der er sammenfald mellem de grundvandsdannende oplande og beskyttede naturtyper (rød markering/mørke skravering) og B-målsatte vandløb (Lilleåen). Det grundvandsdannende opland til DGU nr. 88.1401 er ikke illustreret på figuren.

I Århus Kommune ses anlægget i sammenhæng med øvrige anlæg i området herunder indvindingen fra Ristrup Kildeplads med en tilladelse på 1,5 mio. m³/år. Ristrup Kildeplads indvindingsopland omslutter Sabro Vandværks indvindingsopland (fig 3).

Af arbejdet med VVM-screeningen fremgår, at der i området er enge- og mosearealer af høj naturværdi, som alle er B-målsatte i Regionplan-2005. Der findes desuden adskillige mindre vandhuller inden for det forventede potentielle påvirkningsområde. Endvidere dækker indvindingsområdet dele af afstrømningsoplandet til Lilleåen. En øget vandindvinding kan resultere i reduceret vandføring i vandløbene. En eventuel mer-påvirkning vil derfor i høj grad afhænge af grundvandsmagasinet kontakt med overfladevandet.

Ifølge konsekvensvurderingsværktøjet fra NIRAS vil der være en minimal påvirkning af Lilleåen og § 3 områderne ved en mer-indvinding på 50.000 m³/år fra Dgu nr. 88.1401, hvilket isoleret set ikke vurderes som værende kritisk. Geologien i området samt viden fra de eksisterende indvindinger i området indikerer dog, at der er direkte hydrologisk sammenhæng mel-

lem vandløbet og grundvandsforekomsten, hvorfra Sabro Vandværk indvinder, hvilket betragtes som kritisk. Det er muligt, at den øgede vandindvinding på kort sigt ikke vil påvirke vandløbet eller § 3 områderne, men på lang sigt, og set i lyset af områdets øvrige indvindinger i oplandet til Lilleåen vil det være aktuelt at monitorere udviklingen i området.

Lilleåen er i dag allerede påvirket af indvindingen, og der foretages i dag kompensationspumpning, når vandføringen bliver kritisk.

GRUNDVAND OG TERRESTRISKE ØKOSYSTEMER – STYRENDE FORHOLD FOR NATURTILSTAND

Seniorforsker Rasmus Ejrnæs, DMU, Aarhus Universitet
Forsker Bettina Nygaard, DMU, Aarhus Universitet.

ATV Jord og Grundvand

Grundvand/overfladevand-interaktion

Schæffergården, Gentofte
27. januar 2009

RESUMÉ

Flere af vore beskyttede terrestriske naturtyper er grundvandsbetingede. Dette gælder især rigkær og kalkrige kildevæld, som udover at være beskyttet af naturbeskyttelsesloven også er omfattet af habitatdirektivet. Typerne stiller de samme krav til næringsfattigt, koldt grundvand med høj pH. Naturtyperne har været i stærk tilbagegang som følge af vandindvinding, dræning og næringsforurening.

I det tværgående økohydrologiprojekt i NOVANA forsøger vi at beskrive og forstå de økologiske rammebetingelser for rigkær og kildevæld.

INDLEDNING ELLER BAGGRUND

Habitatdirektivet beskytter rigkær og kildevæld og forpligter medlemslandene til at udpege habitatområder for naturtyperne, beskytte dem, forvalte dem samt rapportere deres bevaringsstatus på baggrund af et overvågningsprogram. Alle disse forpligtelser forudsætter, at naturtyperne er defineret og lokaliseret, samt at deres økologiske forudsætninger er velbeskrevne. Der findes en lang tradition for forskning i stofkredsløb og økosystemfunktioner, men biodiversitet synes at følge andre spilleregler på andre skalaer end dem, som beskrives af eksisterende modeller for grundvand og næringsstofkredsløb.

FORMÅL

Det er formålet med økohydrologiprojektet at beskrive hydrologiske og vandkemiske rammebetingelser for artsrige rigkær og kildevæld med henblik på at styrke kriterier for gunstig bevaringsstatus, forbedre NOVANA-overvågningen og øge forståelsen for nødvendige planlægnings- og forvaltningsindsatser.

METODER

Økohydrologiprojektet er stadigvæk i dataindsamlingsfasen, som afsluttes sommeren 2009. Indtil da har vi brugt tid på at analysere indsamlede data fra det igangværende NOVANA. Data fra NOVANA's naturtypedel er indsamlet fra 2004 til 2007. Overvågningen er ekstensiv med vægt på en repræsentativ overvågning på landsplan af indikatorer for bevaringsstatus. Der er indsamlet data om artssammensætning, vegetationshøjde, vedplantetilgroning, kvælstof i skudspidser af mosser og nitratindhold i vand (kun kildevæld). Vi har anvendt de indsamlede data til at udarbejde en klassifikationsmodel til at adskille rigkær og kildevæld fra andre våde naturtyper, og vi har anvendt data til at forsøge at fastlægge kriterier for en god biologisk tilstand.

Klassifikationsmodellen er beskrevet i Nygaard, Ejrnæs, Baattrup-Pedersen og Fredshavn (2009), og bygger på en multivariat analyse af artssammensætningen i 13000 prøvefelter fra vandpåvirkede naturtyper efterfulgt af en superviseret klassifikation ved hjælp af diskriminantanalyse.

Analyserne af indikatorerne med henblik på at udvikle kriterier for en god biologisk tilstand er udarbejdet ved statistiske analyser af forholdet mellem de målte indikatorer og naturtypernes indikatorarter.

Tabel 1. Eksempel på indikatorarter fra rigkær

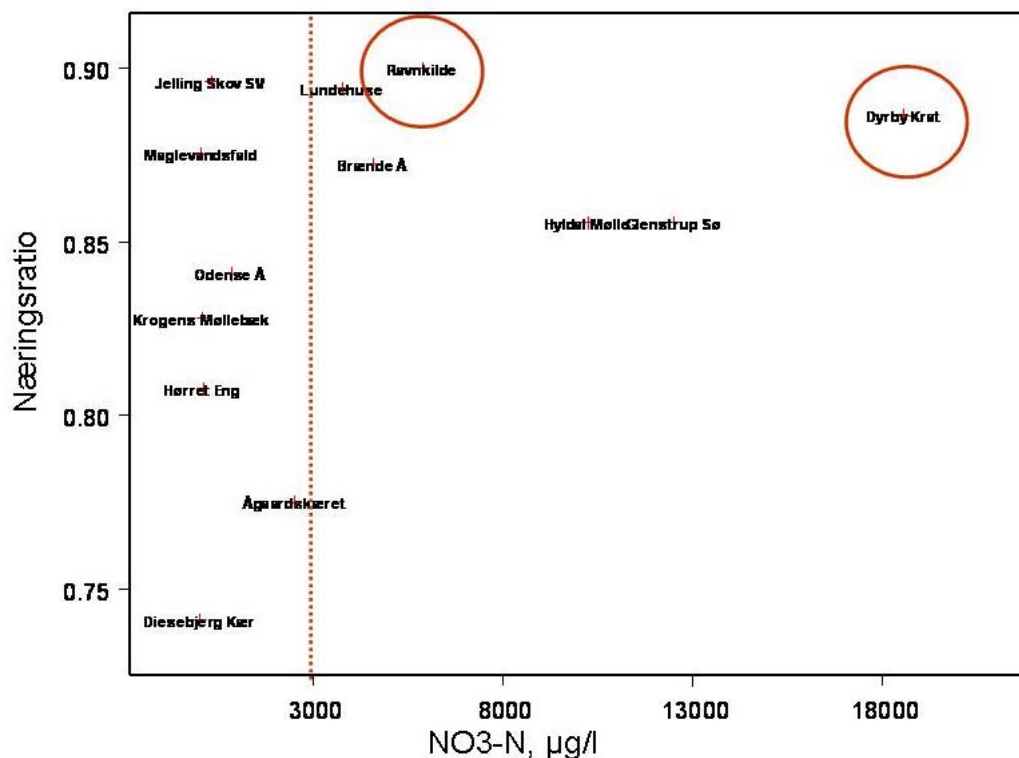
<i>Campylium stellatum</i>	almindelig guldstjernemos
<i>Palustriella commutata</i>	bredbladet vældmos
<i>Palustriella falcata</i>	fågrenet vældmos
<i>Tomentypnum nitens</i>	glinsende kærmos
<i>Cratoneuron filicinum</i>	grøn eremitmos
<i>Limprihtia cossonii</i>	grøn krumblad
<i>Philonotis calcarea</i>	kalk-vandtuemos
<i>Philonotis fontana</i>	kilde-vandtuemos
<i>Calliergonella cuspidata</i>	spids spydmos
<i>Aneura pinguis</i>	tyk nerveløs
<i>Juncus inflexus</i>	blågrå siv
<i>Menyanthes trifoliata</i>	bukkeblad
<i>Equisetum telmateia</i>	elfenbens-padderok
<i>Juncus articulatus</i>	glanskapslet siv
<i>Ranunculus flammula</i>	kær-ranunkel
<i>Triglochin palustris</i>	kær-trehage
<i>Rumex acetosa</i> ssp. <i>acetosa</i> var. <i>hydrophilus</i>	kilde-syre
<i>Montia fontana</i> ssp. <i>fontana</i>	stor vandarve
<i>Stellaria alsine</i>	sump-fladstjerne
<i>Epipactis palustris</i>	sump-hullæbe
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	trævlekrone
<i>Valeriana dioica</i>	tvebo baldrian
<i>Nasturtium officinale</i>	tykskulpet brøndkarse
<i>Nasturtium microphyllum</i>	tyndskulpet brøndkarse
<i>Cardamine amara</i>	vandkarse
<i>Pinguicula vulgaris</i>	vibefedt
<i>Hypericum tetrapterum</i>	vinget perikon

RESULTATER

Moseklassifikationen viser, at det er muligt ud fra artssammensætningen at afgøre sand-synligheden for, at et område tilhører rigkærsvegetation. Kildevældene derimod er defineret ved deres hydrologiske tilstand (rindende vand) og især karakteriseret ved deres mosvegetation, som ikke er indgået i modellen. Modellen viser endvidere, at medens nogle kildevæld har en sammensætning af arter, der ligner rigkærenes artsrige og særegne vegetation, er en betragtelig andel af de overvågede kildevæld så påvirkede af næringsstoffer og afvanding, at rigkærsarterne er udkonkurreret af hurtigtvoksende og vidtudbredte arter.

DISKUSSION

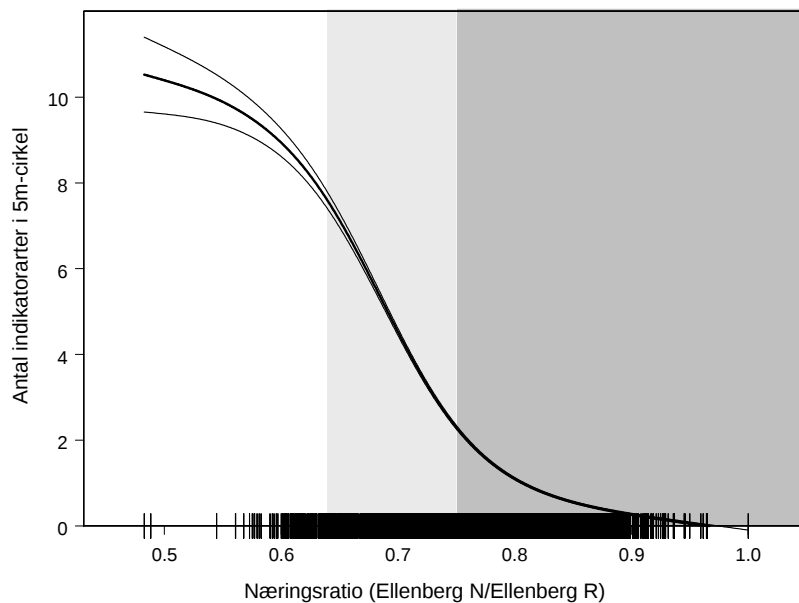
Analyserne af indikatorerne tyder på, at det er vanskeligt at foretage simple miljøkemiske og hydrologiske målinger, som kan diagnosticere rigkærs og kildevælds biologiske tilstand. Således er nitratmålingerne fra kildevældene (se figur 1) og fosfortallene fra rigkær vanskelige at tolke, og de har en forholdsvis lav biologisk forklaringskraft.



Figur 1. 12 overvågede stationer for kildevæld med vegetationens næringspræg vist som funktion af gennemsnittet af målt nitrat i vand. Indsat forslag til kriterium for maksimalt indhold af nitrat i vand for en god biologisk tilstand.

Derimod synes flere af de vegetationsafledte indikatorer mere effektive til at diagnosticere den biologiske tilstand. Dette gælder f.eks. eutrofieringsindikatoren "næringsratio", hvor en høj værdi indicerer, at der er en overvægt af nitrofile arter i artssammensætningen i forhold til hvad man skulle forvente ud fra pH (fig 2). Heri ligger imidlertid en risiko for ringslutning, idet indikatoren "næringsratio" er baseret på vegetationens sammensætning, hvilket antallet af indikatorarter naturligvis også er. Det interessante ved den stærke sammenhæng er imidlertid muligheden for at diagnosticere tilstanden, uden at man nødvendigvis behøver finde nogle bestemte indikatorarter, fordi indikatoren "næringsratio" bruger alle arters Ellenberg-værdier.

De vegetationsbaserede indikatorer er samtidig en udfordring for en operationel hydrologisk og vandkemisk beskrivelse af disse naturtyper som samtidig indeholder en forståelse af de mekanismer som skaber en god naturtilstand og overlevelseschance for naturtypernes arter.



Figur 2. Forholdet mellem Næringsratioen (Ellenberg N/Ellenberg R) og antallet af indikatorarter i en 5m-cirkel. Antallet af indikatorarter falder stærkt når vegetationen bliver præget af arter med præference for næringsrige levesteder.

KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

I beskyttelse, forvaltning og tilstandsvurdering er det helt centralt at kunne skille naturlig variation fra negative påvirkninger af miljøet. For rigkær og kildevæld peger alle indikatorer på, at næringsstofforurening og ophørt græsning er de mest afgørende negative påvirkninger, men der refterer stadigvæk ubeskrevne hydrologiske faktorer, herunder især grundvandstryk og grundvandets naturlige kemiske sammensætning. Mens naturplejen er simpel og kan implementeres lokalt, så vil håndtering af næringsstofforureningen og grundvandstrykket typisk kræve indsatser i rigkærets opland, og så opstår behovet for hurtige, diagnostiske værktøjer eller simple modelbeskrivelser, som kan danne baggrund for en planlægning og prioritering af indsatsen. Og her taler vi ikke om en håndfuld oplande, men om tusinde rigkær som hver udgør en brøkdel af ingenting af et opland.

PÅVIRKNING AF AFSTRØMNINGEN I VANDLØB

Direktør Bjarne Madsen, WaterVision as

ATV Jord og Grundvand

Grundvand/overfladevand-interaktion

Schæffergården, Gentofte
27. januar 2009

INTRODUKTION

EU's Vandrammedirektiv og Miljømålsloven stiller et generelt krav om, at god tilstand for overfladevand og grundvand skal være opnået senest i 2015. God tilstand for overfladevandet vil ofte ikke kunne opnås, med mindre bl.a. sommervandføringen øges. Det vides, at en række forhold påvirker sommervandføringen og dermed også vandstanden negativt. Her kan nævnes vandindvinding, vandløbsudretning, vandløbsvedligeholdelse, dræning, arealanvendelse og byudvikling. Disse faktorer kan i et vist omfang deles op i forbrug af vand til diverse formål og i fjernelse af for meget vand på bl.a. landbrugsjord.

Et af virkemidlerne til forbedring af miljøtilstanden i vandløbene er bl.a. at øge "ruheden" i afstrømningen og dermed (gen)skabe naturlig forsinkelse og opstemning af vandet. Det er således påpeget, at ophør med den fysiske vedligeholdelse er et af de vigtigste og mest umiddelbare virkemidler til at opfylde Vandrammedirektivets krav, når det gælder vandløb. Men selvfølgelig under forudsætning af, at der rent faktisk også er en acceptabel vandføring i vandløbene.

Denne gennemgang begrænser sig udelukkende til at beskrive de fysiske faktorer, der påvirker afstrømningen i vandløbene, herunder specielt nogle af de metoder der kan anvendes til beregning af ændringer i afstrømningen som følge af oppumpning af grundvand. Dertil kommer betydningen af de afledte konsekvenser for vandkvaliteten og de biologiske systemer i vandløbene. Disse forhold er dog ikke medtaget her, men vil være særdeles centrale også at få belyst for at kunne foretage en samlet analyse af problemstillingen og dermed påpege så retvisende løsningsmodeller som muligt, når planer for forbedring af miljøtilstanden udarbejdes.

HYDROLOGIEN

Udvekslingen af vand mellem grundvands- og overfladevandssystemerne er helt essentielt for det samlede vandmiljø. I Vandrammedirektivet er grundvandet defineret som alle former for vand under jordoverfladen, der optræder under mættede forhold, og som er i direkte kontakt med jordmatricen. Drænvand dannes ved indstrømning af grundvand i drænledninger (eller grøfter) og betragtes med denne definition som overfladevand. I praksis vil det sige, at langt den overvejende del af vandet i danske vandløb oprindeligt er grundvand, der dog for en stor dels vedkommende ender som drænvand mange steder. Ved analyse af afstrømningen er det imidlertid vigtigt især af kvalitetsmæssige grunde at adskille drænvand fra grundvand men også i forhold til afstrømningens intensitet.

Til overfladevandet hører desuden vandet i den umættede zone, som er beliggende mellem jordoverfladen og det øverste grundvandsspejl. Da vore vandløb ofte er meget overfladenære, vil hovedparten af vandet i vandløbene således overvejende stamme direkte fra det øverste grundvand og dermed være stærkt påvirket af variationerne her, med hensyn til både vand-spejlsniveau og vandkvalitet.

Den naturlige og meget tætte sammenhæng mellem overfladevand og grundvand afspejler sig umiddelbart i terrænoverfladen og topografien. Vandløbene fungerer som dræn for grundvandsafstrømningen og transporterer det vand, som grundvandssystemet ikke ad naturlig vej

har fornøden hydraulisk kapacitet til at klare. Overordnet set vil et tæt net af småvandløb afspejle en relativt dårlig hydraulisk ledningsevne i den øvre grundvandszone, hvorimod et groft net af relativt store vandløb er et udtryk for god hydraulisk ledningsevne af grundvandsmagasinet. Dette forhold illustreres bl.a. tydeligt i forskellen mellem det lerede sjællandske og det sandede vestjyske landskab.

Specielt under perioder med stor nedbør og ringe fordampning, som ofte ses i vinterhalvåret, kan vandløbenes kapacitet periodisk være overskredet, de ånære områder oversvømmes, og der opstår ”vandlidende” arealer i terrænets lavninger. En række af disse naturlige vådområder er gennem snart 150 år søgt fjernet gennem intensiv dræning af den øverste grundvandsførende zone, hvorved dens evne til at transportere vand er voldsomt forøget ad kunstig vej. Etablering af dræn og grøfter har været meget centrale for effektiviseringen af landbruget og spillet en afgørende rolle for udformningen af vor natur og vort vandmiljø.

Denne kulturtekniske praksis resulterer i en meget hurtig og direkte afstrømning af nedbørshændelser til vandløb, der modtager vand fra drænedes områder. Når grundvandsspejlet er sunket til bunden af drænsystemet, og det dermed ikke længere fører vand, vil det alene være den naturlige grundvandstilførsel til vandløbene, der finder sted, den såkaldte ”baseflow”. En sådan udvikling ses også i områder, der ikke er kunstigt drænedes. Her er effekten af nedbørsrige perioder mere udjævnede og baseflow-situationen længere om at indstille sig.

Ofte er der ikke direkte hydraulisk kontakt mellem grundvand og vandløb, men en vis modstand mod strømmingen, der skyldes de geologiske aflejringer i vandløbsbunden som et resultat af vandløbets sedimentationsprocesser. Mekanismerne, der styrer den naturlige udveksling af vand mellem grundvand og overfladevand, ligger også til grund for den reduktion i vandløbenes vandføring, der skyldes oppumpning af grundvand. Oppumpningen fjerner en vandmængde, der ellers skulle strømme til vandløbet og vil reducere vandføring og vandhastighed. Denne indirekte vandføringsreduktion vil undertiden være kombineret med afsenkning af vandspejlet i søer og vådområder og kan ofte kan have store konsekvenser for vandmiljøet.

STRØMNINGSDYNAMIK I GRUNDVANDET

Vands strømning i jord kan betragtes på samme måde som varmeledning i faste materialer. Denne matematiske analogi er i litteraturen udnyttet utallige gange til løsning af selv komplicerede problemstillinger inden for grundvandsområdet. Udgangspunktet er her de to grundlæggende ligninger kontinuitetsligningen og Darcy's lov. Kontinuitetsligningen holder regnskab med vandmængderne: at det vand der tilføres er den samme mængde som fragår plus den mængde der opmagasineres/afdrænes. Denne magasinændring udtrykker den ikke-stationære tilstand, som styres af magasintallet, S . Darcy's lov udtrykker jordlagenes evne til at lede vand gennem ligningen

$$q = I_0 \times K$$

hvor q er den gennemstrømmende vandmængde pr. meter lagtykkelse, I_0 er gradienten på grundvandets trykfald og K den hydrauliske ledningsevne.

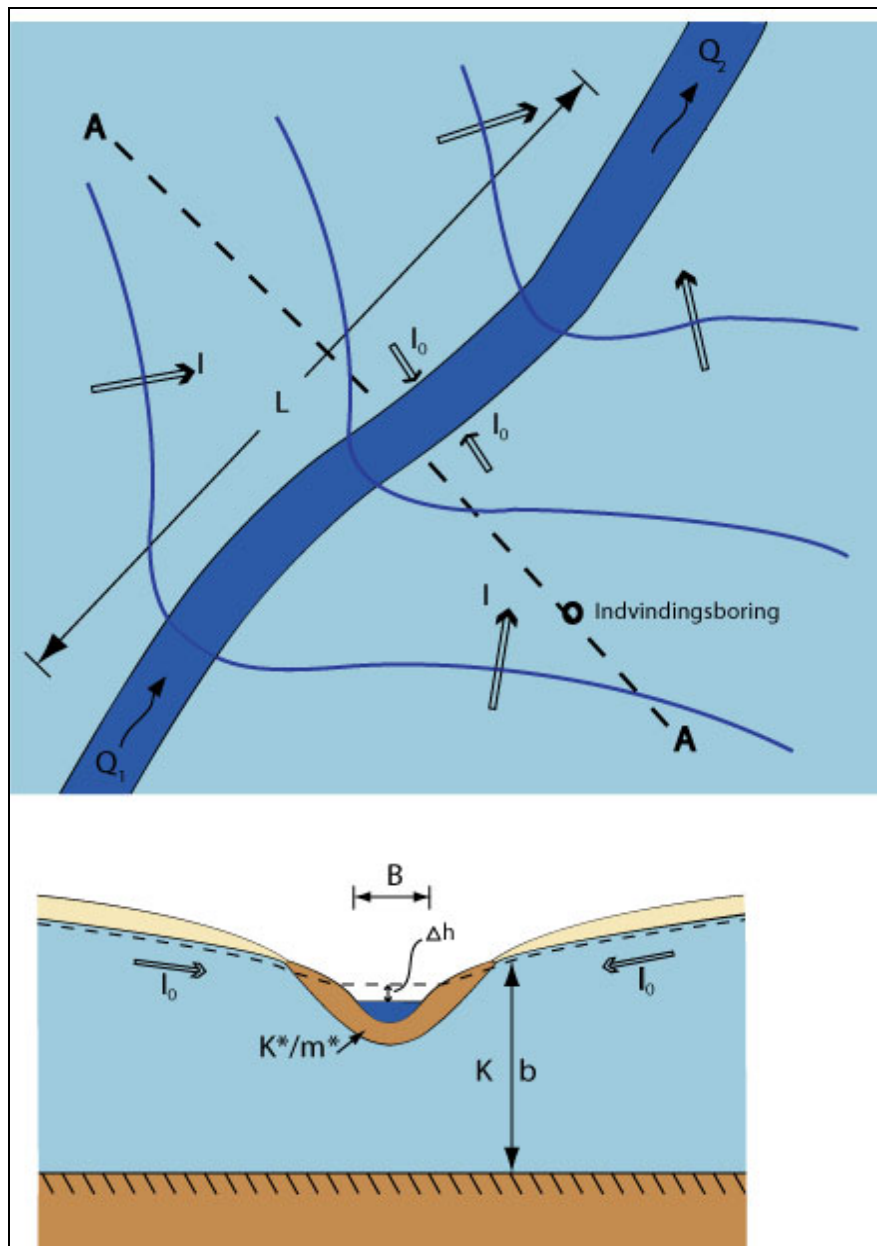


Fig. 1. Vandudveksling mellem grundvand og vandløb under naturlige strømningsforhold

I fig.1 er skitseret en situation med et vandløb, der løber igennem et område, hvor der er reduceret hydraulisk kontakt til et grundvandsmagasin med frie vandspejlsforhold. Udvekslingen af vand foregår som skitseret udelukkende gennem en sedimentationszone i vandløbets bund (kontaktzonen), der har en gennemsnitlig tykkelse på m^* [m]. Zonens gennemsnitlige hydrauliske ledningsevne er K^* [m/s], således at lækagefaktoren for bunden bliver K^*/m^* [s^{-1}]. Betragtes den ene halvdel af grundvandsoplandet til vandløbet fås en tilstrømning vinkelret herpå, q [m^2/s], pr. meter vandløb på $q_1 = I_0 \times T$ (I_0 er gradienten på grundvandsspejlet [m/m] tæt på vandløbet (og vinkelret herpå) og T grundvandsmagasinet's transmissivitet [m^2/s]).

Hvis der optræder en ringere hydrauliske ledningsevne i bundlaget end i det omgivende grundvandsmagasin vil der være opbygget en trykforskel mellem grundvandet og vandløbet, Δh [m]. Mængden af vand, der strømmer op gennem vandløbets bund med bredden B [m], kan derfor udtrykkes som

$$q_2 = \frac{\Delta h}{m^*} \times B \times K^*$$

Med afsæt i kontinuitetsligningen vil den mængde vand, der strømmer op i vandløbet gennem den halve bund, $\frac{1}{2}q_2$, være den samme som grundvandstilstrømningen, q_1 . Dette forudsætter naturligvis en rimelig symmetrisk tilstrømning fra begge sider til vandløbet. I modsat fald må de eventuelle tilstrømninger betragtes særskilt. Symmetribetragtningen giver følgende relation:

$$\frac{1}{2}q_2 = q_1 = \frac{\Delta h}{m^*} \times \frac{1}{2} \times B \times K^* = I_o \times T$$

eller følgende udtryk for vandløbsbundens lækagefaktor

$$\frac{K^*}{m^*} = 2 \times \frac{T \times I_o}{\Delta h \times B}$$

Dette udtryk kan med fordel anvendes i forbindelse med beregning af vandløbspåvirkning, såfremt der ikke findes mere præcise data vedrørende lækagefaktoren for vandløbsbunden. Det skal understreges, at udtrykket i denne form forudsætter symmetrisk grundvandstilstrømning til vandløbet, men samme princip kan anvendes – også ved fastlæggelse af f.eks. lækagefaktor for søbunde.

BEREGNING AF VANDINDVINDINGSPÅVIRKNING

Metoder til beregning af reduktion i vandløbs vandføring tager i sin simpleste version udgangspunkt i Theis' udtryk for ikke-stationær strømning til en boring, hvorfra der pumpes. Ud over de forudsætninger, der er gældende for det almene sænkingsudtryk, regnes der med, at vandløbet har fuld hydraulisk kontakt med det vandførende lag i hele dets tykkelse, og at vandløbet har uendelig, retlinet udstrækning.

Beregningsudtrykket, der oprindeligt er udviklet af Theis og senere gjort praktisk anvendeligt af Jenkins, har følgende form:

$$\Delta Q = Q \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{Sl^2}{4Tt}} \right)$$

Hvor ΔQ [m³/s] er reduktionen i vandløbets vandføring som funktion af den konstante op-pumpning, Q , fra en pumpeboring beliggende i afstanden ℓ fra vandløbet. erfc betegner den komplementære fejlfunktion, der kan udtrykkes som det uendelige integral:

$$\operatorname{erfc}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} \exp(-y^2) dy$$

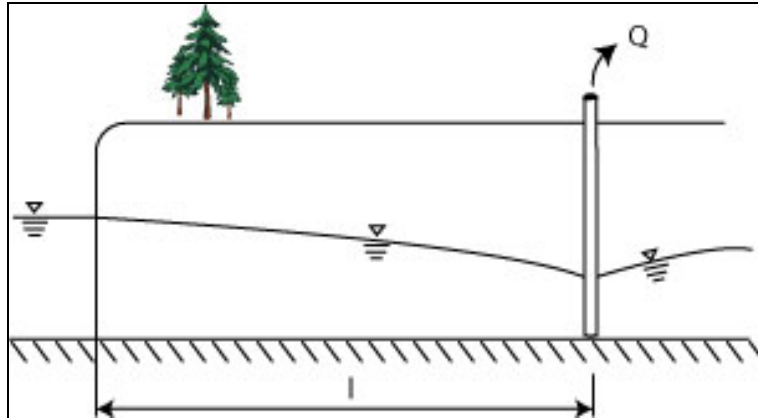


Fig. 2. Theis/Jenkins vandløbssituation

Hantush udvidede metodens anvendelighed til at omfatte et vandløb med en semipermeabel kontaktzone mellem grundvands- og vandløbssystemet, jf. fig. 3, der udtrykker en reduceret hydraulisk forbindelse mellem de to systemer. Et forhold der ofte er gældende som følge af bl.a. sedimentationsprocesserne i vandløbet.

Hunt har senere modificeret Hantush' forudsætninger om, at vandløbet skal gennemskære hele det vandførende lags tykkelse til den mere realistiske tilnærmelse, hvor vandløbsbundens udstrækning såvel vandret som lodret kan være af lille udstrækning sammenlignet med det vandførende lags tykkelse, b. Beregningsudtrykket er næsten identisk og har følgende form:

$$\Delta Q = Q_w \operatorname{erfc}\left(\sqrt{\frac{Sl^2}{4Tt}}\right) - \exp\left(\frac{\lambda^2 t}{4St} + \frac{\lambda l}{2T}\right) \operatorname{erfc}\left(\sqrt{\frac{\lambda^2 t}{4ST}} + \sqrt{\frac{Sl^2}{4Tt}}\right)$$

$\lambda = 2B \cdot (K^*/m^*)$ udtrykker vandløbsbundens lækagefaktor, hvor B er den effektive vandløbsbredde svarende til den effektive bredde af den del af den lavpermeable vandløbsbund, der deltager i vandudvekslingen), m^* er den effektive afstand mellem vandløbsbunden og magasinet, mens K^* er bundlagets hydrauliske ledningsevne. Som det næsten umiddelbart ses, kan λ generelt være meget svær at bestemme i praksis. Værdier for λ bestemmes bedst ud fra pumpetests, sekundært bestemmes de ud fra vandbalance beregninger, eller skønnes på baggrund af lokale erfaringstal, herunder værdier angivet i litteraturen.

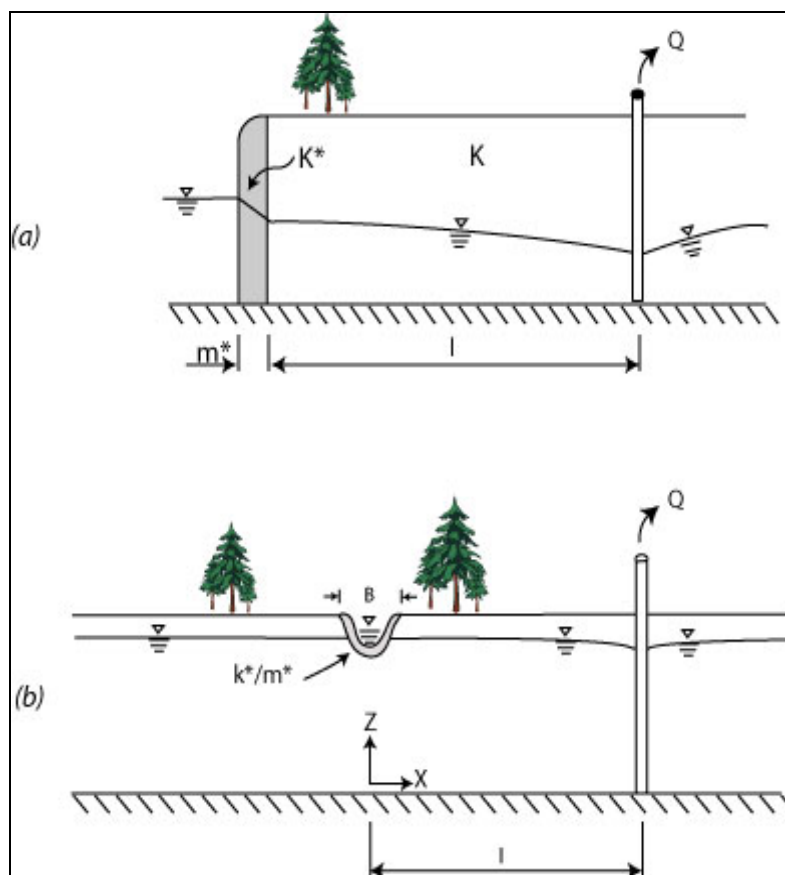


Fig. 3. Hantush' (a) og Hunt's (b) modificerede vandløbssituation

Eksempler på vandføringsreduktion som følge af oppumpning af grundvand ses beregnet i fig. 4. Dels er angivet påvirkningen som følge af kontinuert oppumpning (øverste kurve) og påvirkning af vandføringen med sæsonbestemt indvinding (markvanding). Ved den sæsonbestemte indvinding ses, hvorledes påvirkningen fra en enkelt pumpeperiode kan adderes til at simulere en flereårig påvirkning med cyklisk varierende pumpeperioder. Kasseprofilerne illustrerer den cykliske oppumpning og den "savtaktede" kurve den forårsagede vandløbsreduktion. Henholdsvis maksimums og minimums påvirkningerne ses at vokse lidt over årene, men vil asymptotisk nærme sig en konstant værdi efter nogle år. Såfremt der var kontinuert oppumpning, ville vandløbsreduktionen ses at nærme sig værdien $\Delta Q/Q = 1$ efter lang tid – især bestemt af vandløbsbundens lækagekoefficient, K^*/m^* , og det vandførende lags transmissivitet, T .

EFTERSKRIFT

De analytiske beregningsmetoder, der er givet eksempler på i ovenstående, omfatter en lang række løsningsmodeller, som er elegante derved, at de direkte afspejler de fysiske forhold og betydningen af de indgående parametre. Hvis de aktuelle forhold er præcis som forudsat i den pågældende metode, vil modellen også kunne give et helt præcist resultat. Svagheden er imidlertid, at de analytiske metoder ikke besidder en fleksibilitet, så de kan tilpasses lokale variationer på samme måde som de numeriske modeller. Her kan usikkerheden på beregningsresultatet

taterne ofte reduceres væsentligt ved bedre tilpasning. Til gengæld er det ofte forbundet med en ikke uvæsentlig ekstra indsats at opstille og kalibrere en numerisk model, der også giver pålidelige beregningsresultater. For anvendelsen af numeriske modeller fritager ikke modelbyggeren fra at forholde sig indgående til de konkrete fysiske forhold. Snarere tværtimod. Ulempen ved brug af numeriske modeller er, at en del af det enkle overblik, som de analytiske metoder umiddelbart giver, mistes.

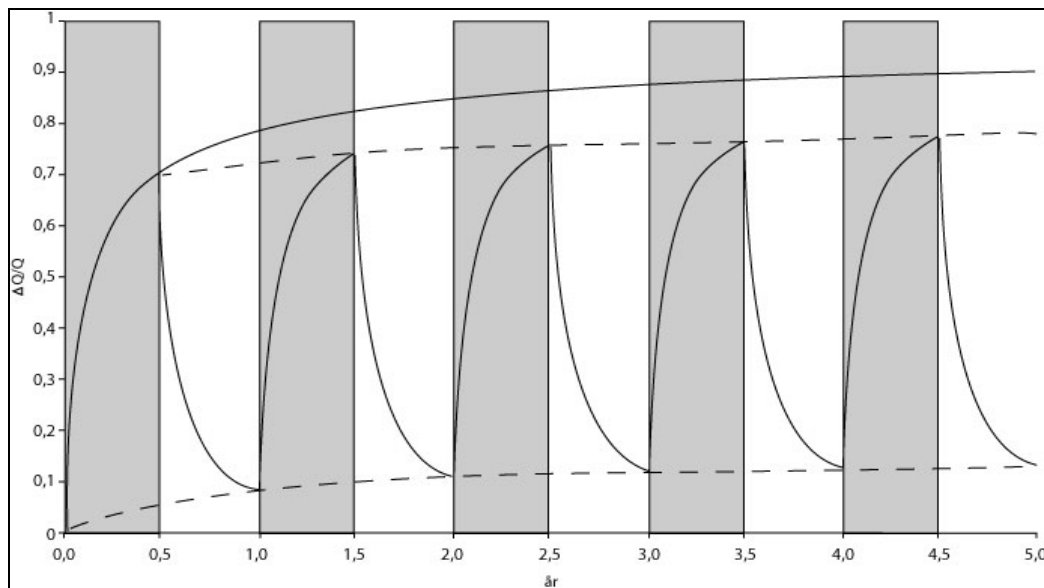


Fig. 4. Vandføringsreduktion med cyklisk varierende oppumpning. (oppumpning halvdelen af året).

Derfor er det ”rigtige” valg af modelværktøj meget afgørende for beregningsresultatets værdi. Dette valg forudsætter ud over almen viden om metoderne også en god forestillingsevne og vis portion kreativitet for at de hydrologiske modeller, såvel analytiske som numeriske, giver et troværdigt billede af de strømningsmæssige forhold som grundlag for analyse og vurdering af påvirkningen af vandmiljøernes flora og fauna. I de hydrologiske beregningerne indgår der en række faktorer, som er behæftet med en varierende grad af usikkerhed. Faktorerne kan groft inddeles i tre hovedkategorier:

- Valg af *Situation* (fysisk strømningssystem), der bedst beskriver den pågældende problemstilling, og de processer der er knyttet hertil
- Valg af *Metode* til beregning af ændringer og konsekvenser på grundlag af den valgte situation
- Fastlæggelse af de *Parametre*, som metoden forudsætter, skal indgå i beregningerne.

For nogle af de mange faktorer er det umiddelbart muligt at sætte konkrete tal på usikkerheden, for andre faktorer vil usikkerheden i første omgang kun kunne beskrives kvalitativt. De usikkerheder, der er knyttet fastlæggelse af det fysiske strømningssystem (konceptualiseringen), udspringer bl.a. af følgende forhold:

- Forkert valg af forenklet situationsbillede (stereotyp). Afhængigt af hvor forkert valget er fra ”det rigtige”, vil det i sin yderste konsekvens kunne give nærmest ubrugelige resultater.
- Usikkerheden kan også skyldes, at der ikke er stereotyper nok at vælge imellem. At opdelingen er for grov og upræcis, og at den aktuelle situation måske ligger et sted midt imellem eller måske er en kombination af to eller flere opstillede stereotyper.
- Tidsdimensionen spiller en stor rolle. Kan problemet løses ”godt nok” med stationære forhold som udgangspunkt, og hvordan skal eventuelle fluktuationer over en given periode (vandspejl, grundvandsdannelse etc.) derfor midles? Viser dynamiske beregninger sig imidlertid at være afgørende for problemets løsning er det vigtigt at være opmærksom på, at bl.a. grundvand og vandløb har meget forskellig tidsskala, i intervallet måneder og dage til timer og sekunder/minutter.

Endelig er det afgørende at sikre, at forudsætningerne for den valgte metode og dens brug er opfyldt i den konkrete situation. Dette kan umiddelbart lyde som en banalitet, men er ikke desto mindre et punkt, hvor der ofte syndes groft med fejleregninger og forkerte konklusioner til følge.

REFERENCER

De Wiest, R.J.M., *Geohydrology*. John Wiley & Sons, Inc., 65-16427 USA. 366 p. 1965.

Freeze, R.A., and J.A.Cherry, *Groundwater*. Prentice – Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 07632. USA. 604 p. 1979.

Winther, T.C., J.W. Harvey, O.L. Francke, and W.M. Alley, *Ground Water and Surface Water, A single Resource*. U.S. Geological Circular 1139, Denver, Colorado. 1998.

Vandforsyningsplanlægning 2. del - planlægning af vandindvinding fra overfladevand. 1979. Vejledning fra Miljøstyrelsen.

Iversen, H.L. & Ovesen, N.B. 1997: Vandføringsevne i danske vandløb 1976 – 1995. 2. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 56 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 218.

Miljøstyrelsen 2002: Videnstatus for sammenhæng mellem tilstanden i grundvand og overfladevand. Arbejdsrapport nr. 21,

Københavns Amt og WaterVision as 2004: Vandindvindingens påvirkning af vandløb, søer og vådområder. Vejledning.

Københavns Amt og Sønderjyllands Amt 2006: Miljøøkonomisk demonstrationsværktøj til forvaltning af vandressourcer. Udviklingsprojekt udført af WaterVision as og Carl Bro as.

Madsen, B. & Jacobsen, B. 2007: Hydrologisk og økonomisk analyse af vandføring i vandløb. By- og Landskabsstyrelsen. <http://www.blst.dk/udgivelser/udgivelser2007/>

TÆRSKELVÆRDIER FOR GRUNDVAND BASERET PÅ MILJØMÅL FOR AFHÆNGIGE ØKOSYSTEMER

Seniorforsker Klaus Hinsby, GEUS
Seniorhydrolog Mette Dahl, GEUS

ATV Jord og Grundvand

Grundvand/overfladevand-interaktion

Schæffergården, Gentofte
27. januar 2009

RESUMÉ

Nærværende præsentation fokuserer på vurderingen af grundvandets kemiske tilstand ved hjælp af tærskelværdier fastsat til beskyttelse af tilknyttede akvatiske økosystemer, men metoder til fastsættelse af tærskelværdier for beskyttelse af legitime anvendelser (drikkevand m.m.) og afhængige terrestriske økosystemer berøres også kort. Tærskelværdier er en miljøstandard, som skal fastsættes for forurenende stoffer, som Vandrammedirektivets artikel 5 karakteriseringer, har konstateret truer grundvandet. Tærskelværdier skal således ikke fastsættes for alle kendte forurenende stoffer, men blot dem der truer en given grundvandsforekomst. Følgende stoffer skal vurderes som et minimum: arsen, cadmium, bly, kviksølv, ammonium, klorid, sulfat, triklorethylen, tetraklorethylen, elektrisk ledningsevne. Grænseværdier for nitrat (50 mg/l) og pesticider samt deres nedbrydningsprodukter (0.1 µg/l for enkelt pesticid / 0.5 µg/l for $\sum$ pesticider) er fastsat i andre direktiver, der stadig gælder. Grundvandsdirektivet angiver imidlertid, at der skal fastsættes strengere tærskelværdier for f.eks. nitrat, såfremt det er nødvendigt for at opnå god tilstand og opfylde miljømål i tilknyttede økosystemer. Overholdes disse ikke, opfylder grundvandsforekomsten ikke kravet om god status. Her gives et eksempel med nitrat, der illustrerer, at dette forhold kan få betydelige konsekvenser for tilstandsvurderinger af dansk grundvand i fremtiden. I et EU-projekt, afsluttet i 2006, blev der eksempelvis beregnet en tærskelværdi på 18 mg/l nitrat for det øvre iltholdige grundvand i Odense Fjord oplandet på baggrund af EU-retningslinier og miljømål for Odense Fjord (Hinsby et al., 2008). En lignende tærskelværdi (16 mg/l) er siden estimeret for det øvre iltholdige grundvand i Horsens Fjord oplandet (Thorling et al., 2008).

BAGGRUND

EU's Vandramme- og Grundvandsdirektiver, som blev vedtaget henholdsvis i 2000 og 2006, fastsætter rammer og kriterier for beskyttelse og tilstandsvurdering af grundvand og overfladevand. Tilstandsvurderingen skal foretages med henblik på, at alle EU-lande skal sikre god, kvantitativ og kemisk tilstand for grundvandsforekomster senest i år 2015.

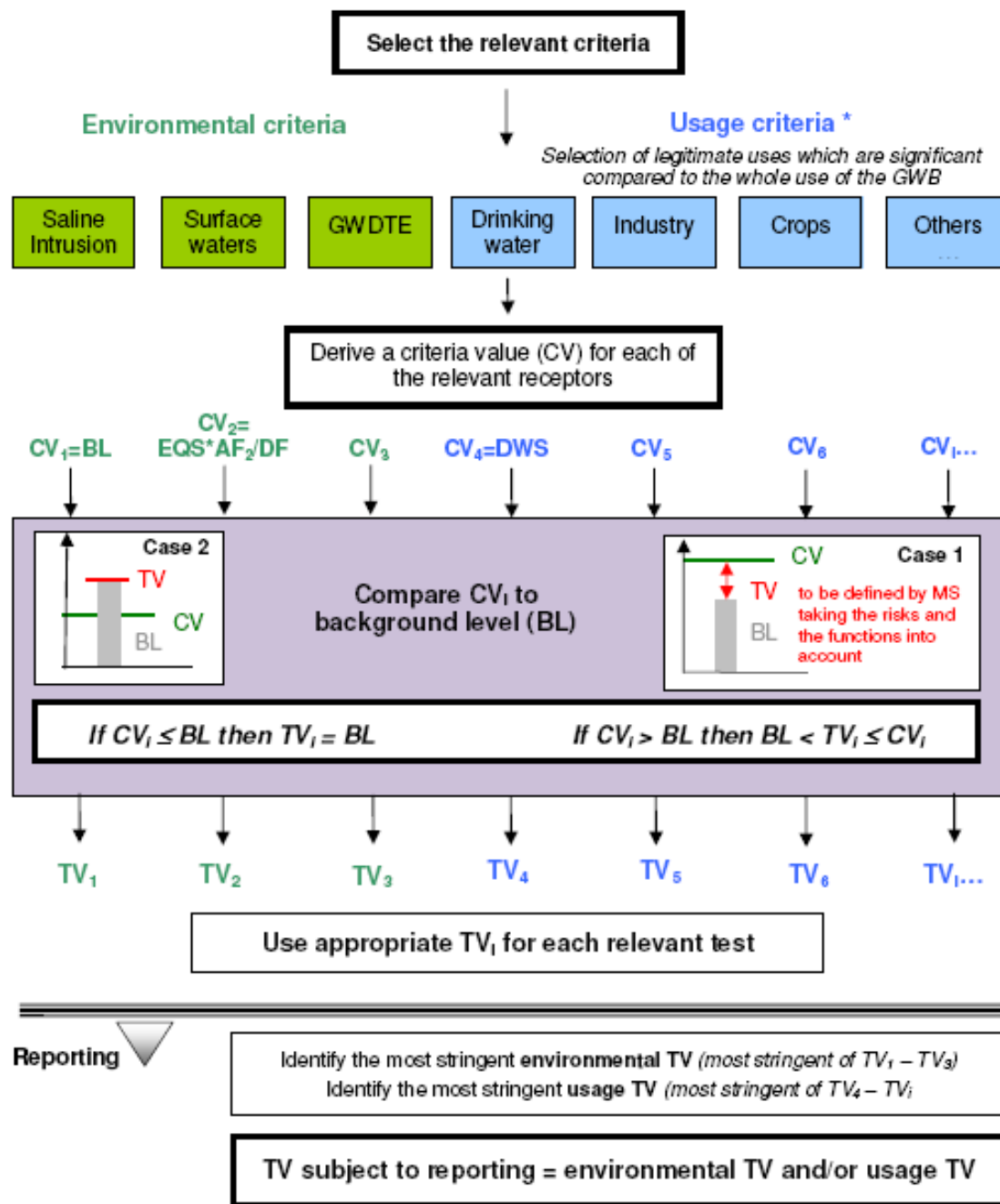
FORMÅL

Formålet med præsentationen er at give læserne en bedre forståelse af intentionerne med og de mulige konsekvenser af retningslinierne for tilstandsvurdering af grundvandet på basis af fastsættelse af tærskelværdier til beskyttelse af ”faktiske eller potentielle legitime anvendelser” (drikkevand, markvanding etc.) samt ”tilknyttede akvatiske og afhængige terrestriske økosystemer”, som er udarbejdet i EU-arbejdsgrupper gennem de sidste par år. Retningslinierne for tilstandsevalueringen af grundvand (Grath et al., 2008) ”Guidance on groundwater status and trend assessment”) er godkendt i EU ved udgangen af 2008.

METODER

EU-retningslinierne beskriver en række metoder til vejledning for de enkelte landes arbejde med gennemførelse af tilstandsvurderingerne. Det krævede arbejde er omfattende, og datakravene er store, især når grundvandets tilstand og fastsættelsen af tærskelværdier skal baseres på miljømål for tilknyttede akvatiske eller afhængige terrestriske økosystemer. Figur 1

viser principperne for fastsættelse af tærskelværdier på basis af miljøstandarder og miljømål for legitime anvendelser (drikkevand m.m.) og økosystemer.



Figur 1. Illustration af procedure for fastlæggelse af tærskelværdier for grundvand. (Grath et al., 2008)

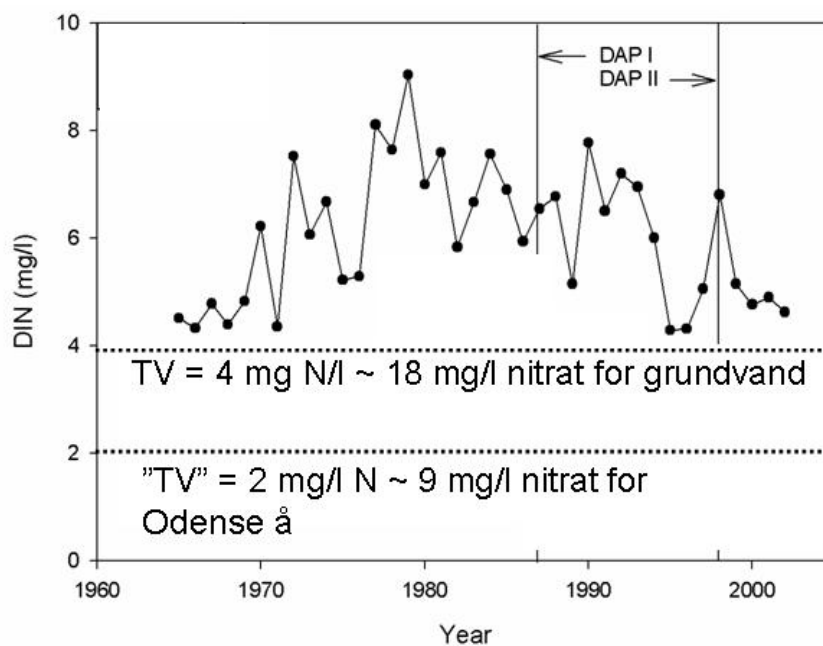
Detaljeret beskrivelse af metoden til fastlæggelse af tærskelværdien for nitrat for Odense Fjord oplandet, der her anvendes som eksempel, er for omfattende til at kunne præsenteres i nærværende publikation, og der henvises derfor til Hinsby et al. (2008). Her skal blot nævnes,

at beregningen af tærskelværdien for Odense Fjord oplandet bygger på omfattende undersøgelser af næringsstofbalancen og vandudvekslingen i Odense Fjord (Nielsen et al., 2003). Nielsen et al. (2003) estimerer, at kvælstof-belastningen af Odense Fjord skal reduceres til en trediedel i forhold til belastningen i år 2000, før god tilstand kan opnås.

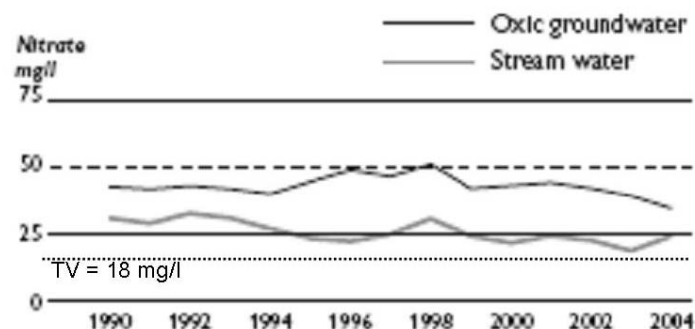
Nielsen et al. (2003) angiver, at Odense Å er den største enkeltkilde til N-belastningen af fjorden og bidrager med ca. halvdelen af den samlede belastning. Ved beregningen af tærskelværdien for grundvandet er det derfor antaget, at N-belastningen af Odense Å, og dermed de afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer, ligeledes skal reduceres til en trediedel af belastningen i år 2000. Ved hjælp af denne antagelse og en estimeret kombineret fortynding og nedbrydningsfaktor på 0.5 mellem det øvre oxiske grundvand og Odense Å (Windolf et al. 2003, Hansen, 2006, Hinsby et al. 2008), er det herefter muligt at udlede en tærskelværdi for det øvre oxiske grundvand i Odense Fjord oplandet baseret på miljømål for Odense Fjord.

RESULTATER

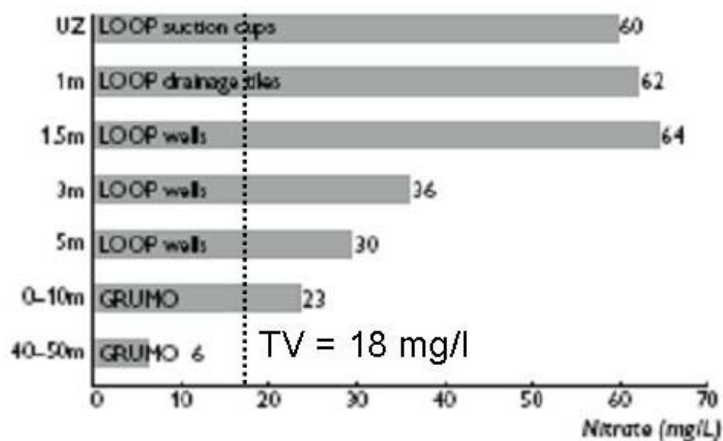
Figur 2, 3 og 4 sammenligner den beregnede nitrat tærskelværdi for grundvand i Odense Fjord oplandet, baseret på antagelserne nævnt i forrige afsnit, med gennemsnitlige nitratværdier i forskellige dele af vandkredsløbet i Odense Fjord oplandet og Danmark.



Figur 2. Beregnet tærskelværdi (TV = 18 mg/l) for nitrat i iltholdigt grundvand i Odense Fjord oplandet, og estimeret bæredygtig nitrat-koncentration i Odense Å, sammenlignet med årlige gennemsnitsværdier for DIN ($=\text{NO}_3\text{-N}+\text{NO}_2\text{-N}+\text{NH}_4\text{-N}$) i Odense å i perioden 1964-2002. DAP I og DAP II er hhv. VMP I og VMP II. Modificeret efter Larsen et al. (2008).



Figur 3. Beregnet tærskelværdi (TV = 18 mg/l) for nitrat i iltholdigt grundvand i Odense Fjord oplandet sammenlignet med gennemsnitsværdier for nitrat i iltholdigt grundvand i Danmark (Thorling, 2007) og danske vandløb (Kronvang et al., 2008). Modificeret efter Hinsby og Jørgensen (2009).



Figur 4. Beregnet tærskelværdi (TV = 18 mg/l) for nitrat i iltholdigt grundvand i Odense Fjord oplandet sammenlignet med gennemsnitsværdier for nitrat i umættet zone, dræn og monitoringsboringer i forskellige dybder i alle LOOP områder (Grant, 2007) og GRUMO monitoringsboringer i to forskellige dybdeintervaller i sand og grus magasiner i Danmark. Modificeret efter Hinsby og Jørgensen (2009).

DISKUSSION

Ovenstående figurer viser, at der er behov for yderligere markante reduktioner af kvælstofudvaskningen til grundvand, vandløb og kystvande i Danmark. Beregningerne er gennemført som et eksempel på, hvordan tærskelværdier for grundvand kan sættes for at beskytte akvatiske økosystemer, og er baseret på relativt usikre estimater for Odense Fjord. Estimaterne

bygger dog på resultater fra en af de hidtil mest veldokumenterede undersøgelser af næringsstofbelastningen af kystvande i Danmark (Nielsen et al., 2003). Den beregnede tærskelværdi kan ikke overføres direkte til andre oplande, men det må forventes, at der, især i lerede oplande, er behov for en betydelig reduktion af kvælstofudvaskningen inden år 2015. Der er således behov for, at der i lerede oplande fastsættes tærskelværdier for nitrat i iltholdigt grundvand, der ligger betydeligt under drikkevandskravet. Dette er i overensstemmelse med konklusionen i den for nyligt afrapporterede midtvejsevaluering af VMPIII (Waagepetersen et al., 2008). Den nødvendige reduktion vil blive uhyre vanskelig at nå inden år 2015, og samtidigt vil forventede klimaændringer medvirke til, at miljømålene bliver endnu vanskeligere at opfylde, idet stigende vinternedbør mm. vil medføre øget udvaskning af næringsstoffer fra landbrugsarealerne (Waagepetersen et al. 2008). En øget forståelse af interaktionen mellem grundvand og overfladevand (Dahl, 2008; Dahl et al., 2009) og kombineret modellering og monitoring (Refsgaard et al., 2008), hvor både afstrømning og variationer i nitratkoncentrationer tages i betragtning, vil være vigtige værktøjer til bedre at kunne planlægge mulige tiltag til reduktion af kvælstofudvaskningen til vandmiljøet (Dahl, 2008; Dahl og Hinsby, 2009; Vindum et al. 2009).

KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

Der er givet et eksempel på fastsættelse af tærskelværdier for grundvand, baseret på miljømål og en estimeret bæredygtig kvælstofbelastning for Odense Fjord, som eksempel på et tilknyttet akvatisk økosystem. Udover næringsstofferne (N og P) er der fremover behov for at vurdere en række andre forurenende stoffers udvaskning til grundvandet og tilknyttede akvatiske og afhængige terrestriske økosystemer. Der forestår et betydeligt arbejde før sammenhængen mellem tilstanden i grundvandet og de tilknyttede akvatiske og afhængige terrestriske økosystemer kan klarlægges. Arbejdet kræver tæt samarbejde mellem de relevante myndigheder og forskningsinstitutioner på tværs af fagområder. God og velunderbygget forståelse af den kvantitative og kemiske interaktion mellem grundvand og tilknyttede økosystemer er en forudsætning for hensigtsmæssig fastsættelse af tærskelværdier for grundvand baseret på miljømål for tilknyttede akvatiske og afhængige terrestriske økosystemer.

REFERENCER

- Grant, R. (ed.), 2007. Landovervågningsoplande 2006. Rapport nr. 640, DMU, Aarhus Universitet.
- Grath, J., Ward, R., Blum, A., Legrand, Martin A., Broers H.P., 2008. Guidance on groundwater status and trend assessment. Final draft of guidance document for approval by SCG, 15.10.2008, Working Group C - groundwater, Environmental Protection Agency, Austria.
- Dahl, M. et al., 2009. Anvendelsesmuligheder for GOI typologien. Nærværende publikation.
- Dahl, M., 2008. GOI kortlægning og beskyttelsesstrategi i naturgenopretningsområder i Åkær Å oplandet. GEUS rapport nr. 20.
- Dahl M. and Hinsby K. GSI typology – Typology of Groundwater/Surface water interaction, 2008. In: Proceedings of the conference “EU Groundwater Policy Developments - Good status objectives and integrated management planning”, UNESCO Paris, November 13-14.
- Hansen, J. R. Nitrate modelling at catchment scale., 2006. PhD thesis, Geological Survey of Denmark and Greenland, 2006/69.
- Hinsby, K. og Jørgensen, L.F., in press. Groundwater monitoring in Denmark and the Odense pilot river basin in relation to EU legislation. In: Ph. Quevauviller, M. Fouillac, J. Grath and R. Ward (eds.) Groundwater Quality Assessment and Monitoring. Wiley..

- Hinsby, K., Condesso de Melo, M.T. and Dahl, M., 2008. European case studies supporting the derivation of natural background levels and groundwater threshold values for the protection of dependent ecosystems and human health. *Science of the Total Environment* 401, pp. 1-20.
- Kronvang, B., H. E. Andersen, C. Borgesen, T. Dalgaard, S. E. Larsen, J. Bogestrand and G. Blicher-Mathiesen, 2008. Effects of policy measures implemented in Denmark on nitrogen pollution of the aquatic environment, *Environmental Science & Policy*, 11, pp. 144-152.
- Larsen, M., Søgaaard, A.D.H. and Hinsby, K., 2008. Temporal trends in N & P concentrations and loads in relation to anthropogenic effects and discharge in Odense River 1964-2002, *Hydrology Research*, 39, pp. 41-54.
- Nielsen, K., Styczen, M., Andersen, H. E., Dahl-Madsen, C. D., Refsgaard, J. C., Pedersen, S. E., Hansen, J. R., Larsen, L. M., Poulsen, R. N., Kronvang, B., Børgesen, L., Stjernholm, M., Vilholt, K., Krogsgaard, J., Ernsten, V., Jørgensen, O., Windolf, J., Friis-Christensen, A., Uhrenholdt, T., Jensen, M. H., Hansen, I. S., og Wiggers, L., 2003. Odense Fjord – Scenarier for reduktion af næringsstoffer. 485, -276.. Copenhagen, Miljøministeriet - Danmarks Miljøundersøgelser. Faglig rapport fra DMU.
- Refsgaard, J.C.; Jørgensen, L.F., Højberg, A.L., Demetriou, C., Onorati, G. and Brandt G. Joint Modelling and Monitoring of Aquatic Ecosystems, 2008. In: Ph. Quevauviller, U. Borchers, K. Clive Thompson and T. Simonart (eds.) *The Water Framework Directive – Ecological and Chemical Status Monitoring*. Wiley, Chichester.
- Thorling, L. (ed.), 2007. Grundvand – tilstand og udvikling 1989-2006. GEUS rapport, www.grundvandsovervaagning.dk.
- Thorling, L., Larsen, C.L. and Hinsby, K., 2008. The challenge of deriving threshold values and background levels for groundwater in Denmark. In: Proceedings of the conference “EU Groundwater Policy Developments - Good status objectives and integrated management planning”, UNESCO Paris, November 13-14.
- Vindum, J. et al., 2009. Nitratreduktion og naturgenopretning i Åkær Å oplandet til beskyttelse af Natura2000-området Lillebælt. Nærværende pulikation.
- Waagepetersen, J., Grant, R., Børgesen CD og Iversen, TM, 2008. Midtvejsevaluering af Vandmiljøplan III. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet og DMU Aarhus Universitet, december.
- Windolf, J, Jørgensen O., Müller-Wohlfeil D.-I., Jensen M.H, 2003. Kvælstof fra jord til Fjord. *Vand og Jord*, 10, 102-105.

ANVENDELSESMULIGHEDER FOR GOI TYPOLOGIEN

Seniorhydrolog Mette Dahl, GEUS
Seniorforsker Klaus Hinsby, GEUS
Geolog Jette Vindum, Kolding Kommune

ATV Jord og Grundvand

Grundvand/overfladevand-interaktion

Schæffergården, Gentofte
27. januar 2009

RESUME

Artiklen præsenterer indholdet i en rapport, der skrives af en projektgruppe ved GEUS og udgives af By- og Landskabsstyrelsen primo 2009 (Dahl et al., under udarbejdelse). I rapporten præsenteres koncepterne i GOI typologien kort, og der gives en praktisk vejledning i GOI kortlægning. Typologiens anvendelsesmuligheder indenfor en række problemstillinger relateret til Vandramme- og Grundvandsdirektiverne præsenteres som enten dokumenteret eller potentiel. For dokumenterede problemstillinger gennemgår rapporten den konceptuelle systemforståelse, som typologien bidrager med, giver eksempler på anvendelse samt henvisning til praktiske kortlægningsmetoder. For problemstillinger, hvori typologien vurderes potentielt anvendelig, gennemgår rapporten ligeledes, hvilken konceptuel systemforståelse, typologien bidrager med, samt dens eventuelle anvendelse i kombination med andre metoder. Rapporten giver eksempler fra udviklings- og forskningsprojekter samt foreslår yderligere nødvendig testning, metodeudvikling eller forskning for at afgøre typologiens anvendelighed.

BAGGRUND

EU's Vandramme- og Grundvandsdirektiver fastsætter, at alle EU medlemslande skal opnå god tilstand for grundvand, overfladevand (akvatiske økosystemer) og terrestriske økosystemer i 2015. EU's Habitatdirektiv fastsætter derudover, at medlemslandene skal sikre eller genoprette gunstig bevaringsstatus for naturtyper, dyre- og plantearter af særlig betydning for naturen i EU. Direktiverne anerkender, at de enkelte vandforekomster og økosystemer ikke kan betragtes isoleret, og at der er behov for en integreret administration af dem. I Danmark udmøntes dette i kommende vand- og naturplaner, hvis indsats- og handleprogrammer skal koordineres i størst muligt omfang.

Ifølge direktiverne skal grundvandets tilstand derfor ikke længere blot klassificeres i forhold til drikkevandsanvendelse, men også i forhold til grundvandets kvantitative og kemiske påvirkning af tilknyttede akvatiske og afhængige terrestriske økosystemer.

Det betyder i praksis, at grundvandsforekomster ikke kan opnå god kvantitativ tilstand, hvis ådale og vandløb ikke modtager tilstrækkelig grundvandsudstrømning forårsaget af vandindvinding til at opretholde god økologisk tilstand i vådområder (terrestrisk økosystem) og/eller vandløb. For at opnå god kvantitativ tilstand for grundvandsforekomster har By- og Landskabsstyrelsen opstillet et vejledende kriterium for påvirkningsgrad, der sætter grænsen for god tilstand ved en maksimal reduktion af medianminimum vandføringen på 25 %.

Tilsvarende kan grundvandsforekomster ifølge direktiverne som udgangspunkt ikke opnå god kemisk tilstand, hvis tilknyttede vandløb, søer eller kystvande ikke kan opfylde deres miljømål på grund af forurening, der stammer fra grundvandet. God kemisk tilstand fastsættes bl.a. ud fra kvalitetsstandarder (tærskelværdier) for grundvand baseret på kvalitetsstandarder for:

- Legitime anvendelser af grundvand (drikkevand, markvanding, industri)
- Tilknyttede akvatiske økosystemer eller
- Afhængige terrestriske økosystemer.

Disse principper skal, ligeledes ifølge direktiverne, tilgodeses og indarbejdes i danske vand- og naturplaner. Det forudsætter et grundigt kendskab til hele det hydro(geo)logiske system, ikke mindst til vand- og stofudvekslingen (interaktionen) mellem grundvandet og de tilknyttede og afhængige økosystemer (naturtyper).

GOI typologien er et vigtigt værktøj til at opnå en systematisk konceptuel forståelse af interaktionen mellem grundvand, ådale og vandløb, såvel strømningsmæssigt som kemisk. Skal interaktionen kvantificeres både med hensyn til vand- og stofudveksling, er det imidlertid også nødvendigt at inddrage metoder som hydrokemisk karakterisering og hydrologisk modellering.

En systematisk konceptuel forståelse af grundvand/overfladevand interaktionen er således en forudsætning for:

- Vurdering af grundvandsforekomsters kvantitative og kemiske tilstand.
- Hensigtsmæssig og effektiv beskyttelse eller genopretning af grundvandsafhængige akvatiske og/eller terrestriske økosystemer.
- Vurdering af aktuel og fremtidig potentiel nitrutfjernelse i ådalsmagasiner (naturgenopretning).
- Udpegning af deloplande med stor belastning af tilknyttede akvatiske og terrestriske økosystemer.
- Detaljeret modellering af vand- og stofudveksling mellem grundvand og vandløb.
- Optimering og integration af kvantitativ og kemisk overvågning af tilstand i grundvand og overfladevand.

FORMÅL

Formålet med rapporten er:

- At give en kort præsentation af GOI typologiens opbygning og koncepter.
- At give en praktisk vejledning i GOI kortlægning.
- At gennemgå GOI typologiens anvendelsesmuligheder i forbindelse med vurdering af grundvandets kvantitative og kemiske tilstand baseret på miljømål om god økologisk og kemisk tilstand i tilknyttede akvatiske og afhængige terrestriske økosystemer i henhold til direktiver og retningslinier fra EU og miljøministeriet.
- At give en status for og eksempler på dokumenterede anvendelsesmuligheder.
- At give en status for potentielle anvendelsesmuligheder, hvori GOI typologien kan anvendes, eventuelt i kombination med andre metoder, og/eller hvori der er behov for yderligere testning, metodeudvikling eller forskning for at afgøre anvendeligheden.

MÅLGRUPPE

Rapporten henvender sig til miljøcentre, kommuner og rådgivere. Det er hensigten, at rapporten sammen med en eventuel deltagelse i et todages kursus skal give brugeren mulighed for at forstå koncepterne i GOI typologien og selv udføre kortlægningen.

VIDENSBEHOV

Der er behov for store datamængder og gode konceptuelle modeller indenfor forskellige fagdiscipliner ved vurdering af grundvandets kvantitative og kemiske tilstand baseret på miljømål om god tilstand i tilknyttede akvatiske og afhængige terrestriske økosystemer.

By- og Landskabsstyrelsen har afgrænset projektet til primært at beskæftige sig med udveksling mellem grundvand og vandløb (ådale) og efterspørger særligt viden om:

- Grundvandsforekomsters kontakt til ådale og vandløb, herunder skalaproblematik.
- Udpegning af hvilke ådalstyper/deloplande, der er særligt kritiske for at opnå god tilstand i overfladevand, da der er særlig grund til at fokusere på disse i en kommende revision af overvågningsprogrammet.
- Fortynding og nedbrydning mellem grundvand og overfladevand i relation til opstilling af tærskelværdier for grundvandsforekomster.

På en workshop afholdt i projektet i 2008 med deltagelse af projekt- og følgegruppe fremkom nedenstående udfordringer, erfaringer og anbefalinger fra kommunal side:

- Detaljeringsniveauet i vandplaner fra miljøcentre bliver næppe så højt, at det direkte kan anvendes af kommunerne, da de har behov for viden på matrikelniveau for at kunne handle. Derfor bliver det nødvendigt med detailundersøgelser i kommunerne. Arbejdsfordelingen kunne være:
 - GOI overordnet (vandområde) – miljøcenter
 - GOI detail (vandløbsopland) – kommune (og region).
- Grundvandets sårbarhed i forhold til forurening af overfladevand bør kendes. I dag vurderes sårbarheden kun i forhold til drikkevandsindvinding. I relation hertil mangler der viden om tærskelværdier.
- Der er behov for at udpege "Nitratfølsomme deloplande" der bidrager mest til vandløb og terrestriske økosystemer, idet indsatserne derved kan prioriteres og handleplanen udføres mest omkostningseffektivt. Deloplandene bør håndteres på lige fod med "Nitratfølsomme indvindingsområder" i forbindelse med miljøgodkendelser til landbrug.
- Tilskudsmuligheder, som f.eks. Pleje af græs- og naturarealer, bør målrettes konkrete udpegninger af "Nitratfølsomme deloplande".
- Naturgenopretningsprojekter bør indledes med en GOI kortlægning for at prioritere indsatsen, før dyre forundersøgelser og lodsejerforhandlinger igangsættes.

- GOI typologien skal være veldefineret og til at bruge for både myndigheder og rådgivere. Den bliver derved en forudsætning for bedre samarbejde, bl.a. ved at begge parter taler samme sprog.
- Det er nødvendigt med efteruddannelse i GOI kortlægning for alle brugere.

Rapporten søger således at beskrive og dække en betydningsfuld del af vidensbehovet, der er nødvendigt i forbindelse med beskyttelse af akvatiske og terrestriske økosystemer for såvel kommuner på lokalt plan, miljøcentre og regioner på regionalt plan samt Miljøministeriet på nationalt plan.

RAPPORTENS INDHOLD

GOI typologien er et konceptuelt værktøj, der kan anvendes indenfor en række problemstillinger til at opnå en grundlæggende systemforståelse på basis af styrende forhold for interaktion mellem grundvand og overfladevand på forskellig skala. GOI typologien kan dermed understøtte en systematisk gruppering af interaktionen mellem vandforekomster, intelligent dataindsamling, overvågning og modellering til kvantificering af strømnings- og stoftransport til brug i indsatsprogrammer og handleplaner i kommende vand- og naturplaner.

Det langsigtede mål for anvendelsen af GOI typologien er, at den i kombination med andre metoder og nyudviklede GOI moduler kan anvendes til at definere en samlet strategi for beskyttelse af grundvandsafhængige akvatiske og terrestriske økosystemer.

I rapportens kapitel 1 gives baggrunden for at skrive rapporten (som beskrevet ovenfor).

I kapitel 2 beskrives GOI typologiens opbygning og bagvedliggende koncepter kort. På de tre skalaer: Landskabstype (regional skala), Ådalstype (strækningsskala) og Strømningstype (lokal skala) gennemgås klassifikationskriterier og styrende forhold.

Kapitel 3 giver en praktisk vejledning i GOI kortlægning. Heri gennemgås anvendte metoder, og der gives henvisning til, hvor relevante data findes, og hvilke korttyper, der anvendes i de konceptuelle analyser, der gennemføres på de tre skalaer.

En række specifikke problemstillinger relateret til Vandramme- og Grundvandsdirektiverne præsenteres i kapitel 4, indenfor hvilke typologien på nuværende tidspunkt vurderes som dokumenteret anvendelig eller potentielt anvendelig (tabel 1). Problemstillingerne er indenfor hver anvendelse inddelt i to overordnede grupper, som relaterer sig til grundvandsforekomsters kvantitative eller kemiske tilstand, som de er defineret i Vandrammedirektivet. Derudover er problemstillingerne opdelt efter hvorvidt tilgangsvinklen er konceptuel eller kvantitativ.

Afsnit	Problemstilling	Dokumenteret anvendelig	Potentielt anvendelig
5.1	Konceptuel vurdering af GVF's udveksling med ådalsmagasiner og vandløb	X	
6.1	Kvantificering af GVF's udveksling med ådalsmagasiner og vandløb		X
5.2	Konceptuel vurdering af fordeling af strømningsveje gennem ådal	X	
6.2	Kvantificering af fordeling af strømningsveje gennem ådal		X
5.3	Konceptuel vurdering af vandindvindings påvirkning af afhængige terrestriske økosystemer	X	
6.3	Kvantificering af vandindvindings påvirkning af afhængige terrestriske økosystemer		X
5.4	Konceptuel vurdering af vandindvindings påvirkning af tilknyttede vandløb	X	
6.4	Kvantificering af vandindvindings påvirkning af tilknyttede vandløb		X
6.5	Konceptuel vurdering af GVF's kvantitative tilstand baseret på tilstand i tilknyttede vandløb og/eller afhængige terrestriske økosystemer		X
6.6	Optimering og integration af kvantitativ overvågning af grundvand og overfladevand		X
6.7	Konceptuel vurdering af fortynding og nedbrydning mellem grundvand og overfladevand i vandløbsoplande		X
6.8	Kvantificering af fortynding og nedbrydning mellem grundvand og overfladevand i vandløbsoplande		X
5.5	Konceptuel vurdering af nedbrydning af forurening i ådalsmagasiner	X	X ?
6.9	Kvantificering af nedbrydning af forurening i ådalsmagasiner i forhold til samlet fortynding og nedbrydning mellem grundvand og overfladevand i vandløbsoplande		X
6.10	Konceptuel udpegning af kritiske deloplande for udvaskning af forurening i forhold til opnåelse af miljømål om god økologisk og kemisk tilstand i overfladevand		X
6.11	Kvantitativ udpegning af kritiske deloplande for udvaskning af forurening i forhold til opnåelse af miljømål om god økologisk og kemisk tilstand i overfladevand		X
6.12	Konceptuel vurdering af GVF's kemiske tilstand og tærskelværdier baseret på miljømål om god tilstand i tilknyttede akvatiske og afhængige terrestriske økosystemer		X
6.13	Kvantitativ fastsættelse af GVF's kemiske tilstand og tærskelværdier baseret på miljømål om god tilstand i tilknyttede akvatiske og afhængige terrestriske økosystemer		X
6.14	Optimering og integration af kemisk overvågning af grundvand og overfladevand		X

Tabel 1. Status for GOI typologiens anvendelsesmuligheder relateret til Vandramme- og Grundvandsdirektivernes tilstandsvurderinger af grundvandsforekomster. Grå farve angiver relation til kvantitativ tilstand, hvid til kemisk tilstand. Tabellens venstre side angiver i hvilket afsnit i rapporten problemstillingen er behandlet.

I kapitel 5 gennemgås problemstillinger, hvori typologiens anvendelse er dokumenteret. Her gennemgår rapporten den konceptuelle systemforståelse typologien bidrager med, der gives eksempler på anvendelsen samt henvisning til praktiske kortlægningsmetoder.

Problemstillinger, hvori typologien er potentielt anvendelig, gennemgås i kapitel 6. Her gennemgår rapporten ligeledes, hvilken konceptuel systemsforståelse typologien bidrager med, samt dens eventuelle anvendelse i kombination med andre metoder. Kapitlet giver også eksempler fra udviklings- og forskningsprojekter samt foreslår yderligere nødvendig testning, metodeudvikling eller forskning for at afgøre typologiens anvendelighed.

Endelig afsluttes rapporten med en konklusion i kapitel 7, der opsummerer og prioriterer konkrete udviklingsforslag til videre operationalisering af typologien.

Der er i dag fokus på de akvatiske økosystemer (vandløb, søer og kystvande) i forbindelse med grundvandsforekomsters kvantitative og kemiske tilstand vurderet på baggrund af miljømål for tilknyttede akvatiske og afhængige terrestriske økosystemer. Ifølge Vandramme- og Grundvandsdirektiverne skal de terrestriske økosystemer imidlertid også inddrages. De terrestriske økosystemer nævnes derfor også som et potentielt anvendelsesområde for GOI typologien, selvom der i dag ikke fokuseres på dem på grund af manglende viden.

PROJEKTORGANISATION

Projektgruppen fra GEUS består af: Mette Dahl (projektleder), Klaus Hinsby, Bertel Nilsson, Jens Chr. Refsgaard, Lars Trolborg og Lærke Thorling.

Projektets følgegruppe består af: Martin Skriver, BLST (formand); Lars Kjellerup Larsen, BLST; Jens Asger Andersen, MC Roskilde; Ellen Langfrits, MC Ringkøbing; Jette Vindum, Kolding Kommune og Rasmus Ejrnæs, Aarhus Universitet, DMU.

REFERENCER

Dahl, M., Hinsby, K., Nilsson, B., Refsgaard, J.C., Trolborg, L. og Thorling, L. (under udarbejdelse): Operationalisering af GOI typologien. Udgives som arbejdsrapport af By- og Landskabsstyrelsen.

NITRATREDUKTION OG NATURGENOPRETNING I ÅKÆR Å OPLANDET TIL BESKYTTELSE AF NATURA 2000 OMRÅDET LILLEBÆLT.

Geolog Mette Vindum, Kolding Kommune
Biolog Mette List, Kolding Kommune
Biolog Hans-Martin Olsen, Kolding Kommune
Seniorhydrolog Mette Dahl, GEUS

ATV Jord og Grundvand

Grundvand/overfladevand-interaktion

Schæffergården, Gentofte
27. januar 2009

RESUMÉ

Kolding Kommune har anvendt GOI typologien til at prioritere omfanget af udvalgte vådområder.

Den udførte GOI kortlægning har givet en forståelse af den geologiske og hydrologiske opbygning af hele projektområdet.

På baggrund af målte nitratværdier og kortlagte Hydrologiske Responsenheder og Strømningstyper fra GOI typologien er det vurderet, at der i 2 af de 6 vådområder ikke vil ske en nævneværdig nitratreduktion. GOI kortlægningen har endvidere vist, at der på en delstrækning sker en stor nitrattilførsel via væld og kilder til vandløbet. I dette område er det nødvendigt at lave nitratreducerende tiltag i baglandet, hvis man vil mindske nitrattilførslen til åen.

BAGGRUND

Kolding Kommune indledte i januar 2007 arbejdet med en helhedsplan for hele oplandet til Kolding Inderfjord. Kolding Fjord munder ud i Lillebælt, der er Natura 2000 område og derfor indsatsområde i forbindelse med Den Særlige Vand- og Naturindsats - Miljømilliarden. Helhedsplanen skulle være bredt favnende og inddrage mange fagområder. Faktorer, der var i spil, var:

- Mere og bedre natur
- Bedre fysiske forhold i vandløb
- Grundvandsbeskyttelse og kortlægning
- Skovrejsning
- Friluftsliv – adgangsforhold, stier, overnatningspladser
- Nitrat- og fosforreduktion i Lillebælt
- Birkemus, odder og rød glente
- Græsningsprojekter
- Spildevand – opprioritering af området i spildevandsplanen
- Landbrug – Green Network aftaler med landmænd
- Byudvikling
- Partnerskaber

Projektet var så omfattende, at det ikke var realistisk at få bevilget penge til det hele via Miljømilliarden. Der blev i stedet søgt penge til de tre delområder Åkær Å, Kolding Å og den nederste del af Vester Nebel Å, se figur 1. I alt 17 millioner kroner blev bevilget.



Figur 1. Hele oplandet til Lillebælt i Kolding Kommune vist med prikke signatur. De udvalgte områder, der fik bevilget penge, var Åkær Å, den nederste del af Vester Nebel Å og Kolding Å.

Projektets formål, som det blev formuleret i ansøgningen til Miljømilliarden, var blandt andet at:

1. Bidrage til opfyldelse af Vandrammedirektivet ved en reduktion af kvælstofudvaskningen til Natura 2000 område nr. 96, Lillebælt.
2. Bidrage til opfyldelse af Vandrammedirektivets krav om god økologisk tilstand i Åkær Å, Kolding Å og Vester Nebel Å gennem forbedring af de fysiske forhold i vandløbene og ved at genskabe naturligt hydrologisk regime.
3. Bidrage til opfyldelse af Vandrammedirektivet ved en reduktion af udvaskningen af fosfor til Kolding Fjord.
4. Bidrage til gunstig bevaringsstatus for Odder, Ørred og Bæklampret (bilag II og IV art) i Kolding Å systemet.
5. Bidrage til 2010-målsætningen gennem understøttende tiltag for rødlistearter i og omkring vandløbene, herunder græsning af lysåbne naturtyper.
6. Bidrage til at skabe sammenhængende naturkorridorer i Kolding Ås opland.

Der var ganske særlige kriterier, der skulle opfyldes, for at der blev bevilget Miljømilliard-midler. Disse kriterier var primært hensynet til natur og overfladevand. Kommunens ønske om at inddrage grundvandsbeskyttelsen i projektet kunne således ikke finansieres ad den vej.

Der blev bevilget penge til at lave forundersøgelser i form af GOI kortlægning i Åkær Å oplandet for at øge forståelsen af hele vandkredsløbet og som middel til at prioritere indsatsen i de vådområder, der var planlagt.

Der blev også bevilget penge til at lave tekniske forundersøgelser af vandløb og vådområder i form af opmålinger og beregninger af kvælstofreduktion ved hjælp af beregningsmetoder, som traditionelt anvendes i vandmiljøplan projekter (DMU 2003).

Dette indlæg fokuserer på, hvordan Kolding Kommune har brugt GOI kortlægningen i arbejdet med naturgenopretningsprojekter.

FORMÅL

GOI typologien anvendes som grundlag for vurdering af grundvand-overfladevand interaktion samt vurdering af planlagte naturgenopretningsprojekter.

Det er vigtigt for Kolding Kommune at have en god forståelse for, hvordan projektområdet er opbygget og i hvilke områder, der er den største kvælstofbelastning for at kunne prioritere indsatserne i forhold til etablering af vådområderne. Der er i projektet afsat ca. 6 mio. kr. til lodsejererstatninger i Åkær Å oplandet. Det er derfor vigtigt at udvælge de rigtige områder i relation til at opnå den største nitratreduktion for pengene.

Udover nitratreduktionen vejer også naturmæssige aspekter samt den fysiske tilstand i vandløbene tungt i projektet. Det samlede projekt er derfor en kombination af etablering af bl.a. vådområder, genslyngning af vandløb, udlægning af gydegrus og græsning af tørre naturarealer.

LOKALITET

Åkær Å løber i et kuperet terræn og er i den nederste halvdel karakteriseret ved et fint snoet og naturligt forløb med god iltning af vandet. Åen modtager vand fra Skærsø samt fra et stort intensivt dyrket landbrugsområde. Åen er A-målsat, og er især i den øverste ende kraftigt belastet af sand fra tilløb og dræn. De væsentligste tilløb er Jordrup Bæk, Hundsholt Bæk og Tanggård Bæk, som mange steder ikke lever op til deres målsætning som B1 vandløb pga. dårlige fysiske forhold. Åkær Å udmunder i Kolding Å, der løber mod øst ud i Kolding Fjord og Lillebælt. Den samlede vandløbslængde inden for Åkær Å oplandet er 37 km.

Landskabstypen i Åkær Å oplandet er et leret morænelandskab med dødisrelief. Langs med åen og lige øst for denne er området karakteriseret som smeltevandssand og –grus (terrænnær grundvandsforekomst). Landskabet skråner generelt mod sydvest. Grundvandssystemet er opbygget af vekslende sandede grundvandsforekomster og lavpermeable lag af leret moræne. Ådalen danner et markant relief i Åkær Ås nederste løb mod sammenløbet med Kolding Å.

RESULTATER

GOI kortlægningen i Åkær Å er foretaget af GEUS i 3 etaper.

1. Indledende GOI kortlægning af Landskabstype og Ådalstype på baggrund af eksisterende data i form af landskabskort, højdemodel, jordartskort, medianminimumsvandføringer i vandløb, potentialekort, boringer fra JUPITER-databasen samt vandkvalitetsdata fra vandløb og grundvand (Dahl, 2008)
2. Karakterisering af Strømningstype og ådalenes samlede nitratreduktionskapacitet. Udvalgte profiler i ådalen undersøges for grundvandspotentiale, geologi og redoxtilstand. Der blev målt nitratindehold i både vandløb, dræn, grøfter og grundvand i ådalsmagasinet. 7 profiler blev undersøgt i felten. De 6 var tilknyttet naturgenopretningsområder, det 7. profil lå nedstrøms hele projektområdet (Hinsby et al., 2008).
3. Samlende afrapportering. Karakterisering af Landskabstype, Ådalstype, kontaktttype, type af grundvandsforekomst, Strømningstype og Hydrologiske Responsenheder. Desuden en beskyttelsesstrategi i forhold til de konkrete naturgenopretningsprojekter (Dahl, 2008).

Kolding Kommune fik udarbejdet tekniske forundersøgelser af et konsulentfirma på alle de strækninger i projektområdet, hvor man planlagde tiltag (COWI 2008). Der er således lavet beregninger på stoftransporten i alle delområder via tekniske anvisninger fra DMU (DMU 2003). De tekniske beregninger viser, at der ved etablering af alle de planlagte vådområder i Åkær Å oplandet kan reduceres 9,6 ton N ud af den samlede mængde på 170 ton N, dvs. 5,6 % af den samlede nitratudvaskning.

De konkrete data fra GEUS' feltundersøgelser i 6 naturgenopretningsområder og de beregnede værdier fra den tekniske undersøgelse er ikke direkte sammenlignelige. Det ene er øjeblikksbilleder fra konkrete punkter, det andet er beregninger ud fra modeller og erfaringstal. Kolding Kommune har begyndt projektet med at lave en GOI kortlægning for at bruge typologien som et screeningsværktøj til at vurdere, hvilke strækninger der er mest kritiske i forhold til grundvandstilført nitrat.

Med begge typer data har vi mulighed for at opnå en mere kvalificeret prioritering af, hvilke projektområder der skal gennemføres, og hvilke der evt. kan fravælges.

DISKUSSION

De udførte nitratmålinger viste sig meget relevante i forhold til prioriteringen af projekterne. Målingerne viste de konkrete nitratindehold forskellige steder i vandløbet samt i ådalsmagasinet.

En central faktor i projektet er den totale reduktion af kvælstof til Lillebælt, og GOI kortlægningen giver input til at foretage et mere kvalificeret skøn over, hvor indsatsen gøres bedst.

Der er to områder, som, i følge GOI kortlægningen, ikke vil medføre nogen nævneværdig nitratreduktion, hvis de bliver lavet til vådområder, fordi den nitratmængde, der løber forbi allerede nu, er ganske lille. Projekterne gennemføres dog alligevel for at øge omsætningen af nitratholdigt drænvand og for at skabe øgede naturværdier.

Der er til gengæld også en strækning langs den nederste del af Åkær Å, hvor der sker en stor nitrattilførsel via væld og kilder til vandløbet, men hvor det ikke er muligt at etablere vådområder, fordi den naturlige strømning gennem ådalen er overfladisk, og åen her har et naturligt forløb. I dette område er det i stedet nødvendigt at lave nitratreducerende tiltag i baglandet, oppe på landmændenes marker, hvis man vil mindske nitrattilførslen til åen.

De beregnede reduktionsmængder jf. den tekniske forundersøgelse (COWI 2008) viser også, at den fjernede mængde er relativt lille ved kun at etablere vådområder, og at det er nødvendigt med andre tiltag for at få en tilstrækkelig stor effekt.

For at kunne dokumentere den forventede nitratreduktionseffekt af de færdige vådområder indsamlede Kolding Kommune i december 2008 flere vandprøver til nitratmålinger. Hensigten var at skabe en viden om nitratniveauet inden igangsætning af projekterne. Beklageligvis er der i Miljømilliarden ikke sat penge af til opfølgning på effekten af de bevilgede projekter.

KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

Opfyldelse af målene i Vandramme- og Habitatdirektiverne er afhængig af, at der bliver tænkt i nye baner. Det er meget vigtigt at opfatte vandkredsløbet og den terrestriske natur som indbyrdes afhængige systemer. Der er næringsfattig, våd og tør natur, som ikke kan tåle at stå under vand og/eller få tilført en mængde nitratholdigt vand i perioder. Der er naturlige åforløb, som ikke ønskes ændret. Vi kan ikke regulere det ene uden, at det går ud over det andet. Så det er ikke praktisk muligt kun at rense sig ud af de høje nitratværdier ved at etablere vådområder.

GOI kortlægningen har givet en forståelse for, at der flere steder vælder terrænnært, nitratrigt grundvand ud af ådalens skrænter. Dette sker typisk, hvor ådalen er tilgrænset af en terrænnær grundvandsforekomst, der ligger over et tykt lag moræneler. Her er ådalen smal og har stejle sider. Langs disse strækninger kan ådalens nitratreduktionskapacitet ikke øges ved etablering af vådområder, da ådalen her naturligt domineres af overfladisk afstrømning. I disse områder er det nødvendigt at lave de nitratreducerende tiltag ovenfor ådalen, inden vandet siver ned i jorden. Og det er her, projektet bliver politisk, fordi landmændene er nødt til at reducere i udbringningen af kvælstof på de sårbare arealer. Det kan måske blive nødvendigt at udpege "Nitratsårbare vandløbsoplande" på samme måde, som man har udpeget "Nitratsårbare indvindingsområder" for drikkevand for at opnå de nødvendige nitratreduktioner og opfylde miljømålene i 2015 og fremover.

For at få en endnu mere detaljeret forståelse af vandets vej fra overfladen gennem grundvand til vandløb er det nødvendigt med en mere grundig geologisk og hydrogeologisk kortlægning samt opsætning af en detaljeret digital strømningsmodel. Indsamling af data til dette formål kan med fordel tænkes sammen med gebyrkortlægning til grundvandsbeskyttelse. Der ind-

samles af de statslige miljøcentre i dag en lang række data i gebyrkortlægningen. Men denne dataindsamling tager udgangspunkt i Områder med Særlige Drikkevandsinteresser, som sjældent er sammenfaldende med ådalene.

I dette projekt blev det hurtigt klart, at vandløbene i Åkær Å oplandet udelukkende er født af en nitratforurenede terrænnære grundvandsforekomst (Dahl, 2008). Der er således ikke i Åkær Å oplandet sammenhæng mellem vandløbene og de regionale grundvandsforekomster, hvorfra områdets vandværker indvinder vand. Men det er meget sandsynligt, at der er sammenhæng i andre områder, og det kan det være nødvendigt at opstille en detaljeret grundvandsmodel for at forstå hele vandkredsløbets sammenhæng.

Sammentænkning af vandforekomsterne er strengt nødvendigt i forhold til at opfylde vandplanerne, og det er derfor helt essentielt, at man også sammentænker sin kortlægning og dataindsamling på tværs af myndigheder og fagområder for at få det optimale ud af data og penge.

LITTERATURHENVISNINGER

COWI, 2008. Indsats i delområder ved Åkær Å, Teknisk og biologisk forundersøgelse. Rapport til Kolding Kommune og Skov- og Naturstyrelsen.

Dahl, M., 2008. GOI kortlægning og beskyttelsesstrategi i naturgenopretningsområder i Åkær Å oplandet. GEUS Rapport 2008/20.

DMU, 2003. Overvågning af effekten af reablerede vådområder. Teknisk anvisning fra DMU nr. 19, 3. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser, Miljøministeriet.

Hinsby, K., Dahl, M. og Nygaard, E., 2008. Karakterisering af ådalsmagasinet langs Åkær Å – Grundvand-Overfladevand Interaktion 2 (GOI-2). GEUS Rapport 2008/5.

VANDINDVINDING OG NATUR I SKØN FORENING!

Skov- og landskabsingeniør Lars Delfs Mortensen, Aalborg Kommune, Park og Natur
Afsnitsleder, civilingeniør Per Grønvald, Aalborg Kommune Vandforsyningen
Fagchef, civilingeniør Jacob Birk Jensen, NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere A/S

ATV Jord og Grundvand

Grundvand/overfladevand-interaktion

Schæffergården, Gentofte
27. januar 2009

BAGGRUND

Aalborg Kommune Vandforsyningen (AKV) har behov for at udvide den samlede indvindingskapacitet med ca. 2 mio m³/år for at kunne leve op til forsyningssikkerhedskravene i Vandforsyningsplanen for Aalborg Kommune 2004-2015.

Grundvandmagasinerne ved Aalborg består overvejende af kalkmagasiner uden nævneværdig dæklagsbeskyttelse og med højt indhold af nitrat. Arealanvendelsen er derfor særdeles vigtig i udpegningen af potentielle indvindingsområder. Fokus har på den baggrund bevist været rettet mod lokaliteter med eksisterende naturlig beskyttelse som eksempelvis lavintensive skovområder.

AKV har siden 2004 undersøgt mulighederne syd for Aalborg, hvor der er udpeget 2 egnede lokaliteter begge med en forventet kapacitet på ca. 1 mio m³/år. Den ene lokalitet er beliggende i et bynært skovområde ved forstadsbyen Gistrup, og den anden nær Lindenberg å i Volsted Plantage ca. 15 km syd for Aalborg by.

Aalborg Kommune, Park & Natur (P&N) er naturmyndighed for voldstedområdet. P&N har sammen med de tilgrænsende kommuner en forpligtigelse til at sikre gunstig bevaringsmæssig status i Habitat område 20 inden udgangen af 2015, herunder at Habitatdirektivets bestemmelser overholdes, samt bevare – om muligt forbedre, tilstanden på arealer omfattet af naturbeskyttelseslovens §3. Ydermere er det P&N's opgave at forsyne kommunens borgere og besøgende med en række attraktive friluftstilbud – bl.a. sundhedsfremmende aktiviteter og naturoplevelser, dvs. beskyttelse, benyttelse og tilgængelighed.

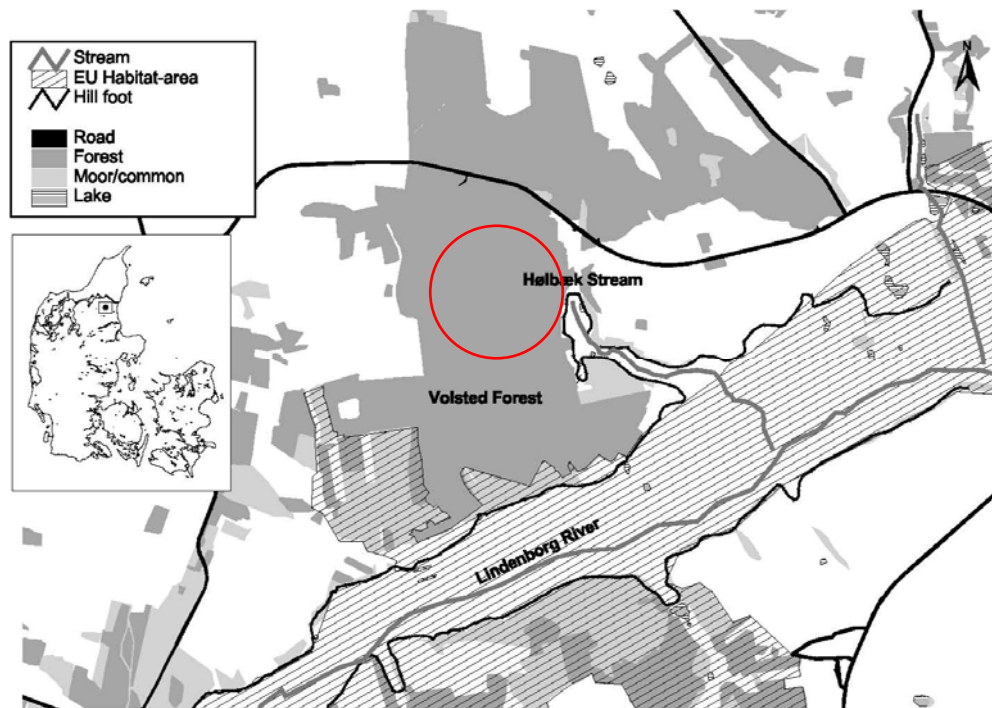
Denne artikel vil beskrive problemerne og udfordringerne ved etablering af kildepladsen ved Volsted Plantage, samt give et bud på hvorfor det giver god mening, at tænke vandindvinding, naturudvikling og rekreation sammen til et større hele.

STATUS

Kildepladsen ved Volsted Plantage er planlagt til at skulle kunne levere 1 mio m³ drikkevand til hovedsagligt den vestlige del af AKV's forsyningsområde, og dermed støtte forsyningen fra nuværende kildepladser ved Drastrup, Svenstrup Flødal og Ellidshøj. Fremtiden for kildepladserne ved Svenstrup Flødal og Ellidshøj er usikker, idet begge har periodiske problemer. Herudover skal indvinding fra Volsted Plantage kunne forsyne Volsted By via det lokale private vandværk, der siden 2005 har haft dispensation til levering af drikkevand med for højt nitratindhold.

De første prøveboringer blev etableret i 2005, og vandprøveresultaterne her viste, at det er muligt at indvinde vand af drikkevandskvalitet. Fra projektets start har det stået klart for AKV, at et vigtigt forhold ville blive at belyse vandindvindingsens potentielle påvirkning på den omkringliggende natur. Lindenberg å er beliggende syd for og i nærområdet til den planlagte fremtidige kildeplads, der er udlagt som EU habitatområde. Hølbækken – en nærliggende mindre sidegren til Lindeborg å beliggende umiddelbart vest for den planlagte kildeplads

er klassificeret som gyde- og yngelopvækstvand for laksefisk (B1) dvs. højeste generelle målsætning



Figur 1 – Volsted Plantage med område (cirkel), hvor der planlægges en ny kildeplads.

Begge forhold stiller store udfordringer til en detaljeret konsekvensvurdering jf. EU's habitat-direktiv. I basisundersøgelsen for habitatområdet fremgår det at naturtyperne kilder, væld og rigkær¹ er prioriteret, jf. tabel 1.

Prioriteringen fremgår også af tilladelsen fra Nordjyllands Amt i december 2006 til etablering af yderlig 7 undersøgelsesboringer og et længerevarende prøvepumpningsforsøg. I tilladelsen beskrives, hvordan der skal foretages konsekvensvurderinger i forhold til påvirkning af disse naturtyper, og at udfaldet af disse konsekvensvurderinger vil være afgørende for opnåelse af en midlertidig indvindingstilladelse, der senere vil kunne erstattes af en permanent tilladelse såfremt påvirkningerne er acceptable. Et vilkår i tilladelsen var at prøvepumpningsforsøget skal gennemføres i vinterhalvåret for ikke at løbe nogen unødvendig risiko for eventuel kritisk påvirkning af især sommermedian minimumsvandføringen i Hølbækken.

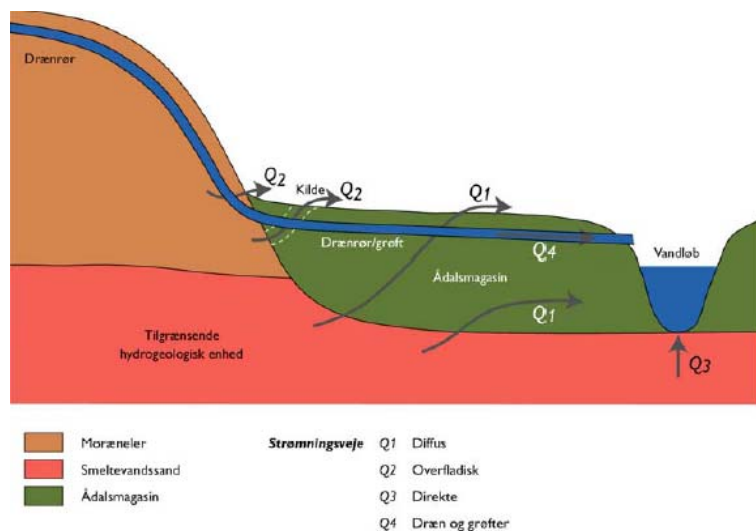
¹ Rigkær repræsenterer moser og enge med konstant vandmættet jordbund, hvor grundvandet er mere eller mindre kalkholdigt, men næringsfattigt.

Tabel 1 – Udpegningsgrundlag for Habitatområde nr. 20, relevante naturtyper i Volsted.

KODE	Udpegningsgrundlag	Antal /Ha	National Bevaringsstatus jf DMU(2003)	Lokal bevaringsstatus
1014	Skæv vindelsnegl (Vertigo angustior)	Få	Usikker	Usikker
1355	Odder (Lutra lutra)	mange	Usikker *1)	Gunstig
1393	Blank seglmos (Drepanocladus vernicosus)	Få-ingen	ugunstig	ugunstig
3260	Vandløb med vandplanter	5-10 ha	usikker	ugunstig
4030	Tørre dværgbusksamfund (heder)	< 1 ha	Usikker	Usikker
5130	Enekrat på heder, overdrev eller skrænter	1-2 ha	Ikke vurderet	Gunstig
6210	Overdrev og krat på mere eller mindre kalkholdig bund (* vigtige orkidélokalteter)	< 1 ha	usikker	Ugunstig
6230	*Artsrige overdrev eller græsheder på mere eller mindre sur bund	3-5 ha	ugunstig	Ugunstig
7220	*Kilder og væld med kalkholdigt (hårdt) vand	2-4 ha	Usikker	Ugunstig
7230	Rigkær	Ca. 20 ha	Ikke vurderet	Ugunstig
9190	Stilkegeskove og krat på mager sur bund	1 ha	Ikke vurderet	
91E0	*Elle- og askeskove ved vandløb, søer og væld	Ca. 10 ha.	Usikker	Usikker.

Formålet med prøvepumpningsforsøget er at tilvejebringe viden om grundvandets lokale strømningsforhold og således belyse konsekvenserne af vandindvinding fra en ny kildeplads for habitatområdet ved Lindemborg å og Hølbækken. Nøglen til en pålidelig konsekvensvurdering er en forståelse af interaktionen mellem grundvand og overfladevand. Indledningsvis er der foretaget en GOI kortlægning ud fra metoderne beskrevet i Dahl (2004), suppleret med hydrogeologiske feltundersøgelser. Resultaterne blev indarbejdet i en eksisterende grundvandsmodel (GMS Modflow), der siden er ændret til DHI MIKE SHE model for at styrke den fysiske beskrivelse af interaktionen mellem grund og overfladevand.

Størstedelen af Volsted Plantage ligger topografisk højt - set i forhold til de omkringliggende ådale - med en dyb umættet zone. Dette bevirker, at der langs skræntfoden springer en række kilder (Q2 – jf. figur 2).



Figur 2 – Strømningsveje Q1 til Q4 gennem ådal til overfladevand (Dahl et al. 2004)

Lindenberg Ådal, Rold skov og Rebild Bakker er udpeget som Habitatområde nr. 20. I nær-området ved Voldsted plantage er det særligt hedeblader, kalkoverdrev, mose og engarealer der dominerer. Fælles for alle naturtyperne er en forholdsvis ringe status, manglende eller mangelfuld pleje, og især de våde naturtyper er præget af mange og dybtliggende dræn/grøfter.

Ådalen er altså i udpræget grad grøftet og drænet, mens Hølbækken kun er det i mindre grad. Interaktionen mellem grundvand og overfladevand i Hølbækken varierer meget fra udspring til udløb. På den øverste halvdel er tilstrømningen domineret af kilder i og langs vandløbet (Q2 og Q3), samt områder med mere diffus udstrømning (Q1). På den nederste halvdel, hvor Hølbækken løber ud i Lindenberg Ådal, er tilstrømningen betydelig lavere og domineret af sidetilløb fra grøfter og dræn (Q4).

Der foreligger ikke informationer over den tidsmæssige variation af vandføringen i Hølbækken, men data fra Lindeborg Å viser at denne er overvejende grundvandsfødt. Vandføringen i Lindenberg Å er af en sådan størrelse at påvirkning fra vandindvinding relativt vil være ubetydelig. Derimod kan det ikke afvises, at en indvinding på 1 mio. m³/år vil resultere i en mærkbar reduktion af vandføringen i Hølbækken, og det kan heller ikke afvises at beskyttede naturtyper som kilder, væld og rigkær kan påvirkes.

Etablering af undersøgelsesboringer og prøvepumpningsforsøg var oprindeligt planlagt til at skulle være iværksat i januar 2007, hvilket dog blev forhindret, da en lodsejer indgav klage over Nordjyllands Amts tilladelse fra december 2006. Klagen blev overgivet til Miljøklagenævnet, der i september 2007 foretog en delafgørelse, der gav tilladelse til etablering af boringerne. En anden del af klagen vedrørte Nordjyllands Amts vurdering af prøvepumpningerne i forhold til VVM reglerne. Naturklagenævnet besluttede i juli 2008, at prøvepumpningerne ikke kræver en VVM redegørelse. Opstart af prøvepumpningsforsøget er planlagt til ultimo januar 2009.

Nogle af de hydrogeologiske undersøgelser i form af automatiske vandstandsmålinger i rigkærene blev dog igangsat i januar 2007 og har sammen med en række undersøgelser foretaget af speciale- og phd-studerende fra Aalborg Universitet givet værdifuld viden om referencetilstanden for habitatområdet og en unik systemforståelse. Endvidere er der primo januar 2009 nedsat en et overløb i Hølbækken med henblik på at kunne foretage præcise vandføringsmålinger umiddelbar før, under og efter prøvepumpningsforsøget.

VISION

Det står klart for AKV, at der skal foretages en VVM redegørelse, og at spørgsmålet om, hvorvidt der kan gives en permanent tilladelse, er afhængig af, hvorvidt påvirkningen på økosystemerne, især habitatområdet, er væsentlig eller kan imødegås på en anden vis.

Med baggrund i nævnte konflikter kan det umiddelbart synes mærkværdigt, at AKV ikke vender blikket mod andre lokaliteter. Faktuelt er der blot ikke rigtigt nogen alternativer. Ved den kortlægning, der er gået forud for udpegningen af blandt andet lokaliteten i Volsted Plantage, blev der udpeget 4 andre mulige lokaliteter. Heraf er 2 allerede under etablering til kildepladser – den ene er, som nævnt indledningsvis, lokaliteten ved Gistrup, der forventes at kunne sættes i drift af AKV i 2010 med en lidt mindre kapacitet end de oprindelige forventede 1 mio m³/år. Den anden lokalitet er etableret som en mindre fælles kildeplads for 5 private vandværker. De 2 resterende lokaliteter er begge beliggende i områder med intensiv landbrugsproduktion. Valget har således stået mellem en kildepladsplacering i et nitratbelastet intensivt dyrket landbrugsområde, med udsigt til en omfattende grundvandsbeskyttelse, der først om mange år vil beskytte det oppumpede grundvand - og mellem en kildepladsplacering med naturlig grundvandsbeskyttelse, men med sårbar natur og de konflikter dette giver. AKV har sammen med P&N og NIRAS ved flere lejligheder diskuteret og erkendt, at en væsentlig årsag til, at naturmyndigheden anlægger en skeptisk holdning til vandindvinding er mangel på viden. Der er ikke umiddelbar tilgængelig viden til med sikkerhed at kunne svare på, om våde økosystemer, som eksempelvis rigkær, er sårbare i forhold til selv mindre ændringer af grundvandsstanden. Der er heller ikke megen viden om mulige kompenserende tiltag, der kan udføres for at modsvare konsekvenserne af vandindvinding.

På baggrund af de faglige diskussioner står det derfor klart, at en helhedsforståelse (systemforståelse) af de våde økosystemers afhængighed af vandstrømning er altafgørende for at besvare spørgsmålet om, hvorvidt vandindvinding er acceptabel eller ej. For AKV synes den sikreste vej dog at være at imødekomme påvirkningen af vandindvinding ved kompenserende tiltag. Eksempler kan være: erhvervelse af naturarealer, fjernelse af drængrøfter, periodisk oppumpning af grundvand til Hølbækken etc. Der er mange muligheder, men også ved design af kompenserende tiltag er systemforståelse en nødvendighed.

AKV anvender allerede ved eksisterende kildepladser i grundvandssårbare områder med intensiv landbrugsproduktion store økonomiske ressourcer på grundvandsbeskyttelse. Eksempelvis tinglysning af deklarationer, der begrænser anvendelse af kvælstof og forbyder anvendelsen af pesticider. Det er derfor ikke ubekendt, at vandindvinding medfører afledte omkostninger til beskyttelse og kompensation.

I et område som Volsted Plantage er det en forhåbning, at de økonomiske ressourcer, udover at sikre vandforsyning også vil kunne gavne naturværdier og rekreative muligheder. Målet er ikke at ”konservere” den eksisterende natur og sikre, at den ikke forringes, men derimod at tænke i helhed og skabe løsninger, der giver mere og sammenhængende natur, således at eventuelle negative konsekvenser af grundvandsindvinding bliver opvejet grundet den fokus og de økonomiske ressourcer, der kommer fra vandforsyningen.

Visionen er derfor gennem systemforståelse at kunne skabe en ”win win”-situation og dermed vandindvinding og natur i skøn forening!

Se mere i:

Jensen, J. B., Johansen, O. M., Simonsen, M. Modellering af interaktionen mellem grundvand og overfladevand. ATV møde 8. november 2007: Grundvandsmodeller for modelfolk, 2007

Jensen, J. B., Mortensen, M. og Bliksted, T., Grønvald, P. Nyt Kildepladsområde i nærhed af EU habitat område – metoder til konsekvensvurdering. ATV vintermøde om jord- og grundvandsforurening, bind II, 2007.