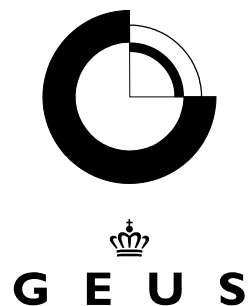


Teknisk anvisning for **Grundvandsovervågningen**

Version 3 af 2. december 2003
(opdateret august 2004)



Forældet

Indholdsfortegnelse

FORORD.....	5
INDLEDNING.....	6
GRUNDVANDSOVERVÅGNING.....	7
<i>Vandmiljøplanens Grundvandsovervågning</i>	<i>7</i>
<i>Tilsyn knyttet til vandforsyning.....</i>	<i>7</i>
VANDMILJØPLANENS OVERVÅGNINGSPROGRAM - NOVANA	7
PRINCIPPER FOR GRUNDVANDSOVERVÅGNINGEN.....	10
INFORMATIONSTYPER	10
OPLANDSANALYSER.....	10
OVERSIGTSKORT OVER OVERVÅGNINGSOMRÅDERNE.....	11
KLIMADATA	12
GRUNDVANDETS UDVEKSLING MED DE ØVRIGE DELE AF DET HYDROLOGISKE KREDSLØB	13
ETABLERING	14
BORINGSUDFØRELSE, UDBYGNING OG FILTERSÆTNING	14
<i>Renpumpning.....</i>	<i>14</i>
INDBERETNING AF BORINGER	14
BORINGSTYPER	14
<i>Etablering af korte boringer.....</i>	<i>14</i>
<i>Redoxboringer</i>	<i>17</i>
BORINGSIDENTIFIKATION	18
<i>Oplysninger om boringer</i>	<i>18</i>
INDTAGS-BEGREBET I JUPITER.....	18
<i>Definitioner</i>	<i>18</i>
<i>Relationen mellem indtag og filter</i>	<i>19</i>
<i>Tidsdimensionen og nummerering af indtag</i>	<i>20</i>
RENOVERING AF OVERVÅGNINGSOMRÅDER.....	21
<i>Utætte boringer/"fremmed vand" i indtaget.....</i>	<i>21</i>
PRØVETAGNING.....	23
FORPUMPNING.....	23
ON-LINE PRØVETAGNING OG FELTMÅLINGER	24
PRØVETAGNING I LANDOVERVÅGNINGSOPLANDE	25
PRØVETAGNINGSTIDSPUNKT	26
FILTRERING	26
<i>Filtrering i felten.</i>	<i>27</i>
<i>Alkalinitet</i>	<i>27</i>
<i>A: Vandprøver, der skal filtreres i felten:.....</i>	<i>28</i>
<i>B: Vandprøver, der ikke behøver at filtreres i felten:.....</i>	<i>28</i>
<i>C: Vandprøver, der ikke må filtreres.....</i>	<i>28</i>
<i>Opsummering</i>	<i>28</i>
MÆRKNING AF GRUNDVANDSPRØVER.....	29
PRØVEOPBEVARING	29
KEMISK ANALYSE	30
HOVEDBESTANDDELE	30
SPORSTOFFER	30
<i>Uorganiske sporstoffer</i>	<i>30</i>
<i>Organiske mikroforureninger.....</i>	<i>30</i>
<i>Pesticider og nedbrydningsprodukter.....</i>	<i>31</i>
LABORATORIEVALG	31
DETEKTIONSGRÆNSER	31
ALDERSBESTEMMELSER.....	31
OVERSIGTSSKEMA.....	32
PEJLINGER.....	41

<i>On-line stationer (pejlestationer med telefonopkobling)</i>	41
<i>Automatiske stationer (pejlestationer med datalogger)</i>	41
<i>Manuelle pejlestationer</i>	41
<i>Pejlefrekvens</i>	41
<i>Dataindberetning</i>	42
<i>Målepunkt</i>	43
GEOLOGISKE MODELLER OG STRØMNINGSMODELLERING	44
KRAVSPECIFIKATIONER FOR OPSTILLING AF HYDROLOGISKE MODELLER FOR NOVANA (VD-MODEL)	44
<i>Opgavens formål</i>	44
TIDSPLAN OG INDHOLD I VD-MODELLERINGEN	46
<i>Milepæl 1 Statusrapport - modelstudieplan (januar 2004 – januar 2005)</i>	46
<i>Milepæl 2. Opstilling af konceptuel model og nettonedbørsberegning (januar 2005- januar 2006)</i>	47
<i>Milepæl 3. Modelopstilling og nøjagtighedskriterier (januar 2006 - januar 2007)</i>	49
<i>Milepæl 4. Kalibrering og validering (januar 2007 – januar 2008)</i>	50
<i>Milepæl 5. Modelsimuleringer og usikkerhedsvurderinger (januar 2008 – januar 2009)</i>	52
DATA	54
PARADIGMAOPLYSNINGER	54
INDBERETNING AF CFC-RESULTATER VIA STANDAT	54
INDBERETNING AF RETTELSE	55
STANDAT SERVICE PROGRAMMEL	55
STANDAT-KODER FOR MODIFICEREDE ANALYSEMETODER	55
DATASTRUKTUR	55
<i>Fagdatacenter</i>	55
<i>Indlæsning af data</i>	56
<i>Vurdering af datakvalitet</i>	56
BORETEKNISKE OPLYSNINGER	60
<i>Faste informationer</i>	60
<i>Tolkede informationer</i>	61
<i>Skabelon til inddatering af boretekniske oplysninger</i>	61
ANVENDELSE AF DATA	62
<i>Fejlkilder</i>	62
<i>Databehandling</i>	62
<i>Grundvandsklassifikationer</i>	62
ORDLISTE	64
LITTERATUR	65
BILAG 1 LOKALISERING AF BORINGER	71
BILAG 2. FIKS- OG PEJLEOUNKTER	79

FORORD

Formålet med en teknisk anvisning er at angive entydige anvisninger for gennemførelsen af prøvetagning, analyser, kvalitetssikring og overførsel af data. Den tekniske anvisning er bindende for programmets deltagere.

Målgruppen for denne tekniske anvisning er de personer og institutioner, der skal forestå etablering, prøvetagning, analysering, kvalitetssikring og dataoverførsel. Samtidig tjener anvisningen som dokumentation for de vilkår, hvorunder grundvandsovervågningen er foregået.

Overvågningen af miljøfremmede stoffer og tungmetaller blev med NOVA-programmet i 1998 udbredt inden for alle dele af overvågningsprogrammet. Disse stofparametre havde allerede været overvåget i grundvandet siden overvågningsens start i 1989. Der forelå derfor allerede før vedtagelsen af NOVANA en lang række rapporter, referater og andre papirer, som udstak retningslinjer for forskellige dele af den tekniske gennemførelse af grundvandsovervågningen.

En teknisk anvisning vil i sagens natur ikke være statisk, Opsamling af viden og erfaring kan betinge opdateringer og teknologi-udvikling kan ændre praksis. Dertil kommer, at den aktive personkreds, især i amterne, ofte ændrer sig; medarbejdere forlader programmet og andre kommer til. Der er derfor i disse tekniske anvisninger indsat emner, som der refereres til ved litteraturhenvisninger, således at nye medarbejdere lettere kan finde det relevante materiale, uden at anvisningerne svulmer unødigt i omfang og dermed i anvendelighed.

Det er endvidere evident at udarbejdelsen af et komplet sæt af tekniske anvisninger er et omfattende arbejde, der næppe nogensinde kan siges at være fuldstændigt. Nærværende udgave af Teknisk anvisning for Grundvandsovervågningsprogrammet er derfor bygget op omkring en indholdsfortegnelse med en udfyldelse af de punkter, der vurderes at være mest behov for.

Det er endvidere vigtigt at være opmærksom på, at der kan ske ændringer i anvisningerne som følge af udgivelse af nye bekendtgørelser fra Miljøministeriet, udgivelse af nye vejledninger fra Miljøstyrelsen eller som følge af beslutninger truffet i Aftaleudvalget. Derudover vil implementeringen af Vandrammedirektivet og vedtagelsen af Grundvandsdirektivet påvirke overvågningen af vandmiljøet, blandt andet ved at styrke forståelsen af samspillet mellem grundvand og overfladevand.

INDLEDNING.

Nærværende tekniske anvisning sammenfatter anvisninger, retningslinjer og praksis omkring varetagelsen af den nationale grundvandsovervågning. Indsamling af grundvandsprøver og analysering af disse stiller aktørerne over for en lang række af spørgsmål, hvoraf ikke alle kan besvares entydigt. Det færdige produkt er ofte et resultat af en række valg og kompromiser, strækkende sig fra udvælgelsen af borelokaliteten, over valget af boremetode og boringsudbygning til pumpevalg og prøveopsamling. Dertil kommer, at de fysiske forhold, som er tilstede hvor prøven stammer fra, ikke er tilgængelige for direkte inspektion, da det foregår under terræn.

Opbygningen af den danske undergrund varierer meget fra landsdel til landsdel, og er visse steder meget kompleks. Analyseresultaternes anvendelighed beror derfor på en vurdering af prøvens repræsentativitet – såvel tidsligt som rumligt. Denne kan støttes på kontinuerte målinger af simple parametre i det oppumpede vand, men er også et resultat af den erfaring, som prøveindsamlere opbygger omkring forholdene i de enkelte overvågningsområder og den omhu og omtanke, der udvises under prøvetagningen under hensyntagen til aktuelle valg, som er gjort i den aktuelle boring.

Andre forhold i overvågningen som for eksempel den kemiske analyse og dataindberetningen er anderledes håndfaste, og jo større uniformitet, der kan opnås, desto større sammenlignelighed vil der være mellem resultaterne. Ligeledes gælder, at jo mere standardiseret dataindberetningen kan foregå, desto mindre er risikoen for fejl i datamaterialet og desto mindre tid vil den enkelte aktør skulle anvende på håndtering af data og på kvalitetssikring.

GRUNDVANDSOVERVÅGNING

Vandmiljøplanens Grundvandsovervågning

I offentligt regi gennemføres en overvågning af grundvandets generelle tilstand og udvikling ved at overvåge grundvandsspejlets beliggenhed, den kemiske sammensætning og arealanvendelsen i 70 udvalgte områder fordelt jævnt over hele landet, men fortrinsvis i det åbne land, hvor arealanvendelsen er landbrugsdrift. Programmet indbefatter et samarbejde mellem Overvågningssekretariatet ved Danmarks Miljøundersøgelser, Miljøstyrelsen, Fagdatacenter for grundvand ved GEUS, Københavns og Frederiksberg kommuner, landets amtskommuner, Bornholms Regionskommune og Kommunernes Landsforening. Programmet koordineres af Aftaleudvalget, der er sammensat af repræsentanter for de nævnte administrationer. Programmets formål og omfang er beskrevet på NOVANA's hjemmeside. Derudover overvåges det unge grundvand i 5 landovervågningsoplande, de såkaldte LOOP-områder.

Resultaterne af overvågningen af grundvandet indberettes til Fagdatacenter for Grundvand ved GEUS.

Tilsyn knyttet til vandforsyning.

I medfør af "*Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, Miljø- og Energiministeriets BEK. nr. 871 af 21. september 2001*" fastsættes der kvalitetskrav til drikkevand og til undersøgelser der blandt andet skal foretages af vandet såvel på indgangssiden som på udgangssiden af vandforsyningsanlægget, samt hvordan der skal føres kontrol med de indvundne vandmængder.

Tilsynet føres af kommunalbestyrelsen i den kommune, hvor anlægges vand forbruges. Kommunalbestyrelsen underretter amtsrådet om resultaterne af tilsynet.

Tilsynet med vandkvaliteten på indgangssiden af vandforsyningsanlægget - i daglig tale kaldet **boringskontrol** (eller råvandskontrol) - udføres på de enkelte indvindingsboringer.

Tilsynet med vandkvaliteten på udgangssiden af vandforsyningsanlægget - i daglig tale kaldet **drikkevandskontrollen** - opdeles i en række af analyseomfang forskellige kontroltyper, nemlig forenklet kontrol, begrænset kontrol, normal kontrol og udvidet kontrol samt kontrol med uorganiske sporstoffer og kontrol med organiske mikroforureninger.

I medfør af BEK. nr. 871 indberettes data til GEUS.

Tekniske anvisninger for dataindberetningen i henhold til BEK. nr. 871 er fastlagt i "Vejledning om indberetning af drikkevandsdata", Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 4, 2001.

Udgifterne ved prøvetagningen og undersøgelserne afholdes af ejeren af vandforsyningsanlægget.

Der gennemføres herudover målinger af grundvandskvaliteten i forbindelse med depoter og andre punktforureninger

Vandmiljøplanens overvågningsprogram - NOVANA

Organisering

Grundvandsovervågningen i såvel GRUMO (som er et akronym for GrundvandsMonite-ringsOmråde) som LOOP (LandOvervågningsOpland) er en del af Vandmiljøplanens Overvågningsprogram, også kaldet NOVANA, der står for Nationalt Overvågningspro-gram for Vandmiljøet og Naturen). Programmet er organiseret med *Aftaleudvalget* som øverste beslutningsorgan. I Aftaleudvalget, hvor DMU har formandsposten, sidder repræsentanter for amterne, Amtsrådsforeningen og fagdatacentrene. *Fagdatacentrene* er faglige organisationer, typisk Miljøministerielle sektorforskningsinstitutioner, der besidder faglig ekspertise inden for et specifikt område af overvågningen. De specifikke områder omfatter punktkilder, landovervågningsoplande, grundvand, ferske vande, marine områder, atmosfærisk nedfald samt arter og terrestrisk natur. For hver af disse områder er der nedsat en *styringsgruppe*, hvor et fagdatacenter har formandsposten og sekretæropgaven. Desuden deltager et antal amtsrepræsentanter og repræsentanter fra andre fagdatacentre. I Styringsgruppen for Grundvand deltager desuden Danske Vandværkers Forening som repræsentant for Kommunernes Landsforening. Blandt styringsgruppernes opgaver er afholdelse af fagmøder, hvor alle aspekter af delprogrammet, men dog overvejende faglige, kan diskuteres af aktivt udøvende personale inden for overvågningsområdet, typisk amtsmedarbejdere, fagdatacentermedarbejdere, referencelaboratorier etc. Inden for Grundvandsovervågningen har amtsmedarbejdere dannet to ERFA-grupper, henholdsvis øst og vest for Storebælt, hvor der kan udveksles erfaringer.

Oplysninger om mødepapirer, referater, opgavefordeling, deltagende personer mv. kan ses på NOVANA's hjemmeside.

Indberetninger

Resultaterne af overvågningen indberettes til fagdatacentrene til fastsatte terminer. For så vidt angår grundvandsovervågningen indberettes resultaterne elektronisk i STANDAT-format. Samtidig med indberetningen af overvågningsprogrammet indberettes resultaterne af den i amtet udførte Boringskontrol.

Rapporteringer

Resultaterne af overvågningen beskrives, tolkes og vurderes i en række årlige rapporter. For hvert specifikke overvågningstema (grundvand, ferskvand, marine områder etc.) udarbejdes hvert år en *amtsrapport*. For hvert specifikke overvågningstema udarbejdes desuden en årlig *fagdatacenterrapport*, baseret dels på amtsrapporterne og dels på indberettede data, der anvendes af fagdatacentret til at udarbejde landsdækkende analyser og vurderinger. På basis af fagdatacenterrapporterne udarbejder DMU en *sammenfattende rapport* til Folketingets Miljøpolitiske Udvalg.

Som oplæg til de årlige rapporteringer udarbejdes paradigma for hele overvågningsprogrammet, som lægges på NOVANA's hjemmeside. Paradigma for grundvandsovervågningsrapporterne, der er udarbejdet af styringsgruppen for grundvandsovervågningen og godkendt af Aftaleudvalget, er at betragte som en gensidigt bindende aftale. De krav til rapporteringen, som fremgår af paradigma, lægges til grund for den efterfølgende evaluering af rapporter, som udføres i styringsgrupperegion.

Evaluerings

På Aftaleudvalgets foranledning gennemfører styringsgrupperne en årlig evaluering af overvågningsforløb. Evalueringen omfatter såvel data som rapportering. Blandt andet eva-

lueres om alle aftalte prøver er indsamlet, om detektionsgrænserne er overholdt og om der kun er anvendt laboratorier godkendt af Miljøstyrelsen. Desuden vurderes om rapporternes indhold går ud over paradigmaets krav, har karakter af såvel datapræsentation som faglig bearbejdning eller alene har karakter af datapræsentation eller er af så generel karakter, at det uden reel informationsværdi

Evalueringen gennemføres efter retningslinjer vedtaget af Aftaleudvalget, se NOVANA's hjemmeside.

Litteratur:

Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, Miljø- og Energiministeriets BEK. nr. 871 af 21. september 2001"

NOVA 2003. Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 1, 2000.

Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993-1997, Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 2, 1993.

Rasmussen, P. og Gosk, E., DGU, (1990): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvand i landovervågningsoplandene. Danmarks Geologiske Undersøgelse, Intern Rapport nr. 47, 1990.

Vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 3, 1990"

Miljøstyrelsen (1989): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. - Miljøprojekt nr. 115, Miljøstyrelsen 1989. 64 s.

Den danske regerings "Handlingsplan mod forurening af det danske vandmiljø med næringsalte". 31 januar 1987.

Finansudvalget (1987): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. - Finansudvalget, Akt nr. 45 af 13. nov. 1987. 5 s.

Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg (1987): Bilagshæfte til Beretning om Vandmiljøhandlingsplanen, Beretning afgivet af miljø- og planlægningsudvalget den 30. april 1987. - Folketinget 1986-87, Blad nr. 1100.

Indenrigsministeriet, 1987: Aktstykke vedrørende bloktilskudskompensation af de amtskommunale merudgifter til overvågning af vandmiljøet. Den 19. oktober 1987.

Miljøstyrelsen 1984: Kvalitetskrav til visse stoffer i drikkevandet. Vejledning nr. 2. Maj 1984

Principper for grundvandsovervågningen

Hovedprincippet for det eksisterende design for grundvandsovervågning er en såkaldt 1. ordens overvågning, som beskrevet af Andersen (1987). Afhængigt af indtagenes placering i forhold til grundvandstrømningen skelnes mellem punktmoniterende indtag, hvori vandbevægelsen overvejende er lodret (f.eks. nær vandskel), linjemoniterende indtag, hvori vandbevægelsen overvejende er vandret og volumenmoniterende indtag, som er placeret i borer, hvorfra der finder vandindvinding sted.

Hovedprincippet for prøvetagningerne er udtrykt i programteksten for NOVA-2003, hvori det hedder, at "Et grundlæggende princip for valget af analysefrekvenser er, at jo nærmere et prøvetagningsindtag er ved terrænoverfladen, jo større variationer kan der forventes over året og jo hyppigere analyser er der behov for. En konsekvens af den allerede gennemførte overvågning af grundvandet er, at den etablerede viden giver mulighed for nedsættelse af analysefrekvensen for en del stoffer." Ved revision af NOVA 2003 til NOVANA har disse principper dannet et generelt grundlag for etableringen af analysefrekvenser.

Litteratur

Andersen, L.J., DGU (1987): *Grundvandsmoniteringsnet af 1. orden i Danmark. ATV-møde om grundvandsmonitering, 5-6 oktober 1987. Vingstedcentret.*

ATV (1987): *Grundvandsmonitering -. ATV-møde 5. - 6. okt. 1987. 96p*

Informationstyper

Med baggrund i formålet med grundvandsovervågningen, som denne kommer til udtryk i programteksten til NOVANA omfatter overvågningen mængden af grundvand, grundvandets strømningsbaner og dermed transportveje og den deraf følgende kemiske sammensætning af grundvandet. Derudover gennemføres der også en række andre undersøgelser som beskrevet nedenfor.

Oplandsanalyser

Arealanvendelse

Begrundelsen for at opgøre arealanvendelsen er at finde en sammenhæng mellem denne og dens indvirkningen på grundvandets kvalitet. Fastsettelse af arealanvendelse for det enkelte indtag baseres derfor på arealanvendelsen i det grundvandsdannende opland kombineret med strømningsmodellens angivelse af strømningsbaner. Ændringer i grundvandsspejlets beliggenhed f.eks. som følge af ændret oppumpning eller ændrede nedbørsmængder vil kunne indvirke på indtagets opland.

Man skelner inden for grundvandsovervågningsprogrammet mellem 4 hovedtyper:

- A: bebyggede/befæstede arealer, hvor påvirkningen overvejende stammer fra industri, serviceerhverv, trafik og privatboliger.
- B: landbrugsarealer, hvor påvirkningen overvejende udgøres af gødningsstoffer, organisk stof og sprøjtemidler.

C: skov- og plantagearealer, hvor påvirkningen overvejende stammer fra sprøjtemidler.

D: naturarealer, hvor der kun er baggrundspåvirkning (atmosfærisk).

Disse type kan underinddeles yderligere. Kort- og Matrikelstyrelsens 4-cm kort (1:25000) (KMS) indeholder det meste af arealinformationen, men der skal suppleres med en karakteristik af nogle arealtyper.

Den endelige karakteristik af arealanvendelsen er derfor som følger:

TYPE	BESKRIVELSE	KILDE
A1	bebyggede og befæstede arealer	KMS-kort
A2	større sammenhængende industriarealer	Rekognoscering
B1	landbrugsarealer i omdrift	Rekognoscering
B2	og med stort dyrehold	Rekognoscering
B3	landbrugsarealer med græs/vedvarende græs	Rekognoscering
B4	braklagt	Rekognoscering
C1	nåleskov	KMS-kort
C2	løvskov	KMS-kort
C3	juletræs- og pyntegrønts plantage	Rekognoscering
C4	frugtplantager og gartnerier	KMS-kort
D1	heder og overdrev m.m. (naturarealer)	KMS-kort
D2	sid bund; enge, søer, vandløb	KMS-kort

Opdateringen af informationen om arealanvendelsen tænkes udført efter amtets vurdering afhængig af markante ændringer i området.

Arealanvendelsen relateret til indtag, herunder især nye indtag, der ikke er klassificeret tidligere eller omklassificering af tidligere klassificerede indtag, inkluderes i skemaform i den årlige amtsrapport

Arealkarakteristikken noteres på et kortblad over de enkelte GRUMO.

I overvågningsrapporten fra 1991 fra GEUS findes en grov opdeling af overvågningsområdernes arealanvendelse. Samme sted findes oplysninger om kendte depoter og/eller vandindvindingerne inden for områderne.

Oversigtskort over overvågningsområderne

For hvert overvågningsområde udarbejdes og opdateres løbende et kort i fast målestok, som sammenknytter områdeafgrænsning, boringsplacering med tilhørende DGU-nr., arealanvendelsen og grundvandspotentiale, samt angivelse af den af GEUS foreslåede monitoringsstype.

Et sådan kort har to hovedformål:

1. at forøge læsbarheden af amtsrapporterne.
I rapportteksterne forekommer der ofte spredte angivelser af, at der er fundet den eller den koncentration af dette eller hint stof i en given boring/indtag. Det er derfor ønskværdigt, at referere sådanne oplysninger til et kort, der tillader læseren at gøre sig egne overvejelser om betydningen af oplysningen, såfremt den ikke er angivet af forfatteren.
2. at standardisere målestoksforholdene for de forskellige typer af kort, der er udarbejdet for GRUMO, samt i videst mulig grad at samtegne oplysningerne fra disse forskellige kort, så de kan præsenteres på ét kort.

Det viser sig, at det ikke er hensigtsmæssigt at anvende målestoksforholdet 1:10.000 for samtlige GRUMO, da disse varierer i størrelse fra 0,4 km² til 50 km². Man anmodes derfor at anvende enten målestoksforhold 1:10.000 eller 1:25.000. Målestoksforholdet skal fremgå af kortet.

Områdefrænsningen fastlægges på baggrund af strømningsmodellen for området. I en del overvågningsområder kan der være tale om flere reservoirer. Det kan således være nødvendigt at fremstille flere forskellige kort.

Potentiale-kurver (pejlekort) viser situationen til et givent tidspunkt, idet de også bl.a. afhænger af oppumpningen inden for området og af nedbørens størrelse. Ved udarbejdelsen af potentialekort bør der ikke foregives større nøjagtighed end datagrundlaget tillader.

Kortlegenden bør indeholde en "oversættelsestabel" mellem DGU-nr., GRUMO-nr. (amt.område.boring.indtag, altså 4 to cifrede tal adskilt af punktummer) og eventuelt anden nummerering anvendt af amtet.

Overvågningstypen angives ved de i rapporten "Grundvand. Overvågning og problemer. DGU serie D, nr. 8, 1991" anvendte symboler, dvs. firkant for volumenmoniterende, trekant for linjemoniterende og cirkel for punktmoniterende. Forekommer der flere indtag i samme boring, angives disse på kortet i en lodret række med det øverste indtag øverst.

En række beskrivende parametre er angivet i kapitlet "Boretekniske oplysninger".

Litteratur:

Brüsch, W., DGU, (1987): Grundvandskemi og arealanvendelse. Miljøministeriets projektundersøgelser 1986, Teknikerrapport nr. 12.

Klimadata

Der er centralt indgået aftale med DMI om klimaoplysninger til brug for overvågningsprogrammet. Oplysningerne er tilgængelige på Internettet i det omfang amtet har ønsket at deltage. Da klimadata anvendes i forbindelse med overvågning af forskellige dele af

vandmiljøet (søer, vandløb, kystafsnit) bør det være de samme klimadata og beregninger der anvendes overalt inden for det enkelte amt.

Grundvandets udveksling med de øvrige dele af det hydrologiske kredsløb

Med implementeringen af Vandrammedirektivet og vedtagelsen af Lov om Miljømål m.v. er der opstået behov for at anskue vandmiljøet som en samlet helhed og for at kvantificere vandets kredsløb.

For grundvand er der opstillet tre hovedaspekter, nemlig vandressourcen, grundvandskvaliteten og grundvandets udveksling med det øvrige vandmiljø. For at kunne opstille og senere evaluere effekten af de krævede handlingsplaner er det nødvendigt at skabe overblik og indsigt i vandet som transportmedium. Det er vandet som transportmedium, der bringer en given forurening fra kilden til det sted, hvor forureningen har en uacceptabel effekt. Hvis kystnære havområder ikke opfylder miljømålene og grunden hertil er et for stort indhold af næringsstoffer i grundvandet i oplandet, skal indsatsplanerne målrettes mod den uheldige påvirkning af grundvandet - også selv om forbindende vandløb og søer opfylder de stillede miljømål.

En optimering af indsatsplanerne er ikke mulig uden såvel en korrekt konceptuel model for vandets kredsløb som numeriske modeller for strømning og stoftransport.

ETABLERING

Boringsudførsel, udbygning og filtersætning

Der stilles generelt store krav til boringer, der skal anvendes i grundvandsovervågningsprogrammet, da der måles en lang række uorganiske og organiske sporstoffer i meget lave koncentrationer på vandprøver fra disse boringer. Det er således vigtigt at imødegå risikoen for kontaminering af vandprøverne fra de anvendte materialer til såvel filterafpakning som "isenkram", der anvendes i boringsudbygningen. Ved skylleboringer ses ofte kraftig "afsmitning" fra skyllevandet ved de første prøvetagninger, antageligt pga. for dårlig renpumpning. Overvågningsboringer bør derfor altid udføres som tørboringer (for definitioner se "Håndbog i prøvetagning af jord og grundvand")

En eventuel kontaminering vil vedvare i lang tid, da disse boringer ofte kun anvendes til udtagning af prøver, og derfor ikke gennemskylls af større vandmængder, som tilfældet er med boringer, hvorfra der indvindes drikkevand.

Renpumpning

Pumpning, der udføres på nye boringer straks efter filtersætningen for at rense boringen for suspenderet materiale og evt. urenheder fra borearbejdet.

Indberetning af boringer

Boringer udført i medfør af overvågningsprogrammet indberettes til borearkivet ved Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse i henhold til Bekendtgørelse nr. 672 af 26. juli 2002 "Bekendtgørelse om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land".

Opmærksomheden henledes især på § 23, hvoraf det fremgår at indberetning af boringsoplysninger og jordprøver skal foretages af brøndborer/entreprenør inden 3 måneder efter udførelsen af boringen og omfatte de i bilag 2 anførte oplysninger.

Der er ikke i bekendtgørelsen hjemmel til at fritage brøndborer/entreprenør for indberetningspligten.

Det bør fremgå af kontrakten med brøndborer/entreprenør at denne er bekendt med og indforstået med betingelserne i bekendtgørelsen. Derudover amgives i udbudsmaterialet at boringen skal etableres med boringsfikspunkt og at der påføres boringsmærkater på stammerne

Boringerne lokaliseres i overstemmelse med vejledning herom, se bilag 1.

Boringstyper

Etablering af korte boringer

Formål

Til overvågning af det nyest dannede grundvand skal der i løbet af 2004 etableres korte boringer i de eksisterende GRUMO med fuldt program.

Placering

Boringerne placeres inden for de reviderede GRUMO-oplandsgrænser i grundvandsdannende områder med landbrugsmæssig arealanvendelse.

Hver boring etableres med ét indtag, der placeres så tilpas dybt at det lige netop kan forventes altid at befinde sig under grundvandsspejlet, også i tørre perioder. Dog etableres der ikke indtag dybere end de oxiske og/eller nitratholdige redox-zoner.

Terrænnære lokale aflukkede sandlommer med gammelt grundvand som følge af stagnerende strømning overvåges ikke.

Anvendelse

Boringerne skal kunne anvendes til pejling og til udtagelse af prøver til analyse for hovedbestanddele, uorganiske sporstoffer, pesticider og nedbrydningsprodukter samt til datering ved CFC-metoden. Endvidere skal der i forbindelse med boringernes etablering foretages en registrering af beliggenheden af redox-zoner i sedimenterne i den gennemborede lagsøjle. Grundvandsprøvetagning starter i 2005. Prøvetagningsprogram fremgår af programbeskrivelsen.

Boremeter

Af hensyn til den sedimentologiske og redoxmæssige beskrivelse af den gennemborede lagsøjle, etableres boringerne som 6" tørboringer med snegl eller sandspand uden anvendelse af smøremidler, boremudder m.v.

Sediment

Under borearbejdet udføres en beskrivelse af den gennemborede lagsøjles egenfarve ved anvendelse af Munsell Soil Colour Chart. En eventuel coating på kornene registreres for vurdering af redoxmiljøet (lup) og som supplement bedømmes en vandig opslemning af sedimentet (forhold 1 til 10 rumfang) ved hjælp af Munsell Colour Chart så ofte sedimentets farve skifter og mindst for hver halve meter.

Skifter farverne fra gule, gulbrune, brune og gråbrune nuancer til grå, brungrå, eller sorte indikerer dette, at redoxforholdene i sedimentet er ændret fra oxiderende til reducerende. Indtræffer et sådant skifte udtages 4 prøver til bestemmelse og efterfølgende beregning af reduktionskapacitet (organisk stof, Pyrit, ferro-jern og totaljern). Der udtages henholdsvis to prøver i forskellig dybde over grænsen for permanent reducerende forhold og 2 prøver under grænsen, ligeledes i forskellig dybde. Prøverne emballeres i polyethylen-posere og placeres i tætsluttende metaldåser, hvorefter de omgående nedfryses og opbevares nedfrosne indtil analyse.

I områder hvor kun den oxiderede del af lagsøjlen gennembøres vil det være relevant at måle indholdet af NVOC på vandige ekstraktioner fra 4 sedimentprøver fra forskellige dybde fra hver boring til belysning af mængden af nedvasket organisk stof. Der anvendes et jord:væske forhold på 1:2 (Soil Biol. Biochem., vol 7, 1975, pp 389-394: Burford og Bremner)

Boringsudbygning

Forerør:

Der bør fortrinsvis anvendes ufarvede (hvide) PEH-rør i minimum Ø63 mm og samlet med gevind og tætnet med O-ring eller teflontape på anlægsfladerne.

Filterrør/pumpe

Etableres boringerne med Montejus-pumpe er det vigtigt af hensyn til CFC-analyserne at kammeret (forlægget) placeres højere oppe end filtret, således at kammeret fyldes nedefra.

Boringerne kan også etableres med traditionelle filtre eller med fordel med "Johnson"-filtre (der har op til 70% lysning og som ikke så let stopper til) og dykpumpe eller evt. peristaltisk pumpe eller "Whale-pumpe". Max. indtagslængde 1 meter. Bemærk, at flytbare pumper omhyggeligt skal rengøres når de flyttes fra indtag til indtag.

Stigrør:

Hvide PEH rør, ufarvede PEL-slanger eller VA-godkendte, farvede PEL slanger

Gruskastning:

Gruskastning og afpropning skal ske omhyggeligt under anvendelse af den fornødne tid, helst under tilsyn, og med stadige pejlinger af placeringen af det pågældende medium. Mediet skal være fuldstændig sedimenteret førend næste medium kastes eller nedpumpes.

Afpropning:

Til forhindring af nedsivning af overfladevand etableres der afpropning med expanderende bentonit umiddelbart under grundvandsspejlet, lige som der afpropes ved gennemborede lavpermeable lag for at forhindre vand fra hængende grundvandsspejl i at trænge ned langs forerøret. Under permanent grundvandsspejl bør der anvendes en kraftigt ekspanderende ren bentonittype, som f.eks. Mikolit B, eller CEBO QSE. Disse typer bør også anvendes under umættede eller periodevis mættede forhold og ved terræn, idet det høje smectitindhold sikrer at tætningen bevarer de ønskede egenskaber.

Afslutning ved terræn

Der afsluttes så nedsivning langs borestammen forhindres og boringen beskyttes mod påkørsel eller anden beskadigelse samt uautoriseret adgang. En sådan beskyttelse kan f.eks. være en Århusafslutning. Denne er udformet som et ca. 170 cm langt aluminiumsrør i diameter ca. 140 mm. I toppen er påsvejsset en flange, hvorpå et fladt aluminiumslåg med hængelås er monteret. Afslutningen monteres over forerøret med ca. 70 cm. over terræn og 100 cm. under terræn, hvorved boringen er godt beskyttet.

Vandprøvetagning

Da der filtersættes nær grundvandsspejlet vil det kunne være nødvendigt at prøvetagningen foregår langsomt for ikke at trække luft ned til filtret. Montejus-pumper bør derfor etableres med drøvlekontraventiler, så fyldning af kammeret kan foregå kontrolleret. Hvis der anvendes dykpumpe bør der pejles omhyggeligt og pumpen drosles ned så vandspejlet ikke sænkes ned til filtret.

Andet

Af hensyn til pejlinger forsynes boringerne med fast målepunkt med indnivelleret kote eller GPS-bestemt kote med præcision bedre end 5 cm,

Etableringsrapport

Boringerne registreres i GEUS's borearkiv i overensstemmelse med gældende praksis.

Derudover udarbejdes en etableringsrapport for hvert GRUMO. I rapporten redegøres for de overvejelser der er gjort med hensyn til indtagsplacering såvel geografisk som dybdemæssigt.

Derudover skal rapporten indeholde oplysninger om boringsetablering, materialevalg og andre forhold som efterfølgende kan have betydning for tolkningen af måleresultater fra boringerne samt tegninger over boringens udbygning og eventuelle logs, herunder farvelog fra borearbejdet. Oplysningerne indtastes så vidt muligt i regneark.

Huskeliste (assorteret)

Lokalitetsnavn (GRUMO)

DGU nr.

GRUMO nr. (fortløbende)

Etableringsdato

Indtagsnummer

UTM-koordinater

Kote

Vandspejlskote

Geologisk log, incl. geologisk prøvebeskrivelse

Karakterisering af prøver

Boremethode

Diverse logs

Andre fysiske undersøgelser

Lokaliseringsskitse

Placering i GRUMO

Nærliggende vandindvindingsboringer

Nivelleret målepunkt i forhold til terræn

Konstruktionstegninger

Boringens dimensionering incl. materialer, diameter, vægtykkelser, placering af samlinger, etc.

Forerørsmateriale

Stigrørsmateriale

Filterplacering (top og bund i meter under terræn og kote

Filterbeskrivelse med dimensioner, placering, materialer, slidser, etc.

Pejleindtag, placering og andet

Boringens udformning, dvs. gruskastning, pakning, materialer, etc.

Reservoirbjergart for de enkelte indtag og pejleindtag

Pumpetype, konstruktion, dimensionering, placering, etc.

Prøvetagningsaggregat, beskrivelse af konstruktionsprincip, placering og materialer, m.v. eventuelt suppleret med tegninger og fotos.

Topografisk kort med beliggenhed

Arealanvendelseskort for potentielt infiltrationsområde og for nærområdet til boringen

Potentialekort for området (samme målestok som de to foregående)

Moniteringstype

Vandspejlstype

Redoxboringer

Redoxboringer kaldes også for multifilterboringer, fordi de er filtersat hen over overgangen fra oxiderende til reducerende forhold i grundvandet med et større antal (15-25) tætsiddende (max. afstand 50 cm) indtag. Derudover kan boringer være forsynet med pejlemuligheder.

Da filterplaceringen i forhold til grundvandets redoxzoner er kritisk bør der udføres en undersøgelsesboring i umiddelbar nærhed af borestedet for redoxboringen til fastlæggelse af såvel den geologiske som den redoxmæssige lagfølge. Undersøgelsesboringen kan også anvendes til udtagning af sedimentprøver til bestemmelse af de geologiske aflejrings redoxkapacitet.

Efter endt brug bør undersøgelsesboringen afsluttes/sløjfes på en måde så den ikke påvirker strømningsbanerne eller infiltrationen (kortslutter jordoverflade/terrænnært grundvand/dybere grundvand).

Alle redoxboringer skal udføres efter et ensartet koncept fastlagt af og med redoxboringerne udført i Århus Amt, Ribe Amt og Storstrøms Amt.

Boringsidentifikation

Boringer, der indgår i overvågningsprogrammet, identificeres ved deres DGU-nummer, der er sammensat af henholdsvis Atlasbladnummer og Løbenummer, samt eventuelt et Bogstav, der i så tilfælde skal være "stort" (kapitæl). Derudover tildeles boringen et GRUMONummer, sammensat af Amtsnummer, Områdenummer og Boringsnummer, alle to cifrede og adskilt af punktummer; derudover tilføjes indtagningsnummer som fjerde led i GRUMONummeret. Indtag nummereres nedefra og op.

Oplysninger om boringer

En række permanente oplysninger registreres for hvert enkelt indtag med henblik på at differentiere tolkningen af de kemiske analyseresultater, herunder

- Boringstype (boremetode og boringsudbygning)
- Filterintervaller
- Reservoirbjergart
- UTM-koordinater

Oplysningerne suppleres med oplysninger om, hvilke materialer, der er anvendt ved boringsudbygningen, herunder hvilke materialer, der er anvendt til afpropning samt forerør/stigrør.

Indtags-begrebet i Jupiter

Indtag er et meget væsentligt begreb, da det i Jupiter bruges til at relatere grundvandsprøver og pejlinger til det dybdeinterval hvor vandet er løbet fra formationen ind i boringen.

Definitioner

En **boring** er et hul - med form som én eller flere cylindre i forlængelse af hinanden - i jorden. I Jupiter registreres diameteren af disse cylindre. Dette er naturligvis ikke en udtømmende definition af en boring, men blot hvad der er relevant i denne sammenhæng.

En **stamme** er et eller flere i længderetningen sammenhængende filtre/forerør. Der kan være sat flere stammer ved siden af hinanden i samme boring.

Et **filter** er en fysisk anordning. Filtret er et rør eller en del af et rør (med en bestemt veldefineret diameter) i hvilket der er slidser. Ind igennem disse kan der strømme vand fra formationen. Filtret dækker et bestemt interval i en boring (bestemt ved top og bund). Der kan

sidde flere filtre i en og samme stamme i en boring. Hvis der er registreret flere filtre på samme stamme, er det oftest fordi der imellem dem er et interval uden filter (i stedet et forerør uden slidser), men to filtre kan også sidde direkte i forlængelse af hinanden. At man i denne situation taler om flere filtre skyldes så f.eks. at rørdiameteren eller slidsbredden ændres. I Jupiter har et filter et nummer, hvilket faktisk blot er et linienummer (rækkefølgen filtrene er indtastet på skærbilledet). Er der kun én stamme vil numrene normalt være fortløbende nedefra og op. Nummeret er entydigt for alle filtre i en boring uanset om der er flere stammer. Til filtret kan man knytte en gyldighedsperiode i form af en åbningsdato og en lukningsdato. Denne bruges til at markere at et filter ikke længere er åbent, f.eks. fordi der er sat en pakke der afspærrer det, eller fordi boringen er bygget om. Udenom filterrøret er der ofte en gruskastning. Denne registreres i Jupiter som et interval. Dette interval vil ofte svare nøjagtigt til et filterinterval, men det er ikke noget krav.

Et **indtag** er et interval i en boring. Igennem hele dette interval - eller dele deraf - kan der gennem et eller flere filtre strømme vand fra formationen ind i boringen/stammen. Et indtag kan kun bestå af filtre fra én stamme, men der kan godt være defineret mere end ét indtag på én stamme.

Alt vand fra et givet indtag - uanset om det er kommet ind i boringen gennem ét eller flere filtre - blandes principielt sammen i boringen, og der svarer kun ét trykniveau til et givet indtag.

Et indtag har et **indtagsnummer**, og det er dette der bruges til at referere til indtaget i forbindelse med indberetning/inddatering af data. For GRUMO-boringer er indtagsnummeret lig med sidste (fjerde) del af GRUMO-nummeret. For LOOP-boringer er indtagsnummeret lig med 1 bortset et enkelt tilfælde, hvor der er flere (15) indtag til én given boring. For boringskontrol-boringer har GEUS i forbindelse med konverteringen til Jupiter tildelt indtagsnumre til alle indtag. GEUS stiller en liste over disse til rådighed for amterne.

Relationen mellem indtag og filter

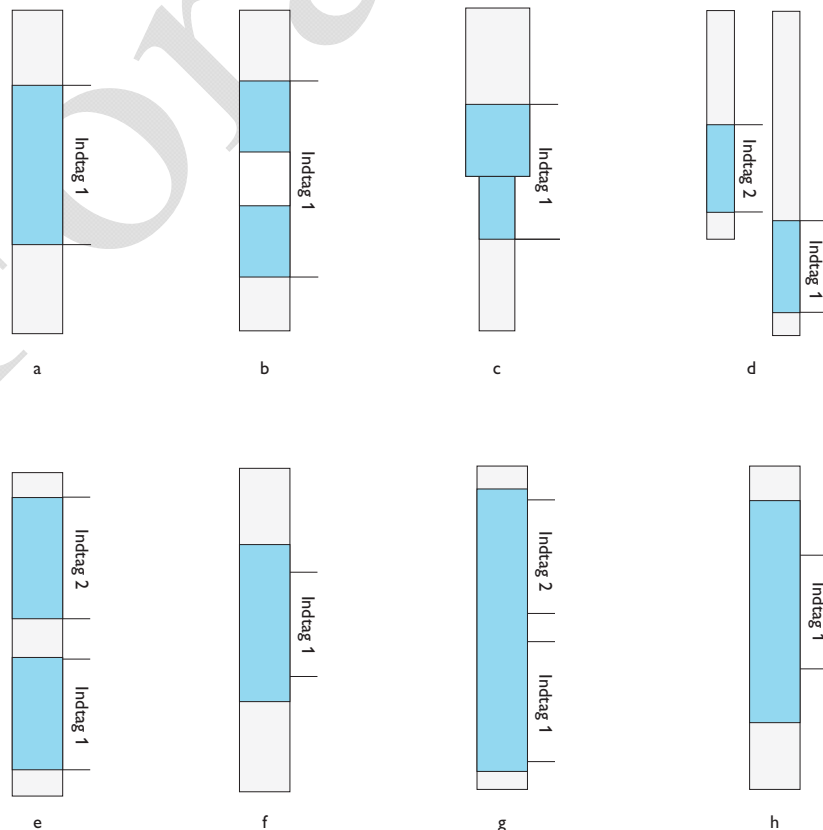


Fig. 1: Sammenhængen mellem stammer, filtre og indtag i boringer. Filterintervaller er blå raster mens indtag er markeret med "pinde" for top og bund af indtag. Fra Grundvandsovervågning 2001, GEUS 2001.

I langt den overvejende del af danske boringer er der en simpel sammenhæng mellem indtag, stamme og filter: Der er én stamme, ét filter og ét indtag (fig. 1 - a).

I nogle få procent af boringerne er der ligeledes kun én stamme og ét indtag, men der er alligevel registreret to eller flere filtre fordi situationen er som i fig. 1 - b eller - c.

I en række nyere boringer (f.eks. GRUMO) er der flere stammer med ét filter (og ét indtag) på hver (fig. 1 - d).

I ganske få tilfælde er der to filtre på samme stamme, og boringen er indrettet så man kan adskille vandet fra disse (fig. 1 - e).

Endeligt er situationen i under 1% den, at et indtag kun får vand fra en del af et fysisk filter (resten af filterintervallet er afskærmet af pakkere) (fig. 1 - f). Faktisk kan der godt være tale om to separate indtag i det samme filter (fig. 1 - g).

I alle de viste tilfælde bortset fra de to sidste (fig. 1 – f og g) er det - som det fremgår - således, at et givet filter leverer vand til ét og kun ét indtag, og *hele* filterintervallet hører vel at mærke til indtaget. Dette medfører, at det ikke er nødvendigt i databasen separat at registrere hvilket dybdeinterval indtaget dækker; det kan man altid finde ud af (og databasen kan fortælle det) hvis man blot ved hvilke filtre der er hører til indtaget. Og ændrer man dybden til f.eks. toppen af et filter, vil databasen automatisk beregne den korrekte dybde til det tilhørende indtag næste gang man har brug for det. Endvidere er man fri for separat at registrere dybder for prøver og pejlinger. Man registrerer blot hvilket indtag de svarer til, og kan så beregne dybderne ud fra dette indtags filterdybder.

For at kunne håndtere situationerne i fig. 1 – f og g har GEUS besluttet (databasemæssigt) at splitte det "problematisk" filter op i flere, hvor så kun f.eks. filter nr. 2 er tilknyttet indtaget (fig. 1 - h).

Det skal nævnes, at man i visse situationer helt midlertidigt installerer pakkere og tager prøver eller pejlinger i et delinterval af et filter. I sådanne situationer oprettes ikke separate indtag. I stedet registreres top- og bunddybde for prøven/pejlingen direkte for denne, og der registreres *ikke* noget indtag. Dette gælder også vandprøver taget i forbindelse med ellog-boringer.

Tidsdimensionen og nummerering af indtag

I en given boring kan både de fysiske filtre og definitionen af hvad der er indtag imidlertid variere gennem tiden. Dette kan skyldes:

1. Der bygges fysisk om på boringen, ved at et filterrørsinterval erstattes af et forerørsinterval eller omvendt.
2. Der indsættes eller fjernes pakkere eller andet udstyr i stammen. Dermed er der ikke længere samme forhold mellem filtre og indtag.

For at tage højde for dette, og stadig opretholde en entydig relation mellem f.eks. vandprøve og dybde, *kunne* man vælge at oprette et nyt indtag (med et nyt nummer) hver gang der sker (selv de mindste) ændringer i filtrene. Er der kun tale om små ændringer vil dette dog kunne virke kunstigt og besværligt.

I Jupiter er der derfor givet mulighed for at registrere en gyldighedsperiode for filteroplysninger. Man kan altså registrere i hvilken tidsperiode et givet filter leverer vand til et givet

indtag. Ændres der "en lille smule" på hvor filtret sidder, oprettes et nyt filter, men det tilknyttes det samme indtag som hidtil. Hvis man vil vide præcist hvilket dybdeinterval vandet fra en given vandprøve kommer, er det altså ikke nok at vide hvilket indtag det stammer fra; man skal også vide på hvilket tidspunkt.

Hvornår en given ændring af filtrene i en boring er stor nok til at begrunde et nyt indtagsnummer er en skønssag, men tommelfingerreglen er, at det skal give mening at lave f.eks. én sammenhængende tidsserie for en eller anden parameter (vandspejlshøjde, koncentration af et målt stof, el. lign.) for hele den periode indtaget findes, hvis det skal have samme nummer i hele denne periode.

Når en boring etableres nummereres indtagene normalt "nedefra og op", men da man altså jf. ovenstående kan komme ud for at skulle omnummerere indtagene eller oprette nye, kan man ikke være sikker på at denne nummerrækkefølge altid vil eksistere.

Renovering af overvågningsområder

På given foranledning skal GEUS gøre opmærksom på, at allerede anvendte GRUMONumre ikke kan genanvendes, da disse allerede markerer et antal prøver og analyser i databasen. Ved "renovering" af GRUMO skal der anvendes ny, fortløbende nummerering til nye indtag.

Utætte boringer/"fremmed vand" i indtaget

At boringer kan være utætte er velkendt. Således kan samlingerne mellem rørstykkerne, som boringen er udbygget med, efter en årrække ophøre med at være vandtætte på grund af tæring eller andre materialeforandringer. Dette er et specielt problem i de boringer, der er udbygget med hård PVC, eller som f.eks. har været påkørt.

Forholdet bør tages alvorligt, da de kemiske analyser fra sådanne boringer kan være misvisende, idet vand fra lag over indtaget via utæthederne løber ned til indtaget, således at kemianalyserne vil give udtryk for en vandkvalitet der er mere terrænnær end indtagets position under terrænoverfladen indikerer.

Desværre findes der ingen universel metode til diagnosticering af sådanne læk, men ofte vil en ustabil grundvandskemi være en indikation på sådanne forhold. Desuden kan gennemførelse af en "heat pulse" log, en flow log eller videoinspektion i boringen være til hjælp ved lokalisering af utætheder. Århus Amt har udarbejdet en metode, hvor der anbringes en pakke over indtaget og derpå observeres om der opbygges et vandspejl over indtaget med andet trykniveau. Pakkeren udspiles med vand via en slange til toppen og tømmes igen med trykluft via en slange til bunden af pakkeren.

En anden indikation kan være kraftige okkerudfældninger omkring grundvandsspejlet fra indtrængende vand, der iltes under udfældning af rust.

Man kan også vurdere om vandkvaliteten er stærkt afhængig af det volumen vand, der er fjernet ved forpumpningen.

Ud over utætte rørsamlinger kan der optræde "ikke hjemmehørende" vand i indtaget, som følge af den såkaldte skorstenseffekt, der er en lækage langs forerørets yderside, som bevirker at overfladevand og/eller vand fra et andet reservoir kan sive op eller ned til det overvågede reservoir, med eventuel forurening eller ændring af grundvandskemi til følge. Lækagen skyldes oftest dårlig eller manglende afpropning ved terræn eller ud for lerlag.

Endelig kan gamle nærtstående, dårligt opfyldte boringer, gamle dræn, nedhældshuller m.v. virke som skorsten (spøgelsesboringer).

Endelig bør det ikke glemmes at grundvandsmagasinerne dæklag også kan være "utætte" f.eks. hvis de består af sprækket moræneler. Det er vigtigt også at tage denne mulighed under overvejelse, når årsagerne til indholdet af især miljøfremmede stoffer i vandprøver fra et givent indtag vurderes. I sådanne tilfælde giver analysen naturligvis et retvisende billede af forholdene i magasinet og remierende foranstaltninger er upåkrævede.

Der henvises i øvrigt til arbejdsrapporten "Grundvandsovervågningsboringers egnethed til analyse", fra 2002, se nedenfor.

Litteratur:

Håndbog i prøvetagning af jord og grundvand. Amternes Videntcenter for Jordforurening. Teknik og Administration. Nr. 3, 2003.

Århus Amt, Sønderjyllands Amt, Fyns Amt, Roskilde Amt, Frederiksborg Amt, GEUS: Grundvandsovervågningsboringers egnethed til analyse. Arbejdsrapport under Grundvandsovervågningsprogrammet. Maj 2002

Karlby, H og Sørensen, I. (redaktion), 1998: Vandforsyning. Teknisk Forlag. 1998

Thorling, Lærke & Sørensen, Else: Kvalitetssikring under indsamling og håndtering af data. ATV møde 16. april 1998. Grundvandsovervågning.

Århus Amt: Grundvandsboringer. Teknisk rapport, Århus Amt, Miljøkontoret, Okt. 1991.

Miljøstyrelsen (1990): Vurdering af analyseprogrammet for udvalgte boringer i Vandmiljøplanens grundvandsovervågning. - Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 11, 1990. 84 s.

Andersen, L.J., DGU, (1989): Boringer, pumper og prøvetagning. Møde vedr. Grundvandsmonitoring, 14.-15. februar 1989. Vingstedcentret.

Morthorst, J., Czako, T. og Nisbeth, J. (1989): Grundvandsmonitoring. Indretning og brug af eksisterende boringer, samt udførsel af nye monitoringsboringer. DGU. Feb. 1989. Vingstedcentret 14-15 feb. 1989

Miljøstyrelsen og Danmarks Geologiske Undersøgelse (1988): Monitoringsboringer og vandprøver i grundvandsmonitoringsnet. 2. version. 22 s.

ATV (1985): Grundvandsforurening - Boremetoder - ATV-møde 12. sept. 1985 ca. 100p.

PRØVETAGNING

I det følgende antages det, at boringer og indtag er renpumpede, dvs. har gennemgået en grundigt og langvarigt pumpeperiode som afslutning på selve boringsetableringen, således at den forstyrrelse af de kemiske ligevægte, som boringsetableringen måtte have forvoldt, er elimineret eller minimeret.

Grundvandsprøver til kemisk analyse i delprogrammet for grundvandsovervågning og i delprogrammet for landovervågning udtages hovedsageligt fra traditionelle grundvandsindtag, det vil sige faste, nedborede perforerede rørsektioner, som tillader grundvand fra en veldefineret dybde at flyde ind i røret. Derudover anvendes såkaldte Montejus-pumper.

Forpumpning

Forpumpnings- og prøvetagningsproceduren er særdeles vigtig i forbindelse med udtagningen af veldefinerede grundvandsprøver. Samme procedure skal følges hver gang, og der laves derfor et stamkort på hver boring og indtag, som bl.a. beskriver denne procedure, herunder hvor stort et vandvolumen, der skal fjernes før prøvetagning, samt stabile værdier for pH og ledningsevne.

Forpumpningen har således til hensigt at sikre at der udtages prøver, der er repræsentative for grundvandet i magasinet.

Prøvetagningsproceduren varierer alt efter en række forskellige forhold, men har under alle omstændigheder til hensigt at bevare den endelige vandprøves repræsentativitet. Nogle forhold, som man skal være særlig opmærksom på, er risikoen for tab af gasformige komponenter og risikoen for iltning af vandprøver fra magasiner med reducerende forhold.

Baggrunden og strategien for en forpumpning er beskrevet i Lossepladsprojektets U3-rapport og kun anbefalingerne er medtaget her nedenfor;

- minimér afsænkningen.
- minimér den forpumpede vandmængde.
- mål pH, ledningsevne og redoxpotentiale under forpumpningen og begynd først prøvetagningen, når værdierne er stabiliseret.
- fjern mindst muligt vand fra boringen. I overvågningsboringer med korte indtag vil en forpumpning på 5-10 gange boringens volumen være typisk, mens lange indtag kan nødvendiggøre længere forpumpning. Pumpeindtagets placering og pumpearrangemnet har ligeledes indflydelse på forpumpningens længde.
- meget lavtydende boringer tømmes 1 - 2 gange, og vandprøven udtages, når der igen er tilstrækkeligt vand.

Ud over at minimere afsænkningen bør man også undgå at udsætte grundvandsmagasinet for trykchok, idet en pludselig/kraftig oppumpning kan medføre, at ler og silt bringes i suspension og følger med grundvandsstrømmen. I boringer med almindelige dykpumper kan denne chokpåvirkning ikke undgås, men ved frekvensregulering af de nye MP-1 pumper kan man sikre sig, at det ikke sker, idet man først når grundvandet er sat i bevægelse, hæver styrefrekvensen til det niveau, der vil give den maximale ydelse.

Disse problemer er udtalte i højtydende boringer/filtre, hvor renpumpning og forpumpning ikke er foretaget i et omfang, der har fjernet let mobiliserbare dele af formationen. Mange overvågningsboringer/filtre er særdeles lavtydende, og det kan være nødvendigt med længerevarende forpumpning, blot for at fjerne det vand, der står i indtaget. Der bør dog mindst fjernes 3-10 gange boringens/indtagets volumen i et så tilpas roligt tempo, at det undgås at tømme boringen og blotlægge filteret. Problemer kan også forekomme ved Montejus-pumper, idet der ved trykaflastning, når Montejus-pumpen skal fyldes igen mellem pumpeslagene, kan rives formationsmateriale eller belægninger af f.eks. okker eller organisk materiale løs, når dette sker pludseligt. Dette kan løses teknisk set, ved at lade trykaflastningen ske langsomt gennem en drøvleventil.

For at sikre ensartede prøvetagningsbetingelser fra gang til gang måles pH og ledningsevne under fastlæggelse af forpumpningens omfang. Dette kan gøres ved at lede en del af den oppumpede vandmængde igennem en større eller mindre gennemstrømningsbeholder (en gris), der er forsynet med passende måleudstyr, og først når de målte parametre er stabile, er forpumpningen tilstrækkelig og den endelige prøve kan udtages.

Med hensyn til forpumpningens længde henvises til rapport fra Lossepladsprojektet, U3: Grundvandsprøvetagning og feltmåling, april 1989 og Noter fra Horsens Teknikum: Praktisk grundvandsprøvetagning, Kursus nr. 215, udgivet hvert år siden 1992.

De særlige problemer, der knytter sig til lavtydende indtag, er beskrevet i "Teknisk rapport, Århus Amt, Miljøkontoret: Grundvandsboringer, oktober 1991.

Under alle omstændigheder bør erfaringerne omkring den nødvendige tid til forpumpning og de aktuelle værdier for ledningsevne, pH og ilt for det enkelte indtag noteres og anvendes til sammenligning ved næste prøvetagning.

I LOOP, hvor grundvandstilstrømningen til indtagene kan være meget langsom især i leroplandene, vil den mulige fortømning af det enkelte Montejus-filter baseret på erfaringen variere fra 3 gange umiddelbart før prøvetagningen til 1 gang 2 dage før selve prøvetagningen.

On-line prøvetagning og feltmålinger

Der skal anvendes on-line prøvetagningsinstrument (gris), der anvendes til måling af temperatur, pH, ledningsevne, iltindhold i **mg/l** og redoxpotential ved alle prøvetagninger.

Formålet med at indføre et on-line prøvetagningsinstrument er bl.a. at sikre retvisende analyser af pH og ilt, samt at kontrollere at forpumpningen er tilfredsstillende, dvs. at det oppumpede vand har en stabil sammensætning svarende til forholdene i magasinet.

En gris består basalt set af en kasse med et antal flow-celler i. Instrumentet er konstrueret, så det vand, der udtages til analyse, ikke passerer flow-cellerne.

Med hensyn til de enkelte parametre er det prøvetagernes erfaring, at temperaturen påvirkes af den opvarmning, som forårsages af pumpen sammen med den vekselvirkning med lufttemperaturen, som foregår omkring slangerne, der i koldt vejr kan give risiko for tilfrysning, og i varmt vejr temperaturer på op til 20° C. Den korrekte temperatur kan kun fås ved at nedsænke et instrument i boringen.

On-line iltmålinger i gris er generelt langt mere pålidelige og reproducérbare end laboratorieanalyser; dog kræves der øvelse ved lavtydende Montejus-pumper. Det er vigtigt, at der etableres omrøring under målingen, da denne er iltforbrugende. Elektroden skal kalibreres en gang daglig mod 100% iltmættede forhold og detektionsgrænsen er 0,1 mg/l. 0,01 mg/l

har været forsøgt, men så er metoden meget følsom for indhold af svovlbrinte, der via nulstrømsfejl kan give fiktive indhold på op til 0,5 mg/l ved en elektrodefølsomhed på 0,01 mg.

On-line pH målinger i felten giver et langt mere retvisende billede af forholdene i grundvandet end laboratoriemålinger, da man i høj grad undgår de uheldige effekter, der opstår ved afgasning af kuldioxid fra prøven, som er uundgåelig på grund af *forskellen i partialtrykket af CO₂* i magasin og ved terræn, idet indholdet af CO₂ i den umættede zone er ca. 10 gang større end i atmosfæren. pH-elektroden skal være tryk-robust pga. trykket i flowcellen, og den skal kalibreres én gang om ugen. Forsøg viser, at afgasning af kuldioxid fra prøven kan få pH til at stige fra ca. 6 til ca. 8 på kun 3 timer.

Alle elektroder bør kalibreres **ved grundvandstemperatur** 8-10 °C, ikke mindst iltelektroden, da indholdet af opløst ilt er meget temperaturafhængigt. Her skal man være opmærksom på, at der på varme sommerdage kan være meget varmt i den beholder der benyttes til kalibrering.

Der findes on-line udstyr, der er anvendeligt til såvel dykpumper som Montejus-pumpe.

Feltdata skal i lighed med øvrige data være kvalitetssikret ved indberetningen. De indberettede værdier viser at de målte feltparametre i alt for mange tilfælde ikke kvalitetssikres.

Prøvetagning i landovervågningsoplande

Der anvendes fortrinsvis on-line prøvetagning (gris) og on-line filtrering og prøvetagning i LOOP gennemføres da efter samme rutiner som i GRUMO.

Såfremt der ikke kan anvendes on-line prøvetagning (gris) eller on-line filtrering, gennemføres prøvetagning i LOOP efter følgende procedure:

<u>Til laboratorieanalyse for:</u> NO ₃ , NH ₄ , Cl, Alkalinitet ^{***} , SO ₄ , K, Na, Ca, Mg, pH, ledningsevne	<u>Anvendes i felten:</u> Trykfiltrering 0,45 µm filter 400 ml prøve* i plastflaske**
<u>Til laboratorieanalyse for:</u> PO ₄ og opløst jern	<u>Anvendes i felten:</u> Trykfiltrering 0,45 µm filter 100 ml prøve* i plastflaske, som konserveres med svovlsyre til pH < 2
<u>I felten måles:</u> pH, ledningsevne, ilt, Eh og temperatur	

* Prøvestørrelsen afhænger af laboratoriet

** Prøven opbevares mørkt og koldt

*** Aciditet måles i stedet for alkalinitet, hvis pH < 4,5.

Såfremt det vurderes, at on-line filtrering ikke kan gennemføres, overføres prøver til analyse af tungmetaller til et Millipore 600 ml Filling System og der anvendes Millipore In-Line FilterHolder, 47 mm (af ”skruetvingetypen”). Såfremt et forfilter er nødvendigt, anvendes flere filterholdere i serie med polycarbonat membranfiltre med aftagende porestørrelse. Der må

ikke anvendes forfiltre af glasvæv el. lign. Prøvetagning må ikke gennemføres under jordfygning.

Litteratur:

Lossepladsprojektet (1989): Grundvandsprøvetagning og feltmåling. Lossepladsprojektet. Udredningsrapport U3. April 1989.

Noter fra Horsens Teknikum: Praktisk grundvandsprøvetagning, Kursus nr. 215, udgives hvert år.

Århus Amt, Miljøkontoret, oktober 1991: Grundvandsboringer, Teknisk rapport.

Bo Elberling, Lærke Thorling og Per Misser. 1997: Det kan være surt at måle pH. Vand og jord, vol 4, nr. 4, aug. 1997, pp150-152.

Prøvetagningstidspunkt

Prøvetagningsfrekvens og årstidsvariation

Med muligheden for at nedsætte prøvetagningsfrekvensen i "stabile" indtag er spørgsmålet om prøvetagningstidspunkt kontra årstidsvariation aktuelt, i hvert fald for terrænnære indtag. Der er dog ikke klarhed over, hvor stor en rolle årstidsvariationen spiller ved bedømmelsen af den samlede variation på det enkelte indtag.

Muligheden for at gennemføre prøvetagning på samme tidspunkt (evt. samme termin) for alle indtag anses fra amtslig side for praktisk u gennemførlig. Det anses dog for nødvendigt af hensyn til sammenligneligheden af resultaterne fra år til år, at det enkelte amt tilstræber, at tage prøver på samme tidspunkt på året for det enkelte indtag. Ved 2 årlige prøvetagninger placeres første prøvetagning fortrinsvis i perioden fra 1. marts til 1. juni og anden prøvetagning i perioden fra 15. august til 15. november

Filtrering

Grundvandsprøver kan ved udtagningen indeholde opslæmmet materiale, som bl.a. kan bestå af formationsmateriale (ler, silt, jern- og aluminiumhydroxider eller kalciumcarbonat). Især kan opslæmmet materiale findes i grundvandsprøver fra indtag, hvorfra der ikke jævnlig opumpes vand som f.eks. indtag i boringer med Montejus-pumper.

Ved senere tilsætning af syre i forbindelse med analyseproceduren kan opslæmmet materiale opløses helt eller delvis og medføre fejl på analyseresultatet, specielt ved bestemmelse af stoffer, som udgør en stor del af det opslæmmede materiale, og som normalt kun forekommer opløst i relativt lave koncentrationer.

Det er ikke muligt med fuldstændig sikkerhed at se, om en grundvandsprøve er helt fri for opslæmmet materiale, specielt ikke hvis vandprøven udtages under dårlige belysningsforhold som f.eks. sidst på dagen i efterårs- eller vinterperioden. Ganske små mængder opslæmmet materiale kan i visse tilfælde medføre meget store fejl, hvis bestemmelsen af et stof udføres efter syretilsætning. Dette gælder f.eks. ved bestemmelse af aluminium, som normalt kun forekommer opløst i meget lave koncentrationer, men som kan findes i betydelige mængder i opslæmmet materiale (ler, silt og vandholdige hydroxider).

Vejle Amt gennemførte i 1995 to analyserunder for aluminium og konstaterede store udsving i koncentrationerne for det enkelte indtag. Amtet gennemførte derfor en systematisk undersøgelse af forskellige filterholdere og forskellige porestørrelser. Det fremgik, at filterholdere, hvor top og bund blev skruet sammen ved hjælp af gevind, havde en tilbøjelighed til at beskadige filtret, når filterholderen blev strammet til. Forsøg med Millipore filterholdere (In-Line Filter Holder) af "skruetvingetypen" kombineret med polycarbonat-filtre, gav de mest reproducerbare resultater. Amtet havde også forsøgt med forskellige porestørrelser og fundet meget forskellige koncentrationer. Af hensyn til sammenligneligheden såvel inden for programmet som med andre undersøgelser fastholdes porestørrelsen 0,4 μm .

Opslæmmet kalciumcarbonat og magnesiumcarbonat forekommer kun i grundvandsprøver fra magasiner med kalkholdige jordlag. Filtrering af grundvandsprøver fra kalkfrie grundvandsmagasiner, hvor vandet indeholder aggressiv kuldioxid, kan derfor i princippet undlades før bestemmelse af Ca, Mg og HCO_3 , men af hensyn til en ensartet procedure, som kan anvendes under alle forhold, skal alle grundvandsprøver filtreres før bestemmelse af Ca, Mg og HCO_3 .

Filtrering i felten.

Under udtagelse af grundvandsprøver ændres det kemiske miljø, således at visse stoffer kan udfældes. Ved grundvandsprøver er det især trykket og redoxpotential, som ændres markant ved udtagningen. Trykændring kan medføre, at der udfældes kalcium- og magnesiumcarbonat som følge af tab af CO_2 . Århus Amt har konstateret at pH kan ændres så meget som fra 6 til 8 i løbet af ca. 4 timer som følge heraf. Ændring af redoxpotential kan medføre, at der sker iltning og udfældning af opløst ferro-jern og eventuelt mangan. Iltningen af ferro-jern kan ske inden for få minutter.

Det er derfor vigtigt, at filtrering før bestemmelse af stoffer af denne karakter sker on-line i felten (eller umiddelbart efter prøvetagningen). Når filtreringen er udført i felten, kan stoffer som udfældes under transport og lagring af prøverne gen-opløses ved syretilsætning inden udførelse af analysen. Det tilrådes at on-line filtrering i LOOP kun gennemføres med den største forsigtighed, da der er en vis risiko for at borerne (Montejus-systemet) ikke kan holde til den større trykpåvirkning.

Genopløsning af stoffer ved syretilsætning, kan kun ske ved tilsætning af syre til hele den udtagne prøve af hensyn til koncentrationsforholdene. Sådanne prøver kan derfor ikke anvendes til bestemmelse af koncentrationer af andre stoffer som ændres ved syretilsætningen, f.eks. klorid ved tilsætning af saltsyre eller sulfat ved tilsætning af svovlsyre. Prøver til bestemmelse af opløst jern, mangan o.l. udtages derfor som delprøver, hvor syretilsætningen sker til hele prøven efter filtreringen.

Alkalinitet

Ved bestemmelse af Ca, Mg og HCO_3 i kalkudfældende prøver, er det nødvendigt at udføre titrering af alkalinitet straks efter filtreringen. Er det ikke muligt at titrere alkaliniteten i felten, er alternativet at udtage en ufiltreret delprøve til bestemmelse af Ca, Mg og HCO_3 . En sådan delprøve udtages i en diffusionstæt flaske fyldt til randen og lukkes med en skruekapsel med indvendig konus, som sikrer, at der ikke er luftblærer i flasken efter fyldning. Senest 24 timer efter prøvetagningen filtreres prøven på laboratoriet, og alkaliniteten titreres umiddelbart efter filtreringen, samtidigt udtages en delprøve af det filtrerede vand, som anvendes til bestemmelse af Ca og Mg efter syretilsætning, som forhindrer kalkudfældning efter filtreringen.

A: Vandprøver, der skal filtreres i felten:

Prøver til bestemmelse af NO_3 , $(\text{NH}_3^+, \text{NH}_4^+)$, Fe, Mn, Al, Sb, As, Ba, Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, KMnO_4 -tal (ikke obligatorisk i NOVA 2003), Li, Mo, Ni, NVOC, P, $\text{PO}_4\text{-P}$, Si, Se, Sr, Tl, V, Zn.

Endvidere filtreres prøver til bestemmelse af Ca, Mg, og HCO_3 i felten, dog med det alternativ som er beskrevet i foregående afsnit. Filtreringen af prøver til nitratbestemmelse sker for at forebygge interferens fra humusforbindelser og suspenderede stoffer (DS 223).

Ved filtrering af prøver til bestemmelse af Fe, Mn, Al, Ca og HCO_3 kan anvendes membranfiltre med en porestørrelse på $0,45\ \mu\text{m}$ uden specielle krav til materialer. Ved bestemmelse af de øvrige stoffer og specielt sporstoffer, anvendes filtre som er kontrolleret for urenheder, som kan forårsage kontaminering. Der findes sådanne særligt rene filtre af polykarbonat på markedet med en porestørrelse på $0,40\ \mu\text{m}$. Filtre af denne kvalitet kan også anvendes til de stoffer, hvor der ikke stilles særlige krav til filtermaterialet.

B: Vandprøver, der ikke behøver at filtreres i felten:

Til denne gruppe hører prøver til bestemmelse af K, Na, Cl, SO_4 , F, B, Br.

Selvom filtrering af prøver til bestemmelse af disse stoffer ikke er strengt nødvendigt, vil det af praktiske grunde være hensigtsmæssigt at udføre bestemmelserne på prøver som er filtreret af hensyn til nogle af stofferne nævnt under A.

C: Vandprøver, der ikke må filtreres

Til denne gruppe hører stoffer, hvor filtreringen vil medføre fejl på analyseresultatet, enten fordi en del af stoffet kan tabes ved filtreringsprocessen, eller som er særligt udsat for kontaminering. Til gruppen hører prøver til bestemmelse af aggressiv kuldioxid, pH, ilt, ledningsevne, nitrit, metan og svovlbrinte, cyanid, iodid og alle organiske mikroforureninger, herunder pesticider.

Opsummering

Det er vigtigt at følge de foreliggende retningslinjer om filtrering, idet det ikke med det blotte øje kan afgøres om en prøve indeholder små mængder suspenderet materiale og fordi det er vigtigt, at alle analyser refererer til ensartede behandlede vandprøver. Filtreringen gennemføres i felten umiddelbart efter prøvetagningen på membranfiltre af polykarbonat med en porestørrelse på $0,4\ \mu\text{m}$ i ikke-kontaminerende filterholdere af polycarbonat eller polypropylen, der lukkes efter "skruetvingeprincippet".

Filtrering i felten foretages for, at fjerne opslæmmet materiale fra prøverne, således at det ikke under analysen indgår som en del af grundvandet. Til analyser, hvor der fordres filtrering, skal der filtreres i felten også selv om prøven ser "klar" ud.

Hvis der efter feltfiltreringen (under transport til laboratoriet) sker udfældning/flokkulering i grundvandsprøven, således at den igen bliver uklar, skal der ikke filtreres igen på laboratoriet. I stedet skal der ske en genopløsning af precipitatet.

Litteratur:

Kristiansen, H., (1989): *Notat vedrørende suspenderet materiale i grundvand og filtrering af grundvandsprøver fra monitoringsprogrammet. Danmarks Geologiske Undersøgelse. Internt notat.*

Mærkning af grundvandsprøver

Prøvens identitet skal fremgå af etiketten, såvel som oplysning om hvorvidt prøven er filteret eller ikke, samt hvilke stoffer (f.eks. syrer), der er tilsat prøven.

Prøveopbevaring

Der henvises til Dansk Standard DS/EN ISO 5667-3, Vandundersøgelse Prøvetagning Del 3: Retningslinjer for konservering og transport af prøver.

Litteratur:

Kristiansen, H. & Nielsen, S., (1989): Standardprocedure ved forbehandling, konservering og feltmålinger på grundvandsprøver til uorganisk kemisk analyse for makrostofer. Foreløbig udgave, 2. version. DGU. feb. 1989. p.p. 1-25.

KEMISK ANALYSE

Grundvandets indholdsstoffer kan opdeles i to store grupper, hovedbestanddele, som typisk forekommer i koncentrationer i størrelsesordenen milligram pr. l (mg/l) og sporstoffer, der typisk forekommer i koncentrationer i størrelsesordenen mikrogram/l (µg/l).

Hovedbestanddele

Følgende hovedbestanddele indgår i grundvandsovervågningen: ammonium, bikarbonat, calcium, fluorid, fosfor, total, opløst, ilt, jern, kalium, klorid, magnesium, mangan, metan, natrium, nitrat, nitrit, organisk kulstof (NVOC), sulfat, svovlbrinte. Desuden bestemmes indhold af aggressiv kuldioxid, der ikke er et kemisk stof, men en beregningsværdi. Herudover medregnes tilstandsparametrene ledningsevne, pH, redoxpotentiale og temperatur til hovedbestanddelene.

Analysedetektingsgrænserne fremgår af programbeskrivelsen. Analyserne for hovedbestanddele skal udføres på DANAK-akkrediteret laboratorium

Sporstoffer.

Sporstofferne omfatter en meget lang række af stoffer af såvel naturlig som miljøfremmed oprindelse. Til analyse af sporstoffer skal der anvendes laboratorier, som på baggrund af præstationsprøvnings er udpegede hertil. Udpegning finder sted en gang årligt og kan ses på NOVANAs hjemmeside.

Sporstofferne er så væsensforskellige, at det er hensigtsmæssigt med en yderligere opdeling. Analysedetektingsgrænserne fremgår af programbeskrivelsen.

Oplysninger om navngivning, egenskaber m.v. kan findes på NOVANAs hjemmeside under ”datablade”

Uorganiske sporstoffer

Følgende uorganiske sporstoffer indgår i grundvandsovervågningen: aluminium, antimon, arsen, barium, bor, bly, cadmium, kobolt, iodid, kobber, krom, nikkel, selen og zink. Derudover gennemføres der screeningsanalyse for beryllium. De forekommer alle naturligt, men kan derudover tilføres grundvandet ved forurening eller ved sænkning af grundvands-spejlet.

Organiske mikroforureninger

De organiske mikroforureninger, som indgår i analyseprogrammet til NOVANA kan hensigtsmæssigt opdeles i en række kemisk forskellige grupper (bindestreger er anvendt fonetisk):

Aromatiske kulbrinter :	benzen, naphthalen, toluen, xylener (ortho-xylene, meta-xylene og para-xylene).
Blødgørere (phthalater):	di-butyl-phthalat (DBP), DEHP og DNP
Detergenter (sæbestoffer):	an-ioniske (sumparameter) og LAS
Chlorfenoler:	2,4-di-chlor-phenol, 2,6-di-chlor-phenol og penta-chlor-phenol

Chlorerede, alifatiske kulbrinter:	tetra-chlor-ethylen (-ethen), tetra-chlor-methan, tri-chlor-ethylen (-ethen), tri-chlor-methan (chloroform), 1-1-1-tri-chlor-ethan, 1,2-ethylen-di-bromid, vinyl-chlorid.
Phenolforbindelser:	nonyl-phenol, nonylphenol-ethoxylater (mono- og di-ethoxylater) og phenol
Ætere:	metyl-tertiær-butyl-ether (MTBE)

Pesticider og nedbrydningsprodukter

Da analyseprogrammet for pesticider og nedbrydningsprodukter heraf udgør den mest omfattende enkeltgruppe inden for de organiske mikroforureninger er denne gruppe skilt ud for sig selv. Analyseprogrammet omfatter 34 stoffer.

Laboratorievalg

Analyse for sporstoffer må for så vidt angår NOVANA kun udføres på laboratorier godkendt hertil af Miljøstyrelsen.

Detektionsgrænser

Detektionsgrænser for enkeltstoffer fremgår af det til enhver tid gældende overvågningsprogram. For visse stoffer kan der i en overgangsperiode anvendes midlertidige, højere detektionsgrænser indtil der foreligger godkendelse af laboratorier til en lavere detektionsgrænse. De midlertidige, højere detektionsgrænser vil fremgå af skrivelser fra Aftaleudvalget.

Aldersbestemmelser

CFC-dateringsmetoden er beskrevet i bladet "Geologisk Nyt, nr. 2. 1997". Normalt udtager GEUS selv prøverne til CFC-datering og meget gerne samtidig med at amtet selv tager øvrige vandprøver. CFC-gasser fra punktkildeforureninger i bynære områder kan skabe vanskeligheder. Det er af afgørende vigtighed, at der er foretaget omhyggelig og tilstrækkelig forpumpning, inden der udtages prøver til CFC-datering.

Oversigtsskema

Hovedbestanddele

Generelle standarder→		DS 2214, ISO 5667-11:1993, DS/EN 25667-2:1994 DS/EN ISO 5667-2:1994		DS/EN ISO 5667-3:1996			
Stof	Program- (mer)	Specielle problemer vedr. pumpe- type og prøvetagningsudstyr	Filtrering	Forbehandling, kon- servering og maksi- mumtid mellem prø- vetagning og analyse	Prøve beholder	Analysemetoder	Resultat angives som
Aciditet	(LO)					DS 235:1978	mmol/l OH ⁻
Alkalinitet	(LO)		JA/nej (se afsnit om alkalinitet)	Nedkøling 2-5°C, 24 t	P	DS 253:1977 ISO 9963-1, og -2 (1994 E)	meq/l
Aggressiv kuldioxid	Gr	Pumper, der anvender sugeprincip må ikke anvendes	Nej	kalciumpcarbonat tilsæt- tes umiddelbart efter prøvetagning	Glasflaske med skrå- sleben glasprop og smal hals	DS 236:1977)	mg/l (agg.) CO ₂
Ammonium	Gr, LO	Sugepumper og pumper, der medfører en iltning af det oppumpede vand, må ikke anvendes	JA	Mørkt og koldt (2-5°C) 6t. Ved forsuring med svovlsyre til pH<2 24 t.	P	DS 224:1975) ISO7150 ISO 11732:1997 E (FIA)	mg (eller µl)/l NH ₄ ⁺
Bikarbonat*	Gr, (LO)		JA	Ingen konservering	G, P	DS 235 (ISO 9963-1 og -2 (1994 E) ISO 9963-2)	mg/l HCO ₃ ⁻
Calcium*	Gr, LO		JA	Ingen konservering. 24 t	G, P	DS 238:1985 (ISO 6058)	mg/l Ca ⁺
Chlorid	Gr, LO		Kan filtreres	Ingen konservering	P	DS 239:1984 ISO 10304-1	mg/ Cl ⁻
Fluorid	Gr		Kan filtreres	Ingen konservering	P	DS 218:1975 DS/EN/ISO 10304-1:1992 E	mg/l F ⁻
Ilt	Gr	Pumper, der anvender sugeprincip må ikke anvendes	Nej	Feltanalyse	Feltanalyse udføres on- line	DS 2206:1990 ISO 5814:1990(E)	mg/l O ₂
Inddamp- ningsrest	Gr		JA			DS 204:1980	mg/l
Jern, total, opløst	Gr, LO	Pumper, der medfører en iltning af det oppumpede vand må ikke anvendes	JA. Filtrering skal ske on-line	Efter filtrering forsu- ring til pH < 2	P	DS 219:1975	mg/l Fe
Kalium	Gr, LO		Kan filtreres	Ingen konservering	P	DS 258:1985	mg/l K ⁺
! Kaliumper-			JA	Ingen konservering	G, P	DS 275	mg/l

manganattal							
Konduktivitet Ledningsevne	Gr, LO		Nej	Feltanalyse	Feltanalyse udføres on--line (LO: laboratorium)	DS 288:1974 DS/EN 27888:1994	milliS/m
Kvælstof, (total)	(LO)		JA	Ingen konservering. 24 t.	P	DS 221. ISO 10304-1 DS/EN/ISO 13395 (FIA)	mg/l N
Magnesium*	Gr, LO		JA	Ingen konservering	G, P	DS 238:1985	mg/l Mg ⁺⁺
Mangan	Gr, LO	Pumper, der medfører en iltning af det oppumpede vand må ikke anvendes	JA. Filtrering skal ske on-line	Efter filtrering tilsætning af syre til pH < 2	P	DS 220:1975 DS 264:1982	mg/l Mn ⁺⁺
Methan	Gr	Pumper, der anvender sugeprincip må ikke anvendes	Nej	Ingen konservering	Glasflaske med skråløben glasprop og smal hals, glasflaske med kapsel med gummimembran eller evakuerede glas med gummiprop (blodprøveglass)	Der findes ingen gældende standardmetode	mg/l CH ₄
Natrium	Gr, LO		Kan filtreres	Ingen konservering	P	DS 258:1985	mg/l Na ⁺
Nitrat (incl. nitrit)	Gr, LO		JA	Ingen konservering. 24 t.	P	DS 223:1975. ISO 10304-1 DS/EN/ISO 13395 (FIA)	mg/l NO ₃ ⁻
Nitrit	Gr, LO		Nej	Ingen konservering. 24 t	P	DS 222:1975 DS/EN 26777:1993 ISO 10304-1 DS/EN/ISO 13395:1996 E (FIA)	mg/l NO ₂ ⁻
NVOC Ikke flygtigt organisk kulstof	Gr, (LO)	Oliesmurte pumper må ikke anvendes	JA	Ved mørk og kølig opbevaring 8 t. Ved tilsætning af fosforsyre til pH < 2 24t	Specialrengjorte glasflasker	DS/EN 1484:1997 SM 5310 C	mg/l C
Ortho-fosfat, opløst	LO		JA	(Syretilsætning), 24t.	P	DS 291:1985 ISO 10304-1 EN 1189:1996	mg/l PO ₄
pH	Gr, LO	Pumper, der anvender sugeprincip må ikke anvendes	Nej	Feltanalyse. Er transport er uundgåelig (LO) skal pH måles senest 6 timer efter prøvetagning.	Feltanalyse udføres on-line	DS 287:1978	-
Total fosfor, opløst	Gr, (LO)		JA	1ml svovlsyre pr. 100 ml prøve mørkt og koldt - 1 måned	P	DS 292:1985 EN 1189:1996	mg/l P

Silicium-dioxid.	Gr		JA	Forsuring med svovlsyre til pH<2, opbevares koldt og mørkt, 24 t.		Der findes ingen gældende standardmetode	mg/l SiO ₂
Sulfat	Gr, LO		Kan filtreres	Ingen konservering	P	Standard Methods 426C ISO 10304-1	mg/l SO ₄ ²⁻
Svovlbrinte	Gr	Pumper, der anvender sugesprincip må ikke anvendes	Nej	Feltanalyse		DS 278:1976 eller feltanalyse. **	mg/l H ₂ S

! : indgår ikke i programmet mere, men er medtaget for at kunne vurdere det allerede eksisterende datamateriale.

* Calcium, magnesium og bikarbonat undersøges i samme prøveflaskefiltrat;

** Reference: Thorling, L. m. fl., Århus Amt, Natur og Miljø, 1993: Statusrapport 1992; Vandmiljø – overvågning af grundvandet

Prøveflasker: G: Glas; P: Polypropylen (PP) eller polyethylen (PE) - plastflasker; T: Teflon (PTFE) - polytetrafluorethylen.;

Filtertyper Der anvendes udelukkende membranfiltre af polycarbonat med porevidde 0.45 µm. Der kan eventuelt anvendes forfiltre af samme materiale, men med større porevidde, monteret i separat filterholder. Filterholdere skal være af ”skruevinge”typen, da filterholdere hvor top og bund skues sammen ved hjælp af indvendigt gevind kan ødelægge filteret.

Syretilsætning: Den tilsatte syre skal være af maksimal renhed. Ved syretilsætning bør der medtages blank prøve. Af hensyn til arbejdsmiljøet kan syren tilsættes de rengjorte prøveflasker på laboratoriet forud for prøveindsamlingen.

Program(mer): Gr = Grundvandsovervågning, LO = Landovervågningens grundvandsdel

Uorganiske sporstoffer

Generelle standarder→		DS 2214, ISO 5667-11 DS/EN ISO 5667-3		DS/EN ISO 5667-3		
Stof	Program-(mer)	Specielle problemer vedr. pumpetype og prøvetagningsudstyr	Filtrering	Forbehandling og konservering	Prøve beholder	Analysemetoder. For GRUMO og LOOP gælder, at de godkendte laboratorier skal anvende den eller de metoder, som godkendelsen bygger på
Aluminium	Gr, LOOP	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standard. AAS med Grafitovn eller ICP-MS
Antimon	Gr		JA, on-line			
Arsen	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Forsuring med saltsyre til pH < 2	PE, T eller borosilikatflasker. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	AAS med Grafitovn eller hydridteknik (ISO 11969:1997)
Barium	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Forsuring (ikke svovlsyre) til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standard. AAS med Grafitovn eller ICP-MS
Beryllium	Screening					
Bly	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Forsuring (ikke svovlsyre) til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standard. AAS med Grafitovn eller ICP-MS evt. efter destruktion og prøven
Bor			Kan filtreres. Udstyr af plast skal anvendes	Ingen eller forsuring	P, T. Specialrengjort.	Der findes ingen gældende standard. DIN 38 405, teil 17 eller AAS med grafitovn eller ICP. Det bør sikres, at laboratorievandet, der anvendes til reagensfremstilling og kalibreringsopløsninger har et lavt indhold af bor.
Bromid	Gr		Kan filtreres	Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt, 2-5°	G, P	Ionchromatografi med konduktometrisk eller elektrokemisk detektion ISO 10304-1
Cadmium	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Forsuring (ikke svovlsyre) til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	AAS med grafitovn evt. efter destruktion af prøven (DS/EN ISO 5961:1994(E)) eller ICP-MS.
Krom, total	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Tilsætning af salpetersyre forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	AAS med grafitovn (EN 1233:1996) eller ICP-MS
Kobolt	Gr	Sugepumpe bør undgås	JA, on-line	Tilsætning af salpetersyre forsuring til pH < 2	P	DS/EN ISO 11885:1998
Cyanid (total)	Gr		Nej	Tilsætning af stærk base, tin(II)chlorid og zink-cadmiumsulfatopløsning	Glasflaske i brunt glas med lukket slibprop	Standard Methods 14:1975, 413 B & D eller 16:1985, 412E
Iodid	Gr		Nej	Ingen konservering. Analysen	G. Prøven opbevares udelukket	Der findes ingen dansk standard. Standard Methods

				foretages hurtigst muligt efter prøvetagningen. Opbevares mørkt og køligt, 2-5°, 24 t	fra lys.	414 B. Interferens fra højt kloridindhold og stærkt farvet vand (DS/EN ISO 10304-3:1997(E))
Kobber	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standart. AAS med grafitovn eller ICP-MS
Kviksølv	Gr		JA, on-line	Forsuring til pH < 2 + kaliumdichromat til 0,05%	G, T	(DS/EN 1483:1997(E))
Lithium	Gr		Kan filtreres			
Molybdæn	Gr	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standart. AAS med grafitovn eller ICP-MS
Nikkel	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standart. AAS med grafitovn eller ICP-MS
Selen	Gr, LO		JA, on-line	Tilsætning af salpetersyre til pH < 2		ISO 9965:1993(E)
Strontium	Gr	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	Kan filtreres	Forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standart. AAS med flamme grafitovn eller ICP
Sølv	Gr		JA, on-line	Forsuring til pH < 2		
Thallium	Gr		JA, on-line			
Tin	Gr		JA, on-line	Forsuring med eddikesyre til pH < 2		
Vanadium	Gr	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standart. AAS med grafitovn eller ICP-MS
Zink	Gr, LO	Pumper som medfører iltning af det oppumpede vand, må ikke benyttes	JA, on-line	Forsuring til pH < 2	P, T. Alle typer rengjort efter specielle anvisninger. Låg og flaske ufarvet	Der findes ingen gældende standart. AAS med grafitovn eller ICP-MS

Prøveflasker: G: Glas; P: Polypropylen (PP) eller polyethylen (PE) - plastflasker; T: Teflon (PTFE) – polytetrafluorethylen.

Filtrertype: Der anvendes udelukkende specielt rengjorte membranfiltre af polykarbonat med porevidde 0,45 µm. Der kan evt. anvendes forfiltre af samme materiale, men med større porevidde, monteret i separat filterholder. Ved filtrering anvendes plasthandsker, som kasseres efter hver prøvetagning. Membranfiltret skal håndteres med rengjort plastpincet. Filterholdere skal være af ”skruetvinge”typen, da filterholdere hvor top og bund skues sammen ved hjælp af indvendigt gevind kan ødelægge filteret.

Syretilsætning: Den tilsatte syre skal være af maksimal renhed. Ved syretilsætning bør der medtages blank prøve

Program(mer): Gr=Grundvandsovervågning, LO= Landovervågningens grundvandsdel

Organiske mikroforureninger

Generelle standarder→		DS 2214, ISO 5667-11 DS/EN ISO 5667-3		DS/EN ISO 5667-3		
Stof	Program- (mer)	Specielle problemer vedr. pumpetype og prøvetagningsudstyr	Filtre- ring	Forbehandling og konservering	Prøvebeholder	Analysemetode. For GRUMO gælder, at de godkendte laboratorier skal anvende den eller de metoder, som godkendelsen bygger på.
An-ioniske overfladeaktive stoffer	Gr, LO		Nej	Tilsætning af syre til pH < 2. Analyseres hurtigst muligt efter prøvetagningen, 24t. Prøven opbevares mørkt og køligt, evt. dybfrossen	P. Specialrengjort med metanol ISO 7875-1	DS 237. Modifikation med større kuvetter DS/EN 903
Lineære alkylbensulfonater	Gr		Nej			Der findes ingen gældende standard.
! VOC Flygtigt organisk kulstof		Pumper, der anvender sugesprøjtet, og oliesmurte pumper må ikke anvendes	Nej	Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt i lufttæt helt fyldt flaske. Analysen udføres hurtigst muligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Afblæsning af flygtige komponenter med inert gas. Oxidation og IR bestemmelse af den dannede CO ₂
! AOX Adsorberbart organisk halogen		Oliesmurte pumper må ikke anvendes	Nej	Prøven opbevares mørkt og køligt i lufttæt helt fyldt flaske	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Adsorption på aktivt kul og afbrænding. Coulometrisk bestemmelse af de dannede hydrogenhalogenider
! VOX Flygtigt organisk halogen		Pumper, der anvender sugesprøjtet, og oliesmurte pumper må ikke anvendes	Nej	Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt i lufttæt helt fyldt flaske. Analysen udføres hurtigst muligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Afblæsning af flygtige komponenter med inert gas. Coulometrisk bestemmelse af de dannede hydrogenhalogenider
FLYGTIGE AROMATER Benzen, Toluen, Xylen; Naphthalen	Gr, LO	Pumper, der anvender sugesprøjtet, og oliesmurte pumper må ikke anvendes	Nej	Ingen konservering. Prøven opbevares mørkt og køligt i lufttæt helt fyldt flaske. Analysen udføres hurtigst muligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Prøverne ekstraheres med n-pentan, analyse med GC-FID eller on-line koncentrering ved GC-MS
CHLOREREDE ALIFATISKE KULBRINTER Trichlormethan Tetrachlormethan Trichlorethylen Tetrachlorethylen 1,1,1-Trichlorethan Etylendibromid Vinylchlorid	Gr	Pumper, der anvender sugesprøjtet, og oliesmurte pumper må ikke anvendes	Nej	Ingen konservering.	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Prøverne ekstraheres med n-pentan, analyse med GC-ECD, head-space teknik eller on-line koncentrering ved GC-MS (ISO 10301:1997(E))
PHENOL OG ALKYL— PHENOLER Phenol	Gr, LO	Oliesmurte pumper må ikke anvendes	Nej	Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbevares mørkt og køligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Ekstraktion og derivatisering. Analyse ved GC eller HPLC

!Kresol !Xylenol						
CHLORPHENOLER 2,4-dichlorphenol 2,6-dichlorphenol Pentachlorphenol	Gr, LO		Nej	Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbevares mørkt og køligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Ekstraktion og derivatisering. Analyse ved GC-ECD eller HPLC
ÆTERE MTBE	Gr		Nej	Analyse påbegyndes inden 24 timer	Specialrengjorte glasflasker Prøvebeholderne fyldes fra bunden med overløb af mindst 2 flaskevoluminer inden omhyggelig lukning	Der findes ingen gældende standard.
NONYLPHENOL Mono- og diethoxylater	Gr, LO		Nej			Der findes ingen gældende standard.
PHTHALATER Dibutylphthalat DBP, DEHP,DNP	Gr, LO		Nej			DS 42 475 ISO/DIS 18856: 2002
PESTICIDER Ami- nomethylphosphon- syre (AMPA) Atrazin Bentazon 4 CPP 2,4-D 2,6 DCP Desamino- dikemetribuzin Desethylatrazin Desethyldeisopropyl- atrazin Desethylterbutylazin Desisopropylatrazin Dichlobenil 2,6-Dichlobenzamid (BAM) 2,6-Dichlobenzosyre Dichlorprop Diketometribuzin Dinoseb Diuron DNOC Glyphosat	Gr, LO		Nej	Tilsætning af syre til pH < 2. Prøven opbevares mørkt og køligt	Specialrengjorte glasflasker	Der findes ingen gældende standard. Ekstraktion og opkoncentrering. Analyse ved GC-ECD eller HPLC

Hexazinon						
Hydroxyatrazin						
Hydroxysimazin						
Hydroxyterbuthylacin						
Isoproturon						
MCPA						
Mechlorprop						
Metamitron						
Metribuzin						
4-Nitrophenol						
Pendimethalin						
Simazin						
Terbuthylazin						
Trichloreddikesyre (TCA)						

Prøveflasker: P: Polypropylen (PP) eller polyethylen (PE) - plastflasker; .

Syretilsætning: Den tilsatte syre skal være af maksimal renhed. Ved syretilsætning bør der medtages blank prøve

Program(mer): Gr=Grundvandsovervågning, LO= Landovervågningens grundvandsdel

Litteratur:

Andersen, L.J., (1966): Tritium-indholdet i grundvandet og dets betydning ved geohydrologiske undersøgelser. Meddelelser fra Danmarks Geologiske Forening, bind 16, hæfte 2.

Vandkvalitetsinstituttet (1986): Kompendium over metoder til vandanalyser. Erfaringer fra interkalibreringer. Udført af Miljøstyrelsens referencelaboratorium. Sag nr. 41.797/908. 123 s.

Miljøstyrelsen (1987): Analyseprogram for det statslige grundvandsovervågningsnet - organiske mikroforureninger - Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 14/1987. 42p, 1 bilag.

Kristiansen, H., (1988): Behov for forbehandling og konservering af grundvandsprøver til uorganisk kemisk analyse for makroioner. DGU. Okt. 1988. pp. 1-8

Miljøstyrelsen (1993): Vurdering af laboratorier til grundvandsovervågningsprogrammet. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 48/1993. 25p, 5 bilag.

Hinsby, K, Laier, T & Dahlgaard, J.: Datering af grundvand – ved hjælp af CFC. Geologisk Nyt nr. 2, 1997. Erhvervsgruppen på Geologisk Institut, Århus Universitet.

PEJLINGER

Regelmæssige målinger af grundvandsstanden giver mulighed for at vurdere ændringer i mængden af grundvand. Variationen i nedbør og fordampning hen over året gør, at grundvandsstanden ligeledes varierer naturligt hen over året med maksimum omkring april måned og minimum omkring oktober.

På få år kan grundvandsstanden dog ændre sig betydeligt i forhold til den normale årsvariation, enten som følge af ændringer i nedbørsmængden eller i grundvandsoppumpningen eller en kombination af ændringer i begge forhold. Større ændringer i oppumpning af grundvand kan lokalt give anledning til store ændringer i grundvandsstanden indenfor kort tid.

Udover at tjene som en metode til overvågning af den kvantitative udvikling i grundvandsressourcens størrelse, udgør tidsserier over variationer i grundvandsstanden i forskellige grundvandsmagasin et meget vigtigt datainput til grundvandsmodeller.

Målepunkter fastsættes i overstemmelse med vedledning herom, se bilag 2.

On-line stationer (pejlestationer med telefonopkobling)

Data tappes månedligt og det vurderes om registreringen foregår korrekt. Hvis der er mistanke om fejl på målingerne besøges stationen for at udbedre eventuelle fejl. Ved hvert stationsbesøg foretages en manuel pejling af alle indtag i borerne. Mindst 1 gang årligt aflægges on-line stationer et kontrolbesøg, og der foretages en manuel kontrolpejling.

Automatiske stationer (pejlestationer med datalogger)

Data tappes 3-4 gange årligt, og det vurderes på stedet om registreringen foregår korrekt. Hvis der konstateres fejl på målingerne, repareres eller udskiftes dataloggeren så vidt muligt ved samme besøg for at undgå yderligere datatab. Ved hvert stationsbesøg foretages en manuel pejling af alle indtag i borerne.

Manuelle pejlestationer

Manuelle pejleboringer bør pejles mindst 6 gange årligt, jævnt fordelt over året. Målingen bør foretages med en sådan omhyggelighed, at usikkerheden på bestemmelsen af grundvandsstanden er mindre end 1 centimeter. I pejleskema/logbog noteres boringens DGU nr., indtags nr., dato, klokkeslæt, vandstand i forhold til målepunkt (målingen noteres i meter med 2 decimaler), anvendt målepunkt, samt eventuelle bemærkninger af særlige forhold.

Det er vigtigt, at grundvandsspejlet er i ro ved pejlingen. For boringer der anvendes til prøvetagning anbefales det, at alle indtag pejles inden der fortømmes og udtages vandprøver til kemisk analyse. Hvis pejlingen foretages efter udtagning af vandprøver må det sikres at vandspejlet er genetableret og i ro, hvilket kan tage lang tid - timer. Ved pejling i indtag med Montejus-pumpe skal man være opmærksom på at den målte grundvandsstand er den maksimale siden sidste prøvetagning. Dette vil forekomme, hvis kontraventilen er helt tæt.

Pejlefrekvens

GRUMO-boringer bør pejles 6 gange årligt, og som minimum ved hver prøvetagning. Subsidiært kan håndpejling erstattes af dataloggere. Disse skal dog suppleres/kontrolleres med

håndpejlinger så ofte mulighed gives. Dybere LOOP-pejleboringer ved jordvandsstationer pejles ugentligt i vinterhalvåret, og månedligt i sommerhalvåret. Kortere LOOP-pejleboringer med datalogger pejles manuelt 1 gang pr. måned. Dataloggere tappes månedligt i vinterhalvåret for at undgå datatab og sikre at dataopsamlingen er korrekt. Øvrige LOOP-pejleboringer bør pejles månedligt, og som minimum ved hver prøvetagning.

Dataindberetning

Alle pejledata indberettes på STANDAT-format. I de tilfælde hvor der er afvigelser mellem de manuelle pejlinger og dataloggerregistreringen, foretages der en opretning af dataloggerdata ud fra de manuelle pejlinger *inden* data indberettes.

Følgende STANDAT-nøglefelter er nødvendige for entydigt at kunne stedfæste pejligen:

- DGU-nummer del 1 (atlasblad)
- DGU-nummer del 2 (løbenummer)
- DGU-nummer del 3 (bogstav)
- Indtagsnummer
- Målereference: M=målepunkt eller K=kote

Følgende sekundære STANDAT-nøglefelter er desuden nødvendige:

- Dato for udførelse: år, måned, dag (YYYYMMDD)
- Timeangivelse
- Minutangivelse
- Pejlemetode: i henhold til kodeliste STD00221.
- Målepunktskote, hvis M er anvendt som målereference
- Terrænskote

Det er vigtigt at alle boringer / indtag tildeles et **indtagsnummer**, da indtagsnummeret sammen med DGU-nr. skal sikre en entydig identifikation af den enkelte pejlings oprindelse.

Pejleresultater indberettes normalt som 'resultat i ro' (kode 00001229; enhed: meter). 'Resultat i drift' (kode 00001230) anvendes **kun** for pejlinger foretaget i pumpeboring **under** pumpning.

Normalt måles grundvandsstanden i '**meter under målepunkt**', dvs. målereferencen er M=målepunkt. For at kunne omregne / beregne henholdsvis vandspejlskoten og vandspejlets dybde under terræn er det derfor nødvendigt at kende målepunktskoten og terrænskoten (eller afstand fra målepunkt til terræn), **målepunktskote** og **terrænskote** skal derfor også fremgå af STANDAT-filen.

Hvis der er foretaget en ændring af målepunkt i dataindberetningsperioden er der 2 muligheder ved indberetning at pejledata med målereference=M:

1. Data indsamlet før ændring af målepunkt korrigeres i forhold til den nye målepunktskote. Som målepunktskote angives den nye målepunktskote, og som gyldighedsperiode for målepunktet angives start- og slutdato for den indberettede tidsserie.
2. Data indberettes som de faktisk er målt i forhold til det på måletidspunktet eksisterende målepunkt. For hvert målepunkt angives målepunktskote og den præcise gyldighedsperiode.

Det anbefales at bruge alternativ 1, da det vurderes at give anledning til færrest fejlmuligheder.

43

Målepunkt

Målepunktet bør være let at lokalisere og tydeligt markeret på stedet, f.eks. med graving eller farvemarkering, og klart beskrevet i logbog, så en ikke stedkendt person kan foretage en håndpejling i forhold til det korrekte målepunkt. Et målepunkt bør være så permanent som muligt.

Målepunktets kote bør indnivelleres i forhold til et KMS-fixpunkt, eller bestemmes med GPS. Metode og nøjagtighed på kotebestemmelse noteres i logbog. Beskrivelse af målepunkt suppleres evt. med foto af målested med markering af målepunkt(er).

Litteratur

Christensen, N.B., 1992: Variationer i Grundvandsspejlet 1950 - 1990. Revideret udgave. Danmarks Geologiske Undersøgelser pejleboringer. - DGU Datadokumentation nr. 2 1992.

GEOLOGISKE MODELLER OG STRØMNINGSMODELLERING

Kravspecifikationer for opstilling af hydrologiske modeller for NOVANA (VD-model)

Opgavens formål

Det *overordnede mål* med en hydrologisk modellering af vandbalancen og grundvandsdannelsen på overordnet oplandsniveau (Vanddistrikt/VD) er at få bedre styr på vandbalancen og den udnyttelige grundvandsressources størrelse. VD model skal give kvalitetssikring af data, integration af data og feedback til inkonsistenser i konceptuelle modeller og inputdata til vandbalancen. VD model vil kunne bidrage til randbetingelser til modeller på mindre skala f.eks. OSD og endelig skal VD model kunne belyse grundvandsressourcens størrelse og udnyttelsesgrad under hensyn til klima, arealanvendelse og vandindvindingsstrategi. Både grundvandsdannelsen til magasiner i forskellige dybde, påvirkninger i grundvandsspejl og påvirkninger af afstrømningsregimet og minimumsvandføring som følge af klima, arealanvendelse og vandindvinning udgør centrale problemer.

Der er i øjeblikket udpeget 12 vanddistrikter i Danmark (og ét internationalt på grænsen mod Tyskland), og for hver af disse skal der opstilles en integreret hydrologisk model der beskriver såvel overfladevandssystem som grundvandssystem på en skala på 500x500 m (evt. finere hvor det vurderes formålstjenligt).

VD modeller udgør typisk ca. 4000-5000 km². Modelområderne er afgrænset på basis af topografiske oplande og kystområder. Det er et væsentligt element i VD modellerne at sikre en implementering af rimelige randbetingelser der tager højde for at der i mange tilfælde vil forekomme væsentlig grundvandsafstrømning på tværs af de nuværende 12 vanddistrikter (udover randbetingelser kræves så vidt muligt konsistens også på tværs af VD modeller i modelstruktur, parameterværdier, inddata osv.)

Da der på et senere tidspunkt skal opstilles lokale numeriske modeller for indsatsområderne, er det vigtigt, at den konceptuelle geologiske model og de gennemførte model-simuleringer konkret forholder sig til OSD kortlægninger og modeller fra indsatsområder og ikke kun beskriver forholdene for vanddistriktet som helhed. Det er ønskeligt, at variationer i randbetingelser til de lokale modeller kan belyses af VD modellen. Vigtigt er ligeledes, at der i rapporteringen af den enkelte VD model foretages vurderinger af det nuværende datagrundlags egnethed, som grundlag for den konkrete integrerede model. VD modellen skal kunne håndtere udvekslingen af vand mellem grundvand og overfladevand – og hermed også størrelsen og fordelingen af den ressource, der vil være til rådighed. Det er vigtigt, at modellen kan håndtere effekten af grundvandsoppumpningerne på vandløbene (påvirkning af regime og minimumsvandføring) og grundvandsforekomster (grundvandsdannelse og afsenkning af trykniveau), ligesom at modellen skal kunne give et bud på restressourcens størrelse under forskellige forudsætninger om klima, arealanvendelse og vandindvinning.

Det er ønskeligt, at der til vurdering af den udnyttelige grundvandsressource, anvendes et antal forskellige indikatorer, som foreslået i forbindelse med NOVA 2003 temarapport om ferskvandskredsløbet /3/. Det foreslås, at 2 indikatorer fra temarapporten (indikator 2 og 4) samt 2 nye anvendes. Til vurdering af udnyttelsen af grundvandsressourcen i relation til grundvandsdannelsen til grundvandsforekomster i forhold til den nuværende oppumpning

anvendes **Indikator 2** fra /3/. Der er i /3/ benyttet krav på 30 % men da en væsentlig del af formålet med VD modellen er at give mulighed for en bedre integrering af vandkvalitet og -kvantitet, er det hensigten, at der ved simuleringer af grundvandsdannelsen til de konkrete grundvandsforekomster og påvirkninger af grundvandsspejl mv. fastlægges mere præcise skøn over udnytteligheden, hvor også data fra boringskontrollen er søgt inddraget sammen med data fra vandløb, GRUMO osv.

Udnytteligheden i relation til maksimal vandføringspåvirkning ved minimumsafstrømning skal baseres på **Indikator 4** fra /3/ (max. påvirkning af vandføring i forhold til vandføring uden oppumpning på 5, 10, 15, 25 og 50% for henholdsvis vandløbsmålsætning A, B1, B2, B3, og C-F vandløb). Derudover skal der udarbejdes "varighedskurver" for den samlede påvirkning af afstrømningsregimet, idet der som referencesituation vælges en situation uden oppumpning.

Endelig opstilles et par "supplerende" indikatorer til beskrivelse af kvalitetsmæssig og recipientmæssig bæredygtig ressource, i det følgende benævnt indikator 5 og 6 (jf. terminologien i /3/).

Indikator 5 beskriver her hvor meget der kan pumpes på systemet uden at der sker afsænkninger af grundvandsspejlet i givne kontrolpunkter i grundvandet (det kan f.eks. være krav til grundvandsspejlet hvor der forekommer pyrrholdige aflejringer der ved grundvands-sænkning og iltning kan resultere i frigivelse af nikkel eller krav til påvirkning af gradientforhold f.eks. i punkter hvor der er risiko for saltvandsoptrængning eller -indsivning fra kystnære områder). Det undersøges hvilken oppumpning der er mulig uden at der opstår en konflikt mellem grundvandsstand eller gradientforhold i de definerede "kontrolpunkter". Indikator 5 kan herved give en vurdering i forhold til kendte problemområder når det gælder sammenhænge mellem grundvandsspejl og vandkvalitet.

Indikator 6 beskriver ændringer i afstrømning ("environmental flow") belyst i form af varighedskurver for det samlede afstrømningsregime ved udpegede kontrolpunkter i vandløb. Der foretages i simuleringer af afstrømningsregime ("varighedskurve") uden oppumpning og ved forskellige oppumpningsintensiteter, klimainput og arealanvendelse. Krav til hvor meget regimet / varighedskurven må ændres ved oppumpning fastlægges ud fra en nærmere vurdering af variable for "recipient- og habitatforhold (hastighed, dybde, substrat mv.). Herved vil indikator 6 supplere indikator 4 med hensyn til udnyttelig ressource under hensyn til vandløbspåvirkning.

VD modellen skal etableres, så den kan give en kvalitetssikring af den aktuelle forståelse af vandkredsløb og vandbalance og integrere data bl.a. sammenhænge mellem grundvandsforekomsterne og vandløb og betydning af lavpermeable formationer (sammenhænge mellem grundvands- og vandløbstypologier) med henblik på en vurdering af konsekvenser af eksisterende og fremtidige indvindingsanlæg (herunder betydning af klima og arealanvendelse). VD modellen skal give en overordnet beskrivelse af grundvandsdannelsens størrelse og fordeling til de enkelte grundvandsforekomster og for VD som helhed, give overblik over vandbalancen for de enkelte grundvandsforekomster samt VD som helhed samt belyse de regionale strømningsforhold og grundvandskel.

FORMÅLET MED NOVANA MODELLERINGEN (VD-MODEL) ER:

1. At foretage en GIS baseret sammenstilling og vurdering af datagrundlaget for området som grundlag for opbygning af en integreret hydrologisk model, der sammen med indsamling af eksisterende og supplerende data skal munde ud i en konceptuel hydrologisk model for vanddistriktet. Den konceptuelle hydrologiske model ønskes ”evalueret” ved opstilling, kalibrering og validering af en stationær og dynamisk regional numerisk strømningsmodel (f.eks. DAISY/MIKE SHE/MIKE 11 eller tilsvarende), i forhold til observationer af trykniveau og afstrømning, for derved at påpege inkonsistens i data og forståelsen af vandbalancen.
2. At foretage simuleringer af vandbalancer og grundvandsdannelser til de enkelte grundvandsforekomster (herunder betydning af klimavariation) i området og udpege overordnede grundvandsoplande og hydrologiske rammebetingelser for indsatsområder
3. At foretage simuleringer af den udnyttelige grundvandsdannelse for VD under hensyntagen til klimavariation, grundvandskvalitet og vandløbspåvirkning. Opgørelsen skal ske for grundvandsforekomster. Opgørelsen baseres på vurderinger af acceptable udnyttelsesgrader i forhold til grundvandsdannelsen (kvantitet og kvalitet) til de konkrete grundvandsforekomster samt i forhold til acceptabel påvirkning af minimumsafstrømningen og afstrømningsregimet i vandløb. På dette grundlag kvantificeres udnyttelsesgraden; herunder restressourcen, der er til rådighed til vandværker, industri og erhvervsindvinding (f.eks. afgrødevanding).
4. At fastlægge og belyse variationer i vandbalancer og randbetingelser til lokalmodeller (i tid og sted). Her tænkes både på ydre randbetingelser (f.eks. beliggenhed af grundvandsskel og gradientforhold) samt grundvandsdannelse og vandbalancer for de enkelte indsatsområder, incl. identifikation af usikkerheder på inputparametre og modelstruktur/geologi for disse områder

OVERORDNET METODIK

Opgaven udføres jf. retningslinier for opstilling af grundvandsmodeller /1, 2/ og opgaven udføres efter en faseopdeling jf. følgende plan for modelarbejdet:

- Milepæl 1: Statusrapport - modelstudieplan (januar 2005)
- Milepæl 2: Opstilling af konceptuel model og nettonedbørsberegning for VD (januar 2006)
- Milepæl 3: Modelopstilling og nøjagtighedskriterier (januar 2007)
- Milepæl 4: Kalibrering og validering (januar 2008)
- Milepæl 3: Modelsimuleringer og usikkerhedsvurderinger (januar 2009)

Tidsplan og indhold i VD-modelleringen

Milepæl 1 Statusrapport - modelstudieplan (januar 2004 – januar 2005)

Det første trin i en modellering for VD er en specifikation, af den modellering, der skal foretages; herunder kendte problemer med opfyldelse af målsætninger for overfladevand og grundvand.

Følgende domæner skal indgå:

- nedbør/fordampning/vegetation/jordbundsforhold/dybde til grundvand/ nettonedbør
- overfladevandssystemet/terræn/dræn/vandløb
- grundvand

VD modellen skal arbejde ud fra et krav til "høj kompleksitet", som giver mulighed for at beskrive vandbalance og tilstandsvariable (flow, vandstand) med en detaljeringsgrad, der kan give det nødvendige overblik på VD skala. Der sigtes mod planlægning/overvågning. Deltagende aktører i modelarbejdet på VD skala skal beskrives herunder deres rolle. Interessenter der planlægges inddraget beskrives. Hvis der indgår andre relevante relationer beskrives disse (f.eks. forskning).

En oversigt over de grundvandsforekomster der fra udgangen af 2004 skal gennemgå en videregående karakterisering skal indarbejdes i modelstudieplanen for VD modellen.

Hensigten med VD modellen er bl.a. at sætte de enkelte vandforekomster i sammenhæng med hinanden og i forhold til det hydrologiske kredsløb på oplandsniveau.

Der udarbejdes en statusrapport i januar 2005 som indeholder modelstudieplan for perioden 2005-2009 for de følgende 4 milepæle 2-5.

Milepæl 2. Opstilling af konceptuel model og nettonedbørsberegning (januar 2005- januar 2006)

Konceptualiseringen skal indeholde følgende beskrivelser:

- systembeskrivelse og tilgængelige data
- indsamling og præprocessering af rådata (f.eks. GIS)
- behov for yderligere data
- definition af modelstruktur
- beskrivelse af processer
- parameterisering
- opsummering af konceptuel model og antagelser / alternative konceptuelle modeller
- processering af modelstruktur data
- valg af modelkoder og rapportering og opdatering af modelstudieplan
- review af konceptualisering og modelstudieplan

Dataanalysen omfatter gennemgang af eksisterende data for området og vurdering af følgende elementer. Så vidt muligt skal datakvaliteten og vurderet usikkerhed fremgå i tilhørende GIS-tabeller:

- a) Analyse af ydre randbetingelser (kontakt mellem grundvandsmagasiner og hav).
- b) Hovedvandløb og større tilløb med tværsnitsdata, koordinater, lækagekoefficient for vandløbsbund, evt. regulering af vandløb, væsentlige bygværker mv., samt evt. QH kurver for målestationer/øvrige målepunkter.
- c) Medianminimumsafstrømning (koordinater og datasæt fra flere runder, hvis sådanne foreligger); de indsamlede data ønskes analyseret og afbildet på temakort (opgjort på delstrækninger), med henblik på vurdering af rumlige variationer i grundvandsafstrømningen til vandløb, og vurdering af anvendelse i forbindelse med "kalibrering/validering" af den stationære model.
- d) Data fra faste afstrømningsstationer (koordinater og tidsserier med daglige værdier); der ønskes en analyse af afstrømningstidsserier for registreringsperioden med henblik på beskrivelse af tidslige variationer og dynamik for en længere årrække.
- e) Pejledata (synkronpejlinger, Jupiter database og pejletidsserier for perioden 1990-); udfra pejleserier vurderes tidslige variationer i forskellige geologiske lag, så der kan estimeres en "standardafvigelse" på benyttede synkronpejledata eller data fra Jupiter databasen, som forventes anvendt til stationær kalibrering.

- f) Beregnet nedbør/fordampning eller nettonedbørsfordeling i området og tidsserier for perioden 1990- bestående af daglig nedsivning fra rodzonen beregnet med en rodzone-model (f.eks. Daisy GIS eller tilsvarende). Baseres på nedbørskorrektion jf. håndtal 1961-90, Makkink fordampning og afgrødekoefficienter for de enkelte vegetations typer; forslag til benyttede afgrødekoefficienter og betydning af evt. fejl på nedbørskorrektion og fordampning bør beskrives.
- g) Topografi baseres på top10 DK fra Kort- og Matrikelstyrelsen, eller andet grundlag såfremt der er andre bedre muligheder.
- h) Vegetationsfordeling. Forenklet i udvalgte typer f.eks. skov, åbent land, vådområde, og forskellige typer landbrug.
- i) Data for vandindvindinger. Indvinding på kildepladser skal, i det omfang det lader sig gøre, fordeles ud på boringer med koordinater, top og bund af indtag. Som minimum benyttes årlige indvindingsmængder for perioden 1990- for samtlige vandforsyninger, erhvervs- og industriindvindinger, samt evt. øvrige oppumpninger af betydning for vandbalancen. Markvandinger og andre indvindinger med stor tidslig variation skal beskrives med årstidsvariationer i oppumpning. Håndtering af markvanding i modelmæssig sammenhæng kan ske ved at der foretages simuleringer af vandingsmængder med rodzonemodulet, som efterfølgende fordeles ud på de enkelte boringer, men som minimum skal det eftervises ud fra indberettede data, at modelberegningerne svarer til de faktisk opgjorte mængde for de enkelte år.
- j) Hydrauliske parametre (horisontal og vertikal hydraulisk ledningsevne og frie/artesiske magasintal) bestemmes på baggrund af eksisterende prøvepumpninger, Jupiter data mv. (koordinater, indtagstop og -bund). Data baseret på længerevarende prøvepumpninger i området bør sammenstilles og indgå som en del af grundlaget for fastsættelse af parameterværdier og rumlig fordeling i disse, samt i specifikationen af frie og faste parametre i kalibreringen.
- k) Drænforhold (dybde, parameterværdier, evt. områder som ikke er drænet). Dræn kan afhængigt af det valgte rodzonemodul indarbejdes i såvel rodzonemodul som grundvandsmodel. Problemet med dræn er imidlertid at de faktiske drænforhold i praksis ikke er kendte. I Danmark hvor 95 % af samtlige vandløb er regulerede er det normalt en god antagelse på VD skala at forudsætte, at samtlige områder med højtliggende grundvandspejl er dræned eller har grøfter som virker på samme måde som kunstige dræn. I områder hvor grundvandsspejlet ligger i større dybde (f.eks. dybere end drændybden på typisk 0,5-1 m) vil det ikke betyde noget at der modelteknisk ligger dræn i grundvandsmodellen. Derfor etableres modellen med dræn beliggende i hele VD i grundvandsmodellen. I det omfang det er muligt at foretage en distribueret af parameterværdier for drænkonsanten (f.eks. i 2-3 kategorier) kan dette anbefales f.eks. baseret på kendskab til dræn, grøfter mv. Afvandede områder, - drænsystemer, pumpe-mængder mv. beskrives ud fra eksisterende data.

Den konceptuelle hydrogeologiske model skal beskrives og illustreres grafisk med profiler, fence-, eller blokdiagrammer, og der skal gives en beskrivelse af de regionale strømnings- og vandbalanceforhold, samt modellerede processer i vandkredsløbet, ligesom forslag til zoner af parameterværdier (herunder valg af frie og faste parametre, samt angivelse af variationsramme for samtlige parametre). Evt. begrænsninger i datagrundlaget eller i kendskabet til den konceptuelle model beskrives ligeledes grundigt. Usikkerhed på hydrogeologisk model mht. 1) datatæthed og 2) geologisk kompleksitetsgrad vurderes.

Der ønskes så vidt muligt anvendt uniforme parameterværdier for hydraulisk ledningsevne for geologiske enheder og for vandløbslækage hvor det er muligt. Det er vigtigt at der

tilvejebringes en så gennemskuelig model som muligt med så få parameterzoner som muligt (så modellen ikke bliver underbestemt i forhold observationsdata).

49

NETTONEDBØR

I en grundvands-vandløbsmodel gives nettonedbøren som input, og er dermed randbetingelse for modellen. Kortgrundlaget for nettonedbørsberegningen dækker over jordtyper, arealanvendelse, klima og dræn/grundvandsforhold. Data for de fire typer klassificeres og kombineres med de øvrige til at give et antal unikke kombinationer, for hvilke der beregnes en nettonedbør, f.eks. ved hjælp af DAISY eller tilsvarende metodik.

Der skal som minimum foretages beregninger af nettonedbør på baggrund af daglig korrigeret nedbør, potentiel fordampning og temperatur for et udvalg af jordtyper/arealanvendelsestyper for perioden fra 1990 og frem.

Når nettonedbørsberegningen er gennemført kan det anbefales at opstille en vandbalance for de målte oplande og vurdere de samlede led i vandbalancen (incl. underjordisk afstrømning). Evt. kan der være behov for at genberegne nettonedbøren med rodzonemodellen med nye parameter- og eller nedre randbetingelser for rodzonemodellen (hvis resultaterne ikke svarer til det ønskede jf. nøjagtighedskriterier). Først når den samlede integrerede hydrologiske model er færdigkalibreret og valideret er nettonedbørsberegningen helt færdiggjort.

Det vil sige at der meget ofte kan være behov for at gentage både simuleringer med grundvands-overfladevandsmodel og rodzonemodell indtil der opnås rimelig konsistens i den samlede vandbalance og antagelserne af f.eks. nedre rand i rodzonemodellen eller nettonedbørsinput i grundvands-overfladevandsmodellen. Det kan kræve 2-3 iterationer.

Det vil på dette tidspunkt være en god idé at sammenligne beregningerne med tidligere undersøgelser samt resultater af f.eks. DK-modellen.

Milepæl 3. Modelopstilling og nøjagtighedskriterier (januar 2006 - januar 2007)

Der forudsættes opstillet en 3D numerisk strømningsmodel med henblik på akvifer-simuleringer, det vil sige med et højt krav til modellens beskrivelse af strømningsforhold i 3 dimensioner, samt tidslige variationer, og udveksling mellem grundvand og vandløb.

Der skal foreligge en nærmere beskrivelse af princip for fastlæggelse af beregningslag. Den regionale model diskretiseres horisontalt i max. 500 x 500 m kasser. Anvendes en grovere diskretisering (1x1 km) skal argumentation herfor beskrives.

Vandløb og vandudveksling mellem vandløb og grundvand implementeres i en stationær model og beskrivelsen detaljeres yderligere i forbindelse med udbygning til ikke-stationær model, med f.eks. distribueret af "processen" for beskrivelse af vandudveksling (f.eks. direkte kontakt, vertikal tryktab, horisontal og vertikal tryktab), parameterværdier for vandløbsbundens hydrauliske ledningsevne / lækagekoefficient samt en detaljeret beskrivelse af vandføringsevne og fysiske forhold som har betydning for vandspejlsvariationer.

Oppumpninger indbygges og fordeles på hver enkelte indvindingsboring / filtersætning over beregningslagene i den numeriske model.

Observationsdata ("targets") udvælges og indbygges i modelopstillingen (tryk-niveau-observationer og afstrømninger).

Der ønskes en beskrivelse af kvantitative kalibreringskriterier ved den stationære kalibrering. Nærmere beskrivelse af kalibreringsprocedure og –kriterier indarbejdes.

Udover de kvantitative kriterier skal benyttes følgende kvalitative kriterier: (1) De estimerede parametre skal have realistiske værdier. (2) Residualerne skal være fordelt fornuftigt både i tid og sted. (3) Områdets hydrologiske karakteristika skal kunne reproducere af modellen.

Der skal i forbindelse med modelopsætningen udarbejdes potentialebilleder for det primære magasin ud fra observerede data, som kan benyttes ved vurdering af kvalitative kriterier, ligesom øvre og nedre grænser for de enkelte parameterværdier skal angives ud fra litteratur og hydrauliske prøvepumpningsdata fra området. Der ønskes en præcis reference til benyttede startværdier og ranges.

Modellen anbefales opsat med så få frie parametre som muligt. Det kan anbefales at arbejde med en kalibreringsstrategi i flere trin, hvor modellen gradvist forfines og parameterværdier kalibreres for både stationær og dynamisk model. Strategien formuleres så den omfatter samtlige modeldomæner dvs. grundvand, overfladevand og nettonedbør.

De ikke-stationære modeller skal kalibreres for en udvalgt delperioden og valideres på baggrund af uafhængige data for en anden udvalgt delperiode (f.eks. 1991-2000 og 2001-2008) ud fra pejletidsserier og afstrømningsdata. Proxy basin tests kan evt. gennemføres i samarbejde med ”nabo-vanddistrikt”. Differential split sample tests kan gennemføres for områder hvor der i perioden 1990- er datagrundlag herfor (f.eks. vandværker der er blevet lukkede eller nye vandværker eller andre større indgreb i vandkredsløb der er etableret, og hvor der foreligger f.eks. trykniveau og afstrømning fra en periode både før og efter ændringen).

Som starttrykniveau skal anvendes data fra den tilsvarende stationære model. Modellen skal kunne foretage ikke-stationære simuleringer på baggrund af data for nedbør/for-dampning eller nettonedbør på daglig basis. Det påregnes, at der er behov for en opvarmingsperiode på mindst 3 år på flow, forudsat at der benyttes hotstartfil fra en stationær kørsel og tidsseriedata derfor skal indbygges for perioden 1990-.

Procedurer og kriterier for kalibrering og validering af ikke-stationære modeller samt forslag til usikkerhedsvurdering skal indgå.

Der skal efter afslutning af milepæl 3 redegøres for modelopstillingen, valgte ydre og indre randbetingelser, opsætning af beregningslag, beregning af grundvandsdannelse, oppumpninger og benyttede initialværdier.

Ud fra en første kørsel med den stationære og ikke-stationære model og bestemte kvantitative kalibreringsmål (f.eks. ME, RMS, SE eller R^2 /1,2/), skal der være udarbejdet nøjagtighedskrav til slutmodellen efter endt kalibrering.

Efter den første kørsel vurderes det om der skal foretages justeringer af den konceptuelle model eller nettonedbørsinputtet. I givet fald revideres disse opstillinger / beregninger.

Milepæl 4. Kalibrering og validering (januar 2007 – januar 2008)

Den stationære model kalibreres inverst i henhold til kalibreringsprotokollen (jf. kap. 10 i /1/).

Observationsdata og kalibreringskriterier er opstillet og vurderet i forbindelse med modelopstillingen og omtalt ovenfor. Under kalibreringen skal der først udvælges de parametre, der skal indgå i den stationære inverse kalibrering. Dette forudsætter en analyse af det

fysiske system og en sensitivitetsanalyse af de enkelte parametre. Det kan evt. være nødvendigt at inddrage randbetingelser, grundvandsdannelse og andre forhold, såfremt der er systematiske uoverensstemmelser mellem simulerede og målte trykniveauer og grundvandsafstrømninger.

Udvalgte resultater fra denne indledende kalibrering skal beskrives på plot. Resultaterne af den inverse kalibrering skal vurderes i forhold til opstillede variationsrammer for de enkelte parametre. Såfremt den inverse kalibrering kommer ud med urealistiske parameter-værdier eller er følsom overfor startgæt, skal der foretages en revurdering af kalibreringsparametre og en gentagelse af den inverse kalibrering.

Der skal foretages en nærmere analyse af kalibreringsresultatet med en angivelse af hvilke delområder eller parameter-værdier, der er godt eller dårligt kalibreret, i forhold til gennemsnittet.

”Kalibreringsstatistik” skal beskrives udførligt i modelrapporten jf. anvisninger i kap. 10 i /1/. Det skal vurderes om kalibreringsstatistikken opfylder de opstillede nøjagtighedskriterier. Hvis ikke skal mulige forklaringer angives.

Der skal (i lighed med under kalibrering) foretages en nærmere analyse af valideringsresultatet, med en angivelse af hvilke delområder eller parameter-værdier, der er godt eller dårligt kalibreret, i forhold til gennemsnittet.

”Valideringsstatistik” skal beskrives udførligt i modelrapporten med samme metodik som ”kalibreringsstatistik”, for trykniveau- og afstrømningsdata. Eventuelle årsager til en utilfredsstillende valideringsresultat skal forklares (f.eks. overparameterisering eller manglende volumen og/eller kvalitet af datagrundlaget benyttet ved kalibrering).

Efter afsluttende validering foretages følsomhedsanalyser eller beregninger med alternative konceptuelle modeller for at vurdere hvilken betydning usikkerheden på modelstruktur, data og tolkning bevirker på områdets vandbalance og grundvandsdannelse. Det skal i forbindelse med følsomhedsanalysen vurderes om resultaterne af analysen er med til yderligere at kvalificere modellens troværdighed og nøjagtighed i forbindelse med simuleringer.

Der skal udarbejdes en tabel der sammenfatter ”ressourceopgørelse”, ”kilder til usikkerhed”, ”mulig håndtering i usikkerhedsvurdering”, og ”betydning”:

Ressourceopgørelse	Kilde til usikkerhed	Mulig håndtering	Betydning
Grundvandsdannelse	- Hydraulisk ledningsevne (Kz) for moræner - Nedre rand i rodzonemodul - Osv.	- Sensitivitetsanalyse udfra konfidensintervaller - Sensitivitetsanalyse	- Stor - Moderat
Vandbalance	- Underjordisk afstr. til havet - Inputdata fra rodzonemodul - Osv.	- Alternativ konceptuel model / randbetingelse - Sensitivitetsanalyse	- Stor - Moderat
Minimumsafstrømning	- Lækagekoefficient for vandløbsbund - Geologisk model for ådal - Hydraulisk ledningsevne for kalkmagasin	- Sensitivitetsanalyse - Alternativ konceptuel model - Sensitivitetsanalyse	- Lille - Stor - Moderat
Og så videre			

Milepæl 5. Modelsimuleringer og usikkerhedsvurderinger (januar 2008 – januar 2009)

Der skal defineres og gennemføres en ”referencekørsel”, som de øvrige simuleringer kan sammenlignes med. Der gennemføres såvel en stationær som en ikke-stationær referencekørsel.

Herefter gennemføres simuleringer af vandbalance for opland og grundvandsforekomster. Indikatorer beregnes under forskellige antagelse om klima og vandindvinding (1990 -).

Der foretages simuleringer ved 3 alternative arealanvendelsesscenarier (f.eks. udvalgt for 1990, 2000 og 2010). Usikkerhedsvurderinger med enten sensitivitetsanalyse eller alternativ konceptuel model.

Der foretages simuleringer med både stationær og dynamisk model.

Der etableres en simuleringsdatabase for de forskellige kombinationer af vandindvinding (0, 50 %, 100 % og 150 %), arealanvendelse og nettonedbør (1990-). Udtræk af vandbalancen for hvert år med både stationær og dynamisk model præsenteres i tabel for hvert år og med plot for periodemidler.

Der foretages beregninger med den dynamiske model for perioden 1990- med faktiske oppumpninger hvor vandbalancen for hvert år præsenteres grafisk for VD og grundvandsforekomster. Afstrømning til vandløb opgøres på overfladisk afstrømning, drænaflow og grundvandsafstrømning og præsenteres for udvalgte vandløbspunkter med daglige værdier. Trykniveau i grundvandet præsenteres med tidsserier ud fra dynamiske model.

Udnyttelig ressource for hver af de 4 indikatorer vurderes ud fra beregninger med stationær (indikator 2 og 5) og dynamisk model (indikator 4 og 6).

Hvis ikke de udførte simuleringer virker troværdige gentages milepæl 1-4, og simuleringer foretages herefter.

Vurdering af usikkerheden jf. milepæl 4 gennemføres og usikkerheden på simuleringsresultater med hensyn til usikkerhed på geologisk tolkning, parameterværdier, inputværdier og modellens procesbeskrivelser belyses og sammenfattes i rapporten. Der forventes gennemført en usikkerhedsanalyse, hvor betydningen af usikkerheder på nettonedbør, arealfordeling af grundvandsdannelse, geologisk tolkning, parameterværdier og modellens procesbeskrivelser beskrives.

Der udarbejdes en standardrapport med et omfang og en disposition som beskrevet i kap. 14 i /1/:

- Rapport titel
- Indholdsfortegnelse, figur-, tabel- og akronymliste
- Kapitel 1: Resumé
- Kapitel 2: Introduktion
- Kapitel 3: Teknisk approach
- Kapitel 4: Dataanalyse, geologisk karakterisering, opstilling af hydrogeologisk tolkningsmodel
- Kapitel 5: Modelstudieplan
- Kapitel 6: Modelopstilling
- Kapitel 7: Kalibrering
- Kapitel 8: Modelvalidering
- Kapitel 9: Begrænsninger i modellen

- Kapitel 10: Modelsimulering incl. usikkerhedsanalyser
- Kapitel 11: Konklusioner og anbefalinger
- Kapitel 12: Referencer
- Appendiks og bilag

Geologisk tolkningsprojekt (f.eks. Geoeditor projektfiler) og slutmodel indberettes til GEUS's modeldatabase.

Litteratur

- /1/ Henriksen, H.J. et. al (2000) Ståbi i grundvandsmodellering. Kapitel 0-17 (http://vandmodel.dk/staabi_2000.htm). GEUS. 1. udgave.
- /2/ Henriksen, H.J. et. al (2000) Retningslinier for opstilling af grundvandsmodeller (http://vandmodel.dk/retningslinier-hoering_081200.pdf). Udkast til rapport for Miljøstyrelsen.
- /3/ Henriksen, H.J. og Sonnenborg, A. (2003) NOVA Temarapport. Ferskvandets Kredsløb. Maj. 2003.

DATA

Paradigmaoplysninger

Vedrørende emnerne:

Datalagring,

Dataoverførsel, herunder

Generelle oplysninger vedrørende dataindberetning,

Filnavne, der skal anvendes ved indberetningen,

Kemidata,

Obligatoriske krav til de indberettede data,

Nøglefelter,

Andre obligatoriske oplysninger

Kvalitetskontrol

Bemærkninger til enkeltoplysninger i indberetningen

Indberetning af rettelser

Dataformater, herunder

STANDAT stof- og enhedskoder

eksempler på STANDATfiler for

Kemidata

Pejldata

Drikkevandsdata

se: Paradigma for normalrapportering af det nationale program for overvågning af vandmiljøet 2004-2009, Del 1 og 2, grundvandsdelene, på NOVANAs hjemmeside.

Indberetning af CFC-resultater via STANDAT

Resultaterne af CFC-undersøgelserne afleveres typisk fra CFC-laboratoriet ved GEUS i form af et A-4 skema, hvoraf boringens DGU-nr, indtagets placering i meter under terræn samt prøvetagningens dato og klokkeslæt fremgår. Disse oplysninger indberettes som sædvanligt sammen med øvrige nøglefelter.

De tre stoffer CFC-11, CFC-12 og CFC-113 indberettes med STANDAT-stofkodenumrene 3122, 3118 og 9417.

På baggrund af én eller typisk to analyser af de tre CFC-forbindelser er der beregnet en alder for hver undersøgt ampul. De beregnede aldre indberettes **ikke**.

For hvert indtag er der yderligere angivet en af CFC-laboratoriet tolket alder i kolonnen "CFC-år". Denne indberettes med STANDAT-stofkodenummeret 9418.

Metodekoden til CFC er 0811, GC med ECD

Detektionsgrænserne, der skal indberettes er henholdsvis	CFC-11:	0,3 picogram/l
	CFC-12:	1,0 picogram/l
	CFC-113:	1,0 picogram/l

Indberetning af rettelser

Såfremt der ønskes indberettet større rettelser til allerede indberettede prøver, skal den fornyede indberetning være en komplet årgang af det pågældende projekt (GRUMO, LOOP eller Boringskontrol indeholder alle nøglefelter og analyser), idet den første indberetning bliver slettet i sin helhed. Mindre rettelser håndteres nemmest bilateralt via "papir" efter aftale med GEUS. Bemærk at "sletning" af allerede indberettede stofanalyser ikke kan lade sig gøre ved at genindberette prøven blot uden de stoffer, der ønskes slettet. Stofferne, der findes i den gamle prøve overføres automatisk til den nye prøve, hvis de ikke er til stede.

STANDAT Service Programmel

Et kontrolprogrammel SSP3 er til rådighed for alle, der anvender STANDAT til transport af data. Programmet ligger på <http://ovs.dmu.dk/Standat/ssp3> hvorfra det frit kan hentes. Programmet kontrollerer bl.a. at syntaksen i den testede fil er korrekt og at anvendte STANDAT-koder er i overensstemmelse med STD-kodelisterne.

STANDAT-koder for modificerede analysemetoder.

Et enkelt analyselaboratorium har forespurgt Århus Amt, hvordan man angiver, at der anvendes modificerede analysemetoder. Det er aftalt, at der kun skal oprettes nye analysemetode-koder i STANDAT, hvis ændringen er så dybtgående, at den også udløser behov for en ny analysebeskrivelse i henhold til Dansk Standard.

Litteratur:

Miljøstyrelsen (1990): STANDAT V 1.1 - en standard for udveksling af miljødata. Tekstdel. Miljøstyrelsen i samarbejde med Kommunedata. - Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 1, 1990. 52 s.

Miljøstyrelsen (1991): Vejledning i udformning af programmer til læsning og skrivning af STANDAT-filer. Udarbejdet i samarbejde mellem Miljøstyrelsen og Danmarks Geologiske Undersøgelse ved Niels Henrik Mortensen. - Miljøstyrelsen, marts 1991. 54 s. excl. bilag.

Datastruktur

Fagdatacenter

De grundvandskemiske data er en integreret del af GEUS's Miljøinformationsdatabase Jupiter. Ud over de nuværende "store" projekter, overvågning og boringskontrol, rummer databasen tidligere projekter som f.eks. NPO og Lossepladsprojektet. Databasen er en Oracle database og rummer analyser tilbage fra år 1890.

Alle indberettede vandprøver forsynes under indlæsningen med et 10-cifret løbenummer, hvoraf de fire forreste er årstallet for indberetningsåret, og som fungerer som intern reference. Desuden forsynes prøverne med et projekt-ID, der genereres ud fra filnavnet på filen, der er under indlæsning.

Til brug for håndtering af en række forskellige typeoperationer, kontrol, rettelser og dataudtræk er der udviklet i alt ca. 100 hjælpeprogrammer

Til videregående faglig og/eller statistisk behandling udlæses data stofgruppevis i følgende SAS-datasæt:

Hovedbestanddele

Uorganiske sporstoffer

Organiske mikroforureninger

Pesticider og chlorphenoler

Alder (tritium og CFC)

ligesom der udlæses et datasæt med boretekniske oplysninger. Der udlæses separate datasæt for henholdsvis GRUMO, LOOP, Boringskontrol (boringer med indvinding af vand med krav om drikkevandskvalitet) samt Andre Analyser. Det tilstræbes at Boringskontrol-datasættet kun indeholder data fra vandindvindingsboringer i drift. Hvorvidt en vandindvindingsboring er i drift vurderes bl.a. på baggrund af indberetningen af indvundne vandmængder, da der ikke tilgås GEUS løbende information om indvindingsboringernes status (i drift, afværgepumpning, midlertidigt eller permanent lukket, men ikke sløjfet m.v.)

Indlæsning af data

Al indlæsning af data foregår ved hjælp af programmet STDLOAD. STANDAT-filerne konverteres til XML-filer som indlæses i STDLOAD-tabeller, hvor der foretages omfattende datacheck og kvalitetskontrol. Resultatet af kontrollen udskrives i en fejlrapportfil, der tjener som udgangspunkt for at tilrette data og øge datakvaliteten. Først når alle fejl er rettet kan data overføres til Jupiter.

Vurdering af datakvalitet

Under indlæsningen kontrolleres det bl.a.

- at STANDAT-syntaksen er korrekt
- at de anvendte koder findes i STANDAT-kodelisterne (er legale)
- at nøglefelterne er tilstede og er inden for et forud fastsat interval (f.eks. atlasblad-nr. mellem 1 og 248)
- at prøvens DGU-nummer og indtagsnummer findes i forvejen
- at STANDAT-stofkoden er legal
- at kombinationen af stofkode og enhedskode er legal
- at værdien (efter omregning til databasens enhed) ligger mellem en forud angivet maksimum og minimumsværdi (som maximumværdi anvendes typisk 95 % percentilen af de eksisterende værdier for det pågældende stof)
- at de øvrige oplysninger har legale koder
- at identifikationer passer med "facitlisterne", dvs. at f.eks. nøglefelterne for prøver, der er lagret med projektbetegnelsen GRUMO passer med databasens liste over GRUMO-indtag.
- at data ikke rummer eller vil give ophav til dubletter på prøve- eller analyseniveau

Testprogrammet nummerer og rubricerer de fundne afvigelser dels i henhold til dataemne dels i henhold til den reaktion som skal iagttages. Der skelnes mellem Fejl, Advarsel og Information. Data som fremkalder Fejl vil blokere som overførsel af data fra STDLOAD-tabellerne til de endelige tabeller i Jupiter. En oversigt over det potentielle indholdet i fejlrapportfilen er gengivet i nedenstående tabel.

Boringer Generelt		
FejlNr	Tekst	Alvor

1.01	DGUnr. findes ikke	Fejl
1.02	DGUnr. er flyttet	Information
1.03	Terrænkote svarer ikke til Jupiters terrænkote	Information
1.04	Koordinater svarer ikke til Jupiters koordinater	Information
1.05	Terrænkote kan måske overføres til Jupiter	Information
1.06	DGUnr. mangler	Fejl
Boringer, Grundvandskemi		
FejlNr	Fejl	Alvor
2.03	GRUMOnr. AA.OO.BB er forskellig fra Jupiters	Fejl
2.04	LOOP-nr. findes ikke i Jupiter	Fejl
Analyser, Grundvand		
FejlNr	Fejl	Alvor
2.17	Analysested intetsigende	Fejl
2.18	Attribut ulovlig	Fejl
2.19	Måleværdien mangler	Fejl
2.20	Feltfiltkode ikke sigende	Advarsel
2.22	Stofnr ikke oprettet eller forældet	Fejl
2.23	Stof-Enhed findes ikke i reduceret stof-enhedsliste	Fejl
2.24	Måleværdi større end anslået max-værdi	Advarsel
2.25	Måleværdi er mindre end anslået min.-værdi	Advarsel
2.26	Attribut = 0, måleværdi > 0	Fejl
2.27	Måleværdi = 0, attribut er ikke 0	Advarsel
2.28	Laboratoriekode intetsigende	Advarsel
2.29	Analysedublet som skal tjekkes	Fejl
2.31	Ægte analysedublet som ignoreres	Information
2.34	Analysestedkode mangler	Fejl
Omprøver, Grundvand		
FejlNr	Fejl	Alvor
2.32	Prøve refereret til af omprøve kan ikke bestemmes	Advarsel
2.33	Ugyldig omprøvedato	Fejl
Prøver, Grundvand		
FejlNr	Fejl	Alvor
2.01	Indtag findes ikke	Fejl
2.02	Uoverensstemmelse mellem indtagsnr, indtagstop og -bund	Advarsel
2.05	Intern dublet. Manuelt tjek kræves	Fejl
2.06	Intern dublet. Prøverne sammenlægges	Information
2.07	Intern dublet. Ægte dublet. Prøven ignoreres ved overførsel	Information
2.08	Tilsvarende prøve findes i Jupiter og overføres ikke	Information
2.09	En lignende prøve findes i Jupiter. Ret manuelt.	Fejl
2.10	En lignende prøve i Jupiter overskrives automatisk	Information
2.11	Prøvetidspunkt er ugyldigt	Fejl
2.12	Prøvetidspunkt < 1888 eller > end dags dato	Fejl
2.13	Prøvedato mangler	Fejl
2.14	Årsagskode ugyldig	Fejl
2.15	Formålkode intetsigende	Advarsel
2.16	Omfangskode intetsigende	Advarsel
2.30	El-log boring fra Århus. Indtagnr = 81	Information

Anlæg		
FejlNr	Fejl	Alvor
3.01	Virksomhedstype ændret	Advarsel
3.02	Anlægstype ændret	Information
3.03	Forskelligt indberetteramt	Information
3.04	Anlæg oprettes	Information
3.05	Ugyldigt Postnummer	Fejl
3.06	Ugyldigt Amts- eller Kommunenumr.	Fejl
3.07	Fejlsammenlægning af anlæg	Fejl
3.08	Anlægsdubletter	Fejl
4.04	Løbenr. mangler	Fejl
4.01	Kommunenummer mangler	Fejl
4.02	Virksomhedstype mangler	Fejl
4.03	Virksomhedstype er ulovlig	Fejl
6.01	Kommunenumre stemmer ikke overens	Advarsel
6.02	Anlægstypenumre stemmer ikke overens	Advarsel
6.03	Anlægsløbenumre stemmer ikke overens	Advarsel
6.04	Anlægsundernumre stemmer ikke overens	Advarsel
6.05	Ugyldig udløbsdato	Fejl
6.10	Udløbsdato < Tilladelsesdato	Advarsel
6.11	Dato ligger uden for intervallet d.d ±50 år	Advarsel
6.14	Ugyldig tilladelsesdato	Fejl
6.24	Vandtype ugyldig	Fejl
6.09	Ulovlig virksomhedstype	Fejl
Analyser, Drikkevand		
FejlNr	Fejl	Alvor
4.10	Der mangler laboratorium på analysen	Advarsel
4.14	Der er dubletter på analyseniveau	Fejl
4.15	Stof mangler	Fejl
4.20	Usædvanlig stofparameter - er det en drikkevandsprøve?	Advarsel
4.21	Enhed mangler	Fejl
4.22	Måleværdi mangler	Fejl
4.23	Attribut er 0 men måleværdi er større end 0	Fejl
4.24	Attribut ugyldig	Fejl
4.25	Stoffet findes ikke i den reducerede DRV-parameter liste	Fejl
4.26	Stof-enhed findes ikke i den reducerede stof-enheds liste	Fejl
4.27	Målemetode mangler	Fejl
4.31	Stoffet er forældet og derfor omregnet	Information
4.32	Analysedublet. Helt ens analyser, kun 1 analyse overføres.	Information
4.35	Målemetode ugyldig	Fejl
4.37	Analysedublet, udskrives ikke	Fejl
4.60	Unormalt lav værdi	Advarsel
4.61	Unormalt høj værdi	Advarsel
Omprøver, Drikkevand		
FejlNr	Fejl	Alvor
4.33	Prøve refereret til af omprøve kunne ikke bestemmes	Fejl
4.34	Ugyldig omprøvedato	Fejl
4.38	Omprøvestatus intetsigende	Advarsel

Prøver, Drikkevand		
FejlNr	Fejl	Alvor
4.05	Prøvetidspunkt ugyldigt	Fejl
4.06	Formål ugyldigt	Fejl
4.07	Omfang ugyldigt	Fejl
4.08	Gammel omfangkode ugyldig	Fejl
4.09	Gammel og ny omfangskode er uoverensstemmende	Fejl
4.12	Der mangler laboratorium på prøven	Advarsel
4.13	Der er dubletter på prøveniveau	Fejl
4.36	Prøve dublet	Advarsel
Boringer til anlæg		
FejlNr	Fejl	Alvor
6.08	Boring tidligere tilknyttet anlæg er inaktiv	Information
6.12	DGUNr. tilhørende vandværk eksisterer ikke	Fejl
6.13	DGUNr. tilhørende vandværk flyttet	Information
6.16	Dublet af vandværksboring	Fejl
6.17	DGUNr. tilknyttet vandværk mangler	Fejl
6.18	Indtag skal oprettes i Jupiter	Fejl
6.19	Startdato ligger imellem Jupiters start- og slutdato	Fejl
6.20	Slutdato ligger imellem Jupiters start- og slutdato	Fejl
6.21	Uoverensstemmelse mellem indberettet og Jupiters startdato	Fejl
6.22	Uoverensstemmelse mellem indberettet og Jupiters slutdato	Fejl
6.23	Startdato er større end slutdato	Fejl
Indvinding		
FejlNr	Fejl	Alvor
6.06	Dublet. Den oppumpede mængde er forskellig fra Jupiters	Advarsel
6.07	Indvindingsmængde afviger for meget fra sidste indberetning	Advarsel
6.15	Indvindingsårstal mangler	Fejl
Målepunkt		
FejlNr	Fejl	Alvor
8.05	Terrænkote mangler	Fejl
8.06	Målepunkt er ikke oprettet i Jupiter	Fejl
8.07	Målepunkt er forskellig fra Jupiters	Fejl
8.08	Målepunkt mangler i STANDAT-fil	Fejl
8.25	Målepunkt i emne 3400 er mere end 3m over/under terræn	Advarsel
8.27	Målepunktskoter stemmer ikke overens (Emne 3400)	Fejl
8.28	Flere målepunkter i Jupiter. Tilrettes manuelt. (Emne 3400)	Fejl
8.29	Målepunkts dato i Jupiter ændres. (Emne 3400)	Advarsel
8.30	Målepunkt oprettes automatisk i Jupiter. (Emne 3400)	Advarsel
8.35	Målepunktsdublet i Jupiter. Ret manuelt. (Emne 3400)	Fejl
8.11	Der findes intet målepunkt til pejlingen	Fejl

8.12	Der er overlap mellem målepunkterne	Fejl
8.26	Målepunkt i emne 3460 er mere end 3m over/under terræn	Advarsel
8.31	Målepunktskoter stemmer ikke overens (Emne 3460).	Fejl
8.32	Flere målepunkter i Jupiter. Tilrettes mauelt. (Emne 3460)	Fejl
8.33	Målepunkt dato i Jupiter ændres. (Emne 3460).	Fejl
8.34	Målepunkt oprettes automatisk i Jupiter. (Emne 3460).	Advarsel
8.36	Målepunktdublet i Jupiter. Ret manuelt. (Emne 3460)	Fejl
Pejling		
FejlNr	Fejl	Alvor
8.09	Vandstanden for pejlingen mangler	Fejl
8.10	Vandstand er mere end 2m fra den sidste pejling	Advarsel
8.13	Pejledublet indenfor STANDAT-filen overføres ikke	Information
8.14	Pejledublet i STANDAT-filen med forskellig vandstand	Fejl
8.15	Dublet. Pejlingen findes i Jupiter	Information
8.16	Dublet. Pejlingen findes i Jupiter men med anden vandstand	Advarsel
8.17	Klokkeslæt mangler for pejletidspunktet	Advarsel
8.18	Indtag med angivne top og bund findes ikke	Fejl
8.19	Filternr. mangler	Fejl
8.20	Pejledato mangler	Fejl
8.21	Ugyldigt pejletidspunkt	Fejl
8.22	Målreference mangler	Fejl
8.23	Pejling, resultat i drift	Advarsel
8.24	Statistik over målreferencer	Information

Boretekniske oplysninger

I databasen er der for grundvandsovervågningsdelen tilknyttet en lang række beskrivende parametre, som karakteriserer det enkelte indtag på forskellig vis, og som er anvendelige til datagrupperinger og/eller fænomenologiske analyser. Disse udtrækkes i SAS-datasættet Boretekniske Oplysninger sammen med indtagens nøglefelter. Det er generelt gældende at næsten alle oplysninger er tilstede for så vidt angår GRUMO, mens der er betragtelige mangler for så vidt angår Boringskontrol.

Faste informationer

Parameter	GRUMO	LOOP	Borings-Kontrol
Indberettende amt	X	X	X
Beliggenhedsamt			X
Kommunennummer (VV-nr 1)	X	X	X
UTM	X	X	X
Kote	X	X	X
GRUMO/LOOP-område	X	X	
GRUMO-nr. incl. indtagsnummer	X		
LOOP-nummer incl. indtagsnummer		X	
DGU-nummer	X	X	X

Indtagsnummer	X	X	X
Indtagstop m.u.t.	X	X	X
Indtagsbund m.u.t.	X	X	X
Boringstype	X		
Pumpetype	X		
DGU bjergartskode	X		X
Etableret -år	X		X
Udgået -år	X		X
Indtagstopkote	X	X	X
Indtagsbundkote	X	X	X
Anlægstype (VV-nr. 3)			X
Anlægsnummer (VV-nr. 4)			X
Under-anlægsnummer (VV-nr. 5)			X
Virksomhedstype (VV-nr. 2)			X
Virksomhedsløbenummer			X
Projekt-id	X	X	X
GVK-Virksomhedsnummer (VV-nr 1 til 5)			X

Tolkede informationer

Parameter	GRUMO	LOOP	Borings-kontrol
Reservoirbjergart	X		
Reservoirtype	X		
Moniteringstype	X		
Vandspejlstype	X		
Boringsvandspejlskote	X		
Arealanvendelse	X		
Lertykkelse	X		
Kemisk Hovedklasse	X		
Alderskategori (ungt/gammelt)	X		
Indtagsdybde, meter under grundvandsspejl	X		
Tykkelse af umættet zone	X		
Analyse-egnethed	X		

Skabelon til inddatering af boretekniske oplysninger

GRUMO-nummer
DGU-nummer
Etableret år/måned/dag
Indtagsnummer
Indtagstop
Indtagsbund
x-utm
y-utm
Kote
Reservoirbjergart
Boringsvandspejlskote
Boringstype
Pumpetype
Forerør/stigrørsmateriale

Vandspejlstype
Moniteringstype
Reservoirtype
Alderskategori
Arealanvendelse
Inddateret år/måned/dag

Anvendelse af data

Fejlkilder

Etableringseffekt
Kontaminering

Databehandling

Generelt.

Ved databehandling af grundvandskemiske data er det væsentligt, at holde sig for øje, at data ikke er normalfordelte. Fordelingen er som hovedregel en Khi-square fordeling. At det ikke "blot" er højre halvdel af en normalfordelingskurve fremgår af kurvaturen, idet kurveforløbet er konkavt mod højre, og ikke konvekst som ved en normalfordeling. Det tilrådes ikke at anvende log-transformationer. Anvendes logtransformationer henledes opmærksomheden på, at der ikke umiddelbart kan transformeres tilbage ved anvendelse af simpel antilog. Da data ikke er normalfordelte må der ved beregning af signifikans anvendes såkaldte non-parametriske beregningsmetoder, f.eks. Wilcoxon Rank Sum Test. Til non-parametriske tidsserieanalyser kan anvendes Sen's Slope/Mann-Kendall Trend Analysis

På grund af den skæve fordeling af analyseresultaterne er det fagdatacentret opfattelse, at centrale tendenser i data bedst angives ved brug af median samt percentiler i øvrigt, og at "box og whiskers" plot ofte giver en god præsentation af større datamængder. Måleresultater over 90% percentilen kan ofte med fordel vurderes særskilt.

Generelt er de grundvandskemiske data "åbne" nedad mod lave koncentrationer, idet laveste talværdi er en detektionsgrænse. Ved beregning af statistiske parametre har det været praksis ved fagdatacentret at anvende detektionsgrænsen som koncentrationsangivelse ved analyser der ikke har et egentligt måleresultat. Denne praksis ønskes anvendt generelt frem for den internationale praksis, hvor der medregnes den halve detektionsgrænse. Dels er det mere gennemskueligt og derudover indeholder denne fremgangsmåde et forsigtighedsmoment (overestimering). Anvendes den internationale måde skal dette anføres.

Det er et krav i Vandrammedirektivet at data aggregeres ved anvendelse af aritmetrisk middel, altså gennemsnit.

Grundvandsklassifikationer

Grundvandsklassifikationer skal opfattes som hjælperekskaber til en bedre forståelse af stofindholdet i grundvandet og grundvandets samspil med de berørte sedimentter.

Der findes i øjeblikket tre klassifikationssystemer, nemlig:

- "Grundvandets hovedklasser", der er baseret på en cluster-analyse af grundvandskvalitetsdata og er anvendt af GEUS til at give et landsdækkende overblik. Clusteranalysen giver ikke eksakte grænser for indholdet af enkeltparametre i de forskellige hovedklasser. Det afgørende er de indbyrdes relative mængdeforhold
- HK-klassifikationen, der med fordel kan anvendes på lokalt og regionalt plan
- "Redox-klassifikation", der er en forholdsvis ny klassifikation, som gennem overvågningsprogrammet har vist sin store relevans bl.a. for fordelingen af næringssalte og visse uorganiske sporstoffer

63

Litteratur:

Sanders, T.G., Ward, R.C., Loftis, J.C., Steele, T.D., Adrian, D.D., Yevjevich, V. 1994: Design of Networks for Monitoring Water Quality. Water Resources Publications, Colorado, USA.

Helsel, D.R. and Hirsch R.M. 1992: Statistical Methods in Water Resources. Studies in Environmental Sciences 49. Elsevier.

ORDLISTE

Annulusvand:	Stillestående vand i mellemrummet mellem forerør og stigrør.
Skorstenseffekt:	Lækage langs forerøret, der bevirker, at overfladevand og/eller vand fra et andet reservoir kan sive op eller ned til det overvågede reservoir, med eventuel forurening, eller ændring af grundvandskemi til følge.
Markvandingseffekt:	Temporær, periodevis pumpning som f.eks. i en markvandingsboring med partiel filterinterval, kan forårsage en ændring i strøm-linierne og dermed en ændring af grundvandskemien, i det vandfø- rende lag i nærliggende boringer ("falske" sæsonfluktuationer").
Montejus-pumpe:	Drivmiddelpumpe (f.eks. kvælstof , analyse-ren), der består af 2 i hinanden anbragte rør med en kontraventil i bunden af det ydre rør. Drivgas tilføres rummet (pumpekammeret) mellem de 2 rør, og vandet drives op gennem det indre rør (stigrøret).
Renpumpning:	Pumpning, der udføres på nye boringer straks efter filtersætningen for at rense boringen for suspenderet materiale og evt. urenheder fra borearbejdet.
Forpumpning:	Pumpning, der altid skal udføres, for at fjerne annulusvand og an- det, ikke repræsentativt vand i boringen, før udtagning af vandprø- ver kan påbegyndes.

LITTERATUR

Bemærk venligst at referencerne er ordnet kronologisk

Ødum, H. og Christensen, W., (1936): *Danske grundvandstyper og deres geologiske optræden*. DGU række III nr. 26.

Andersen, L.J., (1966): *Tritium-indholdet i grundvandet og dets betydning ved geohydrologiske undersøgelser*. Meddelelser fra Danmarks Geologiske Forening, bind 16, hæfte 2.

Miljøstyrelsen (1983): *Nitrat i drikkevand og grundvand i Danmark*. Redegørelse fra Miljøstyrelsen.

Andersen, L.J. og Kristiansen, H., (1984): *Nitrate in Groundwater and Surface Water related to Land Use in the Karup Basin, Denmark*.

ATV (1985): *Grundvandsforurening - Boremetoder - ATV-møde 12. sept. 1985 ca. 100p.*

Miljøstyrelsen 1984: *Kvalitetskrav til visse stoffer i drikkevandet*. Vejledning nr. 2. Maj 1984.

Miljøministerens prioriterede handlingsplan for 1986

Miljøstyrelsen, (1986): *Sikring af grundvandet mod forurening*. Vandrådets forslag til handlingsplan. Betænkning fra Miljøstyrelsen nr. 2, 1986.

Vandkvalitetsinstituttet (1986): *Kompendium over metoder til vandanalyser*. Erfaringer fra interkalibreringer. Udført af Miljøstyrelsens referencelaboratorium. Sag nr. 41.797/908. 123 s.

Andersen, L.J., DGU (1987): *Grundvandsmoniteringsnet af 1. orden i Danmark*. ATV-møde om grundvandsmonitering, 5-6 oktober 1987. Vingstedcentret.

ATV (1987): *Grundvandsmonitering -*. ATV-møde 5. - 6. okt. 1987. 96p.

Brüsch, W., DGU, (1987): *Grundvandskemi og arealanvendelse*. Miljøministeriets projektundersøgelser 1986, Teknikerrapport nr. 12.

Brüsch, W., DGU, (1987): *Grundvandskemi i udvalgte engarealer*. Miljøministeriets projektundersøgelser 1986, Teknikerrapport nr. 20.

Den danske regerings "Handlingsplan mod forurening af det danske vandmiljø med næringsalte". 31 januar 1987.

Finansudvalget (1987): *Vandmiljøplanens overvågningsprogram*. - Finansudvalget, Akt nr. 45 af 13. nov. 1987. 5 s.

Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg (1987): Bilagshæfte til Beretning om Vandmiljøhandlingsplanen. Beretning afgivet af miljø- og planlægningsudvalget den 30 april 1987. - Folketinget 1986-87, Blad nr. 1100.

Indenrigsministeriet, 1987: Aktstykke vedrørende bloktilskudskompensation af de amtskommunale merudgifter til overvågning af vandmiljøet. Den 19. oktober 1987.

Miljøstyrelsen (1987): Analyseprogram for det statslige grundvandsovervågningsnet - organiske mikroforureninger - Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 14/1987. 42p, 1 bilag.

Andersen, L.J. og Kelstrup, N., DGU, (1988): "Markvandingseffekten". Forklaring på sæsonfluktuationer i nitrat i vandboringer. Vandteknik vol. 56, nr. 2, s77-81.

ATV (1988): Forurening fra punktkilder. ATV-møde 2. - 3. marts 1988. 207p.

Kristiansen, H., (1988): Behov for forbehandling og konservering af grundvandsprøver til uorganisk kemisk analyse for makroioner. DGU. Okt. 1988. pp. 1-8

Miljøministeriet (1988): Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. - Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 515 af 29. august 1988. 18 s.

Miljøstyrelsen og Danmarks Geologiske Undersøgelse (1988): Monitoringsboringer og vandprøver i grundvandsmonitoringsnet. 2.version. 22 s.

Miljøstyrelsen og DGU (1988): Monitoringsboringer og Vandprøver i grundvandsmonitoringsnet, 2. version -. 22p.

Andersen, L.J., (1989): Grundvandsmonitoring. Boringer, pumper og prøvetagning. DGU Feb. 1989. Vingstedcentret 14-15 februar 1989. pp. 1-34

Gosk, E. (1989): Grundvandsmonitoring. Dataproblematikken. DGU Feb. 1989. Vingstedcentret 14-15 feb. 1989.

Kelstrup, N. og Nielsen, F.L., DGU, (1989): Nitrat og fosfat i råvand i danske grundvandsmagasiner. (Baggrundsrapport til NPO-forskning fra Miljøstyrelsen. Rapport nr. B15, Nitrat og fosfat i grundvand fra udvalgte områder i Danmark). Danmarks Geologiske Undersøgelse, Intern rapport nr. 55, 1989.

Kristiansen, H., (1989): Notat vedrørende suspenderet materiale i grundvand og filtrering af grundvandsprøver fra monitoringsprogrammet. Danmarks Geologiske Undersøgelse. Internt notat.

Kristiansen, H. & Nielsen, S., (1989): Standardprocedure ved forbehandling, konservering og feltmålinger på grundvandsprøver til uorganisk kemisk analyse for makrooffer. Foreløbig udgave, 2. version. DGU. feb. 1989. pp. 1-25.

Lossepladsprojektet (1989): Grundvandsprøvetagning og feltmåling. Lossepladsprojektet. Udredningsrapport U3. April 1989.

Miljøstyrelsen (1989): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. - Miljøprojekt nr. 115, Miljøstyrelsen 1989. 64 s.

Morthorst, J., Czako, T. og Nisbeth, J. (1989): Grundvandsmonitoring. Indretning og brug af eksisterende boringer, samt udførsel af nye monitoringsboringer. DGU. Feb. 1989. Vingstedcentret 14-15 feb. 1989

Ernstsen, V., (1990): Nitratreduktion i moræneler. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, rapport nr. B2.

Ernstsen, V., Gravesen, P., Nilsson, B., Brüsch, W., Fredericia, J., Genders, S., (1990): Transport og omsætning af N og P i Langvad Å's opland. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, rapport B6.

Ernstsen, V.; Thorling, L. 1997: Geokemiske miljøer og nitrat i et komplekst opbygget grundvandsmagasin ved Grundfør. Grundvandsforskningen i Danmark 1992-96. ATV møde [51], Gentofte, April 1997 / ATV-komiteen vedrørende grundvandsforurening. Lyngby: ATV, 29-40.

Miljøstyrelsen (1990): Rapport fra arbejdsgruppe vedrørende landovervågningsoplande. 65 s.

Miljøstyrelsen (1990): STANDAT V 1.1 - en standard for udveksling af miljødata. tekstdel. Miljøstyrelsen i samarbejde med Kommunedata. - Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 1, 1990. 52 s.

Miljøstyrelsen (1990): Prøvetagning og analysemetoder i vandværkernes boringskontrol, samt indberetning af vandindvinding og vandkvalitet. Vejledning til Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 515 af 29. august 1988. I offentlig Høring, marts 1991. 28 s.

Miljøstyrelsen (1990): Vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. - Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr.3, 1990. 72 s.

Miljøstyrelsen (1990): Vurdering og udvælgelse af laboratorier med henblik på deltagelse i Vandmiljøplanens overvågningsprogram. 32p, 2 bilag.

Miljøstyrelsen (1990): Vurdering af analyseprogrammet for udvalgte boringer i Vandmiljøplanens grundvandsovervågning. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 11/1990. 16p, 8 bilag.

Rasmussen, P. og Gosk, E., DGU, (1990): Vandmiljøplanens overvågningsprogram. Grundvand i landovervågningsoplandene. Danmarks Geologiske Undersøgelse, Intern Rapport nr. 47, 1990.

ATV (1991): Vintermøde om grundvandsforurening. ATV-møde 5. - 6. marts 1991. 347p

DAVID (1991): Grundvandsovervågning. Grundvandsressourcens udnyttelse og tilstand. - Arbejdsrapport udarbejdet af en arbejdsgruppe under Dansk Amtsvandingeniørforening (DAVID) 1991. 1. del 145p, 2. del 221p.

Kristiansen, H. og Stockmarr, J., DGU, (1991): Hvordan påvirker nitrat- og fosfatkoncentrationerne i det nedsivende vand grundvandet i forskellige hovedreservoirtyper. Rapport fra Konsensuskonference 31. jan- 4. feb. 1991, s. 8-1-8-28.

Miljøstyrelsen (1991): Vejledning i udformning af programmer til læsning og skrivning af STANDAT-filer. Udarbejdet i samarbejde mellem Miljøstyrelsen og Danmarks Geologiske Undersøgelse ved Niels Henrik Mortensen. - Miljøstyrelsen, marts 1991. 54 s. excl. bilag.

Vandkvalitetsinstituttet (1991): Metodeundersøgelse, metaller i slam og jord. Arsen, bly, cadmium, chrom, kobber, kviksølv, nikkel og zink. Udført af Miljøstyrelsens referencelaboratorium. Sag nr. 402300/960. 156 s.

Jørgensen, P. og Fredericia, J. (1992): Migration of nutrients, pesticides and heavy metals in fractured clayey till. Geotechnique, 42, s. 67-77.

Miljøstyrelsen (1992): Udkast til procedurer og analyse af data ved parallelprøvninger af specialanalyser. - Udvalget for specialanalyser. Kemikaliekontoret. 50 s.

Miljøstyrelsen (1992): Vurdering af analysekvaliteten for specialanalyser i grundvands- overvågningen - Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 50/1992. 60p.

Danmarks Geologiske Undersøgelse (1993): Bemærkninger til GRUMO indberetningen i sommeren 1993. Indlæg til Fagmøde for grundvandsovervågningen d. 9. nov. 1993.

Danmarks Geologiske Undersøgelse (1993): Til alle amter og Københavns/Frederiksberg kommuner og Miljøstyrelsen: Vejledning i udtagning af blindprøver til pesticidanalyser, udkast til Arealanvendelsesopgørelse, oplæg til indberetningsform for pejldata. Maj 1993.

Danmarks Geologiske Undersøgelse (1993): Specifikationer til brug ved rapportering og indberetning af Vandmiljøplanens Grundvandsdel 1993: Paradigma for amternes rapport 1993, STANDAT-koder til brug for indberetning af administrative oplysninger om grundvand, STANDAT stof- og enhedskoder til indberetning af grundvandskemidata. Januar 1993.

Danmarks Geologiske Undersøgelse (1993): Udvidet Analyseprogram for pesticider i 20 filtre i ungt grundvand. Oplæg til styringsgruppen for grundvandsovervågnings møde d. 10. feb. 1993.

Danmarks Geologiske Undersøgelse (1993): Udvikling af DGU's miljødatabaser. Internt notat. DGU. Aug. 1993. pp. 1-18.

Jacobsen, O.S. (1993): Notat vedrørende klassifikation af arealanvendelsen. Ole Stig Jacobsen, DGU, juli 1993, 2 sider

Kristiansen, H. (1993): Notat vedrørende filtrering af grundvandsprøver. DGU, feb. 1993, 3 sider. 69

Miljøstyrelsen (1993): STANDAT og vandmiljøplandata 1992 - Erfaringsopsamling. Miljøstyrelsen, Miljødata og EDB, marts 1993, j.nr. M 073-0001.

Miljøstyrelsen (1993): Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1993- 1997. - Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 2, 1993. 113 s.

Miljøstyrelsen (1993): Vurdering af laboratorier til grundvandsovervågningsprogrammet. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 48/1993. 25p, 5 bilag.

Danmarks Geologiske Undersøgelse (1994): Amtsvis listning af GRUMO-numre, DGU-numre, filtertop og -bund i m.u.t., DGU-reservoirbjergartssymbol, reservoirbjergartsalder, monitoreringstype og hovedklasse til anvendelse ved indberetning 1994. - Specifikation til paradigma for 1994. Marts 1994.

Danmarks Geologiske Undersøgelse (1994): Indberetning af vanddata til DGU. DGU Kunderapport nr. 94. 1994.

Danmarks Geologiske Undersøgelse (1994): Notat med tilhørende uddybning vedrørende filtrering af grundvandsprøver. - Specifikation til paradigma for 1994. Marts 1994.

Danmarks geologiske Undersøgelse (1994): Notat fra arbejdsgruppe vedrørende udmøntning og specifikation af paradigma for 1994. April 1994.

Danmarks Geologiske Undersøgelse (1994): Status for årets indberetning af grundvandskemidata til DGU's grundvandskemidatabase vha. STANDAT. -indlæg til Fagmøde for Grundvandsovervågning

Miljøstyrelsen (1994): Udkast til bekendtgørelse om kvalitetskrav til målinger, udført af akkrediterede laboratorier, certificerede personer m.v. - Miljøstyrelsen. Tilsyns- og lovkontoret. Kemikaliekontoret, nov. 1993. d.10. nov. 1994.

Vestsjællands Amt (1994): Referat af møde om ændringer i MiljøInformationsSystemets vandindvindingsdel på Amtsgården i Sorø d. 31 aug. 1994.

Danmarks Geologiske Undersøgelse (1995): Eksempel på opbygning af en GRUMO-STANDATfil. Eksempel på opbygning af en LOOP-STANDATfil. Eksempel på opbygning af en Boringskontrol-STANDATfil. Referat af 4. fagmøde for grundvandsovervågningen. 27. april 1995.

Danmarks Geologiske Undersøgelse (1995): "Lovlige" STANDAT-stof og -enhedskoder til brug ved indberetning af overvågnings- og boringskontroldata. Referat af 4. fagmøde for grundvandsovervågningen. 27. april 1995.

Danmarks Geologiske Undersøgelse (1995): Instruks for udtagning af blindprøver til pesticidanalyser i grundvandsprogrammet. Referat af 4. fagmøde for grundvandsovervågningen. 27. april 1995.

ATV (1996): Overvågning og kontrol af drikkevand og grundvand. - ATV-møde 4. juni 1996. 92p.

Elberling B., Thorling L., Misser P.: Det kan være surt at måle pH! Vand og Jord 4(4), s. 150-152. 1997.

Prøvetagning –Vand : Kursus nr. 215, Ingeniørhøjskolen i Horsens, april 1998.

BILAG 1 LOKALISERING AF BORINGER

FORMÅLET MED LOKALISERING

Formålet med en lokalisering er at få en entydig beskrivelse af boringens beliggenhed i terrænet, en

beskrivelse af dens tekniske indretning og en beskrivelse af den praktiske adgang til boringen.

HVAD BETYDER EN LOKALISERING FOR BRUGEN AF BOREDATA?

Lokaliseringsoplysningerne bruges som dokumentation for indmåling af boringens koordinater og

kote og som teknisk dokumentation.

Ud fra lokaliseringen skal boringen med sikkerhed kunne genfindes i terrænet af andre, der har

behov for at få adgang til boringen eller få viden om boringskonstruktionen. F.eks. vil oplysningen

om at en boring er pejlbart effektivisere udførelsen af efterfølgende synkronpejlerunder (foruden at

det er uheldigt som offentlig myndighed at komme med 5 års mellemrum og spørge ejeren om man

må pejle hans boring, hvis den ligger under udhuset).

Lokaliseringen giver en garanti for at boringsoplysningerne, f. eks. om de geologiske lag, filterintervaller, og vandspejlet bliver korrekt placeret i forhold til hinanden i GEUS database. Hvis

en borings placering og/eller terrænkote er ukendt eller mangelfuldt oplyst, betyder det, at boringens administrative/tekniske, lithologiske og hydrologiske oplysninger ikke kan stedsfæstes og

dermed er ubrugelige. Er boringen derimod lokaliseret korrekt, er boringsoplysningerne fuldt

anvendelige og kan bl.a. indgå i den geologiske / hydrologiske kortlægning.

Hvis boringen er indmålt i flere omgange kan gammel dokumentation for målepunktskoter (gamle

lokaliseringsoplysninger) tjene som dokumentation for, hvornår et givet målepunkt har været

benyttet, og hvordan det relaterer sig til det/de efterfølgende. Denne viden er f.eks. nyttig ved

vurdering af pejleserier.

HVEM ER ANSVARLIG FOR LOKALISERING?

Amtterne er efter aftale med GEUS ansvarlige for udførelsen af boringernes lokalisering og dermed

registreringen af lokaliseringsoplysningerne og kvaliteten af informationen i dem. Får amtet

opgaven løst af f.eks. et rådgivende firma, er det amtets ansvar, at denne lokaliseringsvejledning er

fulgt, og at lokaliseringen er korrekt afrapporteret til GEUS.

HVORNÅR LOKALISERES EN BORING?

Efter bekendtgørelse om etablering og sløjfning af boringer er der indberetningspligt på alle

kategori A-boringer (dvs. boringer med formål: vandforsyning, permanent grundvands-sænkning,

Monitering, Pejleboringer, filtersatte miljøtekniske boringer), idet disse betragtes som hydrogeologisk værdifulde. Alle kategori A boringer bør derfor som minimum lokaliseres. Herudover kan det være hensigtsmæssigt at lokalisere andre boringer/brønde, som kan bidrage med geologisk / hydrogeologisk viden.

3

En boring bør lokaliseres umiddelbart efter etablering. Herefter bør der foretages en vurdering af

lokaliseringsoplysningernes korrekthed, hver gang boringen besøges.

Omlokalisering

En boring skal som minimum omlokaliseres hver gang der foretages ny kotefastsættelse (f.eks.

DGPS) eller etableres et nyt boringsfikspunkt. Den nye lokalisering skal indeholde dokumentation

for ændringerne i forhold til den tidligere lokalisering. Ændres boringsfikspunktets kote skal det

angives at der er tale om samme fikspunkt men forbedret indmåling. Hvis boringsfikspunktets

placering flyttes, skal det angives at der er tale om et flyttet boringsfikspunkt.

Ændring af boringskonstruktion og erstatningsboringer

Overboringer og erstatningsboringer betragtes som hovedregel som nye boringer med dertil

hørende nye DGU-nr og lokaliseringer. Hvis en boring uddybes væsentligt (til dybereliggende

grundvandsmagasin / reservoir), eller der ændres på fx forerørsdiameter eller filterinterval betragtes

den også som en ny boring. Det angives på lokaliseringsskemaet om boringen eller filteret erstatter

noget andet.

VEJLEDNING I LOKALISERING AF BORINGER

Kontrol af boringens identifikationsmærke

Før en boring lokaliseres i felten, er det vigtigt (for at sikre, at det er den rigtige boring man finder)

at tjekke boringens identifikationsmærke. Har brøndboreren ikke etableret et identifikationsmærke

og/eller et boringsfikspunkt, skal den der lokaliserer boringen etablere det. Ligeledes skal boringer,

der indmåles have opdateret oplysningerne på identifikationsskiltet fra seneste indmåling af

boringen (se særskilt vejledning herom).

Før udfyldelsen af lokaliseringsskemaet

Når en boring lokaliseres i felten, er det vigtigt (for at sikre, at det er den rigtige boring man finder)

at få registreret så mange oplysninger om boringen som muligt **i felten**. Samtidig er det en fordel at

have oplysninger om andre nærliggende boringer, der eventuelt kan forveksles med den/de boringer, der skal lokaliseres.

Lokaliseringsskitzen skal afspejle den rigtige placering i forhold til andre boringer i nærheden.

Nærliggende boringers DGU-nr og placering noteres på skitsen.

At det er den fundne boring, der er den korrekte, kan sikres ved sammenligning af rørdimension, rørmateriale, antal af stammer og evt. ved at pejle bunddybden. Er dybden større end den angivne

dybde på borerapporten, kan det betyde, at det er den forkerte boring, man har fundet, eller at

boringen efterfølgende er blevet uddybet. Hvis boringen er blevet uddybet, eller der er sket andre

ændringer, skrives dette på lokaliseringsskemaet.

4

For yderligere at identificere boringen bør man snakke med ejeren og høre, om den fundne boring

svarer til de oplysninger, man har med, samt forespørge, om der findes andre boringer på ejendommen / matriklen, som man evt. kunne forveksle boringen med.

Viser det sig, at man har fundet en boring, der ikke er registreret med DGU-nr, skal Borearkivet

kontaktes med oplysninger om UTM-koordinater, datum, borestedsadressen, brøndboreren og

udførelsesdato (hvis mulig), således at boringen kan få tildelt et DGU-nr. Dette kan ske i felten ved

et telefonopkald til Borearkivet ved GEUS.

Udfyldelse af Lokaliseringsskemaets felter

Boringens identifikation

I felterne øverst til højre angives: DGU-nr, lokaliseringsdato og lokalisatorens navn eller initialer.

Der er mulighed for at oplyse: borerapportens blanketnummer (MOB nr.) og brøndborers journalnummer. Der er felter, hvor lokalisatorens interne journaliserings- og eller registreringsnumre kan skrives. F.eks. anvender flere myndigheder et bestemt

journaliseringssystem. I ruden øverst til venstre angives lokalisators firmanavn. Feltet

“modtaget

GEUS d.” udfyldes af GEUS til internt brug.

Krav til udfyldelse af resten af lokaliseringsskemaet

Der er følgende krav til lokaliseringsskemaets felters udfyldelse:

Felt Skal udfyldes Kan udfyldes

Borestedsadresse X 1)

Boringsoplysninger X (hvis kendt boring) 2)

Borestedets lokalisering X

Øvrige oplysninger om boringen X

Beliggenhedsskitse X 3)

Anlæggets indretning X 4)

Pejling X

Datum X 5)

UTM koordinater (herunder metode, zone og datum) X 5)

Boringsfikspunktskote (herunder metode og vertikal

reference)

X

Anvendelse X 6)

1) Borestedets adresse skal angives i feltet "Borestedetsadresse" på lokaliseringsskemaet.

Her

skrives borestedets fuldstændige adresse. Postadressen skal indgå, men den bør suppleres med

stednavne. Der kan være lokalitetsnavne i boringens nærhed, der giver en mere præcis beskrivelse af området end postnummerets stednavn. Der er ikke umiddelbart plads på lokaliseringsskemaet til ejerens adresse. Ønsker man ejerens adresse påført lokaliseringsskemaet, må dette noteres andet steds, f.eks. under øvrige oplysninger.

5

2) Borerapporten forudsættes medbragt ved lokalisering. På skemaet er der gjort plads til nogle

væsentlige oplysninger, der entydigt kan identificere boringen: brøndborerfirma, udførelsesdato, forerørsdiameter og største dybde. Lokalt boringsnummer bruges, hvis der er

flere boringer i en serie. Er boringen en erstatningsboring skrives dette med angivelse af hvilken boring, den erstatter.

Er der ingen borerapport afkrydses feltet herfor, og der indsamles så mange oplysninger som

muligt om boringen – også ved interview af ejeren / Brugeren.

Er boringen ikke kendt i forvejen, er det vigtigt at der måles og noteres mest muligt om boringen. Dette kan bl.a. være forerørsdiameter, og største dybde kan findes ved at sænke pejlefløjten helt i bund. Hvis der kan fremskaffes yderligere oplysninger, f.eks. filtersætning,

ydelse osv., noteres disse under "øvrige oplysninger".

På lokaliseringsskemaet er det vigtigt at angive, om lokaliseringen omhandler en boring, en brønd eller en boring i brønd (her menes én tidligere vandforsyningsbrønd ikke en tør-brønd/

installationsbrønd). Ofte er der flere boringer / brønde til en ejendom, så oplysningen kan være

nyttig til identificering.

3) Det kræves af en lokalisering, at en anden person på et senere tidspunkt ud fra skitsen entydigt

skal kunne finde boringen. Lokaliseringsskemaet skal derfor altid – foruden målte GPSkoordinater

med tilhørende angivelse af usikkerhed - indeholde en skitse eller kortudsnit,

hvoraf tydeligt fremgår boringens placering i forhold til faste kortelementer med angivelse af

afstand i metermål til boringen.

Beliggenhedsskitzen skal laves som en håndtegning af borestedet og dets omgivelser eller som

et kortudsnit/billede, hvor boringens placering er angivet. I alle tilfælde er det vigtigt at skitsen

eller kortudsnittet/billedet viser omkringliggende huse / veje / hegn / skove mm., så det entydigt viser boringens placering, og understøtter UTM koordinaterne.

Udsnit af kort samt fotos skal vedhæftes den digitale indberetning af lokaliseringsskemaet i

jpeg, tiff, gif eller png format. Ønskes indberettet i andre formater, bedes man kontakte GEUS.

Skitsen / kortudsnittet / billedet **skal** omfatte et område, der er så stort, at det entydigt viser beliggenheden. Hvis boringen ligger på en gårdsplads, bør der medtages de nærmeste veje, gærd, markveje, gravhøje, transformatorårne m.v., således at gården ikke kan forveksles med

andre. Skitsen / kortudsnittet / billedet forsynes med nordpil, og signaturen for en boring skal

være tydelig, f.eks.:

Andre boringer inden for det skitserede område påføres skitsen med signatur for boringens placering og DGU-nr.

4) Anlæggets indretning kan tegnes, eller man kan med fordel tage et foto af anlægget og sætte

ind i feltet, og målepunkternes indbyrdes relation skal fremgå.

6

5) Boringsfikspunktets datum og koordinater

Anvendes GPS, fremgår boringsfikspunktets UTM-koordinater umiddelbart af instrumentet.

GPS'en nøjagtighed på måletidspunktet noteres.

Anvendes digitalt kortsæt til bestemmelse af boringens UTM-koordinater, aflæses de målte værdier for boringfikspunktets UTM X og Y på displayet, og påføres lokaliseringsskemaet sammen med UTM-zonen. Indmåles boringen ved hjælp af GPS eller digitalt kort **skal** datum

oplyses. Datum kan være WGS84 / EUREF89 (Verden) / ETRS89 (Danmark) eller ED50 (gamle kort trykt før 2004). Koordinater skal helst opgives i ETRS-89.

6) Hvis det kan konstateres på lokaliseringstidspunktet, hvad boringen anvendes til, noteres dette

på skemaet under anvendelse. Er boringen ikke taget i brug, eller vides det ikke, hvad boringen

bruges til, noteres dette på lokaliseringsskemaet.

INDMÅLING AF KOTE OG PEJLING AF GRUNDVANDSSTAND

Definition af termer

Før indmålingen af boringen foretages er det nødvendigt at få defineret, hvad de enkelte betegnelser

betyder, så der er helt klarhed over, hvordan der måles.

Boringsfikspunkt

Et boringsfikspunkt er et fast punkt ved boringen, der bruges ved indmåling af boringen, og som er

udgangspunkt for alle opmålinger af boringskonstruktionen herunder også definition af terrænkoten. Boringsfikspunktet skal være fastsiddende og det skal placeres et sted hvor det ikke er

sandsynligt at det senere skal flyttes, og inden for max. ½ meter fra boringen.

Boringsfikspunktet kan f.eks. være udformet som en vinkel af rustfrit stål med en lille fordybning

som angiver fikspunktet, eller et tydeligt afmærket punkt på installationsbrønden. Anvendelsen af et

afmærket boringsfikspunkt vil medføre en mere præcis lokalisering af boringerne, idet boringerne

med et påmonteret decideret fikspunkt tydeligt fastslår udgangspunktet i tilfælde af senere

indmålinger.

Pejlepunkt

Et Pejlepunkt er det punkt som pejlingerne måles udfra. Det er som regel top af forerør eller top af pejlestuds.

Pejlinger

En Pejling udføres for at kunne bestemme vandspejlets beliggenhed i forhold til terræn og de geologiske lag. Vandspejlet måles ofte i meter under pejlepunkt, men skal kunne omregnes til meter under terræn og boringsfikspunkt.

7

Pejlepunktet (PP) er normalt top af forerør og ikke boringsfikspunktet. Dette betyder at målingerne skal omregnes fra meter under pejlepunkt til meter under boringsfikspunkt. Afstand fra PP til boringsfikspunkt, skal altid måles og pejlepunktet skal beskrives, således at man til enhver tid kan beregne koten for vandspejlet.

Findes der flere rør (stammer) og dermed flere indtag, skal der tydelig skrives på lokaliseringskemaet, hvilket indtag/stamme hver pejling hører til. Benyt gerne flere lokaliseringsskemaer, hvis der er pladmangel. (NB! indtag nummereres nedefra.)

PP kan ligge over eller under boringsfikspunktet, hvilket skal angives på lokaliseringsskemaet.

Figur til illustration af indmålte værdier

Figur til illustration af beregnede værdier

Indmåling af boringsfikspunkter, vandspejl og terræn:

På lokaliseringsskemaet er der en speciel afdeling, hvor indmåling og beregning af terrænkote mv angives:

8

Boringsfikspunktet og terrænkoten

Indmål boringsfikspunktets kote (**a**), beskriv boringsfikspunktet (f.eks. vinkeljern monteret brøndvæg) og noter dets afstand ned til terræn i meter (**b**). Ligger terræn over boringsfikspunktet angives afstanden ved et negativt tal (f.eks. - 0,4 m).

Afstanden mellem boringsfikspunkt og terræn, skal angives i meter med 1 decimal.

Terrænkote (**c**) = Boringsfikspunktskote (**a**) – Terræn i meter under Boringsfikspunkt (**b**)

Pejlepunktet

Definer PP, ved at beskrive pejlepunktet med tekst (**d**) og bestem afstanden fra boringsfikspunkt ned til pejlepunktet (**e**). Ligger pejlepunktet over boringsfikspunktet angives afstanden ved et negativt tal.

Pejlepunktskoten PP bestemmes ved

Pejlepunktskote (**f**) = Boringsfikspunktskote (**a**) - Pejlepunkt i meter under boringsfikspunkt (**e**)

Pejlepunktets afstand til terræn kan beregnes ved

Terræn i m under boringsfikspunkt (**b**) – pejlepunkt m under boringsfikspunkt (**e**)

Vandspejlet

Dybden til vandspejlet måles fra PP (**d**) og vandspejlskoten fås ved at trække vandspejlets dybde

under pejlepunkt fra pejlepunktskoten, således

Vandspejlskote (**h**) = Pejlepunktskote (**f**) – pejling af vandspejl under pejlepunkt (**g**)

9

Vandspejl i meter under terræn beregnes ved at trække vandspejlskoten fra terrænkoten, således

Vandspejl i m under terræn (**i**) = Terrænkote (**c**) – vandspejlskote (**h**)

Det bemærkes, at vandspejl under terræn opgives som positive tal og vandspejl over terræn opgives

som negative tal.

Vandspejlets beliggenhed under boringsfikspunktet kan beregnes således:

Vandspejl under boringsfikspunkt = Pejling af vandspejl under pejlepunkt (**g**) +

Pejlepunkt m under boringsfikspunkt (**e**)

Om indmåling af terrænkote på kort

Har man ikke mulighed for at bestemme boringsfikspunktet og dermed terrænkoten ved hjælp af

DGPS, skal terrænkoten aflæses på kort, idet borestedets placering og kote vurderes i forhold til

kortets højdekurver. På 4cm-kort er ækvidistancen (afstand mellem kote-linierne) 2,5 m.

Forsøg

aflæsning med 0,5 meters nøjagtighed. Hvis der er foretaget ændringer af landskabet, f.eks. udgravning eller landskabsmodellering, skal dette bemærkes.

Om indmåling med DGPS

Anvendes DGPS til måling af koten (z-koordinaten) noteres denne på lokaliseringsskemaet. Notér

altid DGPS målingens aktuelt opnåede nøjagtighed. **Kun Differential-GPS kan bruges til måling**

af koter.

INDBERETNING TIL GEUS

Lokaliseringen (det udfyldte lokaliseringsskema) fremsendes til Borearkivet på GEUS.

Borearkivet

er ansvarlig for, at lokaliseringens koordinater og øvrige data overføres til Jupiter borings-databasen.

Lokaliseringsdata kan indberettes digitalt på Dbase eller Access formaterne. Billeder og skitser

gemmes i gængs grafik format (jpeg, tiff, gif, png). Hvert billede skal navngives efter boringens

DGU-nr.

Lokaliseringsskemaet gemmes derefter digitalt sammen med boringens øvrige dokumenter.

Lokaliseringsskemaet gemmes i sin oprindelige udformning, som skal fremsendes i en fil for hver

skema, navngivet ved DGU-nr. Fremsendes nye / reviderede lokaliseringer gemmes disse sammen

med de øvrige dokumenter, således at det altid vil være muligt at genfinde tidligere lokaliseringer.

Udarbejdet af GEUS i samarbejde med Amternes ERFA gruppe for lokaliserings- og pejledata.

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

10

Forældet

BILAG 2. FIKS- OG PEJLEPUNKTER

VEJLEDNING I

REGISTRERING MED BORINGSFIKS- OG PEJLEPUNKTER

Formål

Denne vejledning har til formål at beskrive, hvordan boringsfikspunkter, terrænkoter, pejlepunkter

og andre afledede højdedata registreres og rettes i en boringsdatabase, når der indsamles nye data.

Vejledningen har desuden til formål at beskrive, hvordan boringsfikspunktet oprettes for alle

nuværende databasemodeller og boringer, som ikke tidligere har fået oprettet et boringsfikspunkt:

Appendiks A indeholder en vejledning i justering af datamodellen, og Appendiks B indeholder en

vejledning i implementeringen af selve boringsfikspunktfeltet og de afledede data.

Motivering

Med indgangen til 2005 vil boringernes kote blive relateret til et boringsfikspunkt, som er punkt

hvertil alle boringens højdereferencer tilknyttes. Boringsfikspunktet er indført for at sikre en

entydig sammenhæng mellem indsamlede højdereferencer.

Denne vejledning er udarbejdet, fordi der ved indførelsen af denne reference vil være behov for at

sikre, at alle data oprettes korrekt og efter fælles vedtagne retningslinier. Det er ligeledes vigtigt, at

der alle steder bliver en ens datahåndtering, når der fremover arbejdes med lokaliserings- og pejldataene.

For at sikre entydighed vil der kun være eet gældende boringsfikspunkt for hver boring.

Dette

boringsfikspunkt vil være tilgængeligt – sammen med øvrige lokaliseringsdata – hos GEUS.

De lokale databaser får tilsendt sidste boringsfikspunkt som en del af opdateringen via PC Jupiter.

GEUS vil desuden lagre og gøre historikken bag boringernes boringsfikspunkter tilgængelig via

GEUS' hjemmeside.

Vejledning

Vejledningen tager udgangspunkt i de hændelser i en borings liv, som den typisk kan komme ud

for, og det angives, hvordan data i den givne situation skal korrigeres, for hver gang, der indløber

ny information.

Nedenfor er vist et uddrag af lokaliseringsvejledningen til at illustrere beregningsmetodikken.

2

Det bemærkes at Litra a, b, d, e, og g altid er målte/indlæste værdier, mens de sidste Litra c, f, h og i

er beregnede værdier og derfor aldrig skal rettes i databasen.

Figur til illustration af indmålte værdier

Figur til illustration af beregnede værdier

Fed skrift markerer i den efterfølgende indlæsning/rettelse af nye data, mens kursiv angiver afledet

værdi, som altså beregnes automatisk ud fra de øvrige værdier.

Husk, at der skal altid angives dato for rettelsen, således at gyldighedsperioden kendes.

3

1. hændelse: Boringen etableres

Et eksempel

Boringfikspunktskote **a 50**

Boringfikspunkt beskrivelse **tekst Terræn**

Terræn meter under boringsfikspunkt **b 0**

Terrænkote $c = a - b$ 50

Pejlepunktsbeskrivelse **tekst Brøndkarm**

Pejlepunkt meter under Boringsfikspunkt **e -1**

Pejlepunktskote $f = a - e$ 51

Pejling af vandspejl under pejlepunkt **g 8**

Vandspejlskote $h = f - g$ 43

Vandspejl meter under terræn $i = c - h$ 7

Ved oprettelsen, af en boring, oprettes både et nyt boringsfikspunkt og et pejlepunkt. Som oftest vil

gamle lokaliseringsskemaer være relateret til terræn, mens nyere vil være relateret til top forerør.

2. hændelse: Boringsfikspunktet omdefinieres fra fx terræn til brøndkarm

Et eksempel

Boringfikspunktskote **a 51**

Boringfikspunkt beskrivelse **tekst Brøndkarm**

Terræn meter under boringsfikspunkt **b 1**

Terrænkote $c = a - b$ 50

Pejlepunktsbeskrivelse tekst Brøndkarm

Pejlepunkt meter under Boringsfikspunkt **e 0**

Pejlepunktskote $f = a - e$ 51

Pejling af vandspejl under pejlepunkt **g 8**

Vandspejlskote $h = f - g$ 43

Vandspejl meter under terræn $i = c - h$ 7

Denne situation afspejler at man har ønsket at etablere et mere præcist boringsfikspunkt end terræn.

Det bemærkes, at hvis boringsfikspunktet omdefinieres, så skal afstand terræn og afstand pejlepunkt

også ændres i forhold til den nye beliggenhed, og det gælder i øvrigt for alle pejlepunkter.

Der rettes i det eksisterende Boringsfikspunkt og Pejlepunkt(er).

3. hændelse: Boringen indmåles, fx ved lokaliseringen, hvor fikspunktet bevares

Et eksempel

Boringfikspunktskote **a 51,43**

Boringfikspunkt beskrivelse tekst Brøndkarm

Terræn meter under boringsfikspunkt **b 1**

Terrænkote $c = a - b$ 50,43

Pejlepunktsbeskrivelse tekst Brøndkarm

Pejlepunkt meter under Boringsfikspunkt e 0

Pejlepunktskote $f = a - e$ 51,43

Pejling af vandspejl under pejlepunkt g 8

Vandspejlskote $h = f - g$ 43,43

Vandspejl meter under terræn $i = c - h$ 7

Der ændres kun i den eksisterende fikspunktskotes kvalitet og værdi.

4

4. hændelse: Boringen lokaliseres på ny og fikspunktet flyttes (terrænkoten er den samme)

Et eksempel

Boringfikspunktskote a 50,53

Boringfikspunkt beskrivelse tekst Indmålingsmærke

Terræn meter under boringsfikspunkt b 0,1

Terrænskote $c = a - b$ 50,43

Pejlepunktsbeskrivelse tekst Brøndkarm

Pejlepunkt meter under Boringsfikspunkt e -0,9

Pejlepunktskote $f = a - e$ 51,43

Pejling af vandspejl under pejlepunkt g 8

Vandspejlskote $h = f - g$ 43,43

Vandspejl meter under terræn $i = c - h$ 7

Hvis der kommer en ny lokalisering, så er det som hændelse 2. Der ændres i det eksisterende

fikspunkt og pejlepunkt(er).

5. hændelse: Der etableres et nyt pejlepunkt for en pejling (vandspejlskoten er den samme)

Et eksempel

Boringfikspunktskote a 50,53

Boringfikspunkt beskrivelse tekst Indmålingsmærke

Terræn meter under boringsfikspunkt b 0,1

Terrænskote $c = a - b$ 50,43

Pejlepunktsbeskrivelse tekst Pejlestuds

Pejlepunkt meter under Boringsfikspunkt e -0,5

Pejlepunktskote $f = a - e$ 51,03

Pejling af vandspejl under pejlepunkt g 7,6

Vandspejlskote $h = f - g$ 43,43

Vandspejl meter under terræn $i = c - h$ 7

Hvis der kommer et nyt pejlepunkt, oprettes der kun et nyt pejlepunkt i databasen. Det bemærkes, at

man normalt ikke vil skulle rette i g (pejling af vandspejl under pejlepunkt) med mindre tallet g er

tastet forkert i første runde.

Hvis der tilvejebringes en bedre indmåling af et pejlepunkt, så skal alle tidligere målinger, der

referer til pejlepunktet korrigeres tilsvarende, således at alle "formler" fortsat stemmer overens.

5

APPENDIKS A

OPRETTELSE AF BORINGSFIKSPUNKTET FOR ALLE NUVÆRENDE DATABASEMODELLER, SOM IKKE FØR HAR FÅET OPRETTET ET BORINGSFIKSPUNKT

Indledning

Dette appendiks beskriver, hvorledes boringsfikspunktet implementeres i en eksisterende databasemodel, som ikke tidligere har fået oprettet et boringsfikspunkt.

Vejledning i justering af databasemodellen

Der etableres en ny tabel ved GEUS til håndtering af boringsfikspunkterne, og der tilføjes ekstra
felter i forbindelse med boringstabel og pejlepunkterne der beskriver, hvad hhv relationen
til terræn
og pejlepunkter, hvad de er indmålt i forhold til, og hvilket vertikalt reference system der
er brugt.

Tabel til håndtering af boringsfikspunkter

Der skal oprettes en tabel til lagring af boringsfikspunkter (også historiske oplysninger).

Tabellen

skal kunne lagre og håndtere følgende oplysninger:

1. Kote (x,y, z), herunder datum og vertikalt reference system
2. Beskrivelse af Boringsfikspunkt med kodeliste (terræn, vinkel, brøndkarm, top forerør etc)
3. Evt. Beskrivelse af boringsfikspunktsgrundlag med kodeliste, se nedenfor
4. Usikkerhed på z koordinat
5. Datoer for oprettelse og nedtagning
6. Indmålt af med kodeliste (Brøndborer, amt, kommune, vandværk, rådgiver)

Boringsfikspunktstabellen bliver fremover en del af Jupiter-databasen, og data skal derfra overføres

til lokale databaser. Det er GEUS alene, der har ansvaret for at vedligeholde den historiske del af

Boringsfikspunktstabellen, således at der ikke kan opstå tvivl om en borings korrekte kote-sætning.

Følgende Nye Felter er oprettet i PC Jupiter til at beskrive boringsfikspunktet og det relation til

pejlepunktet:

Tabel Langt navn, Dansk Feltnavn, PCJupiter Datatype Koder

Borehole Boringsfikspunktskote CtrPLevel NUMBER(7,2)

Borehole Terræn i m.u. boringsfikspunkt CtrPHeight NUMBER(4,2)

Borehole Fikspunktsbeskrivelse CtrPDescr VARCHAR(2)

terræn, vinkel,

brøndkarm, top

forerør

Borehole Fikspunktsusikkerhed i meter CtrPPrecis NUMBER(5,3)

Borehole Kotesystem VerticaRef VARCHAR(5)

DNN, DVR90,

Havoverfladen

WatLevMp Usikkerhed i meter LevPrecis NUMBER(5,3)

WatLevMp Kotesystem VerticaRef VARCHAR(5)

DNN, DVR90,

Boringsfikspunkt

WatLevMp Pejlepunkt i meter under boringsfikspunkt mUnderCtrP NUMBER(4,2)

Findes disse felter ikke i de lokale database skal de oprettes der.

6

APPENDIKS B

IMPLEMENTERING AF BORINGSFIKSPUNKTET FOR ALLE NUVÆRENDE

BORINGER, SOM

IKKE FØR HAR FÅET OPRETTET ET BORINGSFIKSPUNKT

Indledning

Ved en implementering af feltet med boringsfikspunkt ud fra de eksisterende databaser vil der være

behov for at sikre at alle eksisterende oplysninger om målepunkter og terrænkote håndteres korrekt 83

og efter et fælles vedtaget koncept, således at der alle steder kan blive en fælles måde at håndtere data på.

Dette appendiks beskriver, hvorledes boringsfikspunktet ”beregnes” for alle nuværende boringer ud fra kendskab til oplysningerne om terrænkote og ”målepunkt”. Samtidig angives, hvordan afledede data som terrænkoter, pejlepunkter og andre afledede højdedata skal justeres, for at de bliver korrekte.

Vejledning i implementering af data

Der findes følgende tre typiske situationer. Nedenstående vejledning gennemgår for hver situation

de rettelser, der er nødvendige for at sikre ensartethed i justeringen af de eksisterende data. Nedenfor er vist et uddrag af lokaliseringsskemaet til at illustrere beregningsmetodikken.

Det skal som tidligere bemærkes at Litra a, b, d, e, og g altid er målte/indlæste værdier, mens de

sidste Litra c, f, h og I er beregnede værdier og derfor aldrig skal rettes i databasen.

Fed skrift markerer i den efterfølgende indlæsning/rettelse af nye data, mens kursiv angiver afledet

værdi, som altså beregnes automatisk ud fra de øvrige indlæste værdier.

1. Boringen er relateret til terræn i databasen

Disse boringer har typisk ikke nogen målepunktskote i databasen. Derfor er vandspejl også refereret til terræn.

7

Et eksempel

Boringfikspunktskote **a 50**

Boringfikspunkt beskrivelse **tekst Terræn**

Terræn meter under boringsfikspunkt **b 0**

Terrænkote $c = a - b$ 50

Pejlepunktsbeskrivelse **tekst Terræn**

Pejlepunkt meter under Boringsfikspunkt **e 0**

Pejlepunktskote $f = a - e$ 50

Pejling af vandspejl under pejlepunkt **g 7**

Vandspejlskote $h = f - g$ 43

Vandspejl meter under terræn $i = c - h$ 7

2. Boringen er relateret til et målepunkt og der er kendt afstand til terræn i databasen

Ved disse boringer kendes terrænkoten, der er en indnivelleret målepunktskote, målt afstande

boringsfikspunkt–terræn og kendt afstand til vandspejl i databasen. Derfor kan Boringsfikspunktet

blive refereret til ”målepunkt”.

Et eksempel

Boringfikspunktskote **a 51,53**

Boringfikspunkt beskrivelse **tekst ”Målepunkt”** (=pejlepunkt)

Terræn meter under boringsfikspunkt **b -0,5**

Terrænkote $c = a - b$ 52,03

Pejlepunktsbeskrivelse **tekst ”Målepunkt”** (=pejlepunkt)

Pejlepunkt meter under Boringsfikspunkt **e 0**

Pejlepunktskote $f = a - e$ 51,53

Pejling af vandspejl under pejlepunkt g 7

Vandspejlskote $h = f - g$ 44,53

Vandspejl meter under terræn $i = c - h$ 7,5

3. Boringen er relateret til et målepunkt men afstanden til terræn er ukendt i databasen

Ved disse boringer kendes terrænkote, der er en indnivelleret målepunktskote og kendt afstand til

vandspejl, men der er ukendt afstand til mellem terræn og pejlepunkt (eller også passer afstanden ikke).

Et eksempel

Boringsfikspunktskote **a 52**

Boringsfikspunkt beskrivelse **tekst "Terræn"**

Terræn meter under boringsfikspunkt **b 0**

Terrænkote $c = a - b$ 52

Pejlepunktsbeskrivelse **tekst "Målepunkt"** (=pejlepunkt)

Pejlepunkt meter under Boringsfikspunkt **e 0,47**

Pejlepunktskote $f = a - e$ 51,53

Pejling af vandspejl under pejlepunkt g 7

Vandspejlskote $h = f - g$ 44,53

Vandspejl meter under terræn $i = c - h$ 7,47

Man kan således se, at boringsfikspunktet er unøjagtigt ved at boringsfikspunktet er angivet til at

være = terræn, mens vandspejlskoten bibeholder sin nøjagtighed.

Denne vejledning er udarbejdet af ERFA-gruppen om lokaliserings- og pejldata, nedsat af amterne

og GEUS, januar 2005.