



Titel: <b>Pejlinger af grundvandsstanden i felten</b>			
Dokumenttype: Teknisk anvisning ISBN: 978-87-7871-331-5	TA. nr.: G03	Version: 1	Oprettet: 15-3-2012
Forfattere: Lærke Thorling og Carsten Langtofte, GEUS;	Gyldig fra: 01.01.2012		
	Sider: 21		
	Sidst ændret: 15.03.2012		
TA henvisninger	G01 G02 og dTA-grundvand		

## 0 Indhold

1 Indledning .....	1
2 Metode .....	2
2.1 Tid, sted og periode.....	3
2.2 Udstyr .....	3
2.3 Procedure.....	3
2.3.1 Etablering/anvendelse af pejlepunkt og boringsfikspunkt ...	3
2.3.2 Manuel pejling (nedstik) .....	5
2.3.3 Indsamling af pejlinger med dataloggere .....	9
2.3.4 Online-pejlestationer .....	13
2.3.5 Temperaturmålinger.....	13
2.4 Tjekliste .....	14
2.5 Vedligehold af instrumenter.....	14
2.6 Særlige forholdsregler - faldgruber .....	14
3 Databehandling .....	15
3.1 Beregninger.....	15
3.2 Data og koder.....	15
4 Kvalitetssikring.....	16
4.1 Kvalitetssikring af metode .....	16
4.2 Kvalitetssikring af data og dataaflevering .....	16
5 Referencer .....	19
5.1 Relevante Links.....	19
6 Bilag .....	20
6.1 Feltskema til brug ved indsamling af pejlinger. ....	20
7 Oversigt over versionsændringer .....	21

# 1 Indledning

## Formål

Formålet med denne tekniske anvisning er at angive entydige anvisninger for indsamling af data om grundvandsspejlets beliggenhed og udvikling. Samtidig tjener anvisningen som dokumentation for de vilkår, hvorunder data er indsamlet og registreret.

## Princip

Pejlingerne skal være repræsentative for de grundvandsførende lag, som boringens indtag dækker. Dette stiller krav til boringernes tekniske udformning (se G01-stationsnet), og til at pejlingerne udføres efter korrekt og god feltpraksis. God feltpraksis skal baseres på denne TA og den generelle faglige indsigt, som prøveindsamleren har omkring grundvandshydrologi og konkrete forhold i de enkelte overvågningsområder. Dette udmøntes i den omhu og omtanke, der udvises under feltarbejdet.

Optimering af feltarbejdet vil for det enkelte indtag afhænge af en række tekniske valg, der skal baseres på boringens konkrete tekniske indretning samt de forventede variationer i grundvandsstanden. Grundvandsstanden vil variere på grund af såvel naturlige årsager som indvindingsmæssige påvirkninger fra vandværker og markvanding.

## 2 Metode

En **grundvandspejling** er en tidsbestemt måling af grundvandsspejlets rumlige beliggenhed for et indtag i en boring. Pejlingen er derigennem knyttet til et bestemt dybdeinterval i grundvandsmagasinet.

Selve **målingen** er en afstandsmåling fra et fast målepunkt (pejlepunktet) med kendte koordinater (x,y,z for boringens pejlepunkt) i toppen af boringen til vandspejlet i boringen.

Pejlepunktet er et fast indmålt punkt, med en kendt afstand til det nivellerede fysiske fikspunkt på boringen (boringsfikspunkt). Pejlepunktet skal være beskrevet i JUPITER (fx overkant forerør). Ændres pejlepunktet skal dette registreres i JUPITER med angivelse af dato for ændring.

For definitioner af fikspunkter og pejlepunkter i grundvandsboringer se Lokaliseringsvejledningen (se referenceliste) samt data-TA-grundvand.

Pejlinger må kun udføres på grundvandspejl i ro, dvs. uden påvirkning fra oppumpning i selve boringen eller i boringer i umiddelbar nærhed. Boringer i drift/(eller hvor vandpejlet er ved at genetablere sig efter drift) skal udelukkende pejles, når formålet med pejlingen er, at vurdere hvorledes en konkret oppumpning påvirker sænkningen i boringen. I det omfang data lægges ind i JUPITER skal data altid mærkes "i drift".

### Synonymer

Inden for fagområdet anvendes usystematisk en række betegnelser, der er synonymer. Dette gælder også ift. Lokaliseringsvejledningen /GEUS, 2008/ og JUPITER, hvor der ikke altid anvendes helt identiske betegnelser for alle objekter, fx anvendes ordet pejlepunkt i lokaliseringsvejledningen mens ordet målepunkt anvendes i JUPITER.

I daglig tale anvendes disse synonymer:

Grundvandsspejl, grundvandsstand, grundvandspotentiale, vandrejsning, trykniveau, grundvandstryk og rovandsspejl

Potentialekort og vandrejsningskort.

Nedstik, pejling, manuel pejling, grundvandspejling og håndpejling.

Pejlepunkt, pejemålepunkt og målepunkt

(et) Pejl, (en) pejler, håndpejl, vandstandspejler, pejleinstrument .....

Datalogger, pejlelogger, diver.

## 2.1 Tid, sted og periode

Pejlinger kan udføres hele året i boringer, hvor det er muligt at nedsænke et pejle i forerøret enten gennem en pejlestuds eller direkte i et åbent fore-rør. I nogle boringer er der behov for særligt tynde pejle, idet dimensionerne på rørene kan vanskeliggøre brug af standardudstyr. Dette er fx tilfældet i nogle boringer med montejustumper.

De opsamlede data tappes elektronisk mindst en gang årligt. Tekniske forhold kan dog medføre behov for hyppigere tapninger, under hensyntagen til behovene for en rettidig og tilstrækkelig dataindberetning.

Tapning af dataloggere kan generelt ikke anbefales i stærk frost, da loggerne ikke tåler frost.

## 2.2 Udstyr

Ved manuelle pejlinger bruges håndpejl. Disse findes i forskellige typer og ofte med lyd og/eller lys. Så vidt muligt bruges det samme håndpejl hver gang, der pejlles i en given boring. Derfor skal hvert pejle mærkes med en identifikation fx enhed under Naturstyrelsen, løbenummer og indkøbsdato.

Til automatisk registrering af pejledata anvendes pejleloggere. Pejleloggere er tryktransducere med en integreret opsamlingsenhed/ logfunktion. Anvendes en logger af typen "Diver" er det nødvendigt at korrigere for variationerne i det atmosfæriske tryk med separat tryktransducer (fx en Barodiver), se afsnit 3.

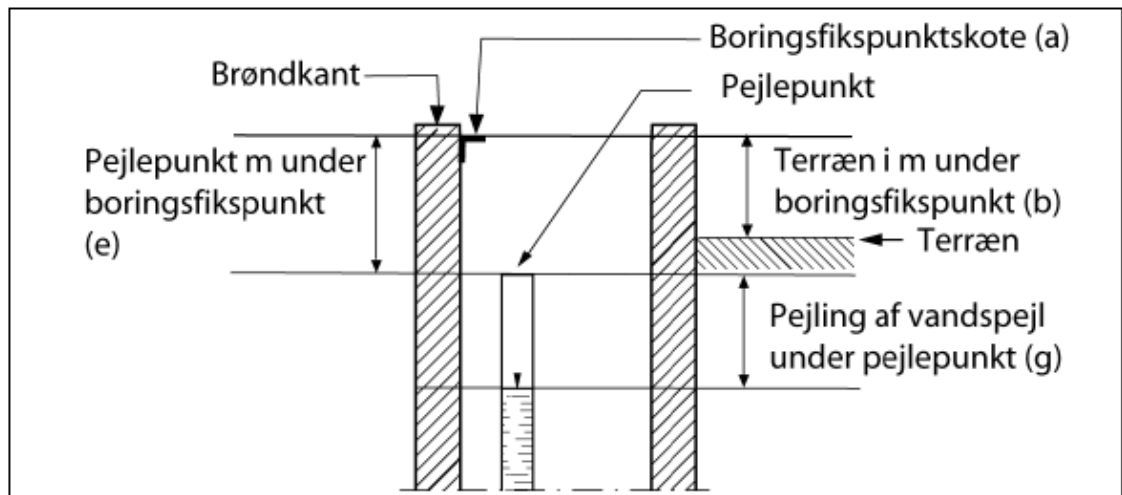
I andre typer af pejleloggere er der en kapilært udlignet tryktransducer, med separat opsamlingsenhed. Her kompenseres automatisk for lufttryksvariationer, således der alene måles på variationer af vandspejlet i boringen. Til gengæld vil der her være behov for separate lufttryksmålinger, til selve datafortolkningen af barometereffekter på spændte magasiner.

## 2.3 Procedure

### 2.3.1 Etablering/anvendelse af pejlepunkt og boringsfikspunkt

I forbindelse med pejling af grundvandsspejlet skal der pejlles fra samme pejlepunkt hver gang, se figur 1. Dette mindsker risikoen for fejl og letter indlæsningen af pejlingerne i JUPITER.

I boringer med flere indtag, skal der være fastlagt et pejlepunkt for hvert indtag, dette kan være samme fysiske punkt.



Figur 1 Opmåling af en boring i felten i forbindelse med lokalisering og pejling. Figur fra "Lokaliseringsvejledningen" /GEUS, 2008/, hvor a-g er forklaret.

Pejlepunktet (fx "Overkant forerør" eller "Overkant pejlestuds") skal være let at finde og tydeligt markeret på stedet med gravering eller farvemarkering (brug fx en vandfast speedmarker). På boringsskiltet skal pejlepunktets placering være beskrevet. Pejlepunktet skal være klart beskrevet på det seneste lokaliseringsskema, og være i overensstemmelse med oplysningerne i JUPITER.

Feltmappen med boringsoplysninger og feltskemaerne skal suppleres med fotos eller tegninger, så en ikke-stedkendt person kan foretage en manuel pejling i forhold det korrekte pejlepunkt. Disse data skal også være tilgængelige i JUPITER, se nedenfor og data-TA-grundvand.

Ændres pejlepunktet skal dette registreres i JUPITER med angivelse af dato for ændring. Et pejlepunkt må kun ændres, hvis ombygning af boringen eller andre praktiske forhold nødvendiggør ændringen.

Boringsfikspunktet skal være indmålt med differentiell GPS eller nivelleret i forhold til et KMS-fikspunkt. Metode og nøjagtighed på koten skal noteres på lokaliseringsskemaet. Pejlepunktet/-erne skal dernæst indmåles i forhold til boringsfikspunktet med en præcision på 1 cm. Anvend tommestok el. lign. Indmålingerne skal følge "Lokaliseringsvejledningen" (se GEUS' hjemmeside). Se også figur 1.

Indmålingerne og foto af boringen med markering af pejlepunktet/-erne indsættes i lokaliseringsskemaet, som indberettes til GEUS borearkiv, hvorved data bliver tilgængelige i JUPITER.

**BEMÆRK:** Inden pejlepunkt og evt. boringsfikspunkt ændres i JUPITER skal pejlinger målt i forhold til det oprindelige pejlepunkt indberettes til JUPITER.

### 2.3.2 Manuel pejling (nedstik)

En manuel pejling udføres med håndpejl se figur 2.

Pejlingen udføres ved at sænke et pejl ned i en boring, hvorefter man ud for det fastsatte pejlepunkt aflæser afstanden til vandspejlet på målebåndet, når pejlet netop rører vandspejlet. Selve registreringen af grundvandsspejlet finder sted, når der løber en strøm mellem spændingsfaldet over de to poler i pejlets spids. En strøm, der begynder at løbe når grundvandet netop når den øverste pol, se figur 3.

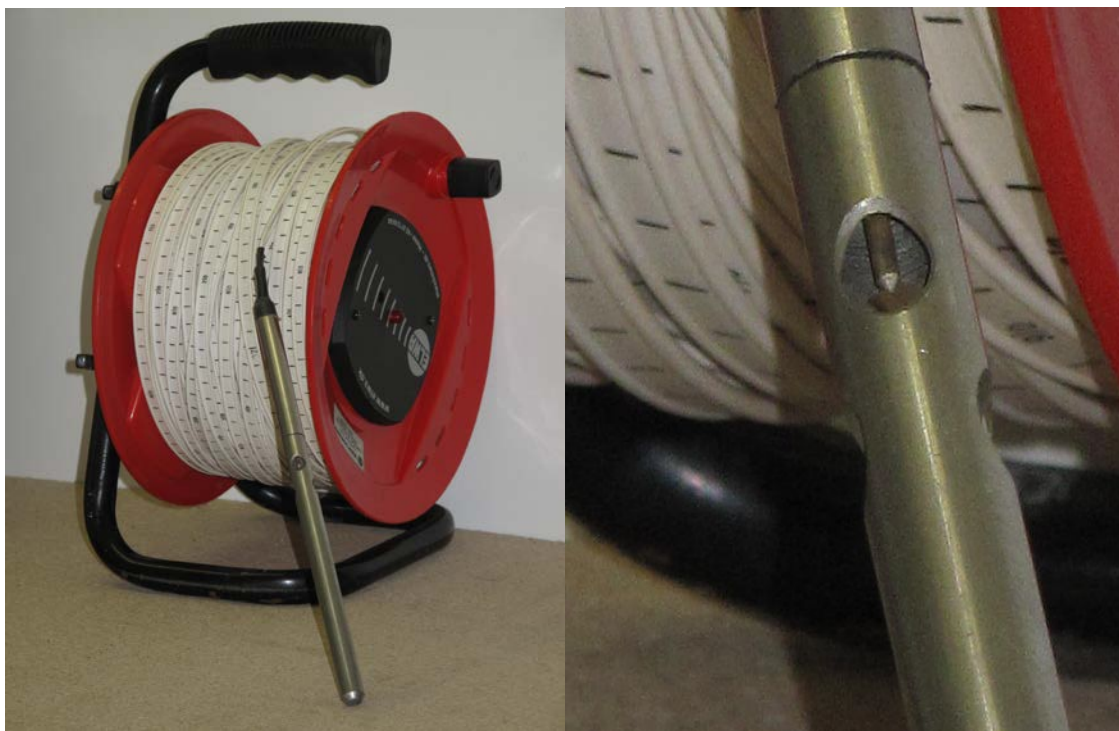
Pejlet skylles med vand af drikkevandskvalitet eller demineraliseret vand efter brug.

I feltskemaene (se bilag 6.1-6.2) noteres boringens DGU-nr., indtags-nr., dato og klokkeslæt, nedstik i forhold til pejlepunkt, anvendt pejlepunkt, samt eventuelle bemærkninger.

Målingen foretages med en præcision på 1 cm. Målingens nøjagtighed afhænger af, om pejlebåndet har en konstant og korrekt længde ifht målebåndets visning.



*Figur 2 Håndpejl og tommestok ved boring. Bemærk hvorledes håndpejlet med gul "dymo-mærkning" er identificerbar.*



*Figur 3. Manuelt pejler, hvor pejlet giver et signal, når der løber en strøm mellem de to elektroder i pejlet. Dette sker, når der er elektrisk ledende vand mellem elektroderne, se billedet til højre. NB. Der kan ske fejl, hvis vandet stammer fra kondens på forerøret. Grundvand med lav ledningsevne vil kun lede en mindre strøm, hvilket svækker signalstyrken.*

#### Ved vandprøvetagning

Før prøvetagning af vandprøver til kemisk analyse skal der udføres manuelle pejlinger i samtlige indtag i boringen, inden pumpestart, da der ellers er risiko for at pumpning i et indtag påvirker vandspejlet i et andet indtag.

#### Ved taping af datalogger

Før dataloggeren tages skal der udføres manuelle, idet dataserien skal kalibreres i forhold til målte vandspejle inden for måleperioden.

#### Ved tilsyn

I forbindelse med tilsyn af hvilende boringer skal der udføres Manuelle pejlinger.

Ved pejling af grundvandsspejlet skal boringen være i ro, dvs. at grundvandsspejlet ikke må være påvirket af pumpning fra boringen eller boringer tæt på denne. Det nødvendige tidsrum før grundvandsspejlet er i ro efter pumpning afhænger af oppumpningens størrelse og magasinet hydrauliske egenskaber, og kendskabet hertil skal for det enkelte indtag være baseret på tilbagepejlinger, se nedenfor.

I boringer med montejustumper, hvor forerøret udgør en del af montejustumpen, vil man observere en grundvandsstand, der svarer det højeste potentialniveau siden sidste prøvetagning (under forudsætning af at kontra-

ventilen er helt tæt). Dette skal fremgå af bemærkninger på lokaliserings-skemaet for boringen, og anføres i JUPITER (Felt: pejlebemærkninger).

I boringer med montejustpumper kan der være behov for særligt tynde pejle.

I perioder med lavt grundvandsspejl kan boringen være tør. Dette noteres i pumpe-skemaet/pejleskemaet.

### **Boringer med overløb**

Pejling af boringer med overløb, dvs. hvor trykniveauet ligger over forerørets overkant, skal måles ved forlængelse af forerøret med et rør eller en slange, hvis det er teknisk muligt.

Hvis der er behov for anvendelse af ekstra støttepunkter for at kunne etablere et pejlepunkt SKAL disse indtegnes på et lokaliserings-skema, der indberettes til JUPITER og en kopi medbringes i felten ved alle fremtidige pejlinger.

Optimalt anvendes en gennemsigtig slange, der monteres på pejlestuds eller forerøret. Denne slange løftes op, så vandrejsningen over pejlepunktet kan måles med en tommestok eller et målebånd.

Hvis dette ikke er muligt, kan der alternativt anvendes en slange, der hæves indtil den højde, hvor der netop ikke er overløb. Denne højde angives som grundvandet trykniveau.

NB: Husk her, at notere pejlingen med det negative fortegn for målingen i forhold til det fastlagte pejlepunkt. Hvis vandspejlet er mange meter over terræn, kan en manuel pejling være praktisk umulig. Der kan i så fald anvendes tryktransducere, nedsænket i et lukket system.

### **Tilbagepejlinger**

For at karakterisere boringens hydrauliske egenskaber skal genetableringen af det oprindelige vandspejl i boringen efter en sænkning forårsaget af op-pumpning følges med de såkaldte tilbagepejlinger. Tilbagepejlinger skal være udført mindst én gang i alle boringer. Dette skal gøres med udgangspunkt i en sænkning, der er mindst lige så stor som den sædvanlige sænkning ved normal prøvetagningspraksis. Data skal opbevares i pumpe-skemamapperne, samt lægges i JUPITER som en pdf fil, knyttet til boringen. På længere sigt skal disse data opbevares elektronisk i en særlig tilsynsdata-base.

Tilbagepejlingsdata anvendes til at vurdere den nødvendige retableringstid, hvis der er behov for at pejle rovandsspejl efter en prøvetagning. Tilbagepejlingsdata giver sammen med sænkningen, vigtig information om filterets hydrauliske egenskaber og dermed prøvetagningskvalitet. (Se også teknisk anvisning for Stationsnet: GO1)



Bemærk: Boringer med overløb, kan også udvise sænkninger, der nødvendiggør tilbagepejlinger.

### **Fejlkilder og praktiske tips**

Pejleinstrumentet skal afgive lyd eller lys, når vandspejlet nås. Hvis dette ikke sker, tjek da batteriet eller undersøg om ledningerne langs målebåndet er beskadiget, herunder ved overgangen til selve pejlet. Årsagen til manglende signal kan også være den banale, at målebåndet er for kort.

Hvis der er et meget højt saltindhold i grundvandet, kan det give risiko for, at der kan løbe en fejlstrøm, så pejlet også giver et signal over vandspejlet. Tag pejlet op og skyl med vand af drikkevandskvalitet eller demineraliseret vand.

Når den elektriske ledningsevne af grundvandet er meget lille ( $< 20$  mS/m), kan det være vanskeligt at pejle manuelt med et pejle, der er baseret på vandets højere ledningsevne ifht luft. Her skal man sikre sig at polerne på pejlet er helt rene. Alternativt er det nødvendigt, at anvende andre pejleprincipper fx pejle med fløjte.

Når pejleinstrumentet skal trækkes tilbage, er der risiko for, at dette kan vikle sig ind i andet udstyr i boringen fx pumpeudstyr. I værste fald sætter pejleinstrumentet sig fast og må i sidste ende klippes af. Der er også risiko for beskadigelse af det øvrige udstyr i boringen.

Ved anvendelse af tynde pejle i boringer med montejustpumper er der stor risiko for falske positive målinger, idet kondensvand i de tynde rør kan påvirke pejlet, så man måler for højtliggende et grundvandspejl. Man skal derfor gentage pejlningen af vandspejlet flere gange, indtil man kan reproducere sin måling med mindre end 5 cm's præcision. Pejlet behøver ikke at tages helt op under denne procedure, men kan blot sænkes op og ned omkring det niveau, hvor vandspejlet forventes at ligge.

### **Kalibrering**

Udstyret kalibreres ikke. Interkalibrering af pejlebånd udføres en gang hvert 5-6. år, ved at flere pejle anvendes i samme boring samme dag. Der må ikke anvendes pejlebånd, der afviger mere end 5 cm fra medianværdien af mindst 7 pejle ved pejledybder på ca. 20 meter. Dette er målingens nøjagtighed, mens præcisionen på målingen skal være 1 cm. Leverandøren oplyser, at der forventes en nøjagtighed på 0,2% på målebåndende svarende til 4 cm på 20 m.

### 2.3.3 Indsamling af pejlinger med dataloggere

Automatisk opsamling af pejledata foretages med dataloggere, figur 4 og 5.

#### Princip

Pejleloggere måler trykket der, hvor den trykfølsomme membran er placeret i boringen. Det målte tryk over loggermembranen er summen af trykket af vandsøjlen oven over membranen og det atmosfæriske tryk på grundvandspejlet i boringens indtag.

Da det atmosfæriske tryk varierer over tid med høj- og lavtrykspassager, skal målingen korrigeres for variationer i lufttrykket, før det endelige datasæt kan etableres. Dette gøres ved en samtidig logning af atmosfærens tryk, typisk med en barodiver. Der findes nogle typer af pejleloggere, der automatisk kan udføre denne korrektion.

#### Opsætning

En pejlelogger med integreret opsamlingsenhed/logfunktion (fx en Diver, se figur 4 og 5) monteres i boringen, med en ikke-elastisk line af fx kævlar eller stålwire. Linen skal have en minimal temperaturfølsomhed på længden. Længden af snoren under pejlepunktet til top af pejlelogger noteres på pejleskemaet.

Det er helt afgørende, at loggeren placeres i samme dybde, hver gang loggeren har været taget op til inspektion og tømning. Dvs. kævlarlinen/ stålwiren ikke må slå knuder eller ændre længde.



Figur 4. To forskellige modeller af tryktransducere før montering i boring. Den store ældre udgave og den lille nyere udgave.

Pejleloggeren skal monteres så langt under grundvandsspejlet, at den er permanent dækket af vand. Der skal anvendes en logger med et dynamik område (på 5, 10, 20, ... m), således, at de forventede vandspejlsvariationer er dækket ind. Der skal tages højde for såvel årlige variationer som langtidsvariationer over flere år med såvel tørre som våde perioder.

Både pejle- og baro-loggere skal monteres, så der er kontakt til atmosfæren. Sættes loggeres snor/wire fast i boringens låg, må man lave et hul i denne så der kan ske trykudligning mellem luften i boringen og atmosfæren. For at minimere påvirkningen fra vindbåren forurening og nedbør, skal hullet være mindst muligt og placeret under hensyntagen til forureningsrisikoen.

Hvis det er teknisk muligt, skal DGU nr. og indtags nr. inddateres i loggerens datafil før dataopsamlingen igangsættes. Se den aktuelle loggers manual.



*Figur 5. Barodiver ophængt i toppen af boring over vandspejlet, for måling af lufttryk. Den bør dog hænge mindst 3 m.u.t for at sikre frostfrie forhold. Hvis loggeren monteres på denne måde, skal man huske at lave hul i låget, så der er mulighed for trykudligning mellem boring og atmosfæren. For at minimere påvirkningen fra vindbåren forurening og nedbør, skal hullet være mindst muligt og placeret under hensyntagen til forureningsrisikoen.*

Inden pejleloggeren monteres, skal der laves en manuel kontrolpejling. Straks efter montering af pejleloggeren skal der igen laves en manuel kontrolpejling. Der skal ligeledes laves en kontrolpejling umiddelbart før hver tømning af pejleloggeren. En manuel kontrolpejling udføres derudover 1 gang årligt og midt i måleperioden, se neden for under "datakvalitet".

Pejle- og baro-loggere, skal som udgangspunkt programmeres til at måle 4 gange i døgnet. Tidevandspåvirkede boringer skal programmeres med en frekvens på 12 gange i døgnet.

### **Datakvalitet**

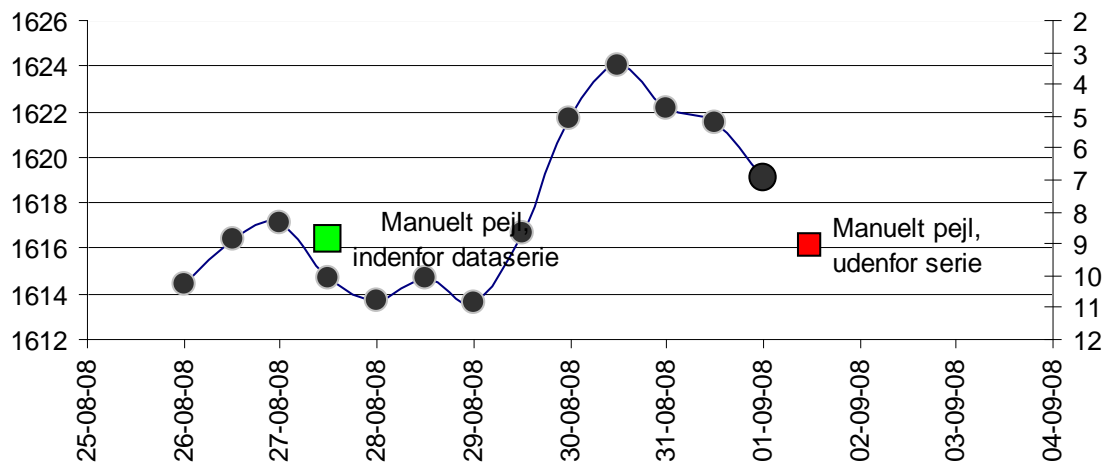
I forbindelse med opsætningen af en ny pejlelogger skal man være opmærksom på, at pejleloggeren nogle gange har en indsvingningstid på op til en uge. I denne periode vil der være en systematisk fejlvisning. Indsvingningstiden er påvist for loggere af Diver typen, men kan muligvis også ses for andre typer.

Der kan under normal drift forventes en målenøjagtighed på 0,05 % - 0,15 % af måleområdet.

Den manuelle pejling, der foretages midt i måleperioden uden at afbryde loggeren, vil være den bedst anvendelige til den senere kalibrering og konvertering af loggerens trykmålinger til nedstiksdata. De manuelle pejlinger, der foretages efter tapning (og dermed nulstilling af loggerdata) vil derimod repræsentere et tidspunkt uden for den hentede dataserie.

Den applikation (Diver office), der benyttes til konvertering af trykmålinger, kan kun interpolere mellem to kendte dataværdier og tidspunkter. Den kan ikke benytte pejlinger målt uden for tidsperioden, der er indsamlet data i.

Figur 6 viser en dataserie af trykmålinger vist med sorte markeringer, et nedstikspejl vist med grøn foretaget i måleperioden, og en målingen foretaget efter selve tapningen med rødt. Den sidste måling (røde) kan ikke umiddelbart benyttes til kalibrering og konvertering af serien, idet man først skal tilbagedatere tidspunktet, så det ligger inden for måleperioden. Dette forudsætter, at vandstanden og barometertrykket er identiske for måletidspunktet og det korrigerede tidspunkt.



Figur 6. Anvendelse af manuelle pejlinger til kvalitetssikring af pejleloggerdata.

### Måling af atmosfærens trykvariationer

Samtidige målinger af det atmosfæriske tryk skal anvendes til korrektion af de indsamlede trykmålinger for flere typer af pejleloggere. Hertil anvendes typisk Baro-loggere.

Målefrekvensen for Baro-loggerne skal være den samme, som målefrekvensen på de pejleloggere, der skal anvende det atmosfæriske tryk til korrektioner. Baro-loggeren skal programmeres så måleserien starter samtidig som data-loggeren. Baro-loggeren skal monteres i en repræsentativ afstand fra de loggere, der skal korrigeres, således som anbefalet fra leverandøren (normalt højst ca. 40 km). For beregninger og datahåndteringen henvises til dTA-grundvand.

I felten skal Baro-loggerne placeres over vandspejlet i en boring, hvor der allerede sidder en korrektionskrævende pejlelogger. Baro-loggeren skal sidde i frostfri dybde, hvilket kræver, at grundvandsspejlet ligger mindst 3 meter under terræn året rundt. Det kan være hensigtsmæssigt, at en af Baro-loggerne er placeret på kontoret, hvor der ikke er problemer med frost, for at kunne trykkorrigere boringen inden for den repræsentative afstand.

### Tømning af logger (pejlinger og barometerstand)

Alle boringsoplysninger (DGU nr. og Indtags nr.), dato og klokkeslæt, pejlepunkter og kontrolpejlinger (håndpejlinger) noteres på pejleskemaet, se bilag. Evt. uregelmæssigheder skal noteres (fx hvis der har været en knude på snoren, så dataloggeren ikke har hængt i den rigtige dybde).

Pejle- og Baro-loggerne skal tømmes som beskrevet i manualen for den pågældende type datalogger. For at sikre plads til data i den næste loggeperiode skal data-loggeren sædvanligvis nulstilles ved hver tømning.

Det nye starttidspunkt for data-loggeren skal ligge ca. 1 time efter tømningen. Hvis der startes med logningen straks, skal data, der registreres før den endelige montering, efterfølgende slettes på kontoret under databehandlingen.

Ved tømning af dataloggeren skal man se data/kurverne igennem og vurdere, om de ser sandsynlige ud. Tegn på fejl eller defekt kan fx være mange lineære (vandrette) linjer i dataserien evt. med underlige spring imellem, se figur 7-10. Dette kan også skyldes for meget eller for lidt vand over loggeren.

### **Vedligehold**

Hvis en datalogger ser ud til at være defekt, se afsnit 4, skal der nedsættes en supplerende logger ved siden af til tjek i den næste måleperiode. Er loggeren fortsat defekt, kasseres den.

Hvis loggeren ikke kan tappes, skal den sendes til leverandøren, som i nogle tilfælde kan tappe loggeren. Der skal samtidig opsættes en ny logger til erstatning for den defekte logger.

### **2.3.4 Online-pejlestationer**

Der findes trådløse systemer, med to-vejs kommunikation mellem pejlelogger og en PC. Dette giver mulighed for at pejleloggeren kan programmeres, indstilles og tappes på kontoret, hvis systemet er sat korrekt op. Data kan overføres via GSM-nettet. Se data-TA- grundvand.

Online-pejlestationer skal kontrolpejles manuelt før opsætning og mindst 1 gang om året. Selve tapningen af data kan ske fra kontoret.

Alle feltobservationer noteres på pejleskemaet som normalt.

### **2.3.5 Temperaturmålinger**

Hvis pejleloggeren kan måle temperatur, skal det noteres, i hvilken dybde pejleloggeren sidder i forhold til pejlepunktet. Det skal ske med 1 cm præcision. Pejleloggeren skal placeres i samme dybde ved alle målinger.

Målefrekvensen for temperatur er den samme som for pejlingerne. Temperaturdata tømmes af pejleloggeren samtidig med pejldata.

Pejleloggerens temperatur kalibreres over for et termometer, der har været til kontrol på laboratoriet inden for måleområdet 5-15 °C. Temperaturen skal måles med en nøjagtighed på 0,2 °C og en præcision på 0,1 °C. (afvigelse fra sande værdi og usikkerhed).

## 2.4 Tjekliste

### Pakkeliste:

Oversigtskort over relevante boringer  
 Evt. fotos af omgivelser, boringen og pejlepunkter  
 Pejleskema  
 Feltmappe med boringsoplysninger og feltskemaer  
 Udskrift af pejlepunktsbeskrivelsen fra seneste lokaliseringsskema, der skal være ajourført i JUPITER.  
 Udskrift af tidsserier (bl.a. til bedømmelse af hvilket dynamikområde pejleloggeren skal dække, og indledende kvalitetssikring af de indsamlede data)  
 PC el. lign med det relevante program til tapning af datalogger  
 Ekstern lagringsenhed (USB-flash memory) til backup af data i felten.  
 Nøgle og værktøj til boringen  
 Håndpejl (helst 2 og et reserve 9 V batteri)  
 Liner til fastgørelse af dataloggere + udstyr til at fastgøre linen  
 Tommestok eller målebånd.  
 Værktøjskasse  
 Ekstra snor / kabel med karabinhager  
 Lille stige (hvis der skal pejles i brønd)  
 Ekstra logger.  
 Ekstra batterier

I de tilfælde, hvor pejleboringen er andres ejendom, er nøglerne ikke altid udleveret. Oplysninger om den aktuelle station og evt. nøgle skal være beskrevet i mappen med boringsoplysningerne.

## 2.5 Vedligehold af instrumenter

Pejlebåndet på håndpejl, skal løbende kontrolleres for slid. Slidte pejlebånd udskiftes. Pejlelogger rengøres ved boringsskift med vand af drikkevandskvalitet eller demineraliseret vand.

Batterierne i håndpejlerne skal løbende holdes opladet/udskiftes, så den altid kan levere tilstrækkelig strømstyrke i felten.

## 2.6 Særlige forholdsregler - faldgruber

Hvis der pumpes på nærliggende boringer, vil det kunne ses på pejlingerne. Hvis der er tale om påvirkninger fra den boringsnære sænkningstragt, skal de indsamlede data slettes.

Hvis der anvendes kapillære tryktransducere, skal man være opmærksom på, at der ikke er vanddråber og utætheder i kapillærrøret, idet tryktransduceren da vil give fejlagtige målinger.

Inden pejlepunkt og evt. boringsfikspunkt ændres i JUPITER skal pejlinger målt i forhold til det oprindelige pejlepunkt indberettes til JUPITER.

### 3 Databehandling

Databehandlingen og datahåndteringen er primært beskrevet i den datatekniske anvisning for grundvand. Der er her angivet datatekniske vejledninger i det omfang det er relevant for feltarbejdet.

#### 3.1 Beregninger

Tryktransduceren måler tryk, hvilket kan måles i enheder som atm, mm Hg eller hPa. Det målte tryk skal kunne omregnes til m vandsøjle, der derefter kan omregnes til en dybde.

Omregningen foretages typisk med et program knyttet til pejleloggeren – fx DIVER Office.

Omregning fra  $\text{mm}_{\text{H}_2\text{O}}$  /  $\text{m}_{\text{H}_2\text{O}}$  til hPa (hekto Paskal)

Fra 2011 er det muligt at indlæse 'LufttrykHPa' i JUPITER.

Omregningsfaktorer:  $1 \text{ m H}_2\text{O} = 98,066499 \text{ hPa}$

Eksempelvis:  $10,332 \text{ m}_{\text{H}_2\text{O}} * 98,066499 \text{ hPa/m}_{\text{H}_2\text{O}} = 1013,2 \text{ hPa} = 1 \text{ atm}$

Bemærk: Hvis grundvandet indeholder meget salt, vil massefylden kunne påvirkes, så der skal benyttes en anden omregningsfaktor. Dette er kun relevant, hvis der pejles i saltvandspåvirkede borer. Omregningsfaktoren kan bestemmes ved at gange med den relative massefylde i forhold til almindeligt grundvand.

#### 3.2 Data og koder

I felten skal de vigtigste metadata hæftes på alle observationer. Dette gøres dels på feltskemaet og tillige, hvis det er muligt, i datafilerne.

For alle pejlinger angives:

DGU. nr.

Indtagsnummer

Tidspunkt for pejling (dag-måned-år time:minut)

Vandstand, nedstik i meter under pejlepunkt

Pejlepunkt

Metode (brug kun kategorier fra kodelisten i JUPITER fx "N" for nedstik og "T" transducer/pejlelogger)

Pejlingens kvalitet (kodeliste: G: god, M: middel og D: dårlig)

Pejlesituation (kodeliste: 'i ro' eller 'i drift')

Angivelse af evt. ekstremssituation (T: tør og O: overløb)

Prøvetagerens initialer

Bemærkninger

Evt. PejlerundeID (Bruges kun ved synkronpejleindsats)



For pejle- og Baro- loggere skal der endvidere produceres:  
Fil med data fra pejlelogger  
Fil med data fra Barologger  
Manuel pejling (se ovenfor) inden dataloggeren tages op.  
Pejleloggerens dybde under pejlepunkt (Hvis der måles temperatur eller, hvis denne dybde er nødvendig for omregningen af logger-data til vand-spejlsdybde)

## 4 Kvalitetssikring

### 4.1 Kvalitetssikring af metode

Ved den manuelle pejling tjekkes den aktuelle pejling i felten mod en tids-serie af tidligere målinger, som er medbragt fx i form af tidligere pejleske-maer. Hvis der er væsentlige afvigelser, der ikke kan forklares skal data kasseres, mens feltskemaerne gemmes til senere evaluering af fremtidige data. Prøv evt. at gentage den manuelle pejling indtil der opnås et reprodu-cerbart pejleresultat. Disse vurderinger skal siden følge data ind i JUPITER, således som det er beskrevet i den datatekniske anvisning. Der kan fx være aflæst forkert på pejlebåndet eller lavet en skrivefejl. De oprindelige data skal fremgå af feltnotater, der gemmes. Hvis de uforklarlige data senere vi-ser sig at være reproducerbare og konsistente, skal de efter en faglig vur-dering lægges i JUPITER og blive til aktive data. På den måde undgås tab af relevant information.

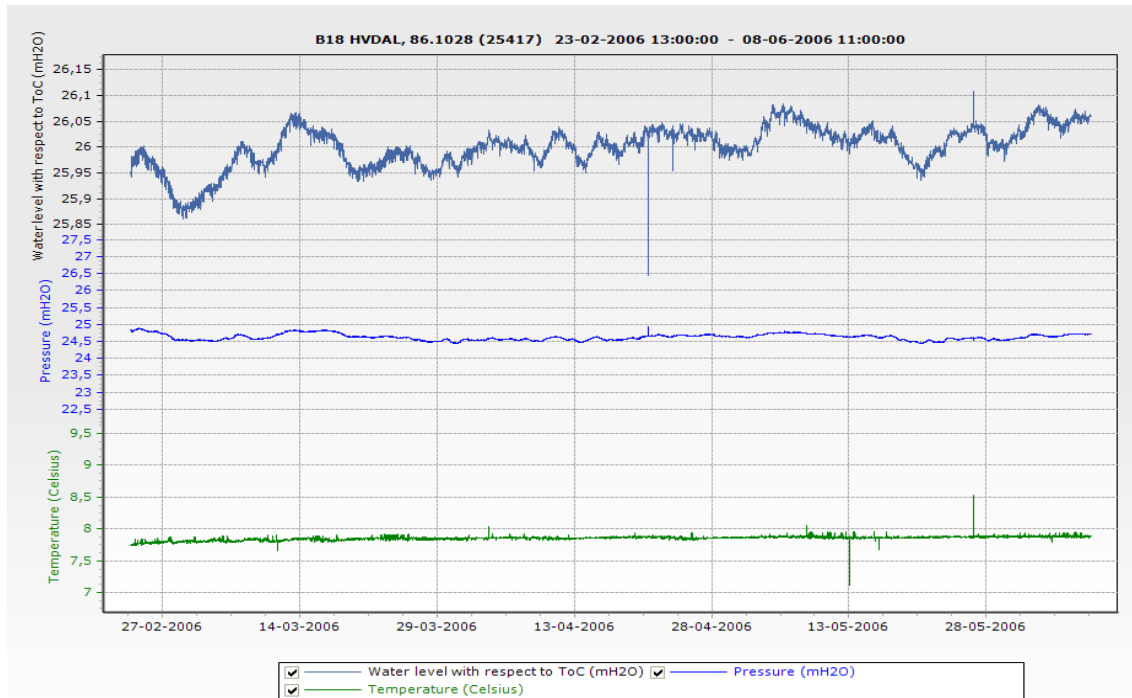
Målingerne fra dataloggerne gennemgås som rådata ved tapning af logge-ren. Kontroller om måleserien er jævn uden underlige udsving eller mange enslydende målinger, se figur 7-10. Noter alle relevante feltobservationer på feltskemaet.

Før data lægges i JUPITER skal de indsamlede tidsserier gennemgå datafor-beredelse og kvalitetssikring på kontoret jf. data-TA-grundvand.

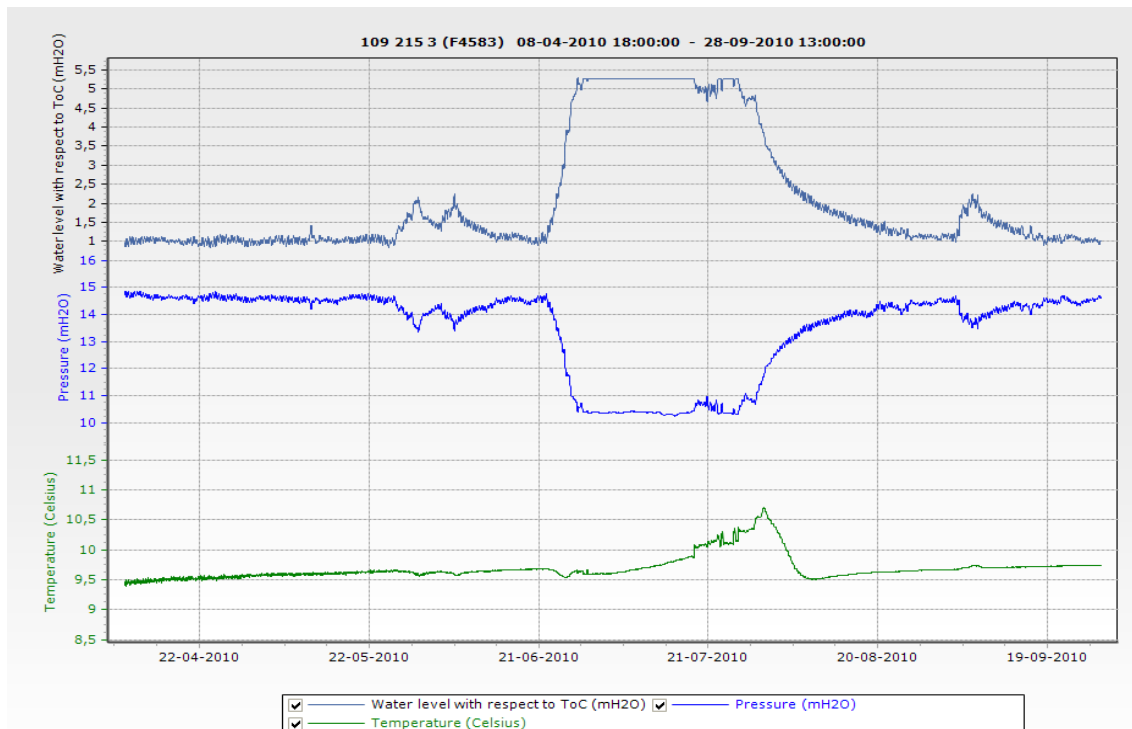
### 4.2 Kvalitetssikring af data og dataaflevering

Pejletidsserier og temperatur-tidsserier skal først renses for egentlige fejl. Figur 7-10 giver en række eksempler på, hvorledes dette kan gøres.

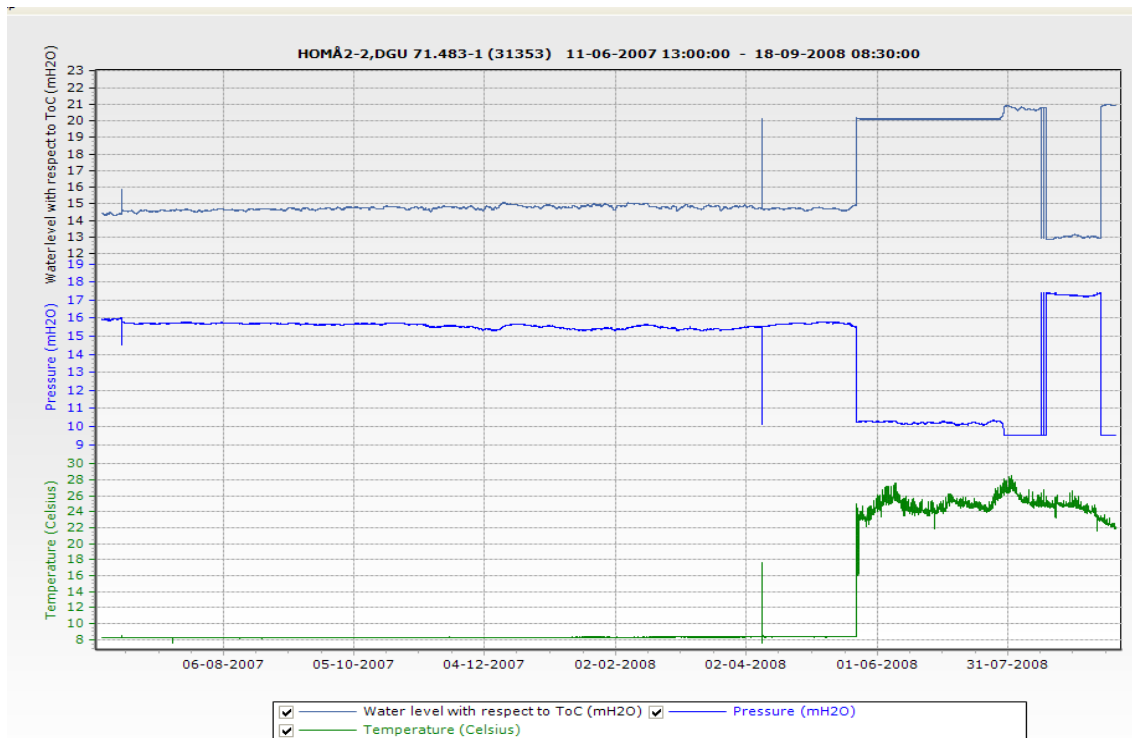
Denne proces kaldes opretning af data. I denne proces vil det altid være en udfordring at finde balancen mellem at fjerne grove/utroværdige fejl og ikke fjerne uforståelige outliers, der repræsenterer reelle forhold i grundvandet.



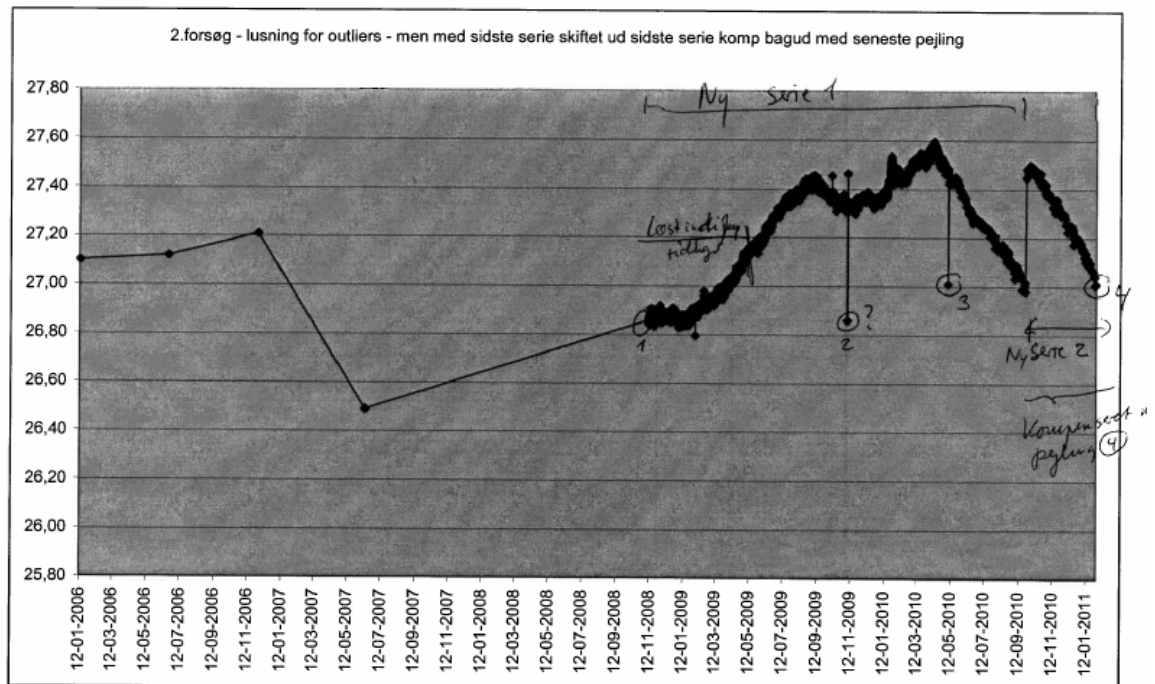
Figur 7. Opretning af Data. I disse tidsserier fjernes i øverste tidsserie de 3 afvigende enkelt punkter og de 2 afvigende enkelt punkter i temperatur serien.



Figur 8. Opretning af data. I denne pejletidsserie (nedstik øverst) fjernes de to helt "flade top" toppe, idet pejleloggeren har hængt i fri luft.



Figur 9. Oprettning af data. Årsag til "hoppet" i begyndelsen af kurven undersøges og kompenseres, hvis der er en fornuftig årsag hertil. Som minimum kasseres sidste del af tidsserien fra slut maj 2008.



Figur 10. Oprettning af data. Denne tidsserie kasseres helt, da Diveren tilsyneladende driver flere meter og tidsserien kan ikke rettes op så de passer med de manuelle pejlinger.

## 5 Referencer

Mielby, S., Ditlefsen, O. og Olesen, H., 2009: Potentialekortlægning. Vejledning i udarbejdelse af potentialekort. GEO-vejledning nr. 4. GEUS rapport.

Borearkivet, GEUS, 2008: Lokaliseringsvejledning. 2005.

Karleby, H. og Sørensen, I. (red) 2002: Vandforsyning. Ingeniøren Bøger,

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

Andersen, L.J. & Haman, Z., 1970: Nye metoder for prøvepumpning af boringer og grundvandsreservoirer. DGU, III. Række, nr. 38.

Personlig kommunikation med Ib Kjeldsen, Rotek, 30. jan 2012 om præcision af målebånd på manuelle pejle.

### 5.1 Relevante Links

Borearkivet, 2005: Lokaliseringssskema. Findes på

<http://www.geus.dk/departments/geol-info-data-centre/lokaliseringssskema-dk.pdf>

Borearkivet, 2008: Lokaliseringsvejledning. 2005. Findes på

<http://www.geus.dk/departments/geol-info-data-centre/lokvejledning-dk.pdf>

ERFA-gruppen om lokalisering- og pejledata, januar 2005: Vejledning i registrering med boringsfik- og pejlepunkter. Findes på

[http://www.geus.dk/departments/geol-info-data-centre/vejledn\\_maalepunkt-dk.pdf](http://www.geus.dk/departments/geol-info-data-centre/vejledn_maalepunkt-dk.pdf)

ERFA-gruppen om lokalisering- og pejledata, november 2006: Vejledning i indberetning og kvalitetssikring af lokaliseringsdata. Findes på

<http://www.geus.dk/departments/geol-info-data-centre/lokaliseringsdata-dk.htm>

ERFA-gruppen om lokalisering- og pejledata, november 2006: Vejledning i indberetning af pejledata. Findes på <http://www.geus.dk/departments/geol-info-data-centre/pejledata-dk.htm>

Omregningsfaktorer for tryk: <http://www.sensorsonline.co.uk/pressure-units-conversion.html/>

## 6 Bilag

### 6.1 Feltskema til brug ved indsamling af pejlinger.

Dataloggere

Formål: \_\_\_\_\_

DGU-nr, indtag	Dato/kl	Fabrikat / logger nr./ måleområde	Placering m.u.mp	Sample- rate	mp beskrivelse	Pejler ID	Pejl m.u.mp.	mp Kote	VSP kote	Bemærkninger	Indlæst JUPITER

## 7 Oversigt over versionsændringer

Version	Dato	Emne:	Ændring: