

Notat om

Muradam Kildeplads

juni 2015



Rapporten er udarbejdet af : Jørgen Krogh Andersen, Hydrogeolog, DVN - tlf. 98 66 66 66
samt Karsten Jensen, Danwatec
Kvalitetssikring : Dorthe Michelsen, Teknisk assistent, DVN

Baggrund

Inden der investeres i en ny råvandsledning fra Muradam kildeplads frem til Klemensker vandværk, ønsker Klemensker Vandværk at få gennemført en undersøgelse/vurdering af råvandets kvalitet og mængde nu og i fremtiden. DVN arbejder på sagen for Danwatec.

Kommunen ønsker også en nærmere vurdering mht. BAM, inden Klemensker Vandværk kan få en indvindingstilladelse.

Jeg har modtaget oplysninger fra Karsten Jensen, Danwatec og et notat fra kommunen v/ Jens Hansen, som netop er udarbejdet i juni måned 2015 med baggrund i den aktuelle sag.

I DVN har vi en del praktiske erfaringer fra især vandværker i Jylland mht. undersøgelser af BAM, stoffets påvirkning af vandværkernes indvindingsboringer og muligheder for afværge-pumpning, undersøgelser m.m.

I langt de fleste tilfælde har vi erfaret, at BAM i boringernes råvandsanalyser skyldes utætheder i selve forerør, stoffet siver ned langs forerøret eller som en kombination. Altså via utætheder og/eller som følge af den såkaldte ”skorstenseffekt” (altså nedsivning boringsnært uanset om der er sket tilbagefyldning med bentonite eller andet materiale, men mest udpræget hvis ikke der er sket omhyggelig tilbagefyldning med bentonite).

Kun i et enkelt tilfælde har vi et eksempel på en kildeplads, der viste, at BAM har bevæget sig sammen med grundvandsstrømningen i det nedre grundvand ovenpå oversiden af fedt ler (som danner undersiden og nedre afgrænsning af det udnyttede nedre grundvandsmagasin) og frem til indvindingsboringen til indstrømning i bunden af boringens filter.

Sådan som Muradam magasinet er opbygget, ifølge kommunens notat, vurderer jeg, at der her faktisk er to muligheder for at BAM strømmer frem til en indvindingsboring.

I Muradam magasinet er den nedre grænse af det vandførende sandmagasin ikke tæt ler, men tæt grundfjeld. Muligheden for at BAM strømmer til boringerne langs grundfjeldet er lille men dog en mulighed. Jeg anser det for mere sandsynligt, at stoffet påvirker boringerne ”boringsnært”, som beskrevet - altså enten ved utætheder/”skorstenseffekten”. Læs mere i det følgende med anbefalinger.

Konklusioner med anbefalinger:

Delkonklusion nr. 1

Ansøgning om indvindingsmængde.

DVN er enig i kommunens notat om vurdering af bæreevnen for indvinding i Muradam magasinet på de ca. 150.000 m³/år. Vi anbefaler derfor Danwatec og Klemensker vandværk at de i første omgang søge om tilladelse til en årlig indvinding på 100.000 m³.

Hvis overvågningsprogrammet på sigt viser en større gennemsnitlig grundvandsdannelse, kan man senere justere tilladelsen med basis i en dokumentation.

Dokumentation.

De historiske pejlinger og indvindingsmængder viser tydeligt, at man kan undgå større sänk-

Konklusioner med anbefalinger - fortsat:

ninger i grundvandsmagasinet, netop ved at undgå at indvinde mere end der dannes af nyt grundvand - som gennemsnit over flere år.

Der er derfor heller ikke brug for at planlægge og gennemføre en dyr langtidsprøvepumpning. Formålet med dokumentation af netop magasinet bæreevne kan ikke dokumenteres bedre end den vurdering af historiske pejlinger og indvindingsmængder, som vist i kommunens notat.

En anden og meget vigtig årsag til, at det er vigtigt at holde en nogenlunde stabil rostandsstand i magasinet og dermed "balancen" - mellem den årlige grundvandsdannelse og indvindingen er, at undgå for store sænkninger og dermed risiko for en for kraftig iltning af de øverste jordlag, som er beskrevet som gytjelag.

Her findes typisk indhold af pyrit - et mineral bestående af jern og svovl (FeS_2) som typisk findes sammen med organisk stof i sådanne type ferskvandsaflejringer. Når pyrit bliver iltet, dannes der en kemisk reaktion med svovlsyre. pH falder, der dannes sulfat, og indholdet af opløst jern stiger. Dette kan føre til andre forekomster af uønskede stoffer og især påvirke vandværkets vandbehandling, hvis indholdet af jern/mangan stiger. Derfor er dette især vigtigt for vandværkets drift, risiko for tilstopninger m.m. af pumpe, boringens filter, råvandsledning m.m.

I bilag 1 vises nogle få udvalgte parametre for DGU nr. 244.503, som tydeligt viser, at sulfat og jern/mangan var stigende i perioden med lav grundvandsstand (bilag 2).

Pyrit er også kendt for at binde andre stoffer til sig - fx nikkel, BAM m.fl.

Når mineralet bliver iltet og nedbrudt, kan der frigives uønskede stoffer som nikkel og muligvis også BAM.

Delkonklusion nr. 2 - BAM.

Ud fra de mange erfaringer med BAM på forskellige vandværker og de foreliggende data, kommunens notat m.m., anser jeg ikke BAM for en reel risiko i fremtiden. Tilførslen af stoffet er sikkert sket via udsivning til det øvre grundvand fra de typiske anvendelsessteder, og det meste må anses for transporteret til kildepladsen via vandløb. I gytjelaget over det vandførende lag kan der derfor stadigvæk stå ret store mængder af stoffet BAM, fx bundet til pyrit. Undersøgelser indikerer, at stoffet med tiden bliver nedbrudt via bakterier, men også at dette kan tage meget lang tid. Derfor er det ekstra vigtigt med en skånsom indvindingsstrategi for hele kildepladsen og hver enkelt boring.

Det er også vigtigt, at alle boringer sikres at være helt tætte, så der ikke sker utilsigtet iltning af grundvandet, og at dette undersøges m.m.

Derfor har jeg vedlagt en vejledning angående tryktest og løbende tilstandskontrol af hele råvandssystemet.

Jeg kan derfor anbefale Danwatec, Klemensker vandværk at drøfte følgende forslag:

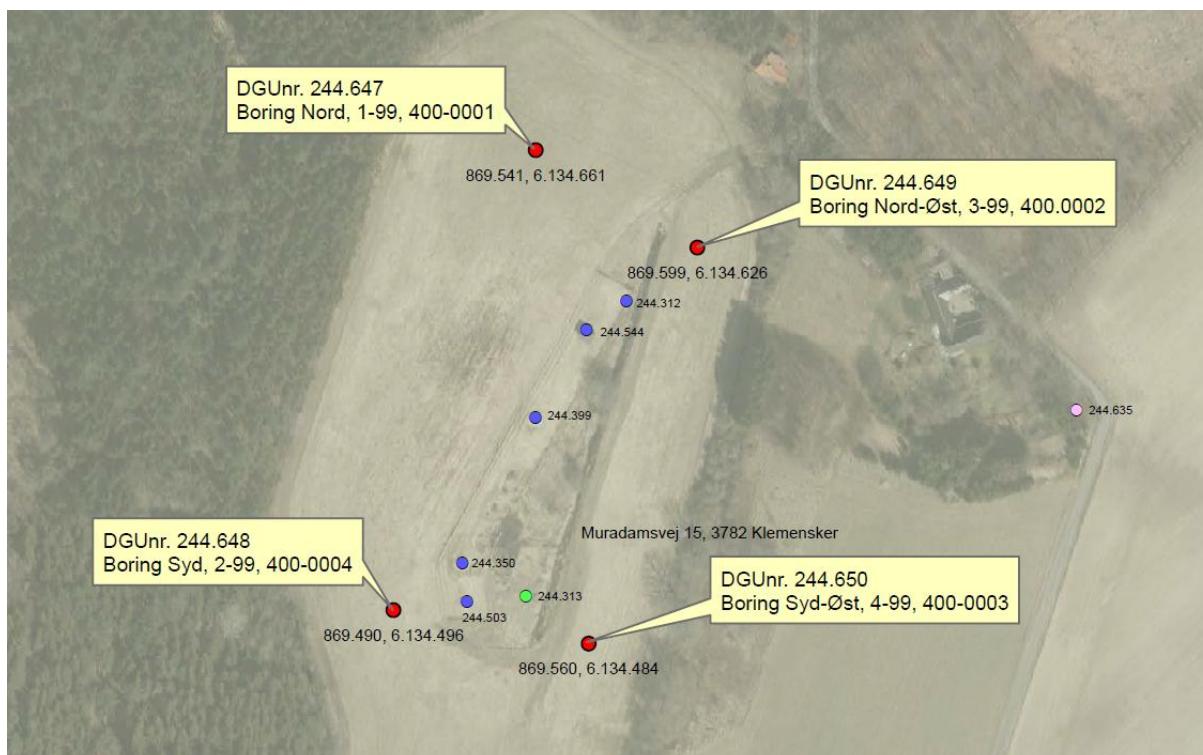
1. Udføre en tryktest af boring 244.503 - evt. aftale om at dette også udføres på alle andre boringer på kildepladsen. Utætte boringer bør generelt lukkes med bentonite, og de tætte boringer kan sikres og beholdes til bl.a. overvågningsprogram, hvis de ikke anvendes til indvinding. Dette forslag drøftes naturligvis med kommunen.

Konklusioner med anbefalinger - fortsat:

2. Udføre en korttidspumpning på boring 244.503 for at vurdere boringens sænkingsforløb og tilstand. Sammenligne data med evt. tilsvarende data da boringen var ny. Data som vi p.t. ikke lige kan finde i GEUS arkiv, men måske findes disse data hos vandværket.
3. Korttidspumpningen skal også laves for at planlægge boringens bestykning og fremtidig drift. I første omgang med ca. 25 m³/t, men på sigt, når Klemensker vandværk får en stor rentvandstank, kan der indvindes mere jævnt over døgnet med frekvensstyring af dykpumpen.
4. Det anbefales at udføre korttidspumpningen (ca. 1 uge plus tilbagepejling) med to pumper med en samlet ydelse på ca. 25-30 m³/t, hvor der pejles efter et fastlagt skema.
5. Og ved afslutning af prøvepumpningen anvendes de to pumper (skiftevis droslet) til en prøvetagning for en lille prøvepakke, hvor BAM indgår. Se illustration i bilag 3 - med separationspumpning. Der tages en prøve af det grundvand som dannes boringsnært (droslet øvre pumpe) og derefter en prøve af grundvandet, som dannes i bunden af boringen, ved hhv. at drosle nedre pumpe til ca. 1 m³/t. Et mere detaljeret pumpe- og analyseprogram foreslås udført, hvis vandværket, kommunen og Tejn vandværk kan blive enige om fremgangsmåden, tilladelse m.m. Mens den ene pumpe er droslet, skal den anden køre med helt åben ventil.
6. Der følges op med bearbejdning af data og instrukser i indvinding fra boringen fx med skånsom indvinding på sigt og fx med kontraventil på udluftning for at minimere iltning inde i selve råvandet i boringen. Dette kan på sigt give en fordel med mindre udfældning af jern i pumpe, stigrør og råvandsledning og medføre en økonomisk fordel for vandværket ved mindre udgift til vedligeholdelse, mindre elforbrug og ikke mindst mindre risiko for iltning i selve magasinet.

Jeg foreslår, at Danwatec drøfter forslagene med Klemensker vandværk for at lave en samlet plan for kontrol og vedligeholdelse af alle indvindingsboringer, pumper, stigrør, råvandsledning og samtidig vurdere udviklingen af råvandsanalyser m.m.

Kildepladsen Muradam



Indvindingsboringer:

DGU 244.312 er 21,6 meter dyb. Filtersat 18 - 21,5 m.u.t. i smeltevandsgrus (lukket m/prop)

DGU 244.544 er 26 meter dyb. Ingen oplysninger (indvinding)

DGU 244.399 er 35,3 meter dyb. Filtersat 21-33 m.u.t. Ingen oplysninger om lag (reserve)

DGU 244.350 er 36,2 meter dyb. Filtersat 28 - 34 m.u.t. i smeltevandssand (reserve)

DGU 244.503 er 29 meter dyb. Filtersat 17 - 29 m.u.t. i smeltevandssand (indvinding)

Prøve-/Pejleboringer:

DGU 244.313 er 32,2 meter dyb. Filtersat 28 - 32,2 m.u.t. i smeltevandssand

DGU 244.647 - ingen oplysninger

DGU 244.648 - ingen oplysninger

DGU 244.649 - ingen oplysninger

DGU 244.650 - ingen oplysninger

Vurdering af kildeplads:

Der henvises til kommunens notat.

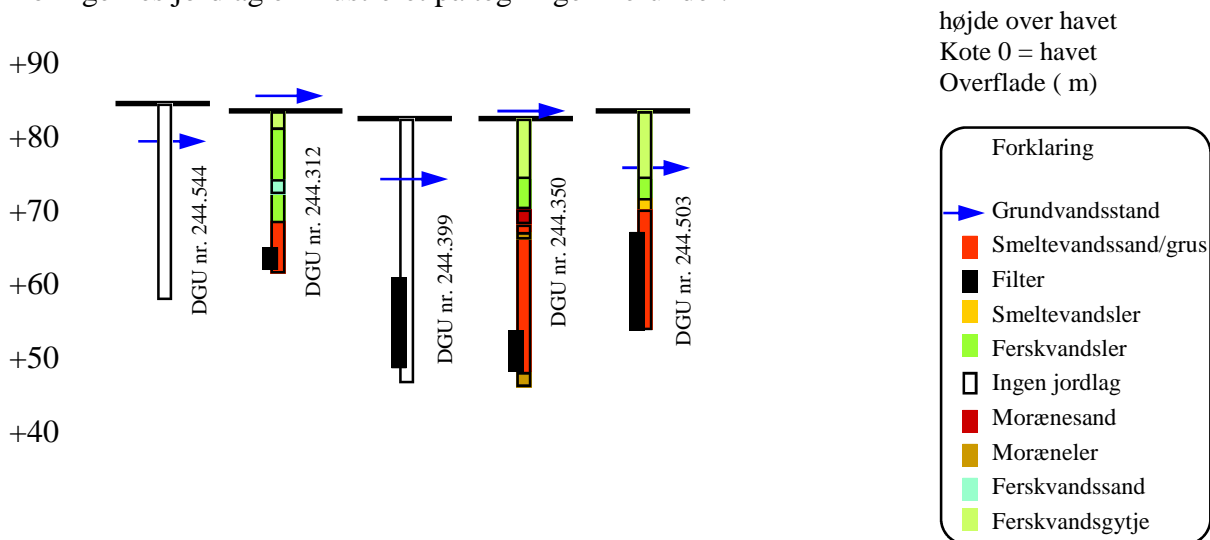
Det forventes, at kommunen tager stilling til de ubenyttede boringer, og hvilke der fx skal indgå i et pejleprogram i fremtiden.

Det er vigtigt at få tryktestet alle boringer på kildepladsen, da der ellers kan ske utilsigtet iltning i forskellige dybder i reservoiret.

Hvis nogle af boringerne ikke kan bestå tryktesten, og dermed er utætte i forerøret, kan disse udgøre en risiko for indirekte forurening med fx BAM, som forklaret.

Indvindingsboringer

Boringernes jordlag er illustreret på tegningen herunder.



Oplysninger og noter om indvindingsboringer m.m.

Oplysninger om vandspejl i de forskellige boringer viser stor variation, hvilket skyldes, at målingerne er udført på forskellige tidspunkter.

I bilag og kommunens notat ses netop, at magasinet i perioder har været overpumpet. I flere år har der været mindre grundvandsdannelse, end der er indvundet.

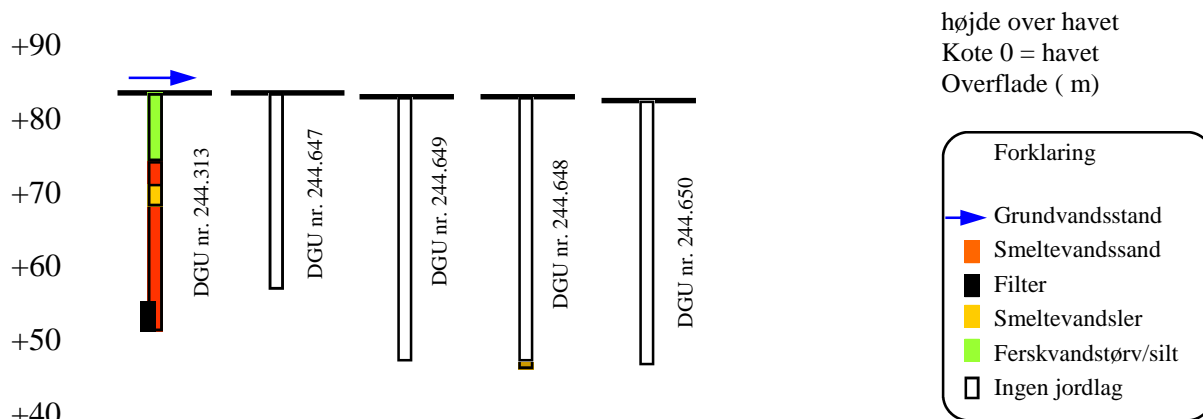
Hvis der samtidig har været utætheder i boringerne enten direkte i forerør og indirekte som ”skorstenseffekt” vil dette medfører iltning i de øvre ferskvandslag.

Pejlinger af ”ro-” og ”driftsvandspejl”.

Pejlinger er vigtige, og netop i tilfældet med Muradam ses en særlig god begrundelse for, at vandværkerne udfører disse pejlinger - både i ”ro” og drift, systematisk og anvender dem plus andre vigtige målinger på de enkelte boringer. Se vedlagte vejledning.

Pejleboringer

Boringernes jordlag er illustreret på tegningen herunder.



Oplysninger og noter om pejleboringer m.m.

Flere er helt uoplyste mht. jordlag.

Det anbefales at få undersøgt, om disse boringer er tætte.

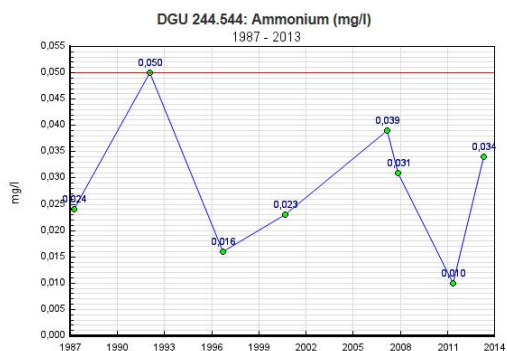
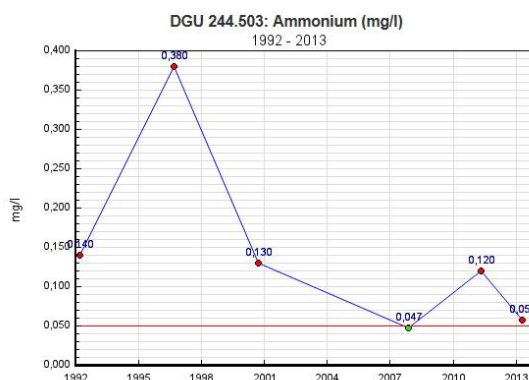
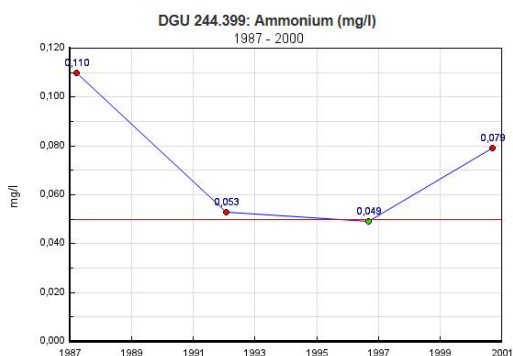
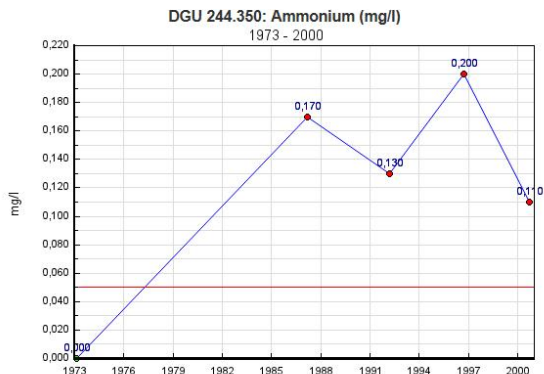
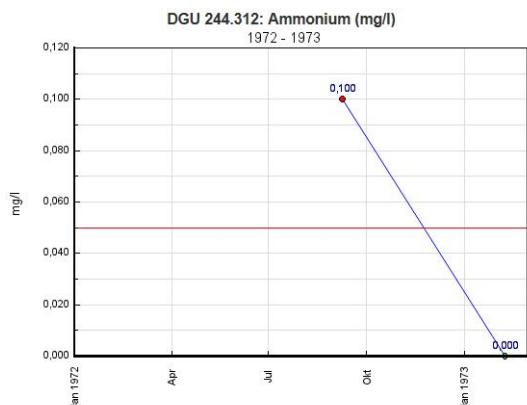
Alle utætte boringer bør sløjfes ved opfyldning med bentonite. Se vedlagte vejledning.

Bilagsfortegnelse

- Bilag 1 Analyser råvand
- Bilag 2 Pejlekurver
- Bilag 3 Separationspumpning - Muradam kildplads

Se flere stoffer, grafer og forklaringer på mitdrikkevand.dk

BILAG 1 - Analyser råvand - Ammonium



Udviklingen i ammonium er svingende i de forskellige borer. I 244.503 er niveauet ret stabilt og lavt, hvilket er godt for vandbehandlingen.

Analyser for DGU 244.313

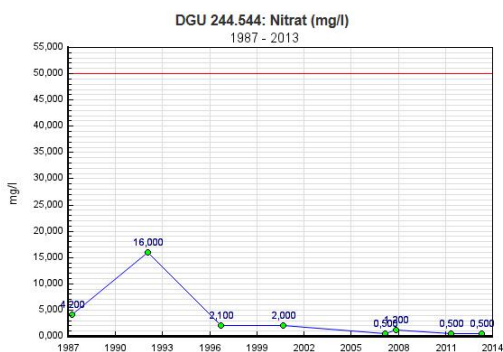
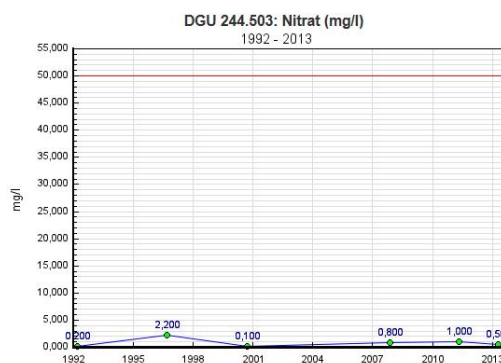
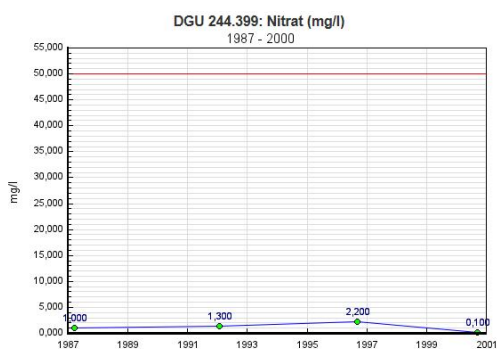
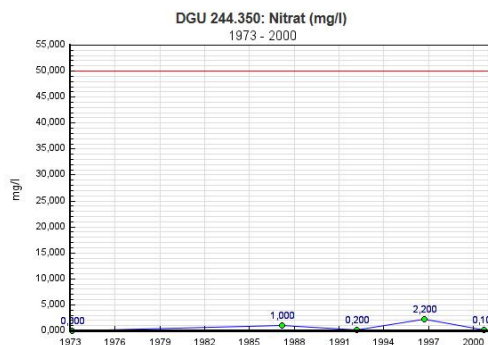
Bemærk: Kun overskridelse af grænseværdier for drikkevand (dvs. analyser foretaget på vandværker og ledningsnet) er relevante. Overskridelser på råvandsiden (boringer) har i højere grad interesse for vandforsyningen selv.

Er parametre og analyseresultater vist med **redt** betyder det, at der er overskridelse af grænseværdien.

Parameter	Måling	Grænseværdi	Enhed	Dato	Forrige måling
Kemiske					
Ammonium	0,100	<= 0,050	mg/l	01/01 2000	
Calcium	68,0	<= 200	mg/l	01/01 2000	
Chlorid	21,0	<= 250	mg/l	01/01 2000	
Fluorid	1,00	<= 1,50	mg/l	01/01 2000	
Hydrogencarbonat	187	>= 100	mg/l	01/01 2000	
Hårdhed, total	11,0		grader dH	01/01 2000	
Kalium	3,00	<= 10,0	mg/l	01/01 2000	
Magnesium	8,00	<= 50,0	mg/l	01/01 2000	
Natrium	13,0	<= 175	mg/l	01/01 2000	
Nitrat	0,000	<= 50,0	mg/l	01/01 2000	
pH	8,00	>= 7,00	pH	01/01 2000	
Sulfat	46,0	<= 250	mg/l	01/01 2000	
Kosmetiske					
Jern	< 0,100	<= 0,100	mg/l	01/01 2000	
Mangan	0,000	<= 0,020	mg/l	01/01 2000	
Pesticider / Allergifremkaldende					
Carbondioxid	6,00		mg/l	01/01 2000	
Orthophosphat	0,000		mg/l	01/01 2000	
Siliciumdioxid	16,0		mg/l	01/01 2000	
Sporstoffer					
Zink (Zn)	0,000	<= 100	µg/l	01/01 2000	

BILAG 1 - Analyser råvand - Nitrat

DGU nr.	Dato	Resultat mg/l
244.312	8/2 1973	0
	8/9 1972	0



Generelt er nitrat stabil lav i næsten alle målinger og især i boring 544.503

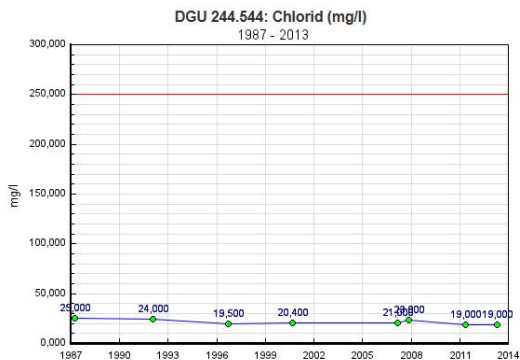
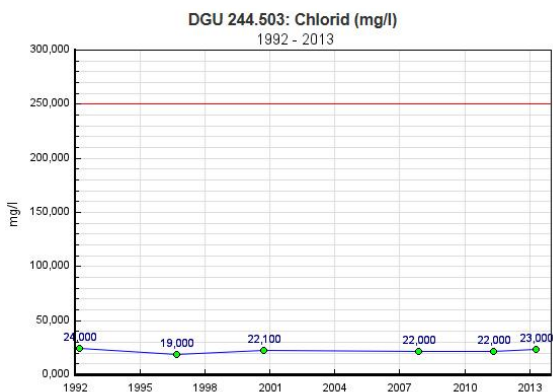
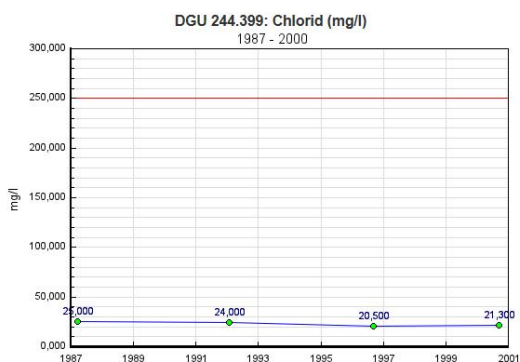
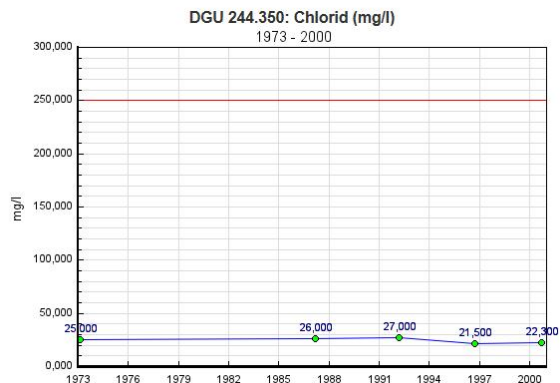
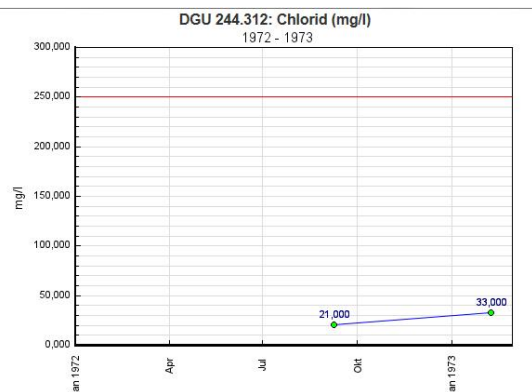
Eksempel
Bemærk nitrat er steget meget i periode med overpumpning ... se 244.544

Analyser for DGU 244.313

Bemærk: Kun overskridelse af grænseværdier for drikkevand (dvs. analyser foretaget på vandværker og ledningsnet) er relevante. Overskridelser på råvandsiden (boringer) har i højere grad interesse for vandforsyningen selv.
Er parametre og analyseresultater vist med **redt** betyder det, at der er overskridelse af grænseværdien.

Parameter	Måling	Aktuel måling Grænseværdi	Enhed	Dato	Forrige måling
Kemiske					
Ammonium	↓ < 0,100	≤ 0,050	mg/l	01/01 2000	
Calcium	↓ 68,0	≤ 200	mg/l	01/01 2000	
Chlorid	↓ 21,0	≤ 250	mg/l	01/01 2000	
Fluorid	↓ 1,00	≤ 1,50	mg/l	01/01 2000	
Hydrogencarbonat	↓ 187	≥ 100	mg/l	01/01 2000	
Hårdhed, total	↓ 11,0	grader dH		01/01 2000	
Kalium	↓ 3,00	≤ 10,0	mg/l	01/01 2000	
Magnesium	↓ 8,00	≤ 50,0	mg/l	01/01 2000	
Natrium	↓ 13,0	≤ 175	mg/l	01/01 2000	
Nitrat	↓ 0,000	≤ 50,0	mg/l	01/01 2000	
pH	↓ 8,00	≥ 7,00	pH	01/01 2000	
Sulfat	↓ 46,0	≤ 250	mg/l	01/01 2000	
Kosmetiske					
Jern	↓ < 0,100	≤ 0,100	mg/l	01/01 2000	
Mangan	↓ 0,000	≤ 0,020	mg/l	01/01 2000	
Pesticider / Allergifremkaldende					
Carbondioxid	↓ 6,00		mg/l	01/01 2000	
Orthophosphat	0,000		mg/l	01/01 2000	
Siliciumdioxid	16,0		mg/l	01/01 2000	
Sporstoffer					
Zink (Zn)	↓ 0,000	≤ 100	µg/l	01/01 2000	

BILAG 1 - Analyser råvand - Klorid



Klorid er stabil og lav.

Analyser for DGU 244.313

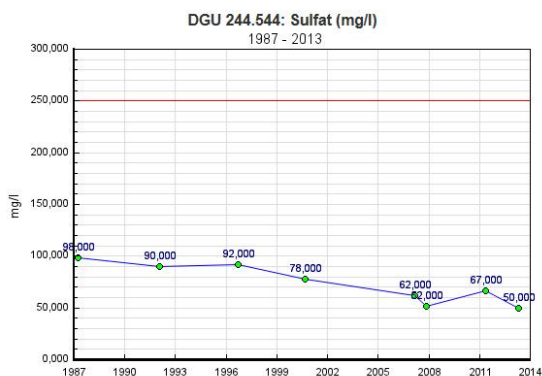
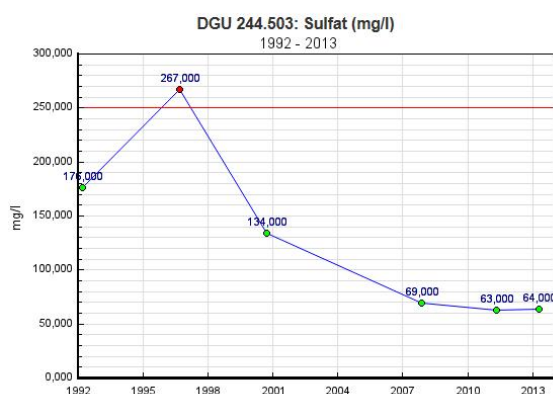
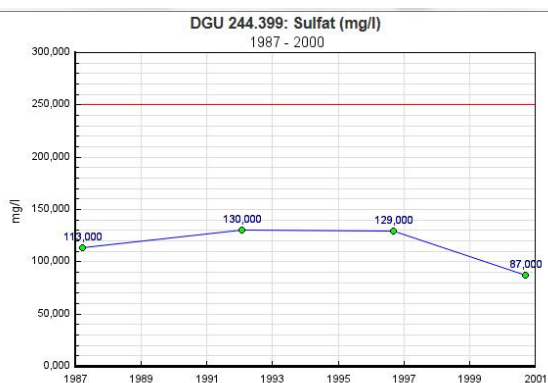
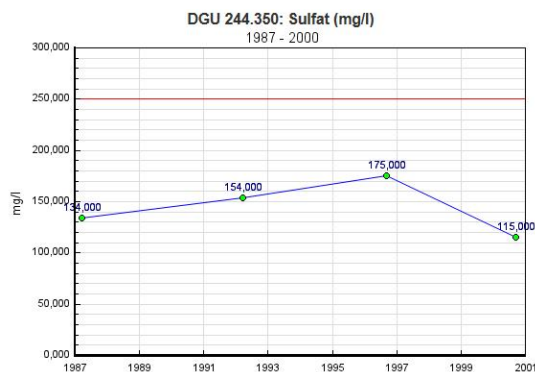
Bemærk: Kun overskridelse af grænseværdier for drikkevand (dvs. analyser foretaget på vandværker og ledningsnet) er relevante. Overskridelser på råvandsiden (bøttinger) har i højere grad interesse for vandforsyningen selv.

Er parametre og analyseresultater vist med **redt** betyder det, at der er overskridelse af grænseværdien.

Parameter	Måling	Aktuel måling Grænseværdi	Enhed	Dato	Forrige måling
Kemiske					
Ammonium	↓ < 0,100	<= 0,050	mg/l	01/01 2000	
Calcium	↓ 68,0	<= 200	mg/l	01/01 2000	
Chlorid	↓ 21,0	<= 250	mg/l	01/01 2000	
Fluorid	↓ 1,00	<= 1,50	mg/l	01/01 2000	
Hydrogencarbonat	↓ 187	>= 100	mg/l	01/01 2000	
Hårdhed, total	↓ 11,0		grader dH	01/01 2000	
Kalium	↓ 3,00	<= 10,0	mg/l	01/01 2000	
Magnesium	↓ 8,00	<= 50,0	mg/l	01/01 2000	
Natrium	↓ 13,0	<= 175	mg/l	01/01 2000	
Nitrat	↓ 0,000	<= 50,0	mg/l	01/01 2000	
pH	↓ 8,00	>= 7,00	pH	01/01 2000	
Sulfat	↓ 46,0	<= 250	mg/l	01/01 2000	
Kosmetiske					
Jern	↓ < 0,100	<= 0,100	mg/l	01/01 2000	
Mangan	↓ 0,000	<= 0,020	mg/l	01/01 2000	
Pesticider / Allergifremkaldende					
Carbondioxid	↓ 6,00		mg/l	01/01 2000	
Orthofosfat	0,000		mg/l	01/01 2000	
Siliciumdioxid	16,0		mg/l	01/01 2000	
Sporstoffer					
Zink (Zn)	↓ 0,000	<= 100	µg/l	01/01 2000	

BILAG 1 - Analyser råvand - Sulfat

DGU nr.	Dato	Resultat mg/l
244.312	8/9 1972	47



Det anbefales at undersøge udviklingen i sulfat, fx ved årlige målinger.

Årsagen til det høje sulfatindhold kan skyldes ”skorstenseffekt”, idet iltholdigt øvre vand (evt. med BAM) siver ned langs foretøret.

It og Pyrit i de øvre jordlag (gytjelag), medfører dannelse af svovlsyre, store mængder opløst jern og sulfat.

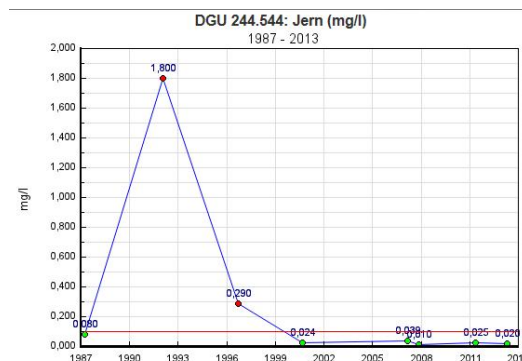
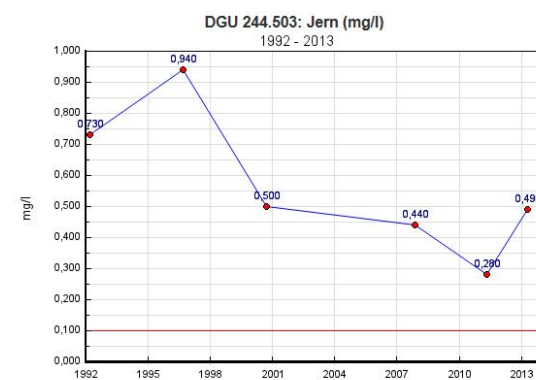
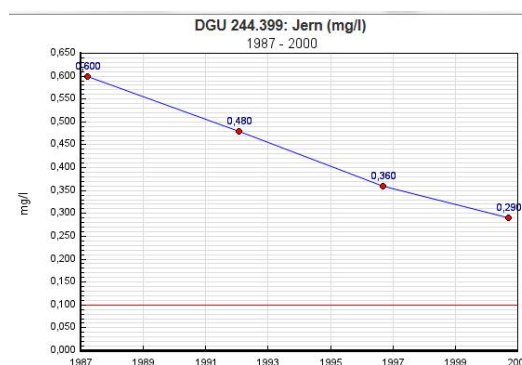
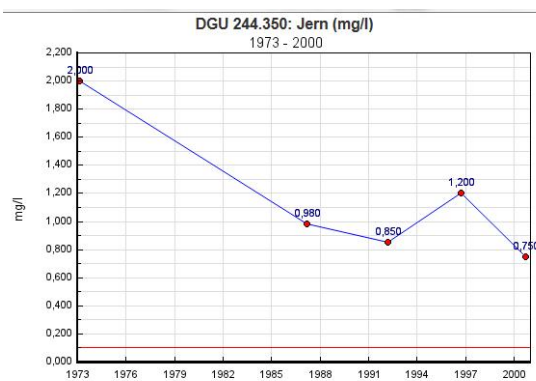
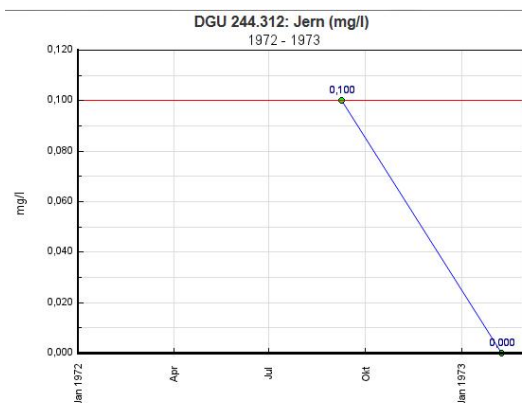
Det passer ret godt med, at der i perioden var en stor grundvandssænkning som følge af overpumpning på kildepladsen.

Analyser for DGU 244.313

Bemærk: Kun overskridelse af grænseværdier for drikkevand (dvs. analyser foretaget på vandværker og ledningsnet) er relevante. Overskridelser på råvandsiden (boringer) har i højere grad interesse for vandforsyningen selv.
Er parametre og analyseresultater vist med **redt** betyder det, at der er overskridelse af grænseværdien.

Parameter	Måling	Grænseværdi	Enhed	Dato	Forrige måling
Kemiske					
Ammonium	↓ < 0,100	≤ 0,050	mg/l	01/01 2000	
Calcium	↓ 68,0	≤ 200	mg/l	01/01 2000	
Chlorid	↓ 21,0	≤ 250	mg/l	01/01 2000	
Fluorid	↓ 1,00	≤ 1,50	mg/l	01/01 2000	
Hydrogencarbonat	↓ 187	≥ 100	mg/l	01/01 2000	
Hårdhed, total	↓ 11,0		grader dH	01/01 2000	
Kalium	↓ 3,00	≤ 10,0	mg/l	01/01 2000	
Magnesium	↓ 8,00	≤ 50,0	mg/l	01/01 2000	
Natrium	↓ 13,0	≤ 175	mg/l	01/01 2000	
Nitrat	↓ 0,000	≤ 50,0	mg/l	01/01 2000	
pH	↓ 8,00	≥ 7,00	pH	01/01 2000	
Sulfat	↓ 46,0	≤ 250	mg/l	01/01 2000	
Kosmetiske					
Jern	↓ < 0,100	≤ 0,100	mg/l	01/01 2000	
Mangan	↓ 0,000	≤ 0,020	mg/l	01/01 2000	
Pesticider / Allergifremkaldende					
Carbondioxid	↓ 6,00		mg/l	01/01 2000	
Orthophosphat	0,000		mg/l	01/01 2000	
Siliciumdioxid	16,0		mg/l	01/01 2000	
Sporstoffer					
Zink (Zn)	↓ 0,000	≤ 100	µg/l	01/01 2000	

BILAG 1 - Analyser råvand - Jern



Jern er generelt faldende, hvilket også kan hænge sammen med, at der ikke mere overpumpes på magasinet. Se bemærkningerne om reaktioner mellem Pyrit og ilt. Se fx 244.544 Derfor er det ekstra vigtigt, at Klemensker og Tejn indvinder så jævnt som muligt på sigt, også for at jernindholdet i råvandet ikke skal stige.

Analyser for DGU 244.313

Bemærk: Kun overskridelse af grænseværdier for drikkevand (dvs. analyser foretaget på vandværker og ledningsnet) er relevante. Overskridelser på råvandsiden (boringer) har i højere grad interesse for vandforsyningen selv.

Er parametre og analyseresultater vist med **redt** betyder det, at der er overskridelse ift. grænseværdien.

Parameter	Måling	Grænseværdi	Enhed	Dato	Forrige måling
Kemiske					
Ammonium	↓ < 0,100	≤ 0,050	mg/l	01/01 2000	
Calcium	↓ 68,0	≤ 200	mg/l	01/01 2000	
Chlorid	↓ 21,0	≤ 250	mg/l	01/01 2000	
Fluorid	↓ 1,00	≤ 1,50	mg/l	01/01 2000	
Hydrogencarbonat	↓ 187	≥ 100	mg/l	01/01 2000	
Hårdhed, total	↓ 11,0	grader dH	01/01 2000		
Kalium	↓ 3,00	≤ 10,0	mg/l	01/01 2000	
Magnesium	↓ 8,00	≤ 50,0	mg/l	01/01 2000	
Natrium	↓ 13,0	≤ 175	mg/l	01/01 2000	
Nitrat	↓ 0,000	≤ 50,0	mg/l	01/01 2000	
pH	↓ 8,00	≥ 7,00	pH	01/01 2000	
Sulfat	↓ 46,0	≤ 250	mg/l	01/01 2000	
Kosmetiske					
Jern	↓ < 0,100	≤ 0,100	mg/l	01/01 2000	
Mangan	↓ 0,000	≤ 0,020	mg/l	01/01 2000	
Pesticider / Allergifremkaldende					
Carbondioxid	↓ 6,00		mg/l	01/01 2000	
Orthophosphat	0,000		mg/l	01/01 2000	
Siliciumdioxid	16,0		mg/l	01/01 2000	
Sporstoffer					
Zink (Zn)	↓ 0,000	≤ 100	µg/l	01/01 2000	

Analyser for DGU 244.649

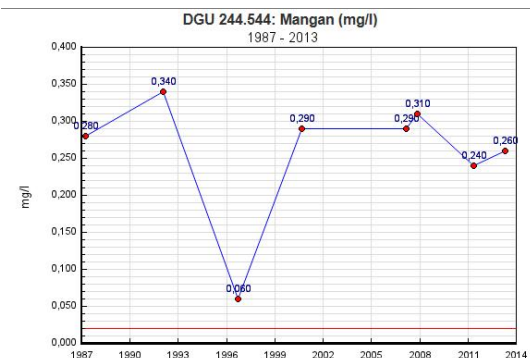
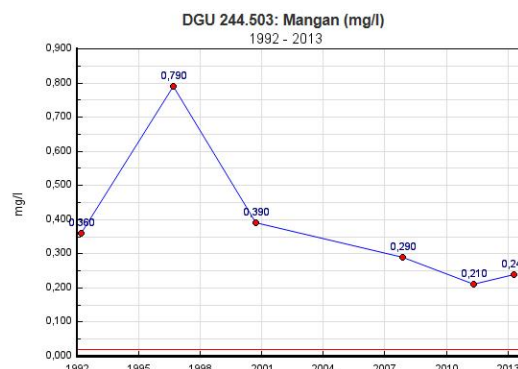
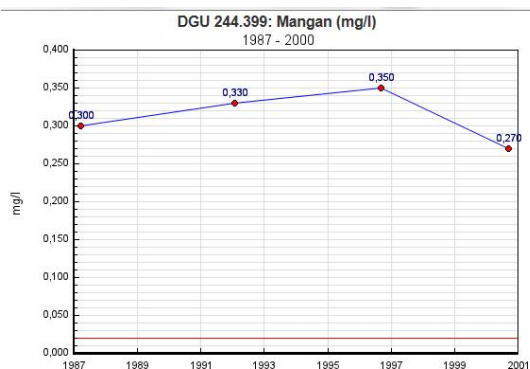
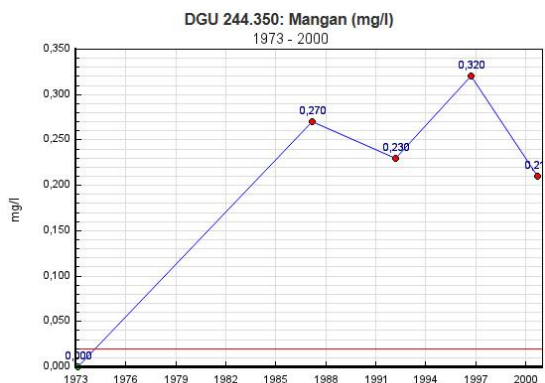
Bemærk: Kun overskridelse af grænseværdier for drikkevand (dvs. analyser foretaget på vandværker og ledningsnet) er relevante. Overskridelser på råvandsiden (boringer) har i højere grad interesse for vandforsyningen selv.

Er parametre og analyseresultater vist med **redt** betyder det, at der er overskridelse ift. grænseværdien.

Parameter	Måling	Grænseværdi	Enhed	Dato	Forrige måling
Kosmetiske					
Jern	↓ 1,80	≤ 0,100	mg/l	01/01 2000	1,90
Mangan	↓ 0,370	≤ 0,020	mg/l	01/01 2000	
Pesticider / Allergifremkaldende					
Bentazon	↓ < 0,010	≤ 0,100	µg/l	01/01 2000	
Dichlorprop	↓ 0,010	≤ 0,100	µg/l	01/01 2000	
Mechlorprop	↓ 0,014	≤ 0,100	µg/l	01/01 2000	
2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	↓ < 0,010	≤ 0,100	µg/l	01/01 2000	
Sporstoffer					
Arsen (As)	↓ 4,30	≤ 5,00	µg/l	01/01 2000	
Chlorphenoler / allegifremkaldende					
CCP,2-(4-Chlorpheno	0,470	< 0,100	µg/l	01/01 2000	

BILAG 1 - Analyser råvand - Mangan

DGU nr.	Dato	Resultat mg/l
244.312	8/2 1973	0
	8/9 1972	0



Mangan er også faldet og er nu ret stabilt efter samme mønster som jern.

Analyser for DGU 244.313

Bemærk: Kun overskridelse af grænseværdier for drikkevand (dvs. analyser foretaget på vandværker og ledningsnet) er relevante. Overskridelser på råvandsiden (boringer) har i højere grad interesse for vandforsyningen selv.
Er parametre og analyseresultater vist med **redt** betyder det, at der er overskridelse ift. grænseværdien.

Parameter	Måling	Grænseværdi	Enhed	Dato	Forrige måling
Kemiske					
Ammonium	↓ < 0,100	<= 0,050	mg/l	01/01 2000	
Calcium	↓ 68,0	<= 200	mg/l	01/01 2000	
Chlorid	↓ 21,0	<= 250	mg/l	01/01 2000	
Fluorid	↓ 1,00	<= 1,50	mg/l	01/01 2000	
Hydrogencarbonat	↓ 187	>= 100	mg/l	01/01 2000	
Hårdhed, total	↓ 11,0		grader dH	01/01 2000	
Kalium	↓ 3,00	<= 10,0	mg/l	01/01 2000	
Magnesium	↓ 8,00	<= 50,0	mg/l	01/01 2000	
Natrium	↓ 13,0	<= 175	mg/l	01/01 2000	
Nitrat	↓ 0,000	<= 50,0	mg/l	01/01 2000	
pH	↓ 8,00	>= 7,00	pH	01/01 2000	
Sulfat	↓ 46,0	<= 250	mg/l	01/01 2000	
Kosmetiske					
Jern	↓ < 0,100	<= 0,100	mg/l	01/01 2000	
Mangan	↓ 0,000	<= 0,020	mg/l	01/01 2000	
Pesticider / Allergifremkaldende					
Carbondioxid	↓ 6,00		mg/l	01/01 2000	
Orthophosphat	0,000		mg/l	01/01 2000	
Siliciumdioxid	16,0		mg/l	01/01 2000	
Sporstoffer					
Zink (Zn)	↓ 0,000	<= 100	µg/l	01/01 2000	

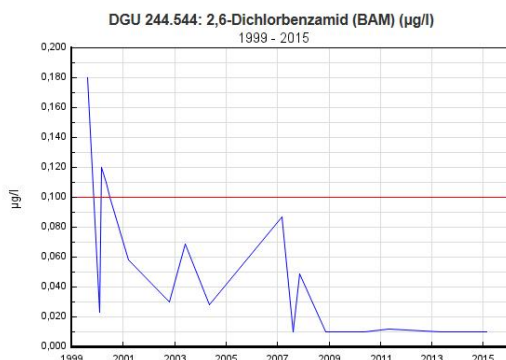
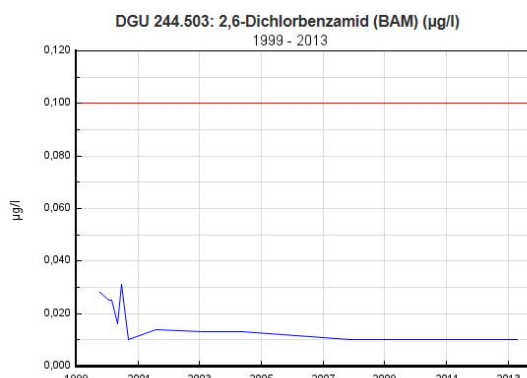
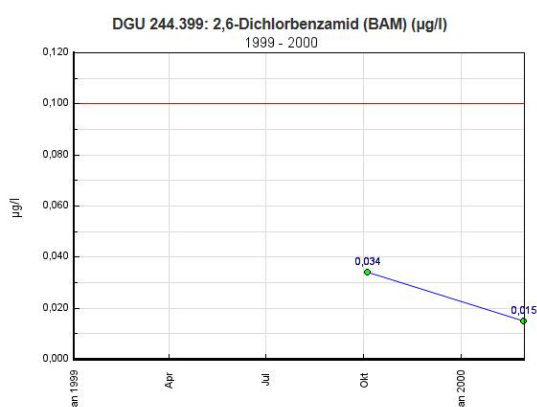
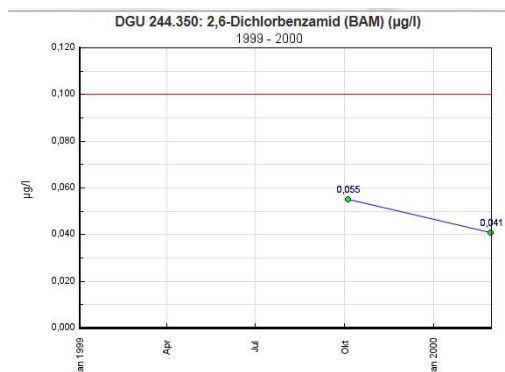
Analyser for DGU 244.649

Bemærk: Kun overskridelse af grænseværdier for drikkevand (dvs. analyser foretaget på vandværker og ledningsnet) er relevante. Overskridelser på råvandsiden (boringer) har i højere grad interesse for vandforsyningen selv.
Er parametre og analyseresultater vist med **redt** betyder det, at der er overskridelse ift. grænseværdien.

Parameter	Måling	Grænseværdi	Enhed	Dato	Forrige måling
Kosmetiske					
Jern	↓ 1,80	<= 0,100	mg/l	01/01 2000	1,90
Mangan	↓ 0,370	<= 0,020	mg/l	01/01 2000	
Pesticider / Allergifremkaldende					
Bentazon	↓ < 0,010	<= 0,100	µg/l	01/01 2000	
Dichlorprop	↓ 0,010	<= 0,100	µg/l	01/01 2000	
Mechlorprop	↓ 0,014	<= 0,100	µg/l	01/01 2000	
2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	↓ < 0,010	<= 0,100	µg/l	01/01 2000	
Sporstoffer					
Arsen (As)	↓ 4,30	<= 5,00	µg/l	01/01 2000	
Chlorphenoler / allergifremkaldende					
1CCP,2-(4-Chlorpheno	↓ 0,470	< 0,100	µg/l	01/01 2000	

BILAG 1 - Analyser råvand - BAM

DGU nr.	Dato	Resultat mg/l
244.312		Ingen resultater



BAM har været meget højt og har medført, at indvindingen fra Muradam kildeplads er ned-droslet med tiden.

Boring 244.503 har de senere år ikke vist BAM i råvandet.

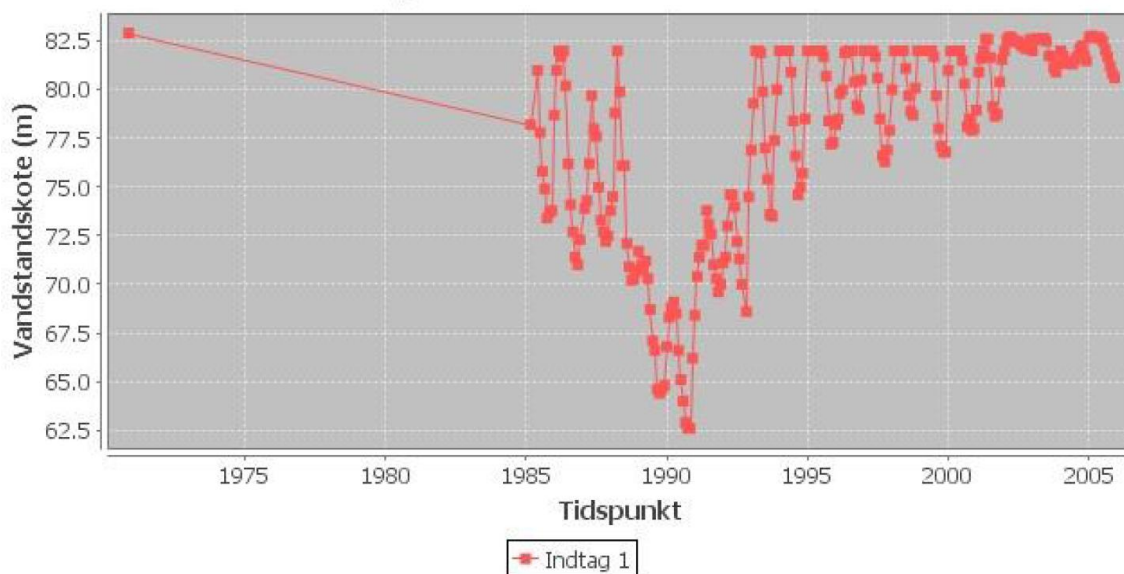
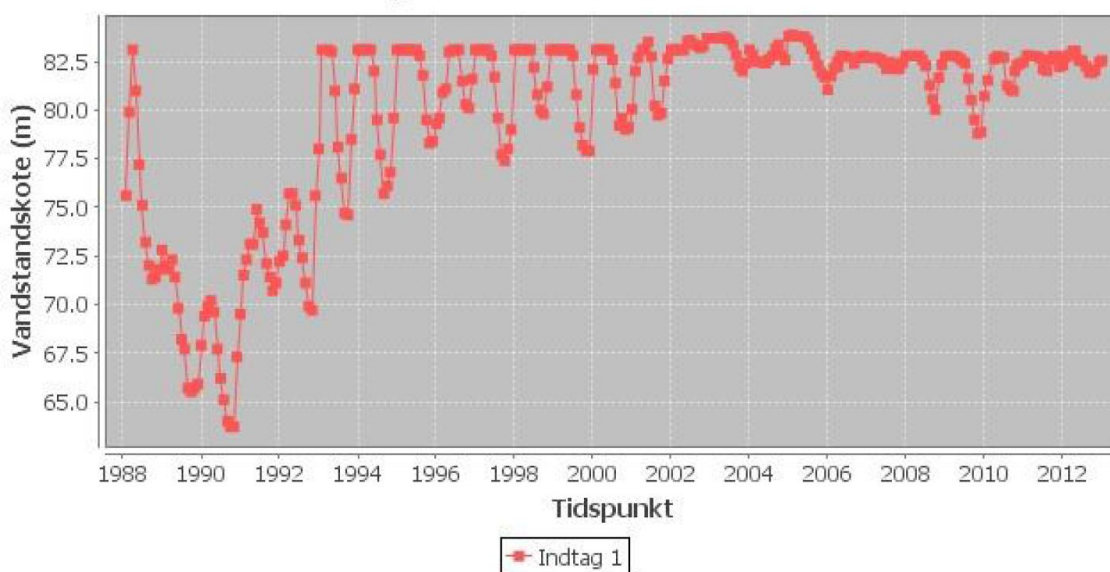
Rapporten konkluderer, at risikoen for, at der igen kommer BAM, er meget lille, hvis der vælges en fornuftig indvindingsstrategi, og at Klemensker Vandværk med fordel kan vælge at udføre en korttidspumpning med pejlinger og prøveudtagning ved separationspumpning af hhv. øvre og nedre råvandsprøver, som illustreret i bilag.

Analyser for DGU 244.649

Bemærk: Kun overskrivelse af grænseværdier for drikkevand (dvs. analyser foretaget på vandværker og ledningsnet) er relevante. Overskridelser på råvandsiden (boringer) har i højere grad interesse for vandforsyningen selv.

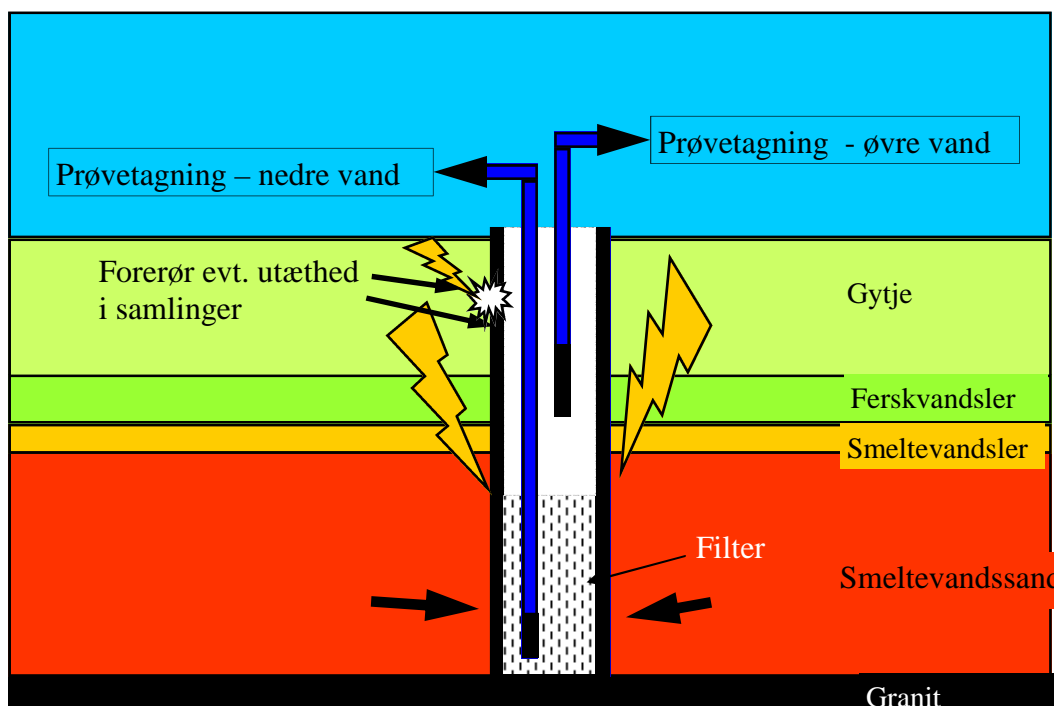
Er parametre og analyseresultater vist med **redt** betyder det, at der er overskrivelse ift. grænseværdien.

Parameter	Måling	Aktuel måling Grænseværdi	Enhed	Dato	Forrige måling
Kosmetiske					
Jern	↓ 1,80	<= 0,100	mg/l	01/01 2000	1,90
Mangan	↓ 0,370	<= 0,020	mg/l	01/01 2000	
Pesticider / Allergifremkaldende					
Bentazon	↓ < 0,010	<= 0,100	µg/l	01/01 2000	
Dichlorprop	↓ 0,010	<= 0,100	µg/l	01/01 2000	
Machlorprop	↓ 0,014	<= 0,100	µg/l	01/01 2000	
2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	↓ < 0,010	<= 0,100	µg/l	01/01 2000	
Sporstoffer					
Arsen (As)	↓ 4,30	<= 5,00	µg/l	01/01 2000	
Chlorphenoler / allegifremkaldende					
4-CCP,2-(4-Chlorpheno	0,470	< 0,100	µg/l	01/01 2000	

BILAG 2 - Pejlekurver**Pejleserie for 244. 350****Pejleserie for 244. 503**

I perioden fra 1988 (evt. før) til midten af 90-erne har vandstanden i bl.a. boring 244.503 tydeligt vist, at magasinet har været overpumpet, med generel faldende vandstand over flere år i træk. Dette har medført iltning af det øvre grundvand og forvitring af fx mineralet pyrit. Dette kan have medvirket til øget indhold af fx jern, sulfat og frigivelse af nikkel og BAM.

Når Klemensker Vandværk tager boringen i brug - fx med et niveau på ca. 100.000 m³/år er det derfor vigtigt, at der udføres egenkontrol som beskrevet i vedlagte vejledning. Både for at følge boringens tilstand og magasinet tilstand. Det er også vigtigt, at udvalgte parametre følges årligt på råvandet.

BILAG 3 - Separationspumpning — Muradam kildeplads

Boringen er afsluttet i Granit (grundfjeld).

Over det vandførende sandlag findes typisk smeltevandsler, ferskvandsler og gytjelag.

Ofte viser undersøgelser, at forurening strømmer ind igennem utæt forerør og/eller ned langs forerøret og ind i toppen af filter (skorstenseffekt).

Der er givet oplæg til korttidspumpning med 2 pumper samtidig og særlig prøvetagning med droslede pumper efter en periode med konstant pumpning.

Detaljeret program for pumpning, pejlinger, analyser og bearbejdning af data kan senere tilføjes, hvis vandværket og kommunen kan godkende forslaget.