

**Udkast nr. 3
Handlingsplan for
Nordfyns Vandværk**

**Opgaver
Anbefalinger
Foreløbige konklusioner
Diverse bilag**

December 2019



Projekt er udarbejdet af : Jørgen Krogh Andersen, Hydrogeolog, DVN - tlf. 98 66 66 66
Kvalitetssikring : Dorthe Michelsen, Teknisk assistent, DVN

Indledning, handlingsplan.

DVN er bestilt til at udføre opgaver for Nordfyns vandværk

Formålet er, at vandværket kan levere rent drikkevand, så hurtigt som teknisk muligt, ved hjælp af aktiv kulfiltrering og informere forbrugerne herom, samt tidsplan.

Et andet og mere langsigtet projekt er at undersøge mulighederne for gendannelse af rent grundvand i et 3 ha næropland til vandværkets 4 borer.

Sideløbende arbejdes der for oprettelse af ny kildeplads i et samarbejde med områdets andre vandværker, som enten har eller kan få behov for supplement af råvand.

Opgaver: - omtalt i oversigt, bilag og rapporter.

1. Opsætning af mitdrikkevand.dk - er udført.
2. Moderne hjemmeside som opfylder de nye krav ifølge drikkevandsbekendtgørelsen - udkast inden udgangen af 2019.
3. Tilstandsrapport - udkast inden udgangen af 2019 - undersøgelser af borer og forbedringer - nærmere beskrivelse under tilstandsrapporten.
4. Behovsstyret Indsatsplan - udkast inden udgangen af 2019 - nærmere beskrivelse i en 5 årsplan.
5. Oplæg til undersøgelser af ny kildeplads samt forhandlinger med andre vandværker om et muligt fælles råvandsselskab - januar 2020 samt møde herom.
6. Møde med Teknologisk Institut, rodzonefirma - Killian Water samt evt. GEUS og andre vigtige fagpersoner i nedsat arbejdsgruppe, snarest.

Anbefalinger:

1. Udarbejde en let læselig folder til uddeling hos forbrugerne om vandværkets opgaver og planer med henvisning til det nye site, hvor forbrugerne og andre interesserede kan følge kvalitetsudviklingen på både drikkevand og de 4 borer.
2. Vandværket indhenter data fra regionen vedrørende data fra punktkilder, som lægges på mitdrikkevand.dk under kontrol.
3. Vandværket udarbejder evt. en ansøgning om midlertidig aktiv kul, evt. baseret på tidligere ansøgning for at få hurtigt rent drikkevand. I ansøgningen stilles et alternativt forslag om at afvente udviklingen, afvente resultater af undersøgelserne og forhandling om fælles ny kildeplads samt herved undgå udvidet vandbehandling, da drikkevandet ikke er i nærheden af at være sundhedsskadeligt for børn og voksne.
4. Nedsætte en teknisk arbejdsgruppe med forskellige faglige kompetencer.
5. Vandværket inviterer Teknik-Miljøudvalget i kommunen til besigtigelse og gennemgang af planen - sammen med medlemmer i arbejdsgruppen.
6. Vandværket indgår lejekontrakt for foreløbig 5 år med 2 landmænd - i alt på ca. 3 ha.

Konklusioner:

1. Drikkevandet overskrider grænseværdien for 2 pesticider - se mere under bilag. På mitdrikkevand.dk kan udviklingen følges med opdaterede forklaringer. I bilag vises eksempler med bemærkninger. Der ses tydelige fald, i den korte periode der har været målt for især CD, som det stof med højest koncentration.
2. Niveauet af pesticider - især CD og CTA - indikerer kraftigt, at råvandet er påvirket af punktkilder i oplandet, især fra maskinstation i ca. 1 km afstand, og måske er der flere. Der er tale om et atypisk niveau, og forekomst af CTA kan bedst sammenlignes med nogle få andre tilsvarende sager i DK.

- Det er ikke normalt, at CTA findes i borerer på landsplan.
3. Det foreslås, at vandværket får regionen til at kortlægge punktkilderne indenfor vandværkets indvindingsopland samt etablerer afværgepumpning og lokal rensning af vandet efter behov, da Nordfyns Vandværk ønsker at bevare sin kildeplads.
 4. **Forventninger.** Det kan ikke forventes, at undersøgelserne af de 4 borerer med separationspumpning og indførelse af ny indvindingsstrategi med dobbeltpumpning, alene kan medføre, at drikkevandet bliver rent, men det forventes, at råvandet og dermed drikkevandet kan forbedres væsentligt i kvalitet hurtigt. Hertil kommer at de nuværende åbne filtre forventes at kunne optimeres i deres biologiske rensning, hvilket er set andre steder.
- DVN og PC-brøndboring har flere erfaringer med tilsvarende strategier, hvor denne teknik alene kan medføre rent drikkevand, men her er udgangsniveauet lavere. Det kan dog forventes, at råvandets indhold af pesticidrester kan falde yderligere.
5. **Boringernes tilstand.** De 4 borerer tilstandskontrolleres med bl.a. tryktest, som den bedste, billigste og mest sikre metode for at finde evt. utætheder i forerøret og dermed sikre bakteriefrit råvand. Læs mere i bilag. Dette uddybes i tilstandsrapporten og KUV ledelse- og drift med vejledninger og instrukser. Der er fundet væsentlige fejl ved de nuværende borerer og høj risiko for kontaminering.
 6. **Udviklingen i fx CD** ved B1 indikerer, at koncentrationen af pesticidrester ikke er ens i det vandførende lag. Se bilag for B1.
 7. **Udviklingen i nitrat og sulfat** tyder ikke på, at kildepladsen er sårbar overfor nitrat. Dels er sulfat stabil - men høj - og dels er det kun B4, som bidrager med nitrat, som kan skyldes boringsnære processer. Se nærmere forklaringer i bilag - kun som illustration.
 8. **Rent drikkevand.** Bestyrelsens plan er hurtigt at kunne levere rent drikkevand ved hjælp af kendt teknik, men som udvidet vandbehandling - eller blot renere drikkevand og afvente naturligt rent drikkevand uden udvidet vandbehandling på vandværket. Se bilag 1 - oversigt handlingsplan A, B, C samt illustration af nuværende drikkevandskvalitet i forhold til grænseværdien og sundhedsgrenserne.
 9. **Gendannelse af rent grundvand, som pilotprojekt.** Der mangler dokumentation for, hvordan pesticidrester i stor skala kan omsættes af bakterier og planter og gendanne rent grundvand. Derfor anbefales det, at der udføres flere typer af helt enkle forsøg med naturlig rensning af den mest belastede del af grundvandet og herefter infiltrere vandet via den naturlige rodzone i borerernes næropland. Samtidig anvendes den mindst belastede del af grundvandet som råvand til rensning på vandværket, som nu og til forbrug. Udviklingen over den periode, hvor der er udført analyser viser et naturligt markant fald over kort tid. Med forsøg på pesticidfjernelse med enkle biologiske metoder, er det muligt at dokumentere - at kildepladsen kan reddes. Nærmere forklaringer på hvordan, er bl.a. uddybet i Behovstyret Indsatsplan. Vandværket modtager rådgivning om forsøg og opbygning af helt enkle anlæg, som er nemme at passe, kontrollere og vedligeholde gennem egenkontrol. Læs mere i bilag.
 10. **Mulighed for øget mængde anvendelig grundvand til drikkevand i kommunen.** Vandværket inviterer kommunen med i et fagligt arbejde om pilotprojektet, om at redde kildepladsen, hvilket så vil kunne anvendes på andre truede kildepladser, og kan derfor få den positive effekt, at kommunens samlede grundvandsreserve kan øges. Modsat hvis NFV og andre skal flytte kildeplads.

Bilag

- 1) Handlingsplan i oversigt
- 2) Handlingsplan boringer - uddybes i tilstandsrapport
- 3) Drikkevandskvalitet – nitrat, CD, CMD, CTA
- 4) Principtegning B1 og råvandskvalitet - uddybes i BI-plan
- 5) Principtegning B2 og råvandskvalitet - uddybes i BI-plan
- 6) Principtegning B3 og råvandskvalitet - uddybes i BI-plan
- 7) Principtegning B4 og råvandskvalitet - uddybes i BI-plan
- 8) Kapacitetsdiagram - uddybes i tilstandsrapport
- 9) Oversigt kildeplads - uddybes i tilstandsrapport
- 10) Oversigt kildeplads / indvindingsopland / punktkilder - uddybes i tilstandsrapport.
- 11) Forsøg med gendannelse af afværgvand og sikre rent grundvand - uddybes i BI-plan (Behovsstyret Indsatsplan)
- 12) Generelle forklaringer, processer i umættet og boringsnære grundvandszoner samt rodzonen - uddybes på møde
- 13) Biologisk og bioteknisk forsøgsanlæg om gendannelse af rent grundvand, uddybes i BI -plan samt projekt fra bl.a. Teknologisk Institut, rodzonefirma og GEUS. (kommer senere)
- 14) Arbejdsgruppen. Tilknyttede firmaer til forskellige opgaver og deres kompetencer. (kommer senere)

Andre generelle bilag. Findes i afsnit 5 - KUV Ledelse og Drift.

- Mitdrikkevand.dk - alle analyser og forklaringer, borerapporter, arkivmaterialer om boringer, rapporter, kontrolprogram
- Moderne hjemmeside og ”bedre brug af analyser”
- Folder til forbrugerne
- Tilstandsrapport og handlingsplan
- Behovsstyret indsatsplan
- Kursus - bestyrelsen og udvidelse med vandværkspasser kursus i teknik og hygiejne - KUV ledelse- og drift samt vejledninger i egenkontrol med bakterier, instrukser, hygiejne m.m.

BILAG 1 - Handlingsplan i oversigt

Anbefalinger i oversigt i henhold til møder og konklusioner. Handlingsplanen kan så vedlægges som bilag til brev fra Nordfyns Vandværk til kommunen.

Planen er opbygget således, at der må forventes enten et møde hos kommunen og med teknisk- og miljøudvalget, så de vigtigste spørgsmål og punkter kan uddybes i en samtale, hvor de faglige forhold kan drøftes.

Opdeles i plan A, B og C - som det foreslås der arbejdes med sideløbende:

Plan A - hurtigt rent drikkevand og/eller hurtig forbedringer af drikkevandskvaliteten.

Hvis der hurtigt skal leveres rent drikkevand, anbefales det at søge om midlertidig udvidet vandbehandling med aktiv kul, som en velkendt metode.

Vandværket vil søge kommunen om dette som en midlertidig foranstaltning samt sideløbende arbejde med plan B og C i 2020 til 2022.

Det er oplyst, at vandværket allerede har en dispensation for overskridelser af pesticidrester og haft en tilladelse til aktiv kul, men som er trukket tilbage.

Det er også vigtigt at påpege, at drikkevandet ikke er i nærheden af at være sundhedsskadeligt, se illustration og grafer i bilag 3.

Plan B - undersøge den fysiske tilstand af hver boring, variationen i pesticidrester i magasinet, ændre indvindingsstrategien, forsøg med gendannelse af rent grundvand og optimere de nuværende åbne filtre.

Undersøgelserne vil sikre vandværket mod utætheder og bakterier i råvandet, og med ændret pumpestrategi få den bedst muligt råvandskvalitet fra de 4 boringer til produktion af drikkevand.

Ud fra kendt viden om mikrobiologisk naturlig nedbrydning i sandfiltre (se bilag 11 m.fl.) søges ekspertrådgivning om optimering af nuværende åbne langsomfiltre for den bedst mulige renseeffekt, så der uden ændringer på selve vandværket kan opnås den bedst mulige drikkevandskvalitet, med et minimum af investering.

Hertil kommer de praktiske forsøg med naturlig biorensning og gendannelse af rent grundvand. Dette er beskrevet i bilag og foreslås uddybet på et møde/besigtigelse.

Uddybende forklaringer kommer i kommende plan for Behovsstyret Indsatsplan.

Plan C - samarbejder om ny kildeplads med omkringliggende vandværker.

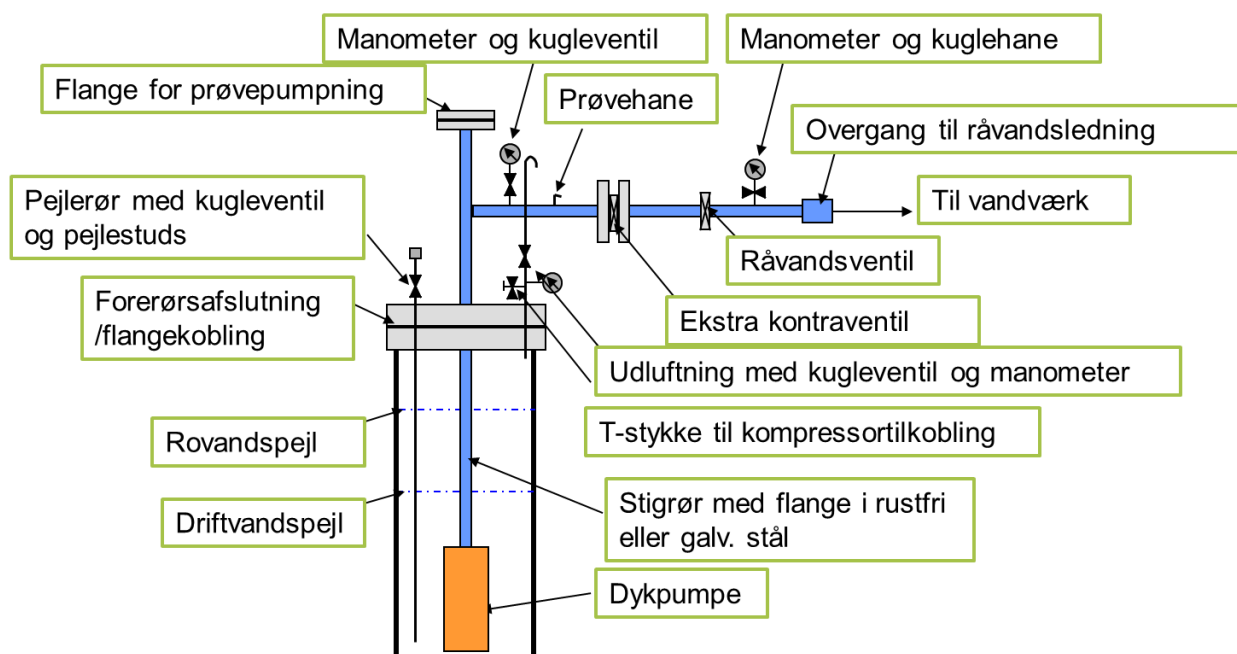
NFV vil til januar 2020 fremlægge forslag til en delplan - om et samarbejde med andre vandværker om dannelse af et muligt nyt råvandsforsyningsselskab - om fælles undersøgelser af ny kildeplads og driften af denne.

NFV har investeret i 2 prøveindvindingsboringer.

Der vil blive fremlagt et program for de videre undersøgelser og der afholdes et møde med interesserede vandværker i området om en fælles undersøgelse og udnyttelse af den nye kildeplads. Plan for C kører sideløbende med plan B.

BILAG 2 - Handlingsplan boringer

Overvågning af boringer – tryktests Utæt forerør eller samlinger?



Vandværket indfører KUV Ledelse- og Drift med egenkontrol af boringernes tilstand.

Der mangler flere vigtige ting ved de nuværende boringer, hvilket gør, at den fysiske tilstand ikke er fulgt.

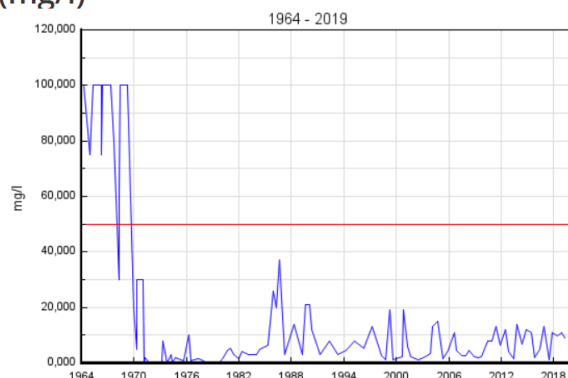
Ved undersøgelser og forbedringer får vandværket styr på en række vigtige nøgletal for hver borings tilstand.

- Forerørets tæthed (tryktest) og dermed sikkerhed mod bakterier i råvandet
- Boringens specifikke kapacitet
- Utætheder i pumpens kontraventil
- Pumpens tilstand
- Stigrørets tilstand
- Råvandsledningens tæthed og modtryk (aflejringer)
- Udvikling i ro- og driftvandspejl
- Undgå iltning af råvandet inde i forerøret

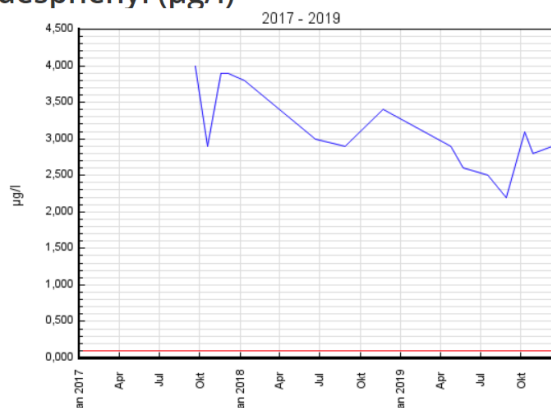
Uddybet i vandværkets kommende KUV Ledelse- og driftssystem med egenkontrol for bakterier samt hygiejneregler (ej indført p.t.).

BILAG 3 - Drikkevandskvalitet

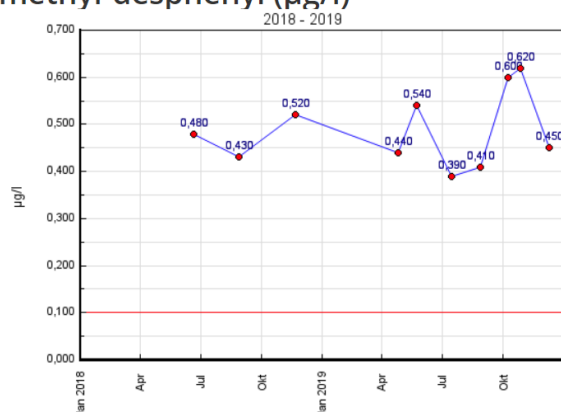
Nordfyns vandværk: Nitrat (NO₃) (mg/l)



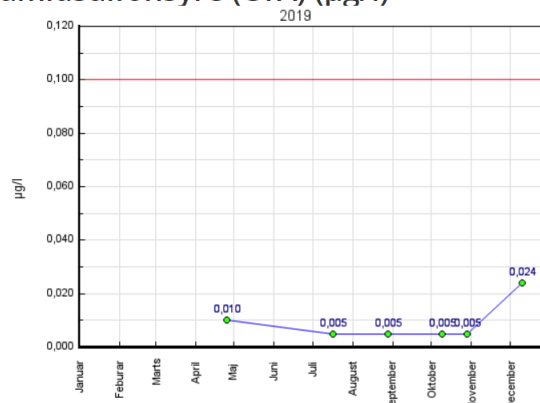
Nordfyns vandværk: Chloridazon-desphenyl (µg/l)



Nordfyns vandværk: Chloridazon-methyl-desphenyl (µg/l)



Nordfyns vandværk: Chlorothalonil-amidsulfonsyre (CTA) (µg/l)

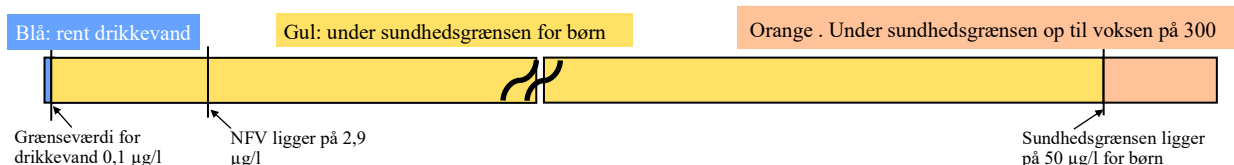


Udsving i nitrat skyldes især B4, som udviser tegn på den såkaldte skorstenseffekt/ ”dræneffekt” i magasinet, og der kan være utætheder, som undersøges nærmere. Se bilag om hver boring - uddybes i rapporter.

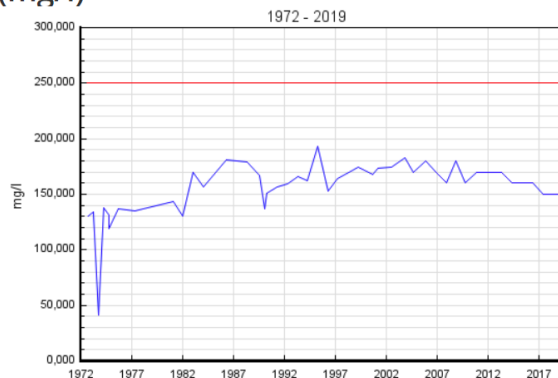
Det ses, at CD er faldet over en relativ kort måleperiode, ca. 50 pct. over en 2 års måleperiode.

INFO

Herunder illustreres rent drikkevand, indholdet af CD (chloridazon-desphenyl) hos NFV og at sundhedsgrensen for børn ligger på fx 500 gange grænseværdien, voksne tilsvarende 3000 gange over grænseværdien og det aktuelle indhold hos NFV ligger ca. 29 gange over grænseværdien.



Nordfyns vandværk: Sulfat (SO₄) (mg/l)



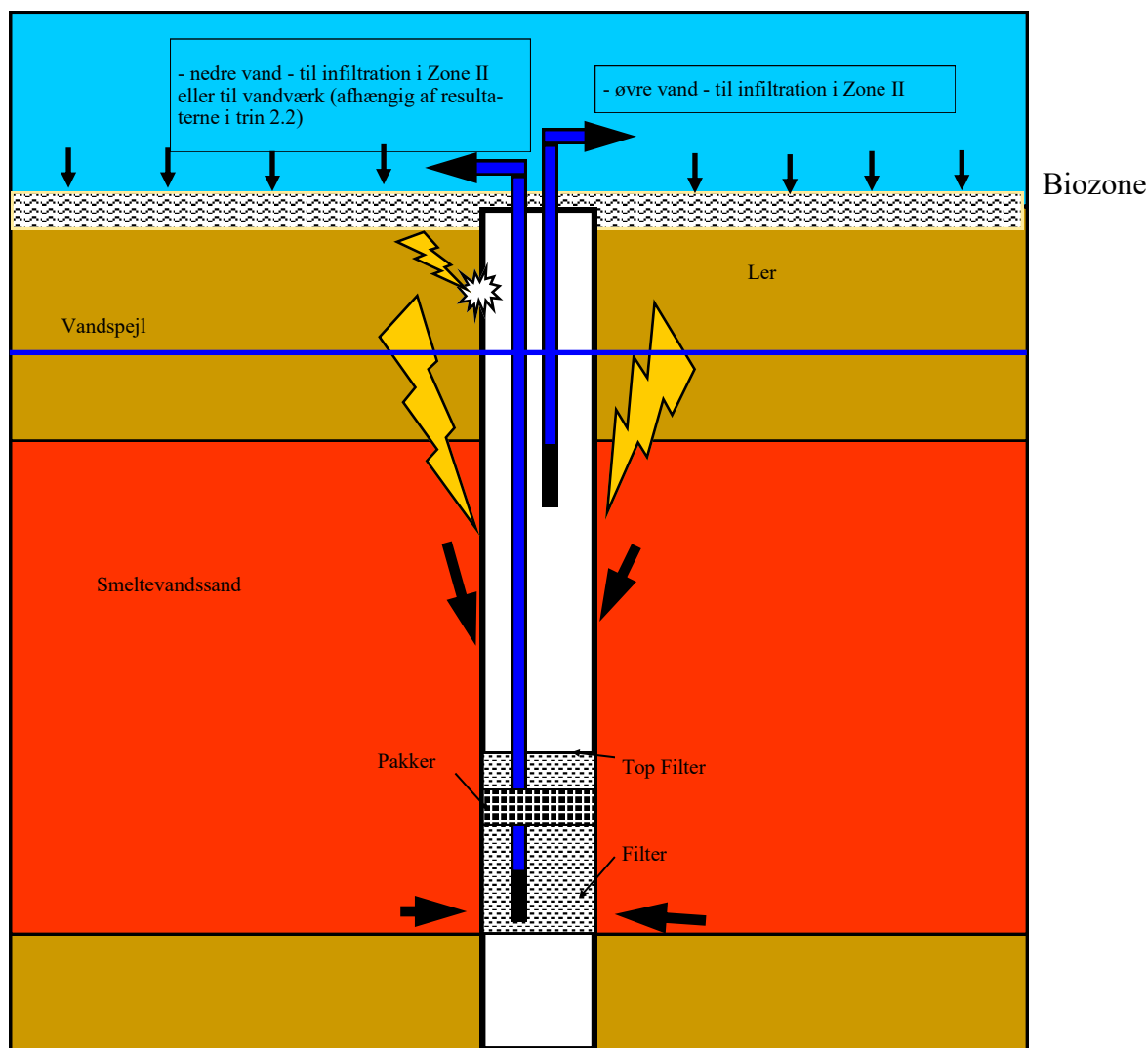
BILAG 4 - Principtegning B1 - DGU 127.45

Illustration af opbygningen af B1 - borejournal kan hentes på fx mitdrikkevand.dk

Der planlægges dobbeltpumpling for undersøgelse af forskellen i råvandets kvalitet.

Nærmere forklaringer findes i kommende Behovsstyret Indsatsplan.

Prøver udtaget af hhv. nedre og øvre råvand, viser væsentlige forskel i råvandet (vertikalt), se næste side.

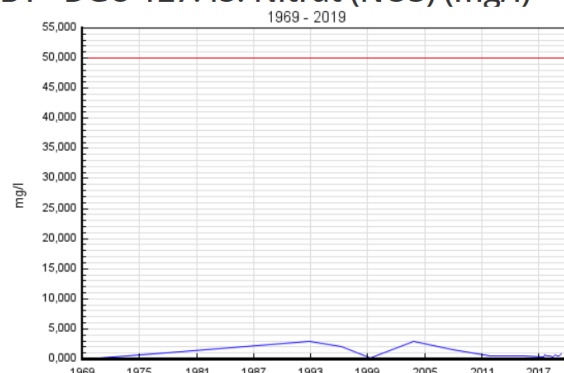
I vinter/forår 2020 vil drikkevandet derfor kunne blive forbedret—alene ved optimering af indvindingsstrategien, så den mindst belaste fraktion af råvandet anvendes til produktion af drikkevand, og den mest belastede del anvendes til dokumentation for kildepladsens infiltrationssevne og naturlig renseeffekt fra naturlige bakterier og planter i på kildepladsens nærområdet (fx 3 ha).

Sådan læser du grafen:

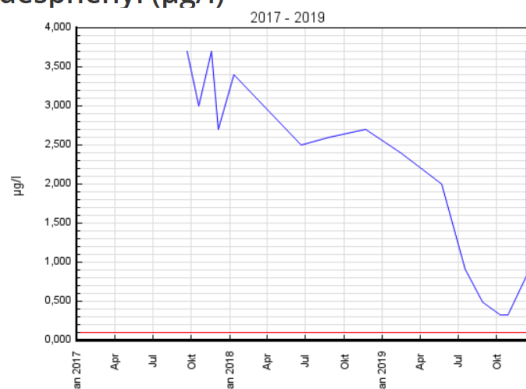
Resultat af nedre råvand er lagt ind først og dernæst øvre. Derfor vil du se—ofte ret store ud-sving og husk at det er den bedste råvandsfraktion der anvendes til drikkevandsproduktion.

BILAG 4 - Råvandskvalitet B1 - DGU 127.45

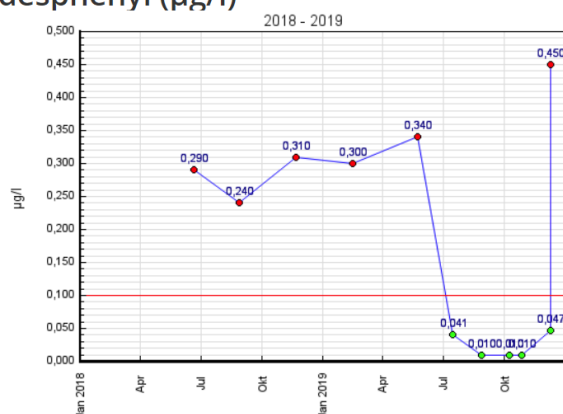
B1 - DGU 127.45: Nitrat (NO₃) (mg/l)



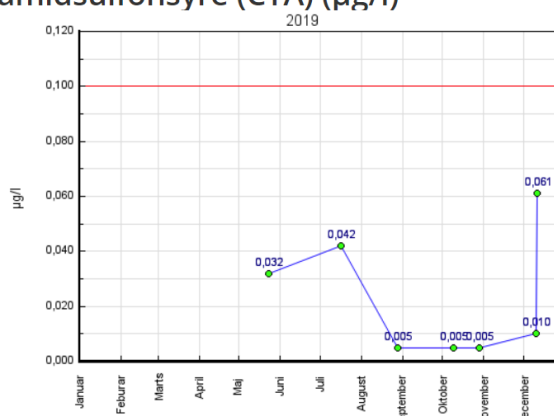
B1 - DGU 127.45: Chloridazon-desphenyl (µg/l)



B1 - DGU 127.45: Chloridazon-methyl-desphenyl (µg/l)



B1 - DGU 127.45: Chlorothalonil-amidsulfonsyre (CTA) (µg/l)



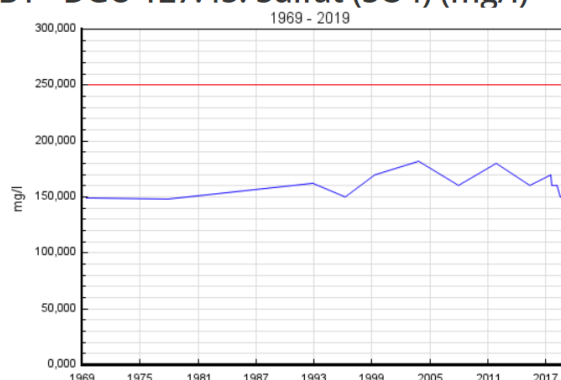
Boring 1

Nitrat er stabil lav, mens CD og CMD har vist markante fald i måleperioden.

Dette kan skydes, at boringen har stået stille i en periode, og der ved prøveudtagning kun er pumpet i kort tid.

Det viser dog tydeligt, at der må være forskel i råvandets kvalitet i magasinet, hvilket undersøges.

B1 - DGU 127.45: Sulfat (SO₄) (mg/l)



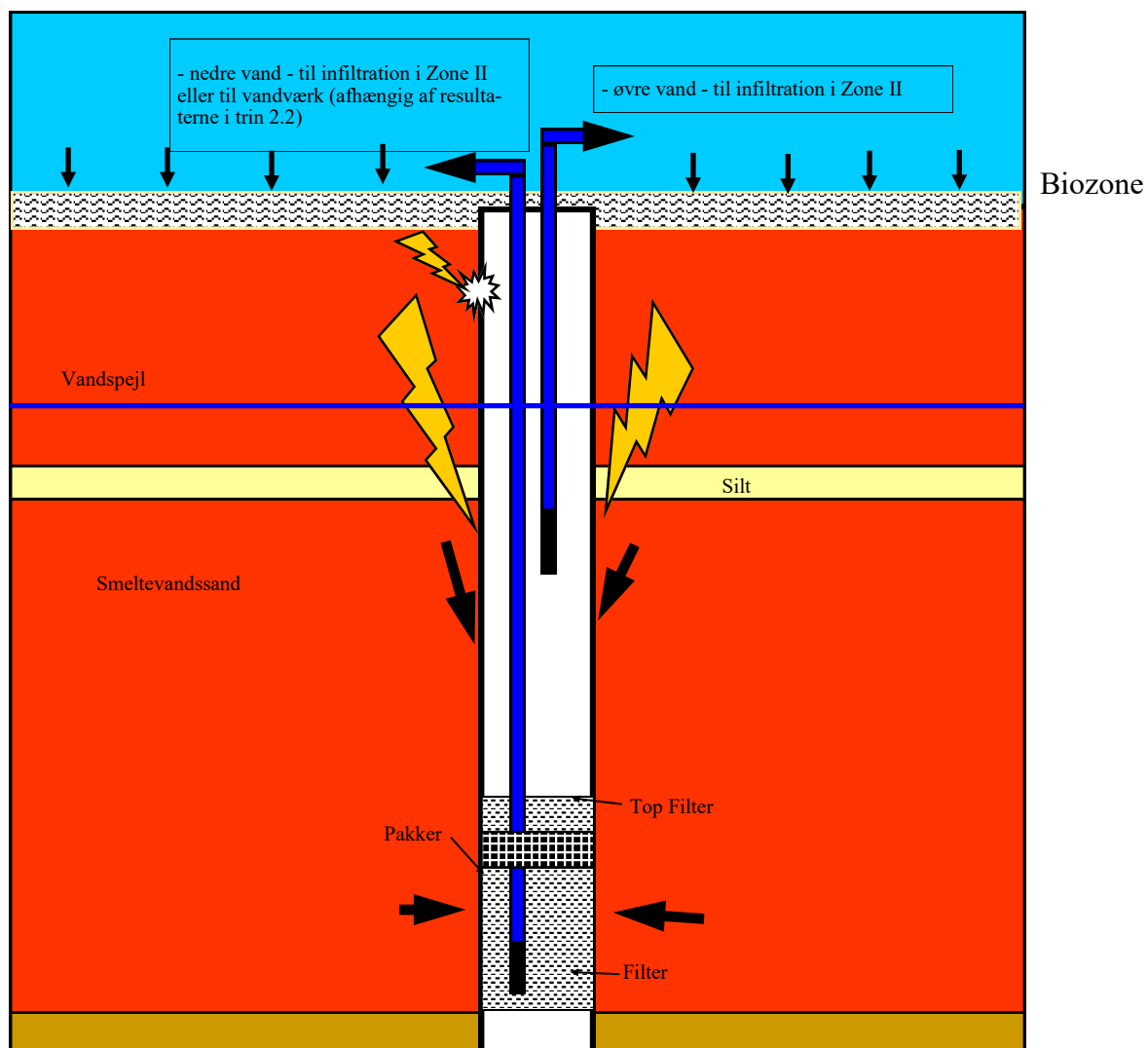
BILAG 5 - Principtegning B2 - DGU 127.226

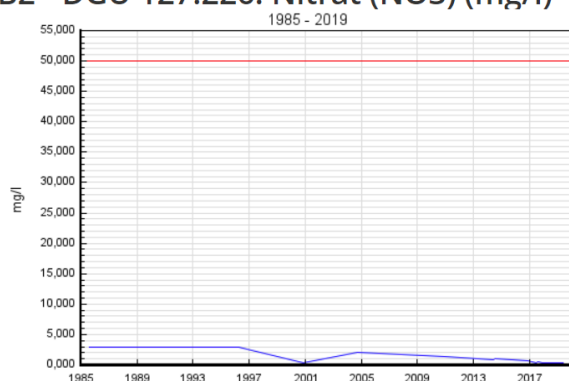
Illustration af opbygningen af B2 - borejournal kan hentes på fx mitdrikkevand.dk

Der planlægges dobbeltpumpe for undersøgelse af forskellen i råvandets kvalitet.

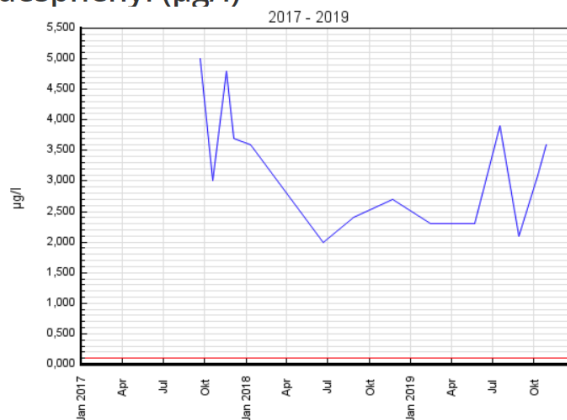
Nærmere forklaringer findes i kommende Behovsstyret Indsatsplan.

BILAG 5 - Råvandskvalitet B2

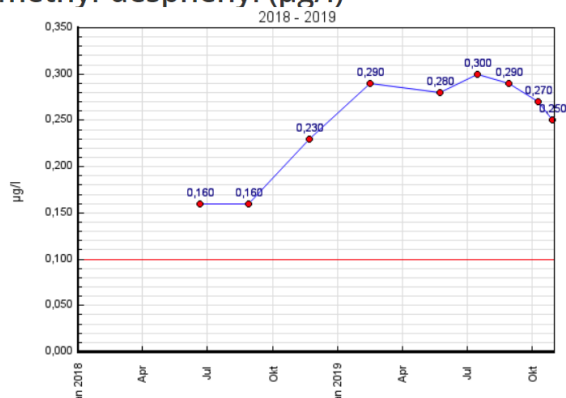
B2 - DGU 127.226: Nitrat (NO₃) (mg/l)



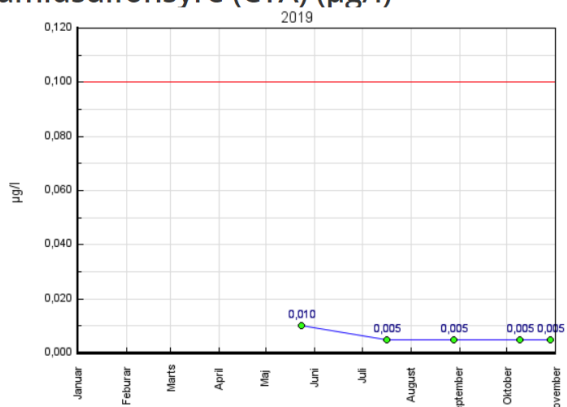
B2 - DGU 127.226: Chloridazon-desphenyl (µg/l)



B2 - DGU 127.226: Chloridazon-methyl-desphenyl (µg/l)

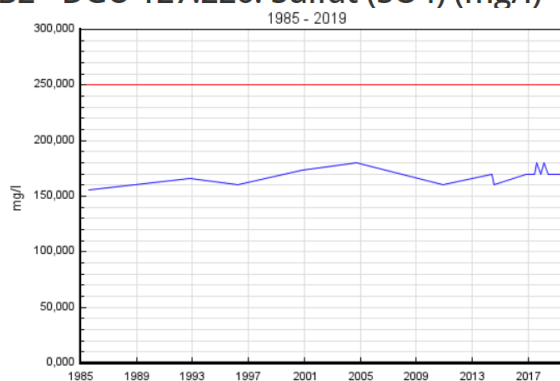


B2 - DGU 127.226: Chlorothalonil-amidsulfonsyre (CTA) (µg/l)



Nitrat lav - faldende.
Sulfat højt - men stabil.

B2 - DGU 127.226: Sulfat (SO₄) (mg/l)



BILAG 6 - Principtegning B3

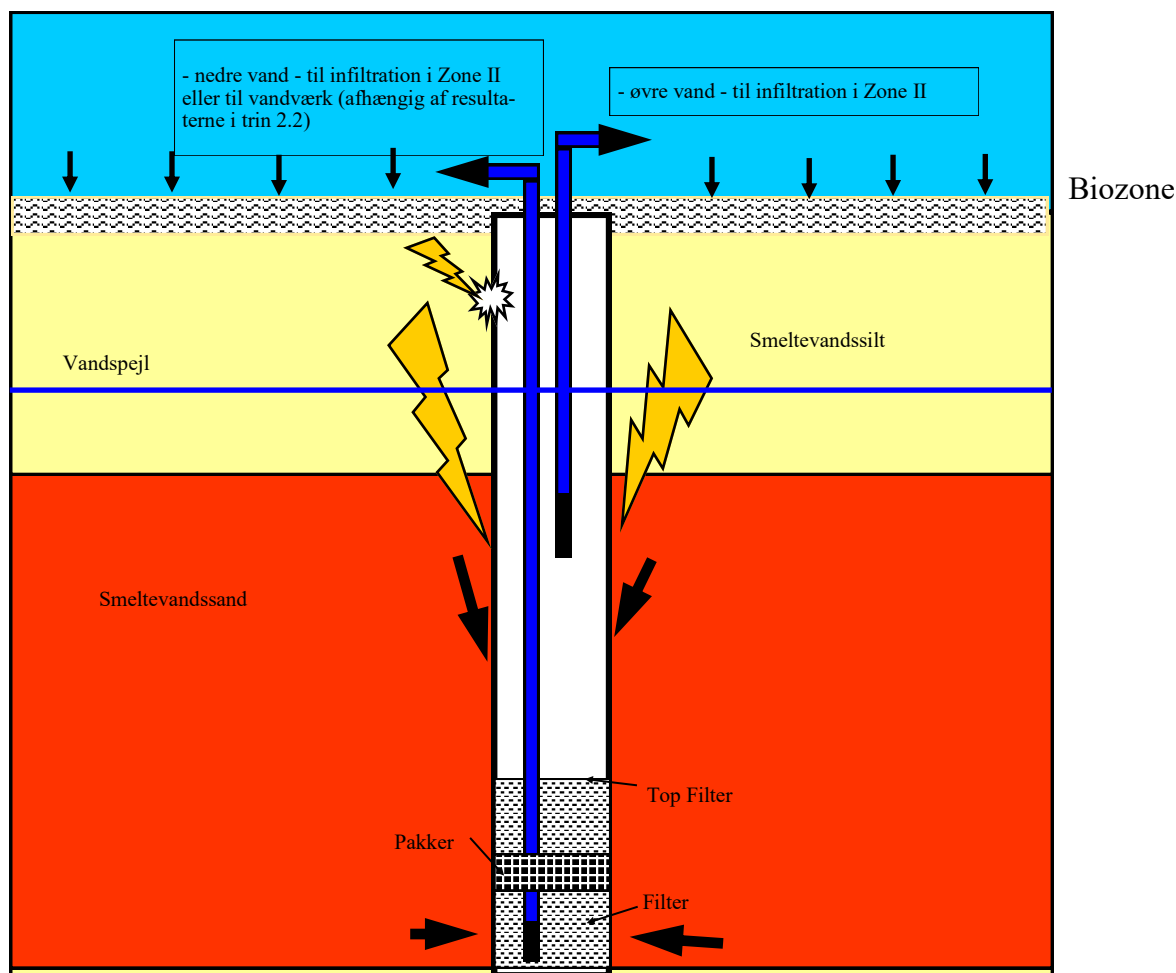


Illustration af opbygningen af B3 - borejournal kan hentes på fx mitdrikkevand.dk

Der planlægges dobbelt pumpning for undersøgelse af forskellen i råvandets kvalitet.

Nærmere forklaringer findes i kommende Behovsstyret Indsatsplan.

Prøver udtaget af hhv. nedre og øvre råvand, viser væsentlige forskel i råvandet (vertikalt), se næste side.

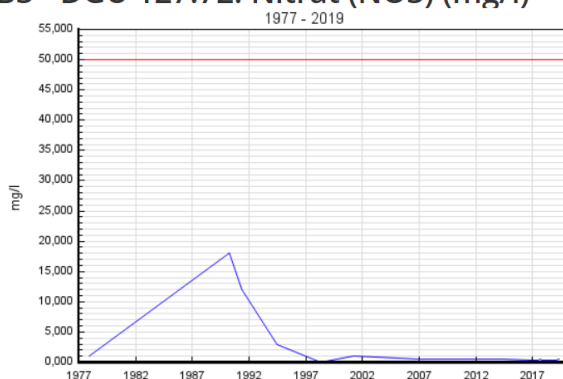
I vinter/forår 2020 vil drikkevandet derfor kunne blive forbedret—alene ved optimering af indvindingsstrategien, så den mindst belastede fraktion af råvandet anvendes til produktion af drikkevand, og den mest belastede del anvendes til dokumentation for kildepladsens infiltrationssevne og naturlig renseeffekt fra naturlige bakterier og planter i på kildepladsens nærområdet (fx 3 ha).

Sådan læser du grafen:

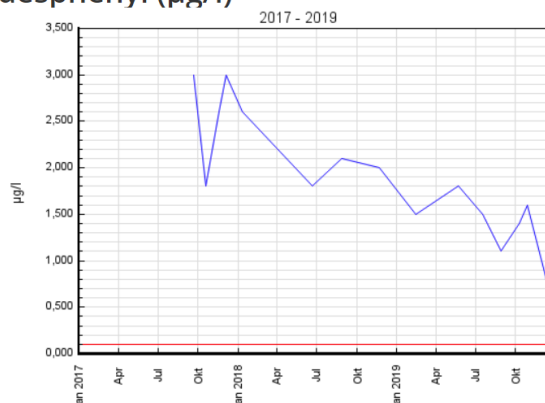
Resultat af nedre råvand er lagt ind først og dernæst øvre. Derfor vil du se—ofte ret store udsving og husk at det er den bedste råvandsfraktion der anvendes til drikkevandsproduktion.

BILAG 6 - Råvandskvalitet B3

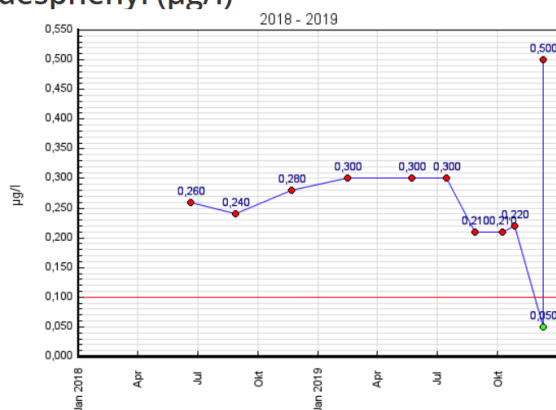
B3 - DGU 127.72: Nitrat (NO₃) (mg/l)



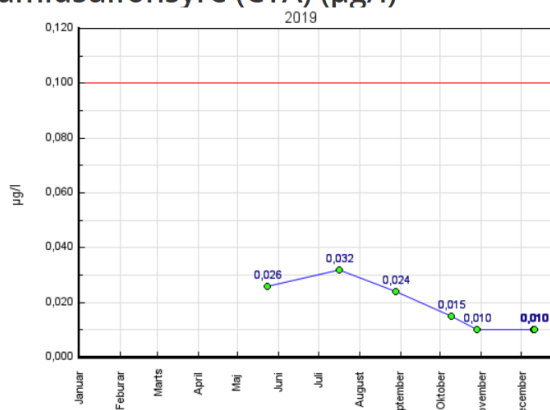
B3 - DGU 127.72: Chloridazon-desphenyl (µg/l)



B3 - DGU 127.72: Chloridazon-methyl-desphenyl (µg/l)



B3 - DGU 127.72: Chlorothalonil-amidsulfonsyre (CTA) (µg/l)

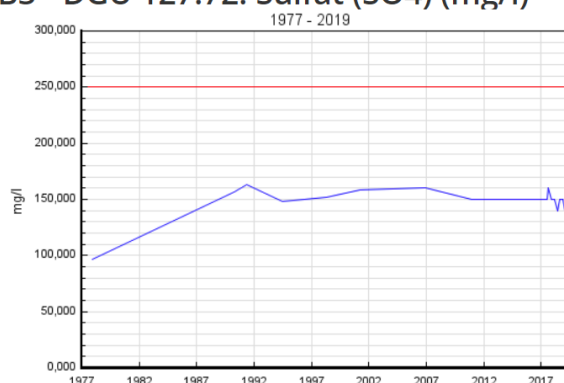


Der har været nitrat i en periode i råvandet og i dag ingen nitrat.

Det tyder på en lokal pumpepåvirkning og ikke et tegn på generelt nitratproblem i magasinet.

Sulfat har vist stigning i starten men nu stabil - kan skyldes lokale kemiske reaktioner mellem ilt, nitrat og mineralet pyrit.

B3 - DGU 127.72: Sulfat (SO₄) (mg/l)



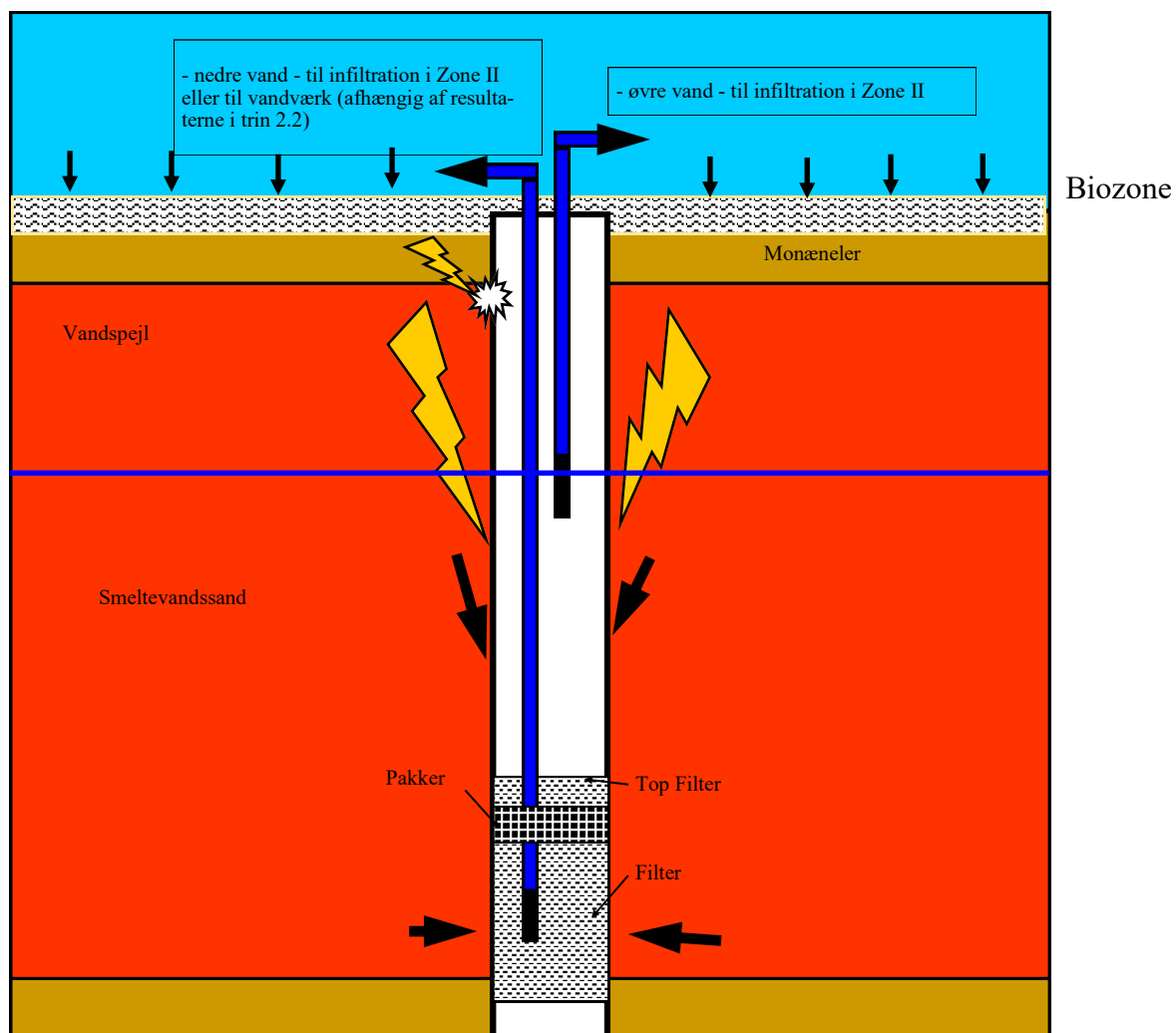
BILAG 7 - Principtegning B4 - DGU 127.223

Illustration af opbygningen af B4 - borejournal kan hentes på fx mitdrikkevand.dk.

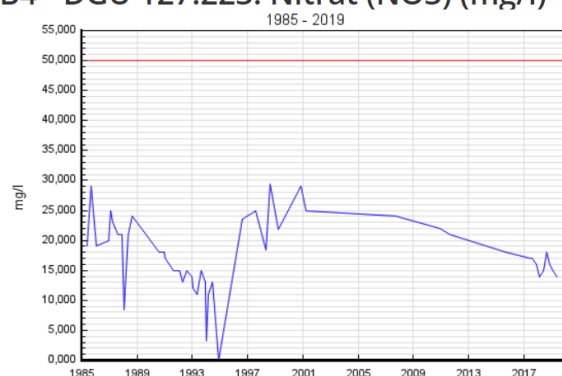
Der planlægges dobbelt pumpning for undersøgelse af forskellen i råvandets kvalitet.

Nærmere forklaringer findes i kommende Behovsstyret Indsatsplan.

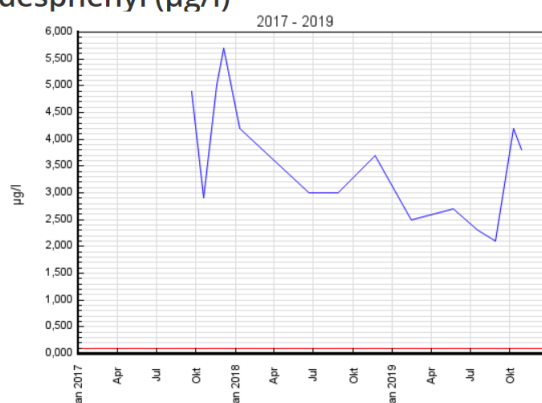
B4 er mere sårbar, hvilket kan forklare svingende nitrat - se næste side.

BILAG 7 - Råvandskvalitet B4

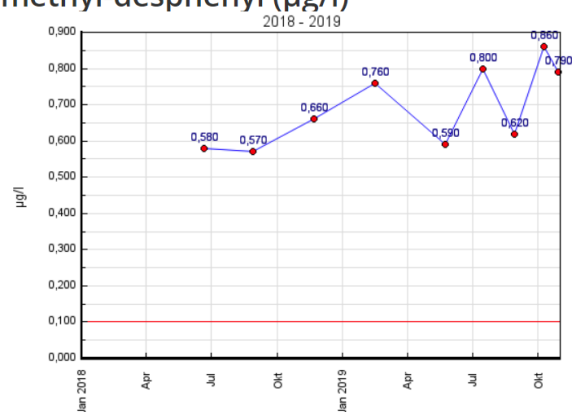
B4 - DGU 127.223: Nitrat (NO₃) (mg/l)



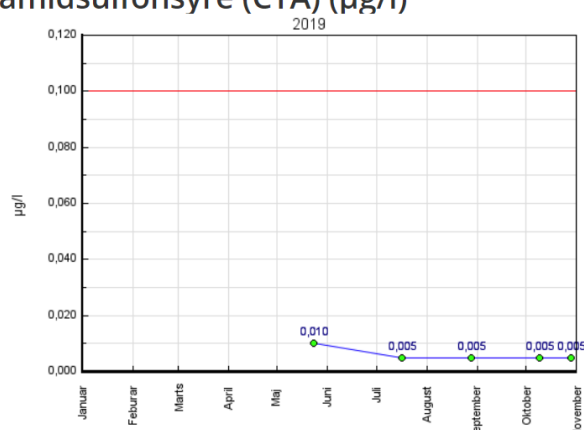
B4 - DGU 127.223: Chloridazon-desphenyl (µg/l)



B4 - DGU 127.223: Chloridazon-methyl-desphenyl (µg/l)



B4 - DGU 127.223: Chlorothalonil-amidsulfonsyre (CTA) (µg/l)

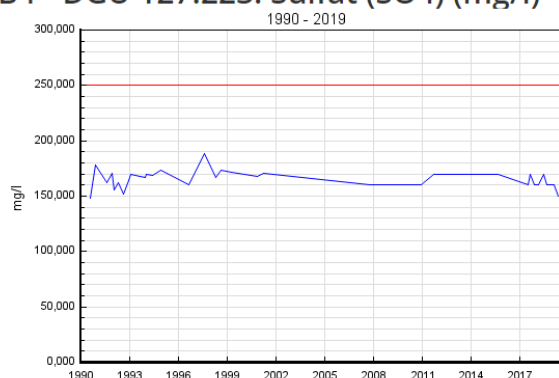


Boring 4 har svingende nitrat - men ikke stigende.

Kan skyldes påvirkning af pumpning og dermed "skorstenseffekt" - og det betyder ikke, at kildepladsen er sårbar overfor nitrat.

Sulfat er stabil og synes upåvirket af pumpningen.

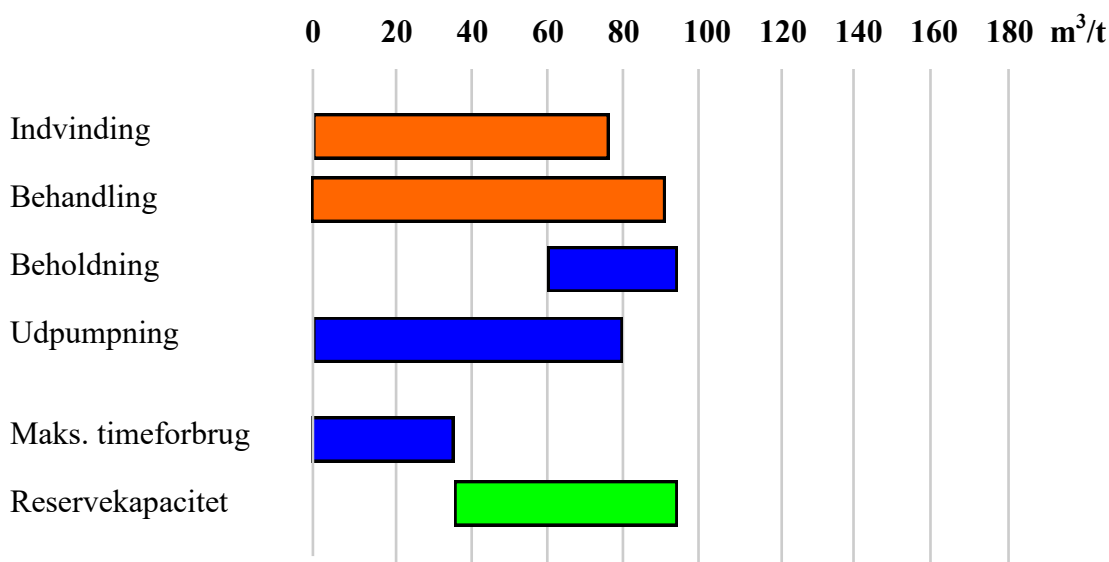
B4 - DGU 127.223: Sulfat (SO₄) (mg/l)



BILAG 8 - Kapacitetsdiagram

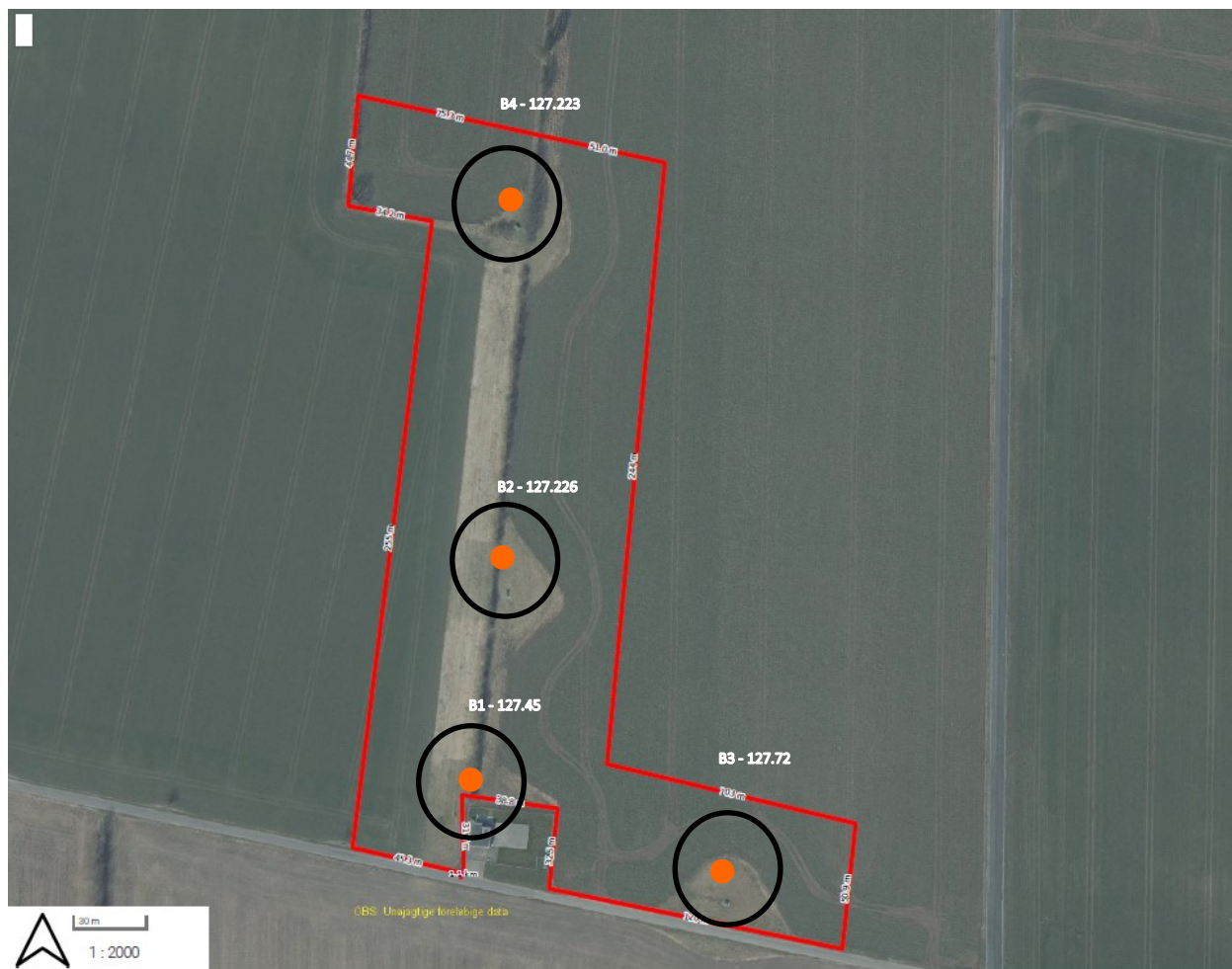
Samlet kapacitets- og dimensionerings forhold.
Indvinding – behandling – reservoir – udpumpning,
samt behov

Indvindingskapacitet m ³ /t :	25 + 17 + 10 + 25 = 77 m ³ /t
Skøn - ingen råvandsmålere	B1 B2 B3 B4
Behandlingskapacitet m ³ /t	3 stk. á 6 m ² x 5 = 90 m ³ /t
Åbne filtre	
Beholdningskapacitet m ³	300 + 40 = 340 m ³ (34 m ³ over 10 t.)
Udpumpningskapacitet i m ³ /t	4 x 20 = 80 m ³ /t (frekvensstyret)
Forbrug - Årlig i m ³	160.000 m ³
Antal forbrugere	
Døgn middel forbrug i m ³	440 m ³
Max døgnforbrug m ³	660 m ³ (Fd = 1.5) i praksis ca. 500 m ³ (oplyst)
Time middel forbrug i m ³	18 m ³
Max timeforbrug m ³	34 m ³ (Fd = 2.25 *)
Normal døgnproduktion	440 m ³ - kan produceres på ca. 8-9 timer ved drift af to borerer fx B1 + B4

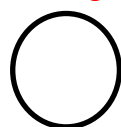
Kapacitetsdiagram

Driftssituation fra sommer 2019 - er B1 og B3 sat på stop, men kan genåbnes.
Middelforbrug er på 18 m³/t - så der vil være god overkapacitet til projekt for gendannelse af rent grundvand.

BILAG 9 - Kildepladsen - skitseoplæg til gendannelse af rent grundvand



Rød figurstreg: samlet infiltrationsareal for biozoner på i alt ca. 3 ha



Sort cirkel: Indre **biozoner I** - med maksimal infiltration - infiltrationskapaciteten undersøges, men det våde efterår har vist, at kapaciteten er høj og tilstrækkelig.

Grøn og bæredygtig redning af NFV kildeplads

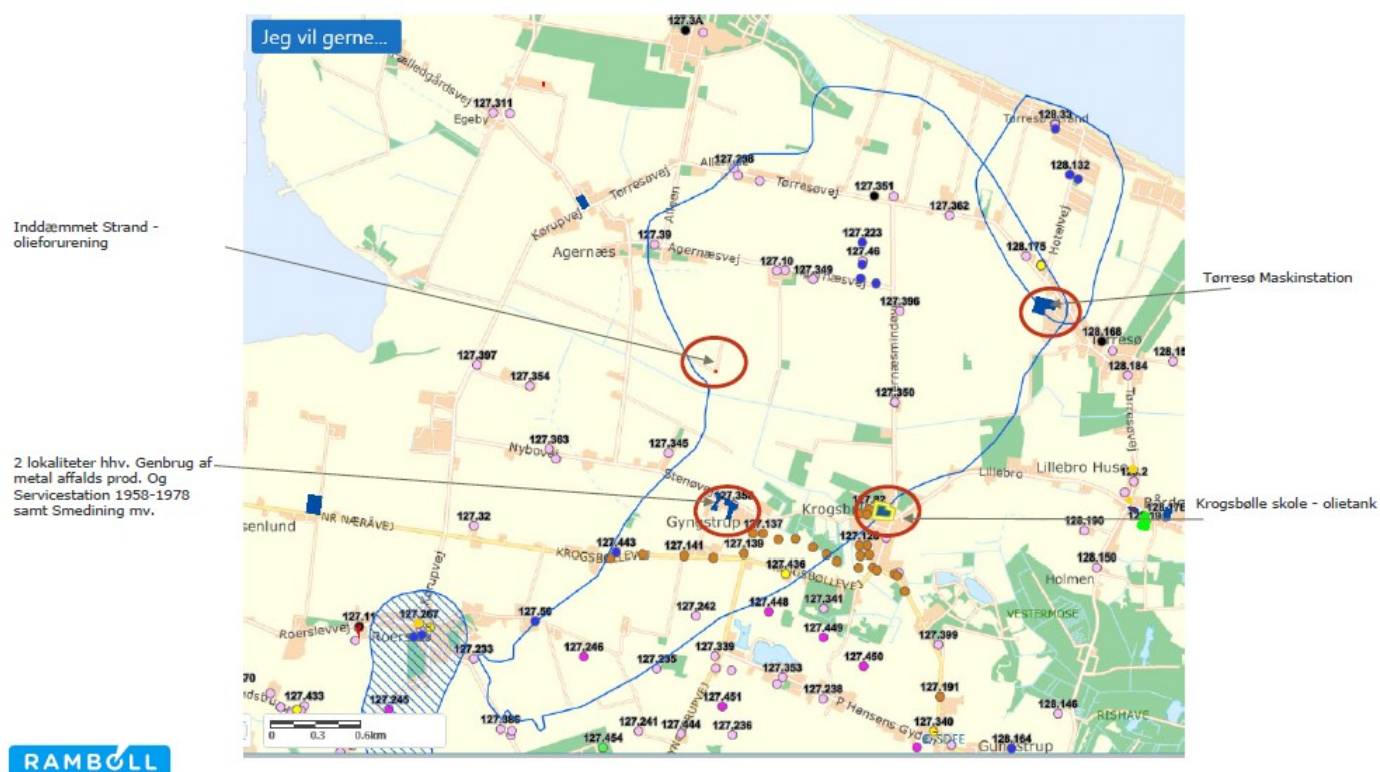
Den røde figur viser de ca. 3 ha, som kan lejes for foreløbig 5 år.

Der kan infiltreres det dobbelte af indvindingen til forbrug, hvilket over en årrække vil skabe en buffereffekt i magasinet og skabe rent grundvand.

Efter nogle år kan vandværket forvente at overgå til helt normal drift og kun ”tænde” / ”slukke” for et helt enkelt anlæg og bevare kildepladsen.

Den forurening, der er sket, vil dels henfalde naturligt (set på den korte måleperiode), og når punktkilderne renses og neutraliseres, vil der på sigt gå længere og længere tid mellem start/stop af afværge- og biorensenanlægget.

BILAG 10 - Kildeplads / indvindingsopland / punktkilder



Kortet fra Rambøll - juni 2019 - viser punktkilder i indvindingsoplandet til NFV.

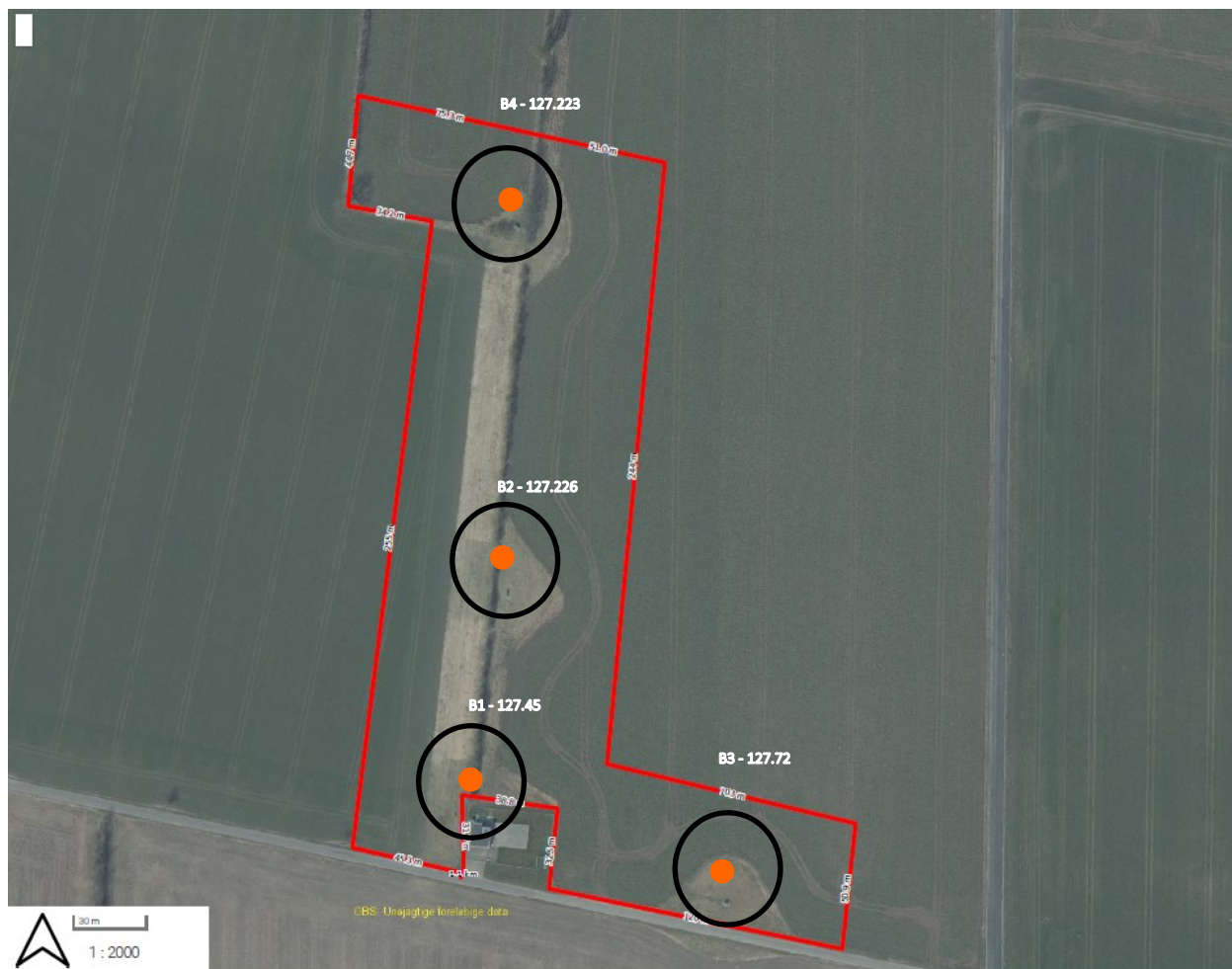
NFV indhenter data fra regionen, som lægges på mitdrikkevand.dk.

NFV følger op på at få alle punktkilder undersøgt og oprenset, så forurening af NFV's kildeplads stopper.

Regionen tilbydes at deltage i NFV's undersøgelser og samarbejde.

Det er især punktkilden "maskinstation" med vaskeplads samt begravede dyr sammen med kemikalierester fra ca. 1983, som vurderes at være årsagen til vandværkets udfordringer og dermed den værste kilde. Beliggende ca. 1 km fra vandværket og inde i indvindingsoplandet.

BILAG 11 - Forsøg med gendannelse



Skitseforslag til forsøg med biorensning:

B1 - afværge vandet (ca. 5 m³/t) ledes ud i 100 meter nedsivningsslange langs læbæltet. Overdækket med halm for at bevare en så høj temperatur som muligt af hensyn til den mikrobiologiske nedbrydning af reststofferne. Dokumentation sker ved udtagning af vand under rodzonen.

B3 - afværge vandet (ca. 5 m³/t) udledes i cirkelzonen. Undersøgelse af infiltrationskapacitet - men det tyder på, at den er tilstrækkelig - ellers udvides zonen.

B4 - Biofilter opbygges efter anvisning fra Teknologisk Institut - kapacitet 5 m³/t - udenfor 25 meter zonen, men det rensede vand infiltreres så tæt på B4 som muligt for at se en hurtig effekt.

B2 - tilsvarende B4, men bioanlæg af anden type.

Kontrol af effekt. Der udtages vandprøver fra boringer, afgang vandværk, og i anlæg B4 og B2 samt under rodzonen.

Alle data opdateres løbende under "kontrolprogram" - på mitdrikkevand.dk ligesom udviklingen ved punktkilder.

BILAG 11 - Forsøg med gendannelse - illustration af bakterier, planter

Kendt viden til INFO:

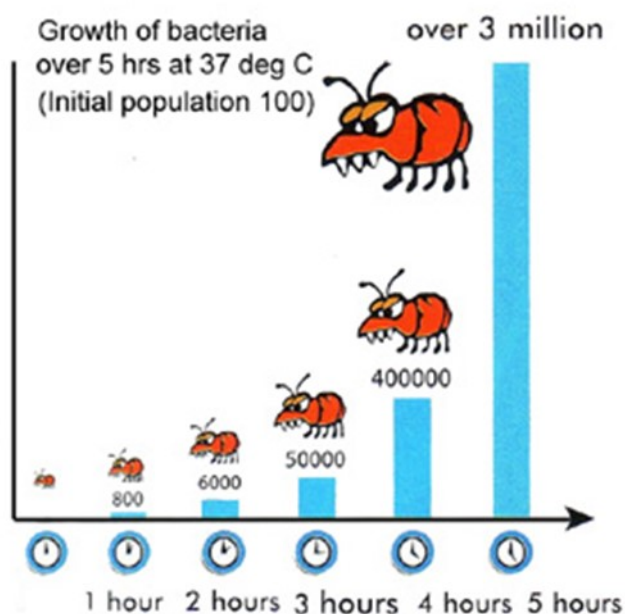
naturlige metoder til rensning af det mest belastede grundvand samt gendannelse ved naturlig infiltration gennem rodzonen.

Et bioteknisk - biologisk anlæg omsætter fx pesticidrester ved hjælp af bakterier.

Det er meget vigtigt at finde frem til de bedste naturlige bakterier, og de har de bedste forhold for udvikling.

Figuren illustrere bakterievækst ved optimale forhold, som temperatur, iltforhold og "mad nok" - her typisk organisk stof.

Naturlige bakterier i jorden går typisk i dvale ved under 5 grader C. Derfor er det vigtigt, at afværgenvandet og selve anlægget opbygges korrekt - også mht. temperaturen.



Fjernelse af nitrat (B4) og andre organiske uønskede stoffer sker også ved hjælp af planter i de 3 ha planlagt nær- og opland til kildepladsen.

Her vælges planter, som også er optimale til den ønskede effekt og tilpasses arealanvendelse.

Her kan man så kombinere et design ud fra ønsket om fx biodiversitet og uberørt natur/delarealer, mens andre delarealer kan designes til andre formål:

- Brug af planter til biogas
- Foder til dyr
- Oplevelser og til rekreative formål, undervisning, skoler
- Læring om planter, vand, dyr

Grønne løsninger:

Hos Nordfyn vandværk skal der foruden forsøgsanlæg designses i alt 3 ha til de forskellige valg af delmål, som vandværket ønsker fx i samarbejde med lokal skole, forbrugerne og kommunens miljøafdeling, som et pilotprojekt over fx 5 år.



Nordfyn vandværk nedsætter en arbejdsgruppe bestående af Teknologisk Institut, Århus, Rodzonefirmaet Killian Water, Brøndborer PC—Højslev, DVN med hver deres fagområde.

Bilag 13 opdateres i januar 2020.

BILAG 11 - Forsøg med gendannelse - illustration af bakterier, planter

Dit sandfilter gemmer måske på løsningen: (tekst fra Kemic hjemmeside)

Den trojanske hest er løsningen. Løsningen udvikler Kemic Vandrens i samarbejde med Teknologisk Institut i Århus, DTU, Innovationsfonden og Københavns Universitet.

Dansk og international forskning danner baggrund for løsningen, optimering af bakterier og organismer med særlige egenskaber i sandfiltre. I ét gram sand kan der være op til én milliard bakterier, og nogle af disse bakterier er i stand til at fjerne pesticider og dermed rense vandet helt naturligt. Så måske dit sandfilter gemmer på hemmeligheden.

Målet for projektet er at finde en metode, hvor man kan udnytte disse pesticidnedbrydende bakterier ved at tilføre dem til nye eller eksisterende sandfilteranlæg.

Pesticidnedbrydende egenskaber gemt i cellerne:

Navnet på forskningsprojektet kommer fra metoden, bakterierne arbejder på. Bakterierne indeholder skjulte pesticidnedbrydende egenskaber, som ligger gemt i deres cellers gener. Når disse bakterier bliver tilført nye eller eksisterende sandfiltre overfører de egenskaberne til den eksisterende bakteriepopulation ved hjælp af "Den Trojanske Hest"- princippet.

Fordelen ved metoden er, at den ikke er begrænset af at de introducerede bakterier på et tidspunkt dør, da egenskaben er overført til den eksisterende bakteriepopulation.

Eksisterende boringer kan udnyttes:

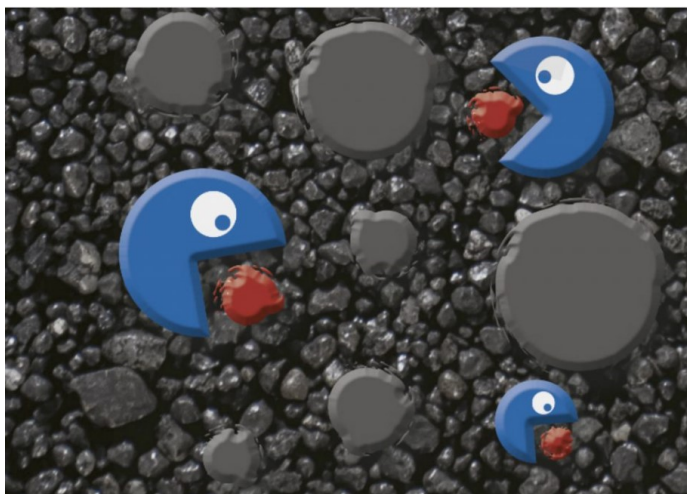
Metoden vil betyde, at antallet af nye boringer kan reduceres, og at allerede eksisterende boringer kan komme i brug igen.

Problemet med pesticider er ikke kun et problem her i landet, men et problem for størstedelen af EU, hvorfor det vil være muligt at eksportere denne løsning.

Det er altså muligt at få en fremtid uden pesticider.

Kilde: Kemic Vandrens

<https://www.kemic.dk/den-trojanske-hest/>



Naturlige sandfilter bakterier spiser pesticider

Nordfyns Vandværk inddrager forskellige eksperter i arbejdsgruppe om forsøg på gendannelse af rent grundvand:

- Eksempel 1 fra Kemic.dk, hvor projekt om netop nedbrydning af bakterier i sandfiltre.
- Eksempel 2 fra GEUS, hvor der også forskes i bionedbrydning af pesticidrester med bakterier.

BILAG 11 - Forsøg med gendannelse - illustration af bakterier, planter

Vandteknologi: - fra GEUS hjemmeside:

Det kan være nødvendigt at rense vand for forurening – enten for at undgå yderligere forurening af fx grundvand, eller for at kunne bruge vandet til drikkevand, hvor der ikke er muligheder for at sikre drikkevandsforsyningen uden forudgående behandling af vandet.

På GEUS arbejder vi med at udvikle metoder til vandrensning. Vi er en af landets førende aktører inden for udvikling af miljøbioteknologiske metoder til rensning af grundvand og havvand. Den overordnede vision med denne forskning er at tilrette mikrobielle processer med det formål at opnå et generelt renere vandmiljø.

Rensning af grundvand for miljøfremmede stoffer:

GEUS har gennem en årrække drevet forskning i udnyttelse af mikrobielle processer med henblik på rensning af forurenede vand. Vi har derfor opbygget en samling af bakteriekulturer, der er i stand til at nedbryde miljøfremmede stoffer, herunder pesticider og oliestoffer. Vi forsker løbende i, hvordan disse bakterier kan udnyttes bioteknologisk ved for eksempel at tilsætte dem til biologiske filtre.

Nogle drikkevandsboringer er forurenede med pesticidrester, og der bruges mange ressourcer på at sikre, at grænseværdierne for pesticiderne i drikkevandet på 0,1 µg/l ikke overskrides. På GEUS forsker vi i, hvordan pesticidnedbrydende bakterier kan udnyttes på vandværkerne til rensning af pesticidforurenede grundvand.

Fjernelse af uorganiske næringsstoffer og metaller i vandbehandling:

Danmarks drikkevandsforsyning er helt overvejende baseret på indvinding af grundvand. Der findes imidlertid en række uorganiske forbindelser i grundvandet, der ønskes fjernet inden vandet anvendes som drikkevand.

På GEUS forsker vi i mikrobiologisk omsætning af disse uorganiske forbindelser, herunder ammonium, jern og mangan i vandværkers sandfiltre. Det undersøges om processerne kan optimeres ved tilsætning af specifikke bakterier.

Oprensning af forurenede grunde:

Punktkilder som tankstationer, gamle renserier, industrigrunde, mv. udgør en af de store forureningstrusler for grundvandet i bynære områder. Hvis forureningen fra sådanne punktkilder truer med at brede sig til den rene del af grundvandet, etableres ofte anlæg, hvor det forurenede vand pumpes op af undergrunden og behandles inden det evt. ledes tilbage til undergrunden – såkaldte 'pump and treat'-løsninger.

Vi arbejder med både private og offentlige samarbejdspartnere på at skabe de mest optimale 'pump and treat'-løsninger med henblik på at fjerne mest mulig forurening i det etablerede system. I dette arbejde bruger vi bl.a. vores store ekspertise inden for mikrobielle processer.

Nedbrydning af olie i det marine miljø:

Forudsætningerne for at finde olie i undergrunden ved Grønland vurderes til at være særdeles gode og flere firmaer har igennem tiden fået licenser til olieefterforskning. Man ved imidlertid meget lidt om potentialet for mikrobiel omsætning af olie i tilfælde af et olieudslip. På GEUS arbejder vi med at udvikle nye beredskabsteknologier i forbindelse med oliespild både herhjemme og under arktiske forhold.

Kilde: www.geus.dk/vandressourcer/vandkvalitet/vandteknologi/

BILAG 12 - Generelle forklaringer

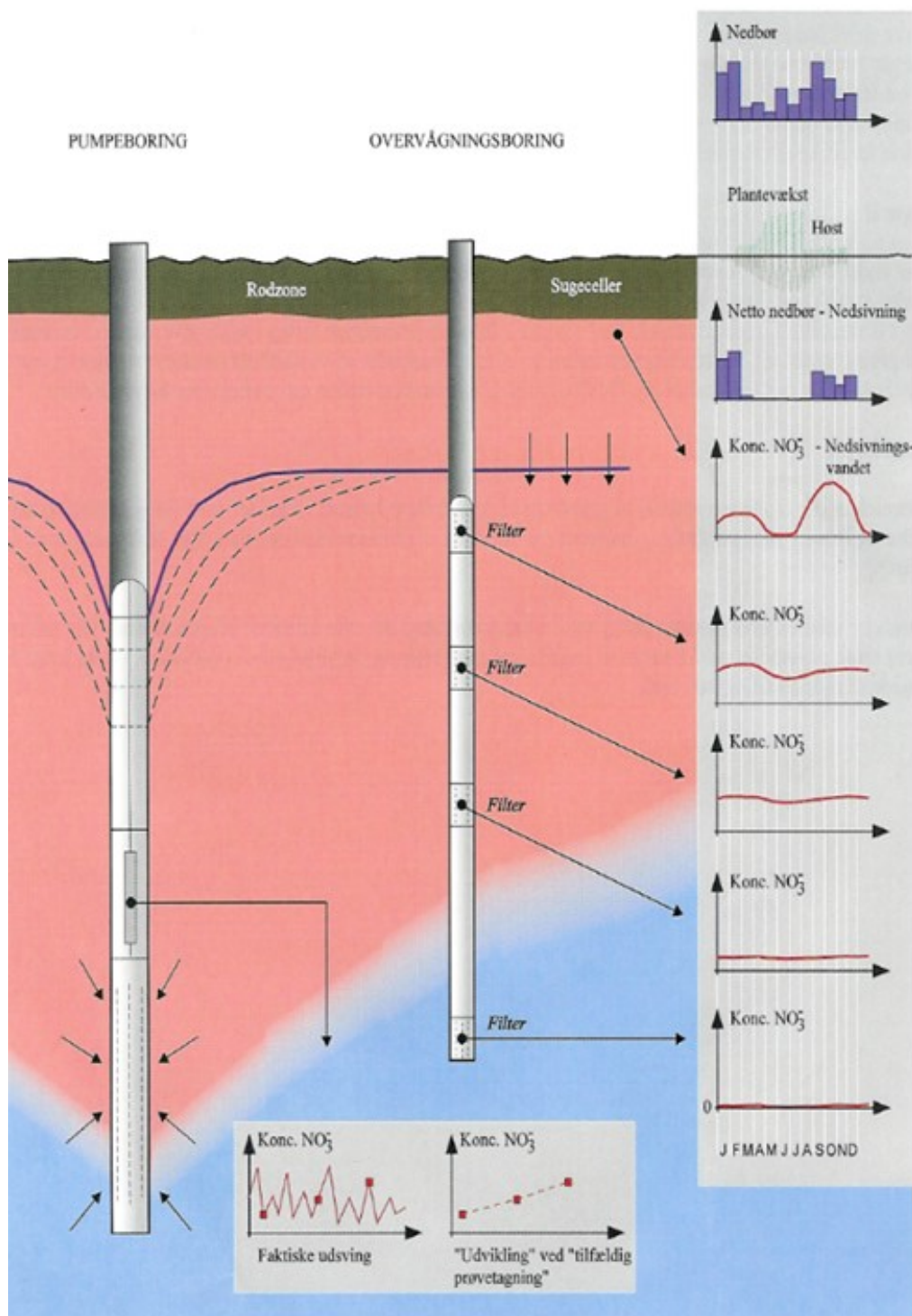


Illustration af pumpningens påvirkning af nitratgrænsen og analyser - i et sårbart magasin. Det vil være muligt, at undersøge vandkvaliteten i forskellige dybder og afstand fra fx B4. Det vil vise, at vi gennem projektet igen kan sænke nitratindholdet og indholdet af pesticidrester. Kemiske og biologiske processer: - i rodzonen og et stykke ned i den umættede zone fortsætter den naturlige nedbrydning af stoffer - fx pesticidrester, nitrat m.m. Over rodzonen er det vigtigt at have planter, som også indgår i den naturlige nedbrydning af nitrat og pesticidrester. Der er således ikke tale om udvidet vandbehandling, men brug af naturlige biologiske metoder. Kombineres med projekt om : **biodiversitet—bæredygtighed—klimavenlighed.**