



Fund af pesticider i vand fra almene vandværker

- Idékatalog til vandværker og myndigheder

SEPTEMBER 2018

Indhold

Pesticider i vandværket	3
Formål	3
Idékatalogets opbygning	3
Hvem står bag idékataloget?	3
Hvad er pesticider?	4
Hvor anvendes pesticider?	4
Kvalitetskrav til pesticider i drikkevandet	5
Oversigt og forskellige pesticider	6
Konstateringsfasen	7
Dialog med kommunen	8
Punktkilde	9
Fladekilde	10
Linjekilde	10
Undersøgelserfasen	13
Eksisterende data	13
Supplerende boringsundersøgelser	14
Borings- eller magasinbetinget?	16
Opfølgning når boringsbetinget forurening	17
Prognose for pesticidindhold	17
Punkt- eller fladekilde?	17
Lokalisering af boringsnære forureningskilder	18
Find tyngdepunktet	18
Videregående undersøgelser	24
Løsningsfasen	25
Boringsbetinget pesticidforurening	25
Magasinbetinget pesticidforurening	27
Løsninger	27
Litteratur og referencer	36
Bilag 1 Eksempel på stamkort	37

Pesticider i vandværket

Pesticider er ofte blevet fundet i drikkevandsboringer, og på landsplan er pesticider den hyppigste årsag til lukning af indvindingsboringer. Et problem som har givet anledning til store udfordringer og omkostninger for vandværker og myndigheder.

Når der konstateres pesticider i drikkevandet får vandværket som den første viden om dette og skal reagere på det. Der skal tages stilling til, hvad der skal gøres, og hvem der skal gøre det.

Det kan virke meget uoverskueligt for vandværket, når der påvises pesticider, men der er ofte hjælp at hente, hvis der samarbejdes med kommunen og regionen. I Danmark har der været fund af pesticider i grund- og drikkevand igennem mere end 25 år, så der er stor erfaring og viden at trække på hos myndigheder, andre vandværker, DANVA, Danske Vandværker og rådgivere.

Formål

Formålet med dette idékatalog er, at give pesticidramte vandværker det bedst mulige grundlag for at finde den mest bæredygtige løsning på pesticid-problemet.

Idékataloget er tænkt som en hjælp og vejledning til primært små og mellem-store vandværker, som konstaterer pesticider i drikkevandet. En tidlig indsats giver bedre mulighed for gode løsninger. Endvidere kan idékataloget være til inspiration for kommuner, regioner og rådgivere, som bistår vandværker med løsninger.

Kataloget giver anvisninger på, hvad der skal gøres allerede når man opdager forureningen, og hvad der skal gøres senere i processen. Det er ikke nødvendigt at råde over personale med særlig hydrologisk og grundvandskemisk viden for at kunne anvende idékataloget.

Idékatalogets opbygning

Idékataloget er opbygget omkring følgende tre faser:

Konstatering → **Undersøgelse** → **Løsning**

I afsnittet, der beskriver undersøgelsesfasen og løsningsfasen, er der eksempler på undersøgelser og løsninger af pesticidproblematikker fra vandværker og regioner.

Vi har vurderet, hvad det kan koste at undersøge en forurening, etablere afværgeboringer eller alternativt flytte indvindingen.

Faktabokse fortæller mere om pesticider, kilder til pesticidforurening og opgavefordeling mellem vandværk, region og kommune.

Hvem står bag idékataloget?

NIRAS har udarbejdet idékataloget for Region Syddanmark i tæt samarbejde med en styregruppe bestående af:

John Hansen, Læborg Vandværk
Peter H. Madsen, DIN Forsyning A/S
Jakob T. Jørgensen, Esbjerg Kommune
Iben K. Nilsson, Vejen Kommune
Dan Møller, Vejen Kommune
Tove Svendsen, Region Syddanmark
Lars F. Pedersen, Region Syddanmark
Ida H. Olesen, Region Syddanmark

Hvad er pesticider?

Pesticider har mange navne. De kaldes også sprøjtemidler, plantebeskyttelsesmidler, planteværnsmidler og bekæmpelsesmidler. De anvendes med forskelligt formål bl.a.:

- Herbicider - bekæmpelse af ukrudt.
- Insekticider - bekæmpelse af insekter.
- Fungicider - bekæmpelse af svampe.

Der er endvidere følgende hyppigt anvendte betegnelser:

- **Handelsnavne/-midler:** Produktnavne, f.eks. Caseron og Roundup.
- **Aktivstoffer/virksomme stoffer:** Kemiske navne på de stoffer som indgår i midlerne, f. eks. dichlobenil og glyphosat.
- **Nedbrydningsprodukter/metabolitter:** Stoffer som opstår, når pesticider efter brug nedbrydes til nye stoffer, f.eks. BAM og AMPA.

For nogle kemiske stoffer anvendes forkortelser, f.eks. kaldes stoffet 1,2-dichlorbenzamid for BAM.

Handelsnavn	Caseron	RoundUp
Aktivstof	Dichlobenil	Glyphosat
Nedbrydningsprodukt	BAM (1,2-dichlorbenzamid)	AMPA ((amino-methyl)-fosforsyre)

I dette katalog anvendes begrebet pesticider som en generel betegnelse for forekomst af pesticider og/eller nedbrydningsprodukter.

Hvor anvendes pesticider?

Pesticider anvendes hovedsageligt på arealer med landbrug, frugtavl, skovbrug, gartneri- og planteskole drift. Endvidere anvendes pesticider til

ukrudtsbekæmpelse på andre arealtyper, herunder gårdspladser, fortove, sportspladser, private haver mv.

Brancher og arealer som udgør en risiko mht. pesticidforurening:

- Landbrug og maskinstationer
- Planteskoler og gartnerier
- Frugtavl
- Skovbrug
- Materielgårde og anlægsgartnere
- Leverandører, bl.a. korn og foderstof
- Transformatorstationer
- Modtagestationer
- Fyld- og lossepladser
- Helt eller delvis opfyldte mergelgrave
- Veje og jernbaner
- Grusbelagte arealer, gårdspladser mv. i forbindelse med erhverv og private ejendomme

I Danmark må der kun anvendes pesticider, der er optaget på listen over godkendte bekæmpelsesmidler. En lang række pesticider, som i dag påvises i grundvandet, har været forbudt at anvende igennem en årrække.

Vil du vide mere?

Det er muligt at finde flere oplysninger om de enkelte pesticider her:

[SEGES' middeldatabase](http://www.segesmiddeldatabasen.dk)
www.segesmiddeldatabasen.dk

[Regionernes pesticiddatabase](http://miljoeogressourcer.dk/pesticiddatabasedata/pesticiddatabase.php)
<http://miljoeogressourcer.dk/pesticiddatabasedata/pesticiddatabase.php>

Kvalitetskrav til pesticider i drikkevandet

Drikkevandet i Danmark skal overholde dansk lovgivning, hvor der bl.a. er krav til maksimal indhold af pesticider. Grænseværdien for ledningsført vand fra vandværket er 0,1 µg/l for enkeltstoffer og 0,5 µg/l for summen af pesticider.

Pesticider i boringskontrol

Det er obligatorisk for vandværket at kontrollere for en række pesticider og nedbrydningsprodukter. Kontrolhyppigheden afhænger af den producerede vandmængde. I tabel på næste side fremgår anvendelsesområder og -periode for grupper af pesticider og nedbrydningsprodukter, der er indeholdt i den obligatoriske kontrol.

Det ledningsførte vand kommer ofte fra flere borer. Selvom vandet er blandet ved forbruger og overholder kravene, er det vigtigt at holde øje med, hvordan vandkvaliteten udvikler sig i vandværkets enkelte borer. Herved er det muligt at forholde sig til udviklingen, kildeopsporing, beskyttelse eller afværge.

Kvalitetskrav

- Grænseværdien for pesticider i drikkevand er 0,1 µg/l for enkeltstoffer.
- Grænseværdien for summen af pesticider inkl. nedbrydningsprodukter er 0,5 µg/l.
- Grænseværdierne skal være opfyldt for drikkevandet (Prøvetages ved afgang vandværk eller ude på ledningsnettet).
- Grænseværdien svarer til 1 gram pesticid i 10.000 kubikmeter drikkevand.
- For udvalgte pesticider har Miljøstyrelsen fastlagt akutte grænseværdier (Akut Daglig Indtagelse) med henblik på, at der i en periode kan gives dispensation i forhold til grænseværdien på 0,1 µg/l. Eksempelvis er den akutte grænseværdi for desphenyl-chloridazon på 50 µg/l og 300 µg/l for hhv. børn og voksne.



Pesticider	Nedbrydningsprodukter/ urenheder	Type	Branche	Salgs- periode	Forbudte
<i>Phenoxysyrer</i>					
MCPA	4-CPP	Herbicid (ukrudtbekæmpelse)	Gartneri, planteskoler, landbrug, maskinstation, græsarealer (golfbaner, offentlige arealer, private haver), lossepladser, industri	1953 -	Tilladt
Mechlorprop (MCP)	4-CPP	Herbicid (ukrudtbekæmpelse)	Landbrug, maskinstation, private haver, lossepladser, industri	1959-1997	1997
Dichlorprop (2,4-DP)	4-CPP, 2,6-DCPP, 2,4-dichlorphenol, 2,6-dichlorphenol	Herbicid (ukrudtbekæmpelse)	Frugtavl, landbrug, maskinstation, græsarealer (golfbaner, offentlige arealer, private haver), lossepladser, industri	1956-1997	1997
<i>Triaziner</i>					
Atrazin	Desisopropylatrazin, Hydroxyatrazin, Desethylatrazin, Desethylhydroxyatrazin, Desethyl-desisopropylatrazin DEIA, Desethylterbutylazin, Desisopropylatrazin, Desisopropyl-hydroxy- atrazin, Didealkyl-hydroxy- atrazin	Herbicid (ukrudtbekæmpelse)	Frugtavl, gartneri, landbrug, planteskoler, maskinstationer, private	1958-1994	1994
Hexazinon		Herbicid (ukrudtbekæmpelse)	Landbrug, maskinstationer	1978-1994	1994
Simazin	Hydroxysimazin, Desisopropylatrazin	Herbicid (ukrudtbekæmpelse)	Landbrug, maskinstationer, skovbrug	1957-2004	2005
Metribuzin	Metribuzin-desamino- deketo, Metribuzin-diketo, Metribuzin-desamino	Herbicid (ukrudtbekæmpelse)	Landbrug, maskinstationer	1973-2003	2003
<i>Organofosfat moderstoffer</i>					
Glyphosat	AMPA	Herbicid (ukrudtbekæmpelse)	Landbrug, maskinstationer, industri, golfbaner, offentlige arealer, jernbaner, private hus og have	1975 -	Tilladt
<i>Andre pesticider</i>					
Bentazon		Herbicid (ukrudtbekæmpelse)	Landbrug, maskinstation	1974 -	Tilladt
Dichlobenil	2,6-dichlorbenzamid (BAM), 2,6-dichlorbenzoesyre	Herbicid (ukrudtbekæmpelse)	Anvendt til ukrudtbekæmpelse på gårdspladser, offentlige arealer, private hus og have	1969-1996	1996
Diuron		Algicid/herbicid (ukrudtbekæmpelse)	Frugtavl, gartneri, planteskole, landbrug, maskinstation, skibsmaling, skovbrug, udyrkede arealer	1959-2010	2011
Metalaxyl/Metalaxyl-M	CGA 62826, CGA 108906	Fungicid (svampebekæmpelse)	Landbrug og maskinstationer	1981 -	Tilladt
Mancozeb Metiram Maneb (indgår ikke i analysepakke)	Ethylthiourea (ETU)	Fungicid (svampebekæmpelse)	Landbrug, maskinstation, frugtavl, Gartneri, planteskoler, hus og have	1959 -	Tilladt
Parathion (indgår ikke i analysepakke)	4-nitrophenol	Insekticid (insektbekæmpelse)	Landbrug og maskinstation,	1956-2003	2003
Chloridazon (indgår ikke i analysepakke)	Desphenyl-chloridazon, Methyl-desphenyl- chloridazon	Herbicid (ukrudtbekæmpelse)	Landbrug, maskinstationer og gartnerier	1964-1996	1996
Tolyfluanid (indgår ikke i analysepakke)	1,1-NN-disulfamid (DMS)	Fungicid (svampebekæmpelse)	Frilandsgartneri, Væksthusgartneri, landbrug, Industriel (træbeskyttelse)	1973-2011	2011
Difenoconazol, epoxiconazol, metconazol, propiconazol, prothioconazol, tebuconazol, bitertanol, amitrol, triadimenol (indgår ikke i analysepakke)	1,2,4-triazol	Fungicid (svampebekæmpelse)	Landbrug, maskinstationer, frugtplantager, gartneri, industriel (træbeskyttelse, lægemidler), lossepladser	1958-	Tilladt

Tabel med oversigt over pesticider og nedbrydningsprodukter, som er omfattet af analysepakke for boringskontrol for råvand og drikkevand jf. Bekendtgørelse nr. 975 af 27/06/2018 - Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg.

Konstateringsfasen

Målet med konstateringsfasen er at få be- eller afkræftet et registreret pesticidfund.

Diagram på næste side viser et forslag til en handlingsplan, når der er konstateret pesticider i en indvindingsboring eller i afgang vandværk. I diagrammet er angivet hvilke handlinger hhv. vandværk og kommune igangsætter.

Når der konstateres forurening i råvandet (fra en boring) eller i drikkevandet (prøvetages ved afgang vandværk eller ude på ledningsnettet) er det vigtigt hurtigst muligt at planlægge og udføre en ny prøvetagning og analyse. Hvis forureningen er konstateret i afgang vandværk, bør der, ud over en vandprøve herfra, også udtages en vandprøve til analyse fra hver indvindingsboring.

For at kunne sammenligne analyseresultaterne er det vigtigt, at forholdene omkring prøvetagningen er ens fra gang til gang.

Der er særligt to driftsparametre, der kan påvirke koncentrationen af pesticider i en vandprøve udtaget fra en boring:

- 1) Boringens driftstid inden prøvetagning.
- 2) Nærliggende boringers påvirkning af pesticidforureningens udbredelse i grundvandsmagasinet. Vandprøven bør derfor så vidt muligt repræsentere en normal driftssituation.

Kataloget indeholder bagerst et skema (stamkort), som kan anvendes af vandværket til dokumentation af forholdene ved prøvetagningen.

Vandprøver der udtages ved rutinekontrol må aldrig udtages fra en boring, der har stået stille i flere dage, da det første vand, som pumpes op, ikke er repræsentativt for indvindingen under normal drift.

Sænkningen af grundvandsspejlet i en boring bestemmes af den indvundne vandmængde pr. tid. Derfor er indvindingsmønsteret vigtigt, herunder oplysninger om pumpeydelse, driftstimer pr. døgn, styringsform (omdrejningsreguleret med varierende ydelse eller on/off) samt data om pumpeinstallationen.

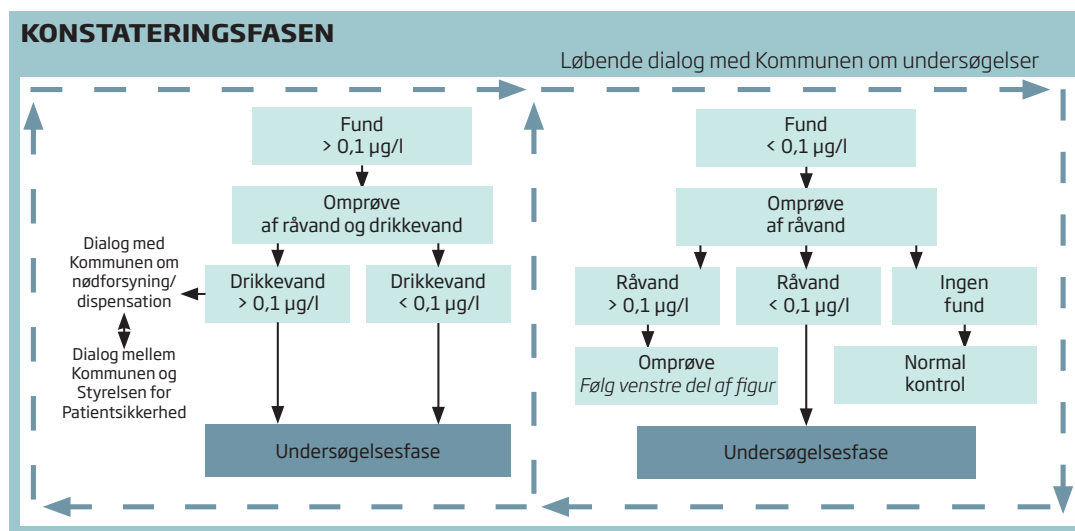
Da vandværkers boringer, filtersætninger, magasin- og driftsforhold er meget forskellige, kan der ikke gives en generel opskrift for driften af et kildefelt inden en prøvetagning. Det vigtigste er, at grundvandsprøver altid bliver taget efter de samme forudgående driftsforhold og at disse så vidt muligt repræsenterer en normal driftssituation. Hvert vandværk skal derfor have udarbejdet et stamkort for hver af vandværkets boringer.

Når resultatet af den nye analyse modtages er der to muligheder:

- Hvis indholdet af pesticider i analysen svarer til den første analyse fortsættes til undersøgelsesfasen.
- Hvis der ikke påvises pesticider i den nye analyse overgås der til det normale kontrolprogram.

Når der er påvist pesticider i koncentrationer over drikkevandskvalitetskriteriet (0,1 µg/l), kan det af hensyn til vandværkets forbrugere være vigtigt, at konstateringsfasen er kortvarig. Procedurer i vandværkets beredskabsplan kan være en hjælp til, hvornår der skal udføres hasteanalyser og ske orientering af forbrugere.

Generelt anbefales det, at værkværket reagerer på både fund over og under drikkevandskvalitetskriteriet på 0,1 µg/l. Selvom indhold under drikkevandskvalitetskriteriet ikke umiddelbart udgør et problem, kan det på sigt blive et problem, hvis indholdet stiger. Derfor anbefales det, at der også sker en dokumentering af forureningsforholdene ved lave indhold af pesticider.



Hvis der er påvist lave indhold i det ledningsførte vand, anbefales det, at der tages vandprøver af de enkelte boringer, hvor prøvetagningsforholdene er dokumenteret ved stamkort eller lignende. Endvidere anbefales det, at der ved lave indhold (<0,1 µg/l) følges op med en efterfølgende undersøgelsesfase. Sideløbende med supplerende prøvetagning og analyser kan der foretages en dataindsamling herunder oplysninger om borings-tilstand, boringsdata, geologiske data og data om driftsforhold for boringer/vandværk.

Dialog med kommunen

Når vandværket konstaterer et indhold af pesticider over drikkevandskvalitetskriteriet i indvindingsboringer eller afgang vandværk skal vandværket underrette kommunen. Ofte, men ikke altid, er der en aftale med analysefirmaerne om, at analyseresultater også sendes til kommunen.

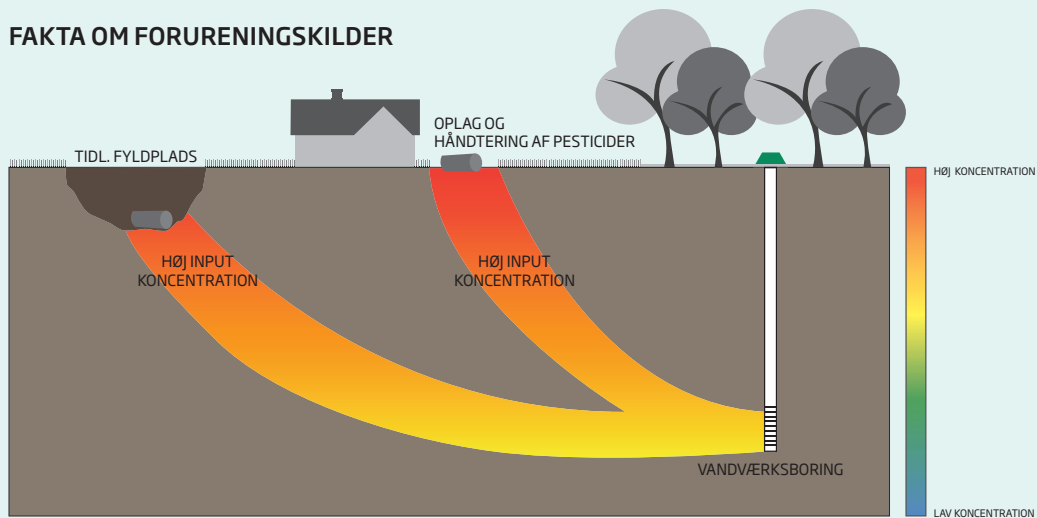
Vandværket har ansvaret for at informere forbrugerne og sikre vandets kvalitet. Det er kommunens ansvar at føre tilsyn med værket. I samråd med kommunen kan der træffes beslutning om behov for supplerende information til forbrugere om pesticidfundet. Kommunen kan kontakte Styrelsen for Patientsikkerhed (tidligere benævnt embedslægen) for nærmere vejledning. Analyser af ledningsført vand skal være tilgængelige for forbrugerne i takt med de bliver udført - typisk via vandværkets hjemmeside.

Kommunen bør inddrages i en dialog om alle pesticidfund eller andre kritiske vandkvalitetsparametre.

Kommunen kan eksempelvis bidrage med viden om følgende:

- Tidligere analyser for pesticider og øvrige miljøfremmede stoffer på vandværket samt i omkringliggende boringer.
- Boringens filtersætning og ydevene som ny (sænkings-/ydelsesdata).
- Lokale geologiske og grundvandshydrauliske forhold.
- Grundvandets overordnede strømningsretning og om der er nedad- eller opadrettet trykgradient i de vandførende sandlag omkring boringen.
- Dialog med Styrelsen for Patientsikkerhed vedr. vurdering af eventuelle sundhedsrisici samt supplerende forbrugerorientering.
- Vurdering af udviklingen i grundvandets kvalitet.

FAKTA OM FORURENINGSKILDER



Model af punktkilder - modificeret fra Miljøprojekt nr. 1502, 2013.

Kilder til pesticidforurening kan defineres som linjekilde, fladekilde eller punktkilde. Hvis man kender årsagen til pesticidforureningen, bliver det videre arbejde nemmere, herunder hvem har ansvaret for opsporing og evt. afhjælpning af forureningskilden. Vandværkets muligheder for at handle og afhjælpe problemet er forskellige alt efter, om det er en punktkilde eller fladekilde. I praksis er det dog ofte vanskeligt præcist at fastslå kilden til en forurening.

Punktkilde

Punktkilder er mindre, afgrænsede områder, hvor pesticider har været opbevaret og håndteret, som oplag/giftrum og påfyldningssteder for marksprøjte med pesticider. Det kan også være områder, hvor udstyr er blevet rengjort efter brug som f.eks. vaskepladser for sprøjte/traktor. Derudover er områder, hvor pesticider er bortskaffet, punktkilder, herunder modtagestationer, fyld- og lossepladser.

Fund i forsyning og dybe monitoringsboringer, der tyder på punktkilder:

Fund i en enkelt vandprøve

- Tilstedeværelse af mindst fire stoffer $> 0,01 \mu\text{g/l}$ og/eller mindst to stoffer $> 0,1 \mu\text{g/l}$
- Fund i høje koncentrationer (mindst et stof $> 1 \mu\text{g/l}$)

Fund i flere vandprøver

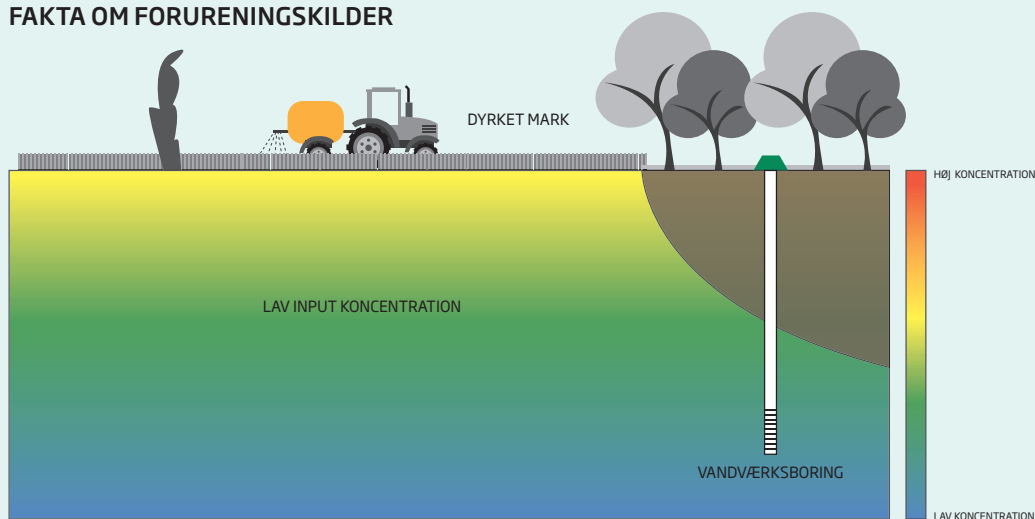
- Samme stof genfindes men i varierende koncentrationer (f.eks. en faktor 5-10 i forskelle)
- Stejl gennembrudskurve for enkeltstof (mindst ca. $0,01 \mu\text{g/l}$)
- Flere fund af phenoxysyrer (moderstoffer og/eller nedbrydningsprodukter og urenheder) $> 0,1 \mu\text{g/l}$
- Horisontal variation i koncentrationen af samme stof/stoffer i dybe boringer ($> 10 \text{ m}$) placeret inden for 100 m

Punktkilder er typisk karakteriseret ved høje koncentrationer af pesticider i grundvandet nedstrøms kilden, men også ved en smal forureningsfane. Derfor kan vandværket ofte håndtere forureningen fra punktkilder ved, at regulere driften af vandværkets boringer.

Hvis der ses en stor forskel i pesticidindholdet i indvindingsboringer placeret forskellige steder, men i samme magasin kan det være vandværkets første indikation på en punktkilde.

Viden om punktkilder er også nyttig information, når vandværket skal etablere nye boringer og kildepladser. I mange tilfælde vil det være muligt at placere boringen opstrøms eller på tværs af strømningens retning i forhold til punktkilder.

FAKTA OM FORURENINGSKILDER



Model af fladekilde, - modificeret fra Miljøprojekt nr. 1502, 2013.

Fladekilde

Fladekilder er større arealer, som f.eks. marker anvendt til landbrugsdrift og frugtplantager.

Fund i forsyning og dybe monitoringsboringer, der tyder på fladekilder:

Fund i en enkelt vandprøve:

- Kun ét pesticid og kun i lave koncentrationer (max konc.: 0,1 µg/l)
- Lave koncentrationer af alle stoffer (max konc: 0,05 µg/l)
- Høj andel af metabolitter (dog ikke phenoxysyre-metabolitter)

Fund i flere vandprøver:

- Stor variation i hvilke stoffer, der findes over tid.
- Ensartet/general horisontal udbredelse

Linjekilde

Linjekilder er f.eks. jernbanestrækninger eller fortove og stisystemer, hvor der er blevet holdt ren med pesticider for at undgå ukrudt. En linjekilde er principielt en kombination af punkt- og fladekilder. Den kan derfor have karakteristika som begge typer.

Fladekilder er karakteriseret af lave indhold af pesticider på større arealer, som følge af jordbruget i området. Der kan være tilfælde, hvor anvendelse af pesticider på mindre arealer medfører forurening i høje koncentrationer. Det kan eksempelvis være i væksthuse eller ved intensiv ukrudtsbekæmpelse på mindre arealer f.eks. gårdspladser eller omkring vandforsyningsboringer. I sådanne tilfælde vil det være op til regionen at afgøre, om det er en punktkilde, og om forureningen evt. er omfattet af den offentlige indsats.

Mere information om skelen mellem flade og punktkilder

I Miljøprojekt nr. 1502 udgivet af Miljøstyrelsen fremgår vejledninger i at skelne mellem kildetype: <http://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2013/okt/skelnen-mellem-pesticidkilder/>

FAKTA OM OPGAVEFORDELING

Vandværket er ansvarlig for at levere drikkevand i god kvalitet til vandværkets forbrugere, herunder sikre at vandet overholder grænseværdierne for pesticider og andre stoffer. Vandværket har ansvaret for at informere forbrugerne. Orienteringens omfang afhænger af graden af forurening. Forbrugerne skal informeres, hvis kommunen i samråd med Styrelsen for Patientsikkerhed vurderer, at vandet er sundhedsskadeligt.

Det er vandværkets opgave at gennemføre driftsændringer, flytte/etablere nye boringer eller etablere videregående vandbehandling, hvis man ikke kan overholde drikkevandskvalitetskravene med det eksisterende anlæg.

Kommunen har tilsynspligten i forhold til vandforsyningsloven, jordforureningsloven og miljøbeskyttelsesloven. Dette omfatter bl.a.:

- At føre tilsyn og stille krav i forhold til vandværkets forpligtigelser.
- Gennemføre indsatsplan.
- Føre tilsyn med virksomheder.
- Stille krav om undersøgelser og oprydning i forbindelse med nyere forureningssager.
- Evt. give dispensation til vandværket, som ikke kan levere drikkevand, som overholder grænseværdierne. Dispensationen gives i samråd med Styrelsen for Patientsikkerhed.
- Give tilladelse til vandværket til etablering af videregående vandbehandling, f.eks. rensning for pesticider ved filtrering i aktiv kulfiltre.

Regionen gennemfører en indsats over for punktkilder i henhold til jordforureningslovens bestemmelser om den offentlige indsats. Regionens bidrag er primært kortlægning, undersøgelser og risikovurdering af forurening i forbindelse med punktkilder. Regionen kan på den måde bidrage med viden, som vandværket kan anvende til planlægning og driftsændringer. Ofte har regionen allerede viden om, hvor der har været virksomheder, der kan have forårsaget pesticid forureninger og forurenede grunde generelt. Regionens indsats ved evt. oprensning eller afværge af forurening fra punktkilder sker i en prioriteret rækkefølge. Hvis der er mistanke om, at forureningen stammer fra en punktkilde, inddrages regionen.

Miljøstyrelsen har tilsynspligten i forhold til særlige virksomheder, herunder deponeringsanlæg samt kommunale materielgårde. Endvidere er kemikalieinspektionen myndighed i forhold til nyere vaskepladser til påfyldning og vask af sprøjter i forbindelse med landbrug, maskinstationer mv. Miljøstyrelsen har også ansvar for grundvandskortlægningen, som er udført for områder, hvor der foretages vandindvinding. Der er udpeget indvindingsoplande og opstillet grundvandsmodeller for vandværkernes indvinding. Det er Miljøstyrelsen, som fastlægger grænseværdier for grund- og drikkevand.

Landbrugsstyrelsen har tilsynspligten i forhold til opbevaring og anvendelse af pesticider.

Styrelsen for Patientsikkerhed kan på opfordring hjælpe kommunen og vandværket i forhold til en vurdering om pesticidindholdet udgør en sundhedsmæssig risiko. Styrelsen for Patientsikkerhed tidligere Embedslægen.

Partnerskabsprojekter giver mulighed for samarbejde mellem vandværk, kommune, region og evt. andre relevante partnere, hvis der påvises pesticider i drikkevandet. Partnerskabet indgås for at dele oplysninger og koordinere opgaver. Ved konstatering af en sandsynlig punktkildeforurening anbefales det, at vandværker kontakter kommune og regionen med henblik på opstart af et partnerskabsprojekt.

FAKTA OM LOVGIVNING

Vandforsyningsloven skal sikre hensigtsmæssig udnyttelse af vandressourcen. Loven giver vandværket mulighed for at indregne udgifter til kortlægning, overvågning og beskyttelse af de eksisterende eller fremtidige vandressourcer. I følge loven skal kommunen via indsatsplanlægning sikre den langsigtede grundvandsbeskyttelse i indsatsområder. Loven giver også mulighed for, at kommunen i øvrige områder kan vedtage en indsatsplan, hvis det er nødvendigt for at sikre grundvandet.

Jordforureningsloven omfatter alene pesticidpunktkilder, mens forurening fra anvendelse af pesticider til jordbrugsmæssige formål (fladekilder, f. eks. marker) ikke er omfattet af jordforureningslovens bestemmelser. Jordforureningsloven har regler vedr. påbud for undersøgelse og evt. oprydning af nyere punktkildeforureninger. Der er derudover regler vedr. den offentlig finansierede indsats for opsporing, undersøgelse og evt. oprydning af ældre punktkildeforureninger.

Miljøbeskyttelsesloven indeholder regler omkring en forebyggende indsats for at sikre mod forurening, som indførelse af beskyttelseszoner ved boringer samt opstilling af vilkår i forbindelse med godkendelse af særligt forurenende virksomheder. Endvidere vil der efter miljøbeskyttelseslovens regler kunne gives påbud om oprensning af forureninger, hvis forureningen skyldes ulovlige forhold.



Undersøgelsesfasen

Målet med undersøgelsesfasen er primært at finde spredningsveje for forureningen ind i værkets boring/boringer, samt om der sker en reduktion i indholdet i vandbehandlingen. Undersøgelserne skal primært sigte mod, at problemet kan afhjælpes ved enkle driftsmæssige løsninger inde på vandværket. Efterfølgende kan det være hensigtsmæssigt at finde alternativer til vandforsyning fra den/de berørte boringer, opspore kilder til forureningen, muligheder for afværgeforanstaltninger o.l.

Efter konstateringsfasen skal vandværket vurdere behovet for at iværksætte en midlertidig løsning af problemet. Dette kan eksempelvis være at blande råvand fra flere boringer, så kravene til rentvandskvaliteten overholdes. I sidste ende kan det være nødvendigt at etablere nødforsyning fra et nabovandværk.

Undersøgelsesfasens formål er i første omgang at kortlægge forureningens vej til boringen. Er der tale om en boringsbetinget forureningsvej eller en magasinbetinget forureningsvej. Dette er væsentligt når de langsigtede konsekvenser af forureningen skal vurderes, herunder muligheder for at udbedre boringskonstruktionen, gennemføre driftsændringer eller andre tiltag som kan afhjælpe problemerne.

Eksisterende data

Samtidigt skal vandværket sammenstille eksisterende relevante data om indvindingsboringerne. Dette kan eksempelvis være følgende data:

- Yderligere boringsoplysninger (brøndborer, boringens alder, afprovningsforhold /materialevalg/konstruktion, logs).
- Strømnings- og gradientforhold i kildefeltet og indvindingsoplandet.

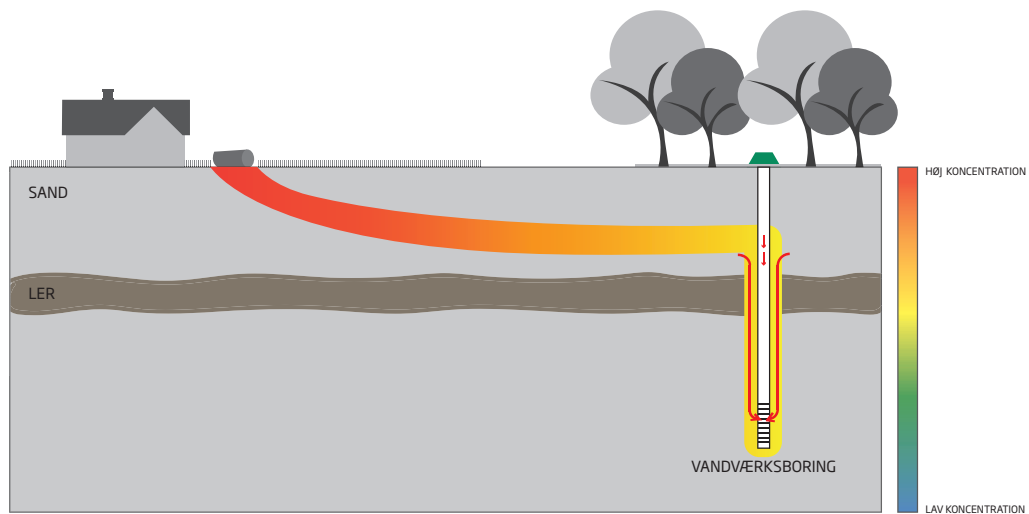
- Den grundvandskemiske udvikling i boringens vandkvalitet (redox- og forvitningsudvikling).
- Det fundne pesticides anvendelsehistorie, kemi og nedbrydningsforhold.
- Pesticidfund i nærliggende boringer.
- Tolkning af forskellige koncentrationsniveauer i nærliggende boringer.
- Vandværkets kendskab til tidligere brug af pesticider på de boringsnære arealer og sammenhængen mellem de(t) fundne pesticid(er) og markdrift/arealanvendelsen.
- Potentielle kilder til forurening (arealanvendelsen) omkring boringen og længere opstrøms (regionens og kommunens arkiver).
- Luftfotos og målebordsblade.

Supplerende boringsundersøgelser

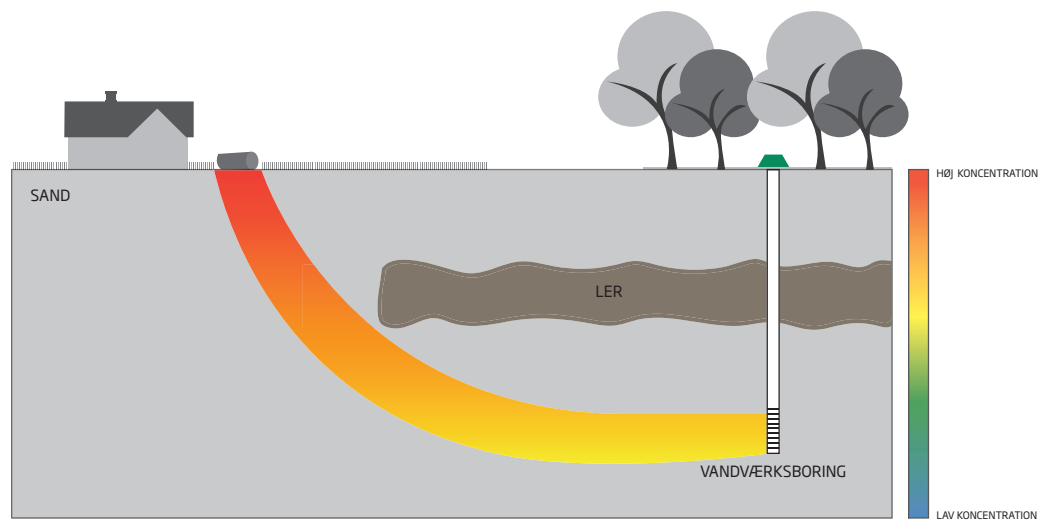
De undersøgelser, som vandværket med fordel kan udføre, er først og fremmest knyttet til indvindingsboringerne og nærområdet omkring vandværkets kildeplads. Undersøgelser skal først afklare om der er tale om en boringsbetinget forurening eller en magasinforurening.

Desuden kan undersøgelserne have som formål at lokalisere boringsnære forureningskilder, herunder forureningskilder, der kan lokaliseres til det BoringsNære BeskyttelsesOmråde (BNBO).

Forslag til undersøgelser fremgår af det efterfølgende diagram.

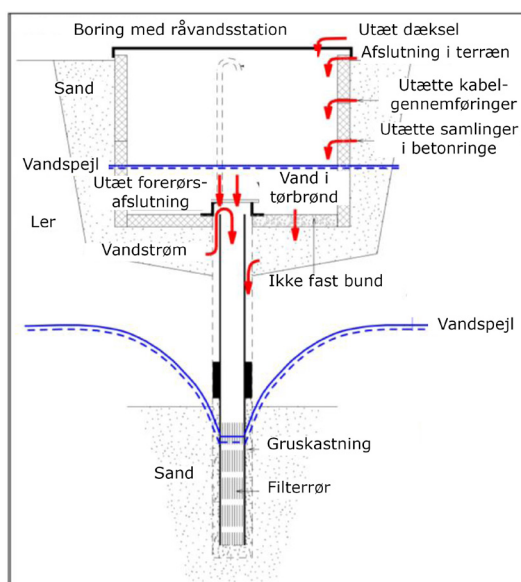
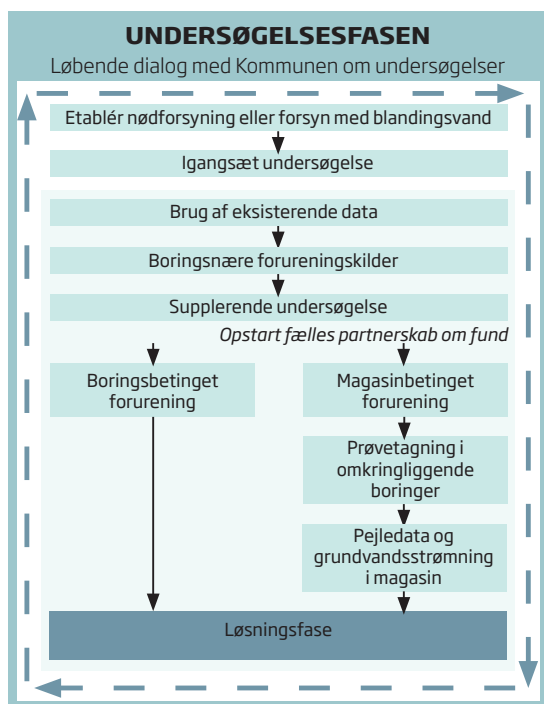


Boringsbetinget forurening



Magasinbetinget forurening





Figur modificeret fra Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 33 2002

En boringsbetinget forurening er tilfældet, hvor forurening i øvre grundvand trænger ind i boringer via utætheder i boringskonstruktionen. Spredning kan ske ved utætheder i den ydre del af boringskonstruktionen, hvor forurenede vand løber langs boringen, som følge af utilstrækkelig afpropning med vandstandsende lermaterialer (bentonit). Boringer udført før 1995 er ofte utilstrækkeligt afproppet. Spredningen kan også ske via utætheder i den indre del af boringskonstruktionen (forerør) som følge af utætheder i samlinger o.l. eller via utætheder i tørbrønd/råvandsstation, se figur. Endvidere kan gamle utætte boringer give anledning til spredning af forurening mellem grundvandsmagasiner (gælder også sløjfede boringer).

En magasinforurening er tilfældet, hvor forureningen er udbredt i det grundvandsmagasin som boringen indvinder fra. Spredningen til indvindingsmagasinet er sket via naturlig nedsivning af forurening fra terræn til indvindingsmagasinet. Det er vigtigt at afklare om forureningen er boringsbetinget eller skyldes magasinforurening, da løsninger på problemet vil afhænge af disse forhold (se senere under løsningsfasen).



Borings- eller magasinbetinget?

Følgende metoder kan bruges til at afklare, om der er tale om boringsbetinget eller magasinbetinget forurening:

- Driftsanalyse.
- Pejlinger og vandanalyser fra øvrige boringer.
- TV-inspektion.
- Top-bund prøve.
- Pakker-analyse.
- Injiceringsanalyse.
- Borehulslogging.

Disse metoder beskrives kort i det følgende.

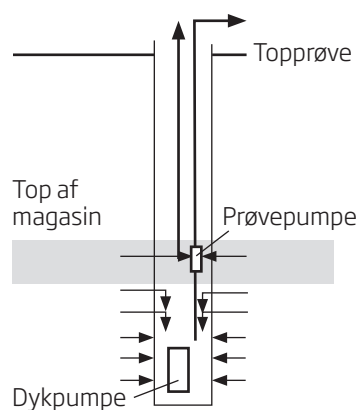
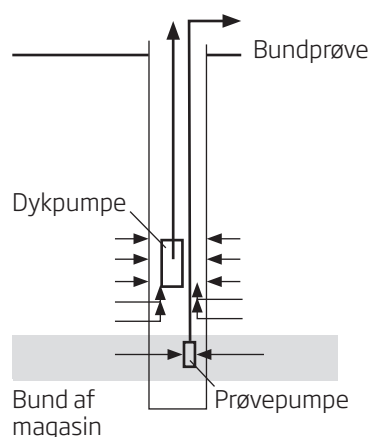
Driftsanalyse: Udføres med henblik på at afklare om driften af boringen har indflydelse på kvaliteten af det oppumpede vand. Ved planlægning af driftsanalyse er det vigtigt at kende vandværkets drift, herunder start og stop, pumpeflow og hvileperioder for vandværkets boringer. Disse forhold kan registreres i et stamkort for boringerne. En driftsanalyse skal gennemføres efter at en indvindingsboring har hvilet i en periode uden pumpning. Ved opstart af pumpning fra boringen udtages vandprøve til analyse, og der udtages yderligere en eller flere vandprøver fra boringen i løbet af driftsperioden. Ses der store koncentrationsfald i indholdet af pesticider fra start til slutprøven, er det indikation på en boringsbetinget forurening. Endvidere giver driftsanalysen viden om, hvordan den efterfølgende prøvetagning af boringen bør gennemføres. Det er vigtigt, at driftsforholdene er dokumenteret og afspejler den almindelige drift. Driftsanalysen udføres med den eksisterende indvindingspumpe i boringen.

Pejlinger og vandanalyser fra øvrige boringer:

Udføres på eventuelle øvrige boringer i nærområdet med henblik på at afklare om strømningsretningen er mod kildepladsen, og om forureningen er begrænset til kildepladsen. Dette er væsentligt i forhold til at vurdere, om der er tale om en boringsbetinget forurening eller magasinforurening.

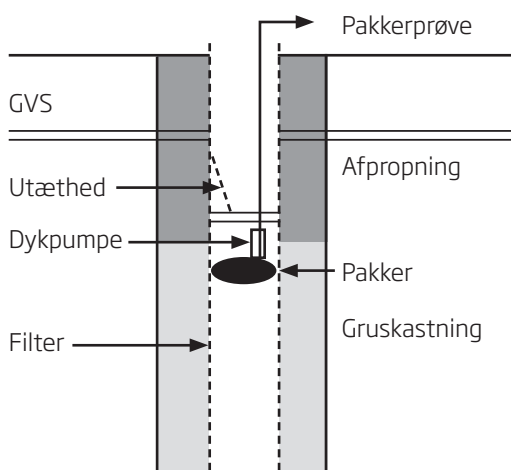
TV-inspektion: Udføres med henblik på at afklare boringens almene tilstand og om der er synlige tegn på utæthed af en borings forerør. Inspektionen udføres med kamera i boringen, hvilket medfører behov for demontage af indvindingspumpe og stigrør, før undersøgelsen udføres.

Top-bund prøve: Udføres med henblik på at afklare, om der er forskel på vandkvaliteten af det vand, som strømmer ind i toppen af filteret sammenlignet med det vand, som strømmer ind i bunden af filteret. Dermed kan det også afklares, om forureningen kan forventes at være boringsnær eller spredt i et større område omkring boringen. Denne undersøgelse kan alternativt udvides ved akkumuleret prøvetagning, hvor der udtages prøver i flere niveauer i filteret. Metoden udføres under alle omstændigheder med diverse former for udstyr, hvilket medfører behov for demontage af indvindingspumpe og stigrør, før undersøgelsen udføres. Top-bund prøve er vist på nedenstående figur.



Kilde: Indlæg af Ole Kloster ATV-møde 2001

Pakker-analyse: Udføres med henblik på at afklare, om der kan konstateres indsvivning gennem forerøret (utæthed af forerøret) og i givet fald afklare det indsvivende vands kvalitet. Udføres med pakker- og pumpeudstyr i boringen, hvilket medfører behov for demontage af indvindingspumpe og stigrør før undersøgelsen udføres. Pakkeranalysen er illustreret på nedenstående figur.



Kilde: Indlæg af Ole Kloster ATV-møde 2001

Injiceringsanalyse: Udføres med henblik på at afklare om der kan konstateres nedsivning på ydersiden af forerøret (utæt afpropning). Metoden udføres med injiceringsudstyr omkring råvandsstationen.

Borehulslogging: Gammalog, der har fokus på afpropningen og jordlagende tæt omkring boringen. Udføres med henblik på at afklare, om der er udført afpropning af boringen. Metoden udføres med sonde i boringen, hvilket medfører behov for demontage af indvindingspumpe og stigrør, før undersøgelsen udføres.

Opfølgning ved boringsbetinget forurening

Når det er konstateret, at forureningen er boringsbetinget, bør der følges op med en vurdering af, om problemet kan afhjælpes. Det kan f.eks. være ved tætning af tørbrønd eller boringskonstruktion/overboring, etablering af mindre afværgepumpning i toppen af boringen med henblik på at fjerne indsvivende forurenede vand eller om der skal etableres en ny boring. Derudover skal det afklares, hvad der skal ske med den forurenede boring (sløjfning, overboring mv.). Det er dog ikke altid tilstrækkeligt at udbedre eller sløjfe den

utætte boring. Forurening kan nemlig på sigt blive spredt til grundvandsmagasinet, som vandværket indvinder fra, hvis grundvandsmagasinet er dårligt beskyttet. I så fald anbefales det at gennemføre flere undersøgelser, som anført herunder for magasinbetingede forureninger.

Opfølgning når magasinbetinget forurening

I det følgende opstilles metoder til vurdering af magasinbetingede forureninger.

Prognose for pesticidindhold

Undersøgelserne kan give en idé om forureningen er tiltagende, konstant eller aftagende? Dette er væsentligt for vurdering af behov for at kunne træffe valg i løsningsfasen.

Det kan dog være svært at se udviklingen af pesticidindholdet på baggrund af nogle få analyser for pesticider udført over en kortere periode. Vurderingen kan derfor suppleres med analyseresultaterne for boringskontroller dvs. uorganiske salte (jern, mangan, nitrat, ammonium, sulfat m.fl.), hvor der ofte er længere tidsserier for vandværkets boringer. Et stigende indhold af nitrat eller sulfat kan indikere, at der trækkes grundvand fra et overfladenært magasin ned til grundvandsmagasinet, som vandværket indvinder fra. Dette kan medføre en øget risiko for stigende indhold af pesticider i grundvandsmagasinet.

Til vurdering af om et indhold af pesticider eller uorganiske salte er stabilt, faldende eller stigende kan man anvende en Mann-Kendall analyse. Det er en simpel statistisk metode, som kræver en tidsserie på minimum 4 vandanalyser. Regneark til udførelse af metoden kan gratis downloades her: <https://www.gsi-net.com/en/software/free-software/gsi-mann-kendall-toolkit.html>.

Hvis det vurderes, at pesticidindholdet er aftagende eller ikke er kritisk i forhold til kvalitetsgrænser, kan det resultere i at vandværket "lever med" det konstaterede fund i en periode. Det anbefales i givet fald, at der opstilles et overvågningsprogram til kontrol af pesticidindhold suppleret med en langsigtet handlingsplan.

Punkt- eller fladekilde?

I nogle tilfælde kan resultaterne af de udførte undersøgelser anvendes til at vurdere, om den

konstaterede forurening skyldes en punkt-, eller fladekilde. En punktkilde er en forureningskilde, der i udbredelse er begrænset til et mindre område (f.eks. en vaskeplads på en maskinstation, hvor der har været håndteret pesticider). En fladekilde er en forureningskilde, der har stor udbredelse, (f.eks. marker, hvor der har været anvendt pesticider). Endvidere kan der være linjekilder, som er fladekilder, der er udbredt langs linjer (f.eks. jernbaner og veje). Problematikken omkring punkt- og fladekilder er beskrevet nærmere i faktaboks 1.

Skelnen mellem om forureningen skyldes en punkt- eller fladekilde kan i nogle tilfælde anvendes ved valg af løsning. En regulering af vandværkets drift vil ofte være mere succesfuld, hvis forureningen stammer fra en punktkilde frem for en fladekilde. Denne skelnen er dog ofte vanskelig at konstatere i praksis.

Kommune og region inddrages til vurdering af mulighederne for opsporing af punktkilder og om det kan føre til en brugbar langsigtet løsning for vandværket.

Lokalisering af boringsnære forureningskilder

Vandværket kan med fordel udføre en mindre undersøgelse for at forsøge at lokalisere en evt. boringsnær forureningskilde. Undersøgelsen kan med fordel udføres i samarbejde med kommune med evt. inddragelse af region. Regionen har et overblik over allerede kortlagte lokaliteter, mens kommunen har arkivmateriale fra miljøtilsyn mv.

Denne lokaliseringsundersøgelse kan bestå af følgende elementer:

- Interview af lodsejere i nærområdet, evt. begrænset til BNBO, for at udnytte eksisterende viden om kritisk arealanvendelse og dermed mulige forureningskilder.
- Geofysisk undersøgelse af nærområdet, evt. begrænset til BNBO, for at identificere fyldområder, der kan udgøre en forureningsrisiko.
- Korte boringer til kontrol af udvalgte områder for pesticider i vand- og jordprøver.
- Samlet vurdering af risiko for pesticidforurening i nærområdet.

Find tyngdepunktet

Resultaterne af undersøgelserne viser hvilke af vandværkets boringer, som er påvirket af pesticider, og der kan dannes et billede af forureningsudbredelsen både i dybden og horisontalt imellem de enkelte boringer. Denne viden kan efterfølgende bruges til at gennemføre og vurdere driftsændringer som en løsning.

Forståelse af sammenhængen mellem geologi, grundvandsmagasiner, forureningens udbredelse og vandværkets indvinding er vigtig for, at man efterfølgende kan lave afhjælpende foranstaltninger i form af driftsændringer mv.

En tidlig indsats, hvor man reagerer på lave koncentrationer af pesticider eller ændringer i den generelle grundvandskvalitet (f.eks. stigende indhold af sulfat), kan være med til, at sikre, at situationen ikke udvikler sig til at man står med indhold af pesticider over grænseværdien. Vandværket kan analysere flere prøver af vandværkets boringer end lovgivningen foreskriver, f.eks. hvert halve år. Et fokus på udviklingen gør, at der kan reageres og gennemføres ændringer af driften mv. rettidigt.

Eksempel 1. Boringsbettinget forurening ved Mariendal Vandværk.

Mariendal Vandværk ligger i det nordlige Assens, og vandværket er en del af Assens Vandværk A/S. Vandværket indvinder ca. 300.000 m³/år fordelt over 4 borer. Boringerne er filtersatte i to forskellige sandmagasiner, et øvre og et nedre grundvandsmagasin.



Boringer ved Mariendal Vandværk.

Som følge af presseomtale blev Mariendals Vandværks borer i 2017 analyseret for nedbrydningsproduktet desphenyl-chloridazon. Der blev konstateret desphenyl-chloridazon i 3 ud af de 4 borer i koncentrationer op til 2,3 µg/l, hvorfor undersøgelser blev igangsat sideløbende med afhjælpende foranstaltninger (se eksempel 4).

Eksisterende data for borer blev gennemgået. Ved gennemgang af analyser fra borer filtersat i det øvre og den nedre magasin, var det primært kun det øvre magasin, som var forurenet med desphenyl-chloridazon. For den mest forurenede boring (DGU nr. 144.395) på vandværksgrunden viste det sig, at det var en boringsbettinget forurening. Beviserne for dette var, at boringen leverede grundvand af flere vandtyper (både reduceret og oxideret vand), samt at boringens vandspejl lå markant højere end det gjorde i to andre borer, som var filtersat i det samme nedre grundvandsmagasin. Ud fra en gennemgang af brøndborers borejournal, blev det vurderet, at boringen var utæt på ydersiden på grund af mangelfuld afpropning. Derved blev forurenet grundvand fra det øvre magasin trukket ned til det nedre grundvandsmagasin. Mistanken om at det var en boringsbettinget forurening, blev yderligere bekræftet ved, at der havde været driftsproblemer med boringen, da blanding af vandtyper medførte udfældninger af jern med tilklogning af boringen som følge.

Endvidere blev der igangsat undersøgelser med henblik på at finde alternative muligheder for forsyning til vandvandet. Man undersøgte derfor, om der var borer tæt på vandværket, som kunne bruges. Sydøst for vandværket var der en markvandingsboring (DGU nr. 144.167) som ikke længere var i drift, men som så interessant ud. Boringen blev vurderet ved at undersøge vandkvalitet (analyser for pesticider og geokemi), og ved at gennemføre en langtidsprøvepumpning med henblik på at vurdere vandkvalitet samt mængde. Begge dele viste gode resultater, så markvandingsboringen kan tages i drift i forsyningen efter en udbygning til vandforsyningsboring (se eksempel 4).

Eksempel 2. Konstaterings- og undersøgelsesfase for BAM-forurening ved Aike Vandværk.

Aike Vandværk ligger ca. 1,4 km vest for Gørding i Esbjerg kommune. Vandværket blev opført i 1990, og drives af DIN Forsyning. Vandværket har en indvindingstilladelse på 500.000 m³ og indvinder fra 4 borer, som filtersat i intervallet 57 - 166 m u.t. Boringerne er filteret over lange strækninger, og filtersætningen veksler mellem filter og blindrør. Boringerne er placeret i en begravet dal, som er opfyldt med sedimenter - overvejende sand. Vandværket er placeret i Aike Plantage, hvor der formentlig aldrig har været anvendt pesticider. I oplandet til Aike Vandværk er der landbrugsområde, jernbane og by (Gørding).

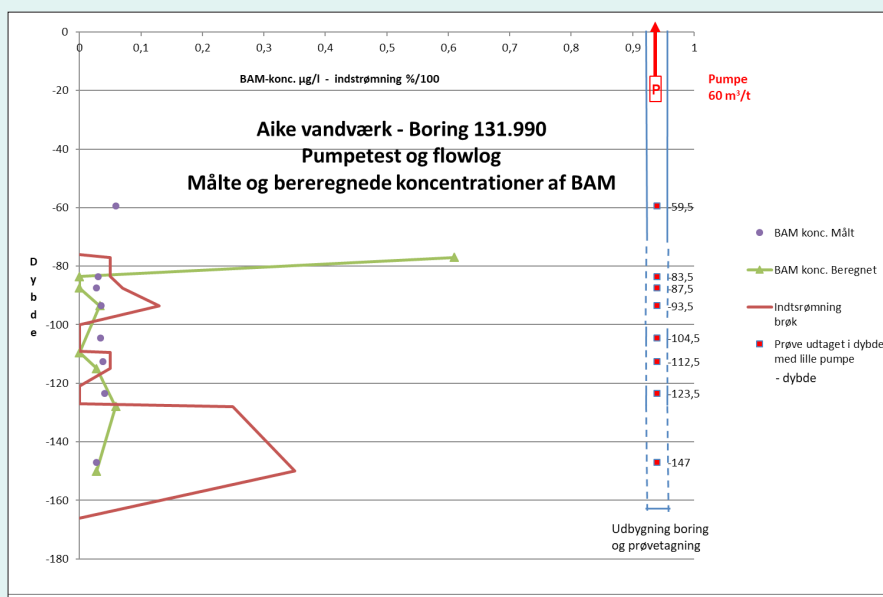


Placering Aike vandværk med opland.

I februar 2011 blev nedbrydningsproduktet BAM påvist i vandværkets nordligste boring 131.990 (0,049 µg/l). Konstateringsfasen omfattede gentaget prøvetagning af boringen samt de øvrige 3 indvindingsboringer (hvor der ikke blev påvist BAM), samt af drikkevandet fra Aike Vandværk (afgang vandværk). Undersøgelsesfasen omfattede indledningsvis afklaring om magasin- eller boringsbetinget forurening. Analyser udtaget umiddelbart efter længere pause og efter længere tids drift af indvindingsboringen viser indhold af BAM på samme niveau, og det vurderes derfor, at det er en magasinbetinget forurening. Gennemgang af eksisterende data viste bl.a., at vandværkets borer har ændret vandtype fra stærkt reduceret grundvand til svagt reduceret grundvand. Primært ses en stigning i sulfatindholdet siden etablering af vandværket. Det viser, at vandværkets pumpning trækker yngre grundvand ned fra de terrænnære grundvandsmagasiner.

DIN Forsyning gennemførte en "pumpetest med akkumuleret prøvetagning" på den forurenede boring, med henblik på at finde ud af hvor i boringsfiltret forureningen primært trækkes ind. Pumpetesten blev udført med boringens eksisterende pumpe, som havde en ydelse på 60 m³/t, og som var placeret i toppen af boringen langt over filtersætningen. Prøver til analyse blev udtaget med en lille prøvetagningspumpe i 8 forskellige dybder fra 147 m u.t. til 59,5 m u.t., mens vandværkets pumpe var i drift. Ved prøvetagningen blev der således udtaget akkumulerede prøver af den delmængde, som strømmer ind i

boringen under prøvetagningspumpen. Vandprøverne blev analyseret for BAM. Pumpetesten blev suppleret med en flow log test, som viser i hvilke dybder af filtret vandet strømmer ind i boringen. Loggen viser, at den væsentligste del af vandet strømmer ind i den nederste halvdel af filtret. På baggrund af de målte koncentrationer og flowlog er der udført beregninger af koncentrationen af BAM i det indstrømmende vand i forskellige dybder.



Udførelse og resultater af pumpetest.

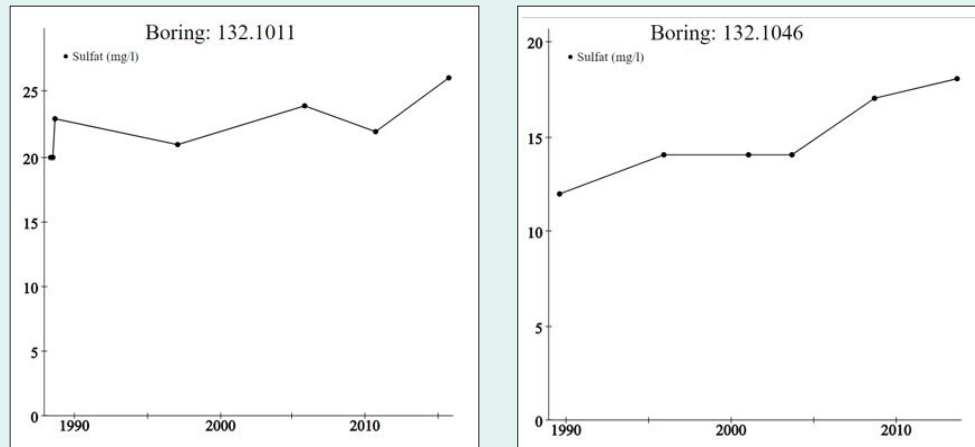
Resultaterne viser, at indholdet af BAM i det indstrømmende vand er lavt i den nedre del af filteret (under drikkevandskvalitetskriteriet på 0,1 µg/l), hvor størstedelen af indstrømningen sker. De beregnede koncentrationer viser, at indholdet af BAM er højt (0,6 µg/l) i det vand, der strømmer ind øverst i filtersætningen.



Eksempel 3. Konstaterings og undersøgelsesfase for BAM-forurening ved Læborg Vandværk.

Læborg Vandværk ligger ved Læborg i Vejen kommune. Vandværket er et privat vandværk opført i 1989. Vandværket har en indvindingstilladelse på 55.000 m³/år og indvinder fra 2 borer, som er filtersat i intervallet 57 - 77 m u.t. Her er den ene boring filtersat i de øverste 10 m af denne lagserie (DGU 132.1011), mens den anden boring er filtersat i den nederste del af lagserien. Vandværket er placeret i udkanten af Hundsbæk plantage i et område præget af aflejringer af smeltevandssand. Området er udpeget som nitratfølsomt indvindingsområde. I oplandet til Læborg Vandværk er der plantage (grundlagt 1880'erne), landbrugsområde og juletræsproduktion.

Nedbrydningsproduktet BAM blev påvist i vandværkets korteste boring (132.1011) ved rutinemæssig kontrol i 2003 (0,012 µg/l). Vandværket afventede næste rutinemæssige kontrol i 2008, hvor indholdet var steget til 0,058 µg/l. BAM påvises også i den dybere boring 132.1046 i 2009, dog i et lavere niveau. Siden 2009 udtages årlige vandprøver fra begge borer. Undersøgelsesfasen omfattede i 2010 undersøgelse af, om det er en magasin- eller en boringsbetinget forurening, hvor vandprøver blev udtaget umiddelbart efter 4-6 døgn pause og igen efter 6 timers drift af borerne. Indhold af BAM var på samme niveau, hvorfor det vurderes, at det er en magasinbetinget forurening. Råvand fra indvindingsboringerne viser generelt oxiderede forhold (vandtype A) siden etableringen med indhold af nitrat og stigende sulfatindhold for begge borer, hvilket indikerer dårlig grundvandsbeskyttelse med nedsvivning af terrænnært grundvand. Sulfatindholdet i borer fremgår af følgende figur, som er eksisterende frit tilgængelige data fra GEUS boringsdatabase Jupiter.

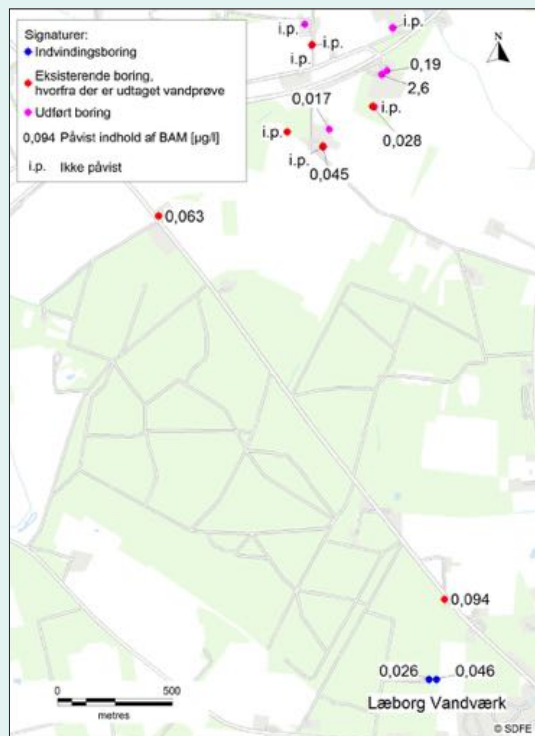


Udvikling af sulfat i indvindingsboringerne til Læborg Vandværk.

I 2015 blev der igangsat et partnerskabsprojekt med deltagelse af Læborg Vandværk, Vejen Kommune og Region Syddanmark. Som del af projektet blev der udtaget vandprøver fra en række eksisterende have- og markvandingsboringer i oplandet til Læborg Vandværk. Analyseresultaterne viser generelt oxideret grundvand med indhold af nitrat i det centrale opland til vandværket. Der er påvist forurening med BAM ved en nærliggende gårdsplads. Endvidere er der påvist flere forskellige pesticider/nedbrydningsprodukter, bl.a. glyphosat/AMPA og desphenyl-chloridazon i større afstand fra vandværket (stoffer

som ikke er påvist i vandværket). De påviste forureninger med pesticider vurderes at være relateret til punktkilder (ejendomme med relation til landbrug). Efterfølgende er der igangsat undersøgelser ved punktkilder, som påviser forurening ved disse. Følgende kortbilag viser forekomsten af nedbrydningsprodukterne BAM og desphenyl-chloridazon i oplandet til Læborg vandværk.

Fund af BAM



Fund af desphenyl-chloridazon



Fund af pesticider i oplandet til Læborg Vandværk

På baggrund af undersøgelsesfasen vurderes det, at forureningen med BAM i vandværket har sammenhæng med forurening påvist i boringen beliggende ca. 500 m nord for kildepladsen, og kan have ophav i ukrudtsbekæmpelse eller juletræsproduktion på nærliggende ejendomme. De påviste pesticider i længere afstand af vandværket (ca. 2 km) vurderes på sigt, at kunne udgøre en risiko for vandværket.



Fakta om opsporing af punktkilder

Når der påvises pesticider i en boring, kan der laves en vurdering af, hvornår de påviste stoffer har været anvendt (se tabel side 6.)

Ved en nyere forurening, herunder en forurening fra en aktiv punktkilde (f.eks. en vaskeplads), skal kommunen eller Miljøstyrelsen sikre undersøgelse, forebyggelse og afhjælpning. Ældre forureninger er omfattet af regionernes offentlige indsats.

Mulige kilder til forurening skal opspores i oplandet til den berørte indvindingsboring. Miljøstyrelsens grundvandskortlægning kan bruges som udgangspunkt for afgrænsning af området, hvor de mulige forureningskilder skal opspores.

Regionen kan ofte hjælpe med at opspore og kortlægge mulige forureningskilder (punktkilder). Oftest vil det dog ikke kunne ske så hurtigt, som vandværket har behov for i forhold til at opfylde forpligtelserne for at levere rent vand på både kort og lang sigt. Ved mistanke om en punktkilde kan vandværket foreslå at indgå i et partnerskabsprojekt sammen med region og kommune for i fællesskab at finde den bedste løsning.

I et partnerskabsprojekt kan regionen forestå opsporing og undersøgelse af mulige punktkildeforureninger i et indvindingsopland. Regionen bruger et såkaldt tragtkoncept, som starter med alle mulige pesticidkilder og snævrer til sidst ind til de vigtigste kilder.

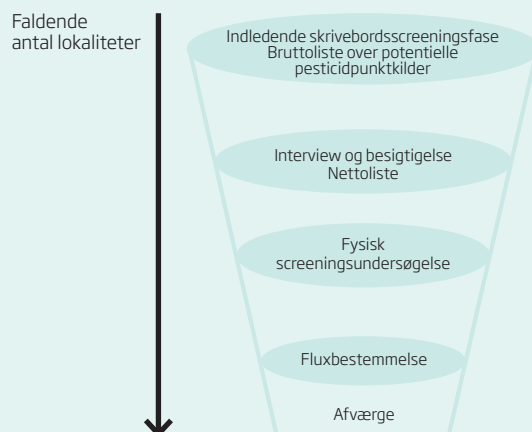
Opsporingen kan indeholde følgende elementer:

- Registrering af mulige lokaliteter.
- Udvalgelse af lokaliteter til arkivgennemgang.
- Prioritering af lokaliteter med mulige pesticidpunktkilder i området.
- Interviews og besigtigelse af udvalgte lokaliteter.
- Vurdering af geologi, hydrologi, prøvetagning.
- Videregående undersøgelse med fluxbestemmelser.
- Afværge.

Videregående undersøgelser

Når der konstateres en punktkildeforurening, kan der udføres videregående undersøgelser til afgrænsning af forureningen, herunder om der er sket spredning til dybere grundvandsmagasinier herunder evt. spredning til vandværk.

Undersøgelserproces - tragtkoncept

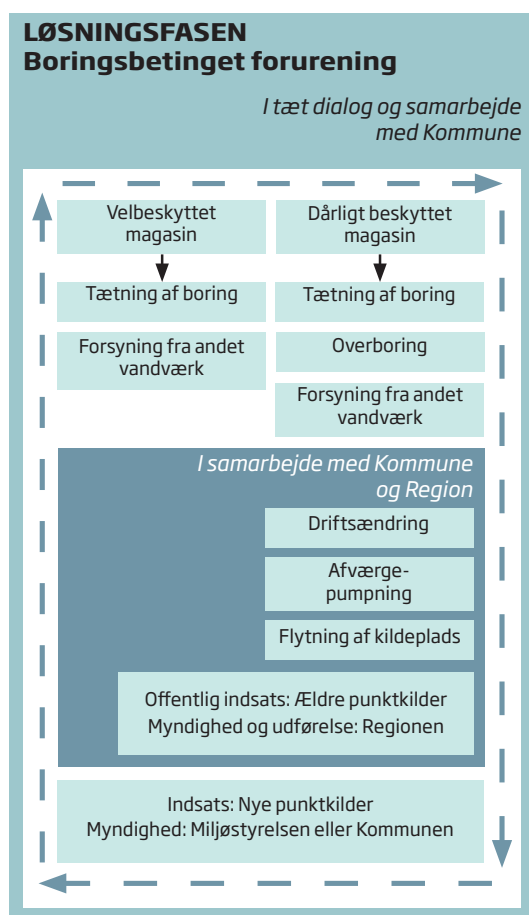


Løsningsfasen

Pesticidforureningen kan enten være boringsbetinget og dermed en lokal forurening eller en mere udbredt magasinforurening. Disse forhold, der er vurderet i undersøgelsesfasen, er væsentlige for valg af løsninger.

Boringsbetinget pesticidforurening

Nedenstående diagram viser forskellige løsningsforslag ved en boringsbetinget lokal pesticidforurening. Løsningsforslagene er afhængige af områdets geologi, dvs. af hvor god beskyttelse, der er over indvindingsmagasinet. Der skelnes mellem velbeskyttet og dårligt beskyttet grundvandsmagasin.



I praksis kan dette vurderes ved tykkelsen og sammensætningen af lerlag over grundvandsmagasinet, hvor der skelnes mellem rødt (rødbrune nuancer) ler og gråt (gråblå nuancer) ler. Den røde ler giver dårligt beskyttelse, da nitrat og/eller iltholdigt vand er trukket gennem leren, mens den reducerede grå ler ikke er påvirket at nedsivende yngre grundvand. Således skal der være 15 m gråt/reduceret ler over grundvandsmagasinet for at det anses for at være velbeskyttet.

Ved boringsbetinget lokal forurening og en tykkelse på mere end 15 m gråt/reduceret ler over indvindingsmagasinet vurderes det, at tætning af den eksisterende borings forerør/afpropning, eller etablering af en ny boring ved overboring af den eksisterende boring, er effektive løsninger. I nogle tilfælde vil disse løsninger være tilstrækkelige til at løse problemet for vandværket, mens der i andre tilfælde vil være behov for supplerende løsninger, som beskrives senere.

Ved boringsbetinget lokal forurening og en lertykkelse på mindre end 15 m over indvindingsmagasinet vurderes det, at de samme metoder er relevante, men på grund af det tyndere lerlag, anbefales det at supplere med løsninger, der tager højde for, at der kan ske nedsivning af pesticider gennem lerlaget til indvindingsmagasinet. De supplerende løsninger er beskrevet samlet for både boringsbetinget og magasinbetinget forurening, se næste afsnit.

Eksempel 4. Løsningsfase for boringsbetinget forurening ved Mariendal Vandværk.

Ved Mariendal Vandværk blev der i 2017 konstateret desphenyl-chloridazon i 3 ud af de 4 boringer (se eksempel 1 for konstaterings- og undersøgelsesfase for Mariendal Vandværk), hvilket gav behov for at iværksætte foranstaltning med henblik på at sikre forsyningsikkerheden. Der blev udført driftsændringer af værkets indvinding, hvor 2 af de forurenede boringer blev lukket, mens indvindingen fra den rene boring kørte med maksimal indvinding (28 m³/t) suppleret med en mindre andel (5 m³/t) fra den boring, hvor den laveste koncentration af desphenyl-chloridazon var påvist. Ved driftsomlægningen kunne vandværket levere drikkevand med indhold af desphenyl-chloridazon under drikkevandskriteriet.

Da Assens Vandværk A/S ikke ønsker at levere vand med miljøfremmende stoffer, selvom de overholder grænseværdierne, blev der iværksat yderligere foranstaltninger med henblik på at kunne sikre forsyningsikkerheden. Undersøgelser havde udpeget en markvandingsboring (DGU nr. 144.167), som blev vurderet kunne indgå i forsyningen efter en udbygning til vandforsyningsboring. Da der var konstateret desphenyl-chloridazon i det øvre magasin, blev det besluttet at være meget påpasselig i forhold til at sikre, at der ikke kom nogen forbindelse mellem det øvre og det nedre magasin, hvorfor man valgte at overbore boringen. Overboringer blev udført i 16" til 16 m.u.t og boringen blev efter ny filtersætning i det nedre grundvandsmagasin afproppet forsvarligt med bentonit. Boringen er blevet udbygget med råvandsstation og råvandsledning til vandværket. Omkostningerne til overboring og udbygning beløber sig til ca. 400.000 kr.

Endvidere var der bekymring for spredning via boringsbetinget forurening ved boring 144.395 på vandværksgrunden. Man overvejede at få sløjfet boringen, men undersøgelser viste, at forureningsspredning skete i den ydre boringskonstruktion. Derfor valgte man at overbore og udbygge boringen med henblik på, at den kunne indgå i forsyningen efterfølgende. Overboringen blev udført i 16" til 48 m.u.t med ny filtersætning i et dybere beliggende grundvandmagasin, end der hidtil er indvundet grundvand fra. Derefter blev boringen afproppet forsvarligt med bentonit. Boringen vil blive udbygget med ny råvandsstation mv. Omkostningerne til overboring og udbygning beløber sig til ca. 630.000 kr. Efter overboring af de to boringer har analyser ikke påvist pesticider i råvandet. Boringerne vil derfor indgå i den fremtidige forsyning for Assens Forsyning A/S.



Magasinbetinget pesticidforurening

Nedenstående diagram viser forskellige løsningsforslag ved en magasinbetinget forurening. Løsningsforslagene ved magasinbetinget forurening adskiller sig fra en borningsbetinget forurening ved, at den boringstekniske del og en vurdering af beskyttelsen af grundvandsmagasinet ikke indgår.



Som det ses af løsningsforslagene opfordres der til tæt samarbejde med kommune og region ved udbredt pesticidforurening i grundvandsmagasinet.

Løsninger

Løsninger skal i første omgang hvis muligt være rettet mod driftsændringer i vandværksdriften, for at kunne levere drikkevand, som overholder drikkevandskvalitetskriterierne.

Kommunen kan i samråd med Styrelsens for patientsikkerhed give dispensation, hvis det ledningsførte vand overskrider drikkevandskriterierne. Dispensation vil blive givet midlertidig og være tilknyttet en række vilkår. Vilkårene kan være

at gennemføre undersøgelser og overvågning, herunder driftsændring.

Driftsændring gennemføres med henblik på at minimere indvindingen af forurenede grundvand. I tilfælde med meget høje indhold kan det være nødvendigt at lukke eller sløjfe borer, men hvis det er muligt, er det en god idé fortsat at indvinde på borer med indhold af pesticider. Dette sikrer, at forureningsudbredelse fastholdes og ikke spredes sig til vandværkets andre borer med lavt eller intet indhold af pesticider.

For at kunne ændre på driften af vandværket er det vigtigt at kende tyngdepunktet af forureningen som omtalt i undersøgelsesfasen. Har vandværket eksempelvis en forurenede og to uforurenede borer, kan indvindingen fra de to uforurenede borer forøges, mens indvindingen fra den forurenede boring reduceres. Ændringer kan ske ved f.eks. at ændre tidstyring og pumpeydelse for de enkelte borer eller ved at ændre på pumpebestykningen for de enkelte borer. Ved sådanne ændringer kan det ofte være muligt at sikre, at det ledningsførte vand overholder grænseværdierne. Hvis det er muligt kan ændringer ske gradvist, mens der laves en prøvetagning af borerne, sådan at effekten styres og dokumenteres.

Ændres der på for mange parametre (pumpeydelse og pumpetider mv.) på en gang, kan det være svært at gennemskue, hvilke ændringer der medfører en effekt.

Ved store justeringer (f.eks. lukning af borer) er der risiko for, at forureningen spredes og ødelægger værdifulde borer. Der kan også ske ændringer i vandkvaliteten, som giver problemer med vandbehandlingen på vandværket.

Forureningen kan også være fordelt i dybden, så forureningen er højest i korte indvindingsboringer i forhold til dybere indvindingsboringer. Ved indvinding fra dybere velbeskyttede magasiner kan det være muligt at slukke eller kraftigt reducere indvinding fra borer, som indvinder fra overliggende forurenede grundvand. Det er dog vigtigt, at forureningsforhold og geologi er veldokumenteret fra undersøgelsesfasen, så der kan træffes det rigtige valg for driftsændringer (se eksemplet fra Aike vandværk).

Afværgepumpning ved vandværket kan ske ved at der fortsat pumpes på en forurenede boring, som ikke kan indgå i indvindingen. Afværgepumpning gennemføres for at sikre, at forurening ikke spredes til andre af vandværkets indvindingsboringer. Afværgepumpning kan også gennemføres ved pumpning på dele af indstrømningen til en indvindingsboring. Dette kan indebære montering af en (lille) indvindingspumpe til oppumpning af forurenede grundvand i en boring, hvor der i forvejen er monteret en indvindingspumpe. Afværgepumpning kræver typisk udledningstilladelse (og rensning) af det forurenede vand, der oppumpes, hvor vandet afledes til vandløb, regnvandsledning eller lignende. Hertil kommer overvågning af vandkvalitet af vand fra indvindingspumpen.

Offentlig indsats ved ældre punktkilder gennemføres i særlige tilfælde af regionen i form af oprensning af kilden eller andre tiltag, der kan reducere risiko for påvirkning af vandværkets indvindingsboringer.

Ved forurening fra nye punktkilder kan myndigheder (Miljøstyrelse eller kommune) påbyde forurenere at gennemføre oprensning og/eller tiltag, der kan reducere risiko for påvirkning af vandværkets indvindingsboringer.

Videregående vandbehandling er et alternativ til ovenstående løsninger. Ved videregående vandbehandling gennemføres der en rensning af drikkevandet, f.eks. ved filtrering med aktivt kul. Videregående vandbehandling kræver tilladelse

fra kommunen og gives for en periode på 3 år ad gangen. Videregående vandbehandling betragtes som en midlertidig foranstaltning indtil andre løsninger kan gennemføres. Der er dog vandværker i Danmark, som har drevet videregående vandbehandling i en længere årrække.

Flytning af kildeplads til et uforurenede område er en måde, der kan sikre den fremtidige indvinding til vandværket. Hvis driftsændringer har afhjulpet vandforsynings akutte problemer, kan en langsigtet plan være at etablere en eller flere boringer på en ny kildeplads. Den nye kildeplads kan være et supplement til den eksisterende forsyning, hvorved forsyningssikkerheden øges. I forbindelse med etablering af en ny kildeplads er viden om geologi, grundvandskvalitet og nuværende/tidligere arealanvendelse (punkt- og fladekilder) fra undersøgelsesfasen vigtig. I særlige tilfælde (f.eks. hvis vandværket ikke kan håndtere pesticidforureningen ved driftsændringer) kan den eneste bæredygtige løsning være en flytning til en ny kildeplads eller ved at etablere forsyning fra et andet vandværk.

Forsyning fra et andet vandværk kan i nogle tilfælde være en god løsning i forhold til økonomi og bæredygtighed. Ofte er vandværkerne ringforbundne med nabovandværkerne. Der skal laves en vurdering af de tekniske muligheder og økonomi for hel eller delvis forsyning fra et andet vandværk. Løsningen skal vurderes i forhold til andre løsninger.



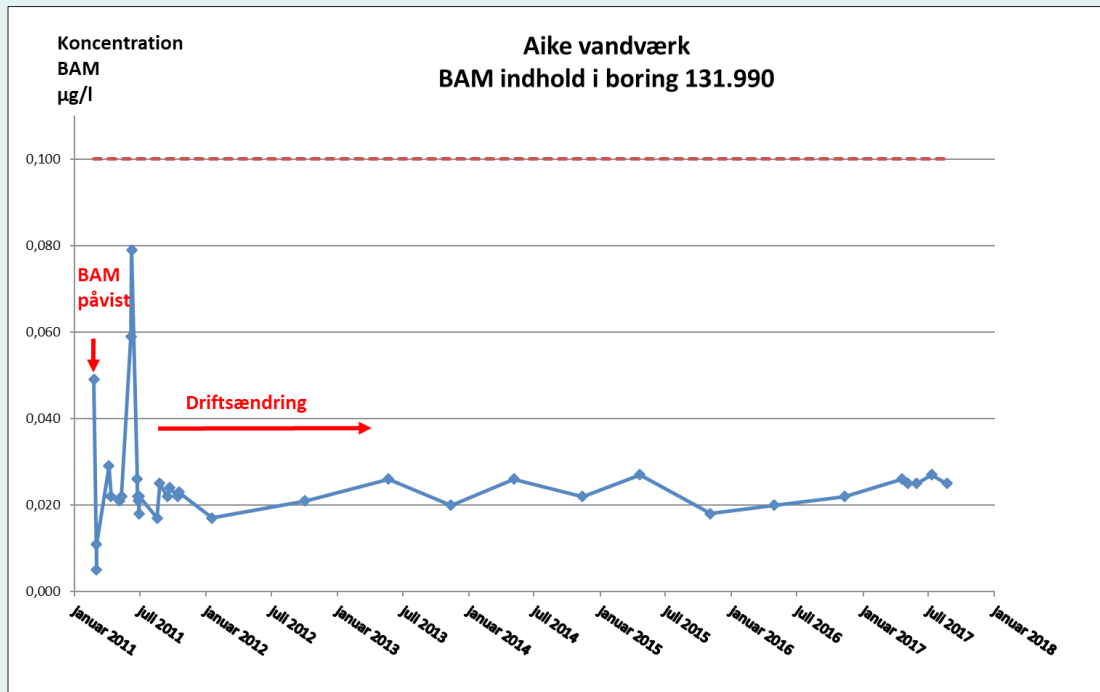
Eksempel 5. Løsningsfase for BAM-forurening ved Aike Vandværk.

Ved Aike Vandværk blev forurening med nedbrydningsproduktet BAM konstateret i 1 af 4 indvindingsboringer (se eksempel 2 for konstaterings- og undersøgelsesfase for Aike Vandværk). Aike Vandværk har to boringer med pumper a 60 m³/t og 2 boringer med pumper a 30 m³/t. Da BAM-forurening blev konstateret i boring 131.990, var der monteret en 60 m³/t pumpe i boringen. Året inden forureningen blev påvist, blev der pumpet ekstraordinært meget fra boring 131.990.



Boringsbestykning efter driftsændring for Aike Vandværk.

Efter konstateringen blev pumpen i boring 131.990 udskiftet med en 30 m³/t ved ombytning med en af de andre boringer. Den mindre indvinding fra den nordligste boring har flyttet "tyngdepunktet" af indvindingen, således, at en større del af indvindingen sker fra boringer placeret længere mod syd, og indholdet af BAM er derved blevet reduceret til et stabilt lavt niveau.



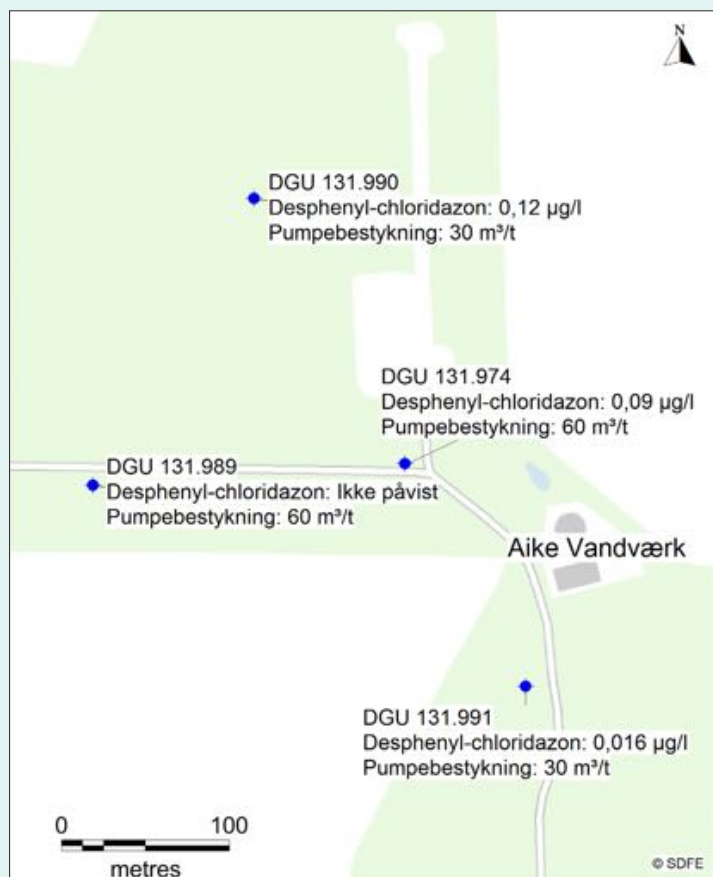
Indhold af BAM i boring 131.990.

Efter driftsændringen har løsningsfasen omfattet udvidet monitoring med ½-årlig prøvetagning fra vandværkets 4 indvindingsboringer samt fra 2 overvågningsboringer, som er beliggende opstrøms kildepladsen.

Efterfølgende er der i 2017 påvist nedbrydningsproduktet desphenyl-chloridazon i 3 ud af Aike Vandværks 4 boringer. Indholdet er på niveau med drikkevandskvalitetskriteriet i 2 af boringerne (131.990 og 131.974). Vandværket drives derfor med en indvindingstrategi, så der produceres drikkevand med indhold af desphenyl-chloridazon under drikkevandskvalitetskriteriet.



Indhold af desphenyl-chloridazon og pumpebestykning for boringer til Aike Vandværk.



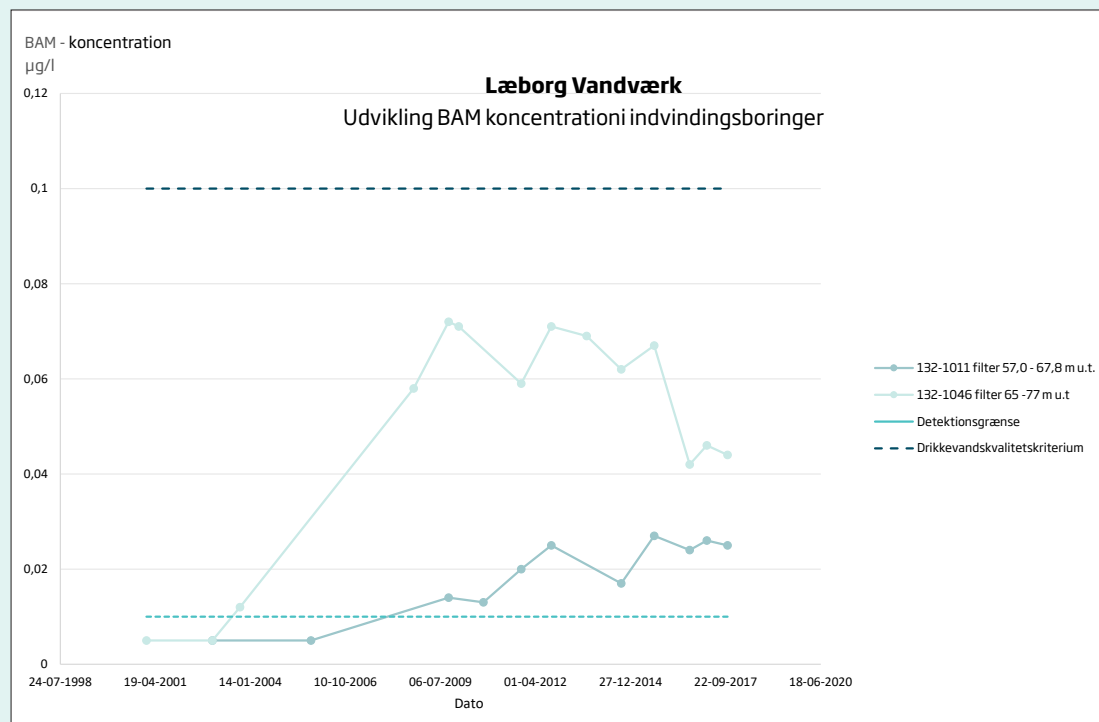
Aike vandværk	Pumpeydelse drift m /t				Råvand Desphenyl-chloridazon µg/l				Drikkevand Desphenyl-chloridazon µg/l		
	Dato	131.974	131.989	131.990	131.991	131.974	131.989	131.990	131.991	Beregnet	Målt
25-04-2017	60		30	30	0,09	<0,01	0,12	0,016		0,079	0,082
29-05-2017		60	30	30		<0,01	0,12	0,016		0,034	0,036
21-08-2017		60	30	30		<0,01	0,11	0,014		0,031	0,033
18-09-2017	60	60			0,12	<0,01				0,060	0,054
11-12-2017	60	60			0,086	<0,01				0,043	0,044

Drift af Aike Vandværk samt indhold af desphenyl-chloridazon i råvand og drikkevand.

Der er ikke væsentlig forskel på beregnet indhold (baggrund af målte indhold i råvand og pumpeydelse) i forhold til målte værdier i drikkevandet ved afgang vandværk. Der sker således ingen nedbrydning af desphenyl-chloridazon i vandværket. Driften bliver overvåget med regelmæssige prøvetagninger og analyser, for at kunne dokumentere, at drikkevandet overholder drikkevandskvalitetskriteriet. Endvidere pågår der p.t. yderligere undersøgelser og vurderinger med henblik på tiltag, der kan nedbringe indholdet af desphenyl-chloridazon i drikkevandet yderligere eller sikre, at det ikke er stigende.

Eksempel 6. Løsningsfase for BAM-forurening ved Læborg Vandværk.

Læborg Vandværk (se eksempel 3 for konstaterings- og undersøgelsesfase for Læborg Vandværk) har fortsat driften af 2 boreriger med indhold af BAM under drikkevandskvalitetskriteriet. Der er siden 2010 gennemført en årlig monitoring for indholdet af BAM i råvandet fra de to boreriger.

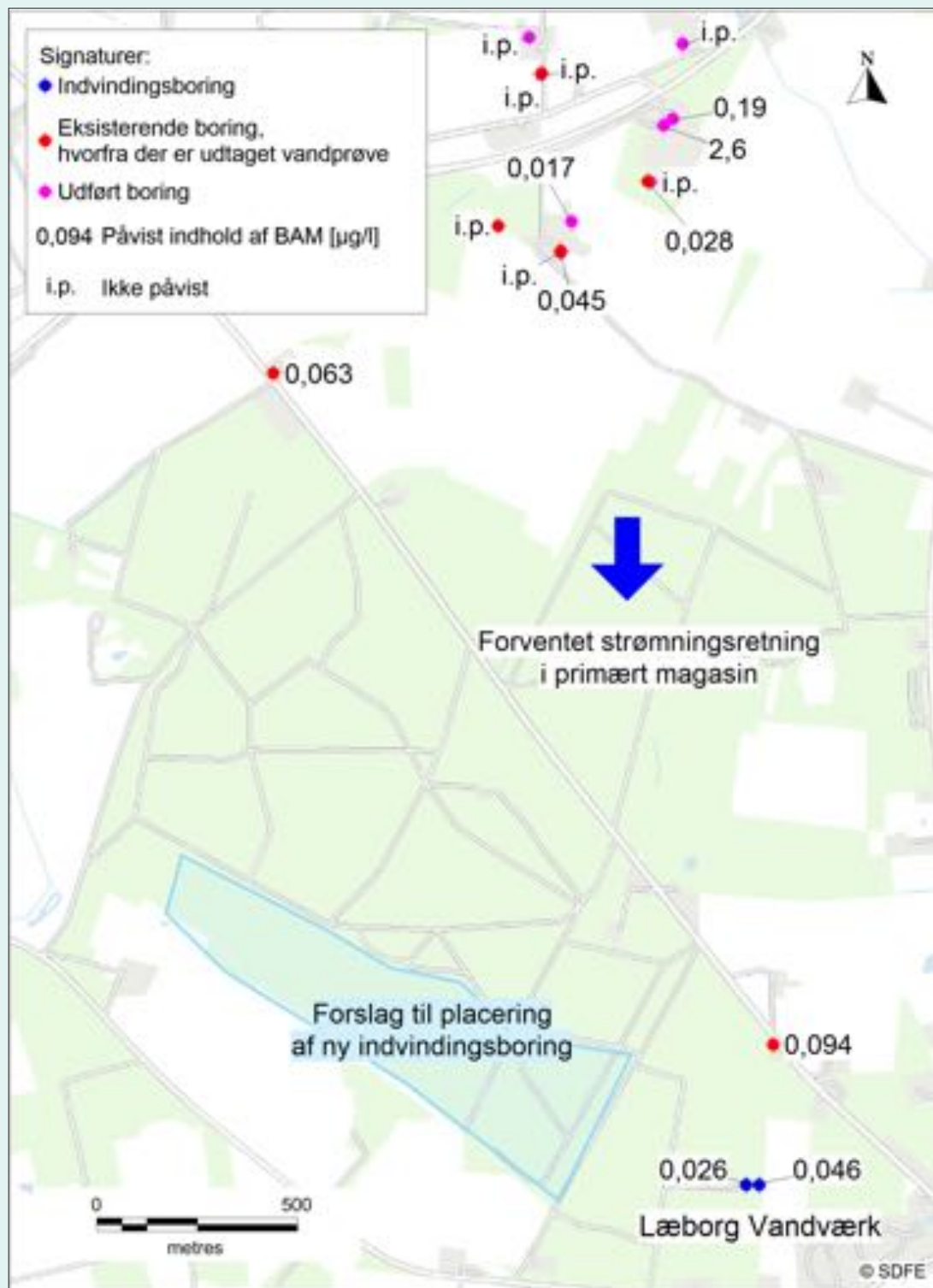


Udviklingen i BAM-koncentrationer for råvandet til Læborg vandværk

Overvågningen viser, at indholdet af BAM er stabiliseret på et niveau under drikkevandskvalitetskriteriet. Der er ikke påvist andre pesticider eller nedbrydningsprodukter i vandværkets boreriger. På denne baggrund vurderes det, at der ikke er akut risiko for at vandværkets leverance af drikkevand overskrider drikkevandskvalitetskriterierne.

Pesticidpunktkilder og nitrat udgør dog en risiko for vandværkets forsyningsikkerhed på længere sigt. Derfor anbefales det at igangsætte tiltag, som kan forøge forsyningsikkerheden. Forsyningsikkerheden kan øges ved at etablere yderligere en indvindingsboring som supplement til de to eksisterende boreriger.

En ny boring anbefales, at være beliggende på ca. samme potentialelinje (højdekurve for grundvandspejlet), som vandværkets eksisterende boreriger, således at borerigerne er beliggende på tværs af grundvandets strømningsretning. Derved kan den nye boring holdes fri fra forureningsspredning af pesticider fra de kendte potentielle punktkilder i oplandet. En ny boring kan etableres mod vest inde i Hundsbæk plantage. Omkostningerne til etablering af en ny boring inkl. råvandsledning til vandværket vurderes at beløbe sig til 700.000 - 1.100.000 kr. ekskl. moms. Prisen vil afhænge af primært placering og boringsdybde.



Forslag til området, hvor Læborg Vandværk på sigt kan etablere en ny boring.

Fakta om omkostninger

Vandværket skal finansiere undersøgelser af forureningen ved vandværket, herunder analyseudgifter og pumpe-test til afklaring af, om forurening er boringsbetinget eller magasinbetinget.

Vandværket skal finansiere evt. udgifter til reparation af utætheder ved en boringsbetinget forurening, rensning ved avanceret vandbehandling eller etablering af nye boringer.

Vandværket skal også betale forebyggende grundvandsbeskyttelse i form af dyrkningsaftaler mv. (forurening fra fladekilder, f.eks. marker).

Ved forureninger, hvor ansvaret kan placeres ved en ansvarlig forurener, skal forureneren på baggrund af påbud finansiere tekniske undersøgelser og evt. oprensning af forureningskilder eller anden udbedring af problemet.

Regionen finansierer den offentlige indsats overfor pesticidpunktkilder. Indsatsen består af opsporing og kortlægning af mulige pesticidpunktkilder, udføre indledende og evt. videregående undersøgelser af ældre pesticidpunktkilder. Regionen kan foretage afværgeforanstaltninger over for punktkilder, som udgør en risiko for vandværker eller grundvandsressourcen i almindelighed.

Prisniveauer: I det følgende er anført prisniveauer for en række af de aktiviteter, der er beskrevet i konstaterings-, undersøgelses- og løsningsfasen.



FASE	Enhed	Enhedspris	
KONSTATERINGSFASEN	-		
Pesticidanalyse (ca. 40 stoffer), inkl. akrediteret prøve-tagning og indtastning af stamdata	kr./stk.	5.000	
Pesticidanalyse (ca. 150 stoffer), inkl. akrediteret prøve-tagning og indtastning af stamdata	kr./stk.	10.000	
UNDERSØGELSEFASEN	-		
Vurdering på baggrund af eksisterende data	kr./stk.	15.000	
Lokalisering af boringsnære forureningskilder	-		
- interview	kr./stk.	8.000	
- geofysik i nærområde, evt. BNBO (begrænset til få ha)	kr./stk.	25.000	
- korte boringer, inkl. pesticidanalyse (ca. 40 stoffer)	kr./stk.	15.000	
- samlet vurdering af boringsnære forureningskilder	kr./stk.	15.000	
Supplerende boringsundersøgelser (priserne forudsætter, at der udføres flere undersøgelser på samme boring)	-		
- Demontering og montering af stigrør og pumpe	kr./boring	20.000	
- TV-inspektion	kr./boring	5.000	
- pakker-analyse	kr./boring	10.000	
- injiceringsanalyse	kr./boring	20.000	
- driftanalyse	kr./boring	5.000	
- top- bund prøve	kr./boring	10.000	
- borehulslogging	kr./boring	15.000	
- pejling, indmåling og pesticidanalyse (ca. 40 stoffer) af øvrige boringer	kr./boring	7.000	
- samlet vurdering af supplerende undersøgelser	kr./boring	50.000	
LØSNINGSFASEN	Anlægsomkostninger	Drift/år	
Tætning af boring	kr./boring	50.000-150.000	0
Overboring	kr./boring	150.000-300.000	0
Driftsændring	kr./boring	0-50.000	0-50.000
Afværgepumpning	kr./boring	25.000-50.000	10.000-50.000
Kildeoprensning	kr./lokalitet	0,5-5 mio.	0-0,1 mio.
Videregående vandbehandling	kr./100.000 m ³	0,5-1 mio.	25.000-50.000
Flytning af kildeplads	kr./100.000 m ³	0,5-1 mio.	Vurderes

Litteratur og referencer

Primær

Teknisk erfaringsopsamling for pesticidpunktkilder, Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 1781, 2016.

Skelnen mellem pesticidkilder, Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 1502, 2013.

Pesticidpunktkilder. Forebyggelse, opsporing og håndtering. Notat udarbejdet af Kammeradvokaten. 18. december 2015.

Strategier over for pesticidtruslen mod grundvandet fra punktkilder, Miljøstyrelsen Miljøprojekt nr. 1332 2011

Pesticider i grundvand, litteraturstudium vedr. mulige afværgeteknikker. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt nr. 1387 2011.

Oprensning på forurenede lokaliteter, Miljøstyrelsen, Miljøprojekt 6/7 1998

BAM-projekt 2002, Miljøstyrelsen: Hovedrapport (732/2002) + 4 delrapporter (arbejdsrapport 33-36 2002)

Sekundær

Pesticidtruslen mod grundvandet fra pesticidpunktkilder på oplandskala. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt, 1152, 2007

Strategier over for pesticidtruslen mod grundvandet fra punktkilder - forprojekt. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt Nr. 1159 2007.

Håndbog for risikobaseret prioritering af grundvandstruende punktkilder. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt nr. 1439, 2012

Risikovurdering af pesticidpunktkilder. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt nr. 1158, 2007

Grundvandsundersøgelser ved fyld- og lossepladser. AVJ. Teknik og administration nr. 2 1998.

Branchebeskrivelse for aktiviteter med pesticidhåndtering og anvendelse. Maskinstationer, planteskoler, frugtplantager og gartnerier. AVJ. Teknik og administration nr. 4 1998.

Videncenter for jordforurening. Strategier og gode råd til undersøgelserne. Teknik og Administration, Nr. 3 2010.

Videncenter for Jordforurening. Checklister ved undersøgelser. Teknik og administration nr. 1. 2007.

BEK nr. 906 af 24/06/2016 Vaskeplads-bekendtgørelsen

Hjemmesider - Links

Middeldatabasen: www.middeldatabasen.dk

Pesticiddatabasen: <http://miljoegressourcer.dk/pesticiddatabasen/pesticiddatabasen.php>

GEUS boringsdatabase Jupiter: <http://www.geus.dk/DK/data-maps/jupiter/Sider/data-dk.aspx>

NaturErhvervsstyrelsen, MiljøGIS portal: <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=jordbrugsanalyse>

Regionernes Videnscenter for Miljø og Ressourcer: <http://miljoegressourcer.dk/>

Bilag 1

Eksempel på stamkort

STAMKORT - prøvetagning boring

DGU nr. Lokalt boringsnr

Borestedets adresse			Lokalisering af borestedet		
Borested	<input type="text" value="Vandsted"/>		<input type="checkbox"/> Installationsbrønd	<input checked="" type="checkbox"/> Terrænliggende råvandsstation	
Vej	<input type="text" value="Vandværksvej"/>	Husnr <input type="text" value="1"/>	<input type="checkbox"/> Utilgængelig	<input type="checkbox"/> Pejlsbar	<input type="checkbox"/> Afåst
			<input type="checkbox"/> Brønd	<input type="checkbox"/> Brønd m. boring	
Post nr	<input type="text" value="9999"/>	By <input type="text" value="Vandsted"/>	Anvendelse	<input type="text" value="Indvindingsboring"/>	
Kommune	<input type="text" value="Vandborg"/>		Bemærkning	<input type="text" value="Efter afløb med laboratorium planlægger vandværk driften inden prøvetagning"/>	
Ejer	<input type="text" value="Vandsted vandværk"/>				
Tlf nr	<input type="text" value="123456789"/>				

Dato	Pumpe- tid inden prøvetagning Minutter		Aflæsning start m ³		Aflæsning Slut m ³		Pumpe- flow m ³ /min	Prøve- tager	Parametre Lab.	Drift inden prøvetagning
11-09-2011	30	min	25,6	m ³	30,5	m ³	0,2	Ole Jørgen- sen	Pesticider Borings- kontrol X-lab	Boring i ro 1 uge derefter drift 2 dage inden prøvetagning
09-05-2016	32	min	2014	m ³	2020	m ³	0,2	Anni Aaes	Pesticider borings- kontrol X-lab	Boring i ro 1 uge derefter drift 3 dage inden prøvetagning

Dykpumpe Ejektorpumpe Centrifugalpumpe



