Jordforureningers påvirkning af vandmiljøet i overfladevand

Jordforurening kan være en kilde til forurening af vandmiljøet med miljøfarlige forurenende stoffer (MFS). Regionerne har gennemført en risikoscreening af alle kendte jordforureninger i Danmark, som viser at godt 1.200 forureninger udgør en potentiel risiko for vandmiljøet i overfladevand. I forbindelse med vandplanperiode 3 er regionerne nu gået i gang med feltundersøgelser af jordforureningers reelle påvirkning af vandmiljøet i vandløb, søer og kystvande.

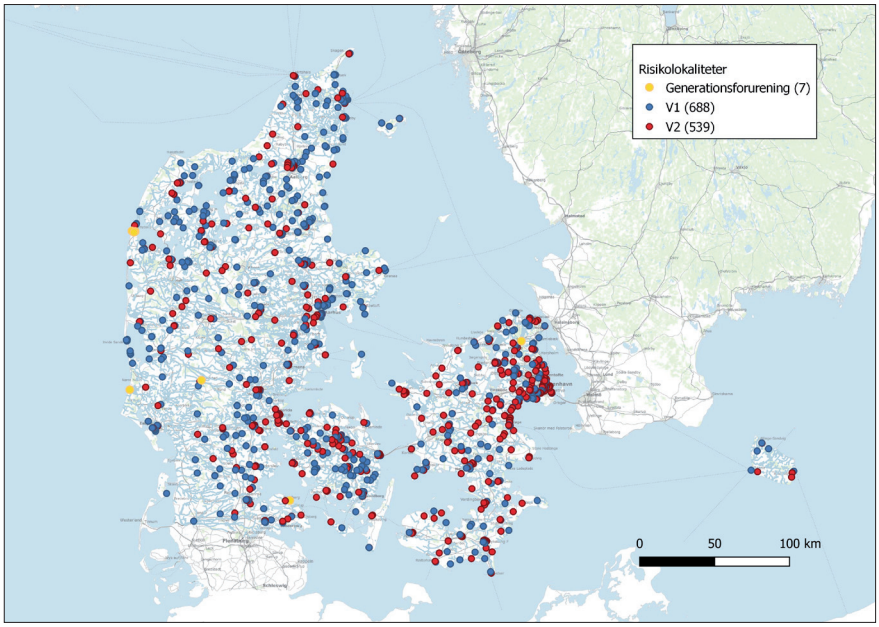
John Flyvbjerg, Lotte R.Tombak, Helle Overgaard, Ole Mikkelsen, Helle Larson, Mette Fischer & Kurt Møller.

Indledning

I vandplanperioden 2021-2027 skal der bl.a. skabes et bedre overblik over MFS´s påvirkning af det danske vandmiljø. Kilderne til forurening med disse stoffer skal findes, og hvor miljøkvalitetskrav er overskredet, skal forureningen nedbringes /1/.

Jordforurening kan være en kilde til forurening af vandmiljøet med MFS. I Danmark har myndighederne kortlagt ca. 37.000 lokaliteter, hvor der er påvist jordforurening eller hvor der er begrundet mistanke om, at der kan være jordforurening. Der er typisk tale om tidligere industrigrunde, autoværksteder, renserier mv. samt gamle kemikaliedepoter, losspladser o. lign., som kan påvirke omgivelserne med mange forskellige slags MFS – f.eks. opløsningsmidler, kulbrinter, metaller mv.

Nogle af de mest kendte eksempler på jordforureninger, der forurener vandmiljøet, er kemikaliedepoterne på Harboøre Tange og i Kærgård Klitplantage, hvorfra der er sket en udsivning af MFS til Vesterhavet. Langt mindre jordforureninger kan imidlertid også påvirke vandmiljøet negativt. Men heldigvis ser det ud til, at det kun er en brøkdel af de ca. 37.000 kendte jordforureninger, som udgør en risiko overfor vandløb, søer og kystvande



Figur 1: Beliggenhed af de 1.234 jordforureninger, som vurderes at udgøre en potentiel risiko for overfladevand. V1: Lokaliteten er kortlagt på begrundet mistanke om jordforurening V2: Lokaliteten er kortlagt på baggrund af konstateret jordforurening. Generationsforureninger: Særligt omkostningstunge forureninger.

Regionerne og Bornholms Regionskommune har således vurderet, at der på landsplan er godt 1.200 jordforureninger, som udgør en potentiel risiko for påvirkning af målsat overfladevand og derfor bør undersøges nærmere /2/. Beliggenheden af disse jordforureninger ses på kortet i figur 1.

I 2020 indgik Miljø- og Fødevareministeriet en aftale med regionerne om at gennemføre undersøgelser af den reelle påvirkning af vandmiljøet fra ca. 400 af de godt 1.200 potentielle risikolokaliteter. Undersøgelserne gennemføres i 2021-2022. På baggrund af undersøgelsesresultaterne vil der i 2023 blive taget stilling til behovet for oprensninger og til, hvordan de resterende to tredjedele af risikolokaliteterne skal håndteres. Projektets overordnede styring varetages af en styregruppe med repræsentanter fra regionerne, Miljøstyrelsen og Miljøministeriets departement.

I denne artikel redegør vi nærmere for ind-

Figur 2: Simulering af forureningsspredning fra en grundvandsforurening, som løber ud i et vandløb. Tracerforsøg udført af DTU Miljø i Mølleåen ved Raadvad i maj 2020. Foto: J. Flyvbjerg.

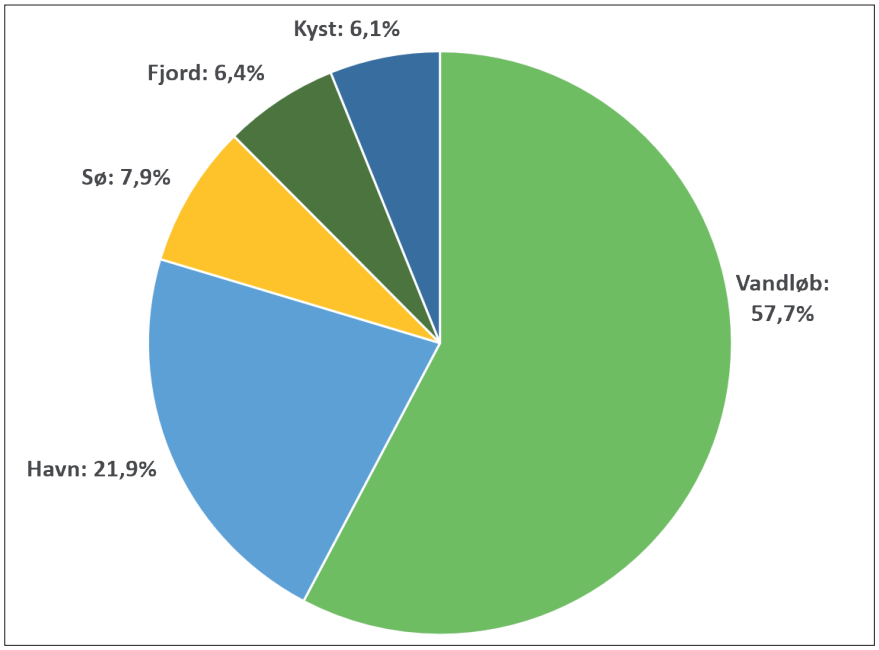
holdet af undersøgelserne og hvad resultaterne skal bruges til. I skrivende stund er undersøgelserne i fuld gang, men analyseresultaterne er endnu ikke kommet ind. Vi vil på et senere tidspunkt rapportere undersøgelsesresultaterne.

Risikoscreening af alle kortlagte jordforureninger

De fem regioner og Bornholms Regionskommune har i perioden 2014-2018 gennemført risikoscreeninger af samtlige godt 37.000 kortlagte jordforureninger i Danmark mht. hvilken risiko jordforureningerne udgør overfor vandmiljøet i målsat overfladevand /2/. Risikoscreeningerne blev gennemført ved hjælp af et screeningsværktøj, som er udviklet af Miljøstyrelsen /3/. Datagrundlaget for screeningerne var bl.a. regionernes egne oplysninger om jordforureningerne (bl.a. forureningens omfang og sammensætning). Desuden indgik afstanden fra den enkelte jordforurening til overfladevand samt oplysninger om overfladevandet (vandføring, fortynding mv). Disse oplysninger stammer fra Miljøstyrelsen.

Resultatet af screenings-arbejdet er, at der på landsplan er identificeret i alt 1.227 jordforureninger, som udgør en potentiel risiko, se figur 1. For hovedparten af disse jordforureningers vedkommende har deres påvirkning af overfladevand ikke tidligere været undersøgt. Fælles for de 1.227 jordforureninger er, at de ligger tæt på vandløb, søer eller kystvande (typisk indenfor en afstand af 250 meter) og at de ofte er forurenet med mobile MFS, som via grundvandet kan strømme ud i nærliggende overfladevand, se figur 2.

Udover de godt 1.200 potentielle risikolokaliteter er der 7 generationsforureninger, hvor der allerede er påvist en reel risiko for overfladevand (se figur 1 og boks 1). Generationsforureningerne er særligt store og omkostningstunge jordforureninger. Via finansloven er der bevilliget en særskilt pulje til undersøgelse og oprensning af disse forureninger.



Figur 3: Procentvis fordeling af hvilken type vandmiljø, der kan være påvirket af de godt 1.200 potentielle risikolokaliteter, som blev udpeget ved risikoscreeningen.

Hvilke typer overfladevand påvirkes?

Ca. 60 % af risikolokaliteterne udgør en risiko ift. vandløb, se figur 3. Dette skyldes bl.a., at der er væsentlig flere kilometer målsatte vandløbsstrækninger, end der er sø- og kyststrækninger. Samtidig er fortyndingen af forureningen, der er estimeret i screeningsværktøjet, ofte mindre i vandløb sammenlignet med søer og kyster.

Ca. 22% af de udpegede lokaliteter udgør en potentiel risiko for vandmiljøet i havne. Dette hænger sammen med, at der er mange kilder til jordforurening i havneområderne, hvor der ofte har været placeret industrivirksomheder.

Endelig fremgår det af figur 3, at søer, fjorde og øvrige kyststrækninger hver især kan være påvirket af 6-8 % af de udpegede lokaliteter.

Hvilke stoffer udgør en risiko for overfladevandet?

De gennemførte risikoscreeninger viser, at de udpegede lokaliteter potentielt kan påvirke vandmiljøet med mange forskellige slags MFS.

Som det fremgår af figur 4, er der oftest overskridelser for chlorerede opløsningsmidler. Denne stofgruppe var tidligere blandt de mest anvendte i industri og mange serviceerhverv, hvilket har ført til et stort antal jordforureninger. Desuden er chlorerede opløsningsmidler både mobile og svært nedbrydelige og har lave miljøkvalitetskrav i overfladevand (f.eks. 0,05 µg/l for vinylklorid).

Det ses videre af figur 4, at knap 10 % af de forventede overskridelser er "lossepladsparametre", dvs. stoffer som organisk stof, jern og ammonium, der typisk forekommer i høje koncentrationer i perkolat fra lossepladser. Godt 200 af de udpegede risikolokaliteter er

gamle lossepladser, der ofte ligger tæt på vandløb eller kystvande. Udover lossepladsparametrene kan gamle lossepladser også påvirke vandmiljøet med en lang række andre stoffer, bl.a. pesticider og opløsningsmidler.

Det skal bemærkes, at de gennemførte risikoscreeninger ikke omfattede perflourerede forbindelser (PFAS-forbindelser). PFAS er dog medtaget i feltundersøgelserne, som gennemføres i 2021-2022 (se nedenfor).

Feltundersøgelser 2021-2022

Iht. aftalen med Miljøministeriet skal regionerne gennemføre feltundersøgelser af 400 jordforureningers reelle påvirkning af vandløb, søer og kystvande. I vinteren 2020-2021 gennemførte vi et EU-udbud af undersøgelsesopgaven og har efterfølgende indgået kontrakt med de to firmaer WSP og Dansk Miljørådgivning (DMR) om gennemførelsen af undersøgelserne. De 400 undersøgelser fordeles nogenlunde ligeligt mellem 2021 og 2022.

Den overordnede strategi for feltundersøgelserne er formuleret af Miljøministeriet på baggrund af en række udviklingsprojekter /4, 5, 6/. Strategien består i at udføre målinger af relevante forureningsstoffer i eller tæt på det overfladevand, som kan være påvirket af en given jordforurening. Det er en lidt anden tilgang end regionernes almindelige praksis, hvor vi starter ved kilden til jordforureningen og derfra forfølger og afgrænser en eventuel forureningsfanes udbredelse.

De ca. 200 undersøgelser, som skal gennemføres i 2021, gik i gang i foråret. Som et led i undersøgelserne er der bl.a. opstillet en lokal konceptuel model for hver lokalitet, som beskriver de mest sandsynlige spredningsveje fra jordforureningen til vandmiljøet. Modellen baseres på eksisterende oplysninger og data, herunder screeningsresultaterne, tidligere udførte undersøgelser af jordforureningen, tilgængelige geologiske, hydrogeologiske og hydrologiske data mv.

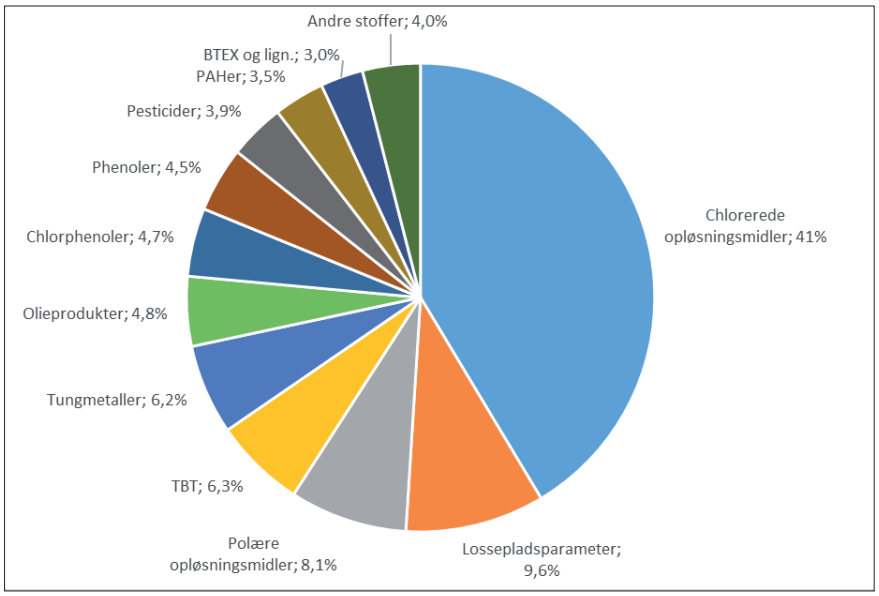
Der foretages desuden en besigtigelse af den forurenede lokalitet og det overfladevand, som kan være påvirket af forureningen – med deltagelse af bl.a. firmaet, der skal udføre undersøgelsen, regionen og så vidt muligt andre med lokalkendskab, f.eks. kommunale vandløbsmedarbejdere.

Med udgangspunkt i den konceptuelle model og besigtigelsen er der opstillet en konkret plan for feltarbejdet, herunder prøvetagningssteder, antal prøver, analyseprogram etc. Analyseprogrammerne tager udgangspunkt i de risikostoffer, som er udpeget ifm. screeningerne (se figur 4). Desuden analyseres vandprøver for indhold af PFAS-forbindelser på lokaliteter, hvor der kan være forurenet med PFAS.

Alle analyseresultaterne for MFS i overfladevand og -sediment rapporteres til overfladevandsdatabasen VanDa og bliver dermed tilgængelige via Danmarks Miljøportal.

Boks 1: De syv generationsforureninger, som udgør en risiko for overfladevand

Lokalitet	Region	Forureningsstoffer	Påvirket overfladevand og natur
Høfde 42	Midtjylland	Pesticider, kviksølv mv.	Vesterhavet, Knopper Enge (Natura 2000)
Cheminovas gamle fabriksgrund	Midtjylland	Pesticider, kviksølv mv.	Nissum Bredning, Knopper Enge (Natura 2000)
Cheminovas nuværende fabriksgrund	Midtjylland	Pesticider, kviksølv mv.	Nissum Bredning, Knopper Enge (Natura 2000)
Kærgård Klitplantage	Syddanmark	Forskellige kemikalier fra produktion af medicin, bl.a. klorerede opløsningsmidler og kviksølv	Vesterhavet
Grindstedværkets tidligere fabriksgrund	Syddanmark	Forskellige kemikalier fra produktion af medicin, bl.a. klorerede opløsningsmidler og kviksølv	Grindsted Å
Himmark Strand	Syddanmark	Olie og klorerede opløsningsmidler	Lillebælt
Collstropgrunden ved Esrum Sø	Hovedstaden	Arsen, krom, kobber	Bramaholm Bæk og omkringliggende vådområder (Natura 2000)



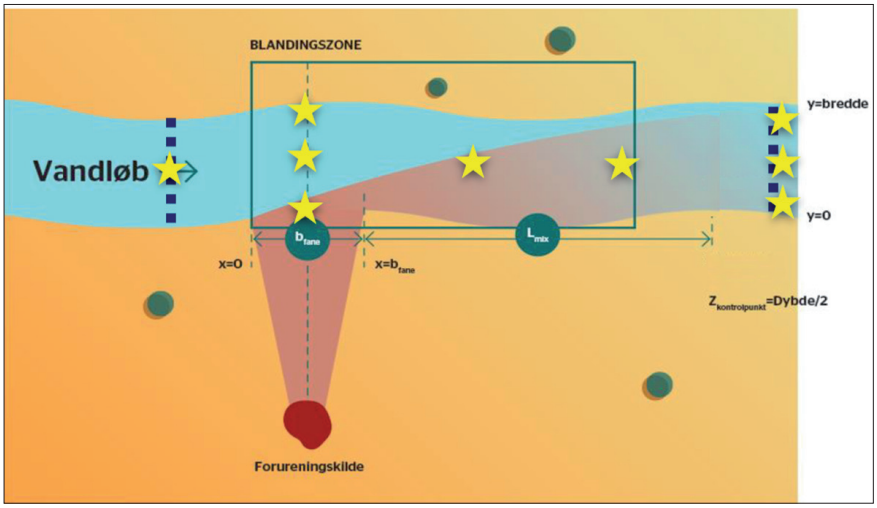
Figur 4: Procentvis fordeling af de stofgrupper, der på baggrund af risikoscreeningerne må forventes at kunne give anledning til overskridelser af miljøkvalitetskrav/kvalitetskriterier i vandløb, søer og kystvande.

Vandløb

I vandløb omfatter feltarbejdet udtagning af vandprøver på følgende strækninger af vandløbet (se figur 5):

- Opstrøms den forventede udstrømningszone for forurenet grundvand til vandløbet.
- Den strækning af vandløbet, hvor forureningen forventes at løbe ud i vandløbet (udstrømningszonen)
- Nedstrøms udstrømningszonen, hvor det må forventes, at forureningen er fuldt opblandet i vandløbet.

Hvis de potentielle problemstoffer omfatter hydrofobe forbindelser som f.eks. PAH-forbindelser eller metaller, vil der også blive udtaget



Figur 5: Skematisk tegning af prøvetagningssteder (markeret med stjerner) i et vandløb, som er påvirket af forurenet grundvand (markeret med rød farve). Det forurenede grundvand strømmer fra jordforureningen (forureningskilden) ud i vandløbet, hvor det blandes op med vandløbsvandet og transporteres videre med dette /7/.

sedimentprøver fra vandløbsbunden.

Der gennemføres vandføringsmålinger på de opstrøms og nedstrøms prøvetagningssteder.

Målingerne gennemføres på et tidspunkt, hvor påvirkningen fra jordforureningen må forventes at være størst. Dette vil i de fleste tilfælde være om sommeren, når der er lav vandføring i vandløbet, så fortyndingen af tilstrømmende forurenet grundvand er lavest /5, 6/. Figur 6 giver et indtryk af feltarbejdet i juni 2021.

Fig 7 viser et eksempel på, hvordan resultaterne fra en vandløbsundersøgelse kan se ud. Målingerne er fra Hundelev Å i Nordjylland /5/. Det ses af figuren, at chlorerede opløsningsmidler fra en jordforurening beliggende ca. 300 meter fra åen siver ud ca. midt på den strækning af vandløbet, hvorfra der er udtaget vandprøver (Figuren viser koncentrationsprofilerne for stofferne TCE, PCE og 1,2-cis DCE).

Vandprøvetagningen er startet længst nedstrøms, hvorfra prøvetageren har bevæget sig i opstrøms retning (derfor er VP1 placeret længst nedstrøms). VP3 og VP4 repræsenterer selve udstrømningszonen, og de faldende koncentrationer i VP2 og VP1 skyldes formodentlig fortynding længere nedstrøms. Figuren illustrerer, hvordan det ofte er nødvendigt at prøvetage en længere strækning i vandløbet (aktuelt ca. 800 meter) for at være sikker på, at man "fanger" udstrømningszonen. Resultaterne fra Hundelev Å viser en tydelig påvirkning af vandløbsvandet med klorerede opløsningsmidler fra den nærliggende jordforurening, om end denne påvirkning ikke har ført til, at miljøkvalitetskravene for klorerede opløsningsmidler i åen er overskredet.

Søer og kystvande

I søer og kystvande vil der som hovedregel ikke blive udtaget vandprøver fra selve søen/kystvandet. I stedet baseres undersøgelserne på grundvandsprøver udtaget fra boringer, som placeres i den forventede udstrømningszone for forurenet grundvand tæt på søbredden/kysten, se figur 8.

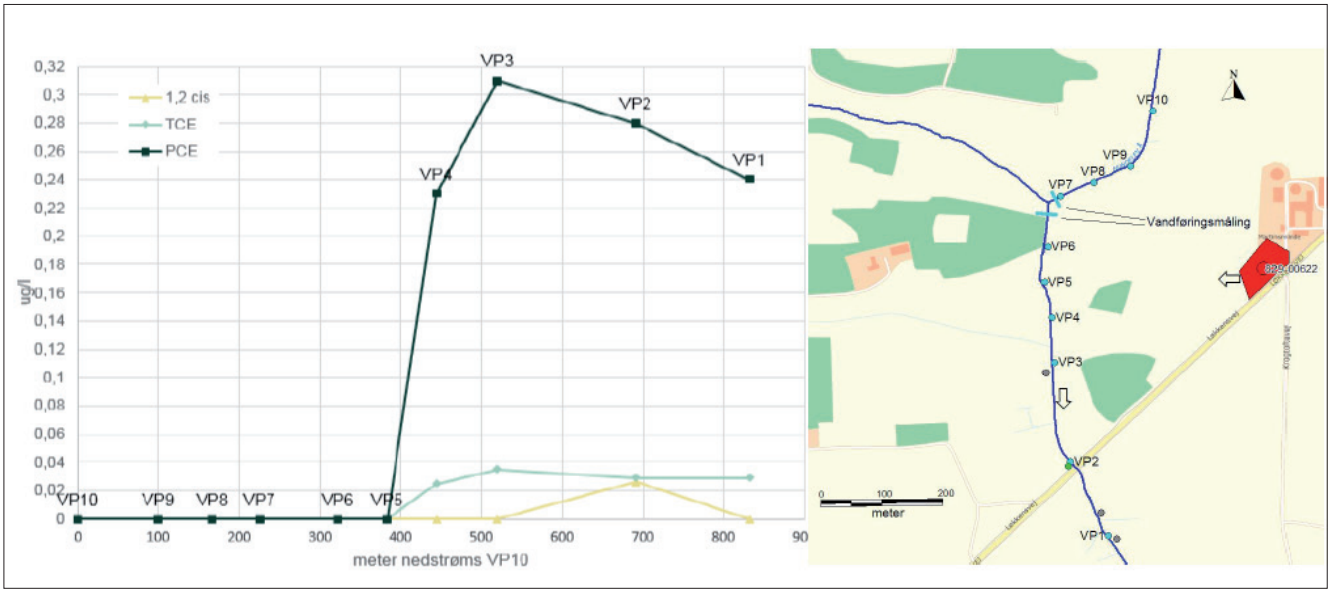
På basis af grundvandsprøvernes indhold af MFS beregnes tilførslen af disse til søen/kystvandet. Ud fra kendskab til fortyndingsfaktoren på den aktuelle sø/kyststrækning beregnes koncentrationen af forureningsstofferne i søen/kystvandet og sammenholdes med gældende kvalitetskriterier.

Figur 6: Vandprøvetagning, vandføringsmåling og indmåling af prøvetagningspunkter i Fæstningskanalen, Region Hovedstaden. Foto: Christina Dahl/Martin Wejersøe Søndergaard.

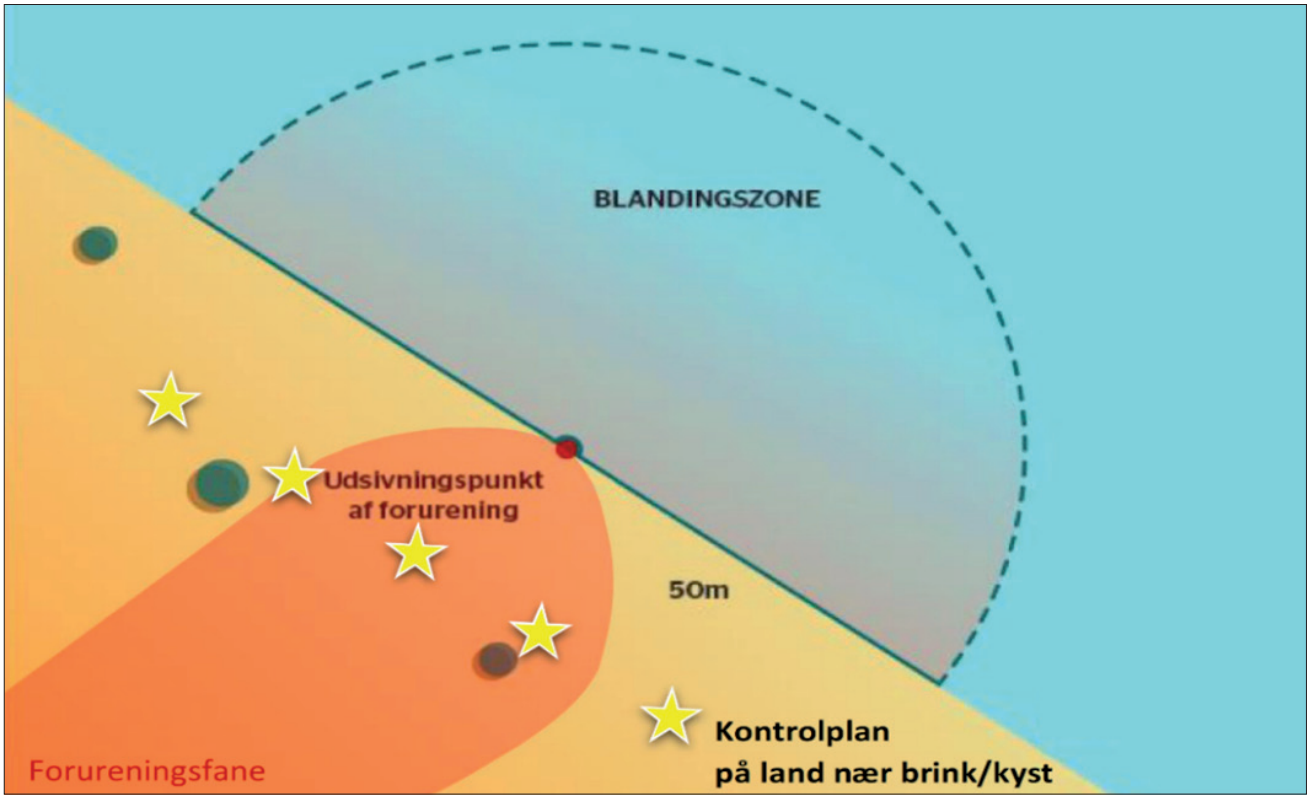
Hvad skal resultaterne af feltundersøgelserne bruges til?

Resultaterne af feltundersøgelserne i 2021-2022 vil først og fremmest vise, hvilke af de ca. 400 jordforureninger, som rent faktisk påvirker vandmiljøet med MFS. Desuden vil vi kunne udpege de steder, hvor påvirkningen er så kraftig, at den giver anledning til overskridelser af miljøkvalitetskrav. Disse oplysninger skal bl.a. anvendes af Miljøministeriet som en del af beslutningsgrundlaget for, hvor der skal foretages indgreb for at forbedre vandmiljøtilstanden inden udgangen af den aktuelle vandplanperiode i 2027.

Resultaterne vil desuden blive anvendt til at opbygge ny viden. Regionerne vil således gennemføre en analyse af sammenhængene mellem forskellige karakteristika ved jordforureningerne, de hydrogeologiske forhold mv. og den faktiske påvirkning med MFS, som observeres i vandmiljøet. Disse oplysninger skal bl.a. anvendes til at beslutte, hvilken undersøgelsesstrategi, som skal anvendes til at afdække den reelle risiko fra de ca. 800 jordforureninger, der blev udpeget ved risikoscreeningerne, men som ikke er en del af undersøgelserne i 2021-2022.



Figur 7: Jordforurenings påvirkning af vandkvaliteten i Hundelev Å i Nordjylland (fra /5/). Til venstre ses koncentrationsprofilen for PCE (tetrachlorethylen), TCE (trichlorethylen) og 1,2-cis DCE (dichlorethylen) i åen. Til højre ses et oversigtskort med placeringen af jordforureningen (markeret med rødt) og prøvetagningspunkterne i åen



Figur 8: Skematisk tegning af prøvetagningssteder (markeret med stjerner) ved bredden af sø eller kyst, som er påvirket af forurenet grundvand (markeret med orange farve) /7/.

Referencer

1. Miljø- og Fødevareministeriet (2019): Arbejdsprogram for vandområdeplanerne 2021-2027.
2. Flyvbjerg, J., Overgaard, H., Pedersen, M.E., Tombak, L.R., Raun. K.D., Bondgaard, M., Larson, H., Nikolajsen, A.S., Fischer, M., og Møller, K. (2019): Jordforurening og overfladevand. Resultatet af regionernes screeningsarbejde 2014-2018. Miljø og Ressourcer nr.1, 2019, side 14-26.
3. Miljøstyrelsen: https://mst.dk/affald-jord/jordforurening/screeningsprincip-for-jordforurening/
4. Miljøstyrelsen (2015): Guide til indledende undersøgelser af jordforureninger, der udgør en potentiel risiko for overfladevand. Miljøprojekt nr. 1657.
5. Miljøstyrelsen (2016): Jordforureningers påvirkning af overfladevand – test af screeningsværktøjet for overfladevand. Miljøprojekt nr. 1846.
6. Miljøstyrelsen (2018): Vandløb påvirket af jordforurening – tidslig variation i koncentration og vandføring. Miljøprojekt nr. 2050.
7. Regionerne (2020): Teknisk opgavebeskrivelse: Undersøgelse af jordforureningers påvirkning af målsat overfladevand. Fra regionernes udbudsmateriale, oktober 2020.

John Flyvbjerg, civilingeniør, ph.d., Region Hovedstaden
Lotte R. Tombak, cand. techn. soc., Region Sjælland
Helle Overgaard, civilingeniør, Region Hovedstaden
Ole Mikkelsen, biolog, Region Syddanmark
Helle Larson, civilingeniør, Region Midtjylland
Mette Fischer, biolog, Region Nordjylland
Kurt Møller, geofysiker, Regionernes Videncenter for Miljø og Ressourcer