

Jordforureningers påvirkning af overfladevand

Resultater af regionernes undersøgelser 2021-2022

Dataanalyse og erfaringsopsamling

December 2023



Regionernes Videncenter for
Miljø og Ressourcer

Forside foto: Sporstof forsøg i Mølleåen. Forsøget simulerede forurenet grundvands spredning i et vandløb og blev udført af DTU i maj 2020. Foto: Region Hovedstaden

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	Forord.....	1
2.	Sammenfatning.....	2
3.	Indledning	5
3.1	Baggrund	5
3.2	Formål	6
4.	Fremgangsmåde ved feltundersøgelser og risikovurderinger	7
4.1	Strategi og teknisk opgavebeskrivelse	7
4.2	Udvalgte lokaliteter	7
4.3	Prøvetagningssteder og analyseprogrammer	9
4.4	Vandløb	10
4.5	Søer og kyst	15
4.6	Grænseværdier.....	17
4.7	Rapportering	19
4.8	Lagring og udstilling af data	19
5.	Vandløb – resultater, risikovurderinger og dataanalyse.....	21
5.1	Overblik over resultater	21
5.2	Kildetyper	23
5.3	Miljøfarlige stoffer i vandfasen	25
5.4	Miljøfarlige stoffer i sediment.....	35
5.5	Betydningen af jordforureningens afstand fra vandløbet	38
5.6	Betydningen af vandføringens størrelse	39
5.7	Betydningen af brancher og aktiviteter	41
5.8	Sammenfatning vedr. jordforureningers påvirkning af vandløb.....	42
6.	Søer – resultater, risikovurderinger og dataanalyse.....	44
6.1	Overblik over resultater	44
6.2	Kildetyper	46
6.3	Miljøfarlige stoffer i vandfasen	49
6.4	Miljøfarlige stoffer i sediment.....	51
6.5	Betydning af jordforureningens afstand fra søen	51
6.6	Betydningen af brancher og aktiviteter	53
6.7	Sammenfatning vedr. jordforureningers påvirkning af søer.....	54
7.	Kystvande – resultater, risikovurderinger og dataanalyse	56
7.1	Overblik over resultater	56
7.2	Kildetyper	59
7.3	Miljøfarlige stoffer i vandfasen	61
7.4	Miljøfarlige stoffer i sediment.....	63
7.5	Betydning af jordforureningens afstand fra kysten	64
7.6	Betydningen af brancher og aktiviteter	65
7.7	Sammenfatning vedr. jordforureningers påvirkning af kystvande	67
8.	Konklusion og anbefalinger.....	69
8.1	Konklusioner.....	69

8.2	Anbefalinger	74
9.	Referenceliste	77

BILAG (se særskilt bilagsrapport)

1. Liste over lokaliteter, som er omfattet af undersøgelserne
2. Analyseprogrammer for vand- og sedimentprøver
3. Retningslinjer for anvendelse af grænseværdier
4. Kvalitetskriterier for ammonium og jern

1. Forord

I 2021-2022 gennemførte de 5 regioner iht. en aftale med Miljøministeriet feltundersøgelser af knap 400 jordforureningers påvirkning af nærliggende overfladevand med miljøfarlige, forurenende stoffer (MFS).

Denne rapport giver et overblik over resultaterne og trends i disse.

Rapporten er udarbejdet af en tværregionale arbejdsgruppe, som har stået for planlægning, koordinering, projektstyring, dataopsamling mv. ifm. undersøgelserne. Arbejdsgruppen har haft flg. medlemmer:

Region Nordjylland:

Mette Fischer Sørensen (pr. 1. august 2023 Forsvarets Ejendomsstyrelse)
Tommy Madsen

Region Midtjylland:

Helle Larson
Magnus Greve Routhe

Region Syddanmark:

Ole Mikkelsen
Heidi Hinge

Region Sjælland:

Lotte Tombak
Christian Jensen

Region Hovedstaden:

Helle Overgaard
John Flyvbjerg

Regionernes Videncenter for Miljø- og Ressourcer:

Kurt Møller

Arbejdet med gennemførelse af feltundersøgelserne og den efterfølgende dataanalyse og erfaringsopsamling har løbende været fulgt af en styregruppe med repræsentanter fra regionerne, Miljøministeriet og Miljøstyrelsen.

2. Sammenfatning

I 2013 vedtog Folketinget en ændring af Jordforureningsloven, som udvidede regionernes ansvarsområder til også at omfatte offentlig indsats overfor jordforureninger, der udgør en risiko overfor overfladevand og natur. Med lovændringen blev regionernes indsats ift. overfladevand og natur således sidestillet med indsatsen ift. grundvand og menneskers sundhed. Baggrunden for lovændringen var Danmarks forpligtelse til at leve op til EU's Vandrammedirektiv.

I perioden 2014 – 2018 gennemførte regionerne med udgangspunkt i eksisterende data risikoscreeninger af de på landsplan ca. 38.000 kortlagte jordforureninger. Resultatet af screeningerne var at godt 1.200 jordforureninger blev udpeget som risikolokaliteter ift. overfladevand.

Efterfølgende har de 5 regioner efter aftale med Miljøministeriet i 2021-2022 gennemført feltundersøgelser af knap 400 jordforurenings påvirkning af nærliggende overfladevand med miljøfarlige, forurenende stoffer (MFS). De knap 400 jordforureninger var udvalgt blandt de godt 1.200 risikolokaliteter, som var udpeget ved risikoscreeningerne. Det overordnede formål med feltundersøgelserne har været, at:

1. Afklare om de undersøgte jordforureninger påvirker overfladevand negativt.
2. Gennemføre erfaringsopsamlinger på basis af undersøgelsesresultaterne, herunder vurdere om der i resultaterne er evidens for, at nogle grupper af jordforureninger ikke påvirker overfladevand.

Undersøgelserne omfattede 271 jordforureninger ved vandløb, 36 jordforureninger ved søer og 81 jordforureninger ved kyster.

De gennemførte undersøgelser viser, at jordforureninger påvirker overfladevand negativt med MFS. Ud af de knap 400 undersøgte jordforureninger, blev der således fundet ca. 120 jordforureninger, der påvirker overfladevand med MFS over gældende grænseværdier (svarende til ca. 30 % af de undersøgte jordforureninger). Disse jordforureninger påvirkede overfladevandet enten som eneste kilde eller i kombination med andre forureningskilder. Derudover er der ca. 20 lokaliteter, hvor det på baggrund af de gennemførte undersøgelser *ikke* har været muligt at afklare, om jordforurening påvirker overfladevand. Ved de resterende ca. 250 jordforureninger blev der fundet en påvirkning af overfladevand med MFS over gældende grænseværdier i ca. en tredjedel af tilfældene. Kilden til disse påvirkninger var imidlertid ikke jordforureningerne.

De MFS som hyppigst blev fundet i koncentrationer over grænseværdierne i overfladevand var:

PFAS-forbindelser, lossepladsstoffer (bl.a. ammonium og jern), pesticider, tungmetaller, benzin- og oliestoffer samt PAH-forbindelser

Jordforureningerne er imidlertid ikke de eneste kilder til påvirkning af overfladevand med disse stoffer. Undersøgelserne viser således, at der i mange tilfælde var andre kilder end den undersøgte jordforurening, som bidrog til påvirkning af overfladevandet med de samme MFS som jordforureningen.

Klorerede opløsningsmidler blev fundet mindre hyppigt end forventet i forhold til de gennemførte risikoscreeninger med Miljøstyrelsens screeningsværktøj.

Desuden peger undersøgelserne på, at der er en meget begrænset risiko for, at jordforureninger påvirker overfladevand med *polære opløsningsmidler, freon-forbindelser og chlor-phenoler*. Denne trend er dog med forbehold for, at disse stoffer formodentlig optræder mindre hyppigt i forureningskilderne

Undersøgelsesresultaterne peger på, at der med øget afstand fra jordforureningen til overfladevandet er en faldende risiko for, at jordforureningen påvirker overfladevandet med MFS. For vandløbs vedkommende viser resultaterne tilsvarende en tendens til faldende risiko med stigende vandføring i vandløbet. Der er imidlertid fundet jordforureninger, som påvirker overfladevand i alle de undersøgte afstande (op til 250 meters afstand fra vandløbene og i enkelte tilfælde længere væk). Tilsvarende er der også fundet påvirkning af vandløb med høje vandføringer (over 200 l/s)

Undersøgelsesresultaterne peger endvidere på, at lossepladser er den type jordforurening, som hyppigst påvirker overfladevand. Derudover er der i datamaterialet ikke fundet tydelige sammenhænge mellem de brancher/aktiviteter, som er knyttet til de undersøgte jordforureninger og risikoen for, at jordforureningerne påvirker overfladevand.

Alt i alt vurderes det på baggrund af den gennemførte dataanalyse og erfaringsopsamling, at der *ikke* er evidens for, at nogle grupper af jordforureninger ikke påvirker overfladevand. Resultaterne peger dog på, at risikoen fra nogle grupper af MFS er mindre end hidtil antaget.

Der er opstillet en række anbefalinger til den fremadrettede indsats ift. jordforureningers påvirkning af vandmiljøet, således at denne indsats bedst mulig understøtter og sikrer målopfyldelse ift. Vandrammedirektivet og Vandområdeplanerne. Det anbefales bl.a. at:

- Gennemføre yderligere undersøgelser ved de ca. 120 jordforureninger, som påvirker overfladevand, for at få afklaret nærmere, hvor der er behov for en afværgeindsats for at sikre vandmiljøet. Tilsvarende undersøgelser anbefales gennemført ved de ca. 20 jordforureninger, hvor det ikke var muligt at afklare risikoen i første omgang.
- Gennemføre *kildenære* forureningsundersøgelser på ca. 800 risikolokaliteter, som er udpeget med screeningsværktøjet, men som endnu ikke er undersøgt, da de ikke var omfattet af 2021-2022 undersøgelserne.
- Fortsætte med at anvende screeningsværktøjet, således at det sikres, at risikovurderinger af jordforurenings påvirkning af overfladevand foretages på et ensartet grundlag. Screeningsværktøjet skal udbygges til også at omfatte PFAS-forbindelser. Der skal etableres et forpligtende samarbejde omkring den løbende opdatering af værktøjet med målsatte vandområder, nye grænseværdier mv.

3. Indledning

3.1 Baggrund

I Danmark har myndighederne kortlagt ca. 38.000 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, rensier mv. samt gamle kemikaliedepoter, lossepladser o. lign., som kan påvirke omgivelserne med mange forskellige slags miljøfarlige stoffer – f.eks. opløsningsmidler, PFAS-forbindelser, olieprodukter, metaller mv. Det er velkendt, at sådanne jordforureninger kan udgøre en risiko for grundvandet og for menneskers sundhed. Jordforureningerne kan imidlertid også være en kilde til forurening af vandmiljøet med miljøfarlige, forurenende stoffer (MFS).

Ændring af Jordforureningsloven i 2013

I maj 2013 vedtog Folketinget en ændring af Jordforureningsloven, som udvidede regionernes ansvarsområder til også at omfatte offentlig indsats overfor jordforureninger, der udgør en risiko overfor overfladevand og natur. Iht. Miljøministeriet (2013) er overfladevand i denne sammenhæng målsatte overfladevandsområder, hvortil der er knyttet konkrete miljømål. Natur er defineret som internationale naturbeskyttelsesområder (Natura 2000). Med lovændringen blev regionernes indsats ift. overfladevand og natur således sidestillet med indsatsen ift. grundvand og menneskers sundhed. Baggrunden for lovændringen var Danmarks forpligtelse til at leve op til EU's Vandrammedirektiv.

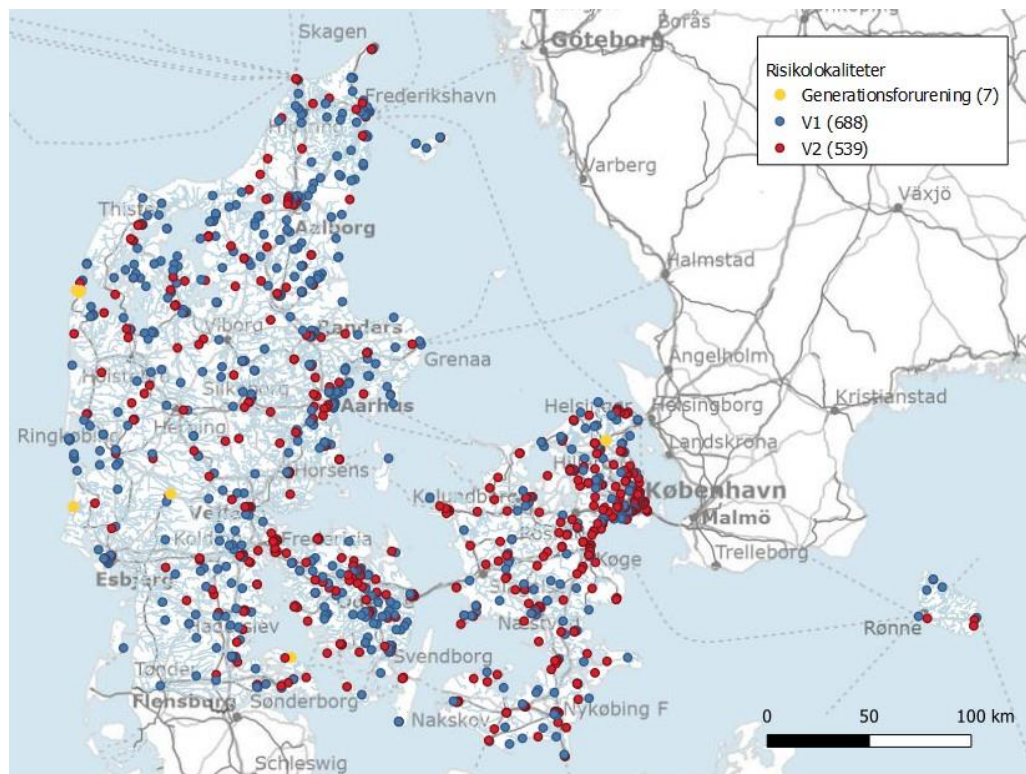
Risiko-screening af kendte jordforureninger

Jf. Miljøministeriet (2013) skulle regionerne i første omgang udpege de forurenede arealer, der kan have skadelig påvirkning på overfladevand og natur, ved hjælp af et risiko-screeningsværktøj udarbejdet af Miljøstyrelsen. Risikoscreeningerne blev gennemført i perioden 2014-2018 på baggrund af eksisterende data for jordforureninger og de overfladevandsområder, som kunne være påvirkede. Det skal bemærkes, at screeningerne *ikke* omfattede PFAS, da denne stofgruppe ikke var medtaget i Miljøstyrelsens screeningsværktøj.

Resultater af screeningerne var, at godt 1.200 af de på landsplan ca. 38.000 kortlagte jordforureninger blev udpeget som risikolokaliteter ift. overfladevand – se figur 3.1. For en nærmere beskrivelse af risikoscreeningerne henvises til Regionerne (2019) og Miljøstyrelsen (2023a).

Undersøgelse af risikolokaliteter

I 2020 indgik Miljø- og Fødevarerministeriet og Danske Regioner en aftale om, at regionerne i løbet af 2021 og 2022 skulle gennemføre feltundersøgelser af påvirkningen af overfladevand fra ca. 400 af de godt 1.200 risikolokaliteter. Det blev besluttet, at de 400 lokaliteter som udgangspunkt skulle udvælges blandt V2 kortlagte risikolokaliteter, dvs. lokaliteter, hvor der er påvist forurening (Miljø- og Fødevarerministeriet 2020 a,b). Det blev desuden aftalt, at lokaliteter i havneområder ikke skulle medtages i undersøgelserne. Risikolokaliteterne på Bornholm var ikke omfattet af aftalen.



Figur 3.1: Beliggenheden af 1.227 jordforureninger der på baggrund af risikoscreeninger med Miljøstyrelsens screeningsværktøj er vurderet at udgøre en risiko for overfladevand. Derudover er der 7 generationsforureninger, som udgør en risiko for overfladevand.

Udbud af undersøgelser

I 2020 gennemførte de 5 regioner parallelle EU-udbud af de feltundersøgelser, der skulle gennemføres i hver region. Som en del af udbudsmaterialet havde regionerne udarbejdet en detaljeret beskrivelse af, hvordan de enkelte feltundersøgelser skal planlægges, gennemføres og rapporteres (Regionerne, 2020).

På baggrund af regionernes evaluering af de indkomne tilbud blev de to rådgivningsfirmaer WSP og Dansk Miljørådgivning (DMR) udvalgt til at gennemføre undersøgelserne. Begge firmaer har gennemført feltundersøgelser i hver region, bortset fra i Region Nordjylland, hvor WSP varetog alle undersøgelserne.

3.2 Formål

Det overordnede formål med undersøgelserne er jf. Miljø- og Fødevareministeriet (2020b), at:

1. Afklare om de undersøgte jordforureninger påvirker overfladevand negativt.
2. Gennemføre erfaringsopsamlinger på basis af undersøgelsesresultaterne, herunder vurdere om der i resultaterne er evidens for, at nogle grupper af jordforureninger ikke påvirker overfladevand.

4. Fremgangsmåde ved feltundersøgelser og risikovurderinger

Dette afsnit giver et overblik over den anvendte fremgangsmåde ifm. opfyldelsen af undersøgelsesernes formål. Afsnittet indeholder en kort beskrivelse af den anvendte fremgangsmåde i forbindelse med de enkelte feltundersøgelser samt den efterfølgende risikovurdering, der på baggrund af undersøgelsesresultaterne er gennemført for alle de udvalgte kortlagte lokaliteter. For en detaljeret beskrivelse af fremgangsmåderne henvises til Regionerne (2020). Den anvendte fremgangsmåde på de konkrete lokaliteter er desuden beskrevet i detaljer i de enkelte, lokalitets-specifikke undersøgelsesrapporter, som kan rekvireres ved henvendelse til den relevante region.

4.1 Strategi og teknisk opgavebeskrivelse

Den overordnede strategi og metode for feltundersøgelserne er formuleret af Miljøministeriet på baggrund af en række udviklingsprojekter (Miljøstyrelsen, 2015, 2016 og 2018). Strategien består i at udføre målinger af relevante forureningsstoffer i eller tæt på det overfladevand, som kan være påvirket af en given jordforurening (se bilag 10 i Regionerne (2020)). Med udgangspunkt i Miljøministeriets strategi har regionerne udarbejdet en teknisk opgavebeskrivelse, som i detaljer beskriver, hvordan feltundersøgelserne skal planlægges, gennemføres, rapporteres mv (Regionerne, 2020).

4.2 Udvalgte lokaliteter

I forbindelse med planlægningen af feltundersøgelserne er der gennemgået godt 400 risikolokaliteter (se tabel 4.1).

Konceptuel model

Som et led i planlægningen blev der bl.a. opstillet en lokal konceptuel model for hver lokalitet, som beskriver spredningsvejene fra jordforureningen til vandmiljøet gennem de lokale grundvandsmagasiner og evt. også drænrør, grøfter og lignende. Modellen er baseret på eksisterende oplysninger og data, herunder screeningsresultaterne, tidligere udførte undersøgelser af jordforureningen, lokalitetens historik, tilgængelige geologiske, hydrogeologiske og hydrologiske data mv.

Der blev desuden foretaget en besigtigelse af den forurenede lokalitet og nærliggende overfladevand, som kan være påvirket af forureningen – med deltagelse af rådgiver, regionen og i nogle tilfælde andre med lokalkendskab, f.eks. kommunale vandløbsmedarbejdere.

Region	Antal undersøgelser/undersøgte lokaliteter 2021-2022					
	Vand- løb	Søer	Kyst- vande	Undersøgt 2021-2022	Udgået efter historik, besigtigelse mv.	Sager i alt, 2021-2022
Nordjylland	24	5	10	39	2	41
Midtjylland	59	8	7	74	6	80
Syddanmark	52	8	22	82	6	88
Sjælland	67	4	19	90	3	93
Hoved- staden	69	11	23	103	8	111
I alt	271	36	81	388*	25	413
*: 11 af disse lokaliteter er undersøgt 2 gange						

Tabel 4.1. Oversigt over regionernes undersøgelser af jordforureningers påvirkninger af overfladevand.

Lokaliteter udgået efter historik, besigtigelse mv.

Allerede i planlægningsfasen viste det sig, at for 25 lokaliteter var det ikke nødvendigt med egentlige undersøgelser for at konkludere, at jordforureningen ikke udgør en risiko for overfladevand. Årsagerne hertil kunne f.eks. være, at en nærmere gennemgang af de hydrogeologiske forhold viste, at grundvandet under lokaliteten ikke strømmer mod det nærliggende overfladevand, eller at der ikke er mulighed for hydraulisk kontakt mellem grundvand og overfladevand. En anden årsag kunne være, at gennemgang af historiske oplysninger viste, at lokaliteten alligevel ikke kan være forurenet med de risikostoffer, som fremgik af risikoscreeningerne eller at vandløbet ikke længere var målsat.

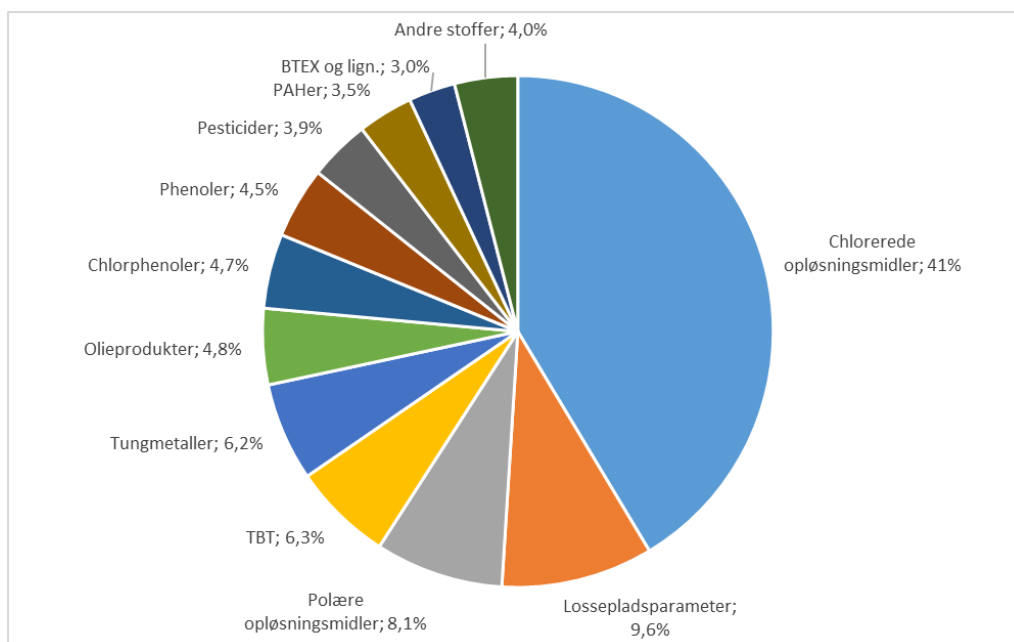
Undersøgte lokaliteter

Der blev gennemført i alt 388 feltundersøgelser (se tabel 4.1). Bilag 1 indeholder en oversigt over de undersøgte lokaliteter. De 388 undersøgelser var knyttet til knap 380 jordforureninger, idet ca. 10 af jordforureningernes var vurderet at kunne udgøre en risiko for to typer overfladevand (f.eks. både vandløb og kystvand). I disse tilfælde blev der gennemført undersøgelser ift. begge typer overfladevand. I de tilfælde, hvor flere af de udvalgte jordforureninger ligger i nærheden af hinanden (f.eks. langs et vandløb), blev flere jordforureninger omfattet af den samme feltundersøgelse. For 11 lokaliteter – typisk ved vandløb – blev der udført undersøgelser i 2

omgange. (dvs. både i 2021 og 2022). Årsagen til, at disse undersøgelser blev gentaget, var typisk, at det ifm. den første undersøgelse var usikkert, om der var tilstrømning af grundvand til overfladevandet på undersøgelsestidspunktet.

4.3 Prøvetagningssteder og analyseprogrammer

Med udgangspunkt i den konceptuelle model, besigtigelsen mv. blev der opstillet en konkret plan for feltarbejdet, herunder prøvetagningssteder, antal prøver, analyseprogram etc. Analyseprogrammerne tog udgangspunkt i de stoffer, som iht. screeningerne forventes at påvirke overfladevandet i koncentrationer over de grænseværdier, som blev anvendt i screeningsværktøjet, se figur 4.1. Hver lokalitet har fået skræddersyet et analyseprogram ud fra lokalitetens screening.



Figur 4.1. Procentvis fordeling af de stofgrupper, der på baggrund af risikoscreeningerne forventedes at kunne give anledning til overskridelse af grænseværdier i vandløb, søer og kystvande. Risikoscreeningerne omfattede ikke PFAS.

Som det ses af figur 4.1, er klorerede opløsningsmidler og lossepladsparametre (bl.a. ammonium/ammoniak og opløst jern) de stofgrupper, som hyppigst har givet anledning til overskridelser i screeningerne. Derfor er disse stofgrupper også blandt de hyppigst analyserede ifm. feltundersøgelserne.

Det skal bemærkes, at selvom de lokaliteter, der blev udvalgt til feltundersøgelserne, som udgangspunkt er V2-kortlagte, har risikoscreeningerne i mange tilfælde peget på risikostoffer, der *ikke* har været undersøgt for i forbindelse med forureningsundersøgelser på kildegrunden. For disse stoffer er grundlaget for risikovurderingen typisk, at

der har været brancher og aktiviteter på kildegrunden, som giver anledning til begrundet mistanke om, at stofferne kan have været anvendt på lokaliteten. Analyseprogrammerne for feltundersøgelserne omfatter således både stoffer, som er påvist på kildegrunden ved tidligere forureningsundersøgelser og stoffer, der ikke har været undersøgt for, men hvor der er en begrundet mistanke om, at de kan være til stede i jord og grundvand på kildegrunden.

Screeningerne omfattede som tidligere nævnt ikke PFAS. Regionerne besluttede imidlertid at analysere vandprøver (og i 2022 undersøgelserne også sedimentprøver) for indhold af PFAS på lokaliteter, hvor der på baggrund af de brancher og aktiviteter, der har været på lokaliteten, kan være en begrundet mistanke for forurening med PFAS-forbindelser. Alt i alt blev der undersøgt for PFAS på ca. 75 % af de undersøgte lokaliteter.

Bilag 2 indeholder en oversigt over enkeltstofferne i de analysepakker, som er anvendt ifm. undersøgelserne. Analysepakkerne repræsenterer de forskellige stofgrupper vist i figur 4.1 samt PFAS-forbindelserne. Analyzelaboratorierne Eurofins og ALS stod for samtlige analyser. Dog udførte Agrolab Group pesticidanalyser i nogle tilfælde (bredspektret pesticidanalysepakke med ca. 270 enkeltstoffer).

4.4 Vandløb

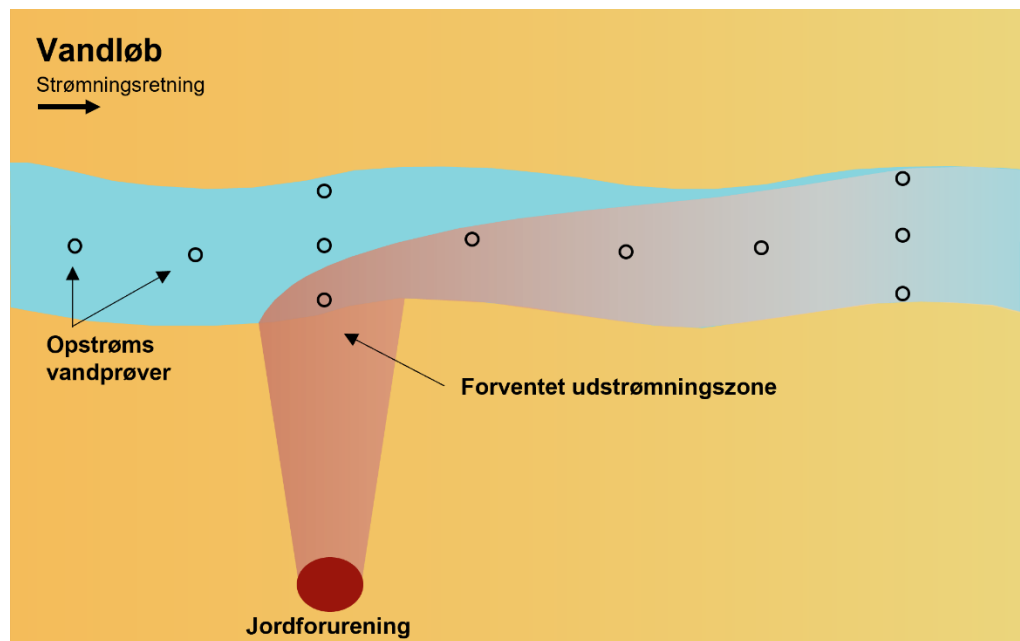
Feltundersøgelserne

I vandløb blev feltundersøgelserne gennemført på det tidspunkt af året, hvor påvirkningen fra jordforureningen forventes at være størst. Dette vil i de fleste tilfælde være om sommeren, hvor fortyndingen i vandløbet af tilstrømmende, forurenede grundvand fra den forurenede lokalitet må forventes at være lille, fordi der er lav vandføring i vandløbet.

Feltarbejdet bestod i udtagning af vandprøver på følgende strækninger af vandløbet (se figur 4.2):

- Opstrøms den forventede udstrømningszone for forurenede 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 der var tilløb, dræneløb mv. langs de undersøgte strækninger blev der også udtaget vandprøver herfra.



Figur 4.2: Skematisk tegning af prøvetagningssteder (markeret med cirkler) i et vandløb, som er påvirket af forurenet grundvand (markeret med rød farve). Det forurenede grundvand strømmer fra jordforureningen ud i vandløbet, hvor det blandes op med vandløbsvandet og transporteres videre med dette.

Hvis de potentielle problemstoffer omfattede forbindelser, der binder sig til sedimenter (f.eks. PAH-forbindelser eller metaller), blev der også udtaget sedimentprøver fra vandløbsbunden.

Vandføringen blev så vidt muligt målt på de opstrøms og nedstrøms prøvetagningssteder samt i et eller flere vandløbs-tværsnit derimellem afhængig af prøvestrækningens længde, antallet af tilløb mv. Vandføringsmålingerne blev bl.a. anvendt til at vurdere størrelsen af grundvandsindstrømningen til vandløbet på prøvetagningsstrækningen. Grundvandsindstrømningen blev i nogle undersøgelser også belyst ved at måle forskellen i vandtryk mellem vandløbet og grundvandet under vandløbsbunden (piezometer-målinger).

Figur 4.3 giver et indtryk af feltarbejdet i et vandløb.



Figur 4.3: Vandprøvetagning, vandføringsmåling og indmåling af prøvetagningspunkter i Fæstningskanalen, Region Hovedstaden, juni 2021.
Foto: Christina Dahl/Martin Wejersøe Søndergaard.

Risikovurdering

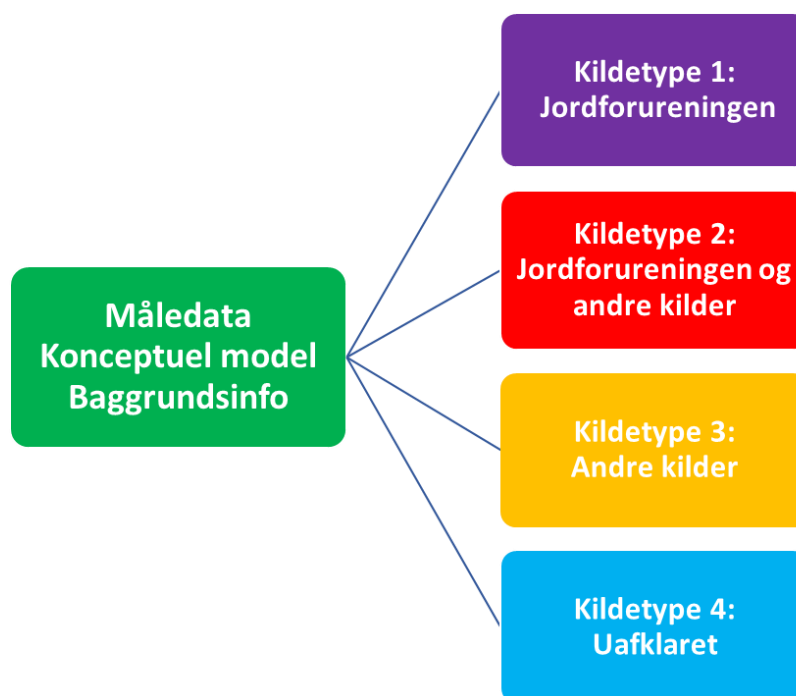
Med udgangspunkt i den konceptuelle model og resultaterne af feltundersøgelserne er det for hver lokalitet vurderet, om der på tidspunktet for undersøgelsen skete en nettoindsivning af grundvand til vandløbsstrækningen. Der blev i langt de fleste tilfælde vurderet, at der fandt en nettoindsivning sted på prøvetagningstidspunktet. I enkelte tilfælde var der dog ikke grundvandstilførsel til vandløbet på prøvetagningstidspunktet. I disse tilfælde er undersøgelsen som hovedregel gentaget på et tidspunkt med højere grundvandsstand, hvor det må forventes at der sker en grundvandstilførsel til vandløbet.

Påvirkningen af vandløbet/risikoen blev vurderet ved direkte sammenligning af de målte stofkoncentrationer i vand og sediment med relevante grænseværdier for de pågældende stoffer (se også afsnit 4.6). Det er som udgangspunkt konkluderet, at vandløbet er udsat for en negativ påvirkning, som udgør en risiko for vandløbets miljø, hvis der blev fundet overskridelser af grænseværdierne for mindst ét af de undersøgte stoffer på den aktuelle vandløbsstrækning.

Det skal bemærkes, at når en vandløbsstrækning er kategoriseret som *påvirket* af en given stofgruppe bygger det i langt de fleste tilfælde på fund af stoffer fra stofgruppen i koncentrationer over grænseværdierne i *flere* vandprøver udtaget på den pågældende vandløbsstrækning.

I nogle tilfælde er det ud fra en helhedsbetragtning vurderet, at et vandløb *ikke* er udsat for negativ påvirkning, selvom der er målt mindre overskridelser af grænseværdier i få ud af mange vandprøver. Analyseresultater, der af forskellige grunde er vurderet at være fejlbehæftede, er ikke medtaget i risikovurderingerne.

Ved at sammenholde koncentrationsniveauerne af stofferne i vandløbet langs den forventede udstrømningszone for forurenede grundvand med koncentrationsniveauerne af de samme stoffer i vandløbet opstrøms udstrømningszonen, er det vurderet i hvilket omfang påvirkningen skyldes jordforureningen, der var udgangspunkt for undersøgelsen. For de vandløbsstrækninger, hvor der blev fundet en negativ påvirkning med ét eller flere stoffer, er der således foretaget en kategorisering af årsagerne til påvirkningen i flg. fire kildetyper (se også figur 4.4):



Figur 4.4: Kategorisering af årsagerne til påvirkning af vandløbenes vandkvalitet i 4 forskellige kildetyper baseret på måleresultaterne (suppleret med den øvrige viden om vandløbet mv.)

1. *Jordforurening er den primære kilde til påvirkningen.*

I disse tilfælde ses der en påvirkning af vandløbet i den forventede udstrømningszone for forurenede grundvand fra risikolokaliteten samtidig med, at der ikke er fundet problematiske indhold af de relevante risikostoffer opstrøms for udstrømningszonen.

2. *Jordforurening, er én af flere mulige kilder til påvirkningen.*

I disse tilfælde ses der en påvirkning af vandløbet i den forventede udstrømningszone for forurenede grundvand fra risikolokaliteten samtidig med, at der også er fundet indhold af de relevante risikostoffer over grænseværdierne opstrøms for udstrømningszonen. Vandløbsvandet, som løber ind på den strækning, hvor prøvetagningen har fundet sted, er således påvirket af andre kilder, som ligger længere opstrøms (kan være andre jordforureninger, spildevands- og regnvandsudløb, udvaskning fra marker mv.)

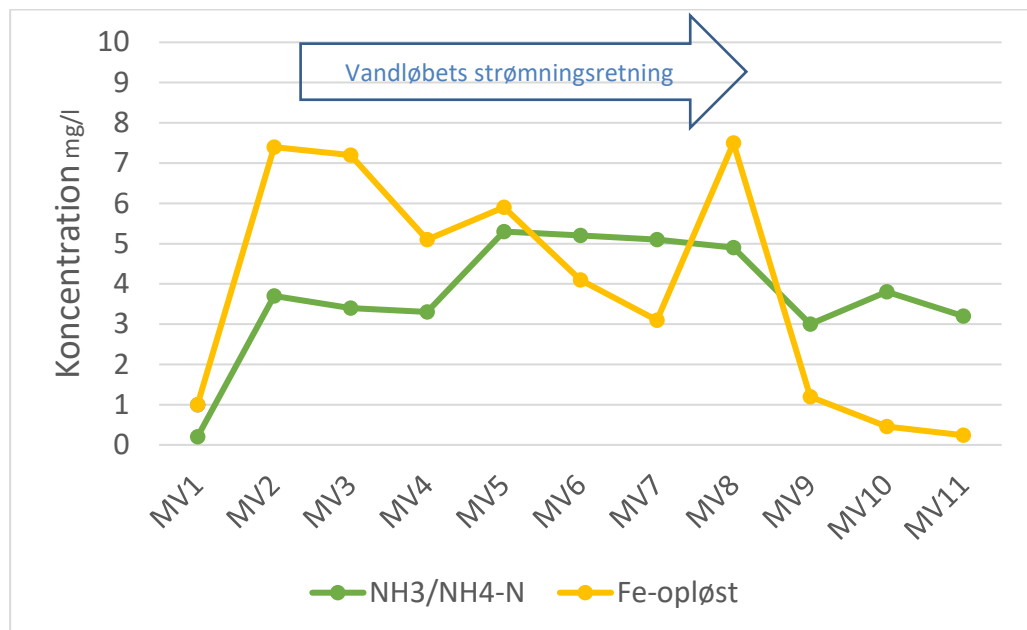
3. *Påvirkningen skyldes andre kilder end jordforurening.*

I disse tilfælde er der målt overskridelser af grænseværdierne i prøver opstrøms den forventede udstrømningszone samtidig med, at der ikke sker en yderligere, signifikant stoftilførsel i selve udstrømningszonen.

4. *Det er ikke muligt at afklare kilden til påvirkningen.*

I disse tilfælde har det af forskellige årsager ikke været muligt at koble påvirkningen til én af de ovennævnte 3 kildetyper

Figur 4.5 viser et eksempel på målinger af ammonium og opløst jern i Knudemoseløbet ved Skibstrup Lossepladser i Nordsjælland. Vandprøven MV1 er udtaget opstrøms den forventede udstrømningszone fra lossepladserne til vandløbet. Vandprøverne MV2-MV9 er udtaget i udstrømningszonen og MV10-MV11 er udtaget nedstrøms zonen.



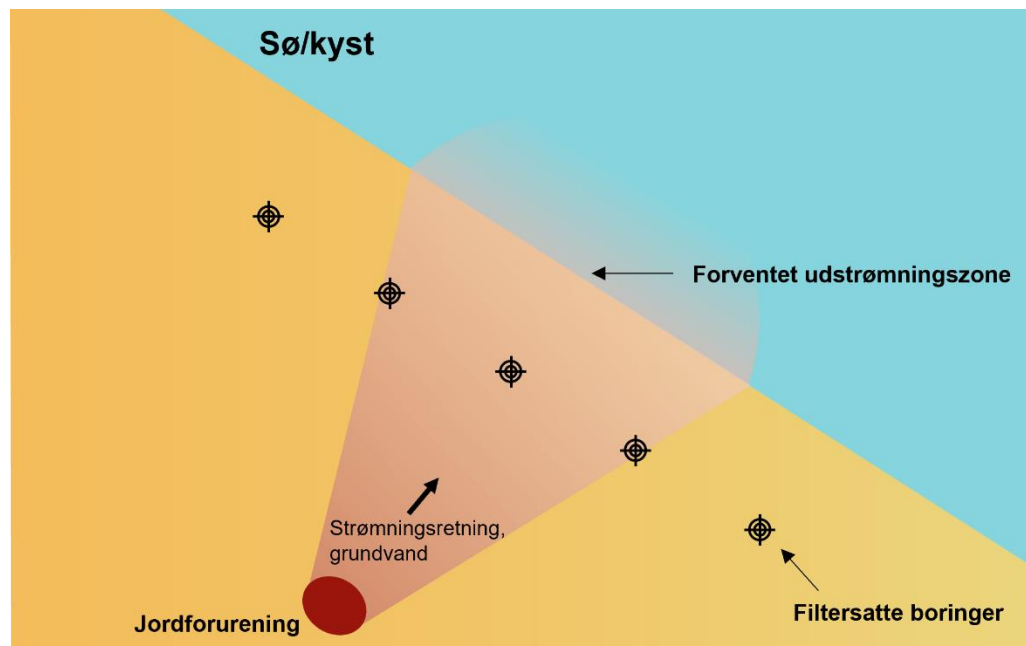
Figur 4.5: Koncentrationen af lossepladsparametrene ammonium og opløst jern i Knudemoseløbet på den strækning af vandløbet, som strømmer forbi Skibstrup Losseplads (Region Hovedstaden).

Som det ses af figur 4.5, sker der en tydelig påvirkning af vandkvaliteten, når vandet strømmer ind på den forventede udstrømningszone. Koncentrationen af ammonium i MV1 ligger således under kvalitetskriteriet på 0,78 mg NH₃/NH₄-N/l, og stiger kraftigt i de øvrige prøver. Målingerne peger derfor på, at lossepladserne er de eneste kilder til påvirkning af vandløbsstrækningen med ammonium i koncentrationer, som overskrider kvalitetskriteriet (Kildetype 1). Koncentrationen af opløst jern i MV1 er dobbelt så høj som kvalitetskriteriet på 0,5 mg/l og stiger kraftigt i de efterfølgende prøver. Målingerne peger på, at lossepladserne er en betydelig kilde til påvirkning af vandløbsstrækningen med opløst jern, men at der også er en mindre overskridelse af kvalitetskriteriet i det vand, som strømmer til.

4.5 Søer og kyst

Feltundersøgelserne

I søer og kystvande blev der som hovedregel ikke udtaget vandprøver fra selve søen/kystvandet. I stedet var undersøgelserne baseret på grundvandsprøver udtaget fra borer placeret i den forventede udstrømningszone for forurennet grundvand tæt på søbredden/kysten, se figur 4.6.



Figur 4.6: Skematisk tegning af prøvetagningssteder (filtersatte boringer) ved bredden af sø eller kyst, som kan være påvirket af forurenede grundvand (markeret med rød farve).

Figur 4.7 giver et indtryk af feltarbejdet langs en kyststrækning.

Risikovurdering

På basis af grundvandsprøvernes indhold af risikostoffer samt hydrogeologiske nøgleparametre for grundvandsmagasinet i udstrømningszonen (hydraulisk ledningsevne, gradient mv.) blev stoftilførslen til søen/kystvandet beregnet. Ud fra kendskab til fortyndingsfaktoren på den aktuelle sø/kyststrækning blev koncentrationen af forureningsstofferne i søen/kystvandet beregnet og sammenholdt med gældende grænseværdier (se i øvrigt Regionerne (2020)).

I de tilfælde, hvor der også er udtaget og analyseret vand- og sedimentprøver direkte fra en sø eller kystvand er en direkte sammenligning af de målte stofkoncentrationer i vand og sediment med grænseværdier for de pågældende stoffer inddraget i risikovurderingen.

For de lokaliteter, hvor der på baggrund af de analyserede grundvandsprøver mv. er konkluderet, at der er en risiko for søen/kystvandet, er det vurderet, om den aktuelle jordforurening er den eneste kilde til den beregnede påvirkning, eller om der også kan være andre kilder på spil – jf. risikokategoriseringen af kildetyper for vandløb, som er beskrevet i afsnit 4.4.



Figur 4.7: Udførelse af borer langs Kalveboderne, Region Hovedstaden, november 2021.
Foto: Christina Dahl

4.6 Grænseværdier

Som beskrevet i afsnit 4.4 og 4.5 bygger risikovurderingerne af jordforureningernes påvirkning af overfladevand på sammenligninger mellem de målte og/eller beregnede koncentrationer af risikostoffer i overfladevandet og relevante grænseværdier. I det følgende er de "relevante grænseværdier" beskrevet nærmere – se i øvrigt også bilag 3.

Miljøkvalitetskrav i Bekendtgørelse nr. 1625 af 19/12/2017

Denne bekendtgørelse er i juni 2023 erstattet af Bekendtgørelse 796 af 13/06/2023, som dog indeholder de samme miljøkvalitetskrav som Bekendtgørelse 1625 for de i denne sammenhæng aktuelle stoffer. I det følgende er der derfor refereret til Bekendtgørelse 1625.

For mange af risikostofferne findes der miljøkvalitetskrav for overfladevand og -sediment i *Bekendtgørelse nr. 1625 af 19/12/2017 om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand* (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017). For disse stoffer er sammenligningerne foretaget med miljøkvalitetskravene i bekendtgørelsen (dette gælder f.eks. klorerede opløsningsmidler, PFOS mfl.).

For vandfasen er de målte koncentrationer af et givet stof sammenlignet med det *generelle kvalitetskrav* i bekendtgørelsen. Det generelle miljøkvalitetskrav gælder for et årsgennemsnit af det pågældende stofs koncentration i vandfasen. Med den anvendte undersøgelsesstrategi repræsenterer målingerne – i hver tilfælde i vandløbene - mere situationen på måletidspunktet end et årsgennemsnit. Det er alligevel besluttet at sammenligne måleresultaterne med det generelle kvalitetskrav, fordi denne sammenligning repræsenterer den mest konservative risikovurdering. Dette vurderes at være det sikreste fremgangsmåde i denne indledende undersøgelsesfase.

Risikostoffer, hvor der ikke er miljøkvalitetskrav i Bekendtgørelse nr. 1625:

Det er ikke alle de risikostoffer, der er analyseret for i undersøgelserne, som har miljøkvalitetskrav i bekendtgørelse nr. 1625 som nævnt ovenfor. For de stoffer, hvor der *ikke* er miljøkvalitetskrav i bekendtgørelsen, er der i stedet sammenlignet med kvalitetskriterier fra andre medier (grundvand, drikkevand og jord). Denne fremgangsmåde blev også anvendt i forbindelse med risikoscreeningerne med Miljøstyrelsens screeningsværktøj 2014-2018. Miljøstyrelsen har således opbygget screeningsværktøjet, så det for de stoffer, hvor der ikke er specifikke grænseværdier for overfladevand i Bekendtgørelse nr. 1625, anvender grænseværdier fra andre medier (typisk grundvand og drikkevand)

Vand:

For risikostoffer, hvor der ikke er miljøkvalitetskrav i bekendtgørelsen, er analyseresultaterne sammenholdt med kvalitetskriterier for de pågældende stoffer i Miljøstyrelsens screeningsværktøj for overfladevand. Disse kvalitetskriterier stammer typisk fra andre medier end overfladevand (grundvand, drikkevand eller kriterierne er baseret på skøn).

For eksempel er screeningsværktøjets kvalitetskriterier for ammonium og opløst jern – to risikostoffer, som ofte findes i forhøjede koncentrationer i vandløb, som er påvirkede af gamle lossepladser – hentet fra kvalitetskriterierne for drikkevand. Det skal dog bemærkes, at Miljøstyrelsen i marts 2023 har oplyst regionerne om et andet kvalitetskriterium for ammonium/ammoniak i ferskvand, som er hentet fra Fiskevandsdirektivet, og et andet kriterium for opløst jern, som er hentet fra Miljøstyrelsens retningslinjer for vandplanerne (Miljøstyrelsen, 2023b). Regionerne har ikke specifikt revideret alle risikovurderinger af lossepladser mv. iht. til disse kvalitetskriterier, men har forholdt sig mere overordnet til konsekvensen af ændringen – se bl.a. bilag 4 og afsnittene, der beskriver resultaterne af undersøgelserne i kapitel 5-7.

PFAS-forbindelserne er ikke med i Miljøstyrelsens screeningsværktøj. Bekendtgørelse nr. 1625 indeholder et miljøkvalitetskrav for PFOS i overfladevand, så målinger af PFOS er sammenholdt med dette krav. For de øvrige PFAS-forbindelser er de målte koncentrationer sammenlignet med grundvandskvalitetskriterierne for stofgruppen

iht. Miljøstyrelsens liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2021). Vandets indhold af PFAS er således sammenholdt med flg. 3 kvalitetskrav til PFAS-forbindelser:

- Miljøkvalitetskrav til PFOS i overfladevand jf. Bekendtgørelse 1625
- Sumkrav på 4 PFAS-forbindelser i grundvand (PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS)
- Sumkrav på 22 PFAS-forbindelser i grundvand

Sediment:

For risikostoffer, hvor der ikke er sedimentkvalitetskriterier i Bekendtgørelse nr. 1625, er analyseresultaterne *enten* sammenholdt med foreløbige kvalitetskriterier fra Miljøstyrelsen *eller* med jordkvalitetskriterierne.

Miljøstyrelsens foreløbige sedimentkvalitetskriterier omfatter en række organiske forbindelser og 3 metaller/halvmetaller (se i øvrigt bilag 3):

- Benzen, Benz(a)anthracen, Benz(a)pyren, Chryzen, Fluoranthen HCH, PCB, Phenanthren, Pyren, TBT
- Arsen, chrom og nikkel.

For stoffer, hvor der hverken er miljøkvalitetskrav i bekendtgørelsen eller foreløbige kvalitetskriterier, er jordkvalitetskriterierne for de pågældende stoffer anvendt (Miljø og Fødevarerministeriet, 2021).

I de følgende kapitler anvendes ”grænseværdier” som en fællesbetegnelse for de forskellige miljøkvalitetskrav og kvalitetskriterier. Det fremgår specifikt af resultatafsnittene i kapitel 5 - 7, præcis hvilke grænseværdier, der er anvendt for de forskellige stofgrupper, i forbindelse med vurderingen af, om der er en påvirkning af vandmiljøet.

4.7 Rapportering

Detaljeret dokumentation af de enkelte feltundersøgelser, risikovurderinger mv. findes i de over 300 individuelle undersøgelsesrapporter, der er udarbejdet af WSP og DMR og godkendt af regionerne. De enkelte undersøgelsesrapporter kan rekvireres ved henvendelse til de enkelte regioner.

4.8 Lagring og udstilling af data

Vand- og sedimentprøver fra overfladevand

Alle analyseresultaterne fra prøver udtaget i overfladevand og -sediment er overført til overfladevandsdatabasen VanDa og er tilgængelige på Danmarks Miljøportal:

<https://miljoedata.miljoportal.dk/>

Grundvandsprøver fra boringer

Alle analyseresultaterne fra grundvandsprøver udtaget i boringer på land langs kyster og søer er overført til regionernes GeoGIS databaser og herfra videre til den nationale database Jupiter, hvor data løbende bliver tilgængelige:

<https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-borings-database-jupiter>

Vandføringsmålinger m.v.

Resultater af vandføringsmålinger og piezometermålinger kan findes i rapporter for de enkelte undersøgelser. Rapporterne kan rekvireres hos regionerne.

5. Vandløb – resultater, risikovurderinger og dataanalyse

Dette kapitel giver et overblik over resultaterne af de gennemførte undersøgelser af jordforureningers påvirkning af vandløb samt en analyse af tendenser og sammenhænge i de indsamlede data.

Der er gennemført undersøgelser til afklaring af 271 jordforureningers påvirkning af nærliggende vandløb med miljøfarlige, forurenede stoffer (MFS). Jordforureningernes beliggenhed er vist på figur 5.1.

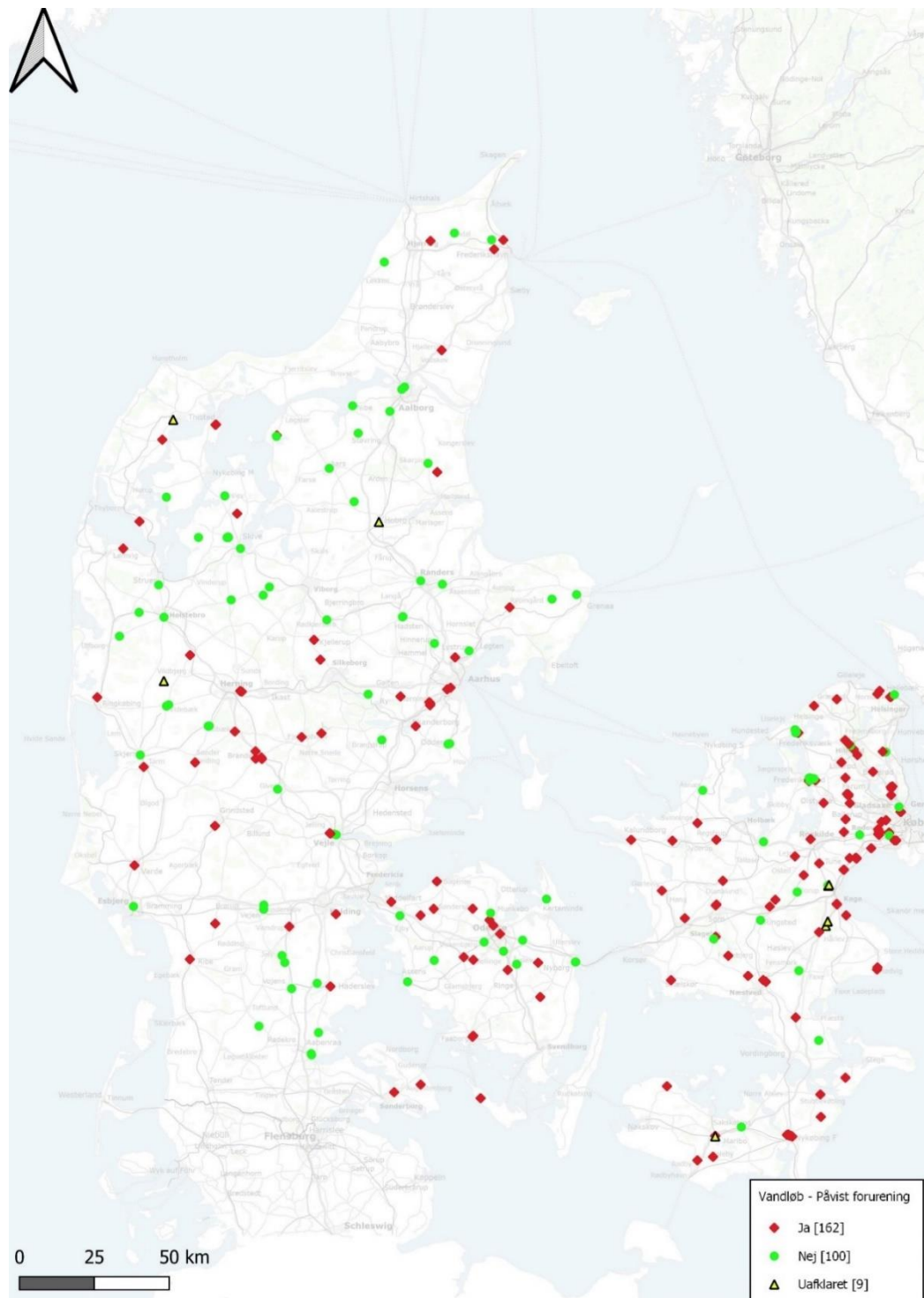
Som beskrevet i kapitel 4 er undersøgelserne udført ved at foretage målinger af relevante MFS i vand og sediment fra de vandløbsstrækninger, som kan være påvirket af jordforureningerne. I nogle tilfælde ligger jordforureningerne så tæt på hinanden, at flere jordforureninger har været omfattet af undersøgelsen af samme vandløbsstrækning. Det betyder, at antallet af undersøgte vandløbsstrækninger er lidt mindre end antallet af jordforureninger, som indgår i undersøgelsen. For at lette fremstillingen i den følgende beskrivelse er antallet af jordforureninger og antallet af vandløbsstrækninger anvendt nogenlunde synonymt, idet forskellen på disse to størrelser ikke har den store betydning for de tendenser, som undersøgelserne viser.

5.1 Overblik over resultater

Tabel 5.1 og figur 5.1 giver et overblik over resultaterne af vandløbsundersøgelserne. Lokalteterne vist i figur 5.1 fremgår også af oversigten i bilag 1.

Resultat	Undersøgte lokaliteter	
	<i>total</i>	%
Påvirkning over grænseværdier i vand og/eller sediment	162	60
Ingen påvirkning over grænseværdier i vand og/eller sediment	100	37
Uafklaret	9	3
I alt	271	100

Tabel 5.1: Oversigt over resultaterne af undersøgelser af 271 jordforureningers påvirkning af vandløb.



Figur 5.1: Jordforureninger, som er undersøgt mht. om de udgør en risiko overfor vandløb.

Som det fremgår af tabel 5.1 og figur 5.1, blev der på landsplan fundet en påvirkning med et eller flere stoffer i vandløbene ved 162 jordforureninger svarende til 60 % af de undersøgte vandløbsstrækninger. En påvirkning er, som beskrevet i afsnit 4.4, defineret som en overskridelse af grænseværdier for et eller flere MFS på vandløbsstrækningen (se afsnit 4.6 og bilag 3 for en nærmere beskrivelse af de anvendte grænseværdier).

Ved 100 lokaliteter (svarende til 37 %) blev der ikke fundet en påvirkning af vandkvaliteten.

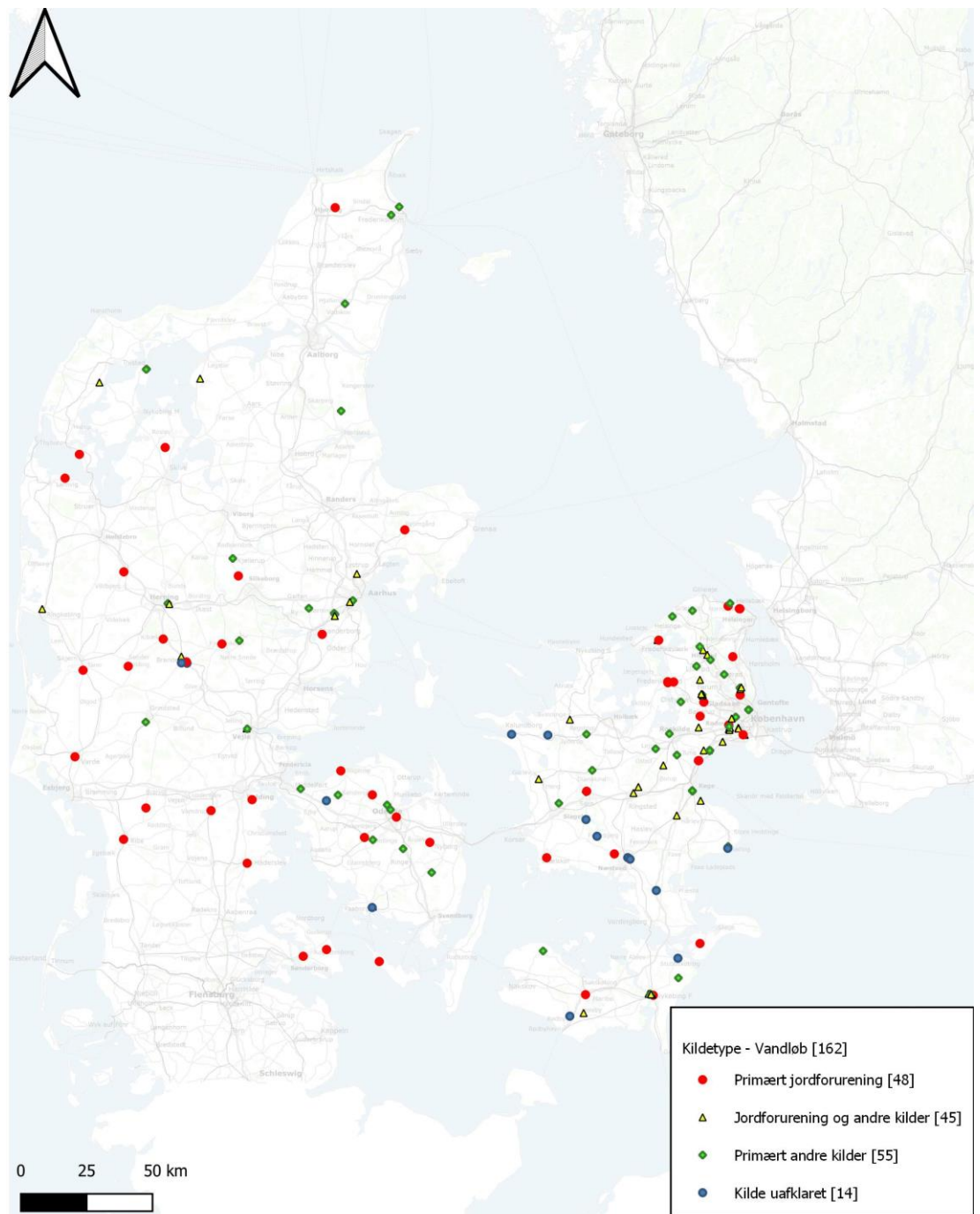
Ved 9 jordforureninger (svarende til 3 %) har det ikke været muligt at afklare ved undersøgelserne, om der er en påvirkning eller ej.

5.2 Kildetyper

For de 162 jordforureninger, hvor der blev fundet overskridelser af grænseværdier for MFS i det nærliggende vandløb, er kilderne til overskridelserne vurderet – se tabel 5.2 og figur 5.2.

Kildetype <i>Hvad er kilden til den påviste forurening?</i>	Undersøgte lokaliteter	Undersøgte lokaliteter
	<i>total</i>	<i>%</i>
1. Primært den undersøgte risikolokalitet	48	30
2. Den undersøgte risikolokalitet og andre kilder	45	28
3. Primært andre forureningskilder	55	34
4. Kilde uafklaret	14	8
I alt	162	100

Tabel 5.2: Vurderede kilder til forureningen i de 162 vandløbsstrækninger, hvor der blev fundet overskridelser af grænseværdier ved undersøgelserne.



Figur 5.2: Vurdering af, hvad der er kilderne til miljøfarlige stoffer (MFS) i 162 vandløbsstrækninger med overskridelser af grænseværdierne for MFS. Definitionen på de 4 kildetyper er forklaret i teksten nedenfor.

Kildetype 1:

For 48 af lokaliteterne, er det vurderet, at påvirkningen primært stammer fra den aktuelle jordforurening – dvs. den jordforurening, hvor påvirkning af vandløbet er undersøgt. Dette svarer til, at for 30 % af de vandløbsstrækninger, hvor der blev fundet overskridelser, er det vurderet, at overskridelserne primært skyldes påvirkning fra den aktuelle jordforurening.

Kildetype 2:

For 45 af lokaliteterne (svarende til 28 %) er det vurderet, at påvirkningen af vandløbene både kan skyldes den aktuelle jordforurening og andre kilder. Det er således vurderet, at der også er andre kilder til de målte påvirkninger af de undersøgte vandløbsstrækninger med MFS. Disse kilder kan være udledninger af spildevand, drænvand mv. Kilderne er ikke opsporet eller identificeret yderligere, idet dette ikke har været en del af undersøgelsens formål.

Kildetype 3:

For yderligere 55 af de undersøgte lokaliteter (svarende til 34 %) er det vurderet, at påvirkningen af vandløbene *ikke* skyldes den jordforurening, som er undersøgelsens formål. I disse tilfælde skyldes påvirkningen altså andre kilder.

Kildetype 4:

Endelig har det for 14 af vandløbsstrækningerne (svarende til ca. 8 %) *ikke* været muligt at afklare, hvad der er kilden til påvirkningen. Årsagen hertil kan bl.a. være, at der er flere lokaliteter udover den undersøgte, som kan påvirke den samme udstrømningszone til overfladevandet. En anden årsag er, at der i nogle vandløb - trods flere målinger af de hydrauliske forhold - ikke har været muligt at afgøre, om der sker en udstrømning af grundvand til vandløbet

Sammenfattende kan det konkluderes ud fra risikovurderingerne, at de jordforureninger, som har været fokus for de enkelte undersøgelser, kun i 30 % af tilfældene er de eneste kilder til den lokale påvirkning af vandløbskvaliteten med MFS. I de øvrige tilfælde skyldes påvirkningen af vandløbskvaliteten jordforurening i kombination med andre kilder eller udelukkende andre kilder.

5.3 Miljøfarlige stoffer i vandfasen

Dette afsnit indeholder en gennemgang af, hvilke stoffer der blev fundet i koncentrationer over grænseværdierne i vandløbenes vandfase. I gennemgangen er der ikke skelnet mellem kildetyper, dvs. resultaterne af samtlige undersøgelser er behandlet samlet.

Tabel 5.3 viser en oversigt over de stofgrupper, der indgår i analyseprogrammerne for vandprøver, samt hvor mange vandløbsstrækninger, der er analyseret for indhold af de enkelte stofgrupper.

Som beskrevet i afsnit 4.3, er analyseprogrammet for den enkelte vandløbsstrækning fastlagt med udgangspunkt i de risikostoffer, som var resultatet af risikoscreeningen af den aktuelle jordforurening. Der er på relevante lokaliteter suppleret med PFAS og i nogle tilfælde andre stoffer efter en konkret vurdering. Analyseprogrammet varierer derfor fra lokalitet til lokalitet. Enkeltstofferne, som indgår i de forskellige stofgrupper, fremgår af bilag 2.

I tabel 5.3 er endvidere angivet hvor hyppigt, der er fundet overskridelser af grænseværdierne indenfor de forskellige stofgrupper. Fund-procenterne kaldes i denne sammenhæng for "hitratere" og er opgjort som antal strækninger med fund over grænseværdierne i forhold til antallet af samtlige vandløbsstrækninger, der er undersøgt for indhold af den pågældende stofgruppe. Hitraterne er også vist grafisk i figur 5.3.

Endelig indeholder tabel 5.3 også oplysninger om baggrunden for de anvendte grænseværdier.

Som det fremgår af tabel 5.3, er der stor variation i antallet af vandløbsstrækninger, der er analyseret for de forskellige stofgrupper:

PFAS er den stofgruppe, der er undersøgt i flest vandløbsstrækninger.

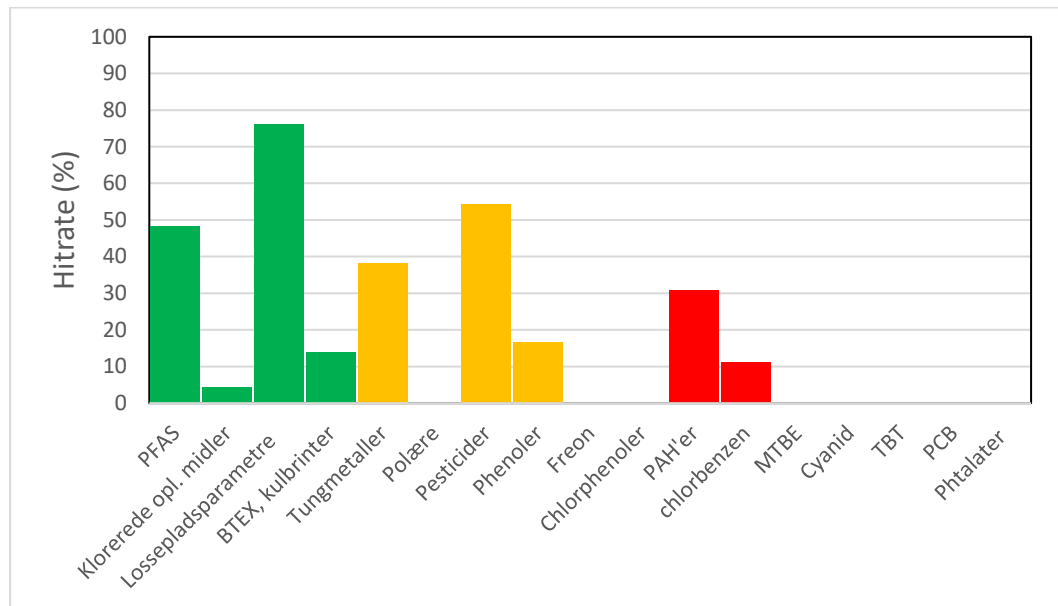
Vandløbene er undersøgt for indhold af klorerede opløsningsmidler mange steder, fordi screeningerne viste, at denne stofgruppe udgjorde en potentiel risiko på en stor del af de screenede lokaliteter (se også figur 4.1).

Omvendt har screeningerne kun udpeget forholdsvis få lokaliteter, hvor der er potentiel risiko for forurening med chlorbenzener, MTBE, cyanider, TBT, PCB og phtalater. For hver af disse stoffer/stofgrupper er der således undersøgt under 10 vandløbsstrækninger.

I det følgende er stofgrupperne omtalt i en rækkefølge, så de stofgrupper med størst datagrundlag (dvs. flest undersøgte vandløbsstrækninger) er omtalt først.

Stof	Antal undersøgte vandløbsstrækninger	Antal vandløbsstrækninger med påvirkning over grænseværdier	Hitrater %	Grænseværdier grundlag
PFAS	209	101	48	BEK 1625 (PFOS) Grundvandskvalitetskriterier (øvrige PFAS)
Klorerede opløsningsmidler	157	7	4	BEK 1625
Lossepladsstoffer	84	64	76	Screeningsværktøj (Drikkevand)
BTEX, kulbrinter	58	8	14	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
Tungmetaller	42	16	38	BEK 1625
Polære opløsningsmidler	29	0	0	Screeningsværktøj (Grundvand mv.)
Pesticider	24	13	54	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
Phenoler	24	4	17	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
Freon forbindelser	18	0	0	Screeningsværktøj
Chlorphenoler	16	0	0	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
PAH	13	3	23	BEK 1625
Chlorbenzener	9	1	11	Screeningsværktøj (Drikkevand)
MTBE	7	0	0	BEK 1625
Cyanider	6	0	0	Screeningsværktøj (Drikkevand)
TBT	2	0	0	BEK 1625
PCB	1	0	0	Screeningsværktøj
Phtalater	1	0	0	–

Table 5.3: Oversigt over hvor hyppigt, der er fundet overskridelser af grænseværdier for de enkelte stofgrupper i alle de undersøgte vandløbsstrækninger (hitrater). Den enkelte vandløbsstrækning er som regel undersøgt for indhold af flere forskellige stoffer/stofgrupper. Grundlaget for de anvendte grænseværdier er nærmere beskrevet i bilag 3. BEK 1625: Bekendtgørelse nr. 1625 af 19/12/2017.



Figur 5.3: Hyppighed (hitrate) af fund over grænseværdierne for forskellige stofgrupper i alle de undersøgte vandløbsstrækninger. Signaturforklaring – farverne indikerer datagrundlagets størrelse: Grøn (> 50 vandløbsstrækninger), gul (20 – 50 vandløbsstrækninger), rød (< 20 vandløbsstrækninger).

PFAS:

PFAS som stofgruppe består af op til flere tusinde enkeltstoffer. De anvendte analysepakker ifm. disse undersøgelser omfattede 12 enkeltstoffer i 2021 og 22 enkeltstoffer i 2022 (se bilag 2).

Bekendtgørelse nr. 1625 indeholder et miljøkvalitetskrav for stoffet PFOS i overfladevand, så målinger af PFOS er sammenholdt med dette krav. For de øvrige PFAS-forbindelser er de målte koncentrationer sammenlignet med grundvandskvalitetskriterierne for stofgruppen iht. Miljøstyrelsens liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord (Miljøstyrelsen, 2021a). Alt i alt er vandets indhold af PFAS således sammenholdt med flg. grænseværdier:

- Miljøkvalitetskrav til PFOS i fersk overfladevand jf. BEK. 1625 – 0,65 ng/l
- Sumkrav på 4 PFAS-forbindelser i grundvand (PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS) – 2 ng/l
- Sumkrav på 22 (12) PFAS-forbindelser i grundvand – 100 ng/l

Som det fremgår af tabel 5.3, er der undersøgt 209 vandløbsstrækninger, som kan være påvirkede af jordforureninger, der kan indeholde PFAS.

I knap 50 % af de undersøgte vandløbsstrækninger blev der fundet PFAS over de anvendte grænseværdier (se figur 5.3 og tabel 5.3). I de fleste tilfælde er det PFOS, som jf. ovenstående har den laveste grænseværdi, der er årsagen til overskridelsen for

PFAS-gruppen som helhed. Der er dog også tilfælde, hvor der er konstateret overskridelser af sumkravene til PFAS.

Undersøgelsesresultaterne peger på, at der kan være mange forskellige kilder til den observerede PFAS-forurening af vandløbene. For størstedelen af vandløbsstrækninger, der var påvirkede med PFAS, blev der således også fundet PFAS over grænseværdierne i de prøver, der blev udtaget opstrøms den forventede udstrømningszone fra den aktuelle jordforurening. Det skal desuden bemærkes, at det for en stor del af de undersøgte lokaliteter endnu ikke er undersøgt, om der er PFAS på selve kildegrunden.

Klorerede opløsningsmidler:

I alt 157 vandløbsstrækninger blev undersøgt for indhold af klorerede opløsningsmidler. Den anvendte analysepakke omfattede 13 forskellige klorerede opløsningsmidler og deres nedbrydningsprodukter (se bilag 2). Bekendtgørelse 1625 indeholder miljøkvalitetskrav for hovedparten af disse enkeltstoffer.

Der blev ved undersøgelserne fundet overskridelser af miljøkvalitetskravene i ca. 4 % af de undersøgte vandløbsstrækninger. Dette er væsentligt lavere end forventet pba. risikoberegningerne med screeningsværktøjet og pba. resultaterne af en tidligere undersøgelse af påvirkningen af vandløb med klorerede opløsningsmidler fra jordforureninger:

Iht. screeningerne skulle det således forventes, at op til ca. 40 % af de undersøgte vandløbsstrækninger havde overskridelser af grænseværdierne for klorerede opløsningsmidler (se figur 4.1).

Ved den tidligere undersøgelse blev 30 jordforureningers påvirkning af vandløb med klorerede opløsningsmidler undersøgt (Miljøstyrelsen, 2016). Der blev fundet overskridelser af grænseværdierne i knap 20 % af de undersøgte vandløbsstrækninger. De jordforureninger, som var med i Miljøstyrelsen (2016), var også udpeget med screeningsværktøjet. Derudover var det tilstræbt, at der var påvist en jord-/grundvandsforurening med en vis kildestyrke på de udvalgte lokaliteter. Dette kan muligvis forklare forskellen i hitrater mellem Miljøstyrelsen (2016) og denne undersøgelse, idet denne undersøgelse repræsenterer et bredere udsnit af lokaliteter, som viste risiko med klorerede opløsningsmidler ifm. screeningerne. På en del af lokaliteterne er der således ikke påvist en forurening med klorerede opløsningsmidler på kildegrunden, men der er vurderet en risiko for forurening med klorerede opløsningsmidler pba. brancher og aktiviteter. Endelig skal det tilføjes, at flere af lokaliteterne fra Miljøstyrelsen (2016) også var med i denne undersøgelse. I denne undersøgelse blev der imidlertid *ikke* fundet en påvirkning med klorerede opløsningsmidler på nogle af de

vandløbsstrækninger, som var påvirkede i Miljøstyrelsen (2016). Denne forskel i resultaterne peger på, at der kan forekomme store variationer i påvirkningen over tid.

Lossepladsparametre:

Lossepladsparametre er en stofgruppe, som omfatter en række stoffer, der typisk findes i lossepladsperkolat fra gamle lossepladser eller lignende, hvor der har været deponeret affald. Det drejer sig bl.a. om flg. stoffer:

NVOC (opløst organisk stof), ammonium + ammoniak, nitrat + nitrit, klorid, opløst jern, svovlbrinte og metan.

I alt 84 vandløbsstrækninger er undersøgt for indhold af lossepladsparametre. Som det fremgår af figur 5.3 og tabel 5.3, blev der fundet overskridelser for lossepladsparametre i ca. 3 ud af 4 vandløbsstrækninger, hvor der er analyseret for denne stofgruppe. Der blev i mange tilfælde også fundet lossepladsparametre over grænseværdierne i opstrøms prøver (især ammonium og jern). Dette peger på, at der ofte også er andre kilder, som bidrager til vandløbenes indhold af lossepladsparametre, end den aktuelle lokalitet med jordforurening.

Det skal bemærkes, at vandløbenes indhold af lossepladsparametrene er vurderet i forhold til de kvalitetskriterier, som er anvendt i Miljøstyrelsens screeningsværktøj. Disse kvalitetskriterier havde Miljøstyrelsen hentet fra bl.a. drikkevandsområdet, idet der ikke findes egentlige miljøkvalitetskrav for de enkelte lossepladsparametre i overfladevand.

I marts 2023 - efter regionerne havde gennemført vurderingerne af overskridelsehyppigheder mv. for lossepladsparametre - har Miljøstyrelsen imidlertid anbefalet regionerne at anvende nogle andre grænseværdier for ammonium og jern i overfladevand. Disse grænseværdier, som er baseret på Fiskevandsdirektivet samt retningslinjerne for udarbejdelse af forslag til vandområdeplaner, er mere lempelige end drikkevandskravene (se bilag 4 for detaljer).

Hvis man sammenligner resultaterne af vandanalyserne med disse mindre restriktive grænseværdier for ammonium/ammoniak og opløst jern i vandløbsvand, vil hyppigheden af overskridelser af lossepladsparametre i vandløb, som løber forbi gamle lossepladser, blive lavere end de 76 % som fremgår af figur 5.3 og tabel 5.3. På baggrund af en gennemgang af analyseresultaterne for ammonium/ammoniak og opløst jern i de enkelte vandprøver (data hentet fra <https://miljoedata.miljoportal.dk/>), vurderer regionerne, at hyppigheden af overskridelser af lossepladsparametre i vandløb, som løber forbi gamle lossepladser, med udgangspunkt i de "nye" kvalitetskriterier fra Miljøstyrelsen nærmere er omkring 50 %.

Alt i alt peger resultaterne på, at der er en høj risiko for, at lossepladser og lign. lokaliteter, som iht. beregningerne med screeningsværktøjet udgør en risiko, rent faktisk udgør en reel risiko for negativ påvirkning af vandløb med lossepladsparametre. Samtidig peger resultaterne på, at der ofte også vil være andre kilder til påvirkning af vandløbet med lossepladsparametre, end den jordforurening, som var udgangspunktet for undersøgelsen.

BTEX og kulbrinter:

Vandprøverne er undersøgt for indhold af BTEX (benzen, toluen, ethylbenzen, xy-lener og naphthalen) samt 5 forskellige kulbrintefraktioner (se bilag 2).

Der er miljøkvalitetskrav for BTEX-forbindelserne i Bekendtgørelse nr. 1625. For kulbrintefractionen C6-C35 er der anvendt et grundvandskvalitetskriterium på 9 µg/l fra screeningsværktøjet.

Som det ses af tabel 5.3, er 58 vandløbsstrækninger undersøgt for indhold af BTEX og kulbrinter i vandfasen.

Der blev fundet indhold over de anvendte grænseværdier i 14 % af vandløbsstrækningerne (se figur 5.3 og tabel 5.3).

Tungmetaller:

Vandprøver fra de undersøgte vandløb er analyseret for indhold af flg. metaller:

Bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel og zink samt i nogle tilfælde arsen og kviksølv.

Der er miljøkvalitetskrav for alle disse metaller i Bekendtgørelse nr. 1625.

Som det fremgår af tabel 5.3, er 42 vandløbsstrækninger undersøgt for indhold af tungmetaller. I knap 40 % af de undersøgte vandløbsstrækninger blev der fundet overskridelser for tungmetaller (se tabel 5.3 og figur 5.3).

Pesticider:

Stofgruppen pesticider omfatter en lang række enkeltstoffer (se bilag 2).

For en mindre del af enkeltstofferne findes der miljøkvalitetskrav i Bekendtgørelse nr. 1625 af 19/12/2017 (bl.a. mechlorprop). For hovedparten af enkeltstofferne er de målte indhold i vandprøverne imidlertid vurderet ift. kvalitetskriterierne fra screeningsværktøjet, som er grundvandskvalitetskriterierne på 0,1 µg/l for enkeltstoffer og 0,5 µg/l for summen af pesticider.

På landsplan er 24 vandløbsstrækninger undersøgt for indhold af pesticider (se tabel 5.3). Dette afspejler, at der ved screeningerne er udpeget forholdsvis få lokaliteter, hvor pesticider er en potentiel risiko fra jordforurening.

Som det fremgår af figur 5.3 og tabel 5.3 er der fundet en høj hyppighed (54 %) af pesticidindhold over grænseværdierne i de undersøgte vandløbsstrækninger. AMPA og glyphosat (hhv. nedbrydningsprodukt og aktivt stof relateret til udkrudtbekæmpelsesmidlet Round-up), er de hyppigst forekommende enkeltstoffer over grænseværdierne (0,1 µg/l)

Phenoler:

Vandløbene er undersøgt for indhold af *phenol*, tre *methyl-phenoler (cresoler)* og seks forskellige *dimethyl-phenoler* (se også bilag 2).

Der er miljøkvalitetskrav for phenol, sum af methyl-phenoler (cresoler) og sum af dimethyl-phenoler i Bekendtgørelse nr. 1625.

I 4 ud af 24 undersøgte vandløbsstrækninger (svarende til 17 %) blev der fundet indhold af phenoler over miljøkvalitetskravene.

PAH/tjærestoffer:

Vandprøver fra de undersøgte vandløb er analyseret for indhold af 16 forskellige tjærestoffer (PAH-forbindelser) - se bilag 2 for en oversigt over de enkelte PAH-forbindelser i analyseprogrammet.

Der er miljøkvalitetskrav for alle de analyserede PAH i Bekendtgørelse nr. 1625.

I alt er 13 vandløbsstrækninger undersøgt for indhold af PAH i vandfasen.

I 3 ud af de 13 undersøgte vandløbsstrækninger (23 %) blev der fundet indhold af PAH over miljøkvalitetskravene (se tabel 5.3 og figur 5.3).

Chlorbenzener:

Vandprøverne fra de undersøgte vandløb er analyseret for indhold af 7 forskellige chlorbenzener (se bilag 2).

Der er miljøkvalitetskrav for *pentachlorbenzen* i Bekendtgørelse nr. 1625. For de øvrige chlorbenzener er der anvendt kvalitetskriterier fra screeningsværktøjet (som bl.a. stammer fra drikkevand).

Der er undersøgt 9 vandløbsstrækninger og der blev fundet indhold af chlorbenzener over grænseværdierne i en enkelt, svarende til 11 % (se tabel 5.3). Denne hitrate er dog temmelig usikker, fordi der kun er undersøgt et forholdsvist beskedent antal vandløbsstrækninger.

Stofgrupper uden fund over grænseværdier:

Som det fremgår af tabel 5.3, omfatter undersøgelserne 8 stofgrupper, som slet ikke blev fundet i koncentrationer over de relevante miljøkvalitetskrav og kvalitetskriterier. Det drejer sig om stofgrupperne:

Polære opløsningsmidler, chlorphenoler, freon, MTBE, cyanider, TBT, PCB og Phtalater.

Indholdet af polære opløsningsmidler blev undersøgt i 29 vandløbsstrækninger, hvilket vurderes at være et nogenlunde solidt datagrundlag. Resultaterne peger derfor på, at det må forventes, at jordforureninger i praksis meget sjældent påvirker vandløb med polære opløsningsmidler. Det skal dog bemærkes, at det i forbindelse med denne dataanalyse *ikke* er foretaget en opgørelse af, om der reelt er fundet polære opløsningsmidler i jord og grundvand på selve kildegrunden (se også afsnit 4.3)

De øvrige stofgrupper uden fund er undersøgt i mindre end 20 vandløbsstrækninger. Der vurderes derfor, at datagrundlaget er for spinkelt til at kunne sige noget mere generelt om risikoen for, at jordforureninger påvirker vandløb med disse stofgrupper.

Overskridelsesfaktorer:

Der er foretaget en analyse af, hvor store overskridelser af grænseværdierne der forekommer i de analyserede vandprøver for udvalgte enkeltstoffer (PFOS, ammonium, opløst jern, desphenyl-chloridazon og vinylklorid). Disse stoffer blev udvalgt, fordi de repræsenterer nogle af stofgrupperne med de højeste hitrater (PFAS, lossepladsparametre og pesticider) og – for vinylklorids vedkommende – den stofgruppe der er undersøgt på næstfleste vandløbsstrækninger (klorerede opløsningsmidler). Analysen er baseret på et udtræk af analyseresultater fra Vanda databasen (hentet fra <https://miljoedata.miljoportal.dk>).

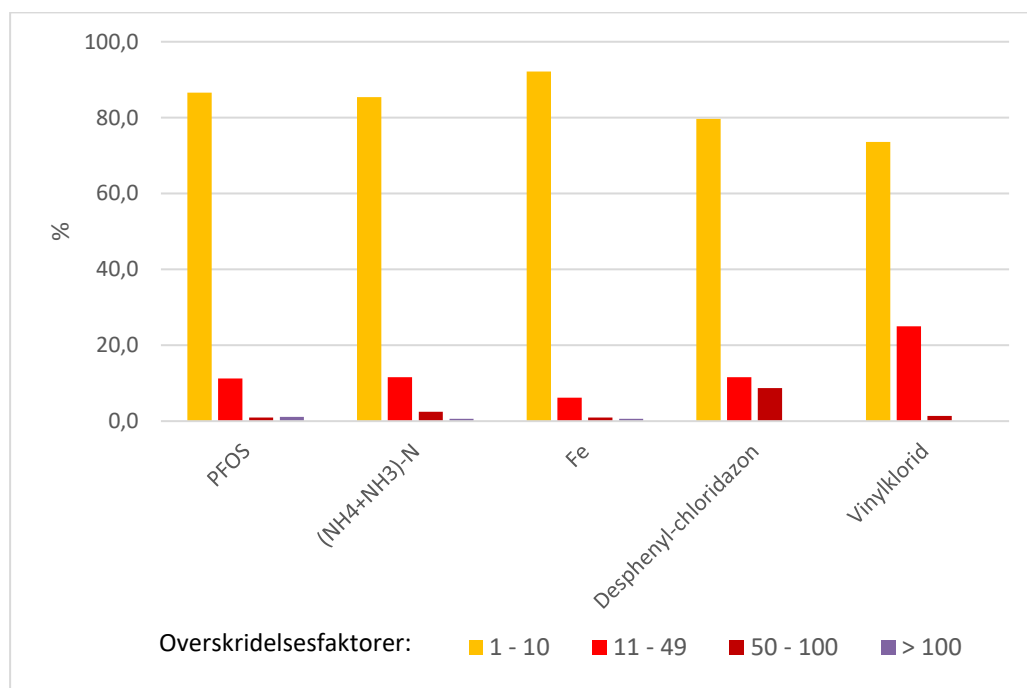
Tabel 5.4 giver et overblik over antallet af analyserede prøver for de udvalgte stoffer. Som det ses af tabellen, er flere tusinde prøver af vandløbsvand analyseret for indhold af PFOS og vinylklorid. Lossepladsparametrene ammonium og jern er analyseret i 1.700-1.800 prøver, mens indholdet af pesticidmetabolitten desphenyl-chloridazon er analyseret i 542 vandprøver. Mellem 2 og 37 % af de analyserede vandprøver havde indhold af de pågældende stoffer over deres respektive grænseværdier (lavest

for vinylklorid og højest for PFOS).

Stof	Antal prøver i alt	Antal prøver over grænseværdier (%)	Grænseværdi	Grænseværdi grundlag
PFOS	4299	37	0,65 ng/l	BEK 1625
Ammonium	1731	10	0,78 mg N/l	Fiskevandsdirektivet (se bilag 4).
Opløst jern	1794	34	0,5 mg/l	Miljøstyrelsens retningslinjer for vandplaner (se bilag 4)
Desphenyl chloridazon	542	13	0,1 µg/l	Grundvandskvalitetskriterie
Vinylklorid	3517	2	0,05 µg/l	BEK 1625

Tabel 5.4: Antallet af analyserede vandprøver fra vandløb for udvalgte enkeltstoffer.

I figur 5.4 er vist hvordan de prøver, som havde indhold over grænseværdierne for de udvalgte stoffer, fordeler sig på forskellige overskridelsesfaktorer (overskridelsesfaktoren angiver hvor meget grænseværdien for det pågældende stof er overskredet i prøven).



Figur 5.4: Udvalgte stoffers indhold over grænseværdien i vandprøver fra vandløb fordelt på forskellige overskridelsesfaktorer.

Det fremgår af figur 5.4, at i ca. 70-90 % af vandprøverne var grænseværdierne overskredet med en faktor 1-10. I ca. 6-25 % af vandprøverne var grænseværdierne overskredet med en faktor 11-49 etc. Alt i alt viser analysen, at for de udvalgte stoffer havde langt hovedparten af vandprøverne forholdsvis beskedne overskridelsesfaktorer i intervallet 1-10. Det skal dog bemærkes, at datamaterialet til denne analyse også omfattede vandprøver, som var udtaget opstrøms og nedstrøms den zone, hvor det forurenede grundvand strømmer ind i vandløbet (det er i denne indstrømningszone, at man må forvente at finde de højeste koncentrationer af MFS).

5.4 Miljøfarlige stoffer i sediment

Dette afsnit beskriver indholdet af MFS i vandløbenes bundsediment. Som beskrevet i afsnit 4.4, blev der udtaget sedimentprøver, hvis de potentielle risikostoffer fra den undersøgte jordforurening omfattede stoffer, som typisk vil bindes til sedimenterne. I gennemgangen er der ikke skelnet mellem kildetyper, dvs. resultaterne af samtlige undersøgelser er beskrevet, selvom der kan være andre kilder til de fundne stoffer end den aktuelle jordforurening.

Tabel 5.5 viser en oversigt over samtlige stofgrupper i analyseprogrammerne for sedimentprøver, samt hvor mange vandløbsstrækninger, der er analyseret for indhold af de enkelte stofgrupper. I tabellen er angivet hvor hyppigt, der er fundet overskridelser af grænseværdierne indenfor de forskellige stofgrupper. Hitraterne er desuden vist grafisk i figur 5.5. Endelig indeholder tabel 5.5 også oplysninger om baggrunden for de anvendte grænseværdier.

Som det fremgår af tabel 5.5, er der stor variation i, hvor mange vandløbsstrækninger, der har fået sedimentprøver analyseret for de forskellige stofgrupper.

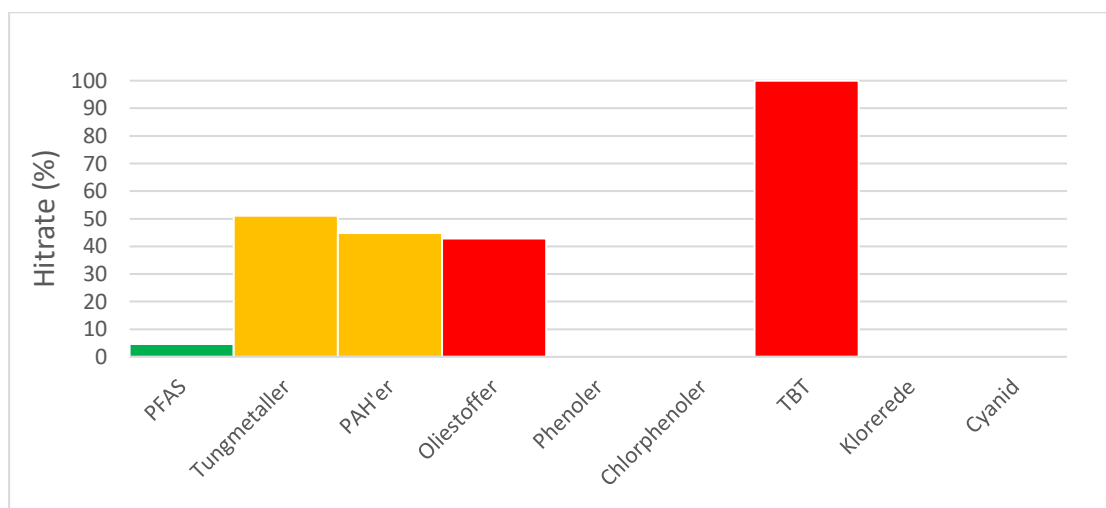
Det skal også bemærkes, at for stofgrupper, hvor der er undersøgt mindre end 20 vandløbsstrækninger, skal de beregnede hitrater tages med et vist forbehold pga. det begrænsede datagrundlag. Og især for *TBT*, *klorerede opløsningsmidler* og *cyanid* skal hitraterne tages med store forbehold, da de er baseret på undersøgelse af 1-2 vandløbsstrækninger.

Stof	Antal undersøgte vandløbsstrækninger	Antal vandløbsstrækninger med påvirkning over grænseværdierne	Hitrate %	Grænseværdier grundlag
PFAS	86	4	5	Jordkvalitetskriterier ¹
Tungmetaller	45	23	51	BEK 1625 Miljøstyrelsens foreløbige kvalitetskriterier ² Jordkvalitetskriterier ¹
PAH	29	13	45	BEK 1625 Miljøstyrelsens foreløbige kvalitetskriterier ²
BTEX, kulbrinter	14	6	43	Jordkvalitetskriterier ¹
Phenoler	9	0	0	Jordkvalitetskriterier ¹
Chlorphenoler	6	0	0	Jordkvalitetskriterier ¹
TBT	2	2	100	Miljøstyrelsens foreløbige kvalitetskriterier ²
Klorerede opløsningsmidler	1	0	0	Jordkvalitetskriterier ¹
Cyanid	1	0	0	Jordkvalitetskriterier ¹

Tabel 5.5: Oversigt over hvilke stoffer/stofgrupper, der er undersøgt for i vandløbenes bundsediment, samt hvor hyppigt der er fundet overskridelser af grænseværdierne. Den enkelte vandløbsstrækning er som regel undersøgt for indhold af flere forskellige stoffer/stofgrupper.

BEK 1625: Bekendtgørelse nr. 1625 af 19/12/2017.

Referencer: 1: Miljøstyrelsen (2021a). 2: Miljøstyrelsen (2021b).



Figur 5.5: Hyppighed (hitrate) af fund over grænseværdierne for forskellige stoffer/stofgrupper i bundsediment fra undersøgte vandløbsstrækninger. Signaturforklaring – farverne indikerer datagrundlagets størrelse: Grøn (> 50 vandløbsstrækninger), gul (20 – 50 vandløbsstrækninger), rød (< 20 vandløbsstrækninger).

PFAS:

De anvendte analysepakker ifm. analyse af sedimenternes indhold af PFAS omfatter 22 enkeltstoffer i 2022 (se bilag 2).

Der er ingen miljøkvalitetskrav for PFAS-forbindelser i sedimenter i BEK. 1625. Sedimenternes indhold af PFAS er i stedet sammenholdt med jordkvalitetskriterierne for stofgruppen, som findes på Miljøstyrelsens liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord (Miljøstyrelsen, 2021a):

- Sumkrav på 4 PFAS-forbindelser i jord (PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS) – 0,01 mg/kg
- Sumkrav på 22 (12) PFAS-forbindelser i jord – 0,4 mg/kg

Som det fremgår af tabel 5.5, er sedimentprøver fra 86 vandløbsstrækninger undersøgt for indhold af PFAS. Der blev kun fundet indhold af PFAS over jordkvalitetskriterierne i 5 % af vandløbsstrækningerne.

Tungmetaller:

Sedimentprøverne fra de undersøgte vandløb er analyseret for indhold af flg. metaller:

Bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel og zink, og i nogle tilfælde arsen og kviksølv.

Bekendtgørelse nr. 1625 indeholder miljøkvalitetskrav for bly og cadmium i sediment. Miljøstyrelsen har udarbejdet foreløbige sedimentkvalitetskriterier for chrom, nikkel og arsen, mens der er jordkvalitetskriterier for kobber og zink (se i øvrigt bilag 3). Sedimentprøvernes indhold af tungmetaller er sammenholdt med disse grænseværdier.

Som det fremgår af tabel 5.5 og figur 5.5, er sedimentprøver fra 45 vandløbsstrækninger undersøgt for indhold af tungmetaller. Der blev fundet indhold af tungmetaller over de anvendte grænseværdier i ca. halvdelen af de undersøgte vandløbsstrækninger.

PAH:

Sedimentprøverne fra de undersøgte vandløb er analyseret for indhold af 7 PAH-forbindelser (se bilag 2).

Miljøstyrelsen har udarbejdet foreløbige sedimentkvalitetskriterier for en række PAH-forbindelser (*benz(a)pyren, fluoranthen, phenanthren* mfl.). Sedimentprøvernes indhold af PAH-forbindelser er sammenholdt med disse grænseværdier.

I alt 29 vandløbsstrækninger er undersøgt for PAH'er i sediment. Der blev fundet indhold af PAH-forbindelser over de anvendte grænseværdier i ca. 45 % af de undersøgte strækninger.

BTEX og kulbrinter:

Sedimentprøverne er undersøgt for indhold af BTEX (benzen, toluen, ethylbenzen, xylener og naphthalen) samt 5 forskellige kulbrintefraktioner (se bilag 2).

Benzen er omfattet af Miljøstyrelsens foreløbige sedimentkvalitetskriterier. De øvrige oliestoffer er sammenholdt med de relevante jordkvalitetskriterier.

Der blev fundet oliestoffer over de anvendte grænseværdier i sedimentet fra 6 af 14 undersøgte vandløbsstrækninger, hvilket svarer til 43 % af de undersøgte vandløbsstrækninger.

TBT:

Der er kun undersøgt for tributyltin-forbindelser i sedimentet på to vandløbsstrækninger. I begge tilfælde blev der fundet indhold af TBT over det anvendte sedimentkvalitetskriterium (Miljøstyrelsens foreløbige sedimentkvalitetskriterium, Miljøstyrelsen (2021b)).

Stofgrupper uden fund over grænseværdier:

Som det fremgår af tabel 5.5, omfatter undersøgelserne 4 stofgrupper, som slet ikke blev fundet i koncentrationer over de relevante grænseværdier i sedimenterne. Det drejer sig om stofgrupperne:

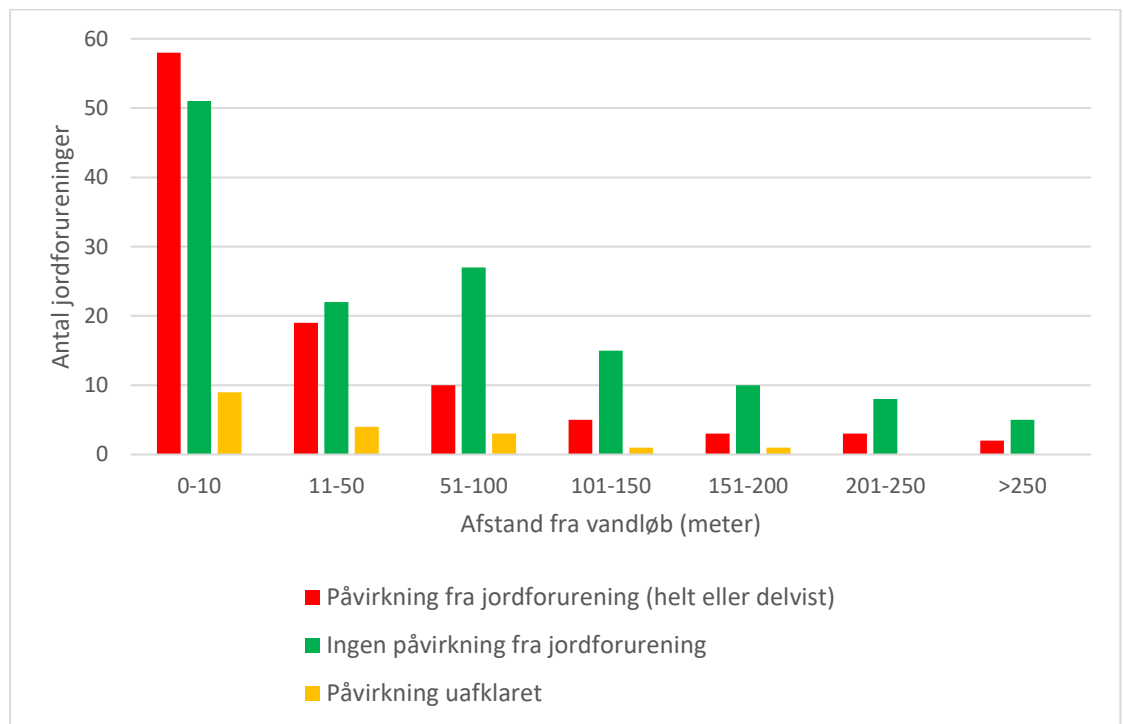
Phenoler, chlorphenoler, klorerede opløsningsmidler, cyanider

Sedimentets indhold af disse stoffer blev undersøgt på mellem 1 og 9 vandløbsstrækninger, så der er tale om et meget begrænset datagrundlag.

5.5 Betydningen af jordforureningens afstand fra vandløbet

Der er foretaget en analyse af, hvilken betydning afstanden fra vandløbet til jordforureningen har ift., om jordforureningen påvirker vandløbet.

Figur 5.6 viser, hvordan de undersøgte jordforureninger fordeler sig ift. forskellige afstande fra vandløbet. Indenfor hver afstand (0-10 m osv.) er det samlede antal undersøgte jordforureninger opdelt i en gruppe, som påvirker vandløb alene eller i kombination med andre kilder (røde søjler), en gruppe som *ikke* påvirker vandløb (grønne søjler) og endelig en gruppe, hvor det er uafklaret, om der er en påvirkning fra jordforureningen (orange søjler).



Figur 5.6: Afstandens betydning for jordforureningers påvirkning af vandløb

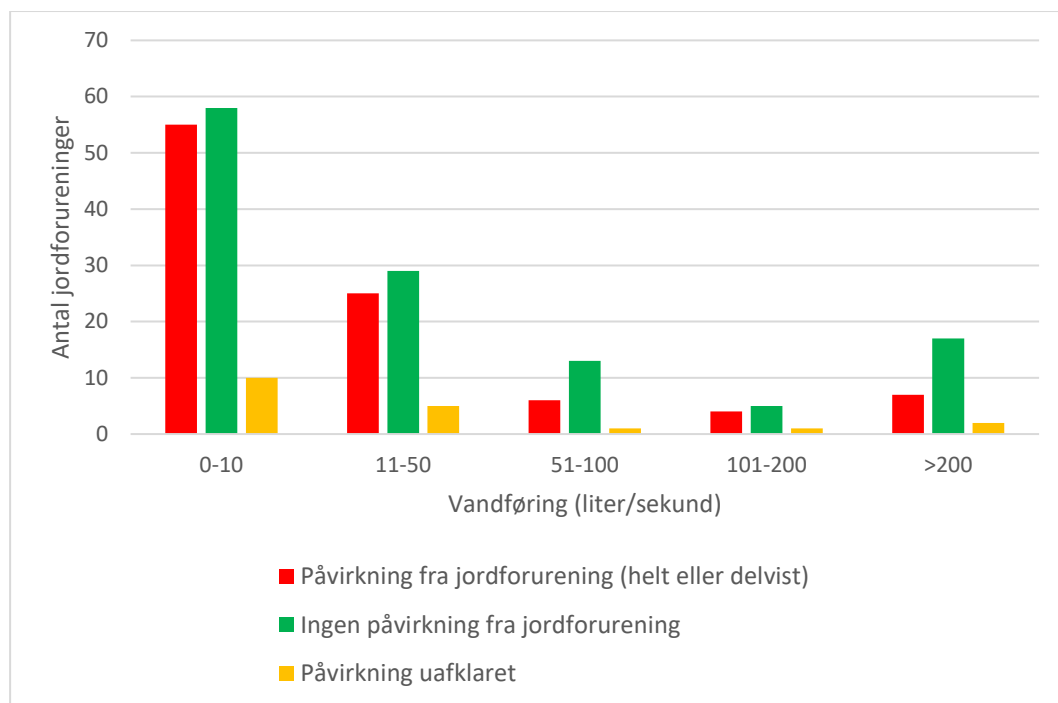
Det fremgår af figur 5.6, at ca. halvdelen af de undersøgte jordforureninger ligger helt ned til vandløbene (indenfor afstanden 0-10 m). Derefter falder antallet af undersøgte jordforureninger med afstanden til vandløbet. Denne fordeling hænger sammen med, at de jordforureninger der indgik i undersøgelserne, var udpeget med screeningsværktøjet. Screeningsværktøjet opererer med en stofspecifik ”kritisk afstand”, således at det kun er jordforureninger indenfor denne afstand, som kan udgøre en risiko i screeningerne. F.eks. er den kritiske afstand for arsen 50 meter, for benzen 70 meter og for klorerede opløsningsmidler 250 m. Det betyder, at med stigende afstand til vandløbet, vil der være færre stofgrupper – og dermed også færre jordforureninger – der udgør en risiko iht. screeningerne.

Det ses af figur 5.6, at for de jordforureninger, der ligger indenfor 0-50 meter fra vandløbene, påvirker ca. halvdelen vandløbene (røde søjler). For de jordforureninger, der ligger længere væk fra vandløbene, er det en mindre andel, som påvirker vandløbene. Men som illustreret på figuren er der jordforureninger, som påvirker vandløbene i *alle* de undersøgte afstande.

5.6 Betydningen af vandføringens størrelse

Der er foretaget en analyse af, hvilken betydning størrelsen af vandløbets vandføring har ift., om jordforureningen påvirker vandløbet.

På figur 5.7 er de undersøgte jordforureninger grupperet ift. størrelsen af vandføringen på undersøgelsestidspunktet.



Figur 5.7: Vandføringens betydning for jordforureningers påvirkning af vandløb

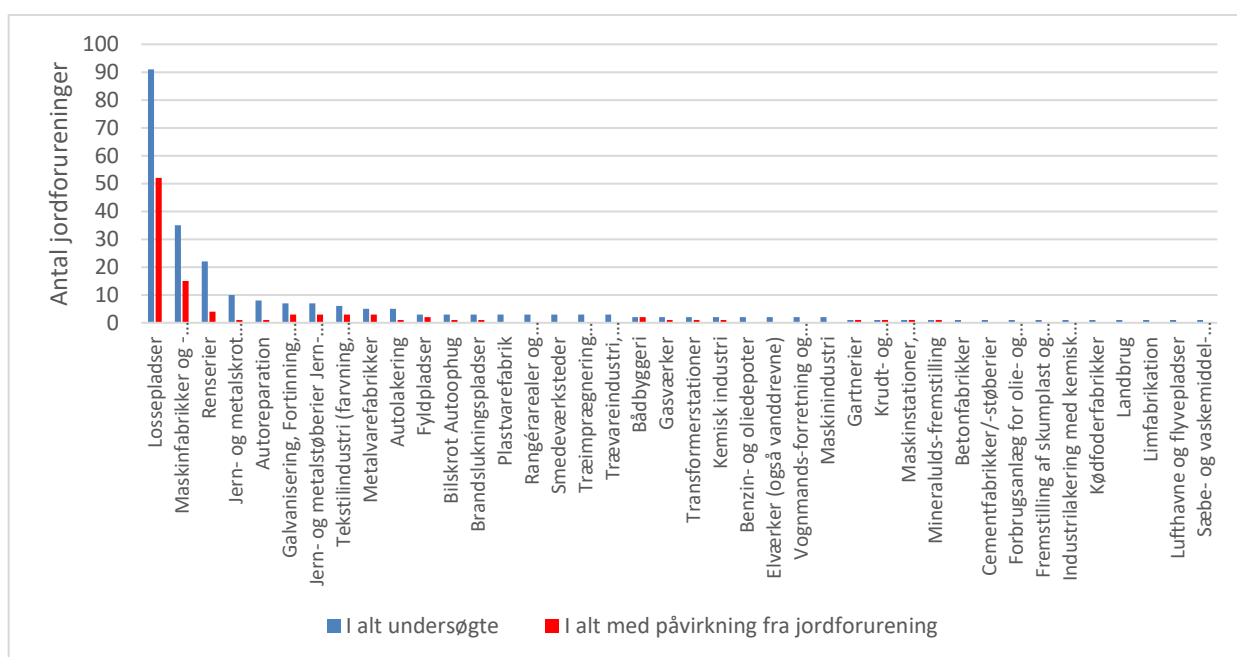
Det fremgår af figur 5.7, at flertallet af de undersøgte jordforureninger er knyttet til vandløbsstrækningerne med de laveste vandføringer på undersøgelsestidspunktet. Denne fordeling vurderes – som det var tilfældet for afstandene (afsnit 5.6) - at hænge sammen med, at de jordforureninger, der indgik i undersøgelserne, var udpeget med screeningsværktøjet. Screeningsværktøjet opererer med en fortynding af det forurenede grundvand, der siver op i vandløbene. Denne fortynding er mindst i små vandløb med lav vandføring. Dermed vil der iht. screeningerne være størst risiko for påvirkning af vandkvaliteten i små vandløb.

Som det ses af figur 5.7, er der jordforureninger, som påvirker vandløbene, i alle de anførte vandførings-grupper. Hyppigheden/den relative andel af jordforureninger, der påvirker vandløbene, falder tilsyneladende en smule ved stigende vandføringer. Samtidig er datagrundlaget mindre for vandløb med større vandføring, hvilket betyder, at usikkerhederne knyttet til denne hyppighed også er større.

5.7 Betydningen af brancher og aktiviteter

Der er foretaget en analyse af, om de brancher og aktiviteter, som er knyttet til de enkelte jordforureninger, har en betydning ift., hvilke typer jordforurening, der påvirker vandløb.

På figur 5.8 er de undersøgte jordforureninger grupperet ift. den branche/aktivitet, som er vurderet at være den primære ift. forureningsrisikoen fra jordforureningen (den samme jordforurening har typisk flere brancher tilknyttet afhængig af den konkrete historik for lokaliteten)



Figur 5.8: Brancher/aktiviteters betydning for jordforureningers påvirkning af vandløb

Det fremgår af figur 5.8, at de undersøgte jordforureninger er fordelt på en lang række forskellige brancher/aktiviteter. Lossepladser er den hyppigst repræsenterede branche/aktivitet og over halvdelen af de undersøgte lossepladser bidrager til påvirkning af vandløb med et eller flere stoffer over grænseværdierne. Derudover er der også undersøgt en del maskinfabrikker/værksteder og rensierier. De øvrige undersøgte jordforureninger fordeler sig på mange forskellige brancher/aktiviteter med under 10 lokaliteter pr. branche/aktivitet.

Pga. det lave antal jordforureninger indenfor de fleste brancher/aktiviteter er der ikke statistisk grundlag for at konkludere, at der f.eks. er nogle brancher/aktiviteter, hvor jordforurening sandsynligvis aldrig udgør en risiko for vandløb. For de brancher/aktiviteter, hvor der er mere end 10 jordforureninger repræsenteret (lossepladser, maskinfabrikker og -værksteder samt rensierier), viste undersøgelserne, at disse

jordforureninger bidrog til påvirkningen af vandløb ved 20-60 % af de undersøgte lokaliteter.

5.8 Sammenfatning vedr. jordforureningers påvirkning af vandløb

Der er gennemført undersøgelser til afklaring af 271 jordforureningers påvirkning af nærliggende vandløb. På baggrund af disse undersøgelser kan der konkluderes følgende:

- Samlet set blev der fundet en påvirkning af vandløbene med miljøfarlige stoffer i 60 % af de undersøgte vandløbsstrækninger. Ved en påvirkning forstås i denne sammenhæng en overskridelse af relevante kvalitetskriterier i vandløbene for et eller flere af de stoffer, som kan stamme fra de aktuelle jordforureninger.
- For ca. 30 % af de påvirkede vandløbsstrækninger vurderes påvirkningen med miljøfarlige stoffer udelukkende at skyldes den aktuelle jordforurening – dvs. den jordforurening, hvor påvirkning af vandløbet er undersøgt.
- For yderligere ca. 30 % af de påvirkede vandløbsstrækninger vurderes påvirkningen at kunne skyldes den aktuelle jordforurening kombineret med andre forureningskilder.
- For ca. 34 % af de påvirkede vandløbsstrækninger er det vurderet, at påvirkningen med miljøfarlige stoffer skyldes andre kilder end den aktuelle jordforurening.
- De hyppigste påvirkninger af vandløbenes vandfase var med *PFAS, lossepladsstoffer og pesticider* (påvist over relevante kvalitetskriterier i ca. 50 % af de undersøgte vandløbsstrækninger). Påvirkningen af vandløbene med disse stoffer skyldtes også andre forureningskilder end de jordforureninger, som var genstand for de gennemførte undersøgelser.
- Der blev fundet en væsentlig lavere påvirkning med *klorerede opløsningsmidler* end forventet ud fra de risikoscreeninger, som var grundlaget for udpegningen af de undersøgte jordforureninger. Der blev således kun påvist klorerede opløsningsmidler over grænseværdierne i 4 % af de undersøgte vandløbsstrækninger.
- Der blev *ikke* fundet *polære opløsningsmidler, freon-forbindelser* eller *chlorphenoler* i nogle af de undersøgte vandløbsstrækninger. Dette resultat peger på, at påvirkning med disse stofgrupper fra jordforureninger udgør en meget lille eller ingen risiko i praksis.
- De hyppigste påvirkninger af vandløbenes bundsedevarer var med *tungmetaller, PAH og BTEX/kulbrinter* (påvist over relevante kvalitetskriterier i ca. 40-50 % af de undersøgte vandløbsstrækninger).
- Jordforureningerne indenfor en afstand af 50 m fra vandløbene påvirker hyppigere vandløbene med miljøfarlige stoffer end jordforureninger længere væk. Der

er dog også fundet påvirkninger af vandløb fra jordforureninger, der ligger længere væk (op til over 250 m).

- Vandløb med en lav vandføring påvirkes hyppigere af jordforureninger end vandløb med en højere vandføring. I vandløb med høje vandføringer er der dog også konstateret påvirkning fra jordforureninger.
- Lossepladser er identificeret som den enkeltstående brancher/aktivitet, der er hyppigst repræsenteret blandt de undersøgte jordforureninger ved vandløb. Knap 60 % af de undersøgte lossepladser bidrager til påvirkning af vandløbene med et eller flere stoffer over grænseværdierne. De øvrige undersøgte jordforureninger fordeler sig på en lang række brancher/aktiviteter. Pga. det lave antal jordforureninger indenfor de fleste brancher/aktiviteter er der ikke tilstrækkeligt statistisk grundlag til at kunne udlede eventuelle sammenhænge mellem de brancher/aktiviteter, som er tilknyttet en jordforurening, og risikoen for, at jordforureningen påvirker vandløb.

6. Søer – resultater, risikovurderinger og dataanalyse

Dette kapitel giver en oversigt over resultaterne af de gennemførte undersøgelser af jordforureningers påvirkning af søer, herunder en analyse af tendenser og sammenhænge i de indsamlede data.

Der er gennemført undersøgelser til afklaring af 36 jordforureningers påvirkning af nærliggende søer med miljøfarlige stoffer (MFS). Jordforureningernes beliggenhed er vist på figur 6.1.

Som beskrevet i kapitel 4 er undersøgelserne udført ved at placere borer på land i den forventede udstrømningszone for forurenede grundvand i nærheden af søbreden. På basis af analyser af grundvandsprøver udtaget fra borerne er stoftilførslen med MFS til søen beregnet. Ud fra oplysninger om fortyndingen i søen (hentet fra screeningsværktøjet) er de resulterende stofkoncentrationer af MFS efter opblanding i søvandet beregnet. Disse beregnede stofkoncentrationer er sammenholdt med de relevante grænseværdier for at kunne vurdere, om søen er påvirket af jordforureningen (fremgangsmåden og beregningsmetoderne er nærmere beskrevet i Regionerne (2020)). I nogle søer er der som supplement til ovenstående metodik også udtaget og analyseret vand- og/eller sedimentprøver direkte fra søerne.

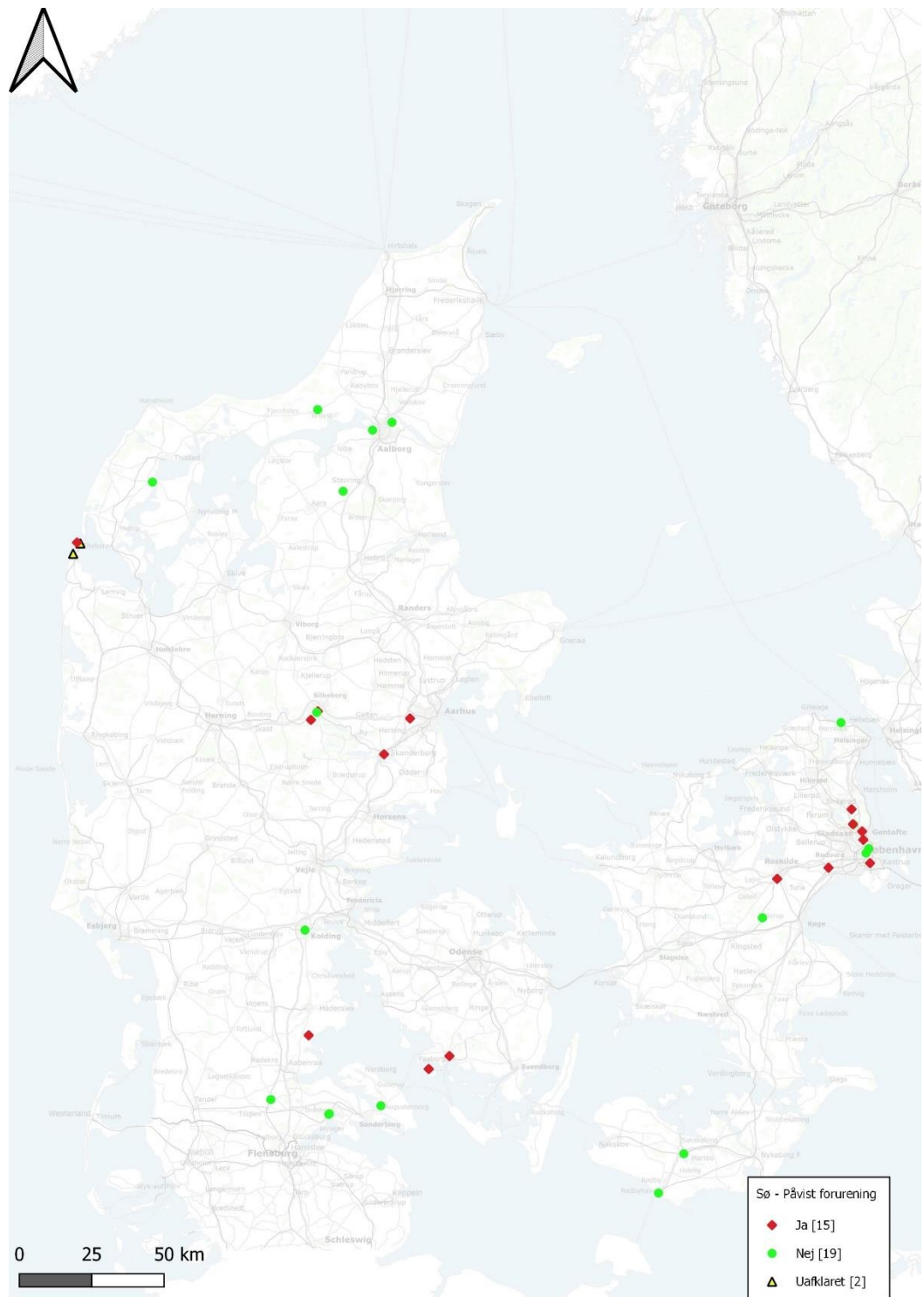
6.1 Overblik over resultater

Tabel 6.1 og figur 6.1 giver et overblik over resultaterne af undersøgelserne.

I Bilag 1 er vedlagt en oversigt, som omfatter lokaliteterne vist i figur 6.1.

Resultat	Undersøgte lokaliteter	
	<i>total</i>	<i>%</i>
Påvirkning over grænseværdier i vand og/eller sediment	15	42
Ingen påvirkning over grænseværdier i vandfasen	19	53
Uafklaret	2	5
I alt	36	100

Tabel 6.1: Oversigt over resultaterne af undersøgelser af 36 jordforureningers påvirkning af søer.



Figur 6.1: Jordforureninger, der er undersøgt for, om de udgør en risiko for søer.

Jordforureningers påvirkning af søer er undersøgt i alt 36 steder på landsplan. Datagrundlaget er således en del mindre end for vandløb, hvor påvirkningen fra 271 jordforureninger blev undersøgt.

På basis af undersøgelserne blev det fundet, at 15 af de undersøgte jordforureninger påvirkede søer med et eller flere MFS over grænseværdierne - svarende til 42 % af de undersøgte jordforureninger ved søer.

Ved 19 af de undersøgte jordforureninger (svarende til 53 % af alle undersøgte) blev der ikke fundet en påvirkning af søerne.

Ved 2 af de undersøgte jordforureninger (svarende til 5 %) var det ikke muligt at afklare ved undersøgelserne, om der var en påvirkning af søerne eller ej.

I vandløbsundersøgelserne blev der, som beskrevet i kapitel 5, fundet en påvirkning med MFS i 60 % af de undersøgte vandløbsstrækninger, og i 37 % af vandløbsstrækningerne var der ingen påvirkning. Det kunne således umiddelbart se ud til, at jordforureninger i mindre grad påvirker søer end vandløb (sammenlign tabel 5.1 og tabel 6.1). Det vurderes dog, at denne forskel primært skyldes forskelle i undersøgelsesmetoder. Vandløbsundersøgelserne var således baseret på direkte prøvetagning af vandløbsvandet. Dette betyder, at bidrag med MFS fra andre kilder end den jordforurening, som undersøgelsen drejer sig om, har stor betydning for hyppigheden af fund af MFS over grænseværdierne i vandløb. Dette er i mindre grad tilfældet i undersøgelserne ved søer, som er baseret på udtagning af grundvandsprøver mellem jordforureningen og søen. Desuden er der i højere grad inddraget sedimentanalyser ifm. vurderingen af påvirkningen af vandløbene. Dette kan også have bidraget til, at hyppigheden af fund af MFS over grænseværdierne i vandløb er større end for søerne, hvor der kun blev analyseret sedimentprøver i meget begrænset omfang.

6.2 Kildetyper

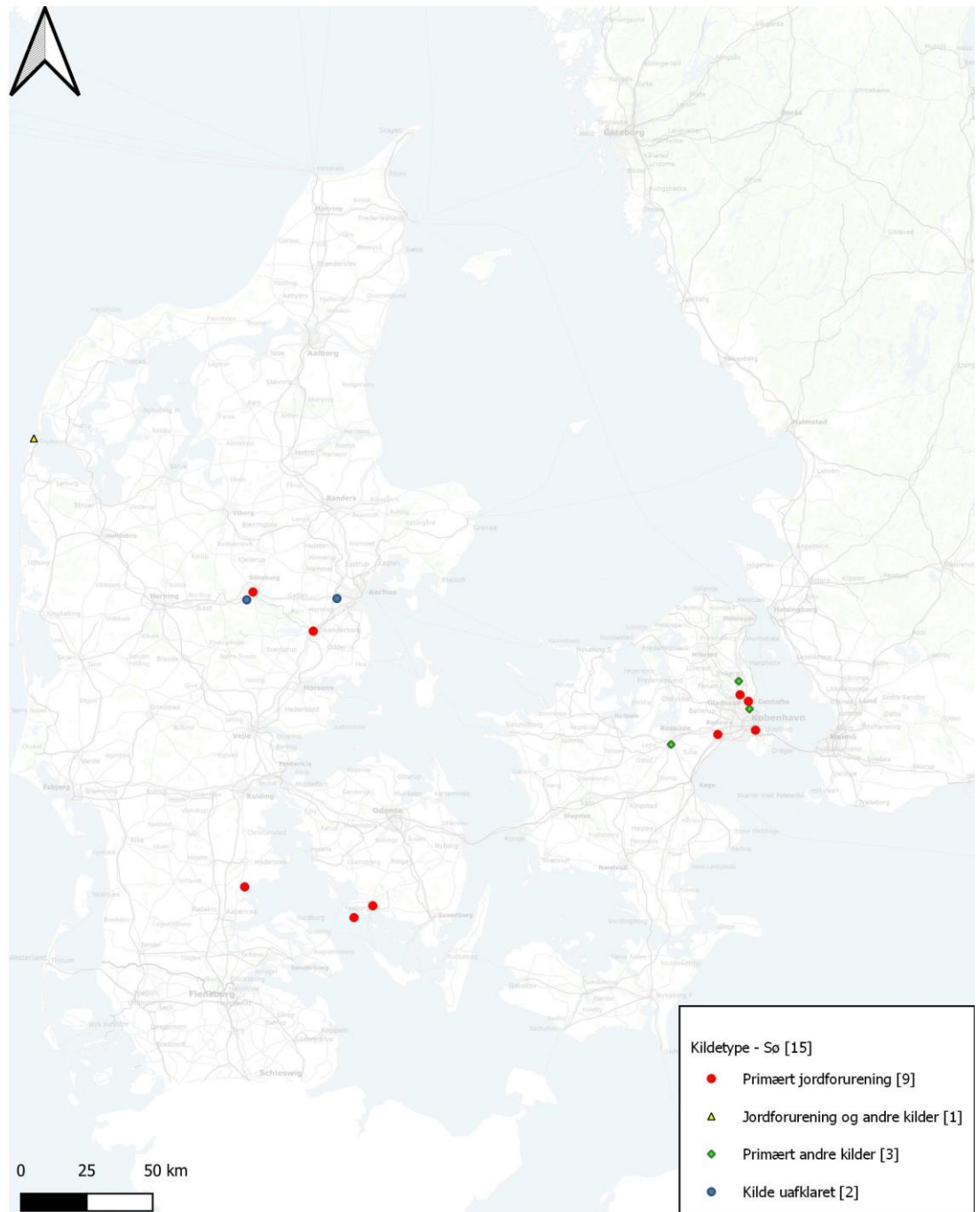
For de 15 jordforureninger, hvor der blev fundet overskridelser af grænseværdierne for MFS i de nærliggende søer, er kilderne til overskridelserne vurderet – se tabel 6.2 og figur 6.2.

Som det fremgår af tabel 6.2, er det i 60 % af tilfældene den jordforurening, der var udgangspunktet for undersøgelsen, som er den primære kilde til påvirkningen af den nærliggende sø. Det tilsvarende tal for vandløb er 30 % (se tabel 5.2). Denne forskel hænger igen sammen med de forskellige undersøgelsesmetoder. Den anvendte metode ved søer, hvor der udtages grundvandsprøver fra borer placeret mellem jordforureningen og søen, er således mindre følsom overfor påvirkning fra andre kilder end den anvendte metode ved vandløbene, hvor prøverne blev udtaget direkte i

Kildetype: <i>Hvad er kilden til den påviste forurening?</i>	Undersøgte lokaliteter	Undersøgte lokaliteter
	<i>total</i>	<i>%</i>
1. Primært den undersøgte risikolokalitet	9	60
2. Den undersøgte risikolokalitet og andre kilder	1	7
3. Primært andre forureningskilder	3	20
4. Kilde uafklaret	2	13
I alt	15	100

Tabel 6.2: Vurderede kilder til forureningen i de 15 søer, hvor der pba. af undersøgelserne blev beregnet overskridelser af grænseværdier for MFS i søernes vandfaser.

vandløbene. For i alt 4 søer (svarende til 27 % af de undersøgte søer) er det dog vurderet, at der også er andre kilder på spil end den aktuelle jordforurening (kildetype 2 og 3). I disse tilfælde er der fundet MFS over grænseværdierne i grundvand, som er vurderet *ikke* at stamme fra den aktuelle jordforurening eller stofferne er fundet i vand- og/eller sedimentprøver fra søen, i de tilfælde, hvor grundvandsprøverne blev suppleret med prøver fra selve søen.



Figur 6.2: Vurdering af forureningskilderne for de 15 søer, hvor der pba. af de gennemførte undersøgelser er vurderet at være overskridelser af grænseværdierne for miljøfarlige stoffer (MFS).

6.3 Miljøfarlige stoffer i vandfasen

Dette afsnit indeholder en gennemgang af, hvilke MFS der gav anledning til overskridelser af relevante grænseværdier i søernes vandfase. I gennemgangen er der ikke skelnet mellem kildetyper. Det vil sige, alle resultaterne er behandlet samlet og omfatter således både overskridelser, som helt eller delvist skyldes de undersøgte jordforureninger og overskridelser, som skyldes andre kilder.

Tabel 6.3 viser hvor mange lokaliteter, der er undersøgt for de forskellige stofgrupper. Som beskrevet i afsnit 4.3, er analyseprogrammet for den enkelte lokalitet tilrettelagt med udgangspunkt i de risikostoffer, som var resultatet af risikoscreeningen af den aktuelle jordforurening. PFAS var ikke en del af risikoscreeningerne, men det blev vurderet, at det var relevant at analysere for PFAS ved alle lokaliteter ved søer.

I tabel 6.3 er endvidere angivet hvor hyppigt, der er beregnet overskridelser af grænseværdierne for de forskellige stofgrupper (hit-rater). Hitraterne er også vist grafisk i figur 6.3.

Endelig indeholder tabel 6.3 også oplysninger om baggrunden for de anvendte grænseværdier.

Som det fremgår af tabel 6.3, er der stor variation i, hvor mange lokaliteter, der er undersøgt for de forskellige stofgrupper. Påvirkningen med PFAS er således undersøgt ved alle 36 jordforureninger ved søer, mens påvirkningen for en stor del af de øvrige stofgruppers vedkommende er undersøgt ved mindre end 10 søer.

Som det var tilfældet i vandløbene, er de højeste hitrater knyttet til *PFAS, lossepladstoffer, tungmetaller og pesticider*, mens der blev fundet en lav hitrate for *klorerede opløsningsmidler*.

Hitraterne er generelt lidt lavere end i vandløbene (sammenlign med tabel 5.3 og figur 5.3). Dette vurderes, som beskrevet i afsnit 6.1 og 6.2, at hænge sammen med forskellene i undersøgelsesmetodik, idet vandprøverne fra vandløbene generelt var mere påvirkede af andre kilder end den aktuelle jordforurening, end det var tilfældet ved søerne. For tungmetaller var hitraten for søerne (38 %) dog på samme niveau som i vandløbene, men datagrundlaget for søerne var væsentlig lavere (8 undersøgte lokaliteter i forhold til 42 ved vandløbene).

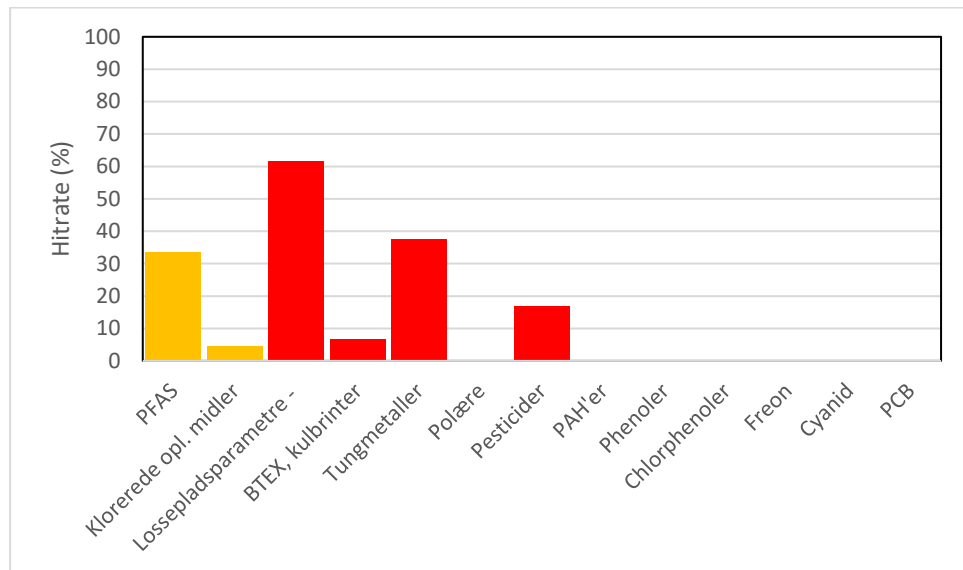
For lossepladsparametrene er hitraten på 62 % ikke korrigeret ift. de "nye", mindre restriktive grænseværdier for ammonium og jern, som Miljøstyrelsen har meldt ud i

Stof	Antal undersøgte lokaliteter	Antal lokaliteter med overskridelse for stofgruppen i søen	Hitrate %	Grænseværdier grundlag
PFAS	36	12	33	BEK 1625 (PFOS) Grundvandskvalitetskriterier
Klorerede opløsningsmidler	23	1	4	BEK 1625
Lossepladstoffer	13	8	62	Screeningsværktøj (Drikkevand)
BTEX, kulbrinter	15	1	7	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
Tungmetaller	8	3	38	BEK 1625
Polære opløsningsmidler	6	0	0	Screeningsværktøj (Grundvand mv.)
Pesticider	6	1	17	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
Phenoler	3	0	0	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
Freon forbindelser	2	0	0	Screeningsværktøj
Chlorphenoler	3	0	0	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
PAH	4	0	0	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
Cyanider	1	0	0	Screeningsværktøj (Drikkevand)
PCB	1	0	0	Screeningsværktøj
Phtalater	1	0	0	-

Tabel 6.3: Oversigt over hvor hyppigt, der er fundet overskridelser af grænseværdier for de enkelte stofgrupper i de påvirkede søer ved jordforureningerne. Grundlaget for de anvendte grænseværdier er nærmere beskrevet i bilag 3. BEK 1625: Bekendtgørelse nr. 1625 af 19/12/2017.

foråret 2023 (se afsnit 5.3 og bilag 4). Det vurderes at hitraten for lossepladsparametre nærmere er ca. 40 % ift. de grænseværdier for ammonium og jern, som Miljøstyrelsen har anbefalet i foråret 2023.

For mange af de undersøgte stofgrupper, blev der ikke fundet overskridelser af grænseværdierne i søerne. Dette gælder bl.a. for *polære opløsningsmidler*, *PAH'er* mv. – se tabel 6.3. Der er dog for alle disse stofgrupper undersøgt ved mindre end 10 lokaliteter ved søer.



Figur 6.3: Hyppighed (hitrate) af den beregnede forekomst af forskellige stofgrupper over grænseværdierne i de undersøgte søer. Signaturforklaring – farverne på søjlerne indikerer daggrundlagets størrelse: Gul (20 – 50 lokaliteter), rød (< 20 lokaliteter).

6.4 Miljøfarlige stoffer i sediment

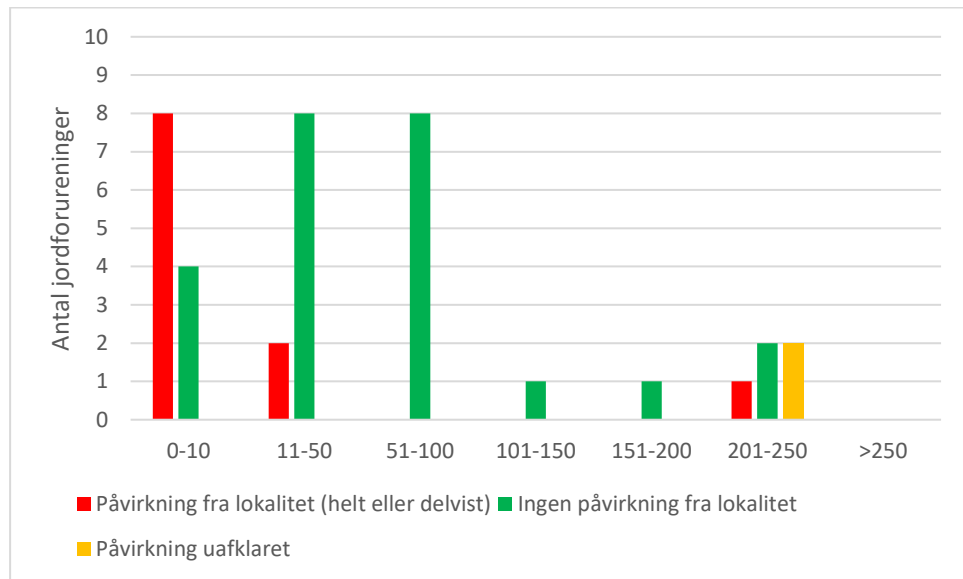
Det blev udtaget sedimentprøver fra et meget begrænset antal søer. Bundsediment fra 4 søer blev analyseret for indhold af tungmetaller, og der blev fundet indhold over grænseværdierne for 2 af søerne. Der blev *ikke* fundet PFAS over grænseværdierne i sedimentprøver fra de 3 søer, hvor det blev undersøgt. Endelig er bundsedimentet fra en enkelt sø analyseret for indhold af oliestoffer (BTEX og kulbrinter). Der blev fundet indhold af oliestoffer over grænseværdierne i denne prøve.

6.5 Betydning af jordforureningens afstand fra søen

Det er undersøgt, hvilken betydning afstanden fra søen til jordforureningen har ift., om jordforureningen påvirker søen.

Figur 6.4 viser, hvordan de undersøgte jordforureninger fordeler sig ift. forskellige afstande fra søerne. Indenfor hver afstand (0-10 m, 11-50 m osv.) er det samlede antal undersøgte jordforureninger opdelt i flg. grupper:

- Røde søjler: Jordforureninger, som påvirker søer alene eller i kombination med andre kilder
- Grønne søjler: Jordforureninger, som *ikke* påvirker søer
- Gule søjler: Jordforureninger, hvor det er uafklaret, om der er en påvirkning af søer



Figur 6.4: Afstandens betydning for jordforureningers påvirkning af søer.

Det fremgår af figur 6.4, at hovedparten af de undersøgte jordforureninger ligger indenfor en afstand af 100 m fra søerne. Der er også undersøgt jordforureninger, som ligger længere væk, men det er betydeligt færre. Denne fordeling hænger sammen med, at de jordforureninger, der indgik i undersøgelserne, var udpeget ved risikoscreeninger med screeningsværktøjet. Screeningsværktøjet opererer med en stofspeficik "kritisk afstand", således at det kun er jordforureninger indenfor denne afstand, som kan udgøre en risiko i screeningerne. F.eks. er den kritiske afstand for arsen 50 meter, for benzen 70 meter og for klorerede opløsningsmidler 250 m. Det betyder, at med stigende afstand til søen, vil der være færre stofgrupper – og dermed også færre jordforureninger – der udgør en risiko iht. screeningerne.

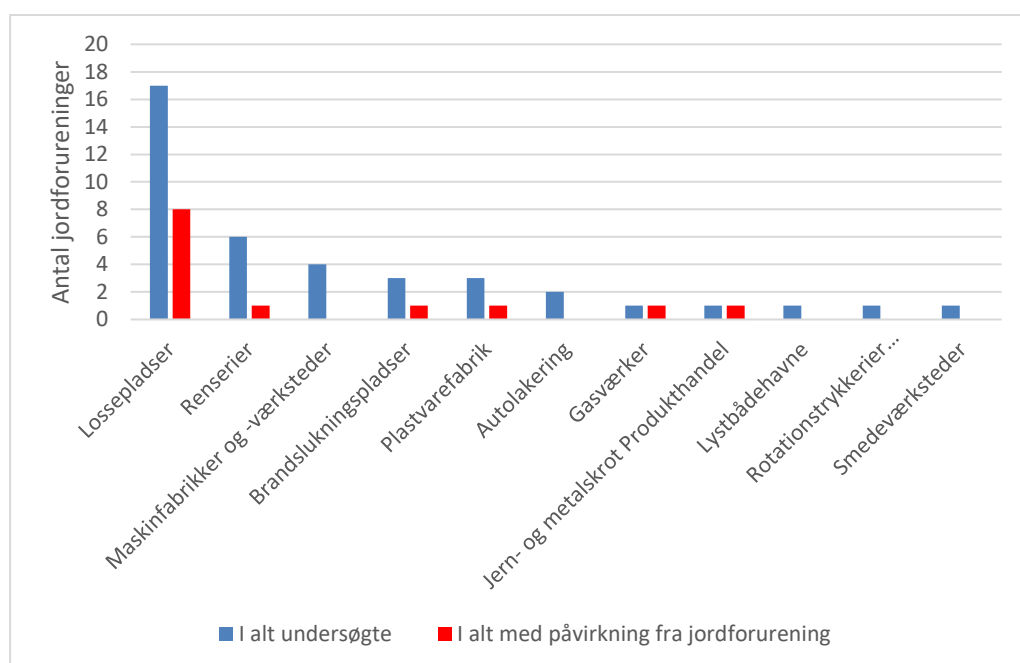
Det ses af figur 6.4, at for de jordforureninger, der ligger helt ned til søerne (0-10 meters afstand), er der for to tredjedele (66%) fundet en påvirkning af søen med MFS over grænseværdierne. I afstanden 11-50 meter er det 20 % af jordforureningerne, der giver anledning til påvirkning af søerne. På nær en enkelt undtagelse, er der ingen påvirkning fra jordforureningerne, som ligger mere end 50 meter fra søerne.

Alt i alt peger resultaterne på, at jordforureninger, der ligger mere end 50 meter fra en sø, udgør en mindre risiko. Datamaterialet er imidlertid begrænset - det gælder især antallet af undersøgte jordforureninger, som ligger mere end 100 meter fra en sø.

6.6 Betydningen af brancher og aktiviteter

Der er foretaget en analyse af, om de brancher og aktiviteter, som er knyttet til de enkelte jordforureninger, har en betydning ift., hvilke typer jordforurening, der påvirker søer.

På figur 6.5 er de undersøgte jordforureninger grupperet ift. den branche/aktivitet, som er vurderet at være den primære ift. forureningsrisikoen fra jordforureningen (den samme jordforurening har typisk flere brancher tilknyttet afhængig af den konkrete historik for lokaliteten)



Figur 6.5: Brancher/aktiviteters betydning for jordforurenings påvirkning af søer

Det fremgår af figur 6.5, at de undersøgte jordforureninger er fordelt på flere forskellige brancher/aktiviteter. Lossepladser er den hyppigst repræsenterede branche/aktivitet og ca. halvdelen af de undersøgte lossepladser bidrager til påvirkning af søer med et eller flere stoffer over grænseværdierne. De øvrige undersøgte jordforureninger fordeler sig på 10 forskellige brancher/aktiviteter med under 10 lokaliteter pr. branche/aktivitet.

Pga. det lave antal jordforureninger indenfor de fleste brancher/aktiviteter er der ikke statistisk grundlag for at konkludere, at der f.eks. er nogle brancher/aktiviteter, hvor jordforurening sandsynligvis aldrig udgør en risiko for søer.

6.7 Sammenfatning vedr. jordforureningers påvirkning af søer

Der er gennemført undersøgelser til afklaring af 36 jordforureningers påvirkning af nærliggende søer. På baggrund af disse undersøgelser kan der konkluderes følgende:

- Samlet set blev der vurderet en påvirkning af søerne med MFS ved 42 % af de undersøgte jordforureninger.
- For 60 % af de påvirkede søer vurderes påvirkningen med MFS udelukkende at skyldes den aktuelle jordforurening (dvs. den jordforurening, der var undersøgelsens fokus).
- For yderligere 7 % af de påvirkede søer vurderes påvirkningen med MFS både at skyldes den aktuelle jordforurening og andre forureningskilder.
- For 20 % af de påvirkede søer er det vurderet, at påvirkningen med MFS skyldes andre kilder end den aktuelle jordforurening.
- De stoffer, som vurderes at påvirke søerne hyppigst, er *PFAS, lossepladsstoffer, tungmetaller og pesticider*.
- Der blev fundet en væsentlig lavere påvirkning med *klorerede opløsningsmidler* end forventet ud fra de risikoscreeninger, som var grundlaget for udpegningen af de undersøgte jordforureninger. Der blev således kun vurderet risiko for påvirkning med klorerede opløsningsmidler over grænseværdierne ved 4 % af de undersøgte søer.
- Der blev *ikke* fundet *polære opløsningsmidler, phenoler og chlorphenoler, freonforbindelser, PAH'er, cyanider, PCB og phthalater* over grænseværdierne. Datagrundlaget for disse stofgrupper var imidlertid ikke så stort (1-6 undersøgelser pr. stofgruppe).
- Jordforureningerne indenfor en afstand af 50 m fra søerne påvirker hyppigere med MFS end jordforureninger længere væk. Der er dog fundet påvirkninger fra en enkelt jordforurening, som ligger 200-250 meter fra den påvirkede sø.
- Lossepladser er identificeret som den enkeltstående brancher/aktivitet, der er hyppigst repræsenteret blandt de undersøgte jordforureninger ved søer. Omkring halvdelen af de undersøgte lossepladser bidrager til påvirkning af søer med et eller flere stoffer over grænseværdierne. De øvrige undersøgte jordforureninger fordeler sig på flere forskellige brancher/aktiviteter. Pga. det lave antal jordforureninger indenfor de enkelte brancher/aktiviteter er der ikke tilstrækkeligt statistisk grundlag til at kunne udlede eventuelle sammenhænge mellem de brancher/aktiviteter, som er tilknyttet en jordforurening, og risikoen for, at jordforureningen påvirker søer.
- Når man sammenligner de forskellige nøgletal for søer med de tilsvarende nøgletal for vandløb, ser det umiddelbart ud til, at jordforureninger påvirker vandløb

hyppigere, end de påvirker søer. Denne forskel vurderes imidlertid at hænge sammen med forskellene i undersøgelsesmetodik, idet vandprøverne fra vandløbene generelt var mere påvirkede af andre kilder end den aktuelle jordforurening, end det var tilfældet for grundvandsprøverne ved søerne.

7. Kystvande – resultater, risikovurderinger og dataanalyse

Dette kapitel giver en oversigt over resultaterne af de gennemførte undersøgelser af jordforureningers påvirkning af kystvande, herunder en analyse af tendenser og sammenhænge i de indsamlede data. Kystvande er i denne sammenhæng defineret som alle former for marint overfladevand, der ligger tæt på kysten (og omfatter således fjorde, nor, bugte mv). Havneområder er dog som udgangspunkt ikke medtaget i undersøgelserne jf. Miljø- og Fødevarerministeriet (2020 a,b). I nogle tilfælde, hvor der ved en jordforurening beliggende tæt ved en kyst også var en havn, omfatter undersøgelserne tillige havneområdet. Der er gennemført undersøgelser til afklaring af 81 jordforureningers påvirkning af kystvande med miljøfarlige stoffer (MFS). Jordforureningernes beliggenhed er vist på figur 7.1.

Som beskrevet i kapitel 4 er undersøgelserne udført ved at placere borer på land i den forventede udstrømningszone for forurenede grundvand i nærheden af kysten. På basis af analyser af grundvandsprøver udtaget fra borerne er stoftilførslen med MFS til kystvandet beregnet. Ud fra viden om fortyndingen mv. i de konkrete kystvande er de resulterende stofkoncentrationer af MFS efter opblanding i kystvandene beregnet. Disse beregnede stofkoncentrationer er sammenholdt med de relevante grænseværdier for at kunne vurdere, om havmiljøet er påvirket af jordforureningen (fremgangsmåden og beregningsmetoderne er i øvrigt beskrevet i Regionerne (2020)). I nogle kystvande er der som supplement til ovenstående metodik også udtaget og analyseret vand- og sedimentprøver direkte fra kystvandene.

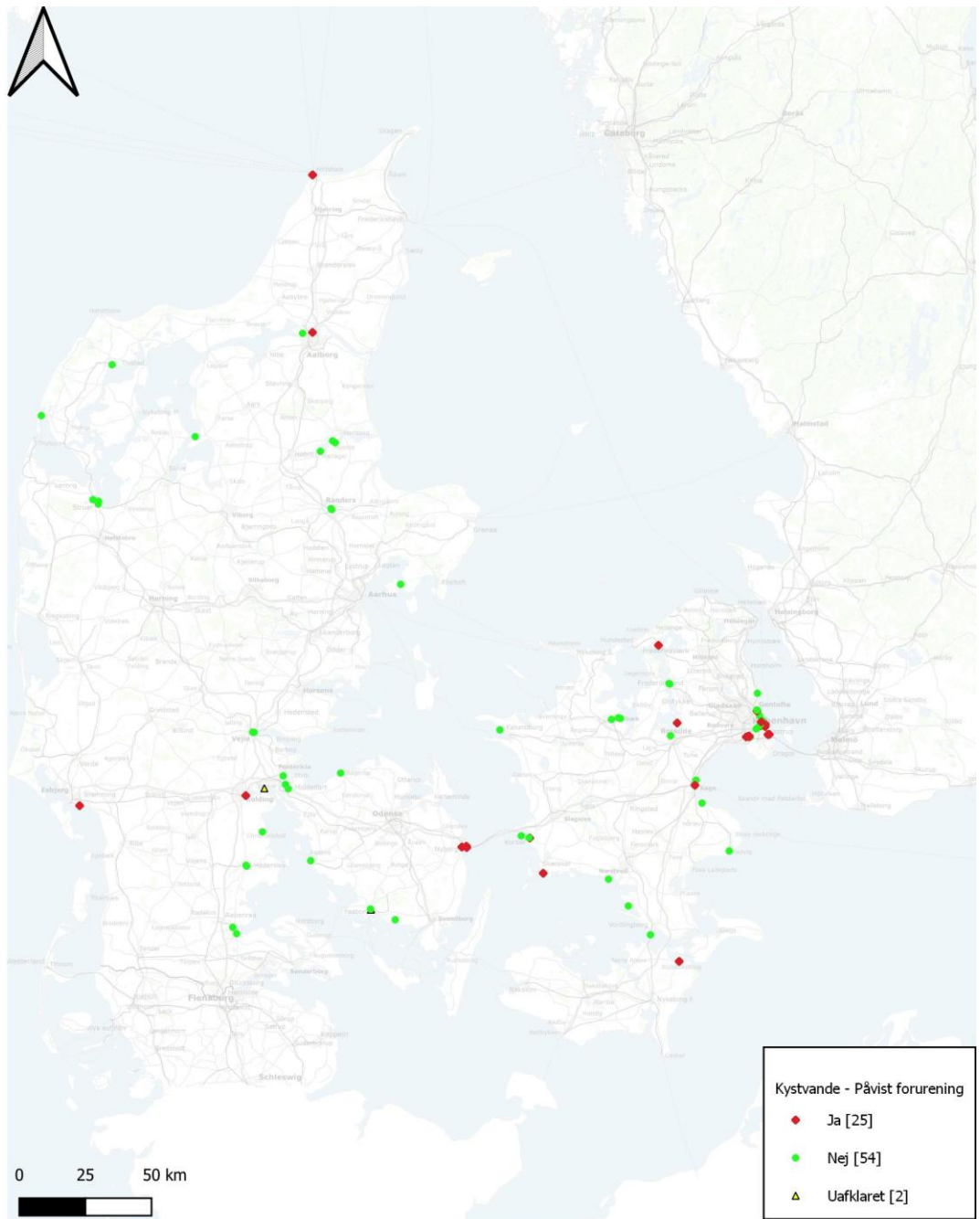
7.1 Overblik over resultater

Tabel 7.1 og figur 7.1 giver et overblik over resultaterne af undersøgelserne.

I Bilag 1 er vedlagt en oversigt over lokaliteterne, som er vist i figur 7.1.

Resultat	Undersøgte lokaliteter	
	total	%
Påvirkning over grænseværdier i vand og/eller sediment	25	31
Ingen påvirkning over grænseværdier	54	67
Uafklaret	2	2
I alt	81	100

Tabel 7.1: Oversigt over resultaterne af undersøgelser af 81 jordforureningers påvirkning af kystvande.



Figur 7.1: Jordforureninger, der er undersøgt for, om de udgør en risiko for kystvande.

På landsplan er 81 jordforureningers påvirkning af kystvande undersøgt (se tabel 7.1 og figur 7.1). Datagrundlaget er således noget mindre end for vandløb, hvor påvirkningen fra 271 jordforureninger blev undersøgt.

På basis af undersøgelserne blev der vurderet at være en påvirkning af kystvande med et eller flere MFS over grænseværdierne ved 25 af de undersøgte jordforureninger. Dette svarer til, at der er en påvirkning af kystvande ved 31 % af de undersøgte jordforureninger ved kyster.

Ved 54 af de undersøgte jordforureninger (svarende til 67 % af alle undersøgte) blev der ikke fundet en påvirkning af de nærliggende kystvande.

Ved 2 af de undersøgte jordforureninger (svarende til ca. 2 %) var det ikke muligt at afklare ved undersøgelserne, om der var en påvirkning af kystvandene eller ej.

I vandløbsundersøgelserne blev der, som beskrevet i kapitel 6, fundet en påvirkning med MFS i 60 % af de undersøgte vandløbsstrækninger, mens der ikke var påvirkning af 37 % af vandløbsstrækningerne. Det kunne således umiddelbart se ud til, at jordforureninger i mindre grad påvirker kystvande (sammenlign tabel 5.1 og tabel 7.1). Det vurderes, at denne forskel primært skyldes to forhold:

- *Forskelle i undersøgelsesmetoder:*
Undersøgelserne ved kysterne er – som det også er tilfældet for søerne – baseret på grundvandsprøver udtaget fra borer placeret tæt på kysten. Ved denne fremgangsmåde er bidrag med MFS fra andre kilder end den jordforurening, som undersøgelsen drejer sig om, begrænsede. Vandløbsundersøgelserne var derimod baseret på direkte prøvetagning af vandløbsvandet. Dette betyder, at bidrag med MFS fra andre kilder end den jordforurening, som undersøgelsen drejer sig om, spiller en større rolle for hyppigheden af fund. Desuden er der også indtaget sedimentanalyser i vandløbsundersøgelserne. Dette kan have bidraget til, at hyppigheden af fund af MFS over grænseværdierne i vandløb er større end for kystvande, hvor der kun blev udtaget et begrænset antal sedimentprøver.
- *Større fortynding i kystvande:*
Generelt er der en større fortynding af udstrømmende forurening i kystvandene, end der er i vandløbene. Dette er – i modsætning til forskellene i undersøgelsesmetoder - en reel forskel, som kan forklare hvorfor kystvande, selv når der korrigeres for forskellene i undersøgelsesmetoder, er mindre påvirkede af jordforureninger end vandløb.

Sammenlignes resultaterne vedr. jordforureningers påvirkning af kystvande med påvirkningen af søer (kapitel 6), fremgår det, at påvirkningen af kystvandene er lidt lavere end for søerne (31 % vs. 42 % - sammenlign tabel 6.1 og 7.1). Da der er anvendt

samme undersøgelsesmetodik ved kystvande og søer, ligger forklaringen på denne forskel ikke i de anvendte metoder. Forskellen vurderes derimod at hænge sammen med, at der generelt er en større fortynding i kystvande end i søer. Det betyder, at der generelt er anvendt større fortyndings-faktorer ifm. beregningen af stofkoncentrationerne i kystvandene ud fra analyseresultaterne af grundvandsprøverne fra transekterne af undersøgelsesboringer langs kysten.

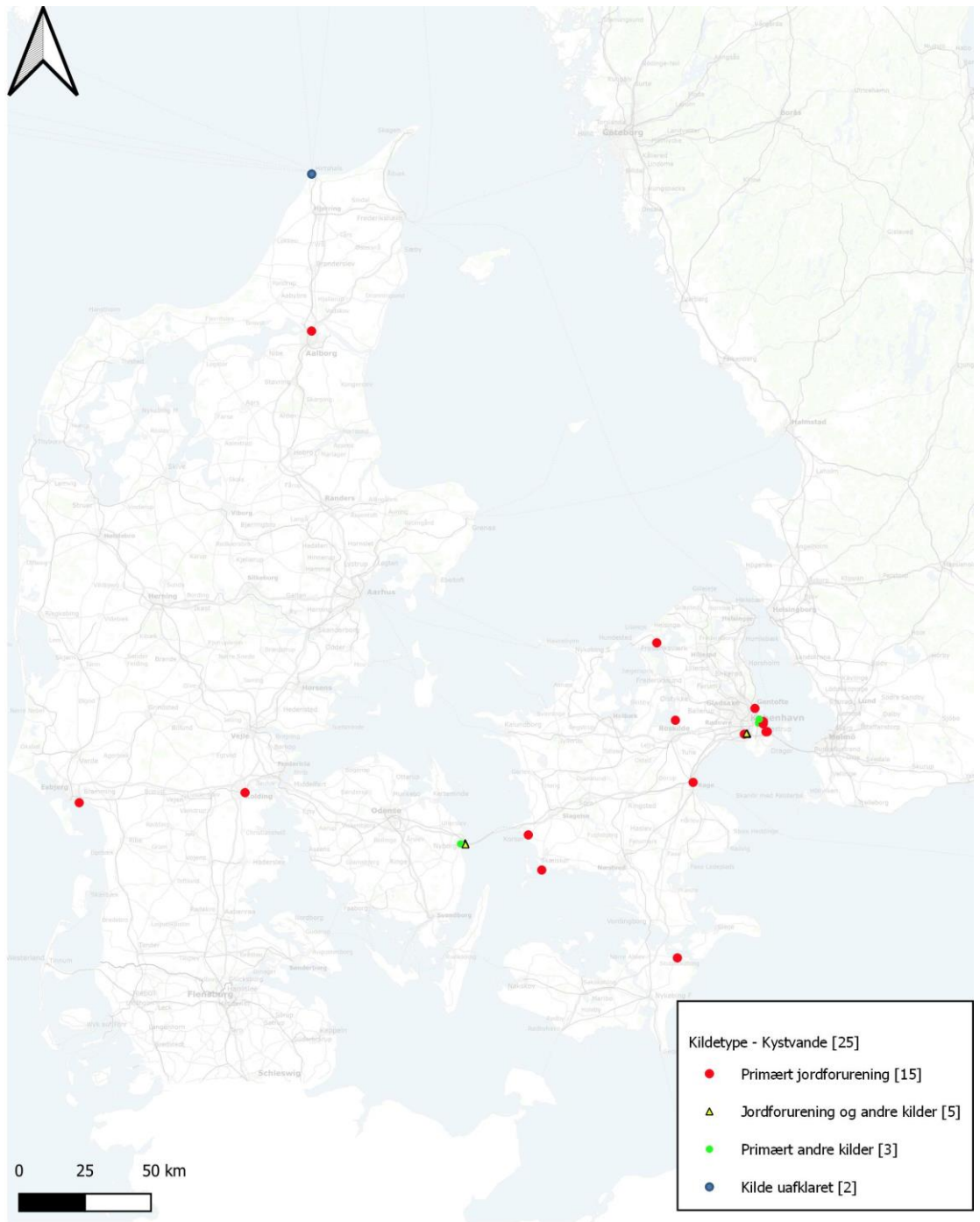
7.2 Kildetyper

For de 25 jordforureninger, hvor der blev beregnet eller påvist overskridelser af grænseværdierne for MFS i kystvande, er kilderne til overskridelserne vurderet. Jordforureningerne er på denne baggrund inddelt i 4 kategorier – se tabel 7.2 og figur 7.2.

Kildetype: <i>Hvad er kilden til den påviste forurening?</i>	Undersøgte lokaliteter <i>total</i>	Undersøgte lokaliteter <i>%</i>
1. Primært den undersøgte risikolokalitet	15	60
2. Den undersøgte risikolokalitet og andre kilder	5	20
3. Primært andre forureningskilder	3	12
4. Kilde uafklaret	2	8
I alt	25	100

Tabel 7.2: Vurderede årsager til forureningen i de 25 kystvande, hvor der pba. af undersøgelserne blev beregnet overskridelser af grænseværdier for MFS i kystvandene.

Som det fremgår af tabel 7.2, er det i 60 % af tilfældene den undersøgte jordforurening, som er den primære kilde til påvirkningen af det nærliggende kystvand. En tilsvarende hyppighed blev fundet for søer (se tabel 6.2). Det tilsvarende tal for vandløb er 30 % (se tabel 5.2). Denne forskel hænger, som forklaret i afsnit 6.2, sammen med forskellene i undersøgelsesmetoder for hhv. vandløb og sø/kystvande.



Figur 7.2: Vurdering af forureningskilderne til påvirkning de 25 kystvande, hvor der pba. af de gennemførte undersøgelser er vurderet at være overskridelser af grænseværdierne for miljøfarlige stoffer (MFS).

7.3 Miljøfarlige stoffer i vandfasen

Dette afsnit indeholder en gennemgang af, hvilke MFS der gav anledning til de beregnede overskridelser af relevante grænseværdier i kystvandenets vandfaser. I gennemgangen er der ikke skelnet mellem kildetyper. Det vil sige, alle resultaterne er behandlet samlet og omfatter således både overskridelser, som helt eller delvist skyldes de undersøgte jordforureninger og overskridelser, som skyldes andre kilder.

Tabel 7.3 viser hvor mange lokaliteter, der er undersøgt for de forskellige stofgrupper. Som beskrevet i afsnit 4.3, er analyseprogrammet for den enkelte lokalitet tilrettelagt med udgangspunkt i de risikostoffer, som var resultatet af risikoscreeningen af den aktuelle jordforurening. PFAS var ikke en del af risikoscreeningerne, men det blev vurderet, at det var relevant at analysere for PFAS ved en stor del af kystvandene.

I tabel 7.3 er endvidere angivet hvor hyppigt, der er beregnet overskridelser af grænseværdierne for de forskellige stofgrupper (hitrater). Hitraterne er også vist grafisk i figur 7.3.

Endelig indeholder tabel 7.3 også oplysninger om baggrunden for de anvendte grænseværdier.

Som det fremgår af tabel 7.3, er der stor variation i, hvor mange lokaliteter, der er undersøgt for de forskellige stofgrupper.

De højeste hitrater er knyttet til *PFAS, lossepladsstoffer, tungmetaller, pesticider og PAH'er*.

Hitraterne for ovennævnte stoffer er generelt lavere end for vandløb og søer (sammenlign med tabel 5.3 og 6.3). Dog er der fundet en højere hitrate for PAH'er i kystvande ift. søer. I forhold til vandløbene skyldes forskellene, som allerede beskrevet, de forskellige undersøgelsesmetoder samt den højere fortynding i kystvandene. I forhold til søerne vurderes det, at forskellen skyldes den højere fortynding i kystvandene.

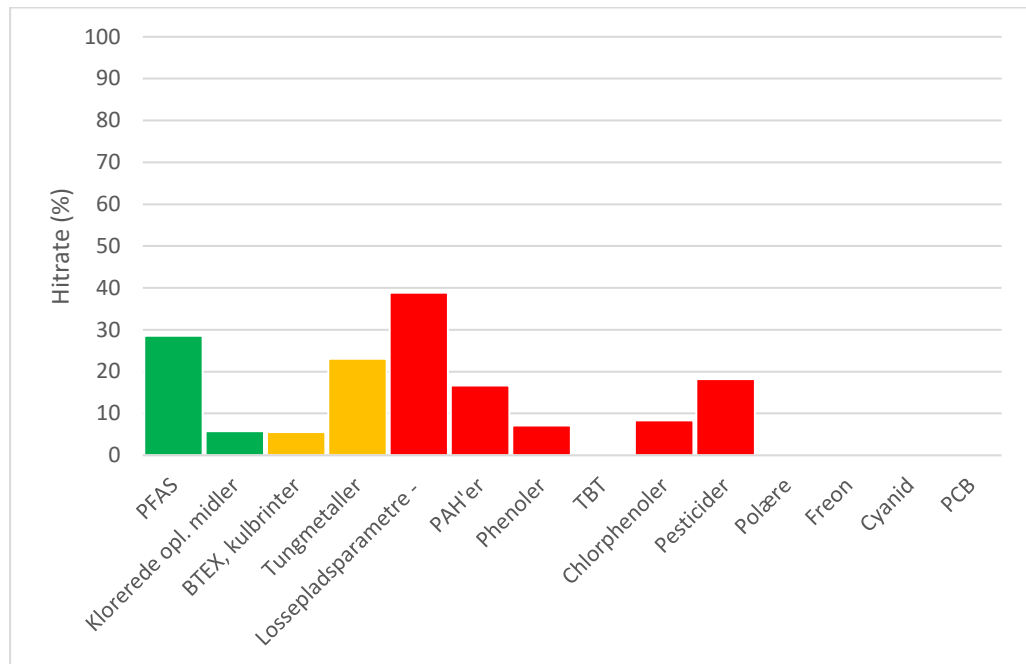
Hitraten for *klorerede opløsningsmidler* i kystvande er lav (6 %) – ligesom det er tilfældet i vandløb og søer.

For lossepladsparametrene er hitraten på 39 % ikke korrigeret ift. de mindre restriktive grænseværdier for ammonium og jern, som Miljøstyrelsen har meldt ud i foråret 2023 (se bilag 4). Det er imidlertid kun grænseværdien for opløst jern, der skal

Stof	Antal undersøgte lokaliteter	Antal lokaliteter med overskridelse for stofgruppen i kystvand	Hitrate %	Grænseværdier grundlag
PFAS	63	18	29	BEK 1625 (PFOS) Grundvandskvalitetskriterier
Klorerede opløsningsmidler	52	3	6	BEK 1625
Lossepladsstoffer	18	7	39	Screeningsværktøj (Drikkevand)
BTEX, kulbrinter	36	2	6	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
Tungmetaller	26	6	23	BEK 1625
Polære opløsningsmidler	6	0	0	Screeningsværktøj (Grundvand mv.)
Pesticider	11	2	18	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
Phenoler	14	1	7	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
Freon forbindelser	2	0	0	Screeningsværktøj
Chlorphenoler	12	1	8	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
PAH	18	3	17	BEK 1625 Screeningsværktøj (Grundvand)
Cyanider	2	0	0	Screeningsværktøj (Drikkevand)
TBT	13	0	0	BEK 1625
PCB	1	0	0	Screeningsværktøj

Tabel 7.3: Oversigt over hvor hyppigt, der er beregnet overskridelser af grænseværdier for de enkelte stofgrupper i de påvirkede kystvande ved jordforureningerne. Grundlaget for de anvendte grænseværdier er nærmere beskrevet i bilag 3. BEK 1625: Bekendtgørelse nr. 1625 af 19/12/2017.

korrigeres for i kystvande, idet den oplyste grænseværdi for ammonium kun gælder for ferskvand. Det vurderes, at hitraten for lossepladsparametre er ca. 30 %, hvis der tages højde for den mindre restriktive grænseværdi for jern.



Figur 7.3: Hyppighed (hitrate) af den beregnede forekomst af forskellige stofgrupper over grænseværdierne i de undersøgte kystvande. Signaturforklaring – farverne på søjlerne indikerer datagrundlagets størrelse: Grøn (> 50 lokaliteter), Gul (20 – 50 lokaliteter), rød (< 20 lokaliteter).

For mange af de undersøgte stofgrupper, blev der ikke fundet overskridelser af grænseværdierne i kystvande. Dette gælder bl.a. for *polære opløsningsmidler, cyanider, TBT og PCB*. – se tabel 7.3. Der er dog for alle disse stofgrupper (på nær TBT) undersøgt mindre end 10 lokaliteter ved kystvande.

7.4 Miljøfarlige stoffer i sediment

Der blev udtaget sedimentprøver fra et mindre antal kystvande.

Resultaterne af sedimentanalyserne er vist i tabel 7.5. Som det fremgår af tabellen, er der fundet *PFAS, tungmetaller, PAH og BTEX/kulbrinter* i sedimentprøverne. De angivne hitrate skal tages med forbehold, da de hviler på et begrænset datagrundlag.

Stof	Antal undersøgte Kystvande	Antal kystvande med påvirkning over grænseværdierne	Hirate %	Grænseværdier grundlag
PFAS	6	2	33	Jordkvalitetskriterier ¹
Tungmetaller	8	3	38	BEK 1625 Miljøstyrelsens foreløbige kvalitetskriterier ² Jordkvalitetskriterier ¹
PAH	3	1	33	BEK 1625 Miljøstyrelsens foreløbige kvalitetskriterier ²
BTEX, kulbrinter	1	1	100	Jordkvalitetskriterier ¹
Phenoler	1	0	0	Jordkvalitetskriterier ¹
Chlorphenoler	1	0	0	Jordkvalitetskriterier ¹
TBT	1	0	0	Miljøstyrelsens foreløbige kvalitetskriterier ²

Tabel 7.4: Oversigt over hvilke stoffer/stofgrupper, der er undersøgt for i kystvandenes bundsedi-ment, samt hvor hyppigt der er fundet overskridelser af grænseværdierne. BEK 1625: Bekendtgørelse nr. 1625 af 19/12/2017.

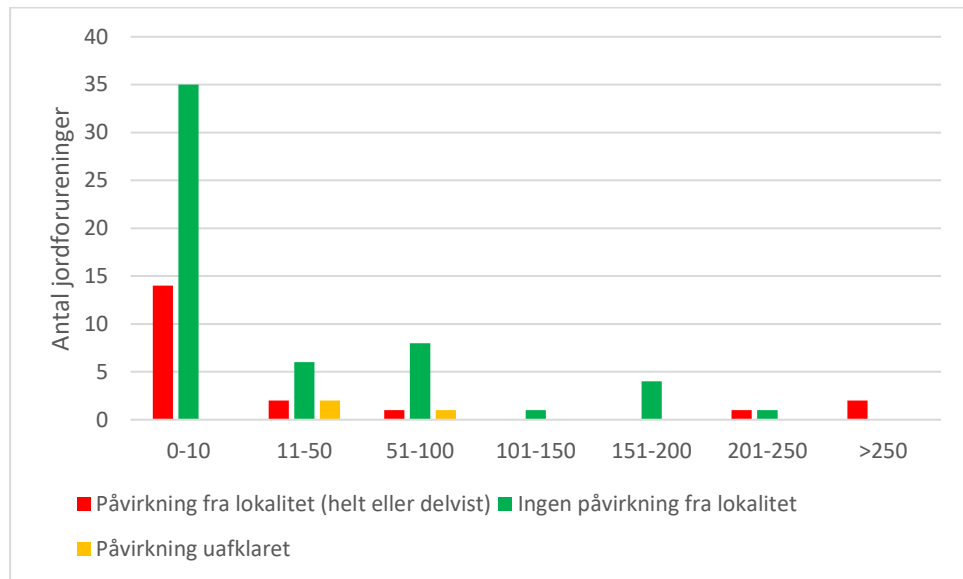
Referencer: 1: Miljøstyrelsen (2021a). 2: Miljøstyrelsen (2021b).

7.5 Betydning af jordforureningens afstand fra kysten

Det er undersøgt, hvilken betydning afstanden fra kysten til jordforureningen har ift., om jordforureningen påvirker kystvandet.

Figur 7.4 viser, hvordan de undersøgte jordforureninger fordeler sig ift. forskellige afstande fra kysten. Indenfor hver afstand (0-10 m, 11-50 m osv.) er det samlede antal undersøgte jordforureninger opdelt i flg. grupper:

- Røde søjler: Jordforureninger, som påvirker kystvande alene eller i kombination med andre kilder
- Grønne søjler: Jordforureninger, som *ikke* påvirker kystvande
- Gule søjler: Jordforureninger, hvor det er uafklaret, om der er en påvirkning af kystvande



Figur 7.4: Afstandens betydning for jordforureningers påvirkning af kystvande.

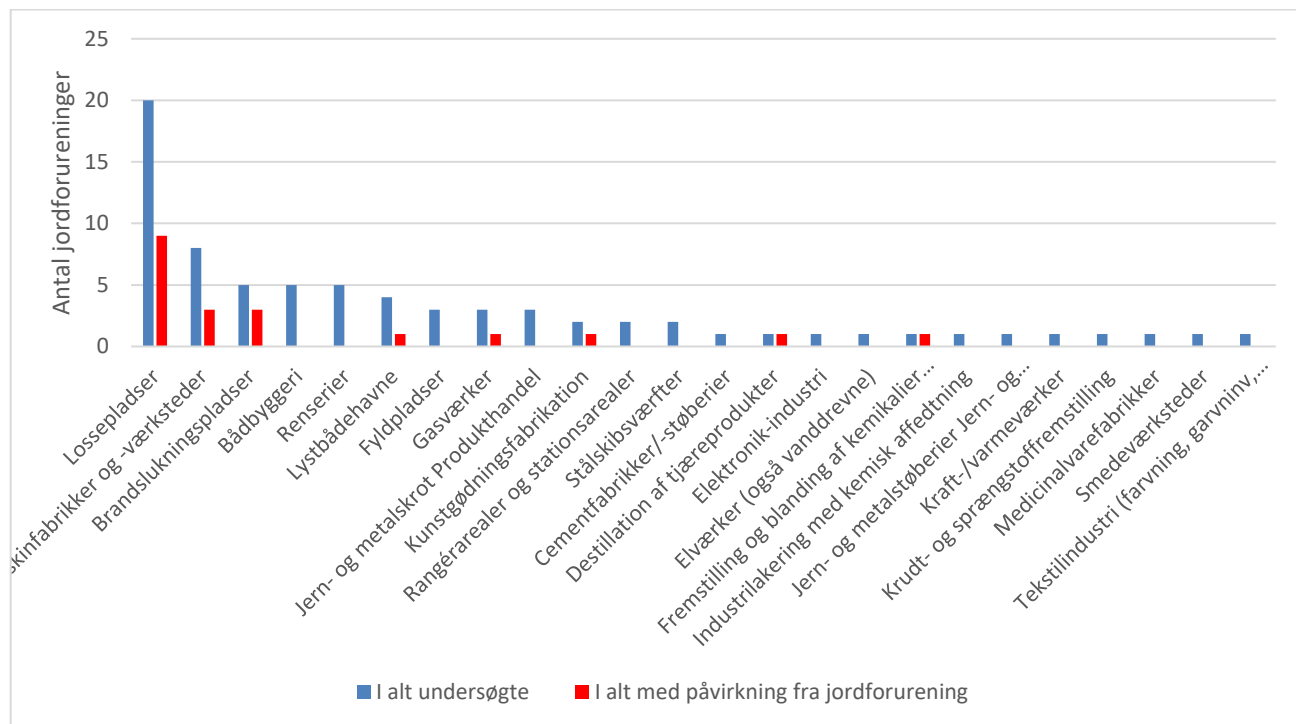
Det fremgår af figur 7.4, at ca. halvdelen af de undersøgte jordforureninger ligger helt ned til kysten (indenfor afstanden 0-10 m). Bevæger man sig længere væk fra kysten, falder antallet af undersøgte jordforureninger. Denne fordeling hænger sammen med, at de jordforureninger, der indgik i undersøgelserne, var udpeget med udgangspunkt i risikoscreeninger foretaget med Miljøstyrelsens screeningsværktøj.

Det ses videre af figur 7.4, at for de jordforureninger, der ligger helt ned til kysten, påvirker 29 % kystvandene med MFS over grænseværdierne. I afstanden 11-50 meter er det 20 % af jordforureningerne, der giver anledning til påvirkning af kystvandene. Datagrundlaget for jordforureninger, der ligger længere væk fra kysten er ret begrænset. Men - som det fremgår af figur 7.4 - er der i mere end 200 meters afstand fra kysten fundet jordforureninger, der påvirker kystvande.

7.6 Betydningen af brancher og aktiviteter

Der er foretaget en analyse af, om de brancher og aktiviteter, som er knyttet til de enkelte jordforureninger, har en betydning ift., hvilke typer jordforurening, der påvirker kystvande.

På figur 7.5 er de undersøgte jordforureninger grupperet ift. den branche/aktivitet, som er vurderet at være den primære ift. forureningsrisikoen fra jordforureningen (den samme jordforurening har typisk flere brancher tilknyttet afhængig af den konkrete historik for lokaliteten)



Figur 7.5: Brancher/aktiviteters betydning for jordforureningers påvirkning af kystvande

Det fremgår af figur 7.5, at de undersøgte jordforureninger er fordelt på mange forskellige brancher/aktiviteter. Lossepladser er den hyppigst repræsenterede branche/aktivitet og lidt under halvdelen af de undersøgte lossepladser bidrager til påvirkning af søer med et eller flere stoffer over grænseværdierne. De øvrige undersøgte jordforureninger fordeler sig på flere forskellige brancher/aktiviteter med under 10 lokaliteter pr. branche/aktivitet.

Pga. det lave antal jordforureninger indenfor de enkelte brancher/aktiviteter er der ikke statistisk grundlag for at konkludere, at der f.eks. er nogle brancher/aktiviteter, hvor jordforurening sandsynligvis aldrig udgør en risiko for kystvande.

7.7 Sammenfatning vedr. jordforureningers påvirkning af kystvande

Der er gennemført undersøgelser til afklaring af 81 jordforureningers påvirkning af nærliggende kystvande. På baggrund af disse undersøgelser kan der konkluderes følgende:

- Samlet set blev der fundet en påvirkning af 31 % af kystvandene med MFS.
- For 60 % af de påvirkede kystvande, er det vurderet, at påvirkningen med MFS udelukkende skyldes den aktuelle jordforurening (dvs. den jordforurening, der var undersøgelsens fokus).
- For yderligere 20 % af de påvirkede kystvande vurderes det, at påvirkningen med MFS både kan skyldes den aktuelle jordforurening og andre forureningskilder.
- For 12 % af de påvirkede kystvande er det vurderet, at påvirkningen med MFS skyldes andre kilder end den aktuelle jordforurening.
- De hyppigste påvirkninger af kystvandene var med *PFAS, lossepladsstoffer, tungmetaller, pesticider og PAH'er*.
- Der blev fundet en væsentlig lavere påvirkning med *klorerede opløsningsmidler* end forventet ud fra de risikoscreeninger, som var grundlaget for udpegningen af de undersøgte jordforureninger. Der blev således kun påvist klorerede opløsningsmidler over grænseværdierne i 6 % af de undersøgte kystvande.
- Der blev *ikke* fundet *polære opløsningsmidler, cyanider, TBT og PCB* over grænseværdierne. Datagrundlaget for disse stofgrupper var imidlertid ikke så stort (mindre end 10 undersøgelser pr. stofgruppe, dog 13 undersøgelser for TBT).
- Jordforureningerne indenfor en afstand af 50 m fra kysterne ser ud til at påvirke kystvandene hyppigere med MFS end jordforureninger længere væk. Der er dog fundet påvirkninger fra jordforureninger, som ligger mere end 200 meter fra kysten.
- Lossepladser er identificeret som den enkeltstående brancher/aktivitet, der er hyppigst repræsenteret blandt de undersøgte jordforureninger ved kyster. Knap 50 % af de undersøgte lossepladser bidrager til påvirkning af kystvandene med et eller flere stoffer over grænseværdierne. De øvrige undersøgte jordforureninger fordeler sig på en lang række brancher/aktiviteter. Pga. det lave antal jordforureninger indenfor de fleste brancher/aktiviteter er der ikke tilstrækkeligt statistisk grundlag til at kunne udlede eventuelle sammenhænge mellem de brancher/aktiviteter, som er tilknyttet en jordforurening, og risikoen for, at jordforureningen påvirker kystvande.

- Når man sammenligner nogle af de forskellige nøgletal for kystvande med de tilsvarende nøgletal for søer og vandløb, ser det ud til, at jordforureninger påvirker kystvande lidt mindre hyppigt, end de påvirker søer. Denne forskel vurderes at hænge sammen med det forhold, at der generelt er en større fortynding i kystvande end i søer og vandløb.

8. Konklusion og anbefalinger

De fem regioner har i 2021-2022 gennemført feltundersøgelser af knap 400 jordforurenings påvirkning af nærliggende overfladevand med miljøfarlige, forurenende stoffer (MFS).

Det overordnede formål med undersøgelserne har været, at:

- Afklare om de undersøgte jordforureninger påvirker overfladevand negativt.
- Gennemføre erfaringsopsamlinger på basis af undersøgelsesresultaterne, herunder vurdere om der i resultaterne er evidens for, at nogle grupper af jordforureninger ikke påvirker overfladevand.

For alle de jordforureninger, som var udvalgt til feltundersøgelserne, var det på forhånd vurderet, at de kunne udgøre en risiko for overfladevand, men risikoen var endnu ikke påvist ved egentlige feltundersøgelser i overfladevandet.

Undersøgelserne omfattede 271 jordforureninger ved vandløb, 36 jordforureninger ved søer og 81 jordforureninger ved kyster. Undersøgelserne omfattede ikke jordforureninger i havneområder.

Der er gennemført en analyse og erfaringsopsamling på baggrund af undersøgelsesresultaterne, og på dette grundlag kan der konkluderes følgende:

8.1 Konklusioner

Vandløb:

- I ca. 60 % af de undersøgte vandløb blev der fundet overskridelser af grænseværdier for én eller flere grupper af MFS, som kan stamme fra de undersøgte jordforureninger.
- I 37 % af de undersøgte vandløb, blev der *ikke* fundet overskridelser af miljøkvalitetskrav/kvalitetskriterier og for 3 % af de undersøgte vandløb, kunne det pba. undersøgelserne ikke afklares, om der var en påvirkning af vandløbet.
- De stofgrupper, som blev fundet hyppigst i vandløbenes vandfase, var *PFAS (især PFOS), lossepladsstoffer og pesticider*.
- De stofgrupper, som blev fundet hyppigst i bundsedimenter fra vandløbene, var *tungmetaller, PAH og BTEX/kulbrinter*.
- Der blev fundet en væsentlig lavere påvirkning af vandløbene med *klorerede opløsningsmidler* end forventet ud fra de risikoscreeninger, som var grundlaget for udpegningen af de undersøgte jordforureninger.

- Der blev *ikke* fundet *polære opløsningsmidler, freon-forbindelser* eller *chlorphenoler* i de undersøgte vandløbsstrækninger. Resultaterne peger på, at disse stofgrupper i praksis udgør en meget lille eller ingen risiko for overfladevand i forbindelse med jordforureninger. Der er dog foretaget forholdsvis få undersøgelser for disse stofgrupper (16-29 vandløbsstrækninger).

Det er ikke kun de undersøgte jordforureninger, som er årsagen til de påviste MFS i vandløbene:

- Det er således kun for ca. 30 % af de påvirkede vandløbsstrækninger, at den jordforurening, som var udgangspunktet for undersøgelsen, er den primære kilde til påvirkningen af vandløbet.
- For yderligere ca. 30 % af de påvirkede vandløbsstrækninger vurderes påvirkningen at kunne skyldes den aktuelle jordforurening kombineret med andre forureningskilder. De andre forureningskilder er ikke identificeret nærmere hér, men der kan f.eks. være tale om spildevandsudledninger, forurenede drænvand/grundvand, regnvandsoverløb, udvaskning fra marker (fladekilder) mv.
- Endelig er det for ca. 34 % af de påvirkede vandløbsstrækninger vurderet, at påvirkningen med MFS udelukkende skyldes andre kilder end den aktuelle jordforurening.
- Jordforureningerne indenfor en afstand af 50 m fra vandløbene påvirker hyppigere vandløbene med MFS end jordforureninger længere væk. Der er dog fundet påvirkninger fra jordforureninger i alle afstande (op til over 250 m fra vandløbene).
- Vandløb med en lav vandføring påvirkes hyppigere af jordforureninger end vandløb med en højere vandføring. I vandløb med høje vandføringer er der dog også konstateret påvirkning fra jordforureninger.
- Lossepladser er identificeret som den enkeltstående brancher/aktivitet, der er hyppigst repræsenteret blandt de undersøgte jordforureninger ved vandløb. De øvrige undersøgte jordforureninger fordeler sig på en lang række brancher/aktiviteter. Pga. det lave antal jordforureninger indenfor de fleste brancher/aktiviteter er der ikke tilstrækkeligt statistisk grundlag til at kunne udlede eventuelle sammenhænge brancher/aktiviteter og risikoen for påvirkning af vandløb.

Søer:

- For godt 40 % af undersøgelserne ved søer blev der fundet overskridelser af grænseværdierne for én eller flere grupper af MFS, som kan stamme fra de undersøgte jordforureninger.

- For godt 50 % af undersøgelserne ved søer, blev der *ikke* fundet overskridelser af grænseværdierne og for ca. 5 % af de undersøgte søer, kunne det pba. undersøgelserne ikke afklares, om der var en påvirkning af søen.
- De hyppigste påvirkninger af søerne var med:
PFAS, lossepladsstoffer, tungmetaller og pesticider.
- Der blev fundet en væsentlig lavere påvirkning af søerne med *klorerede opløsningsmidler* end forventet ud fra de risikoscreeninger, som var grundlaget for udpegningen af de undersøgte jordforureninger.
- Der blev *ikke* fundet *polære opløsningsmidler, phenoler og chlorphenoler, freonforbindelser, PAH'er, cyanider, PCB og phthalater* over grænseværdierne. Datagrundlaget for disse stofgrupper var imidlertid begrænset (1-6 undersøgelser pr. stofgruppe).

Det er ikke kun de undersøgte jordforureninger, som er årsagen til de påviste MFS i søerne:

- Det er således kun for 60 % af de påvirkede søer, at den jordforurening, som var udgangspunktet for undersøgelsen, vurderes at være den primære kilde til påvirkningen af søen.
- For knap 10 % af de påvirkede søer vurderes det, at påvirkningen kan skyldes den aktuelle jordforurening kombineret med andre forureningskilder. De andre forureningskilder er ikke identificeret nærmere hér, men der kan f.eks. være tale om spildevandsudledninger, forurenede drænvand/grundvand, regnvandsoverløb mv.
- Endelig er det for ca. 20 % af de påvirkede søer vurderet, at påvirkningen med MFS skyldes andre kilder end den aktuelle jordforurening.
 - Jordforureningerne indenfor en afstand af 50 m fra søerne påvirker hyppigere søerne med MFS end jordforureninger længere væk. Der er dog fundet påvirkninger fra en enkelt jordforurening, som ligger 200-250 meter fra den påvirkede sø.
 - Lossepladser er identificeret som den enkeltstående brancher/aktivitet, der er hyppigst repræsenteret blandt de undersøgte jordforureninger ved søer. De øvrige undersøgte jordforureninger fordeler sig på en lang række brancher/aktiviteter. Pga. det lave antal jordforureninger indenfor de fleste brancher/aktiviteter er der ikke tilstrækkeligt statistisk grundlag til at kunne udlede eventuelle sammenhænge mellem brancher/aktiviteter og risikoen for at påvirke søer.

- På baggrund af ovenstående nøgletal for søerne ser det umiddelbart ud til, at jordforureninger påvirker søer mindre hyppigt, end de påvirker vandløb. Denne forskel vurderes imidlertid i vid udstrækning at hænge sammen med forskellene i undersøgelsesmetodik for søer og vandløb. Vandprøverne fra vandløbene var således generelt mere påvirkede af andre kilder end den aktuelle jordforurening, end det var tilfældet ved søerne, hvor vandprøverne er udtaget i borer mellem kildelokaliteten og søen.

Kystvande:

- For ca. 30 % af de undersøgte kystvande blev der fundet overskridelser af grænseværdierne for én eller flere grupper af MFS, som kan stamme fra de undersøgte jordforureninger.

For knap 70 % af de undersøgte kystvande, blev der *ikke* fundet overskridelser af grænseværdierne og for ca. 2 % af de undersøgte kystvande, kunne det pba. undersøgelserne ikke afklares, om der var en påvirkning af kystvandet.

- De hyppigste påvirkninger af kystvandene var med:

PFAS, lossepladsstoffer, tungmetaller, pesticider og PAH'er.

- Der blev fundet en væsentlig lavere påvirkning af kystvande med *klorerede opløsningsmidler* end forventet ud fra de risikoscreeninger, som var grundlaget for udpegningen af de undersøgte jordforureninger.
- Der blev *ikke* fundet *polære opløsningsmidler, cyanider, TBT og PCB* over grænseværdierne. Datagrundlaget for disse stofgrupper var imidlertid ikke så stort (mindre end 10 undersøgelser pr. stofgruppe, dog 13 undersøgelser for TBT).

Det er ikke kun de undersøgte jordforureninger, som er årsagen til de påviste MFS i kystvandene:

- Det er således kun for ca. 60 % af de påvirkede kystvande, at den jordforurening, som var udgangspunktet for undersøgelsen, vurderes at være den primære kilde til påvirkningen.
- For 20 % af de påvirkede kystvande vurderes det, at påvirkningen kan skyldes den aktuelle jordforurening kombineret med andre forureningskilder. De andre forureningskilder er ikke identificeret nærmere hér, men der kan f.eks. være tale om spildevandsudledninger, forurenede drænvand/grundvand, regnvandsoverløb mv.
- Endelig er det for ca. 12 % af de påvirkede kystvande vurderet, at påvirkningen med MFS skyldes andre kilder end den aktuelle jordforurening.

- Jordforureningerne indenfor en afstand af 50 m fra kysterne vurderes at påvirke kystvande hyppigere med MFS end jordforureninger længere væk. Der er dog fundet påvirkninger fra jordforureninger, som ligger mere end 200 meter fra kysten.
- Lossepladser er identificeret som den enkeltstående brancher/aktivitet, der er hyppigst repræsenteret blandt de undersøgte jordforureninger ved kystvande. De øvrige undersøgte jordforureninger fordeler sig på en lang række brancher/aktiviteter. Pga. det lave antal jordforureninger indenfor de fleste brancher/aktiviteter er der ikke tilstrækkeligt statistisk grundlag til at kunne udlede eventuelle sammenhænge mellem brancher/aktiviteter og risikoen for påvirkning af kystvande.
- På baggrund af ovenstående nøgletal for kystvande ser det umiddelbart ud til, at jordforureninger påvirker kystvande mindre hyppigt, end de påvirker vandløb og søer. Denne forskel vurderes at hænge sammen med forskellene i undersøgelsesmetodik for kyster/sø og vandløb. Den generelt større fortynding af udsivende forurening i kystvande spiller imidlertid også en rolle.

Sammenfattende konklusion:

De gennemførte undersøgelser viser, at jordforureninger kan påvirke overfladevand negativt med MFS. Ud af de knap 400 undersøgte jordforureninger, blev der således fundet ca. 120 jordforureninger, der påvirker overfladevand med MFS over gældende grænseværdier – enten som eneste kilde eller i kombination med andre forureningskilder. Derudover er der ca. 20 lokaliteter, hvor det på baggrund af de gennemførte undersøgelser *ikke* har været muligt at afklare, om jordforurening påvirker overfladevand.

Undersøgelsesresultaterne peger på, at risikoen for at en jordforurening påvirker overfladevand falder med stigende afstand fra jordforureningen til overfladevandet. Der er imidlertid fundet jordforureninger, som påvirker overfladevand i alle de undersøgte afstande.

Undersøgelsesresultaterne peger endvidere på, at lossepladser er den type jordforurening, som hyppigst påvirker overfladevand. Derudover er der i datamaterialet ikke fundet tydelige sammenhænge mellem de brancher/aktiviteter, som er knyttet til de undersøgte jordforureninger og risikoen for, at jordforureningerne påvirker overfladevand.

For vandløbenes vedkommende er det undersøgt, om størrelsen af vandføringen (og dermed fortyndingen af den udstrømmende forurening) har en betydning for risi-

koen. Der er en tendens til at vandløbene med de laveste vandføringer på undersøgelsestidspunktet påvirkes hyppigere af jordforureninger end vandløb med højere vandføringer. Der ses dog også påvirkninger af vandløb med højere vandføringer.

Klorerede opløsningsmidler udgør en mindre risiko i praksis i forhold til den forventede risiko, som var baseret på risikoscreeningerne med Miljøstyrelsens screeningsværktøj.

Desuden peger data på, at bl.a. *polære opløsningsmidler, freon-forbindelser og chlorphenoler* ikke eller kun meget sjældent udgør en risiko for påvirkning af overfladevand i praksis. Dog er datagrundlaget begrænset for disse forureningstyper.

Alt i alt vurderes det på det foreliggende datagrundlag og pba. af de gennemførte analyser af undersøgelsesresultaterne, at der *ikke* er evidens for, at nogle grupper af jordforureninger ikke påvirker overfladevand. Resultaterne peger dog på, at risikoen fra nogle grupper af MFS, som stammer fra jordforureninger, er mindre end hidtil antaget.

8.2 anbefalinger

På baggrund af den gennemførte dataanalyse og erfaringsopsamling har regionerne følgende anbefalinger til den videre indsats for at beskytte vandmiljøet mod belastning med MFS fra jordforureninger:

a) *Yderligere undersøgelser på ca. 140 risiko-lokaliteter.*

Som nævnt i konklusionsafsnittet, blev der fundet ca. 120 jordforureninger, der udgør en risiko for overfladevand – enten som eneste kilde til MFS i overfladevand eller i kombination med andre forureningskilder. Derudover ca. 20 lokaliteter, hvor det på baggrund af de gennemførte undersøgelser ikke har været muligt at afklare, om jordforurening påvirker overfladevand.

På disse ca. 140 lokaliteter er det nødvendigt at gennemføre yderligere undersøgelser, der kan afklare, hvor der er behov for en afværgeindsats for at sikre vandmiljøet. Formålet med disse undersøgelser kan f.eks. være at præcisere forureningens kildestyrke, afklare årstidsvariationer i påvirkningen mv. På de lokaliteter, hvor påvirkningen af overfladevand vurderes at skyldes jordforurening i kombination med andre kilder, vil det gennem yderligere undersøgelser bl.a. også kunne afklares, hvor stor en andel af påvirkningen, der alene skyldes jordforurening.

b) *undersøgelser på ca. 800 lokaliteter.*

Erfaringsopsamlingen peger på, at der *ikke* er evidens for, at nogle typer af jordforureninger på forhånd kan siges ikke at udgøre en risiko.

Derfor er det som udgangspunkt nødvendigt at undersøge op til godt 800 jordforureninger, som er udpeget med screeningsværktøjet, men som endnu ikke er undersøgt, da de ikke var omfattet af 2021-2022 undersøgelserne.

Da størstedelen af disse risikolokaliteter er kortlagt på vidensniveau 1 (V1), vil en indledende forureningsundersøgelse, der kan afklare, om der overhovedet er forurennet på kildegrunden, som udgangspunkt være den mest effektive tilgang. De lokaliteter, som på dette grundlag viser sig at udgøre en reel risiko, skal derefter igennem yderligere undersøgelser (som beskrevet ovenfor under anbefaling a).

De ca. 800 lokaliteter omfatter ca. 270 havneområder. Der er behov for at Miljøministeriet tilkendegiver, i hvilket omfang havne skal være omfattet af den fremtidige indsats ift. overfladevand.

c) *Undersøgelsesmetoder*

I forbindelse med de fremtidige undersøgelser af jordforureningers påvirkning af overfladevand anbefales det at bringe *flere forskellige undersøgelsesmetoder* i anvendelse og vælge den eller de metoder, som bedst opfylder undersøgelsens formål.

For eksempel vil det i mange tilfælde være hensigtsmæssigt at foretage en *kildenær undersøgelse* for at få afklaret forureningens omfang på selve kildegrunden og i det grundvandsmagasin, som udgør strømningsvejen fra jordforurening til overfladevand. Dette kan bl.a. være relevant i forbindelse med afklaring af en jordforurenings bidrag til påvirkningen af et vandløb, hvor det ifm. med undersøgelser af selve vandløbet er konkluderet, at påvirkningen skyldes flere forskellige kilder. Desuden kan en kildenær undersøgelse, som nævnt ovenfor, også være den mest effektive tilgang ifm. indledende undersøgelser af lokaliteter, hvor jordforureningen er kortlagt på V1-niveau - dvs. jordforureninger hvor man har en begrundet mistanke om forurening, men endnu ikke har foretaget feltundersøgelser, der kan bekræfte eller afkræfte denne mistanke.

Omvendt kan det i andre situationer være hensigtsmæssigt at undersøge overfladevandet nærmere – f.eks. for at indhente viden om årstidsvariationer i påvirkningen (typisk i vandløb) eller for at verificere, at den beregnede påvirkning af søer og kyst er reel.

Det forventes, at undersøgelsesomfanget på nogle lokaliteter vil kunne justeres ift. undersøgelsesomfanget i 2020-2021. Dette skyldes, at erfaringsopsamlingen peger på, at bl.a. polære opløsningsmidler og freon-forbindelser må forventes sjældent at udgøre en risiko i praksis.

d) *PFAS og screeningsværktøjet*

Resultatet af overfladevandsundersøgelserne fra 2021-2021 viser, at overskridelser af grænseværdierne for PFAS er hyppigt forekommende vandmiljøet og at jordforureninger også bidrager hertil. Screeningsværktøjet bør udbygges til at

omfatte PFAS, så regionerne på et systematisk og ensartet grundlag kan skabe et overblik over, *alle* de jordforureninger, der udgør en risiko for overfladevand med PFAS.

I øvrigt vil regionerne fremover stadig have behov for at kunne risikoscreene jordforureningerne for alle stofgrupper. Behovet er der ifm. nye, kortlagte grunde samt når, der kommer nye oplysninger på eksisterende kortlagte grunde, som gør, at risikovurderingen overfor overfladevand skal opdateres.

e) Afklare relevante grænseværdier for nogle MFS:

For en mindre del af de MFS, som er fundet i koncentrationer over grænseværdierne i vand eller sediment, er de anvendte grænseværdier i mangel af bedre baseret på kvalitetskriterier fra andre områder (bl.a. grundvand, drikkevand og jord). Dette gælder f.eks. for en del pesticider, hvor de anvendte grænseværdier for overfladevand er grundvandskvalitetskriterier og olie/benzin-stoffer, hvor de anvendte grænseværdier for sediment er jordkvalitetskriterier.

Det anbefales, at Miljøstyrelsen fastsætter grænseværdier for overfladevand for de pågældende stoffer. Der er behov for disse grænseværdier ifm. yderligere undersøgelser samt til revurdering af resultaterne fra nogle af de undersøgelser, der er gennemført i 2021-2022.

f) NOVANA:

Det bør overvejes, hvordan den generelle NOVANA overvågning af MFS i vandmiljøet kan understøtte en vidensopbygning omkring jordforureningers påvirkning af vandmiljøet. Ligeledes bør det overvejes, hvordan data fra regionernes undersøgelser kan understøtte den generelle overvågning af vandmiljøet.

9. Referenceliste

Miljøministeriet (2013): Bekendtgørelse nr. 1552 af 17/12/2013: Bekendtgørelse om fastlæggelse af indsatsområder for den offentlige indsats over for forurenede jord.

Miljøstyrelsen (2015): Guide til indledende undersøgelser af jordforureninger, der udgør en potentiel risiko for overfladevand. Miljøprojekt nr. 1657.

Miljøstyrelsen (2016): Jordforureningers påvirkning af overfladevand – test af screeningsværktøjet for overfladevand. Miljøprojekt nr. 1846.

Miljøstyrelsen (2018): Vandløb påvirket af jordforurening – tidlig variation i koncentration og vandføring. Miljøprojekt nr. 2050.

Miljøstyrelsen (2021a): Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord. Opdateret juli 2021: https://mst.dk/media/223446/liste-over-jordkvalitetskriterier-juli-2021_final1.pdf

Miljøstyrelsen (2021b): Foreløbige kvalitetskriterier for udvalgte stoffer i sediment: Mail af 21. maj og 28. juni 2021 fra Miljøstyrelsen/Maj-Britt Bjergager til Region Hovedstaden/ John Flyvbjerg

Miljøstyrelsen (2023a): <https://mst.dk/affald-jord/jordforurening/screeningsprincip-for-jordforurening/>

Miljøstyrelsen (2023b): Kriterier for ammonium og jern i overfladevand til vurdering af jordforureninger (MST Id nr.: 5691065). Mail fra Steen Pedersen, Miljøstyrelsen, til John Flyvbjerg, Region Hovedstaden, 2. marts 2023.

Miljø- og Fødevareministeriet (2017): Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand (Bek. nr. 1625 af 19/12/2017). (<https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2017/1625>):

Miljø- og Fødevareministeriet (2020a): Enighedspapir mellem Danske Regioner og Miljø- og fødevareministeriet vedr. jordforureninger der påvirker overfladevand og natur. Departementet 10. juni 2020.

Miljø- og Fødevareministeriet (2020b): Jordforureninger, der kan true overfladevand. Strategi for udvælgelse af lokaliteter til feltundersøgelser.

Miljøministeriet (2012): Enighedspapir mellem Miljøministeriet og Danske Regioner vedrørende opgaven om kildeopsporing og akutte foranstaltninger overfor jordforureninger, der påvirker overfladevand og natur. Miljøministeriet 2. november 2012.

Regionerne (2019): Jordforurening og overfladevand. Miljø og Ressourcer nr. 1 2019, s.14-26. Regionernes Videncenter for Miljø og Ressourcer

Regionerne (2020): Teknisk opgavebeskrivelse – undersøgelse af jordforureningers påvirkning af målsat overfladevand, oktober 2020. Udbudsbilag D til de enkelte regioners EU-udbud af undersøgelser af jordforureningers påvirkning af overfladevand.

Regionerne (2021): Jordforureningers påvirkning af vandmiljøet i overfladevand. Vand og Jord nr. 3 2021, s.124-128.

Sonne, A.T., McKnight, U.S., Rønde, V., Bjerg, P.L. (2017): Assessing the chemical contamination dynamics in a mixed land use stream system. Water Res. 125, 141–151.