



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

GrundRisk Screeningsværktøj til grundvandstruende forureninger

Miljøprojekt nr. 1984

Februar 2018

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Gitte L. Søndergaard, DTU Miljø

Luca Locatelli, DTU Miljø

Louise Rosenberg, DTU Miljø

Philip J. Binning, DTU Miljø

Poul L. Bjerg, DTU Miljø

Jens Aabling, Miljøstyrelsen

ISBN: 978-87-93614-72-7

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

Forord	5
Konklusion og sammenfatning	6
1. Introduktion	12
1.1 Baggrund	12
1.2 Formål og afgrænsning	12
1.3 Målgruppen - involvering af regionerne	13
2. GrundRisk Risikoscreening – Trin for trin	14
2.1 Screeningsprincip og kobling til GrundRisk Risikovurdering	14
2.2 Læring fra eksisterende screeningsværktøj for overfladevand	15
2.3 Trinvis opbygning af risikoscreeningen	16
2.4 Trin 0: Udvælgelse af relevante lokaliteter baseret på information i JAR databasen	16
2.5 Trin 1: Forureningskilde	17
2.5.1 Forureningsstoffer	17
2.5.2 Areal af forureningskilde	18
2.5.3 Worst case koncentrationer	18
2.5.4 Infiltrationsrate og dybde til magasin	19
2.5.5 Frasortering på Trin 1	20
2.6 Trin 2: Forureningskoncentrationer ved toppen af grundvandet	20
2.6.1 Overordnede principper for screenings Trin 2	20
2.6.2 Undtagelser fra de skitserede principper i Tabel 2-4:	23
2.6.3 Nedbrydningsrater for BTEX'er, olie- og benzinprodukter, polære opløsningsmidler og phenoler	24
2.6.4 Frasortering på Trin 2	25
2.7 Trin 3: Risiko for grundvandet og indvundet drikkevand	25
2.7.1 Grundvandskvalitetskriterier	27
3. Udsøgning af dæklagstykkelse	28
3.1 Udsøgning af geologiske og hydrogeologiske informationer	29
3.2 Resulterende dæklagstykkelser	30
4. Konsekvensanalyse	32
4.1 Data til brug for screeningen	32
4.1.1 Kobling af datasæt og dataforbehold	33
4.2 Sensitivitetsscenerier	34
4.3 Resultater af konsekvensanalysen	35
4.3.1 Overordnet screeningsresultat	35
4.3.2 Fordeling på kortlægningsstatus (V1, V2 og V1V2)	38
4.3.3 Fordeling på stofgrupper	39
4.3.4 Trinvis resultater for stofgrupper	41
4.3.5 Betydning af valg af risikovurderingsprincip	42
4.4 Sensitivitetsscenerier	43
4.4.1 Sensitivitetsscenerier: Opsummering	46

5.	Litteraturliste	47
	Bilag 1.Læring fra eksisterende screeningsværktøj for overfladevand	49
Bilag 1.1	Fluxberegninger på udtræk fra januar 2015	49
Bilag 1.2	Dataanalysen: Metode og resultater	50
Bilag 1.3	Læring og eftertanker	55
	Bilag 2.Ændringer vedr. MTBE og polære opløsningsmidler	57
Bilag 2.1	Ændringer vedr. MTBE	57
Bilag 2.2	Ændringer vedr. polære opløsningsmidler	58
	Bilag 3.Forureningsstoffer uden modelstoffer	59
	Bilag 4.Kvalitetskriterier	61
	Bilag 5.Udsnit af datasæt fra DKJORD, JAR og GEUS	67
	Bilag 6.Stoffer der vurderes ikke at udgøre en risiko for grundvand i screeningen	72
Bilag 6.1	PAH'er	72
Bilag 6.2	Metaller	73
	Bilag 7.Sammenligning af dæklagstykkelser i GrundRisk og GeoGIS	75
	Bilag 8.Beskrivelse af MATLAB kode anvendt til screening	77
Bilag 8.1	TRIN 0	77
Bilag 8.2	TRIN 1	77
Bilag 8.3	TRIN 2	78
Bilag 8.4	TRIN 3	81

Forord

Miljøstyrelsen ønsker at evaluere og forbedre nuværende risikoprincipper for den offentlige indsats over for de mange jordforureninger. Særligt ønskes fokus på de forureninger, der udgør en risiko for vores drikkevandsressource. Det vil sige de kortlagte arealer jf. jordforureningsloven, som ligger indenfor områder med særlige drikkevandsinteresser og indenfor indvindingsoplande for nuværende og fremtidige almene vandforsyningsanlæg.

Dette teknologiudviklingsprojekt er udarbejdet af DTU Miljø i samarbejde med Miljøstyrelsen. Projektet hænger tæt sammen med hovedprojektet GrundRisk, der består af en indledende risikoscreening, samt en efterfølgende risikovurdering:

- **GrundRisk Screening** er en indledende og automatiseret screening for V1- og V2-lokaliteter, der baseret på blandt andet worst case koncentrationer, dæklagstykkelser og beregnede grundvandskoncentrationer vurderer om en lokalitet udgør en potentiel risiko for grundvandet.
- **GrundRisk Risikovurdering** er en mere detaljeret risikovurdering af V2-lokaliteter. Her vælges der mellem 5 vertikale modeller for forskellige forhold (mættet, umættet, opsprækket moræneler mv.), som alle er knyttet til den samme horisontale grundvandsmodel, der estimerer forureningskoncentrationer i et "administrativt punkt" (100 m nedstrøms), og/eller for et vilkårligt punkt i grundvandsmagasinet nedstrøms den forurenede lokalitet. Projektet er afsluttet og afrapporteret i rapporterne Miljøstyrelsen (2016a) og Miljøstyrelsen (2017a), der beskriver henholdsvis den horisontale og de vertikale transportmodeller i GrundRisk.

Nærværende rapport omhandler udviklingen af en metode til risikoscreening af grundvands-truende forureninger. I tilknytning til projektet har GEUS udarbejdet en rapport (Miljøstyrelsen, 2016c), der beskriver metoden for estimering af dæklagstykkelser, som anvendes i risikoscreeningen

En første udgave af rapporten blev udarbejdet i 2016 og efterfølgende kommenteret af regionerne. Under et arbejdsgruppeforløb i foråret 2017 blev en række justeringer til screeningen diskuteret med regionerne. Under dette forløb blev forskellige valg i screeningen desuden testet i forhold til regionernes data. Baseret på regionernes input foretog Miljøstyrelsen en række endelige valg omkring screeningsproceduren og på baggrund heraf er denne rapport udarbejdet. I arbejdsgruppen deltog udover DTU Miljø og Miljøstyrelsen repræsentanter fra alle 5 regioner samt VMR (Regionernes Videnscenter for Miljø og Ressourcer). Følgende personer har deltaget i arbejdsgruppen:

Henrik Nordtorp, Region Nordjylland
Kaspar Rüegg, Region Midtjylland
Jørn K. Pedersen, Region Syddanmark
Nannette L.S. Christiansen, Region Sjælland
Henrik Jannerup, Region Sjælland
Lisbeth F. Bergman, Region Sjælland
Arne Rokkjær, Region Hovedstaden
Peter L. Tüchsen, Region Hovedstaden
Morten Sørensen, Regionernes Videnscenter for Miljø og Ressourcer
Nanna I. Thomsen, Regionernes Videnscenter for Miljø og Ressourcer
Gitte L. Søndergaard, DTU Miljø
Jens Aabling, Miljøstyrelsen

Konklusion og sammenfatning

Denne rapport afrapporterer GrundRisk delprojekt 1. Dette delprojekt omhandler udviklingen af en automatiseret screeningsmetode til identifikation af de jordforureninger, kortlagt på vidensniveau 1 (V1) eller vidensniveau 2 (V2), der kan udgøre en trussel for grundvandet jf. jordforureningsloven.

Indledningsvist er der foretaget en analyse af forureningsfluxberegninger for alle kortlagte lokaliteter i Danmark i 2015 beregnet med det eksisterende screeningsværktøj for overfladevandstruende forureninger (Miljøstyrelsen, 2014c). Denne forundersøgelse er præsenteret i Bilag 1. Formålet med denne indledende analyse var at undersøge størrelsesfordelingen af disse forureningsfluxe, samt at undersøge om de førte til overskridelse af grundvandskvalitetskriterierne ved opblanding i en standardindvindingsstørrelse på 10.000 m³/år. Undersøgelsen viste, at der for omkring 80% af alle lokaliteter skete overskridelser af et eller flere grundvandskvalitetskriterier.

Trinvis screeningsmetode

Der er efterfølgende udviklet en metode til screening af grundvandstruende forureninger 'GrundRisk risikoscreening'. Screeningsmetoden anvender elementer fra værktøjet til screening af overfladevandstruende forureninger, men adskiller sig markant på flere væsentlige punkter. Den udviklede screeningsmetode er målrettet regionernes indsats overfor jordforurening og har til formål at identificere V1- og V2-kortlagte lokaliteter, som kan føre til en forurening af grundvandet, og derfor bør undersøges nærmere. Dermed sker der i screeningen en frasortering af lokaliteter, som ikke vurderes at udgøre en betydelig risiko for grundvandet. Metoden består af fire trin som beskrevet i Boks 1. Det skal bemærkes, at screeningen ikke endeligt frasorterer lokaliteter, hvilket betyder, at antallet af lokaliteter er konstant før og efter screeningen. Men igennem screeningen vil lokaliteter på baggrund af valg og beregninger blive taget ud af screeningen f.eks. på grund af lertykkelsens størrelse, eller fordi screeningsresultatet ikke giver anledning til en trussel for grundvandet, De frasorterede lokaliteter vil dog stadig kunne søges frem, og man vil kunne få oplyst grunden til frasorteringen. Denne rapport beskriver ikke denne søgefunktion, som i stedet blive håndteret under udviklingen af IT-systemet.

Inden screeningens start (Trin 0) udvælges de relevante lokaliteter fra Jordforureningslovens Areal Register (JAR-databasen). Således medtages kun lokaliteter, der i JAR, af regionerne er vurderet at kunne udgøre en risiko overfor grundvand, fordi de ligger indenfor OSD (områder med særlige drikkevandsinteresser) eller indvindingsoplande. Således inkluderes lokaliteter, hvor der alene er en risiko overfor arealanvendelse, overfladevand eller andet ikke i screeningen. Ligeledes udvælges kun de V2-lokaliteter, der er på et indledende trin (dvs. V2-lokaliteter med videregående undersøgelser, afværge eller monitoring frasorteres). I forbindelse med IT-implementeringen af GrundRisk vil information om kortlagte lokaliteter hentes fra DKJORD-databasen, der dermed skal sikres at indeholde den rette information.

Risikoscreening for grundvandstruende forureninger

Trin for trin

- 0. Udvælgelse af relevante lokaliteter baseret på information i JAR databasen:** Lokaliteter som ifølge regionerne kan udgøre en risiko overfor OSD (områder med særlige drikkevandsinteresser) eller indvindingsoplande udvælges ud fra informationer i JAR^{a)}. Lokaliteter, hvor den offentlige fremdrift er afværge, videregående undersøgelser eller monitoring inkluderes ikke i screeningen.
- 1. Forureningskilde:** Forureningskilden tildeles forureningsstoffer, forureningskoncentrationer og forureningsareal. Derudover tildeles en infiltrationsrate og en dybde til grundvandet baseret på DK-modellen (Den Nationale Vandressouce-model)
- 2. Forureningskoncentrationer i toppen af grundvandet:** Tykkelse og type af dæklag bestemmes ved en automatiseret metode udarbejdet af GEUS (Miljøstyrelsen, 2016b). På baggrund af dæklagets type og tykkelse samt forureningstypen vurderes det, om forureninger forventes at nå grundvandet. For udvalgte stoffer vil der ske en koncentrationsreduktion under transporten gennem dæklaget grundet nedbrydning.
- 3. Risiko for grundvandet og indvundet drikkevand:** Forureningskoncentrationerne bestemmes dels i en afstand 100 m nedstrøms i grundvandet og dels som opblandede koncentrationer i en årlig indvinding på 10.000 m³. De beregnede forureningskoncentrationer sammenlignes med grundvands- og drikkevandskvalitetskriterierne, og der bestemmes en overskridelsesfaktor.

^{a)} I forbindelse med implementeringen af GrundRisk i et IT-værktøj vil denne information fremtidigt trækkes fra DKJORD-databasen.

Boks 1: De tre trin i risikoscreeningen for grundvandstruende forureninger samt et trin nul til identifikation af relevante lokaliteter

I Trin 1 tildeles lokaliteterne forureningsstoffer, worst case koncentrationer og forureningsarealer. Tildelingen af forureningsstoffer, -koncentrationer og standardarealer følger i høj grad proceduren fra overfladevandsværktøjet (Miljøstyrelsen, 2014c). Dog er der den væsentlige forskel, at det i nærværende screeningsværktøj kun er V1-lokaliteter, der automatisk tildeles forureningsstoffer ud fra de registrerede brancher og aktiviteter på lokaliteten. V2-lokaliteter tildeles alene de forureningsstoffer, som er registreret i DKJORD databasen. En undtagelse er lokaliteter, der er omfattet af den offentlige indsats, men hvor der udelukkende er foretaget frivillig indsats. Dette skyldes, at privatfinansierede undersøgelser ofte er mindre omfattende i forhold til antallet af forureninger, der analyseres for og derfor ikke nødvendigvis dækker hele forureningssituationen. Lokaliteterne tildeles i Trin 1 desuden infiltration og dybde til det øverste grundvandsmagasin baseret på Den Nationale Vandressource-model (DK-modellen).

Lokaliteter kan frasorteres på Trin 1, såfremt 1) ingen af de registrerede brancher og aktiviteter vurderes at udgøre en risiko for grundvand, 2) lokaliteten har kun forureningsstoffer som ikke forventes at udgøre en risiko for grundvandet pga. deres lave mobilitet. Baseret på stoffernes lave mobilitet i jord, er det besluttet at polyaromatiske kulbrinter (PAH'er), samt metallerne bly og kobber frasorteres på Trin 1.

I Trin 2 sker der en frasortering af forureningsstoffer for lokaliteter, der har en tilstrækkelig stor dæklagstykkelse af fed ler eller moræneler. Dæklagstyper og -tykkelser er fremkommet ved en automatiseret metode udviklet af GEUS (Miljøstyrelsen, 2016c) og kan beregnes for alle (nuværende og kommende) forurenede lokaliteter sammen med øvrige relevante hydrogeologiske parametre. For stofgrupperne pesticider og chlorerede opløsningsmidler er det dog valgt uanset transporteres til grundvandet. I Trin 2 tages der desuden højde for nedbrydning af udvalgte stofgrupper (BTEX'er og lignende, olie- og benzinprodukter, polære opløsningsmidler og phenoler) under transporten gennem dæklaget. Såfremt de beregnede forureningskoncentrationer ved grundvandsmagasinet overholder grundvandskvalitetskriterierne for alle foru-

reningsstoffer på lokaliteten frasorteres lokaliteten på dette trin. Endvidere identificeres et mindre antal lokaliteter, fordi de kun har forureningsstoffer, for hvilke der endnu ikke er defineret et modelstof og dermed en worst case koncentration. Disse lokaliteter vil blive mærket med et flag i screeningen, idet der ikke kan regnes på dem. Dette betyder dog ikke nødvendigvis, at disse stoffer ikke udgør en risiko.

I Trin 3 beregnes forureningskoncentrationerne 100 m nedstrøms i grundvandet. Til denne beregning anvendes den horisontale model for forureningstransport i grundvand, som blev udviklet i GrundRisk projektets delprojekt 2 (Miljøstyrelsen, 2016a). Modellen tager højde for spredning af forureningsfanen i tre dimensioner grundet dispersion samt nedbrydning af udvalgte stoffer (BTEX, oliestoffer og phenoler). Derudover tager den højde for, at der kan ske infiltration til forureningsfanen, hvilket bevirker at fanen presses nedad i grundvandsmagasinet. Koncentrationen beregnes som et gennemsnit over en 2 meter filterlængde placeret over dybden med de højeste koncentrationer.

Konsekvensanalyse

Der er udført en konsekvensanalyse, der viser screeningens effekt på alle kortlagte V1-lokaliteter samt de V2-lokaliteter, der ikke allerede har fået foretaget videregående undersøgelser, afværge eller monitoring (baseret på fremdriften givet i JAR-databasen). Konsekvensanalysen har taget udgangspunkt i et dataudtræk fra DKJORD dateret den. 11. august 2016. I dataudtrækket er lokaliteterne tildelt forureningsstoffer, worst case koncentrationer og forureningsarealer. Udover datasættet fra DKJORD anvender screeningen et datasæt fra GEUS, der blandt andet beskriver dæklagstyper og-tykkelser samt dybde og infiltration til øverste grundvandsmagasin for hver enkelt lokalitet. Samlet set indgår der 10.421 lokaliteter i konsekvensanalysen. Figur 1 viser resultatet af analysen trin for trin i screeningen.

Som det ses af figuren, er det relativt få lokaliteter (70 stk.), der samlet set frasorteres på Trin 1. Disse lokaliteter frasorteres fordi de alene har forureningsstoffer, som ikke vurderes at udgøre en trussel for grundvandet, eller fordi de brancher og aktiviteter, der er registreret på lokaliteten ikke vurderes at udgøre en risiko for grundvandet.

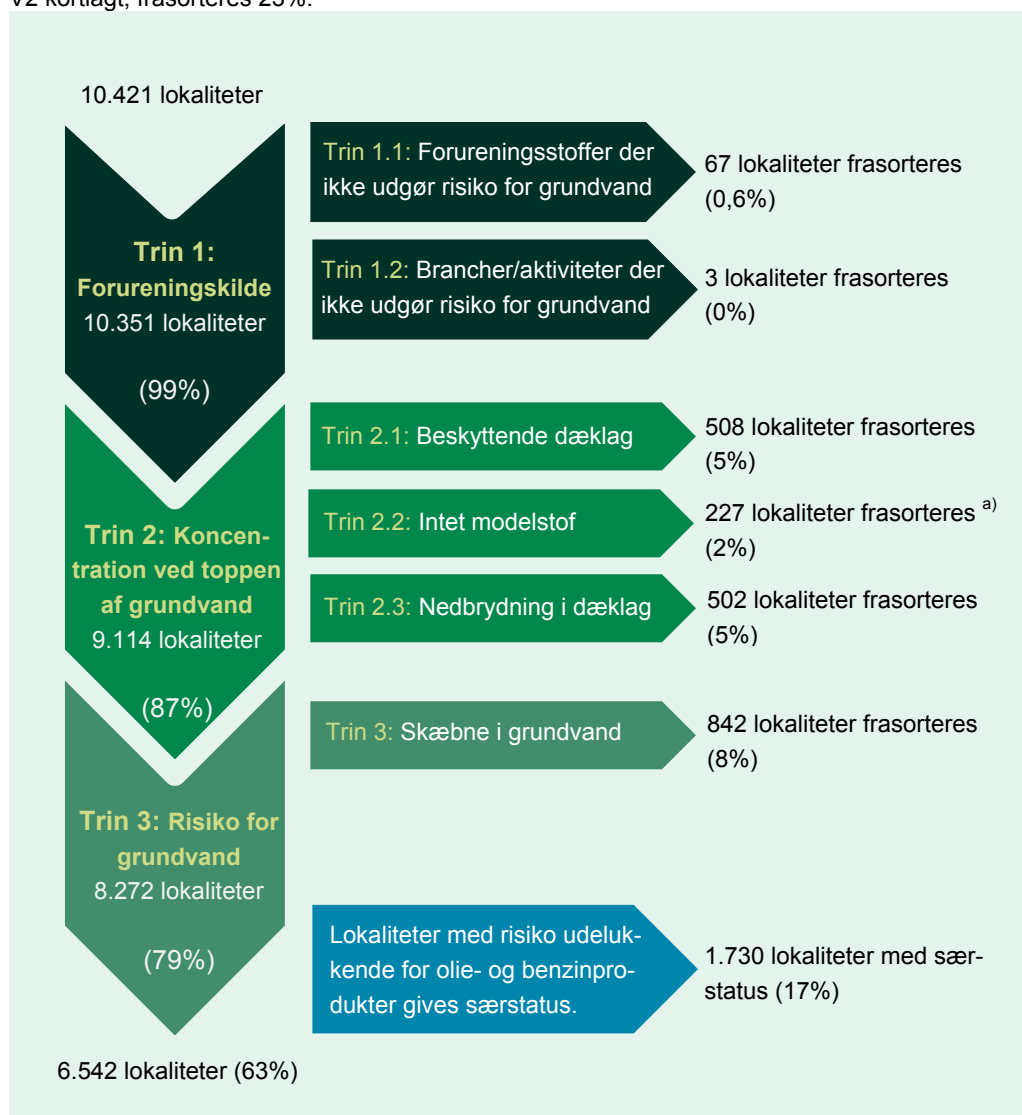
Den største frasortering af lokaliteter sker på Trin 2, hvor der samlet set frasorteres 1.237 lokaliteter svarende til 12% af lokaliteterne, der indgår i screeningen. 508 af disse lokaliteter fjernes, fordi de har dæklag, der vurderes at yde beskyttelse mod grundvandsforurening. Derudover fjernes endnu 502 lokaliteter som følge af nedbrydning i dæklaget, samt 227 lokaliteter som udelukkende har forureningsstoffer, der ikke har modelstoffer.

I screeningens Trin 3 frasorteres 842 lokaliteter, fordi alle forureningsstoffer på lokaliteterne når under grundvandskvalitetskriterierne 100 m nedstrøms. De resterende 8.272 lokaliteter har 1 eller flere forureningsstoffer, der giver en overskridelse af grundvandskvalitetskriterierne. For 1.730 af disse lokaliteter gælder det, at olie- og benzinprodukter er den eneste stofgruppe, der viser overskridelse af grundvandskvalitetskriteriet. Det er valgt at give disse lokaliteter en særstatus, idet denne type forurening erfaringsmæssigt sjældent bevæger sig langt i jord og grundvand. Derudover er der en relativt stor usikkerhed omkring de anvendte nedbrydningsrater. Dette skyldes, at der er tale om samlebetegnelser (dieselolie, fyringsolie osv.), som indeholder mange delkomponenter med forskellig nedbrydelighed, og det er derfor svært at fastsætte retvisende nedbrydningsrater (jf. Miljøstyrelsen, 2018).

Samlet set frasorteres 2.149 lokaliteter i screeningens 3 trin svarende til 21%. Ses der på antallet af forureningsstoffer er der i alt 117.486 ved screeningens start (tilknyttet de 10.421 lokaliteter ved screeningens start). Screeningen reducerer antallet af forureningsstoffer med 60%, således er der 46.669 forureningsstoffer (fordelt på 8.272 lokaliteter), der udgør en risiko efter Trin 3.

Som nævnt, frasorteres 227 lokaliteter fordi der ikke er defineret modelstoffer og dermed worst case koncentrationer for de pågældende forureningstyper. Det er derfor pt. ikke muligt at regne på disse forureningsstoffer, men det betyder ikke nødvendigvis at disse lokaliteter ikke udgør en risiko. Der skal derfor tages stilling til, hvorledes disse stoffer/stofgrupper skal indgå i screeningen fremadrettet. De relevante stoffer ses af Bilag 3.

Såfremt der ses bort fra de 1.730 lokaliteter der kun har overskridelse for olie- og benzinprodukter, ses der en samlet reduktion i antallet af lokaliteter på 37% som følge af screeningen. Den største frasortering sker for V1-lokaliteter, idet 41% af disse frasorteres i screeningen. For V2-lokaliteter sker der en frasortering af 31% af lokaliteterne. For lokaliteter, der både er V1 og V2 kortlagt, frasorteres 23%.



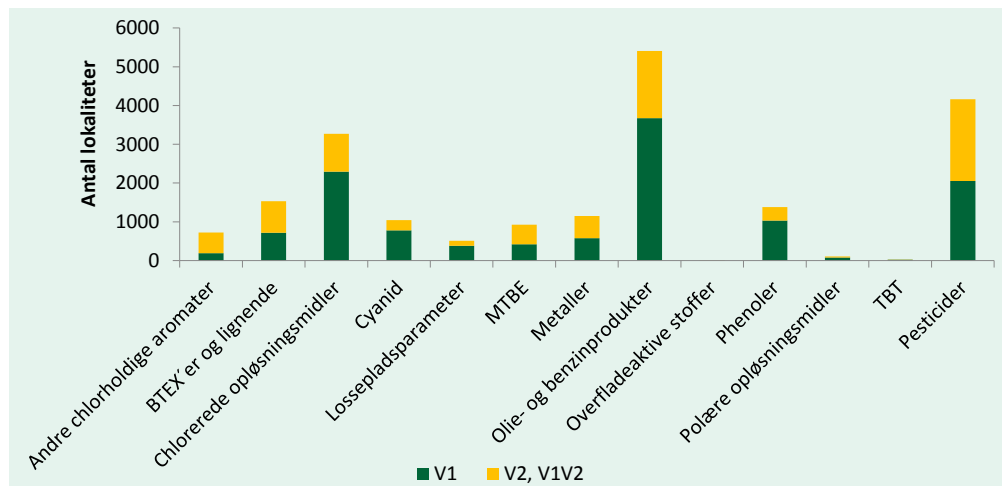
Figur 1: Resultatet af den udførte konsekvensanalyse. Figuren viser antallet af lokaliteter, der er tilbage efter hvert deltrin i screeningen samt det samlede antal lokaliteter, der fjernes på hvert deltrin. Den procentvise fjernelse er givet i forhold til det totale antal lokaliteter (10.421 stk.) der indgår i screeningen.

^{a)} Bemærk at disse lokaliteter ikke vil blive fjernet i screeningen, men tildelt en særskilt markering ("flag").

Som alternativ til at se på koncentrationen 100 m nedstrøms i grundvandet, er det undersøgt, hvilken betydning det har, at der i stedet ses på opblandede koncentrationer i en indvindings-

boring, der indvinder 10.000 m³/år. Til denne beregning er der i Trin 3 anvendt den estimerede forureningsflux 100 m nedstrøms. Dette giver en betydelig større fjernelse af lokaliteter i Trin 3. Såfremt indvindingsboringen placeres 100 m nedstrøms fjernes 41% flere lokaliteter (1.510 stk) i Trin 3, end hvis der ses på koncentrationer i grundvandet. Hvis indvindingsboringen placeres i en afstand svarende til den nærmeste bestående indvindingsboring fjernes 66% flere lokaliteter (1.769 stk) i Trin 3 end i udgangspunktet. Den længere transporttid betyder, at nedbrydning af BTEX, "Olie- og benzinprodukter", phenoler og polære opløsningsmidler får større betydning, end når indvindingsboringen er placeret 100 m nedstrøms.

Figur 2 viser hvor mange lokaliteter, der efter screeningen har overskridelse for de forskellige stofgrupper. Det ses, at "Olie- og benzinprodukter" er den stofgruppe, der oftest ses overskridelser for. Dette hænger også sammen med, at 86% af lokaliteterne havde denne stofgruppe tilknyttet ved screeningsens start, hvilket især skyldes at mange V1-lokaliteter tildeles "Olie- og benzinprodukter" ud fra den automatiske tildeling af forureningsstoffer baseret på brancher og aktiviteter. Næst efter "Olie- og benzinprodukter" er pesticider og chlorerede opløsningsmidler de stofgrupper, der oftest ses risiko for. Det passer fint med at disse stofgrupper behandles mere konservativt i screeningen, idet det er valgt, at disse ikke vil kunne tilbageholdes uanset dæklagets tykkelse, samt at de ikke nedbrydes. "BTEX'er og lignende" findes inden screeningsens start på 68% af lokaliteterne, men reduceres betydeligt pga. nedbrydning i dæklag og grundvand.



Figur 2: Antallet af lokaliteter efter Trin 3 hvor der sker overskridelse af kvalitetskriteriet for de pågældende stofgrupper. Det fremgår desuden hvordan fordelingen mellem overskridelser er mellem V1-lokaliteter og V2-lokaliteter. Lokaliteter som er både V1- og V2-kortlagt er i denne figur grupperet med V2. Det samlede antal lokaliteter på dette trin er 8.272.

En række sensitivitetsscenerier er gennemført for at undersøge screeningsens sensitivitet overfor ændringer af en række forhold/parametre. Disse viser blandt andet, at valget omkring de dæklagstykkelser, som yder en beskyttelse mod grundvandsforurening ikke har væsentlig betydning for resultatet, idet det scenarium, hvor de sikre dæklagstykkelser øges med 5 m kun giver en samlet stigning på 48 lokaliteter efter screeningsens Trin 3. Fjernes Trin 2.1 helt, dvs. at dæklag uanset udstrækning aldrig vil kunne give anledning til at forureningsstoffer tilbageholdes, giver det desuden kun en forholdsvis lille stigning på 137 lokaliteter, på trods af at Trin 2.1 i sig selv frasorterer 508 lokaliteter. Dette skyldes, at hvis Trin 2.1 fjernes, vil nedbrydning af forureninger på disse lokaliteter med tykke dæklag modvirke effekten.

Til gengæld har det stor effekt på screeningsresultatet, at der medtages nedbrydning for stofgrupperne "BTEX og lignende", "Olie- og benzinprodukter", polære opløsningsmidler og

phenoler. Såfremt der hverken tages højde for nedbrydning i dæklag eller grundvand af disse stofgrupper vil 1.255 flere lokaliteter udgøre en risiko efter Trin 3. Desuden viste sensitivitetsscenerierne at størrelsen af de anvendte rater har stor betydning. Endelig har det også stor betydning for betydningen af nedbrydning i dæklaget, at der ikke regnes på nedbrydning i de første 10 m moræneler, da der ud fra en konservativ betragtning antages, at der her kan ske hurtig forureningstransport gennem sprækker.

1. Introduktion

1.1 Baggrund

Da man i Danmark ønsker at beskytte grundvandsressourcen og dermed være i stand til at indvinde grundvand uden begrænsninger, er den offentlige indsats overfor grundvandstruende forureninger essentiel. I Danmark er der registreret i alt ca. 35.000 forurenede lokaliteter på vidensniveau 1 (V1) og Vidensniveau 2 (V2) (ifølge dataudtræk fra DKJORD, august 2016). Med et så stort antal registrerede forurenede lokaliteter er det nødvendigt at prioritere, hvilke der skal foretages undersøgelse og oprensning af, og hvilke der kan nedprioriteres eller helt ses bort fra.

I 2014 blev der indført et screeningsværktøj til jordforureninger, der truer overfladevand. Dette screeningsværktøj har til formål at sortere i de af regionerne registrerede forurenede lokaliteter og udvælge dem, der kan udgøre en risiko for overfladevand og natur (Miljøstyrelsen, 2014c). Et lignende screeningsværktøj for forurenede lokaliteter, der truer grundvandet ville være nyttigt i forhold til at målrette og ensarte regionernes grundvandsindsats.

En screening af forurenede lokaliteter har til formål at identificere de lokaliteter, der vurderes at kunne true grundvandet indenfor områder med særlige drikkevandsinteresser og de udpegede indvindingsoplande udenfor disse jf. Bekendtgørelse om udpegning af drikkevandsressourcer (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2017). Ved denne automatiserede screening vil der samtidig ske en frasortering af lokaliteter, der ikke udgør en risiko for grundvandet, hvilket vil indskrænke det antal lokaliteter, der skal foretages videre risikovurdering af. Screeningen udgør således et indledende skridt i en prioritering af de ca. 35.000 registrerede forurenede lokaliteter.

1.2 Formål og afgrænsning

Formålet med dette projekt er overordnet set at udvikle en screeningsmetode, der på et fagligt grundlag og på effektiv vis kan identificere kortlagte jordforureninger (V1 og V2), som udgør en trussel for grundvandet. Udviklingen sker med udgangspunkt i et allerede eksisterende screeningsværktøj for forurenede lokaliteter, der kan true overfladevand (Miljøstyrelsen, 2014c), men adskiller sig i den endelige udgave fra dette værktøj på en lang række områder. Det udviklede screeningsværktøj er alene målrettet den offentlige indsats overfor jordforurening, der gennemføres af de fem regioner i Danmark.

Denne rapport har til formål at beskrive det udviklede screeningsværktøj for forurenede lokaliteter, der kan true grundvandet. Der foretages desuden en konsekvensanalyse, der undersøger screeningens effekt på alle kortlagte V1-lokaliteter, samt V2-lokaliteter, hvor der ikke allerede er igangsat videregående undersøgelser, afværge eller monitoring. Videre undersøges det i en følsomhedsanalyse, hvorledes ændringer i udvalgte parametre påvirker resultatet af screeningen. Det skal bemærkes at konsekvensanalysen er udført for et foreløbigt datasæt baseret på et udtræk fra DKJORD databasen i august 2016. Der vil derfor være nyere registrerede lokaliteter, som ikke er med i analysen.

Som forarbejde til udviklingen af screeningsværktøjet blev der i 2015 udført en undersøgelse af forureningsfluxe for alle registrerede lokaliteter baseret på screeningsværktøjet for overfladevand. Denne undersøgelse er afrapporteret i rapportens Bilag 1. Formålet med denne analyse var at undersøge det tilgængelige datasæt i DKJORD ift. størrelse af beregnede forureningsfluxe og overskridelser af grundvandskvalitetskriterier ved opblanding i en drikkevandsboring med en standardindvinding på 10.000 m³/år. Analysen viste, at de fluxe, der beregnes

med overfladevandsværktøjet er meget konservative, og medfører at kvalitetskriterierne vil være overskredet for over 80% af alle kortlagte V1- og V2-lokaliteter.

1.3 Målgruppen - involvering af regionerne

GrundRisk projekterne er generelt målrettet den offentlige indsats overfor jordforurening, som administrativt håndteres i de 5 danske regioner. Der er i gennem mange år udviklet metoder og traditioner på området, så væsentlige ændringer kræver gensidig forståelse mellem Miljøstyrelsen og regionerne omkring mål og løsninger. Det har derfor været væsentligt at involvere regionerne og Regionernes Videnscenter for Miljø og Ressourcer (VMR) i hele projektforløbet. Regionerne og VMR har derfor været aktive deltagere i en række workshops og følgegruppemøder. Det generelle formål med de afholdte workshops har været at informere om projektets mål, indhold, forløb og fremgang, forelægge problemstillinger til diskussion og få feedback fra deltagerne. En første udgave af screeningsværktøjet for grundvand blev udarbejdet i 2016, hvor en foreløbig rapport blev kommenteret af regionerne og VMR. Under et arbejdsgruppeforløb i foråret 2017 blev en række justeringer til screeningen fastlagt med regionerne. Under dette forløb blev forskellige valg i screeningen desuden testet (konsekvensvurderet) i forhold til regionernes data. Endelig blev der sidst i forløbet foretaget en validering af udvalgte dele af screeningen (Miljøstyrelsen 2017b). Valideringen blev foretaget af hver region, og repræsenterer således den enkelte regions holdning. Baseret på regionernes tilbagemeldinger foretog Miljøstyrelsen en række endelige valg omkring screeningsproceduren, og på baggrund heraf er denne rapport udarbejdet. I arbejdsgruppen deltog udover DTU Miljø og Miljøstyrelsen repræsentanter fra alle 5 regioner samt VMR.

2. GrundRisk Risikoscreening – Trin for trin

GrundRisk Risikoscreening foretages for alle V1- og V2-kortlagte lokaliteter med det formål at lave en indledende sortering af disse lokaliteter, således at de jordforureninger, der potentielt udgør en risiko for grundvandet, identificeres.

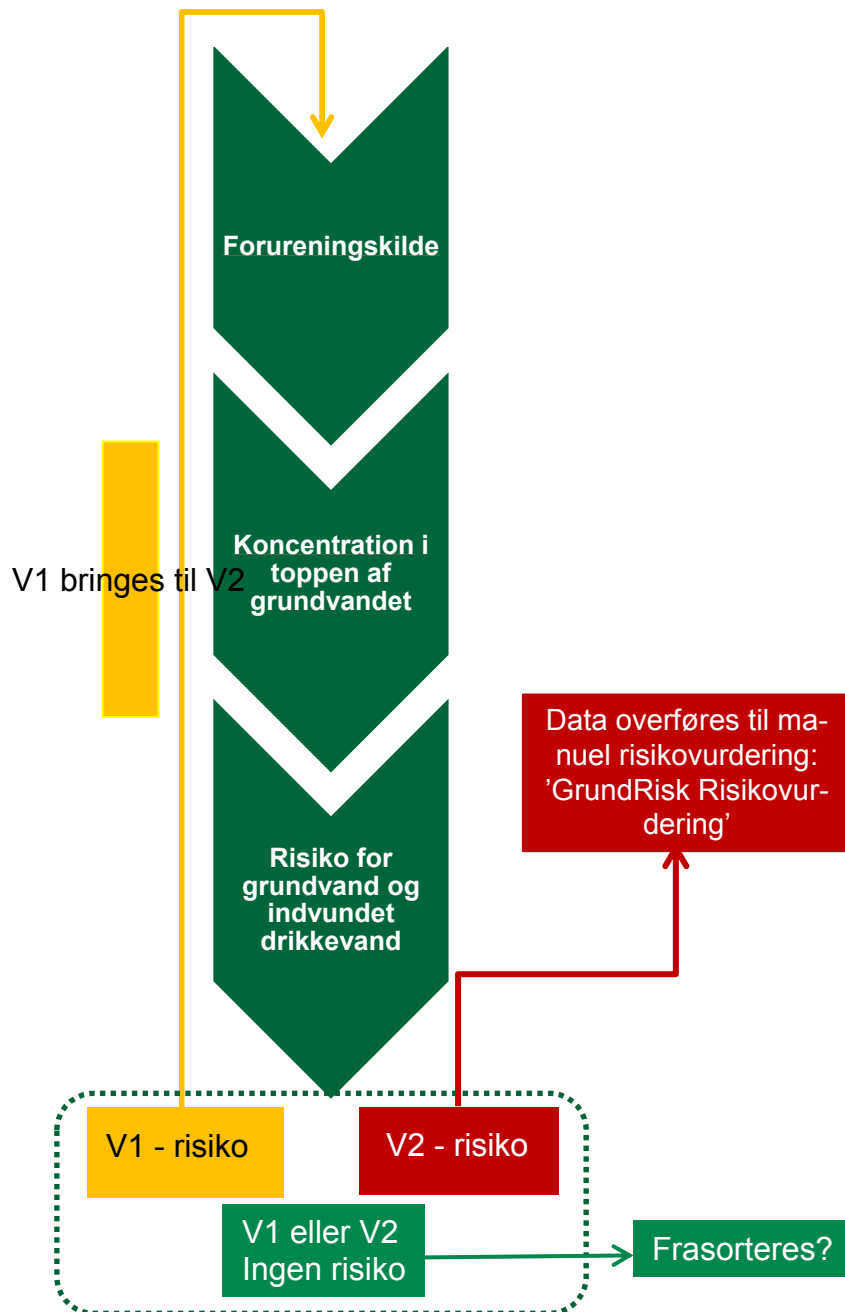
2.1 Screeningsprincip og kobling til GrundRisk Risikovurdering

GrundRisk Risikoscreening er en screening, der systematiserer grundvandsindsatsen ved at identificere lokaliteter, der kan udgøre en trussel for grundvand. Risikoscreeningen er målrettet både V1- og V2-kortlagte lokaliteter. Det betyder, at der enten er tilvejebragt en viden om aktiviteter på lokaliteten, der kan være kilde til jordforurening (V1), eller at der er tilvejebragt et dokumentationsgrundlag (oftest er der udført undersøgelser), der gør, at lokaliteten er forurenet (V2) og kan have en skadelig virkning på mennesker og miljø.

Risikoscreeningen er opbygget af 3 sammenhængende trin, se afsnit 2.3. Hovedvægten af datainputtet til screeningen vil hvile på regionernes kortlægningsdata i DKJORD, samt informationer i Jordforureningslovens Areal Register (JAR) omkring indsatsområder og fremdrift for lokaliteterne samt geologiske og hydrogeologiske data, der bl.a. hentes fra henholdsvis Jupiter-databasen og Den Nationale Vandressourcemodel (DK-modellen). Det betyder, at screeningen fremadrettet vil basere sig på den seneste opdaterede viden fra de forskellige datakilder. Det bemærkes her, at de anvendte data fra JAR i den endelige opsætningen af IT-værktøjet vil blive hentet fra DKJORD. Se Kapitel 4 og 5 for yderligere oplysninger om de anvendte data.

Det er målet, at GrundRisk Risikoscreening skal udmøntes i et IT-screeningsværktøj, hvor resultatet af screeningen vil genereres automatisk, og give et landsdækkende resultat for V1- og V2-lokaliteterne. Resultatet af risikoscreeningen vil således identificere de jordforureninger der potentielt udgør en trussel for grundvand. For V1-kortlagte lokaliteter kan det blive nødvendigt at bringe nogle af disse videre til V2 for at få dokumenteret, at der er en forurening, der kan have en skadelig virkning. Herefter vil der atter skulle gennemføres en risikoscreening. De lokaliteter, som allerede er kortlagt på V2, og bliver identificeret i screeningen, vil gå videre til næste trin, som er en manuel risikovurdering kaldet GrundRisk Risikovurdering. GrundRisk Risikovurdering skal erstatte modulerne Grundvand og Vertikal transport i det nuværende JAGG.

De V1- og V2-lokaliteter, der i screeningen ikke identificeres til at udgøre en risiko for grundvand bliver som udgangspunkt frasorteret. Der vil kunne være situationer, hvor screeningen ikke er retvisende, og her kan regionerne vælge at gå videre med lokaliteten enten ved at gennemføre en V2-undersøgelse (for de lokaliteter der er V1 kortlagt) eller ved at gå videre til GrundRisk Risikovurdering, som beskrevet ovenfor. Beslutningsgangen for GrundRisk Risikoscreening samt koblingen til den videre detaljerede risikovurdering er illustreret på Figur 3.



Figur 3: Illustration af beslutningsgangen i GrundRisk Risikoscreening og koblingen til den manuelle og detaljerede risikovurdering i GrundRisk Risikovurdering

2.2 Læring fra eksisterende screeningsværktøj for overfladevand

En lignende screeningsmetode er udviklet til risikoscreening af V1- og V2-kortlagte arealer i forhold til forurening af overfladevand (Miljøstyrelsen, 2014c) og visse principper for de to screeningsmodeller er de samme fx tildelingen af typiske forureningsstoffer og-koncentrationer fra forskellige brancher og aktiviteter.

Der er udført en forundersøgelse af forureningsfluxe beregnet med overfladevandsværktøjet (præsenteret i Bilag 1). Denne undersøgelse indikerede, at disse forureningsfluxe var meget konservativt bestemt og førte til overskridelser af grundvandskvalitetskriterierne for over 80% af lokaliteterne, når der sås på opblandede koncentrationer i en standardindvindning på 10.000 m³/år. En af grundene til de konservative fluxbestemmelser er, at der i overfladevandsværktøjet ikke tages højde for forureningskoncentrationernes mulige reduktion under transporten i

dæklag og i grundvandet. Derudover anvendes der relativt konservative parametre for worst case koncentrationer og infiltration. Siden analysen i Bilag 1 blev udført, er overfladevandsværktøjet blevet evalueret og visse parametre ændret, eksempelvis er standardkoncentrationen for TCE reduceret fra 42.000 µg/L til 10.000 µg/L (Miljøstyrelsen, 2015b).

2.3 Trinvis opbygning af risikoscreeningen

I dette afsnit gives en beskrivelse af metoden til trinvis risikoscreening af grundvandstruende forureninger. De 3 trin i screeningen er kort opsummeret i Boks 2 og beskrives i det følgende.

Selve beregningerne i screeningen er programmeret i MATLAB[®]. Opsætningen i MATLAB[®] er beskrevet i Bilag 8.

Risikoscreening for grundvandstruende forureninger

Trin for trin

- 0. Udvælgelse af relevante lokaliteter baseret på information i JAR databasen:** Lokaliteter som ifølge regionerne kan udgøre en risiko overfor OSD (områder med særlige drikkevandsinteresser) eller indvindingsoplande udvælges ud fra informationer i JAR⁹⁾. Lokaliteter, hvor den offentlige fremdrift er afværge, videregående undersøgelser eller monitoring inkluderes ikke i screeningen.
- 1. Forureningskilde:** Forureningskilden tildeles forureningsstoffer, forureningskoncentrationer og forureningsareal. Derudover tildeles en infiltrationsrate og en dybde til grundvandet baseret på DK-modellen (Den Nationale Vandressourcemodel).
- 2. Forureningskoncentrationer i toppen af grundvandet:** Tykkelse og type af dæklag bestemmes ved en automatiseret metode udarbejdet af GEUS (Miljøstyrelsen, 2016b). På baggrund af dæklagets type og tykkelse samt forureningstypen vurderes det, om forureninger forventes at nå grundvandet. For udvalgte stoffer vil der ske en koncentrationsreduktion under transporten gennem dæklaget grundet nedbrydning.
- 3. Risiko for grundvandet og indvundet drikkevand:** Forureningskoncentrationerne bestemmes dels i en afstand 100 m nedstrøms i grundvandet og dels som opblandede koncentrationer i en årlig indvinding på 10.000 m³. De beregnede forureningskoncentrationer sammenlignes med grundvands- og drikkevandskvalitetskriterierne, og der bestemmes en overskridelsesfaktor.

⁹⁾ I forbindelse med implementeringen af GrundRisk i et IT-værktøj vil denne information fremtidigt trækkes fra DKJORD-databasen.

Boks 2: De tre trin i risikoscreeningen for grundvandstruende jordforureninger forureninger samt et trin nul til identifikation af relevante lokaliteter.

2.4 Trin 0: Udvælgelse af relevante lokaliteter baseret på information i JAR databasen

Forud for screeningen udvælges de lokaliteter, det er relevant at inkludere i screeningen. Dette gøres på baggrund af informationer i Jordforureningslovens Areal Register (JAR). Som tidligere nævnt vil dette fremadrettet sker ud fra DKJORD-databasen. Der medtages således kun lokaliteter hvor regionerne har vurderet, at der skal udføres en offentlig indsats overfor grundvand, dvs. lokaliteter der ligger indenfor OSD og indvindingsoplande udenfor OSD, og hvor der som udgangspunkt kan være en risiko for forurening af grundvand. Lokaliteter hvor der alene er risiko i forhold til arealanvendelse, overfladevand eller andet inkluderes således ikke i screeningen.

Hvis den offentlige fremdrift for lokaliteten i JAR er angivet som "videregående", "monitoring" eller "afværge" tages lokaliteten ud af screeningen, da en indsats allerede er påbegyndt på lokaliteten. Screeningen inkluderer således kun lokaliteter på V1 samt V2-lokaliteter på et indledende stadium.

Såfremt der for V2-lokaliteter i JAR er angivet NEJ i kolonnen "OffentligIndsatsUdført", betyder det at der den udførte indsats på lokaliteten har været privatfinansieret. For disse lokaliteter er det valgt, at der skal tildeles forureningsstoffer baseret på de registrerede brancher og aktiviteter i tillæg til de forureningsstoffer, der er kortlagt på lokaliteten. Det er gjort ud fra en vurdering af, at private undersøgelser ofte vil være rettet mod et begrænset antal forureningsstoffer, hvilket ikke nødvendigvis er dækkende for lokaliteten.

For lokaliteter, der ifølge JAR har været omfattet af Oliebranchens Miljøpulje (OM), er det desuden valgt at Methyl tert-butyl ether (MTBE) ikke udgør en risiko, idet det antages, at der er taget hånd om denne forurening indenfor OM-programmet. De ovenstående valg omkring udvælgelse af relevante lokaliteter samt vedr. MTBE er truffet ud fra bred enighed i den tilknyttede arbejdsgruppe.

2.5 Trin 1: Forureningskilde

I screenings Trin 1 tildeles de forurenede lokaliteter forureningsstoffer, forureningsarealer og forureningskoncentrationer. Endvidere fastsættes dybden til grundvandsmagasinet, og der tildeles en værdi for infiltrationen til magasinet.

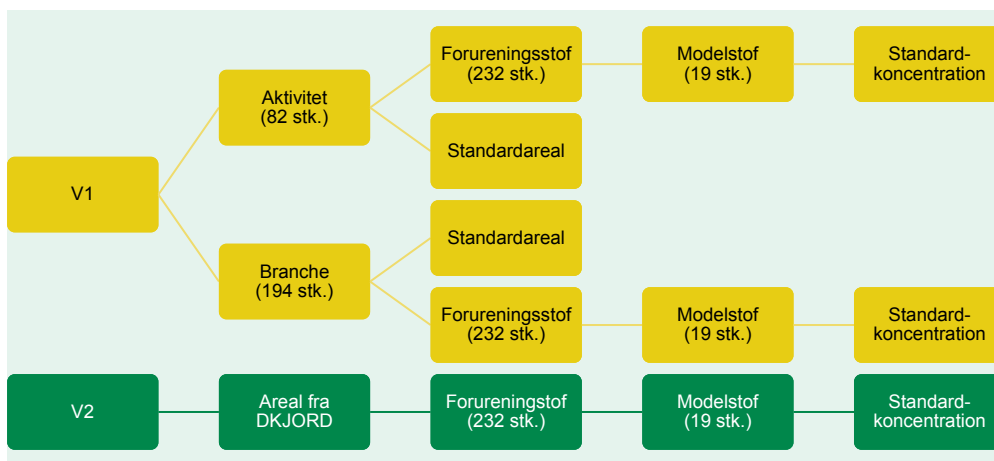
Tildelingen af forureningsstoffer, forureningsarealer og forureningskoncentrationer til lokaliteterne svarer i meget høj grad til det der sker i screeningsværktøjet for overfladevand (Miljøstyrelsen, 2014c). Tildelingsmetoden beskrives kort i det følgende og en nærmere beskrivelse kan findes i Miljøstyrelsen (2014a).

2.5.1 Forureningsstoffer

I screeningsværktøjet tildeles lokaliteterne forureningsstoffer, arealer og koncentrationer på baggrund af deres vidensniveau, V1 og V2. Proceduren for denne tildeling er illustreret i Figur 4. V1-lokaliteter tildeles automatisk forureningsstoffer og forureningsarealer baseret på de registrerede brancher og aktiviteter svarende til metodikken fra overfladevandsværktøjet. Til forskel for screeningsværktøjet for overfladevand, er det for V2-kortlagte lokaliteter valgt alene at benytte de faktisk kortlagte forureningsstoffer angivet i DKJORD. På den måde henholder screeningen sig alene til dokumentationsgrundlaget for det areal, der er kortlagt på V2. Som nævnt ovenfor er der gjort en undtagelse for V2-lokaliteter, hvor der ifølge JAR er angivet et NEJ i kolonnen "OffentligIndsatsUdført". For disse lokaliteter er de automatisk allokerede forureningsstoffer fra overfladescreeningsværktøjet bibeholdt. Såfremt lokaliteten er kortlagt både på V1 og V2 tildeles forureningsstoffer ud fra brancher og aktiviteter samtidig med at de kortlagte forureningsstoffer også indgår.

Lossepladser kan være kortlagt på V2 uden foregående undersøgelse og kan derfor adskille sig fra de øvrige forurenede lokaliteter. Lossepladser tildeles ligesom i overfladevandsværktøjet en række stoffer (perkolatparametre, miljøfremmede stoffer og metaller).

I nærværende screening ses bort fra et antal stoffer/parametre, som anvendes i overfladevandsværktøjet, men som ikke normalt udgør et problem for grundvand, og som der ikke findes grundvandskvalitetskriterier for. Disse stoffer/parametre omfatter jern, ammonium, kemisk iltforbrug og opløst organisk kulstof (NVOC). Dertil kommer at visse forureningstyper pga. deres lave mobilitet i jord og grundvand ikke vurderes at udgøre en væsentlig risiko for grundvandet. Dette drejer sig om polyaromatiske kulbrinter (PAH'er), samt metallerne kobber og bly. Baggrunden for frasorteringen af disse stoffer er beskrevet i Bilag 6.



Figur 4: Oversigt over tildelingen af stoffer, arealer og koncentrationer til V1- og V2-kortlagte lokaliteter i screeningsværktøjet. V1-lokaliteter får tildelt forureningsstoffer og –arealer baseret på de registrerede aktiviteter og brancher på lokaliteten, mens der for V2-lokaliteter anvendes det kortlagte areal og de kortlagte forureninger. For både V1- og V2-lokaliteter tildeles forureningsstofferne standardkoncentrationer (worst case koncentrationer), da der ikke er koncentrationsdata i DKJORD. Tallene i parenteser angiver antallet af aktiviteter, brancher, forureningsstoffer og modelstoffer.

Tabel 1 viser de stofgrupper, der arbejdes med i screeningsværktøjet. Der henvises til Miljøstyrelsen (2014a) for en nærmere beskrivelse af hvilke modelstoffer, der repræsenterer hvilke stoffer. Der er lavet en ændring i forhold til de oprindelige stofgrupper i overfladevandsscreeningen. Denne ændring består i en opdeling af stofgruppen polære opløsningsmidler, således at MTBE udgør en selvstændig stofgruppe adskilt fra de øvrige typer af polære opløsningsmidler såsom acetone, ethanol, 2-propanol (isopropanol) og ethylacetat, Denne opdeling er begrundet i behovet for at anvende forskellige worst case koncentrationer for de forskellige grupper (se Bilag 2). Der er desuden foretaget en ændring af hvilke brancher, der tilknyttes MTBE (se Bilag 2)

2.5.2 Areal af forureningskilde

V1-lokaliteter tildeles som nævnt ovenfor et standardareal for forureningskilden på (7m², 79m² 707m² eller 7.854m²) afhængig af typen af brancher og aktiviteter på lokaliteten. Denne procedure svarer til den anvendte i overfladevandsskrænkertøjet. For V2-lokaliteter anvendes det samlede kortlagte areal som forurennet areal. For lossepladser anvendes 20% af det kortlagte areal for perkolatparametre og miljøfremmede organiske stoffer, mens der for tungmetaller anvendes hele det kortlagte areal (Miljøstyrelsen, 2014c). En række brancher og aktiviteter er vurderet til ikke at udgøre en risiko for grundvand, jf. Miljøstyrelsen (2015b). Disse tildeles et forureningsareal på nul og vil derfor blive frasorteret i den videre screening.

2.5.3 Worst case koncentrationer

De tildelte forureningsstoffer for både V1- og V2-lokaliteter tildeles worst case kildekonzentrationer baseret på standardkoncentrationer, da DKJORD databasen ikke indeholder informationer om målte koncentrationer for lokaliteterne. Det er valgt at benytte de worst case koncentrationer (se Tabel 1), som blev tilvejebragt i forbindelse med udviklingen af screeningsværktøjet til overfladevandstruende forureninger (Miljøstyrelsen, 2014b). Der er dog foretaget en ændring af worst case koncentrationer for polære opløsningsmidler som nævnt ovenfor (se bilag 2).

Worst case koncentrationerne er i Miljøstyrelsen (2014b) fastsat ud fra en vurdering baseret på en række forskellige typer koncentrationsdata, herunder regionernes GeoGis databaser, litteraturværdier og spørgeskemaundersøgelser. Worst case koncentrationerne er tænkt som

kildekoncentrationer, dvs. i umættet zone, og anvendes til at estimere den nedadrettede forureningsflux til grundvandet. Datamaterialet, der ligger bag er dog i høj grad baseret på kildekonzentrations i grundvand lige under forureningskilden og ikke i selve kilden. Der er derfor en usikkerhed på at anvende disse worst case koncentrationer som kildekonzentrations. Koncentrationerne i overfladevandsværktøjet blev dog fastsat som 90% fraktilen af de tilgængelige koncentrationsdata og er dermed valgt i den høje ende. De repræsenterer således de højest fundne koncentrationer, og det er derfor vurderet, at de kan anvendes som kildekonzentrations for selve forureningskilden i denne sammenhæng.

Tabel 1: Oversigt over de stofgrupper, der arbejdes med i screeningen samt de tilhørende modelstoffer og deres worst case koncentrationer. Worst case koncentrationen kan for nogle modelstoffer antage forskellige værdier afhængig af hvilken branche, der er tale om jf. Miljøstyrelsen (2015b).

Stofgruppe	Modelstoffer, der repræsenterer denne gruppe samt deres worst case koncentrationer
Andre chlorholdige aromater	Chlorbenzen (100 µg/L)
BTEX'er ^{a)} og lignende	Benzen (400 µg/L; 8.000 µg/L)
Chlorerede opløsningsmidler	1,1,1-Trichlorethan (1.000 µg/L) Trichlorethylen (100 µg/L; 10.000 µg/L) Chloroform (100 µg/L)
Cyanid	Cyanid (3.500 µg/L)
Lossepladsparameter	Kemisk iltforbrug, COD (380.000 µg/L) ^{b)}
MTBE	MTBE (50.000 µg/L)
Metaller	Arsen (30 µg/L; 100 µg/L)
Olie- og benzinprodukter	Dieselolie (1900 µg/L; 3.000 µg/L; 6.000 µg/L)
Overfladeaktive stoffer	4-nonylphenol (9 µg/L)
Phenoler	Phenol (1.300 µg/L) 2,6-dichlorphenol (10.000 µg/L)
Polære opløsningsmidler	Acetone (1.250 µg/L, 6.200 µg/L, 512.500 µg/L)
TBT (Tributyltin)	Flouranthen (30 µg/L)
Pesticider	Mechlorprop (1.000 µg/L) Atrazin (12 µg/L)

^{a)} BTEX er en samlebetegnelse for benzen, toluen, ethylbenzen og xylener. ^{b)} Idet kemisk iltforbrug, jern, ammonium og opløst organisk kulstof (NVOC) er fjernet fra analysen dækker denne stofgruppe i praksis udelukkende chlorid, nitrat og sulfat.

2.5.4 Infiltrationsrate og dybde til magasin

Den Nationale Vandressourcemodel (DK-modellen) anvendes dels til at bestemme dybden til det førstkomende betydende grundvandsmagasin på lokaliteten og dels til at bestemme størrelsen af infiltrationen til dette grundvandsmagasin. Dette arbejde er udført af GEUS (Miljøstyrelsen, 2016c). Grundvandsmagasiner er i DK-modellen defineret ved at have en magasintykkelse på minimum 3 m og en udbredelse på minimum 25 ha. Dette er beskrevet nærmere i Miljøstyrelsen (2016c). Grundet DK-modellens usikkerhed er det dog fastlagt at alle OSD-områder har underliggende magasiner. Infiltrationen til magasinet findes ud fra DK-modellens infiltration til det øverst kommende grundvandsmagasin, dog med en minimumsværdi på 100 mm/år. Er infiltrationen i DK-modellen således negativ, nul eller mindre end 100 mm/år anvendes minimumsværdien på 100 mm/år ud fra et forsigtighedsprincip. Der er foretaget følsomhedsvurdering af denne minimumsværdi, og denne viste at selvom værdien øges eller reduceres med en faktor 5, vil dette kun give en 7% stigning eller 5% reduktion i antallet af lokaliteter, der udgør en risiko i screeningen. Såfremt der i DK-modellen ikke træffes et magasin på en lokalitet, der ligger indenfor områder med særlige drikkevandsinteresser, beregnes dæklag ned til en dybde af 25 m. Det vil sige, at det antages at magasinet ligger i en dybde på 25 m.

I JAGG værktøjet (Miljøstyrelsen, 2016b) anvendtes en kommunespecifik nettonedbør som udgangspunkt for infiltrationens størrelse. I GrundRisk er det dog valgt at anvende infiltrationen til det øverst kommende grundvandsmagasin fra DK-modellen, for bedre at repræsentere den egentlige nedrivning til grundvandet. Dertil kommer, at den kommunespecifikke nettonedbør fra JAGG er baseret på data fra før kommunereformen i 2007. Nettonedbør for de nye og større kommuner er efterfølgende baseret på et gennemsnit for de sammenlagte kommuner. Det vurderes derfor, at disse værdier også er behæftet med stor usikkerhed, da de i visse dele af Danmark repræsenterer gennemsnit over meget store arealer. Der blev på et tidligt stadie i screeningen udført en sammenligning mellem infiltrationen bestemt med DK-modellen og nettonedbøren i JAGG for et antal lokaliteter. Denne sammenligning viste at JAGGs nettonedbør generelt er højere end infiltrationen bestemt med DK-modellen.

2.5.5 Frasortering på Trin 1

Frasorteringen af lokaliteter på Trin 1 kan ske af forskellige årsager:

- **Trin 1.1:** Samtlige brancher og aktiviteter på lokaliteten vurderes ikke at udgøre en risiko for grundvand. Lokaliteten tildeles derfor et areal af forureningskilden på nul i screeningsværktøjet.
- **Trin 1.2:** Der forefindes kun forureningsstoffer på lokaliteten som ikke forventes at udgøre en risiko for grundvandet (jern, ammonium, kemisk iltforbrug, opløst organisk kulstof, PAH'er, kobber eller bly)

2.6 Trin 2: Forureningskoncentrationer ved toppen af grundvandet

Grundlæggende er tankegangen i Trin 2 baseret på, at væsentlige lerlag vil yde en beskyttelse af grundvandet, samt at der for udvalgte stoffer kan ske en reduktion af forureningskoncentrationer pga. nedbrydning i dæklagene. Således er formålet 1) at vurdere om forureningen når grundvandet og 2) at estimere de forventede forureningskoncentrationer ved toppen af grundvandet, altså lige inden forureningen rammer grundvandet og begynder den horisontale transport. For at vurdere om forureningen når grundvandet, vurderes de geologiske forhold på lokaliteten. Et væsentligt input til beregningerne foretaget på dette trin er de estimerede typer og tykkelser af dæklag mellem forureningskilden og grundvandet på lokaliteten. Dæklagstyper og -tykkelser er bestemt i et parallelt projekt udført af GEUS (Miljøstyrelsen, 2016c). Kapitel 3 beskriver den geologiske information fra GEUS' arbejde, som anvendes i screeningsværktøjet. Det bemærkes, at med dæklag menes i denne rapport, de geologiske lag fra terræn og ned til grundvandsforekomsten. I dæklagene gennemføres en intervalopdelt beregning af lertykkelser og øvrige lag-tykkelser. Beregningen gennemføres ud fra i alt 7 overordnede lithologigrupper samt gruppen "ukendt", jf. Miljøstyrelsen (2016c).

2.6.1 Overordnede principper for screenings Trin 2

De specifikke principper, der anvendes til at vurdere, om forureninger vil nå grundvandet, og hvilken koncentration de vil have, er kort opsummeret herunder:

- Såfremt dæklaget til grundvandsmagasinet indeholder mere end 5 m fed ler eller 15 m moræneler antages forureningen ikke at transporteres til grundvandet og lokaliteten frasorteres (gælder alle stoffer bortset fra metaller, chlorerede opløsningsmidler og pesticider). De 15 m moræneler er valgt, da det er vurderet (Miljøstyrelsen, 2016b) at lertykkelser over 15 m sjældent har gennemgående sprækker. Det er desuden den samme morænelerstykkelse, der bruges til at identificere områder med lille nitratfølsomhed (Miljøstyrelsen, 2000).
- Såfremt dæklaget til grundvandsmagasinet er mindre end 5 m fed ler eller mindre end 15 m moræneler antages forureningsstofferne at transporteres til grundvandet uden koncentrationsreduktion (gælder alle stoffer undtagen stofgrupperne "BTEX'er og lign.", "Olie- og benzinprodukter", phenoler og polære opløsningsmidler).

- Såfremt der er mellem 1-5 m fed ler, 10-15 m moræneler eller mere end 5 m "andet dæklag", antages der at ske nedbrydning af stofgrupperne "BTEX'er og lign.", "Olie- og benzinprodukter", phenoler og polære opløsningsmidler. Nedbrydning estimeres ved en simpel førsteordens nedbrydningskinetik.
- For metaller gælder særligt, at såfremt dæklaget til grundvandsmagasinet indeholder mere end 5 m fed ler eller 5 m moræneler, antages disse stoffer ikke at transporteres til grundvandet. Den særlige håndtering af metallerne skyldes deres relativt lave mobilitet i jord.
- For chlorerede opløsningsmidler og pesticider er det valgt at dæklaget uanset tykkelsen af lerlag ikke vil udgøre en beskyttelse for disse stoffer. Disse vil derfor blive ført direkte til grundvandet uden reduceret koncentration, da der ikke medtages nedbrydning for disse stofgrupper.

Ovenstående principper er illustreret i Tabel 2 (BTEX'er og lign., Olie- og benzinprodukter, polære opløsningsmidler og phenoler), Tabel 3 (metaller) og Tabel 4 (øvrige forureningsstoffer undtagen chlorerede opløsningsmidler og pesticider). Tabellerne opsummerer det anvendte princip for estimat af forureningskoncentrationen ved toppen af grundvandet for forskellige intervaller og typer af dæklag.

De forskellige intervaller af dæklagstykkelse og -typer er i tabellerne markeret med rød, gul eller grøn afhængig af hvorledes forureningskoncentrationen ved toppen af vandspejlet bestemmes:

- **Rød markering: Hurtig forureningstransport**

I disse tilfælde antages der at ske en hurtig transport til grundvandet, og der vil derfor ikke ske nogen reduktion af kildekonzentrationerne, inden de når grundvandet. Koncentrationen ved toppen af grundvandsmagasinet ($C_{grundvand}$) er dermed lig med kildekonzentrationen (C_0):

$$C_{grundvand} = C_0$$

- **Grøn markering: Ingen forurening til grundvandsmagasinet**

En grøn markering angiver, at der grundet dæklagets tykkelse ikke forventes, at forureningsstoffer når grundvandet. Lokalteter med dæklag i denne kategori vil derfor blive frasorteret på dette trin, da de ikke forventes at udgøre en risiko for grundvandet. Koncentrationen ved toppen af grundvandsmagasinet er således i denne situation nul:

$$C_{grundvand} = 0$$

- **Gul markering: Reduceret koncentration ved toppen af grundvandet**

For stoffer, der forventes at undergå nedbrydning i dæklaget (BTEX'er og lign., olie- og benzinprodukter, polære opløsningsmidler og phenoler) angiver den gule markering, at der ved disse dæklagstykkelser forventes at ske en reduktion af forureningskoncentrationen grundet nedbrydning. Den forventede forureningskoncentration ved toppen af grundvandsmagasinet ($C_{grundvand}$) beregnes i dette tilfælde ved anvendelse af en stempelstrømningsmodel, der tager højde for nedbrydning. Modellen tager højde for forureningens opholdstid i dæklaget og nedbrydning i denne periode beregnet med en 1. ordens nedbrydningskinetik:

$$C_{grundvand} = C_0 \exp(-k_1 t_{vertikal}) \quad (1)$$

Hvor $t_{vertikal}$ er transporttiden gennem dæklaget, C_0 er kildekonzentrationen, k_1 er nedbrydningsraten (d^{-1}). Transporttiden i dæklaget beregnes som:

$$t_{\text{vertikal}} = \sum_{i=1}^8 \frac{B_i \cdot n_i}{I} \quad (2)$$

Hvor B_i er det givne dæklags tykkelse, n_i er det givne dæklags porøsitet og I er infiltrationen. Der kan være op til 8 forskellige typer af dæklag, der hver har deres porøsitet.

Beregningen af forureningskoncentrationen $C_{\text{grundvand}}$ udføres for hvert forureningsstof på lokaliteten.

Tabel 2: Beslutningsmatrix for "BTEX'er og lignende", "Olie- og benzinprodukter", phenoler og polære opløsningsmidler, der beskriver fremgangsmåden til beregning af koncentrationen ved toppen af grundvandet baseret på type og tykkelse af dæklag på lokaliteten.

		Geologi af dæklag		
		Fed ler	Moræneler	Andet
Tykkelse af dæklag	0-1 m	Hurtig transport. Ingen reduktion af koncentration	Hurtig sprækketransport. Ingen reduktion af koncentration	Hurtig transport. Ingen reduktion af koncentration
	1-5 m	Reduktion af koncentration beregnes	Hurtig sprækketransport. Ingen reduktion af koncentration	Hurtig transport. Ingen reduktion af koncentration
	5-10 m	Ingen forurening til magasin	Hurtig sprækketransport. Ingen reduktion af koncentration	Reduktion af koncentration beregnes
	10-15 m	Ingen forurening til magasin	Reduktion af koncentration beregnes	Reduktion af koncentration beregnes
	> 15 m	Ingen forurening til magasin	Ingen forurening til magasin	Reduktion af koncentration beregnes

Tabel 3: Beslutningsmatrix for metaller, der beskriver fremgangsmåden til beregning af koncentrationen ved toppen af grundvandet baseret på type og tykkelse af dæklag på lokaliteten.

		Geologi af dæklag		
		Fed ler	Moræneler	Andet
Tykkelse af dæklag	0-1 m	Ingen nedbrydning og dermed ingen reduktion af koncentration	Hurtig sprækketransport. Ingen reduktion af koncentration	Hurtig transport. Ingen reduktion af koncentration
	1-5 m	Ingen nedbrydning og dermed ingen reduktion af koncentration	Hurtig sprækketransport. Ingen reduktion af koncentration	Hurtig transport. Ingen reduktion af koncentration
	5-10 m	Ingen forurening til magasin	Ingen forurening til magasin	Ingen nedbrydning og dermed ingen reduktion af koncentration
	10-15 m	Ingen forurening til magasin	Ingen forurening til magasin	Ingen nedbrydning og dermed ingen reduktion af koncentration
	> 15 m	Ingen forurening til magasin	Ingen forurening til magasin	Ingen nedbrydning og dermed ingen reduktion af koncentration

Tabel 4: Beslutningsmatrix for øvrige stoffer (undtagen chlorerede opløsningsmidler og pesticider), der beskriver fremgangsmåden til beregning af koncentrationen ved toppen af grundvandet baseret på type og tykkelse af dæklag på lokaliteten. Tabellen er gældende for øvrige stoffer, der ikke antages nedbrudt i dæklaget.

		Geologi af dæklag		
		Fed ler	Moræneler	Andet
Tykkelse af dæklag	0-1 m	Ingen nedbrydning og dermed ingen reduktion af koncentration	Hurtig sprækketransport. Ingen reduktion af koncentration	Hurtig transport. Ingen reduktion af koncentration
	1-5 m	Ingen nedbrydning og dermed ingen reduktion af koncentration	Hurtig sprækketransport. Ingen reduktion af koncentration	Hurtig transport. Ingen reduktion af koncentration
	5-10 m	Ingen forurening til magasin	Hurtig sprækketransport. Ingen reduktion af koncentration	Ingen nedbrydning og dermed ingen reduktion af koncentration
	10-15 m	Ingen forurening til magasin	Hurtig sprækketransport. Ingen reduktion af koncentration	Ingen nedbrydning og dermed ingen reduktion af koncentration
	> 15 m	Ingen forurening til magasin	Ingen forurening til magasin	Ingen nedbrydning og dermed ingen reduktion af koncentration

2.6.2 Undtagelser fra de skitserede principper i Tabel 2-4:

Der er visse undtagelser fra de overordnede principper skitseret i Tabel 2-4 ovenfor. Disse opsummeres herunder:

- Såfremt datagrundlaget for fastsættelsen af dæklagets geologi er karakteriseret som "svagt" af GEUS (se. Kapitel 3) antages dæklaget uanset udstrækning ikke at kunne udgøre en beskyttelse mod stoftransport til grundvandet. Forureningsstoffer føres i dette tilfælde derfor direkte til grundvandet. For stofgrupper hvor der medtages nedbrydning, vil der dog stadig kunne ske en reduktion af koncentrationerne som følge af nedbrydning, hvis dæklagstykkelserne er tilstrækkeligt store.
- Såfremt lokaliteten findes indenfor en radius af 100 m af en indvindingsboring vil det automatisk medføre, at lokaliteten udgør en risiko efter Trin 3 uanset dæklagets tykkelse og eventuel nedbrydning. Afstanden til den nærmeste indvindingsboring indgår i det udarbejdede datasæt fra GEUS (se Kapitel 3).
- Dæklagstykkelser findes som et vægtet gennemsnit for de nærmeste boringer i Jupiterdatabasen (se Kapitel 3). Såfremt der i GEUS' udsøgning af boringer, indenfor 100 m fra lokaliteten, forefindes en boring til et magasin som slet ikke indeholder fed ler/moræneler i dæklaget sendes forureningen direkte til magasinet, uden at der sker nedbrydning i dæklaget på trods af at der kan være andre boringer indenfor udsøgningsområdet, som indeholder ler/moræneler.

Beslutningen om at dæklag, uanset udstrækning, ikke skal kunne udgøre en beskyttelse mod grundvandsforurening for lokaliteter med svag datadækning, er bl.a. baseret på en sammenligning med GeoGIS data fra Region Hovedstaden vist i Bilag 7. Her er morænelerstykkelser sammenlignet for GrundRisk og GeoGIS boringer med vandprøver udtaget fra dybder over 5 m. Heraf blev det fundet, at overensstemmelsen er tilfredsstillende for lokaliteter med god og middel datadækning, idet der for 72-78% af lokaliteterne i disse kategorier ses en overensstemmelse eller underestimering af lerlagene. For lokaliteter med svag datadækning er der en

væsentlig større andel, der overestimerer lertykkelserne (42% af lokaliteterne), hvorfor lertykkelsen for disse lokaliteter ikke antages at give beskyttelse uanset deres udstrækning. Det skal nævnes at der er væsentlige usikkerheder i den gennemførte sammenligning bl.a. omkring placeringen af dæklagets bund i GeoGIS, hvorfor en fuld overensstemmelse ikke kan forventes. Det bemærkes desuden, at GrundRisks lertykkelsesestimer vil forbedres i takt med at de geologiske beskrivelser for regionernes undersøgelsesboringer indrapporteres i Jupiterdatabasen.

2.6.3 Nedbrydningsrater for BTEX'er, olie- og benzinprodukter, polære opløsningsmidler og phenoler

Der findes ingen opsamling af relevante 1.ordens nedbrydningsrater relateret til vertikal transport igennem dæklag til grundvandet (Trin 2). I dette projekt er det derfor som udgangspunkt valgt at anvende de aerobe nedbrydningsrater fra JAGGs grundvandsmodul (Miljøstyrelsen, 2016b). Der er fundet specifikke rater for hvert af BTEX-stofferne, mens der for stofgruppen "Olie- og benzinprodukter" samt andre stoffer i gruppen "BTEX og lignende" er benyttet en generel nedbrydningsrate, som er sat til den laveste rate for BTEX. For xylener og phenoler er den laveste aerobe værdi i JAGG valgt. De benyttede rater findes i

Tabel 5.

De samme rater anvendes for den horisontale transport i grundvandet i Trin 3. For at undersøge screeningsens sensitivitet overfor nedbrydningsraterne undersøges det desuden, hvilken indflydelse det har at:

- *se bort fra nedbrydning*: Det antages at der ikke sker nedbrydning hverken under den vertikale eller den horisontale transport
- *Anvende en højere rate for den vertikale nedbrydning, som repræsenterer umættede forhold*. I dette sensitivitetsscenario anvendes medianværdien af nedbrydningsraten for benzen (2.4 d^{-1}) baseret på 45 profiler i umættet zone på 17 amerikanske lokaliteter (Lahvis. 2009, refereret i Miljøstyrelsen (2012)). Denne rate benyttes for stoffer i stofgrupperne "BTEX'er og lignende" samt "Olie- og benzinprodukter" For phenoler og polære opløsningsmidler anvendes den højeste aerobe nedbrydningsrate fundet i JAGG.
- *Anvende en højere rate for nedbrydningen under den horisontale transport i grundvandet*. I dette sensitivitetsscenario øges alle nedbrydningsraterne med en faktor 10.

Tabel 5: Benyttede nedbrydningsrater for BTEX'er, olie- og benzinprodukter, polære opløsningsmidler og phenoler som udgangspunkt i screeningen samt i sensitivitets-scenarium med høje nedbrydningsrater.

Stofnavn/stofgruppe	Vertikal nedbrydningsrate [d ⁻¹]		Horisontal nedbrydningsrate [d ⁻¹]	
	Udgangspunkt	Høj	Udgangspunkt	Høj
Benzen	0,01	2,4	0,01	0,1
Toluen	0,02	2,4	0,02	0,2
Ethylbenzen	0,01	2,4	0,01	0,1
o-xylen	0,02	2,4	0,02	0,2
m- og p-xylen (Xylener)	0,001	2,4	0,001	0,01
Naphtalen	0,7	2,4	0,7	7
Øvrige BTEX og lignende ^{a)}	0,001	2,4	0,001	0,01
Olie- og benzinprodukter	0,001	2,4	0,001	0,01
Phenoler	0,002	0,07	0,002	0,02
Acetone	0,04	0,09	0,04	0,4
Øvrige polære opløsningsmidler	0,04	0,09	0,04	0,4

^{a)} Omfatter stoffer/parametre i stofgruppen "BTEX'er og lignende", som ikke har specifikke rater i JAGG: Benzin, BTEX (sum), benzin, BTEX'er og lignende, C5-C10 kulbrintefraktion, Olie-benzin, Styren og TEX (sum)

2.6.4 Frasortering på Trin 2

Frasorteringen på Trin 2 sker stofs specifikt. Forureningsstoffer kan frasorteres af forskellige årsager, som nævnt nedenfor:

- **Trin 2.1:** Stoffer frasorteres såfremt dæklagstykkelse af ler og moræneler overholder de fastsatte kriterier skitseret i Tabel 2-Tabel 4.
- **Trin 2.2:** Stoffer, der ikke har et modelstof fjernes, da de derfor heller ikke har en worst case koncentration, som kan anvendes i beregningen. Der er her tale om et mindre antal stoffer i alt bl.a. phtalater, PCB'er, visse metaller og "andre aromatiske forbindelser". Det bør besluttes, hvilke stoffer der skal indgå i screeningen fremadrettet, og hvilke modelstoffer og koncentrationer, der skal repræsentere dem. De relevante stoffer ses af Bilag 3. Listen indeholder desuden et antal pesticider, som sandsynligvis kan repræsenteres ved et af de eksisterende modelstoffer for pesticider. Det skal blot besluttes, hvilket modelstof og worst case koncentration, der skal anvendes for hvert af dem. Det skal pointeres at en selvom lokaliteten fjernes i Trin 2.2 betyder det ikke at den ikke kan udgøre en risiko, men blot at screeningen på nuværende tidspunkt ikke kan gennemføres for denne forureningstype. Der kan i stedet henvises til den videre risikovurdering. De pågældende lokaliteter, som dette er gældende for vil blive markeret særskilt med et flag.
- **Trin 2.3:** Stoffer, der overholder grundvandskvalitetskriteriet efter den vertikale transport frasorteres. Koncentrationerne for disse stoffer er reduceret som følge af nedbrydning i dæklaget.

2.7 Trin 3: Risiko for grundvandet og indvundet drikkevand

På baggrund af koncentrationerne ved toppen af grundvandsmagasinet $C_{grundvand}$ fra Trin 2 beregnes i Trin 3 en forureningsflux J til grundvandet vha. nedenstående ligning, hvor A er forureningskildens areal og I er infiltrationen til grundvandsmagasinet:

$$J = A \cdot C_{grundvand} \cdot I \quad (3)$$

Den beregnede forureningsflux anvendes efterfølgende som input til at beregne forureningskoncentrationen i grundvand og indvundet drikkevand. Påvirkningen af grundvandet vurderes ved at beregne tre forskellige koncentrationer på dette trin:

A) Koncentration 100 m nedstrøms i grundvandet: Forureningskoncentrationerne 100 m nedstrøms beregnes vha. den analytiske model 'GrundRisk Risikovurdering' der er udviklet i GrundRisk projektets Delprojekt 2 om risikovurdering (Miljøstyrelsen, 2016a), og er således identisk med den model, der anvendes i den detaljerede risikovurdering. Modellen anvender den nedadrettede forureningsflux til magasinet (Ligning 3) som input og tager højde for spredning ved dispersion i 3 dimensioner samt eventuel nedbrydning af forureningen. Derudover tager den højde for fortynding som følge af infiltration til forureningsfanen. I beregningen bestemmes koncentrationen som et gennemsnit over de 2 m af forureningsfanen hvor koncentrationen er højst og følger hermed principperne i Delprojekt 2 (Miljøstyrelsen, 2016a). Grundvandshastigheden i magasinet indgår som parameter i beregningen og bestemmes ud fra den hydrauliske gradient og konduktivitet af magasinet.

B) Koncentration i indvundet drikkevand i en fiktiv indvindingsboring placeret 100 m nedstrøms med en årlig oppumpning på 10.000 m³: Koncentrationen i det indvundne drikkevand beregnes under antagelse af, at hele forureningsfluxen til magasinet fra lokaliteten indfanges af indvindingsboringen. Den gennemsnitlige koncentration i det indvundne drikkevand C_{indv} findes som forureningsfluxen J divideret med standardindvindingen Q på 10.000 m³/år:

$$C_{indv} = \frac{J}{Q} \quad (4)$$

Der tages i denne beregning højde for eventuel nedbrydning under forureningens opholdstid i magasinet, $t_{horizontal}$ ved en 1. ordens nedbrydningskinetik:

$$C_{indv} = \frac{J}{Q} \exp(-k_1 t_{horizontal}) \quad (5)$$

hvor k_1 angiver nedbrydningsraten. Opholdstiden $t_{horizontal}$ bestemmes ud fra afstanden og grundvandshastigheden u :

$$t_{horizontal} = \frac{100 \text{ m}}{u} \quad (6)$$

C) Koncentration i indvundet drikkevand ved nærmeste faktiske indvindingsboring under antagelse af en årlig oppumpning på 10.000 m³: Denne beregning svarer til beregningen under B), dog er indvindingsboringen ikke placeret 100 m nedstrøms, men i en nedstrøms afstand svarende til den nærmeste faktiske indvindingsboring. Grundet den typisk længere afstand end i B) vil nedbrydning i grundvandsmagasinet spille en større rolle for de stoffer, der antages at nedbrydes (BTEX'er, oliestoffer og phenoler).

De beregnede koncentrationer sammenlignes med grundvandskvalitetskriterier for de pågældende forureningsstoffer, og der beregnes en overskridelsesfaktor. Såfremt grundvandskvalitetskriterierne er overholdt for alle stoffer på lokaliteten frasorteres den på dette trin. Som udgangspunkt foretages frasorteringen ud fra A), dvs. at grundvandskvalitetskriteriet skal være overholdt 100 m nedstrøms. B) og C) er medtaget for at undersøge konsekvensen af at anvende opblandede koncentrationer som risikovurderingsprincip i stedet for grundvandskoncentrationer.

Indvindingsstørrelsen der anvendes i B) og C) er sat lavt (10.000 m³/år) for at sikre en god beskyttelse af grundvandsressourcen, og repræsenterer således et mindre vandværk.

2.7.1 Grundvandskvalitetskriterier

De beregnede forureningskoncentrationer i Trin 2 og 3 sammenlignes med grundvandskvalitetskriterierne for de relevante stoffer. På baggrund heraf foretages der en frasortering af de forureningsstoffer, som ikke fører til overskridelser af kvalitetskriterierne. Der er så vidt muligt benyttet grundvandskvalitetskriterier angivet af Miljøstyrelsen (2014d). I tilfælde hvor der ikke findes et grundvandskvalitetskriterium, er kriterier gældende for drikkevand i henhold til Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med drikkevandsanlæg (Miljø- og Fødevareministeriet, 2016) anvendt. Såfremt der ikke findes et kriterium for stoffet i hverken Miljøstyrelsen (2014d) eller (Miljø- og Fødevareministeriet, 2016) er der for nogle stoffer fastsat et kriterium på baggrund af lignende stoffer. De anvendte kvalitetskriterier samt deres referencer ses i Bilag 4.

For chlorerede ethener (PCE, TCE og DCE) vil der som udgangspunkt blive sammenlignet med de specifikke kriterier for stofferne. Desuden undersøges effekten af at sammenligne med kriteriet for VC ud fra en worst case betragtning, ligesom der gøres i overfladevandsværktøjet. Dette forventes dog ikke at have stor betydning, da grundvandskvalitetskriteriet for VC kun er 5 gange lavere end kriteriet for de øvrige chlorerede ethener. I modsætning til overfladevand, hvor kvalitetskriteriet for VC er 200 gange lavere end for de øvrige chlorerede ethener.

2.8 Opmærksomhedspunkter ("flag") i screeningen

Der vil i den endelige IT-opsætning af screeningen blive arbejdet med et antal "flag", der udgør forskellige opmærksomhedspunkter i screeningen. Dette drejer sig f.eks. om lokaliteter med forureningsstoffer, der mangler modelstoffer, og som der derfor ikke kan regnes videre på efter Trin 2.2. Disse lokaliteter vil således ikke blive frasorteret i den endelige screening, men tildelt en markering, således at der gøres opmærksom på de manglende data. Ligeledes vil eksempelvis lokaliteter, der ligger i områder af Danmark med kompleks geologi (nærmere beskrivelse i Kapitel 3) blive markeret med et flag. I Tabel 6 ses en oversigt over de flag/opmærksomhedspunkter, der kan tildeles screenede lokaliteter.

Tabel 6. Oversigt over flag/opmærksomhedspunkter, der kan tildeles lokaliteterne i screeningen

Flag	Uddybning af flagets betydning
"Bly, kobber eller PAH"	Lokaliteten markeres såfremt bly, kobber eller PAH er blevet fjernet som forureningsstof i Trin 1
"Kompleks geologi"	Lokaliteten markeres såfremt den er beliggende i område med kompleks geologi
"Manglende modelstof"	Lokaliteten markeres såfremt, den indeholder et forureningsstof, der ikke kan regnes på pga. manglende modelstof
"Svag geologi"	Datadækningen til beregning af dæklagstykkelser er svag, jf. forklaring i Tabel 8.
"MTBE fjernet i Trin 2"	MTBE på lokaliteten er fjernet i Trin 2.1, dvs. som følge af dæklagstykkelsen.
"Lokalitet har boring uden ler i en radius af 100-300 m fra kant"	Der gøres opmærksom på, at udsøgningen af boringer har resulteret i at der er fundet en boring helt uden ler/moræneler i dæklaget indenfor en radius af 100-300 m fra lokalitetens kant. Bemærk at såfremt en sådan boring findes indenfor 100 m af lokalitetens rand føres forureningen direkte til grundvandet og forbigår Trin 2.
"Lokalitet udgør risiko pga. vandindvinding"	Lokaliteten udgør en risiko fordi der er en vandindvindingsboring indenfor 100 m fra lokalitetens kant. Det betyder ikke nødvendigvis at grundvandskvalitetskriteriet er overskredet.

3. Udsøgning af dæklagstykkelse

For at foretage beregningerne i Trin 2 i screeningen, er det nødvendigt at have ensartede informationer om blandt andet dæklagenes type og tykkelse for alle forurenede lokaliteter i Danmark. I et parallelt projekt har GEUS derfor udarbejdet en automatiseret metode til at udsøge relevante geologiske og hydrogeologiske parametre baseret på Jupiterdatabasen og DK-modellen (Miljøstyrelsen, 2016c). De informationer, der vil blive benyttet til screeningen ses i Tabel 7, der også refererer de anvendte datakilder. En dybere beskrivelse af GEUS' arbejde findes i Miljøstyrelsen (2016c). Derudover findes et udsnit af datasættet i Bilag 5.

Udover de informationer, der specifikt anvendes i screeningen beskrevet i denne rapport, har GEUS udsøgt øvrige data, som kan være relevante i det senere trin, hvor der udføres en detaljeret risikovurdering for lokaliteten. Disse data omfatter dybde til redoxgrænse, strømningssretning i grundvandsmagasin samt en markering af lokaliteter der har en kompleks geologi eller har tilgængelige geofysiske data (se Tabel 10).

Tabel 7: Geologisk information fra Miljøstyrelsen (2016c), der benyttes til screeningsværktøjet.

Geologisk information	Oprindelig datakilde	Udsøgningsmetode
Tykkelse af 8 forskellige dæklagstyper, og dertilhørende porøsiteter samt samlet tykkelse af alle dæklag: <ul style="list-style-type: none"> - Fed ler - Moræneler, sandet ler, siltet ler, ler (uspecificeret) - Sand - Grus og sten - Gytje, tørv og brunkul - Kalk - Fyldjord - Ukendt lithologi 	Jupiter samt DK-model ved begrænsede Jupiterdata	Vægtet gennemsnit af dæklagstykkelser udregnet for 5 meters intervaller
Dybde til øverste grundvandsmagasin	DK-modellen	Dybden til det øverst angivne grundvandsmagasin under lokaliteten. Dette er fundet som dybden til grundvandsmagasinet ved centroiden af lokaliteten.
Hydraulisk gradient	DK-modellen	Beregnet ud fra simuleret trykniveau
Infiltration til øverste grundvandsmagasin	DK-modellen	Beregning af netto infiltration til øverste grundvandsmagasin
Grundvandsmagasinet lithologitype, og dertilhørende porøsiteter og hydrauliske konduktiviteter: <ul style="list-style-type: none"> - Kvartært sand - Prækvartært sand - Kalk - Sandsten - Grønne skifre - Opsprækket granit/grundfjeld - Vides ikke 	DK-modellen samt diverse referencer for hydrauliske konduktiviteter og porøsiteter (se Miljøstyrelsen 2016c)	Det øverste angivne grundvandsmagasin under lokaliteten (hvis der ikke er et magasin på lokaliteten ifølge DK-modellen anvendes hydraulisk konduktivitet og porøsitet svarende til et sandmagasin)
Afstand til nærmeste indvindingsboring	Jupiter	De aktive indvindingsboringer til almene vandværker

3.1 Udsøgning af geologiske og hydrogeologiske informationer

Ved udsøgningen af dæklagstykkelse og -typer er der, jf. Miljøstyrelsen 2016c, foretaget en klassificering af om datadækningen (tilstedeværelsen af Jupiterboringer) er henholdsvis god, medium eller svag for lokaliteten. Klassifikationen er forklaret i Tabel 8. For grunde med god eller medium datadækning er der foretaget en beregning af lagtykkelser baseret på alle beskrevne boringer indenfor 300 m omkring grundens areal (god datadækning) eller indenfor 1000 m (medium datadækning). Ved beregninger af de vægtede lagtykkelser er der foretaget en lineær vægtning af boringer, således at boringer vægtes højere, jo tættere de er på grunden.

For lokaliteter, der ikke opfylder kriterierne for god eller medium datadækning, er den geologiske information fra Jupiter suppleret med luginformation fra DK-modellen. Som nævnt i Kapitel 2 er det valgt, at såfremt en lokalitet har svag datadækning, skal de fundne dæklag uanset tykkelserne ikke kunne være årsag til at en lokaliteten frasorteres i screeningen.

Tabel 8: Klassifikation af datadækningen for de polygoner der ligger indenfor OSD eller indenfor indvindingsoplande udenfor OSD (i alt 19.505 polygoner) ud fra antallet af Jupiterboringer nær lokaliteten (Miljøstyrelsen, 2016c).

Klassifikation	Beskrivelse	Antal polygoner samt procentvis fordeling
Grunde med GOD datadækning	Mindst 4 beskrevne boringer i en 300 m bufferzone omkring grunden OG Mindst 2 beskrevne boringer der træffer øverste grundvandsmagasin i DK modellen indenfor en 300 m bufferzone omkring grunden.	6.628 (33%)
Grunde med MEDIUM datadækning	Mindst 2 beskrevne boringer i en 300 m bufferzone omkring grunden OG Mindst 1 beskrevet boring der træffer øverste grundvandsmagasin i DK modellen indenfor en 1000 m bufferzone omkring grunden.	5.493 (28%)
Grunde med SVAG datadækning	Klassen omfatter de resterende V1 og V2 kortlagte grunde, der ikke opfylder kriterierne for god og medium datadækning.	7.384 (38%)

For hver lokalitet er der tilknyttet mindst en matrikel (V1) eller kortlagt område (V2) beskrevet ved et polygon. I alt består det indeværende datasæt af 48.369 polygoner, der tilsammen beskriver de 35.000 registrerede lokaliteter i DKJORD-databasen, da datasættet blev hentet. Tabel 9 beskriver antallet af lokaliteter, der beskrives af et specifikt antal polygoner, samt andelen af lokaliteter der beskrives af det specifikke antal polygoner. Fra tabellen ses det, at omkring 80 % af lokaliteterne udgøres af ét polygon, og at de resterende 20 % udgøres af 2-60 polygoner.

I forhold til at udsøge dybden til grundvandsmagasinet har GEUS undersøgt to fremgangsmåder. Ved den ene metode udsøges dybden i DK-modellen med udgangspunkt i polygonets centroide (midtpunkt) og ved den anden metode udsøges den mindste dybde til magasinet indenfor en radius af 300 m fra centroiden. Ved at sammenholde udsøgninger af dæklagstykkelsen ved begge fremgangsmåder for kendte lokaliteter er det fundet, at udsøgningen fra

centroiden stemmer bedst overens med faktisk observerede dæklagstykkelser (Miljøstyrelsen, 2016c). Denne udsøgningsprocedure er dermed valgt i nærværende rapport.

Tabel 9: Antallet af lokaliteter der har et specifikt antal polygoner tilknyttet i GEUS datasættet. Videre er andelen af lokaliteter med det specifikke antal lokaliteter angivet.

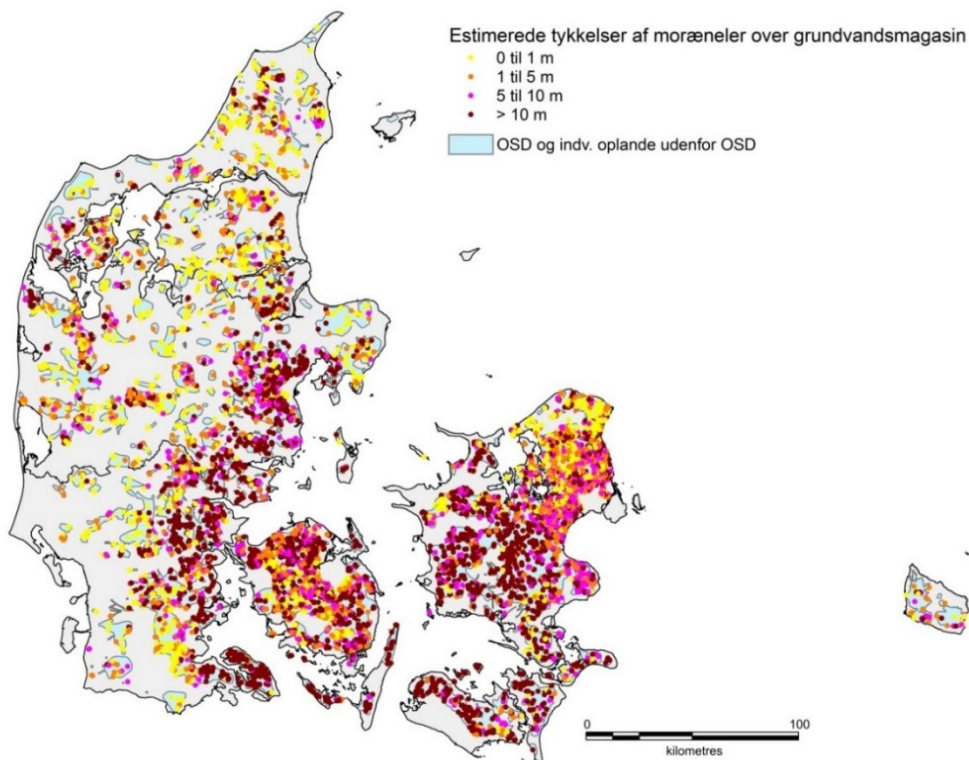
Antal polygoner	Antal lokaliteter	Andelen af totale lokaliteter
1	27.547	79 %
2	4.828	14 %
3	1.501	4,3 %
4	526	1,5 %
5	258	0,74 %
5-60	340	0,97 %

Tabel 10. Øvrige data i GEUS' datasæt som kan anvendes i den detaljerede risikovurdering, der ligger efter screeningen.

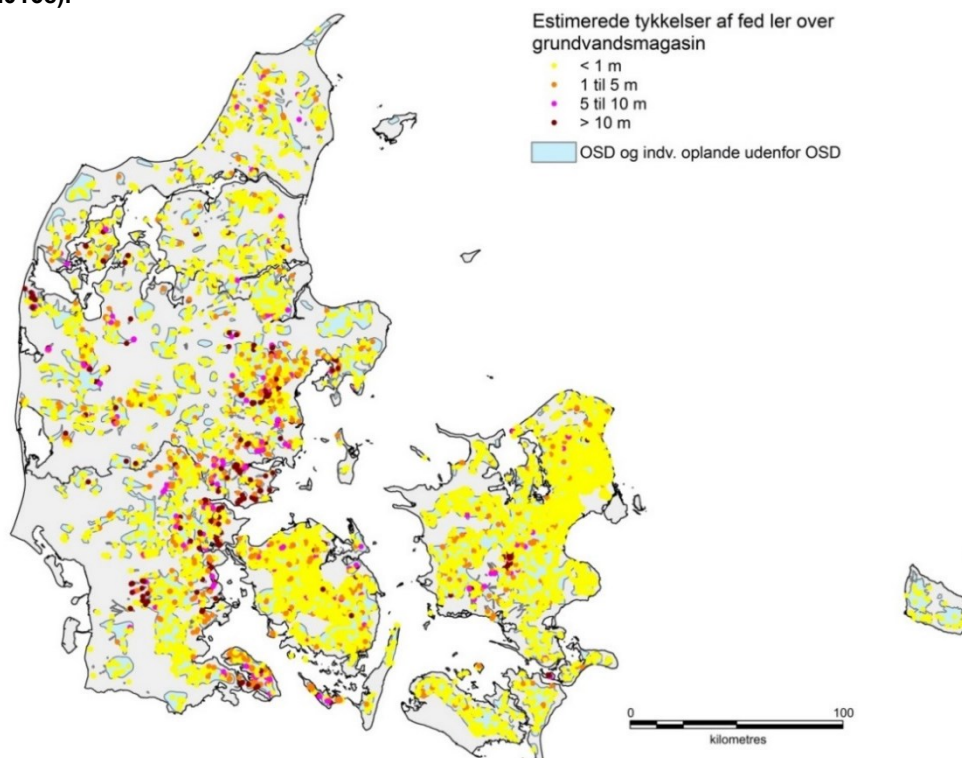
Øvrige tilgængelige data for hvert polygon i GEUS' datasæt		Datkilde
Redoxgrænse	Dybden til redoxgrænsen fra centroiden af den kortlagte grund	Det nationale redoxkort fra 2014
Grundvandsmagasin	Strømningsretning i øverste grundvandsmagasin	DK-modellen
Kompleks geologi	Er lokaliteten placeret i et glacialtektonisk forstyrret område? (JA/NEJ)	Digitalt geomorfologisk kort og Per Smeds landskabskort
Geofystik	Er geofysiske målinger til stede indenfor en 300 m radius fra lokaliteten (JA/NEJ)	Gerda databasen

3.2 Resulterende dæklagstykkelser

De resulterende dæklagstykkelser af moræneler og fed ler er visualiseret på Figur 5 (moræneler) og Figur 6 (fed ler) herunder. Som forventet findes de største morænelerstykkelser på Sjælland, Fyn og det østlige Jylland.



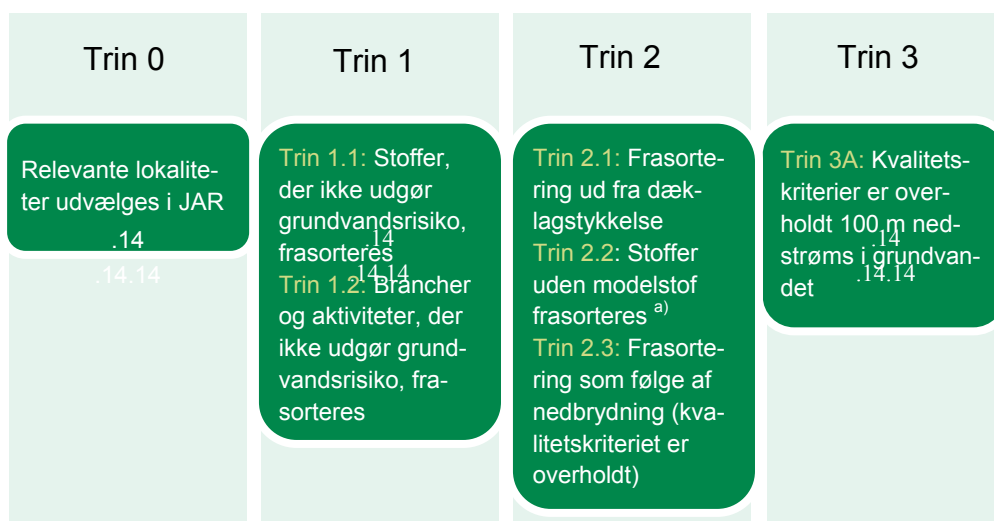
Figur 5: Danmarkskort med estimerede tykkelser af moræner over øverste grundvandsmagasin ved kortlagte grunde indenfor OSD eller indvindingsoplande udenfor OSD. Dybden til grundvandsmagasinet i DK-modellen er udtrukket fra centroiden af den kortlagte grund. Beregninger og udtræk er gennemført i juni 2016 (Miljøstyrelsen, 2016c).



Figur 6: Danmarkskort med estimerede tykkelser af fed ler over øverste grundvandsmagasin ved kortlagte grunde indenfor OSD eller indvindingsoplande udenfor OSD. Dybden til grundvandsmagasinet i DK-modellen er udtrukket fra centroiden af den kortlagte grund. Beregninger og udtræk er gennemført i juni 2016 (Miljøstyrelsen, 2016c).

4. Konsekvensanalyse

Der er gennemført en konsekvensanalyse, der belyser screeningens effekt fordelt på de fire trin i screeningsmetoden præsenteret i kapitel 2. De fire trin er opsummeret i Figur 7. Det skal bemærkes, at screeningen ikke endeligt frasortere lokaliteter, hvilket betyder, at antallet af lokaliteter er konstant før og efter screeningen. Men igennem screeningen vil lokaliteter på baggrund af valg og beregninger blive taget ud af screeningen f.eks. på grund af lertykkelsens størrelse, eller fordi screeningsresultatet ikke giver anledning til en trussel for grundvandet. De frasorterede lokaliteter vil dog stadig kunne søges frem, og man vil kunne få oplyst grunden til frasorteringen. Denne rapport beskriver ikke denne søgefunktion, som i stedet bliver håndteret under udviklingen af IT-systemet.



Figur 7: Flowdiagram benyttet til konsekvensanalysen af screeningen for kortlagte forurenede lokaliteter, der udgør en potentiel en risiko for grundvandet. ^{a)} Lokaliteter med stoffer der mangler modelstof vil blive mærket og udgår ikke af det samlede antal lokaliteter. Der kan blot ikke regnes videre på dem i screeningen.

4.1 Data til brug for screeningen

Til brug for konsekvensanalysen er der benyttet følgende data:

- Udtræk fra DKJORD leveret af Danmarks Miljøportal af den 11. august 2016 der bl.a. angiver alle registrerede V1- og/eller V2-lokaliteter, de tilknyttede forureningsstoffer, standardkoncentrationer og størrelsen af de forurenede arealer. Det totale datasæt består af 352.297 rækker, der tilsammen dækker over 35.060 lokaliteter. Hver række i datasættet repræsenterer et forureningsstof. Der er derfor i dette datasæt i gennemsnit ca. 10 forureninger pr. lokalitet. Et udsnit af data er vist i Bilag 5.
- Udtræk fra JAR databasen af registrerede lokaliteter i alle regioner foretaget i januar 2017. Udtrækket indeholder information om hvorvidt lokaliteten kan udgøre en risiko overfor grundvand (OSD eller indvindingsoplande udenfor OSD), om lokaliteten er omfattet af OM-ordningen, samt hvad fremdriften er på lokaliteten (historik, indledende undersøgelse, videregående undersøgelse, afværge eller monitoring). Datasættet omfatter 35.461 lokaliteter. Et udsnit af data er vist i Bilag 5.
- GEUS' datasæt indeholdende de estimerede dæklagstykkelser og -typer, dybde til grundvandsmagasinet mv. som beskrevet i kapitel 3. Lokalitetsdata benyttet til ud-

søgningen er hentet fra Miljøportalen d. 7. og 20. juni 2016. Det totale datasæt består af 48.369 rækker, der tilsammen dækker over 35.000 forurenede lokaliteter. Lokaliteter, der optræder flere gange i datasættet, har mere end ét kortlagt areal knyttet til dem beskrevet ved et polygon jf. Tabel 9. Et udsnit af data er vist i Bilag 5.

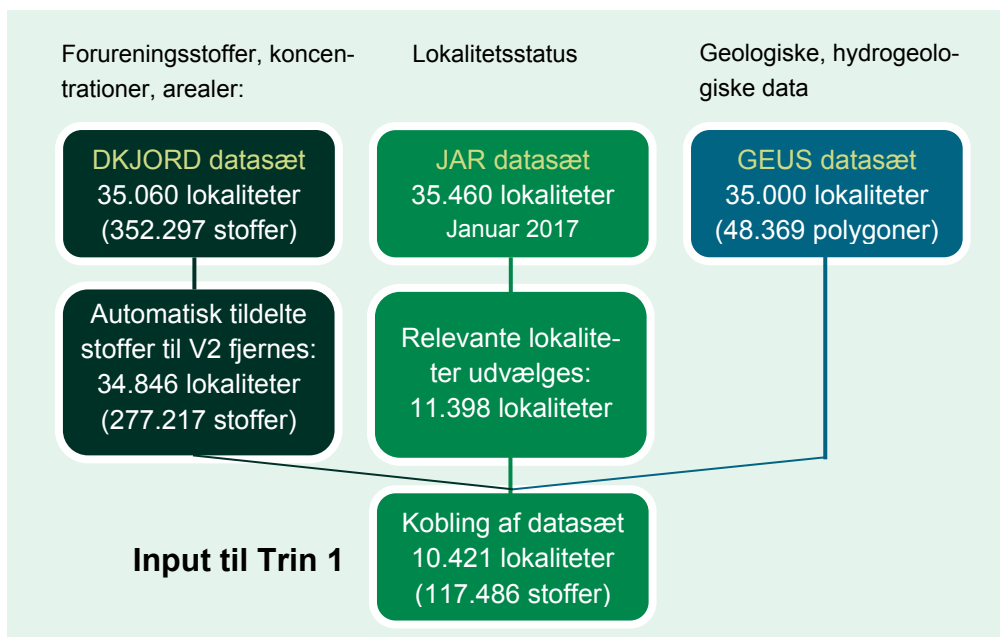
4.1.1 Kobling af datasæt og dataforbehold

Et flowdiagram for koblingen af de tre datasæt er vist i Figur 8. Som nævnt i Kapitel 2 er det valgt alene at tage udgangspunkt i de faktisk kortlagte forureningsstoffer for V2-lokaliteterne, svarende til dokumentationsgrundlaget for kortlægningen. Den i DKJORD automatiske tildeling af "V1- forureningsstoffer" er således fjernet og vil ikke indgå i konsekvensanalysen. En undtagelse herfor er de V2-lokaliteter, hvor der ifølge JAR kun er udført frivillig/privat indsats, selvom lokaliteten indgår i den offentlige indsats. Disse lokaliteter vil beholde de automatisk tilføjede forureningsstoffer baseret på brancher og aktiviteter. Som tidligere nævnt skyldes dette, at privatfinansierede undersøgelser ofte vil fokusere på få udvalgte forureningsstoffer, der ikke nødvendigvis er dækkende for de brancher og/eller aktiviteter der har været på lokaliteten. Lokaliteter der er kortlagt både på V1 og V2 vil også beholde de automatisk tildelte forureningsstoffer baseret på brancher og aktiviteter.

Efter fjernelsen af de automatisk tildelte forureningsstoffer baseret på brancher/aktiviteter for V2 observeres det, at der er 34.846 lokaliteter tilbage (se Figur 8) og 227.217 forureningsstoffer fordelt på disse lokaliteter. Der er dermed fjernet 214 V2-lokaliteter som altså i databasen kun har standardarealer. Dette kan muligvis bero på en fejl i data, DKJORDs datamodel eller noget helt tredje.

I JAR-databasen udvælges alene de lokaliteter, der kan udgøre en risiko overfor OSD og indvindingsoplande udenfor OSD, hvilket drejer sig om 11.398 ud af de samlede 35.460 lokaliteter

I næste trin sker den faktiske kobling af de tre datasæt. Som nævnt ses ovenfor, er datasættene hentet på forskellige datoer. Der er derfor 977 lokaliteter, som ikke optræder i alle tre datasæt og derfor ikke kan medtages i konsekvensanalysen. Det koblede datasæt består derfor af 10.421 lokaliteter. Alle polygoner på samme lokalitet tildeles det samme sæt af forureningsstoffer, da det ikke er muligt at skelne mellem forskellige polygoners forureningsstoffer i DKJORD databasen. Det samlede antal forureningsstoffer der skal udføres beregninger for, bliver dermed 117.486 efter koblingen af datasættene. Det koblede datasæt udgør inputtet til screenings Trin 1.



Figur 8: Flowdiagram over koblingen af de tre datasæt, der benyttes til konsekvensanalysen. Tallene angiver antallet af lokaliteter i datasættet. Tallet i parentes angiver antallet af forureningsstoffer. For GEUS datasættet angiver tallet i parentes antallet af polygoner (kortlagte områder) i datasættet.

4.2 Sensitivitetsscenerier

Der udføres et antal sensitivitetsscenerier for at undersøge resultatets følsomhed overfor udvalgte metodevalg og parametre. En kort beskrivelse af de 9 scenarier findes i

Tabel 11.

To af sensitivitetsscenerierne (Sc1-Sc2) undersøger resultatets følsomhed overfor Trin 2.1, hvor forureningsstoffer fjernes på baggrund af lertykkelsen på lokaliteten. Det undersøges, hvorledes det påvirker resultatet, at de "sikre lertykkelser" øges med 5 m, samt hvorledes det påvirker resultatet at fjerne Trin 2.1 fra screeningen.

Der udføres desuden en række sensitivitetsscenerier, der omhandler nedbrydning. Således undersøges betydning af at fjerne nedbrydning helt i screeningen (Sc3) samt af at øge nedbrydningsraterne for både den vertikale (Sc4) og den horisontale transport (Sc5), samt i kombination (Sc6). I forhold til nedbrydningen under den vertikale transport er det konservativt valgt, at der udelukkende sker nedbrydning efter de første 10 m i moræneler eller efter 5 m i øvrige dæklag (sand, grus mv.), mens det for fed ler sker efter 1 m. Betydningen af dette valg er undersøgt ved at udføre et scenarium hvor der sker nedbrydning allerede fra 5 m moræneler (Sc7) samt fra 1 m moræneler eller 1 m øvrige dæklag (Sc8). Endelig er der inkluderet et scenarium (Sc 9), hvor de chlorerede ethener (PCE, TCE og DCE) i Trin 3 sammenlignes med grundvandskvalitetskriteriet for vinylchlorid (VC) i stedet for de specifikke grundvandskvalitetskriterier.

Tabel 11: Beskrivelse af de 9 sensitivitetsscenarioer (Sc1-Sc9)

Scenarium	Kort beskrivelse af sensitivitetsscenario	Trin i screening, hvor ændring sker
Sc1: "Sikker" lertykkelse øges med 5 m	Der lægges 5 m til lertykkelsesgrænserne i Tabel 2-4, der fastlægger hvornår forureningsstoffer (undtagen chlorerede opløsningsmidler og pesticider) frasorteres.	Trin 2.1
Sc2: Ingen frasortering pga. lertykkelser	Trin 2.1 fjernes, således at ingen forureningsstoffer fjernes på baggrund af lertykkelser på lokaliteten.	Trin 2.1
Sc3: Ingen nedbrydning	Nedbrydning af BTEX og lign., olie- og benzinprodukter, phenoler og polære opløsningsmidler fjernes både for den vertikale transport (Trin 2.3) og den horisontale transport (Trin 3)	Trin 2,3 og Trin 3
Sc4: Øget nedbrydningsrate vertikal	Højere nedbrydningsrater for vertikal transport. Se rater i Tabel 5	Trin 2.3
Sc5: Øget nedbrydningsrate horisontal	Højere nedbrydningsrater for horisontal transport. Alle rater i er øget med en faktor 10 i forhold til udgangspunktet	Trin 3
Sc6: Øget nedbrydningsrate vertikal og horisontal	Højere nedbrydningsrater både for vertikal transport og horisontal transport. Samme forøgelse af rater som i Sc4 og Sc5 er anvendt	Trin 2.3 og Trin 3
Sc7: Nedbrydning fra 5 m ler	Grænsen for hvornår nedbrydning foregår ændres i forhold til basisscenariet således at der allerede sker nedbrydning fra 5 m moræneler modsat udgangspunktet, hvor det først sker fra 10 m.	Trin 2.3
Sc8: Nedbrydning fra 1 m ler	Grænsen for hvornår nedbrydning foregår ændres i forhold til basisscenariet således at der allerede sker nedbrydning fra 1 m moræneler/andet modsat udgangspunktet, hvor det først sker fra 10 m/5m.	Trin 2.3
Sc9: Kriterium for VC anvendes for chlorerede ethener	Trin 3: PCE, TCE og DCE-koncentrationer sammenlignes med grundvandskvalitetskriteriet for VC (0,2 µg/L)	Trin 3

4.3 Resultater af konsekvensanalysen

4.3.1 Overordnet screeningsresultat

Resultatet af konsekvensanalysen er illustreret i Figur 10, som viser antallet af lokaliteter, der henholdsvis frasorteres og forbliver i screeningen på de 3 trin samt de i alt 6 deltrin. Den største fjernelse af lokaliteter sker i Trin 2 og Trin 3. Som nævnt i kapitel 2.5 fjernes forureningsstofferne/-parametrene jern, ammonium, kemisk iltforbrug og organisk carbon (NVOC) i screenings Trin 1, da disse ikke menes at udgøre en risiko for grundvand og ikke har grundvandskvalitetskriterier. Derudover fjernes som tidligere nævnt PAH'er, samt metallerne bly og kobber grundet deres lave mobilitet i jord. Dette giver anledning til at 67 lokaliteter frasorteres, fordi de kun har disse typer forureninger tilknyttet.

På Trin 2 frasorteres i alt 1.237 lokaliteter svarende til 10% af de screenede lokaliteter. Det største antal lokaliteter fjernes på Trin 2 enten på baggrund af dæklagstykkelsen (508 stk) eller på baggrund af nedbrydning i dæklaget (502 stk.). For metaller vurderes dæklagstykkelsen af fed ler eller moræneler på over 5 meter at yde tilstrækkelig beskyttelse, mens der for øvrige forureningstyper (pesticider og chlorerede opløsningsmidler undtaget) vurderes at et dæklag på 5 m fed ler eller 15 m moræneler yder beskyttelse mod transport til grundvandet (jf, Tabel 2-Tabel 4. I Trin 2.3 tages der højde for nedbrydning (gælder stofgrupperne "BTEX'er og lign", "Olie- og benzinprodukter", phenoler og polære opløsningsmidler) i dæklaget. Dette gøres for den del af stoffernes opholdstid, der kan tilskrives de gule dæklag i Tabel 2, altså kun de dele af dæklagene, hvor der ikke antages hurtig transport til grundvandet. I praksis er det derfor opholdstiden i morænelerslag over 10 m. fed ler over 1 m, samt øvrige geologier over 5 m. Et mindre antal lokaliteter (227 lokaliteter) fjernes i Trin 2.2 fordi de pågældende forureningsstof-

fer på lokaliteterne ikke har modelstoffer tilkøbt og derfor ikke kan tildeles en worst case koncentration. Dette betyder ikke nødvendigvis at disse stoffer ikke udgør en risiko, men der kan på nuværende tidspunkt ikke regnes på stofferne. I bilag 3 ses en liste over stoffer i DKJORD, der ikke tildeles modelstoffer. I en endelig version af screeningen anbefales det, at der fastsættes worst case koncentrationer for eksempelvis phtalater og PCB samt pesticider, som på nuværende tidspunkt ikke har et modelstof, således at de kan indgå i screeningsberegningerne på Trin 2 og 3. Indil dette foreligger vil lokaliteter blive mærket med et flag, der indikerer tilstedeværelse af sådanne stoffer.

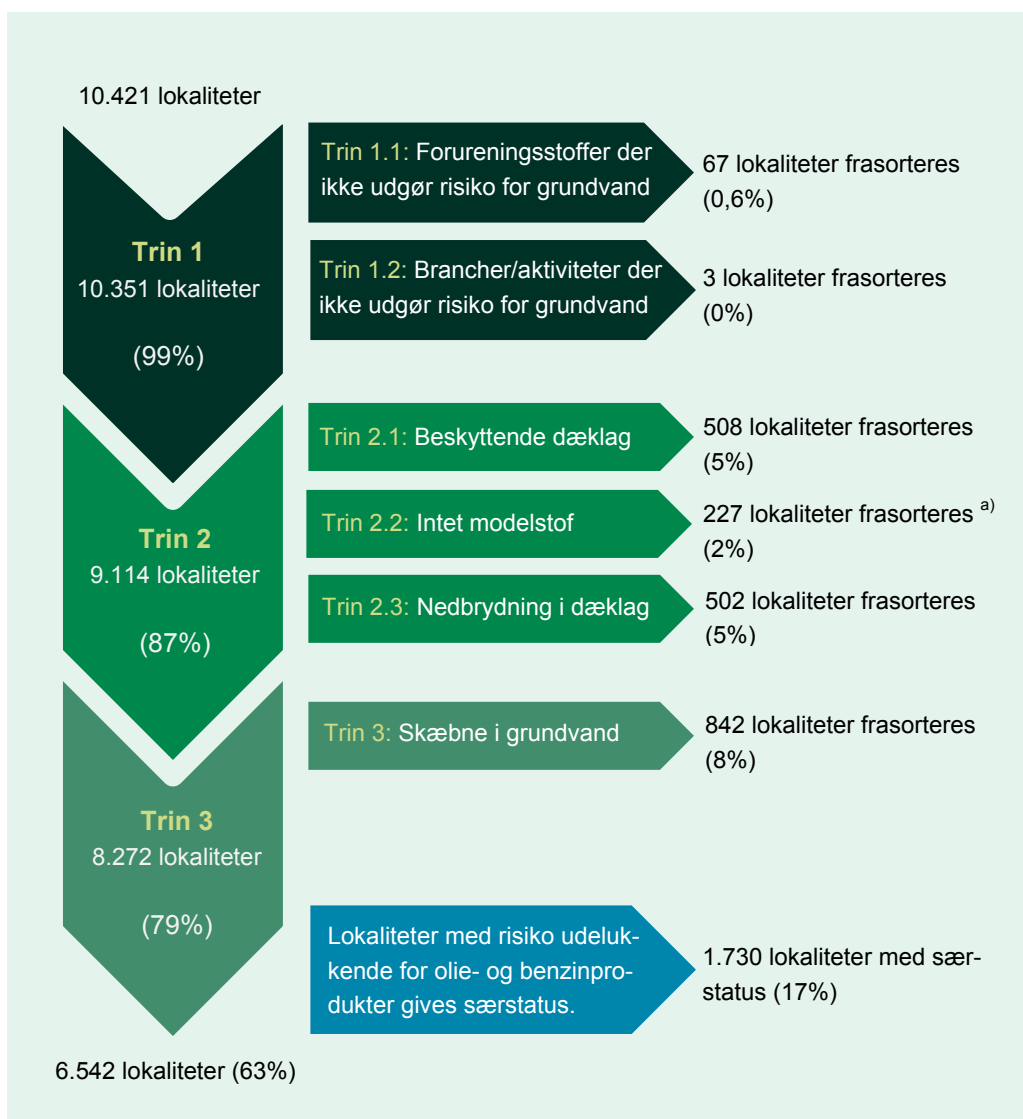
I Trin 3 beregnes koncentrationerne af forureningsstofferne 100 m nedstrøms i grundvandet, og der sammenlignes med grundvandskvalitetskriteriet. For stofgrupperne "BTEX og lign.", "Olie- og benzinprodukter", phenoler og polære opløsningsmidler tages der højde for nedbrydning i grundvandet med de rater, der er præsenteret i

Tabel 5. På denne baggrund frasorteres 842 lokaliteter i Trin 3, idet alle forureningsstoffer på disse lokaliteter overholder grundvandskvalitetskriterier i kontrolpunktet 100 m nedstrøms.

Resultatet af de 3 trin i konsekvensanalysen er således, at der samlet set frasorteres 2.149 lokaliteter svarende til 21% af de lokaliteter, der indgik i screeningen. Ser man i stedet for antallet af lokaliteter på antallet af forureningsstoffer sker der en reduktion fra 117.486 forureningsstoffer (fordelt på de 10.421 lokaliteter) til 46.669 forureningsstoffer, der udgør en risiko efter Trin 3 (fordelt på 8.272 lokaliteter). Det svarer til en samlet reduktion på 60% i antallet af forureningsstoffer (se Figur 10).

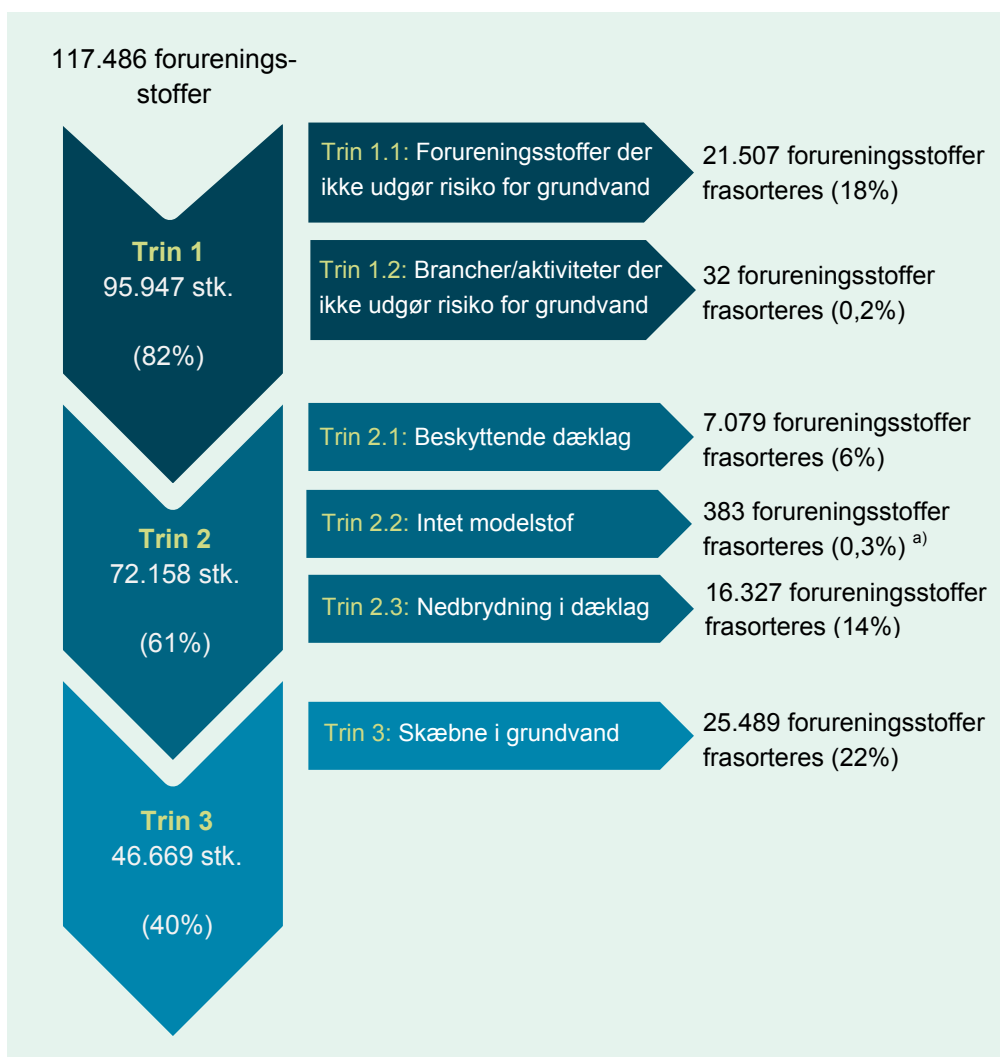
Lokaliteter med særstatus

For 1.730 af de 8.272 lokaliteter, som udgør en risiko efter screeningens Trin 3, gælder det, at stofgruppen kaldet "Olie- og benzinprodukter" alene udgør en risiko for grundvandet. Denne stofgruppe dækker over tungere olier, såsom dieselolie, fyringsolie og lignende, som generelt antages mindre mobile og nedbrydelige. Da der er tale om samlebetegnelser, er det svært at fastsætte realistiske nedbrydningsrater for disse stoffer, og der er derfor valgt en konservativ værdi. Det har endvidere været diskuteret, om de anvendte worst case koncentrationer for dieselolie, som er modelstoffet for "Olie- og benzinprodukter", er retvisende. Det er regionernes vurdering, at antallet af lokaliteter med "Olie- og benzinprodukter", som udgør en risiko ifølge screeningen er højere end forventet, da de i praksis ofte vil være nedbrudt inden de når grundvandet, og/eller kun fører til meget korte forureningsfaser i grundvandet (Larsen et al. 2009). Det er derfor valgt, at såfremt "Olie- og benzinprodukter" er de eneste forureninger på lokaliteten, der udgør en risiko, så gives lokaliteten en særstatus, hvor det er op til hver region at beslutte om en V1-lokalitet skal gå videre til kortlægning på V2. For V2-lokaliteter skal regionen beslutte, om lokaliteten skal føres videre i risikovurderingen (GrundRisk Risikovurdering) eller tages ud af indsatsen overfor grundvand (jf. beslutningsflow skitseret i Figur 1), hvis det alene er "Olie- og benzinprodukter", der udgør en risiko på lokaliteten.



Figur 9: Resultatet af den udførte konsekvensanalyse. Figuren viser antallet af lokaliteter, der er tilbage efter hvert deltrin i screeningen samt det samlede antal lokaliteter, der fjernes på hvert deltrin. Den procentvise fjernelse er givet i forhold til det totale antal lokaliteter der indgår i screeningen.

^{a)} Bemærk at disse lokaliteter ikke vil blive fjernet i screeningen, men tildelt en særskilt markering ("flag").

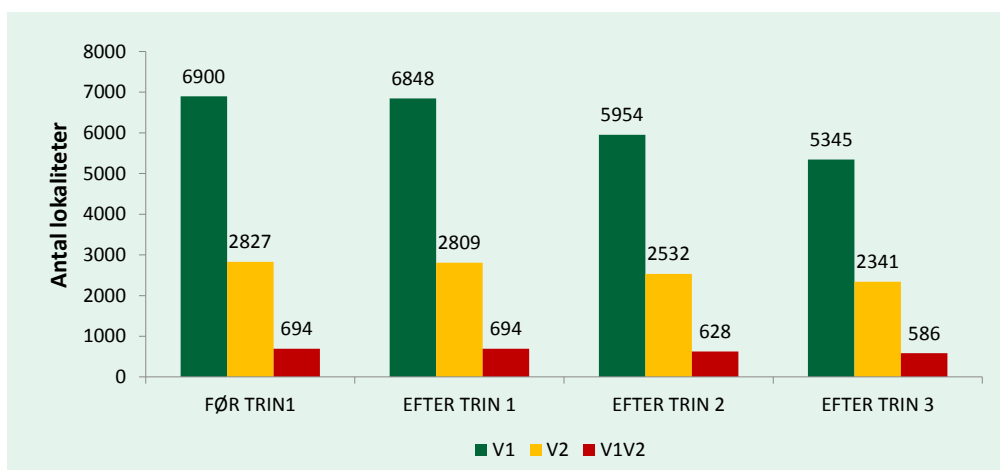


Figur 10: Resultatet af den udførte konsekvensanalyse. Figuren viser antallet af forureningsstoffer, der er tilbage efter hvert deltrin i screeningen samt det samlede antal forureningsstoffer, der fjernes på hvert deltrin. Den procentvise fjernelse er givet i forhold til det samlede antal forureningsstoffer, der indgår i screeningen.

^{a)} Bemærk at disse forureningsstoffer ikke vil blive fjernet i screeningen, men tildelt en særskilt markering ("flag").

4.3.2 Fordeling på kortlægningsstatus (V1, V2 og V1V2)

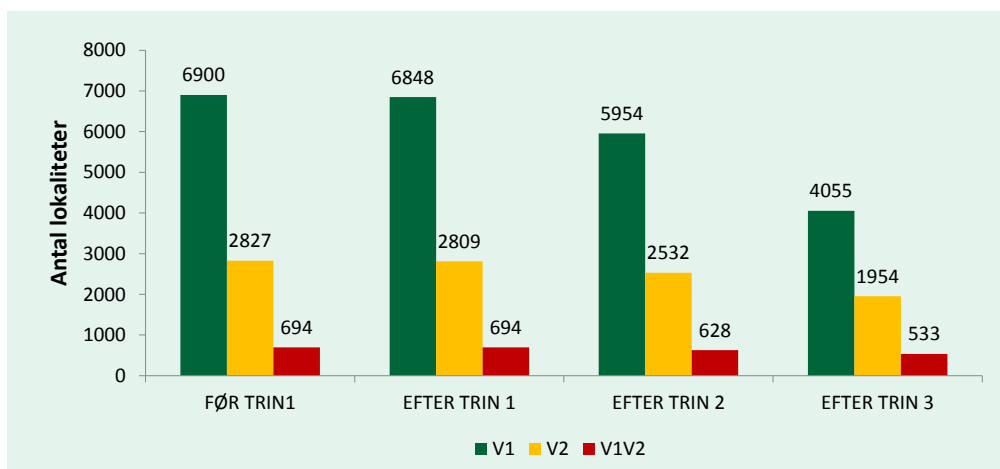
Figur 11 viser antallet af henholdsvis V1- og V2-lokaliteter samt lokaliteter kortlagt som både V1 og V2 på de forskellige trin i screeningen. Før screeningen påbegyndes er der 6.900 V1-lokaliteter, 2.827 V2-lokaliteter og 694 lokaliteter, som både er registreret som V1 og V2. Grunden til det lave antal V2-lokaliteter i forhold til V1, er at de V2-lokaliteter, hvor der ifølge JAR allerede er monitoring, afværge eller videregående undersøgelser, ikke er medtaget i screeningen jf. Kapitel 2.4. Det ses, at der gennem screeningsens 3 trin fjernes relativt flest V1-lokaliteter, idet antallet reduceres med 23%. For V2 lokaliteter er reduktionen derimod kun på 17%. Ligeledes er den procentvise reduktion mindre for de lokaliteter, der både er V1- og V2-kortlagt (16%).



Figur 11: Fordeling af lokaliteter på V1, V2, og V1V2 før Trin 1, efter Trin 1, efter Trin 2 og efter Trin 3 i screeningen

Som nævnt ovenfor vil lokaliteter, der har "Olie- og benzinprodukter" som den eneste stofgruppe med risiko, blive behandlet særskilt. De vil ikke umiddelbart blive vurderet som en risiko ud fra screeningen, og det vil være op til den enkelte region at forholde sig til disse lokaliteter. Af disse 1.730 lokaliteter er størstedelen (1.290 lokaliteter) kortlagt på V1, mens 387 er kortlagt på V2 og de resterende 53 lokaliteter er kortlagt både på V1 og V2.

Såfremt disse 1.730 lokaliteter fjernes fra oversigten i Figur 11, vil fordelingen i forhold til kortlægningstype se ud som på Figur 12. Her ses altså en reduktion på 41% for V1 i løbet af screeningen og en reduktion på 31% for V2, mens lokaliteter, der er både V1 og V2 kortlagt reduceres med 23%.

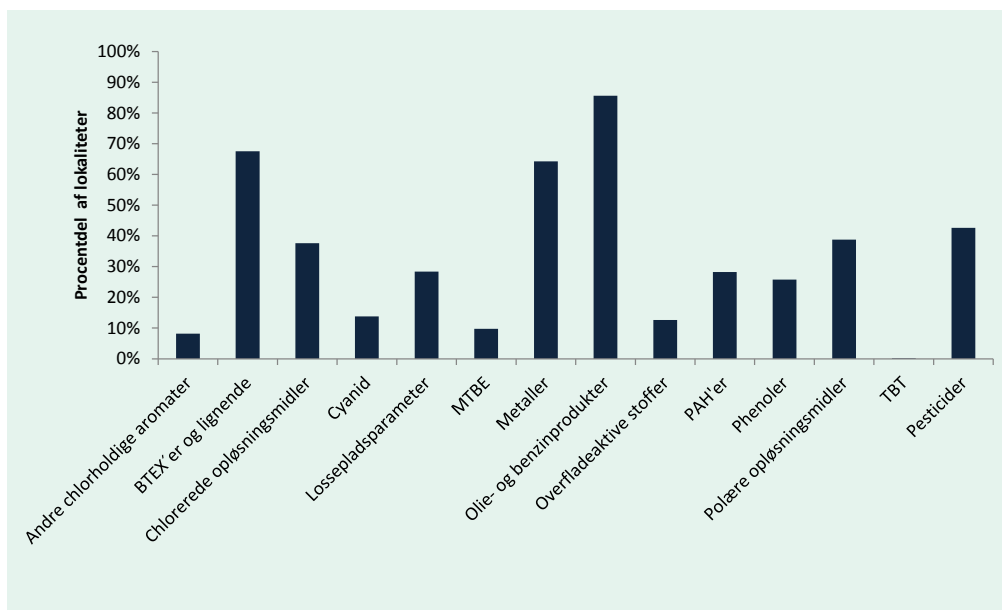


Figur 12. Fordeling af lokaliteter på V1, V2, og V1V2 før Trin 1, efter Trin 1, efter Trin 2 og efter Trin 3 i screeningen. I Trin 3 er 1.730 lokaliteter frasorteret, som har særstatus fordi det udelukkende er "Olie- og benzinprodukter", der udgør en risiko ifølge screeningen.

4.3.3 Fordeling på stofgrupper

Inden screeningen påbegyndes er der 10.421 lokaliteter. Disse lokaliteter er tilknyttet et eller flere forureningsstoffer i DKJORD. I gennemsnit er der 11 forskellige forureninger tilknyttet hver lokalitet. Figur 13 viser hvor stor en procentdel af lokaliteterne, der ved screenings start har tilknyttet forureninger inden for de givne stofgrupper. Det ses, at "Olie- og benzinprodukter" er den stofgruppe, der hyppigst findes på lokaliteterne inden screenings start, idet den er

tilknyttet 86% af lokaliteterne. "BTEX'er og lign." er den næsthøypigste stofgruppe (68% af lokaliteterne) efterfulgt af metaller (64% af lokaliteterne). Pesticider (43%), polære opløsningsmidler (39%) og chlorerede opløsningsmidler (38%) er også hyppige stofgrupper.



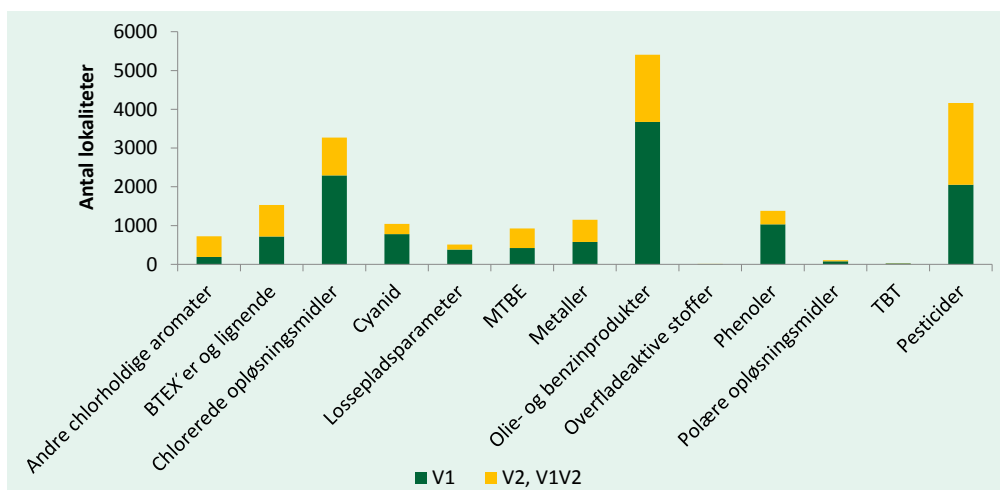
Figur 13: Procentdel af de 10.421 lokaliteter, der ved screenings start har en given stofgruppe tilknyttet

Figur 14 viser antallet af lokaliteter, hvor der ses en overskridelse af de enkelte stofgrupper på Trin 3 i screeningen. Et mindre antal lokaliteter (15 stk.) udgør en risiko i screeningen alene, fordi de ligger inden for 100 m af en indvindingsboring. Disse er også medtaget i Figur 14.

Det ses af Figur 14, at "Olie- og benzinprodukter" er den stofgruppe, der hyppigst udgør en risiko i screeningen, idet der efter Trin 3 er ca. 5.400 lokaliteter, hvor denne stofgruppe fører til en overskridelse af grundvandskvalitetskriteriet. Størstedelen af disse lokaliteter er V1-lokaliteter (68%). Pesticider er den næsthøypigste stofgruppe, og udgør ifølge screeningen en risiko for 4.163 lokaliteter. Disse lokaliteter er ligeligt delt mellem V1 og V2. V2-lokaliteter med pesticider udgøres i høj udstrækning af lossepladser, der har V2-status. Chlorerede opløsningsmidler er den tredje høypigste stofgruppe, der udgør en risiko ifølge screeningen, idet der for 3.270 lokaliteter ses en overskridelse af grundvandskvalitetskriteriet. 75% af disse overskridelser findes for V1-lokaliteter.

Det er ikke overraskende, at netop chlorerede opløsningsmidler og pesticider hører til de stofgrupper, der hyppigst udgør en risiko i screeningen. Disse stofgrupper er nemlig konservativt håndteret i screeningen idet de modsat andre stofgrupper ikke kan frasorteres på baggrund af dæklagstykkelsen. Ligeledes inkluderes der ikke nedbrydning af disse stoffer.

Det er heller ikke overraskende, at "Olie- og benzinprodukter" ofte giver anledning til risiko i screeningen, da disse findes på hele 86% af de lokaliteter, der indgår i screeningen. Der inkluderes nedbrydning af "Olie- og benzinprodukter", men med en lav rate. Nedbrydningen har derfor ikke lige så stor betydning for "Olie- og benzinprodukter", som den har for stofgruppen "BTEX'er og lign.", da en del af stofferne i denne stofgruppe har højere nedbrydningsrater. Der er desuden forskel på de anvendte worst case koncentrationer for modelstofferne for disse stofgrupper hvilket også påvirker resultatet.

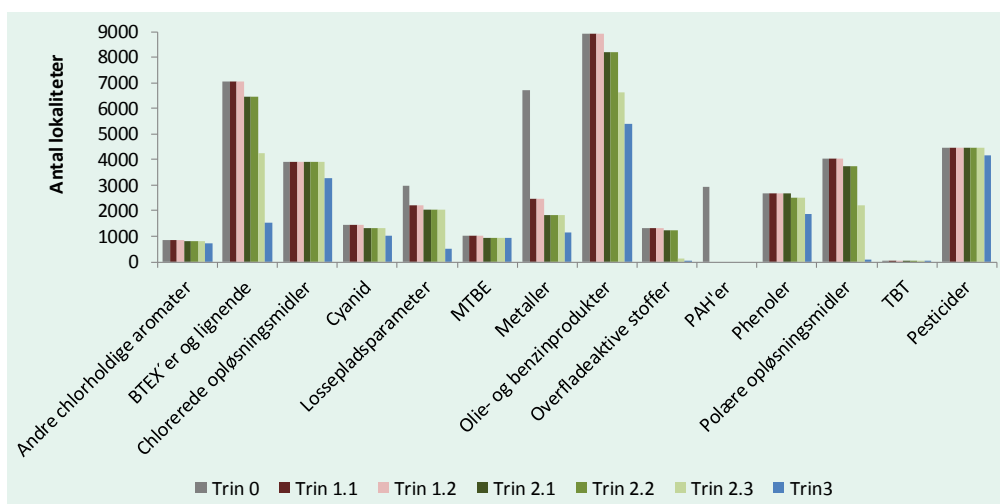


Figur 14: Antallet af lokaliteter efter Trin 3, hvor der sker overskridelse af kvalitetskriteriet for de pågældende stofgrupper. Det fremgår desuden, hvordan fordelingen mellem overskridelser er mellem V1-lokaliteter og V2-lokaliteter. Lokaliteter, som er både V1- og V2-kortlagt, er i denne figur grupperet med V2. Det bemærkes, at et mindre antal stoffer udgør en risiko selvom de ikke overskrider kvalitetskriteriet alene fordi lokaliteten er mindre en 100 m fra en indvindingsboring.

4.3.4 Trinvis resultater for stofgrupper

I Figur 15 ses en oversigt over antallet af lokaliteter, der har tilknyttet de givne stofgrupper på hvert deltrin i screeningen. Det er således muligt at følge screenings effekt overfor enkelte stofgrupper for hvert deltrin i screeningen, hvor der kan ske frasortering af forureningsstoffer. Som forventet er det tydeligt, at Trin 1.1, der fjerner stoffer, der er vurderet ikke at udgøre en væsentlig risiko for grundvand, især er effektiv overfor metaller, PAH'er og lossepladsparametre. Trin 2.1, hvor forureningsstoffer fjernes, hvis dæklaget vurderes at udgøre en beskyttelse, har betydning for alle stofgrupper, bortset fra chlorerede opløsningsmidler og pesticider. Det ses, at der generelt er en relativt lille effekt af Trin 2.1. Effekten er langt større i Trin 2.3, hvor der tages højde for nedbrydning i dæklaget for stofgrupperne "BTEX'er og lignende", "Olie- og benzinprodukter", phenoler og polære opløsningsmidler. MTBE er et eksempel på et stof der ikke nedbrydes. Fordi stoffet har en høj worst case koncentration på 50.000 µg/L vil der ikke ske nogen frasortering som følge af transporten i grundvandet, da dispersionen i grundvandet kun har mindre indflydelse. Trin 2.1 er derfor det eneste trin, der har indflydelse på MTBE og i dette trin frasorteres MTBE på 95 lokaliteter på baggrund af lertykkelsen.

I Trin 3, hvor der tages højde for fortynding, dispersion og eventuelt nedbrydning i grundvandet, sker der en reduktion for langt de fleste stofgrupper. For chlorerede opløsningsmidler og pesticider er dette den eneste trin som kan føre til frasortering. Der ses dog en relativt lille frasortering for disse stofgrupper. Derimod er der langt større reduktion i antallet af lokaliteter med "BTEX'er og lignende", lossepladsparametre og polære opløsningsmidler.



Figur 15: Trinvist screeningsresultat for de enkelte stofgrupper. Grafen viser hvor mange lokaliteter der har tilknyttet forureningsstoffer fra de angivne stofgrupper på hvert deltrin i screeningen.

Tabel 12: Kort beskrivelse af de enkelte deltrin i screeningen

Trin	Kort beskrivelse af trin (nærmere forklaring ses i Kapitel 2)
Trin 1.1	Stoffer der ikke udgør grundvandsrisiko fjernes (jf. afsnit 2.5.1)
Trin 1.2	Lokaliteter med brancher/aktiviteter, der ikke udgør grundvandsrisiko fjernes (jf. afsnit 2.5.1)
Trin 2.1	Stoffer fjernes på baggrund af beskyttende dæklagstykkelse af fed ler eller moræneler (jf. Tabel 2-4)
Trin 2.2	Stoffer uden modelstof og worst case koncentration fjernes (jf. afsnit 2.6.4)
Trin 2.3	Stoffer, der overholder grundvandskvalitetskriteriet ved toppen af grundvandsmagasinet, fjernes. For "BTEX'er og lign.", "Olie- og benzinprodukter", phenoler og polære opløsningsmidler reduceres worst case koncentrationen i kilden som følge af nedbrydning i dæklaget (jf. afsnit 2.6)
Trin 3	Koncentrationen i grundvandet 100 m nedstrøms beregnes, og der sammenlignes med grundvandskvalitetskriteriet. Såfremt dette er overholdt frasorteres det pågældende forureningsstof (jf. afsnit 2.7)

4.3.5 Betydning af valg af risikovurderingsprincip

Som beskrevet i Kapitel 2.7 er der set på 3 forskellige risikovurderingsprincipper i forhold til at frasortere lokaliteter på Trin 3:

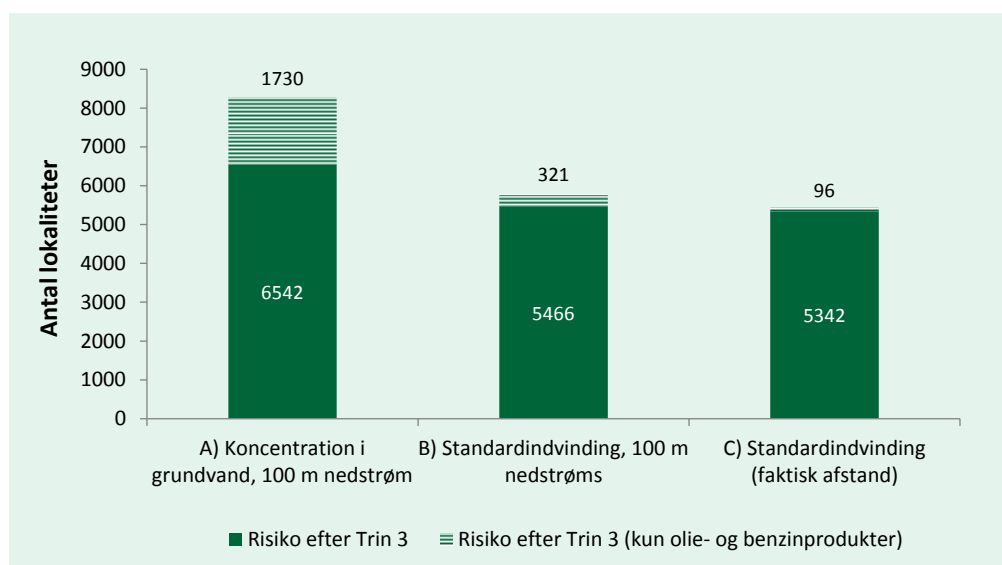
- **A:** Lokaliteten frasorteres i Trin 3, såfremt alle forureningskoncentrationer overholder grundvandskvalitetskriterierne 100 m nedstrøms fra forureningskilden
- **B:** Lokaliteten frasorteres i Trin 3, såfremt alle opblandede forureningskoncentrationer i en indvindingsboring beliggende 100 m nedstrøms fra forureningskilden overholder grundvandskvalitetskriterierne.
- **C:** Lokaliteten frasorteres i Trin 3, såfremt alle opblandede forureningskoncentrationer i en indvindingsboring beliggende i en afstand svarende til den faktisk nærmeste indvindingsboring overholder grundvandskvalitetskriterierne.

For princip B og C beregnes en opblandet koncentration for en standardindvinding på 10.000 m³/år.

Som udgangspunkt er det valgt at benytte princip A som det primære resultat fra konsekvensanalysen, men det er undersøgt, hvorledes det vil påvirke resultatet, hvis de øvrige principper benyttes i stedet. Figur 16 viser antallet af lokaliteter, der udgør en risiko efter screeningens

Trin 3 ved anvendelse af hvert af de tre risikovurderingsprincipper. Det ses at princip A) (overholdelse af kvalitetskriterierne for grundvandskoncentrationer 100 m nedstrøms) udgør det strengeste krav og medfører, at 8.272 lokaliteter udgør en risiko mod 5.787 lokaliteter ved brug af princip B og 5.438 lokaliteter ved brug af princip C. Som tidligere nævnt vil lokaliteter, som kun har risiko i forhold til "Olie- og benzinprodukter" få særstatus i screeningen. Antallet af disse lokaliteter reduceres dog væsentligt når princip B og C anvendes, hvilket også ses af Figur 16.

Det ses også af Figur 16, at der ikke er stor forskel på, om indvindingsboringen er beliggende 100 m nedstrøms eller i den faktiske afstand. I denne sammenhæng kan det bemærkes, at der for stoffer der ikke nedbrydes ikke vil være forskel på at anvende princip B og C, idet beregningen antager at hele forureningsfluxen til grundvandet indfanges af indvindingsboringen, og at det dermed kun er nedbrydning, der giver en reduktion af forureningsfluxen.



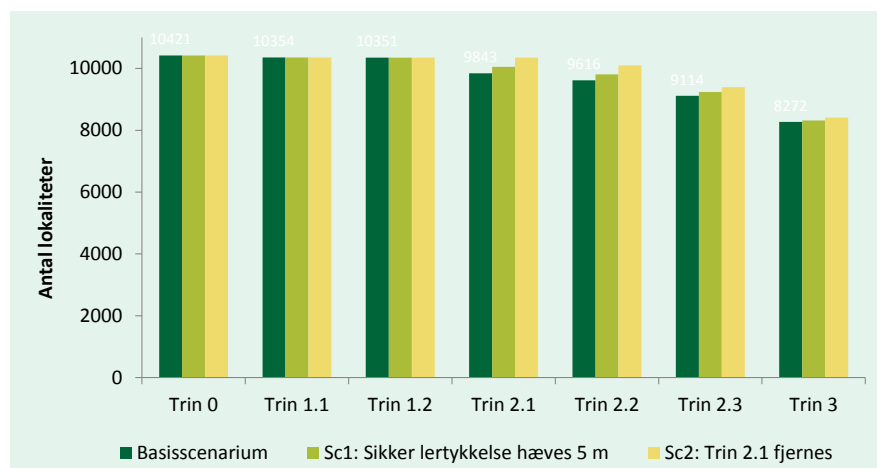
Figur 16: Antallet af lokaliteter, der udgør en risiko efter Trin 3, er sammenlignet for tre forskellige risikovurderingsprincipper: A) Lokaliteten udgør en risiko, hvis grundvandskoncentrationen 100 m nedstrøms lokaliteten overskrider kvalitetskriteriet; B) Lokaliteten udgør en risiko, hvis den opblandede koncentration i en standardindvinding (10.000 m³/år) beliggende 100 m nedstrøms overskrider kvalitetskriteriet; C) Lokaliteten udgør en risiko, hvis den opblandede koncentration i en standardindvinding (10.000 m³/år) beliggende i en afstand svarende til den nærmeste indvindingsboring overskrider kvalitetskriteriet. Lokaliteter som udelukkende viser overskridelse af kvalitetskriteriet pga. stofgruppen "Olie- og benzinprodukter" er markeret særskilt.

4.4 Sensitivitetsscenerier

Der er udført 9 sensitivitetsscenerier som beskrevet i

Tabel 11. Figur 17 viser resultatet af de to scenarier (Sc1 og Sc2) som omhandler ændringer i Trin 2.1. I Sc1 hæves grænserne for, hvornår lertykkelserne vurderes at udgøre en beskyttelse af grundvandet. Således lægges der 5 m til alle lertykkelserne, der definerer grønne områder i Tabel 2-Tabel 4. Dette betyder, at der skal være 20 m moræneler eller 10 m fed ler, før dæklagene udgør en beskyttelse mod grundvandsforurening. Dette gælder for alle forureningsstoffer undtagen chlorerede opløsningsmidler, pesticider og metaller. For metaller hæves lertykkelserne til 10 m moræneler eller 10 m fed ler. Det ses af Figur 17, at 208 færre lokaliteter sorteres fra i Trin 2.1 som følge af dette scenarium. Til gengæld fjernes der flere lokaliteter som følge af nedbrydning i dæklaget (Trin 2.3) og ved nedbrydning og transport i grundvandet (Trin 3). Effekten af Sc1 er derfor lille samlet set og fører kun til en stigning i 48 lokaliteter, der udgør en risiko efter Trin 3, i forhold til basisscenariet.

I Sc3 fjernes Trin 2.1 helt. Der sker altså ingen frasortering af forureningsstoffer ud fra dæklagstykkelserne. Det giver en stigning på 508 lokaliteter i Trin 2.1. Som det var tilfældet for Sc1, ses der samtidig en øget frasortering af lokaliteter på Trin 2.3 og 3, hvilket nedsætter den samlede betydning af scenariet. Efter Trin 3 er det derfor kun en stigning på 137 lokaliteter i forhold til basisscenariet.

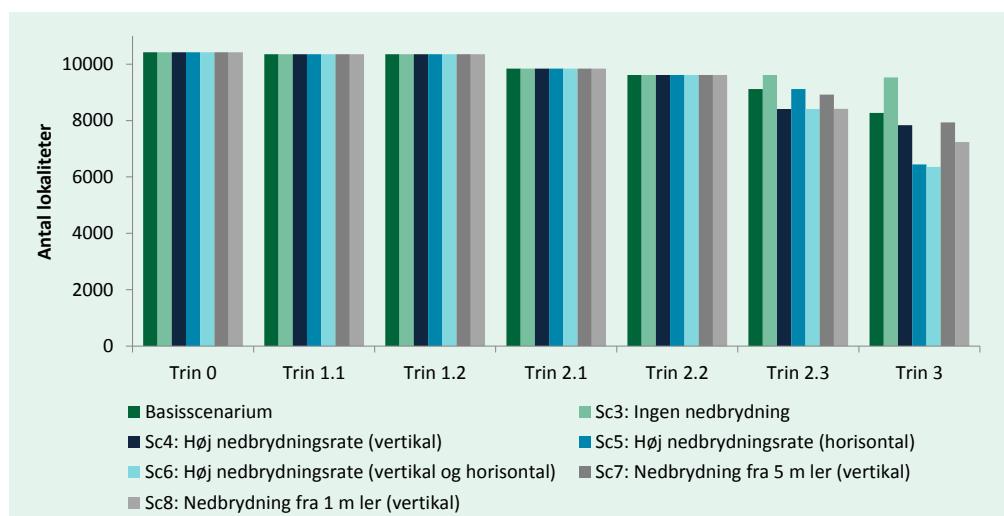


Figur 17: Trinvise resultater for sensitivitetsscenarioer relateret til Trin 2.1 (sikker lertykkelse)

Figur 18 viser resultatet af de 5 scenarier (Sc3-Sc8), som omhandler ændringer vedrørende nedbrydning i enten Trin 2.3 (vertikal nedbrydning), Trin 3 (horisontal nedbrydning) eller begge trin. I basisscenariet antages der at ske nedbrydning af "BTEX'er og lign.", "Olie- og benzinprodukter", phenoler og polære opløsningsmidler med 1. ordens rater baseret på JAGG. I Sc3 er det undersøgt, hvorledes det påvirker screeningen, hvis der ikke medtages hverken nedbrydning under den vertikale transport eller i grundvandet (den horisontale transport). Som det ses af Figur 18, giver det en stigning på 1.255 lokaliteter efter Trin 3, som vil udgøre en risiko, såfremt der ikke medtages nedbrydning. Det er endvidere undersøgt, hvorledes det påvirker resultatet at skrue væsentligt op for nedbrydningsraten både for den vertikale transport (Sc5), for den horisontale transport (Sc6) samt for begge på én gang (Sc7). Den største effekt ses af at øge nedbrydningsraten for den horisontale transport, hvilket giver en reduktion på 1.831 lokaliteter, mens det giver en reduktion på 439 lokaliteter, når den vertikale nedbrydningsrate forøges væsentligt. I kombination giver det en reduktion på 1.918 lokaliteter, hvis både vertikale og horisontale rater øges.

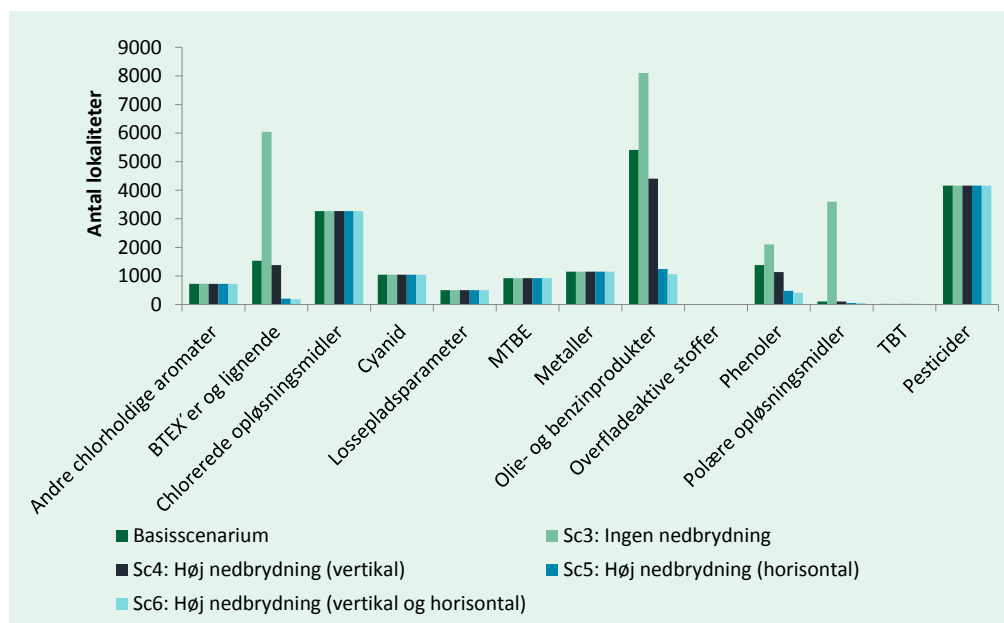
En medvirkende årsag til den lille effekt, der ses af at øge den vertikale nedbrydningsrate, er at nedbrydning kun antages at foregå i en mindre del af dæklagene, nemlig de dybder der er markeret med gult i Tabel 2. Således sker der kun nedbrydning i de dele af morænelerslag som overstiger 10 m, da der antages at kunne ske hurtigt forureningstransport som følge af

eventuelle sprækker i de øverste 10 m. I Sc7 antages nedbrydningen at kunne ske allerede ved 5 m moræneler og i Sc8 antages nedbrydning af kunne ske allerede fra 1 m moræneler (eller anden geologi). Resultaterne viser, at der er henholdsvis 340 og 1.036 færre lokaliteter efter Trin 3 i Sc8 og Sc9.



Figur 18: Trinvis resultater for sensitivitetsscenarioer relateret til Trin 2.3 (vertikal nedbrydning) og/eller Trin 3 (horisontal nedbrydning).

Udover at påvirke antallet af lokaliteter, der udgør en risiko efter Trin 3, påvirker de forskellige ændringer i scenarierne også den fordeling af forureningsstoffer, som udgør en risiko. I Figur 19 ses, hvor mange lokaliteter der viser risiko for de forskellige stofgrupper både for basisscenariet og et udvalg af sensitivitetsscenarierne. Det ses, at nedbrydning har stor betydning for alle de stofgrupper, hvor den inkluderes, og at antallet af lokaliteter med risiko overfor især "BTEX'er og lignende", polære opløsningsmidler og "Olie- og benzinprodukter" ville være langt højere, såfremt nedbrydning ikke blev inkluderet. Således reducerer nedbrydning eksempelvis antallet af lokaliteter med overskridelser for "BTEX'er og lignende" fra 6.045 til 1.531 lokaliteter. Indflydelsen af nedbrydning bliver selvfølgelig større hvis nedbrydningsraterne øges, som det også sås af Figur 18. En stigning i nedbrydningsraten for den horisontale transport i grundvandet har større betydning end en stigning i den vertikale rate. Nedbrydningsraternes størrelse har stor betydning for det antal af lokaliteter, hvor "BTEX'er og lign.", "Olie- og benzinprodukter", polære opløsningsmidler og phenoler udgør en risiko.



Figur 19: Antallet af lokaliteter med overskridelser for de givne stofgrupper for basis-scenariet og udvalgte sensitivitetsscenarier.

4.4.1 Sensitivitetsscenarier: Opsummering

Tabel 13 opsummerer effekten af de 9 sensitivitetsscenarier. For hvert scenarium er det angivet, hvor mange lokaliteter, der udgør en risiko efter screeningens Trin 3, samt hvad ændringen i dette antal er i forhold til basisscenariet. Videre er det angivet hvor mange lokaliteter, der har "Olie- og benzinprodukter" som eneste risiko ifølge screeningen.

I Sc9 anvendes grundvandskvalitetskriteriet for vinylchlorid for de chlorerede ethener (PCE, TCE og DCE) ud fra et forsigtighedsprincip om at disse kan omdannes til VC, som er mere toksisk og derfor har et lavere kvalitetskriterium (0,2 µg/L). I basisscenariet anvendes de specifikke kvalitetskriterier for de chlorerede ethener (1 µg/L). Som det ses af Tabel 13, har dette ikke indflydelse på antallet af lokaliteter, der udgør en risiko efter Trin 3. Dette skyldes, at påvirkningen fra Sc9 rammer lokaliteter, som i forvejen har overskridelse for andre forureningsstoffer. Der sker derfor ikke en øgning af antallet af lokaliteter med risiko.

Tabel 13: Opsummering af effekten af de 9 sensitivitetsscenarier i forhold til det totale antal lokaliteter, der udgør en risiko efter Trin 3. Antallet af lokaliteter udelukkende med risiko for "Olie- og benzinprodukter" er desuden noteret for hvert scenarium.

Scenarium	Antal lokaliteter med risiko efter Trin 3	Ændring i forhold til basisscenariet	Antal lokaliteter alene med risiko overfor "Olie- og benzinprodukter"
Basisscenarium	8.272	0	1.730
Sc1: Sikker lertykkelse hæves 5 m	8.320	48	1.724
Sc2: Ingen frasortering pga. lertykkelser	8.409	137	1.722
Sc3: Ingen nedbrydning	9.527	1.255	865
Sc4: Øget nedbrydningsrate vertikal	7.833	-439	1.349
Sc5: Øget nedbrydningsrate horisontal	6.441	-1.831	420
Sc6: Øget nedbrydningsrate vertikal og horisontal	6.354	-1.918	343
Sc7: Nedbrydning fra 5 m ler	7.932	-340	1.525
Sc8: Nedbrydning fra 1 m ler	7.236	-1.036	1.027
Sc9: Kriterium for VC anvendes for chl. opl.	8.272	0	1.730

5. Litteraturliste

- Christensen, A. (2017). Fund af polære opløsningsmidler i regionernes forureningsundersøgelser – Tværregional erfaringsopsamling for polære stoffer. Region Midtjylland 2017.
- DHI (2004). Valg af Kd-værdier ved implementering af Landfill Directive. Miljøstyrelsen. Teknisk notat. December 2004.
- Larsen, P., Loll, P., Larsen, C., Grøn, M., Nielsen, J. B., Heron, L., Moes, K., Christensen, A. G. (2009). Erfaringsopsamling på udbredelsen af forureningsfaner i grundvand på villa-tanksager. Miljøprojekt nr. 1309, 2009.
- Lemming, G., Chambon, J., Binning, P. J., Bulle, C., Margni, M., & Bjerg, P. L. (2010). Environmental impacts of remediation of a trichloroethene-contaminated site: Life cycle assessment of remediation alternatives. *Environment Science and Technology*, 44(23), 9163–9169. <http://doi.org/10.1021/es102007s>
- McCall, P.J., Swann, R.L., Laskowski, D.A., Unger, S.M., Vrona, S.A., Dishburger, H.J., (1980). Estimation of chemical mobility in soil from liquid chromatographic retention times. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 24, 190-195.
- Miljøstyrelsen. (1998). Oprydning på forurenede lokaliteter - Hovedbind. Miljøprojekt nr. 6, 1998.
- Miljøstyrelsen (2000). Zonering. Detailkortlægning af arealer til beskyttelse af grundvandsressourcen. Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 3 2000.
- Miljøstyrelsen. (2012a). Litteraturgennemgang af strategier til dokumentation af nedbrydning af oliestoffer i den umættede zone. Miljøprojekt 1413 2012.
- Miljøstyrelsen. (2012b). Redegørelse om jordforurening 2012. Miljøprojekt nr. 2, 2012.
- Miljøstyrelsen. (2013). Sammenhænge mellem forureningsmasse og -flux for grundvandstruende forureninger. Miljøprojekt 1479 2013.
- Miljøstyrelsen. (2014a). Jordforurenings påvirkning af overfladevand, delprojekt 1. Relevante stoflister og relationer til brancer og aktiviteter. Miljøprojekt nr. 1564, 2014
- Miljøstyrelsen. (2014b). Jordforurenings påvirkning af overfladevand, Delprojekt 3 Relationer mellem stoffer, koncentrationer og fluxe. Miljøprojekt nr. 1574, 2014.
- Miljøstyrelsen. (2014c). Screeningsprincip for jordforureninger, der kan true overfladevand. Miljøministeriet, Miljøstyrelsen
- Miljøstyrelsen (2014d). Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord og kvalitetskriterier for drikkevand. Maj 2014.
- Miljøstyrelsen. (2015a). Jordforurenings påvirkning af overfladevand. Miljøprojekt 1789 2015.
- Miljøstyrelsen. (2015b). Screeningsberegningsgrundlag. Standardparametre til screening af jordforureninger, der kan true overfladevand pr. 1. januar 2015. Downloaded fra mst.dk.
- Miljøstyrelsen. (2016a). GrundRisk. Beregningsmodel til risikovurdering af grundvandstruende forureninger. Miljøprojekt 1865 2016.
- Miljøstyrelsen. (2016b). Manual for program til risikovurdering – JAGG 2.1. Miljøprojekt 1880, 2016.
- Miljøstyrelsen. (2016c). Metode til at estimere lertykkelse under jordforureninger, der er kortlagt på V1 og V2. Miljøprojekt 1888 2016.
- Miljøstyrelsen (2017a). Coupling of vertical and horizontal transport models. Environmental Project No. 1915. January 2017.
- Miljøstyrelsen (2017b). GrundRisk Screening. Hvad kan regionerne konkludere af valideringen? Brev fra Miljøstyrelsen sendt til VMR d. 7. juni 2017.
- Miljøstyrelsen (2018). Nedbrydningsrater til brug i GrundRisk-modellen. Litteraturstudie. Miljøprojekt xxxx 2018. Miljø- og Fødevarerministeriet.
- Miljø- og Fødevarerministeriet (2016). Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. BEK nr. 802 af 01/06/2016.
- Miljø- og Fødevarerministeriet (2017). Bekendtgørelse om udpegning af drikkevandsressourcer. BEK nr. 246 af 15/03/2017
- Newell, C. J., Farhat, S. K., Adamson, D. T., & Looney, B. B. (2011). Contaminant Plume

- Classification System Based on Mass Discharge. *Ground Water*, 49(6), 914–919.
<http://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2010.00793.x>
- NIRAS. (2005). Estimering af udsivning til Vesterhavet. Notat.Udkast 2. august 2005.
- Regionerne i Danmark (2007). Dokumentationsrapport. GISP – Prioriteringssystem for kortlagte ejendomme. November 2007.
- Rønne, V. K. (2014). Quantification of aquifer-stream contaminant mass discharge using Point-Velocity Probes (PVP) at the stream reach scale (Grindsted, Denmark). Master's thesis. Technical University of Denmark. July 2014.
- Troldborg, M., Lemming, G., Binning, P. J., Tuxen, N., & Bjerg, P. L. (2008). Risk assessment and prioritisation of contaminated sites on the catchment scale. *Journal of Contaminant Hydrology*, 101(1–4), 14–28. <http://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2008.07.006>
- Troldborg, M., Nowak, W., Lange, I. V., Santos, M. C., Binning, P. J., & Bjerg, P. L. (2012). Application of Bayesian geostatistics for evaluation of mass discharge uncertainty at contaminated sites. *Water Resources Research*, 48(9), 1–19.
<http://doi.org/10.1029/2011WR011785>

Bilag 1. Læring fra eksisterende screeningsværktøj for overfladevand

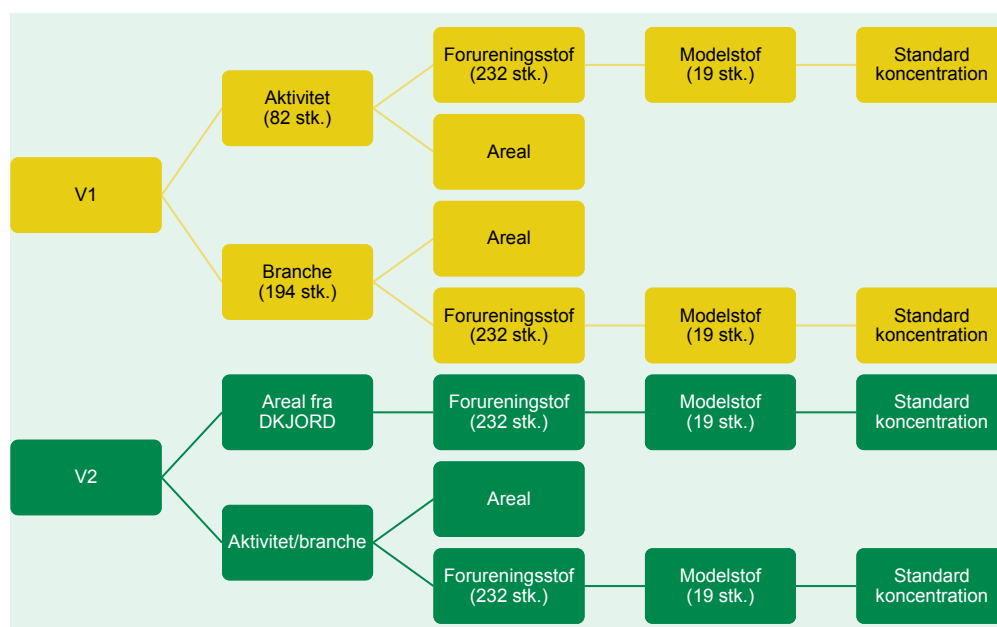
I 2014 blev der lavet et screeningsprincip for jordforureninger der truer overfladevand, fra nu af *overfladevandsværktøjet*. Overfladevandsværktøjet er beskrevet i Miljøstyrelsen (2014), og har været inspiration for screeningsprincippet for jordforureninger, der truer grundvandet, beskrevet i denne rapport.

De grundlæggende data, der benyttes til overfladevandsværktøjet, stammer fra DKJORD databasen. Der blev i foråret 2015 foretaget en analyse af dataudtrækket fra DKJORD fra januar 2015. Denne analyse omhandler blandt andet fordelingen af forurenede lokaliteter på hver af regionerne og en fordeling af de beregnede forureningsfluxe. Hele analysen er beskrevet i dette kapitel.

Det skal bemærkes, at det datasæt der benyttes til analysen i dette kapitel er ældre end det, der benyttes senere i den indeværende rapport.

Bilag 1.1 Fluxberegninger på udtræk fra januar 2015

I overfladevandsværktøjet tildeles de forurenede lokaliteter forureningsstoffer, arealer og koncentrationer på baggrund af lokaliteternes vidensniveau, V1 og V2. Denne inddeling ses i Figur 20. Tallene i parenteser angiver antallet af aktiviteter, brancher, forureningsstoffer og modelstoffer. En nærmere beskrivelse af inddelingsmetoden kan findes i Miljøstyrelsen (2014).



Figur 20: Tildeling af stoffer, arealer og koncentrationer til V1- og V2-kortlagte lokaliteter i overfladevandsværktøjet.

Dataudtrækket har informationer om alle godt 30.000 kortlagte forurenede lokaliteter, men da det kun er dem der udgør en risiko for grund- og overfladevand, der har interesse, er dette tal blevet reduceret til 25.475 lokaliteter da visse brancher og aktiviteter vurderes ikke at udgøre en risiko. De lokaliteter der er medtaget er udvalgt, hvis stofferne knyttet til aktivitet og/eller branche potentielt udgør en risiko for grund- og overfladevand. Når der bliver refereret til *dataudtrækket* i det efterfølgende omfatter det de 25.475 lokaliteter, der har været relevante for overfladevandsværktøjet.

Hver lokalitet kan have flere forureningsstoffer tilknyttet. Således består datasættet af 257.700 fluxberegninger fordelt på de 25.475 lokaliteter. Forureningsfluxen er blevet udregnet på baggrund af ligning (1). Her er det antaget, at der ikke sker nedbrydning af nogle af stofferne.

$$J = A \cdot C \cdot N \quad (7)$$

hvor, A er arealet af forureningen/forureningskilden, C er standardkoncentrationen af forureningsstoffets tilknyttede modelstof og N er den kommunespecifikke nettonedbør, der anvendes i JAGG.

Videre er koncentrationen af indvundet drikkevand, C_{mix} , fundet med den antagelse, at al forureningen indfanges af en indvindingsboring, der årligt indvinder 10.000 m^3 . Dette er gjort ved brug af ligning (2).

$$C_{mix} = \frac{J}{10.000 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{år}} \right]} \quad (8)$$

Ud fra de beregninger der er foretaget, kan det vurderes, hvorvidt en forurening på en lokalitet udgør en risiko for drikkevandindvindingen i området eller ej. Dette gøres ved at sammenholde den udregnede indvindingskoncentration fra ligning (8) med grundvandskvalitetskriterierne. Det skal bemærkes, at det ikke er den fulde beregningsrutine fra overfladevandsværktøjet, der er anvendt, idet det blot er den beregnede flux til grundvandet, der anvendes og der ikke sker bortsortering ud fra stoffernes forventede fanelængder i grundvandet.

Bilag 1.2 Dataanalysen: Metode og resultater

Dette afsnit beskriver metoden, hvormed de forskellige dataanalyser er foretaget, og resultaterne herfra. Der vil i dette afsnit blive refereret tilbage til de beskrevne informationer fra datasættet i Tabel 14.

Sammenligning mellem rapport om jordforureninger og dataudtrækket

Det er i Excel blevet undersøgt, hvor mange af lokaliteterne i dataudtrækket fra DKJORD, der er registreret på hvert af de tre vidensniveauer, beskrevet i Tabel 14. Herefter er lokaliteterne blevet inddelt på de fem forskellige regioner. Videre er der benyttet data fra "Redegørelse om Jordforurening 2012" af (Miljøstyrelsen, 2012b), der beskriver den geografiske fordeling af V1 og V2 kortlagte lokaliteter. Det skal bemærkes, at inddelingen i Miljøstyrelsen (2012b) er sket på baggrund af to vidensniveauer og kategorien *V1 og V2 kortlagte lokaliteter* eksisterer således ikke.

Den geografiske fordeling fra rapporten "Redegørelse om Jordforurening 2012" er vist i Figur 21 øverst. Nederst i Figur 21 ses den geografiske fordeling for dataudtrækket fra DKJORD. Som det ses af figuren er den geografiske fordeling sammenlignelig. Region Midtjylland har flest kortlagte lokaliteter og Region Nordjylland har færrest. Ligeledes er andelen af V1 og V2 kortlagte lokaliteter også sammenlignelig for hver af regionerne.

Det skal bemærkes, at der i Miljøstyrelsen (2012b) er taget højde for alle kortlagte lokaliteter, hvor der i dataudtrækket fra DKJORD blot er taget højde for de forureninger, der udgør en risiko for grund- og overfladevand. Videre er de benyttede datasæt ikke hentet på samme tidspunkt. Herved bliver det totale antal lokaliteter ikke ens mellem de to datasæt.

Fordelingen af de totale kortlagte lokaliteter kan ses i Tabel 15. Her ses det, at den største forskel i antallet af registrerede lokaliteter er for Region Hovedstaden og den mindste forskel er for Region Midtjylland.

Tabel 14: Informationer fra datasættet fra DKJORD januar 2015, der benyttes til at foretage dataanalysen på dataudtrækket.

Information	Beskrivelse
Vidensniveau	De forurenede lokaliteter er inddelt efter tre forskellige vidensniveauer: <ul style="list-style-type: none"> - Vidensniveau 1, V1 - Vidensniveau 2, V2 - Vidensniveau 1 & 2, V1 & V2
Geografisk placering	Beskrivelse af lokaliteternes geografiske placering inddelt på de fem regioner: <ul style="list-style-type: none"> - Hovedstaden - Sjælland - Syddanmark (Syd) - Midtjylland (Midt) - Nordjylland (Nord)
Aktivitet og branche	Det er angivet, hvilke aktiviteter og/eller brancher der har været tilknyttet lokaliteterne. Der er i alt 82 aktiviteter og 194 brancher.
Areal	Ud fra den angivne aktivitet/branche tildeles der et standardareal til forureningen. Standardarealerne er som følger: <ul style="list-style-type: none"> - 7 m² - 79 m² - 707 m² - 7854 m² For V2 lokaliteter tildeles det areal der er angivet i DKJORD.
Fluxberegning	Én fluxberegning pr. registreret forurening, i alt 257.700. beregnet ud fra ligning (1).
Koncentration i indvundet drikkevand	På baggrund af hver fluxberegning, findes der en koncentration af indvundet drikkevand. Denne er beregnet ud fra ligning (2).
Overskridelsesfaktor	Denne udregnes som forholdet mellem den beregnede koncentration i indvundet drikkevand og grundvandskvalitetskriteriet for det individuelle forureningsstof. Er faktoren større end 1, betyder dette således, at grundvandskvalitetskriteriet for det respektive stof er overskredet. For nogle af forureningsstofferne er der ikke blevet angivet nogle grundvandskvalitetskriterier, og disse beregninger vil således blive tildelt "Vides ikke".

Tabel 15: Det totale antal af kortlagte forureninger både på V1 og V2 fordelt på de fem danske regioner.

	Nordjylland	Midtjylland	Syddanmark	Hovedstaden	Sjælland
Redegørelse om Jordforurening 2012	3.770	8.281	7.702	6.116	4.545
Dataudtræk DKJORD	3.232	7.585	6.452	4.594	3.612



Figur 21: Geografisk fordeling af V1 og V2 kortlagte lokaliteter fra "Rapport om forurenede grunde, 2012" (øverst) og dataudtrækket fra DKJORD (nederst).

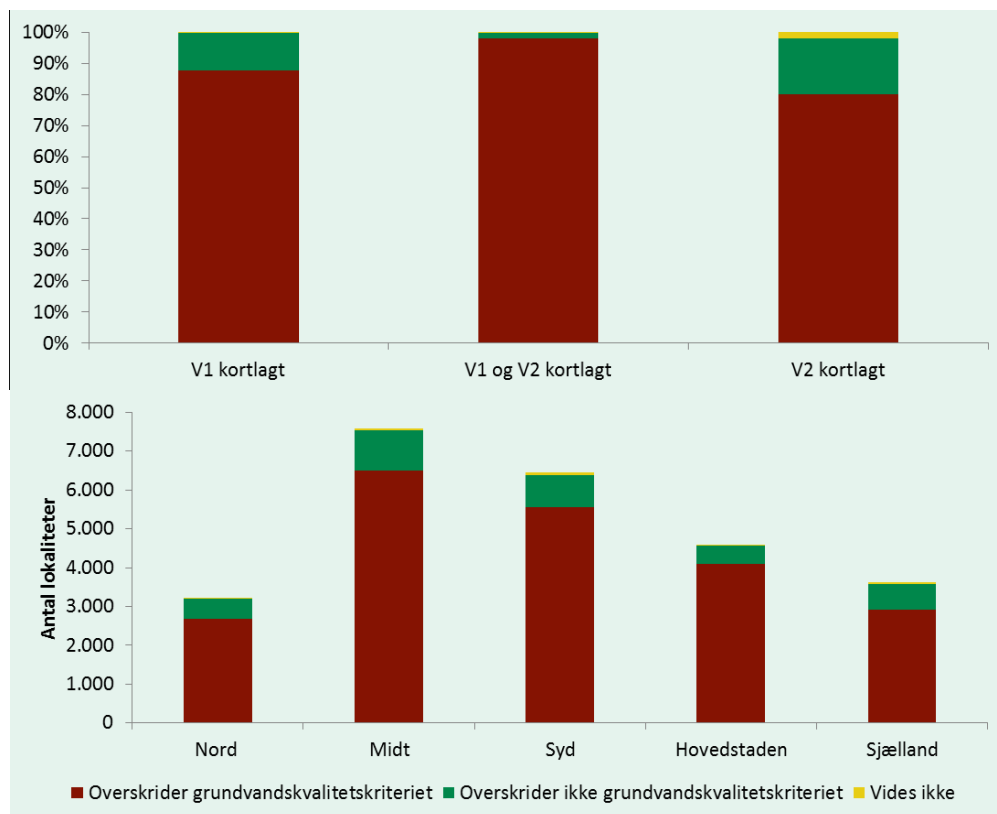
Fordeling af lokaliteter der overskrider grundvandskvalitetskriteriet

Inddelingen af om, hvorvidt en lokalitet overskrider eller ikke overskrider grundvandskvalitetskriteriet er sket ved brug af Excel. Da der på én lokalitet kan være flere forureningsstoffer kan der på samme lokalitet være forureninger der overskrider og andre som ikke overskrider grundvandskvalitetskriteriet. For at gøre det muligt at beskrive en lokalitet som "Overskrider grundvandskvalitetskriteriet", "Overskrider ikke grundvandskvalitetskriteriet" og "Vides ikke" (se Tabel 1) er der opstillet følgende prioritering af de tre grupperinger:

1. Overskrider grundvandskvalitetskriteriet: Der er mindst ét forureningsstof på lokaliteten der overskrider grundvandskvalitetskriteriet (21.763 lokaliteter).
2. Vides ikke: Der er ikke noget forureningsstof der overskrider grundvandskvalitetskriterierne, men for mindst ét forureningsstof er angivet "Vides ikke" (210 lokaliteter).
3. Overskrider ikke grundvandskvalitetskriteriet: Der findes kun forureningsstoffer på lokaliteten, der ikke overskrider grundvandskvalitetskriteriet (3.502 lokaliteter).

Andelen af lokaliteter der overskrider grundvandskvalitetskriteriet er i Figur 22 fordelt på V1 og V2 kortlagte lokaliteter (øverst) og geografisk fordelt (nederst). Som det ses, er det ved V2 kortlagte lokaliteter, at andelen af lokaliteter der overholder grundvandskvalitetskriteriet er størst, hvilket kan tyde på, at screeningen for V1 kortlagte lokaliteter er meget konservativ.

Videre er der generelt mange lokaliteter, der ikke overholder grundvandskvalitetskriterierne. Ser man på den geografiske fordeling af lokaliteter, der overholder grundvandskvalitetskriteriet, ses det, at der ikke er nogen region der skiller sig ud. Alle regioner har mellem 11 og 17 % af de kortlagte lokaliteter, der overholder grundvandskvalitetskriteriet.



Figur 22: Fordeling af lokaliteter, hvor alle forureninger overskrider eller ikke overskrider grundvandskvalitetskriterierne. Denne fordeling er sket på V1 og V2 kortlagte lokaliteter (øverste graf) og den geografiske fordeling (nederste graf).

Fordeling af fluxberegninger

Fordelingen af fluxberegningerne er sket på baggrund af hvert forureningsstof på hver lokalitet, altså de 257.700 der er beskrevet i Bilag 1.1. Forureningsfluxe kan inddeles i forskellige kategorier, som det blandt andet er gjort af Newell et al. (2011). Denne fordeling er vist i Tabel 16. Som det ses af tabellen inddeles forureningsfluxen logaritmisk.

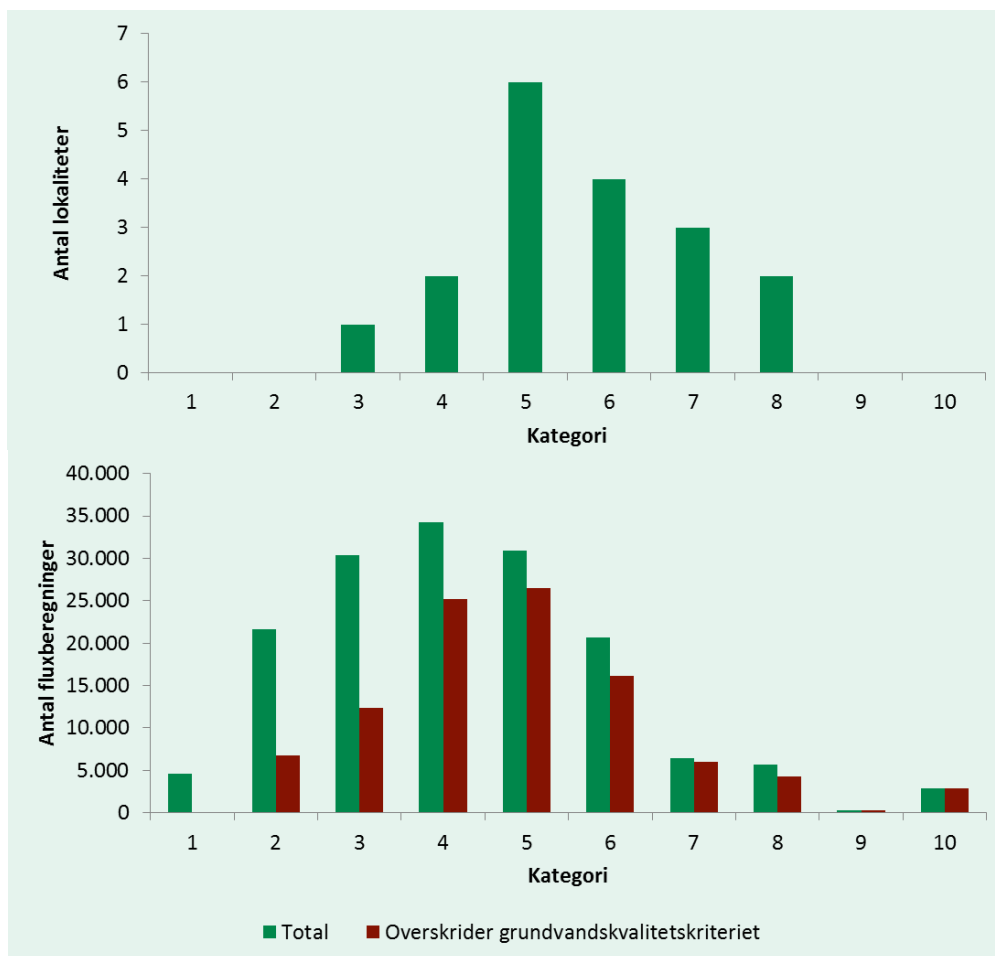
Tabel 16: Inddeling af forureningsfluxe i kategorier. Modifieret fra Newell et al. (2011).

Kategori	Forureningsflux [kg/år]
1	< 0,000365
2	0,000365 til <0,00365
3	0,00365 til <0,0365
4	0,0365 til <0,365
5	0,365 til <3,65
6	3,65 til <36,5
7	36,5 til <365
8	365 til <3.650
9	3650 til <36.500
10	> 36.500

Øverst i Figur 23 ses fordelingen af forureningsfluxe fra store velundersøgte danske lokaliteter (Lemming et al., 2010; Miljøstyrelsen, 2013; NIRAS, 2005; Rønde, 2014; Trolborg et al.,

2008, 2012). Her ses det, at mange af forureningsfluxene ligger i kategori 5 og 6, svarende til en forureningsflux på 0,365 – 36,5 kg/år.

Nederste graf i Figur 23 viser fordelingen af alle de udregnede forureningsfluxe for datasættet. En lokalitet kan have flere forskellige forureningsfluxe tilknyttet, da disse beregninger er gjort for hvert stof på de forskellige lokaliteter. Her ses det, at der er mange forureningsfluxe i kategorierne 3-5, hvilket svarer til forureningsfluxe på 0,00365 – 3,65 kg/år. Ved sammenligning af de to undersøgelser, ses det, at de udregnede forureningsfluxe for alle relevante forureninger i Danmark er på niveau med de forureningsfluxe fundet for de større velundersøgte lokaliteter. Dette vurderes at være en overestimering af forureningsproblemet og det tyder på, at de parametre der er benyttet til udregningen af forureningsfluxene er meget konservative.



Figur 23: Fluxberegninger fordelt på kategorisering af forureningsfluxen og antal forureninger, øverst er det tidligere undersøgelser af større velundersøgte danske lokaliteter (Lemming et al., 2010; Miljøstyrelsen, 2013; NIRAS, 2005; Rønde, 2014; Troldborg et al., 2008, 2012) af større velundersøgte danske lokaliteter. Det skal bemærkes, at nogle af lokaliteterne er med flere gange, da fluxen er opgjort på et interval, der strækker sig over flere kategorier eller fordi der både er opgjort flux for forureningskilde og fane eller for flere stoffer. Nederst ses fordelingen af alle fluxberegningerne fra dataudtrækket.

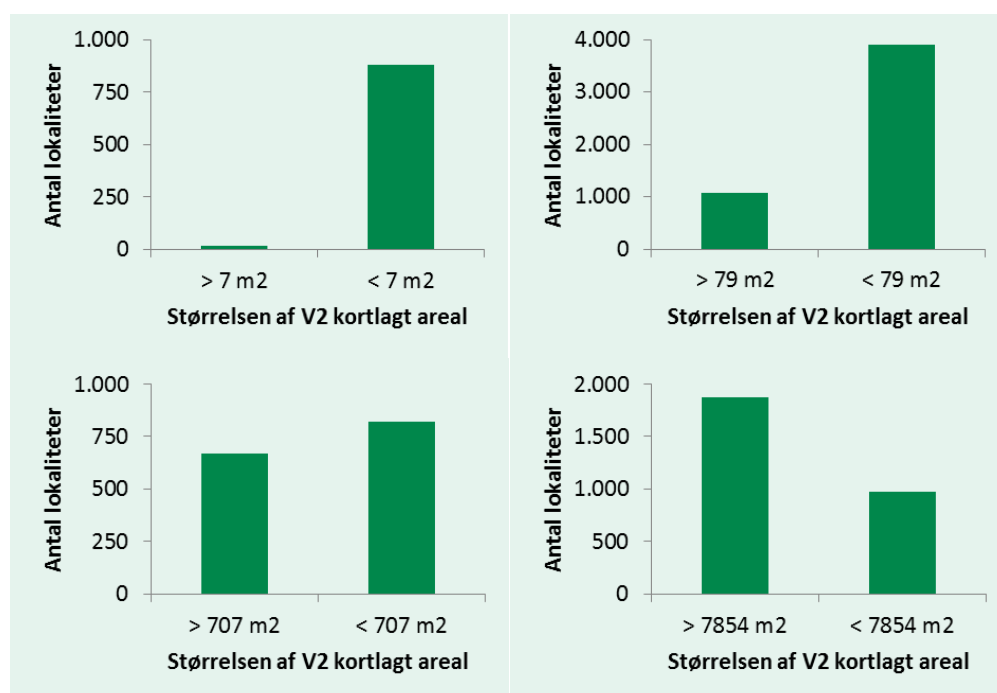
Arealanalyse

For at analysere størrelsen af standardarealerne, der tildeles V1 kortlagte lokaliteter ud fra aktivitet eller branche, er det undersøgt, hvilket standardareal der ville blive tildelt de registrerede V2-kortlagte lokaliteter, såfremt disse havde været registreret som V1 kortlagt. Dette er

gjort ved brug af Excel og MATLAB[®]. Her er hver V2-kortlagt forurening blevet behandlet som en V1-kortlagt forurening, og har således fået tildelt et standardareal på baggrund af den registrerede aktivitet eller branche.

Resultatet, der er genereret for at undersøge om arealerne benyttet til V1-kortlagte lokaliteter, er større eller mindre end de, der er benyttet til V2 kortlagte lokaliteter ses i Figur 24. Her ses det, at arealerne benyttet for V2-kortlagte lokaliteter er større end de arealer der ville være benyttet, hvis de var kortlagt som V1. Dette er tilfældet for V1-arealerne 7, 79 og 707 m². Først ved et V1-areal på 7.854 m² er arealet som V1-kortlagt lokalitet større end det for den V2-kortlagte lokalitet.

Hvis der er flere forurenede områder på en V2-kortlagt lokalitet vil det areal, som benyttes til beregningerne være summen af arealerne for alle områderne. Dette kan være grunden til at arealerne for mange af de V2-kortlagte lokaliteter er større end, hvis de samme lokaliteter var blevet kortlagt som V1-lokaliteter.



Figur 24: Analyse af, hvilke arealer der ville tildeles en V2-kortlagt lokalitet, hvis den var blevet kortlagt som V1. Graferne viser, om de faktisk kortlagte V2-arealer er større eller mindre end de potentielle V1-arealer.

Bilag 1.3 Læring og eftertanker

Analysen af datasættet fra januar 2015 viser nogenlunde den samme geografiske fordeling af de forurenede lokaliteter som i "Redegørelse om Jordforurening 2012". Det er fundet, at fluxberegningerne har den samme fordeling som større velundersøgte forurenede lokaliteter, hvilket tyder på, at forureningerne overvurderes i forhold til den reelle risiko. Der er meget markante overskridelser af grundvandskvalitetskriterierne for en meget væsentlig andel af de forurenede grunde. For de fem regioner ses der ved den anvendte beregningsmetode overskridelser af kvalitetskriterierne på mellem 83% og 91% af det samlede antal lokaliteter.

Nogle af de forhold og parametre, der kan være årsag til den konservative vurdering er:

- Koncentrationer af modelstoffer: Her er der benyttet worst case koncentrationer for de 19 forskellige modelstoffer.

- Nettonedbør: Her er der benyttet den kommunale nettonedbør fra JAGG som er relativt konservativ idet værdierne konsekvent er højere end DK-modellens værdier for infiltration.
- Indvinding på 10.000 m³/år: Der er anvendt en indvindingsstørrelse på 10.000 m³/år, hvilket beskriver situationen for et meget lille vandværk. Såfremt der i stedet benyttes aktuelle indvindingsstørrelser ville andelen af overskridelser sandsynligvis være lavere.
- Der tages i disse beregninger ikke højde for forureningsstofferne's attenuering i dæklag og grundvand. Nedbrydning, dispersion og øvrige processer vil påvirke de forureningskoncentrationerne og dermed størrelsen af de beregnede forureningsfluxe.

Efter dette arbejde er blevet udført, er overfladevandsværktøjet blevet evalueret i Miljøstyrelsen (2015), for at vurdere standardparametrene der tildeles de forurenede lokaliteter. Dette blev gjort ved at sammenligne godt 400 undersøgte sager med standardparametrene benyttet i overfladevandsværktøjet. Her blev standardkoncentrationen for TCE (chlorerede opløsningsmidler), fundet til at være for høj, og er foreslået ændret fra 42.000 µg/L til 10.000 µg/L. Videre blev det fundet, at det areal der tildeles olieforureninger er sat for lavt. Det blev derfor foreslået at ændre arealet fra 7 m² til 79 m². Disse ændringer er i mellemtiden gennemført i screeningsværktøjet.

Bilag 2. Ændringer vedr. MTBE og polære opløsningsmidler

Bilag 2.1 Ændringer vedr. MTBE

I overfladevandsværktøjet (Miljøstyrelsen, 2014c) findes en stofgruppen "Polære opløsningsmidler", der har MTBE som modelstof og en worst case koncentration på 50.000 µg/L.

Baseret på en opsamling af målte grundvandskoncentrationer af polære opløsningsmidler foretaget af regionerne (Christensen, 2017) har arbejdsgruppen tilknyttet GrundRisk Screening vurderet at MTBE bør adskilles fra øvrige polære opløsningsmidler, da worst case koncentrationen på 50.000 µg/L ikke er repræsentativ for alle typer brancher med polære opløsningsmidler.

MTBE udgør derfor sin egen stofgruppe og tildeles en worst case koncentration på 50.000 µg/L. Samtidig har arbejdsgruppen vurderet at antallet af brancher der tildeles MTBE kan reduceres således at fx autoreparationsværksteder ikke tildeles MTBE. I Tabel 17 og Tabel 18 herunder er de brancher og aktiviteter, der ikke længere tildeles MTBE markeret.

Tabel 17: Tabellen viser de brancher, der tildeles MTBE ifølge overfladevandsscreeningen. I GrundRisk screeningen tildeles brancherne markeret med grå ikke MTBE

Branche kode	Branche navn	Stof kode	Stof navn
50.20.00	Reparation og vedligeholdelse af biler mv.	490	MTBE
50.20.10	Autoreparationsværksteder	490	MTBE
50.20.90	Autoservice i øvrigt	490	MTBE
50.50.00	Servicestationer	490	MTBE
50.50.10	Servicestationer uden kiosksalg	490	MTBE
50.50.20	Servicestationer med kiosksalg	490	MTBE
51.51.00	Engroshandel med motorbrændstof, brændsel, smøreolie mv.	490	MTBE

Tabel 18: Tabellen viser de aktiviteter, der tildeles MTBE ifølge overfladevandsscreeningen. I GrundRisk screeningen tildeles brancherne markeret med grå ikke MTBE

Aktivitets kode	Aktivitets navn	Stof kode	Stof navn
1	Aktiviteter vedr. benzin-, olie-, gas-, kul og tjæreprodukter	490	MTBE
4	Oparbejdning af olieprodukter	490	MTBE
5	Benzin og olie, aktiviteter vedr.	490	MTBE
6	Benzin og olie, salg af	490	MTBE
7	Benzin og olie, erhvervmæssig oplag af	490	MTBE
8	Olie og benzin, erhvervmæssig brug af	490	MTBE

Bilag 2.2 Ændringer vedr. polære opløsningsmidler

Idet MTBE fjernes fra stofgruppen "polære opløsningsmidler" og acetone er på baggrund af regionernes liste med målte koncentrationer for denne gruppe valgt som modelstof for stofgruppen.

Baseret på dataopsamling fra Christensen (2017) er der identificeret to grupper af brancher og aktiviteter som kan forårsage betydeligt højere grundvandskoncentrationer end andre brancher. Gruppe 1 består især af kemisk industri, maskinindustri og fremstilling af plastprodukter. Worst case koncentrationen for denne gruppe er sat til 512.500 µg/L baseret på 90% fraktilen af de målte koncentrationer for disse brancher. I beregningen af 90% fraktilen er alene værdier over detektionsgrænsen medtaget. Derudover er kun den højst målt koncentration for en lokalitet medtaget, da koncentrationsniveauet skal repræsentere kildeområdet.

Gruppe 2 består især af autolakerier og autoreparationsværksteder. Worst case koncentrationen for denne gruppe er sat til 6.200 µg/L baseret på 90% fraktilen af de målte koncentrationer for disse brancher. I beregningen af 90% fraktilen er alene værdier over detektionsgrænsen medtaget. Derudover er kun den højst målt koncentration for en lokalitet medtaget, da koncentrationsniveauet skal repræsentere kildeområdet.

For de resterende brancher er der bestemt en worst case koncentration på 1.250 µg/L svarende til 90% percentilen for alle målte koncentrationer over detektionsgrænsen.

Tabel 19: Aktiviteter og brancher med worst case koncentrationer på 512.500 µg/L (Gruppe 1)

Aktivitetskode	Aktivitet	Branchekode	Branchenavn
26	Kemikalier, produktion af	24.00.00	Kemisk industri
		24.60.00	Fremstilling af andre kemiske produkter
		24.66.00	Fremstilling af andre kemiske produkter i øvrigt
		29.00.00	Maskinindustri
		25.00.00	Gummi- og plastindustri
		25.20.00	Fremstilling af plastprodukter
		25.21.10	Fremstilling af plader, ark, film og andre flade former af plast
		25.22.00	Fremstilling af plastemballage

Tabel 20: Aktiviteter og brancher med worst case koncentrationer på 6.200 µg/L (Gruppe 2)

Aktivitetskode	Aktivitet	Branchekode	Branchenavn
56	Metal, maling og lakering af	50.20.50	Autolakerier
49	Metal, affedtning og overfladebehandling af	50.20.10	Autoreparationsværksteder
		50.20.00	Reparation og vedligeholdelse af biler mv.

Bilag 3. Forureningsstoffer uden modelstoffer

I Tabel 21 herunder ses en oversigt over stofnavne i DKJORD som pt. ikke er tilknyttet et modelstof. Der er bl.a. tale om forskellige metaller som ikke er tungmetaller, og ikke umiddelbart kan repræsenteres af arsen (fx aluminium, tin, sølv, barium, kobolt, mangan, molybdæn, antimon, natrium og kalium), men som heller ikke er typiske grundvandsforureninger. Derudover er der forskellige samleparametre for aromatiske forbindelse (andre aromatiske forbindelser og aromater mono/bicykliske), samt forskellige nitrobenzener og chlorbenzener. De sidstnævnte kan evt. tilknyttes den eksisterende stofgruppe "andre chlorholdige aromater" repræsenteret ved modelstoffet chlorbenzen. Desuden er der en række phtalater (fx DEHP, diethylphthalat og dibuthylphthalat), som er en stofgruppe, der pt. ikke er repræsenteret ved et modelstof. Det bør derfor overvejes at fastsætte et modelstof herfor. Ligeledes er der intet modelstof for PCB, hvilket der ligeledes bør overvejes,

Der findes desuden en række pesticider eller nedbrydningsstoffer fra pesticider (chloridazon, AMPA, malathion, parathion, dieldrin, dichlorvos mv.) som ikke er tilknyttet et modelstof. Disse kan sandsynligvis tilknyttes et af de eksisterende modelstoffer for pesticider. Det skal blot vælges, hvilket der repræsenterer dem bedst.

Endelig er der en række parametre som ikke er relevante i forhold til grundvandsforurening fx kimal, asbeststøv, volumen, kimal og lossepladsgas.

Tabel 21: Tabel med stofnavne i DKJORD, som ikke er tilknyttet et modelstof

Stofnavn i DKJORD
Andre aromat. forb.
Aromater mono/bicyk
1,2,4,5-Tetrach.ben.
1,3-Dichlorbenzen
1,4-Dichlorbenzen
1-chlor-2nitrobenzen
2-(2,6-dich.ph)props
3,4-Dichloranilin
3-Cl-anilin
4-Chlornitrobenzen
Aluminium
AMPA
Andre metaller
Antimon
Aromater mono/bicyk
Asbeststøv
Barium
Bromdichlormethan
Bromoform

Carbofuran
Chlor,total
Chlor. aromatiske f.
Chlorethan
Chloridazon
Cykl./heterocy. forb
DEHP
Dibutylphthalat
dichlorvos
Dieldrin
Diethanolamin
Diethylphthalat
Dioxan
Div. halog. aromater
Fluorid
Gamma Lindan (HCH)
Kalium
Kimtal 22Gr. PCA
Kobolt (Co)
Lossepladsgas
Lossepladsperkolat ^{a)}
Malathion
Mangan
Methan
Molybden (Mo)
Natrium
Natriumhydrogencarbonat
Nitrobenzen
Parathion
PCB
Phthalater
Pyridin
Sølv
Tetrahydrofuran
Thallium
Tin
Trihalomethaner
Tris(2-ch.eth.)ph.ph
Volumen

^{a)} Lossepladsperkolat beskrives ved specifikke stoffer

Bilag 4. Kvalitetskriterier

I tabellen ses en oversigt over de kvalitetskriterier, der anvendes i screenings Trin 4. Farvemærkingen angiver hvor kriteriet stammer fra jf. forklaring herunder.

Farvekode:
MST's liste over kvalitetskriterier for grundvand - opdateret maj 2014 (Miljøstyrelsen, 2014d)
Både 'Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg' (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2016) og 'MST's liste over kvalitetskriterier for grundvand' (Miljøstyrelsen, 2014d)
Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg - BEK nr 802 af 01/06/2016. Gældende bekendtgørelse. (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2016)
Et kriterium er valgt/tildelt baseret på lignende stoffer

Stofnavn	StofGruppeBetegnelse	GVKDK (µg/L)	Kommentar
1,1,1-trichlorethan	Chlorerede opløsningsmiddel	1	Bilag 1c, Fodnote 4) i BEK om vandkvalitet. Ved flygtige organiske chlorforbindelser forstås di-, og trichlor-methan, dichlorethener, 1,2-dichlorethan, trichlorethen og trichlorethaner, tetrachlorethen og tetrachlorethaner
1,1,2,2-Tetrach.eth.	Chlorerede opløsningsmiddel	1	Bilag 1c, Fodnote 4) i BEK om vandkvalitet. Ved flygtige organiske chlorforbindelser forstås di-, og trichlor-methan, dichlorethener, 1,2-dichlorethan, trichlorethen og trichlorethaner, tetrachlorethen og tetrachlorethaner
1,1,2-Trichlorethan	Chlorerede opløsningsmiddel	1	Bilag 1c, Fodnote 4) i BEK om vandkvalitet. Ved flygtige organiske chlorforbindelser forstås di-, og trichlor-methan, dichlorethener, 1,2-dichlorethan, trichlorethen og trichlorethaner, tetrachlorethen og tetrachlorethaner
1,1-dichlorethan	Chlorerede opløsningsmiddel	1	Bilag 1c, Fodnote 4) i BEK om vandkvalitet. Ved flygtige organiske chlorforbindelser forstås di-, og trichlor-methan, dichlorethener, 1,2-dichlorethan, trichlorethen og trichlorethaner, tetrachlorethen og tetrachlorethaner
1,1-Dichlorethylen	Chlorerede opløsningsmiddel	1	Kriterium for flygtige organiske chlorforbindelser (BEK om vandkvalitet)
1,2,3-trichlorbenzen	Andre chlorholdige aromater	1	Chlorbenzener mono-, di- og tri-
1,2,4-Trichlorbenzen	Andre chlorholdige aromater	1	Chlorbenzener mono-, di- og tri-
1,2-Dibromethan	Chlorerede opløsningsmiddel	0.01	Stoffet indgik i de gamle blyholdige benzinprodukter
1,2-Dichlorbenzen	Andre chlorholdige aromater	1	Kriterium for naphthalen (MSTs liste). BEK om vandkvalitet har et kriterium på 2 µg/l
1,2-dichlorethan	Chlorerede opløsningsmiddel	1	Bilag 1c, Fodnote 4) i BEK om vandkvalitet. Ved flygtige organiske chlorforbindelser forstås di-, og trichlor-methan, dichlorethener, 1,2-

			dichlorethan, trichlorethen og trichlorethaner, tetrachlorethen og tetrachlorethane
1,2-Dichlorethylen	Chlorerede opløsningsmidler	1	Kriterium for tri- og tetrachlorethylen (MST's liste)
1,3,5-trichlorbenzen	Andre chlorholdige aromater	1	Chlorbenzener mono-, di- og tri-
2,3 dimethylphenol	Phenoler	0.5	Værdien gælder for hver enkelt type phenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det Phenol total
2,4,5-T	Pesticider-Phenoxysyrer	0.1	
2,4,5-trichlorphenol	Phenoler	0.1	Værdien gælder for hver enkelt type chlorphenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det sum af chlorphenoler
2,4,6-trichlorphenol	Phenoler	0.1	Værdien gælder for hver enkelt type chlorphenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det sum af chlorphenoler
2,4-D	Pesticider-Phenoxysyrer	0.1	
2,4-dichlorphenol	Phenoler	0.1	Værdien gælder for hver enkelt type chlorphenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det sum af chlorphenoler
2,4-dimethylphenol	Phenoler	0.5	Værdien gælder for hver enkelt type phenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det Phenol total
2,4-Dinitrophenol	Phenoler	0.5	Værdien gælder for hver enkelt type phenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det Phenol total
2,6-Dichlorbenzamid	Pesticider-Nitril	0.1	
2,6-dichlorphenol	Phenoler	0.1	Værdien gælder for hver enkelt type chlorphenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det sum af chlorphenoler
2-Chloranilin	Andre chlorholdige aromater	1	
2-Chlorphenol	Phenoler	0.1	Værdien gælder for hver enkelt type chlorphenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det sum af chlorphenoler
2-methylphenol	Phenoler	0.5	Værdien gælder for hver enkelt type phenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det Phenol total
2-Nitrophenol	Dinitrophenoler	0.5	Er på MST listen, men i Bek om vandkvalitet er kvalitetskriteriet 7, bmrk: Syntesekemikalium. Fx ved fremstilling af farvestoffer, pesticider, sprængstoffer m.v.
2-propanol	Polære opløsningsmidler	10	Kriterium for isopropanol
3,5-dimethylphenol	Phenoler	0.5	Værdien gælder for hver enkelt type phenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det Phenol total
3-methylphenol	Phenoler	0.5	Værdien gælder for hver enkelt type phenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det Phenol total
4-clor,2-methylpheno	Phenoler	0.1	Værdien gælder for hver enkelt type chlorphenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det sum af chlorphenoler
4-methylphenol	Phenoler	0.5	Værdien gælder for hver enkelt type phenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det Phenol total
4-Nitrophenol	Phenoler	0.5	Værdien gælder for hver enkelt type phenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det Phenol total
4-Nonylphenol	Overfladeaktivestoffer	20	Sum af octylphenol og Nonylphenol

Acetone	Polære opløsningsmidler	10	BEK om vandkvalitet: Opløsningsmiddel. Fx for polymerer. Stoffet vil fordampe fra vand.
Alifatiske kulbrinter	"Olie- og benzinprodukter"	9	
Alkoholer	Polære opløsningsmidler	5	Sidestilles med MST's kriterium for MTBE
Anilin	Andre chlorholdige aromater	1	Sidestilles med kriterium for chlorbenzen (BEK om vandkvalitet)
Arsen	Metaller	8	BEK om vandkvalitet: Kvalitetskriterie på 5
Atrazin	Pesticider-Triaziner	0.1	
Atrazin, desethyl-	Pesticider-Triaziner	0.1	
Atrazin, desisopropy	Pesticider-Triaziner	0.1	
Atrazin, hydroxy-	Pesticider-Triaziner	0.1	
Bentazon	Pesticider-uklassificeret	0.1	
Benzen	"BTEX'er og lignende"	1	
Benzin	"BTEX'er og lignende"	9	Sidestilles med alifatiske kulbrinter i MST's liste
Benzylalkohol	Polære opløsningsmidler	5	Sidestilles med MST's kriterium for MTBE
BTEX (sum)	"BTEX'er og lignende"	5	Sidestilles med toluen, xylener + ethylbenzen på MST's liste
BTEXer og lignende	"BTEX'er og lignende"	5	Sidestilles med toluen, xylener + ethylbenzen på MST's liste
C10-aromater	"BTEX'er og lignende"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
C10-C25 kulbrintefraktion	"Olie- og benzinprodukter"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
C25-C35 kulbrintefraktion	"Olie- og benzinprodukter"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
C2-Phenoler	Phenoler	0.5	Sidestilles med MST's kriterium for phenol
C3-Phenoler	Phenoler	0.5	Sidestilles med MST's kriterium for phenol
C5-C10 kulbrintefraktion	"BTEX'er og lignende"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
C6-C35 kulbrintefraktion	"Olie- og benzinprodukter"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
C9-aromater	"BTEX'er og lignende"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
Cadmium	Metaller	0.5	Er på MST listen, men i Bek om vandkvalitet er kvalitetskriteriet 2, bmrk: beregnet gennemsnitværdi
Chlorbenzen	Andre chlorholdige aromater	1	
Chlorerede aromater	Andre chlorholdige aromater	1	Sidestilles med kriteriet for chlorbenzener (BEK om vandkvalitet)
Chlorerede opl.midl.	Chlorerede opløsningsmiddel	1	MST's liste, stofnavn: sum af flygtige organiske chlorforbindelser
Chlorid	Lossepladsparameter	250000	
Chlorid, filt.	Lossepladsparameter	250000	
Chloroform	Chlorerede opløsningsmiddel	1	Hvis indholdet af chloroform i råvandet er større end 1 µg/L, skal det udredes om kilden er naturlig eller forureningsbestemt. Hvis indholdet er naturlig kan der tillades en højere værdi dog maksimalt 10 µg/L.
Chlorphenol	Phenoler	0.1	Værdien gælder for hver enkelt type chlorphenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det sum af chlorphenoler
Chrom	Metaller	25	I BEK om vandkvalitet er kriteriet 25
Chrom,hexavalent	Metaller	1	
Chrom,trivalent	Metaller	25	I BEK om vandkvalitet er kriteriet 25

Cis-1,2-dichlorethyl	Chlorerede opløsningsmiddel	1	Kriterium for flygtige organiske chlorforbindelser (BEK om vandkvalitet)
Cyanid	Cyanid	50	
Cyanid, oxiderbart	Cyanid	50	
Cyanid, syreflygtigt	Cyanid	50	
Cyanid, total	Cyanid	50	
DDD (sum o,p'+p,p')	Pesticider-POP	0.1	
DDD, o,p'-	Pesticider-POP	0.1	
DDD, p,p'-	Pesticider-POP	0.1	
--DDE (op+pp)	Pesticider-POP	0.1	
DDE (sum o,p'+p,p')	Pesticider-POP	0.1	
DDE, o,p'-	Pesticider-POP	0.1	
DDE, p,p'-	Pesticider-POP	0.1	
DDT (sum o,p'+p,p')	Pesticider-POP	0.1	
DDT, p,p'-	Pesticider-POP	0.1	
Detergenter anion	Overfladeaktive stoffer	100	
Detergenter nonion	Overfladeaktive stoffer	100	Sidestilles med kriterium for detergenter anion jf.. BEK om vandkvalitet
Dichlorethan	Chlorerede opløsningsmiddel	1	
Dichlorethylen	Chlorerede opløsningsmiddel	1	Kriterium for tri- og tetrachlorethylen (MST's liste)
Dichlormethan	Chlorerede opløsningsmiddel	1	Kriterium for tri- og tetrachlorethylen (MST's liste)
Dichlorprop	Pesticider-Phenoxysyrer	0.1	
Dieselolie	"Olie- og benzinprodukter"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
Diethylether	Polære opløsningsmidler	10	I Bek om vandkvalitet er kriteriet 40
Diethylkviksølv	Organo-metal	0.1	Sidestilles med kriterium for kviksølv jf. MST's liste
Dimethylkviksølv	Organo-metal	0.1	Sidestilles med kriterium for kviksølv jf. MST's liste
Dimethylphenoler	Phenoler	0.5	Sidestilles med MST's kriterium for phenol
Diphenylkviksølv	Organo-metal	0.1	Sidestilles med kriterium for kviksølv jf. MST's liste
Ethanol	Polære opløsningsmidler	5	Kriterium for MTBE jf. MST's liste og BEK om vandkvalitet
Ethere	Polære opløsningsmidler	5	Kriterium for MTBE jf. MST's liste og BEK om vandkvalitet
Ethylacetat	Polære opløsningsmidler	5	Kriterium for MTBE jf. MST's liste og BEK om vandkvalitet
Ethylbenzen	"BTEX'er og lignende"	5	
Ethylenglykol	Polære opløsningsmidler	5	Kriterium for MTBE jf. MST's liste og BEK om vandkvalitet
Ethylmethylketon	Polære opløsningsmidler	5	Kriterium for MTBE jf. MST's liste og BEK om vandkvalitet
Formaldehyd	Polære opløsningsmidler	10	
Freon	Chlorerede opløsningsmiddel	10.000	MST'liste: Kriterium for CFC-12
Fyringsolie	"Olie- og benzinprodukter"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
Glykoler	Polære opløsningsmidler	5	Kriterium for MTBE jf. MST's liste og BEK om vandkvalitet
Glyphosat	Pesticider-Glycin	0.1	
Hydrocarbon., C8-C15	"Olie- og benzinprodukter"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
Hydrogensulfid-S	Lossepladsparameter	50	

Indeno(1,2,3-cd)pyren	PAH	0.1	Kriterium for fluoranthen jf. MST's liste og BEK om vandkvalitet
isopropylbenzen	"BTEX'er og lignende"	1	Sidestilles med kriterium for alkylbenzener jf. MST's liste og BEK om vandkvalitet
Isoproturon	Pesticider-Urea	0.1	
Kviksølv	Metaller	0.1	I BEK om vandkvalitet er kriteriet 1
Kviksølv, suspenderet	Metaller	0.1	I BEK om vandkvalitet er kriteriet 1
Kviksølv,filt	Metaller	0.1	I BEK om vandkvalitet er kriteriet 1
LAS	Overfladeaktive stoffer	100	Tensider, anioniske (LAS, AOS, AS) jf. MST's liste
MCPA	Pesticider-Phenoxysyrer	0.1	
Mechlorprop	Pesticider-Phenoxysyrer	0.1	
Methanol	Polære opløsningsmidler	5	Kriterium for MTBE jf. MST's liste og BEK om vandkvalitet
Methyl-isobutylketon	Polære opløsningsmidler	10	I Bek om vandkvalitet er kriteriet 100
Methylnaphthalater	PAH	1	MST's liste: Kriterium for naphthalen
Methylnaphthalen	PAH	1	MST's liste: Kriterium for naphthalen
MTBE	MTBE	5	
M-xylen	"BTEX'er og lignende"	5	
Naphthalen	"BTEX'er og lignende"	1	
Naphthalen	"BTEX'er og lignende"	1	
N-butyl-acetat	Polære opløsningsmidler	10	
Nikkel	Metaller	10	I BEK om vandkvalitet er kriteriet 20
Nitrat	Lossepladsparameter	50000	
o-Cresol	Phenoler	0.5	Sidestilles med MST's kriterium for phenol
Octyl- + nonylphenol	Overfladeaktivestoffer	20	
Olie	"Olie- og benzinprodukter"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
Olie og fedt	"Olie- og benzinprodukter"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
Olie-benzin	BTEX'er og lignende	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
Olieprodukter	"Olie- og benzinprodukter"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
Overfladeaktivestof.	Overfladeaktivestoffer	100	Sidestilles med kriterium for detergenter anion jf. BEK om vandkvalitet
O-xylen	"BTEX'er og lignende"	5	
p-Cresol	Phenoler	0.5	Sidestilles med MST's kriterium for phenol
Pentachlorphenol	Phenoler	0.01	Værdien gælder for hver enkelt type chlorphenol (BEK om vandkvalitet). På MST's liste er det sum af chlorphenoler
Pesticider, sum	Pesticider	0.5	
Petroleum	"Olie- og benzinprodukter"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
Phenol	Phenoler	0.5	
Phenoler som phenol	Phenoler	0.5	Sidestilles med MST's kriterium for phenol
P-xylen	"BTEX'er og lignende"	5	
Simazin	Pesticider-Triaziner	0.1	
Styren	"BTEX'er og lignende"	1	
Sulfat	Lossepladsparameter	250000	

Sulfat, filt.	Lossepladsparameter	250000	
Sulfat+sulfit SO4	Lossepladsparameter	250000	
Sulfat-S	Lossepladsparameter	250000	Kriterium for sulfat
Sulfid-S	Lossepladsparameter	50	
Sulfit	Lossepladsparameter	250000	BEK om vandkvalitet: Kriterium for sulfat
Terpentin	"Olie- og benzinprodukter"	9	Sidestilles med kriteriet for sum af kulbrinter på MST's liste
Tetrachlorethylen	Chlorerede opløsningsmiddel	1	
tetrachlormethan	Chlorerede opløsningsmiddel	1	
Tetrachlormethan	Chlorerede opløsningsmiddel	1	
TEX (sum)	"BTEX'er og lignende"	5	MST' liste har et kriterium for xylener, ethylbenzen og toluen
Toluen	"BTEX'er og lignende"	5	
Tributhyltinacetat	TBT	0.1	TBT har et kriterium på 0,1 i BEK om vandkvalitet
Tributhyltinnaphth.	TBT	0.1	TBT har et kriterium på 0,1 i BEK om vandkvalitet
Trichlorethylen	Chlorerede opløsningsmiddel	1	
Trichlorfluormethan	Chlorerede opløsningsmiddel	1	Kriterium benyttet i overfladevandsværktøjet
Tungmetaller	Metaller	8	Sidestilles med kriterium for arsen jf. MST's liste
Vinylchlorid	Chlorerede opløsningsmiddel	0.2	I BEK om vandkvalitet er kriteriet 0,3
Xylen	"BTEX'er og lignende"	5	
Xylenoler	Phenoler	0.5	Sidestilles med MST's kriterium for phenol
Zink	Metaller	100	

Bilag 5. Udsnit af datasæt fra DKJORD, JAR og GEUS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	LokNr	Lokalitetstatus	VurdOffindsatsGrundvand	OffentlighedsUdført	VTO	OM	Privat	Offremdrift	X_tyngdepunkt	Y_tyngdepunkt
2	410-81001	V2-kortlagt		JA	JA	NEJ	NEJ	Historik	554990.9	6145943.2
3	410-81003	V1-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	NEJ		561076.8	6144786.5
4	410-81005	V1 og V2 kortlagt	OSD/IVO	JA	NEJ	NEJ	NEJ		564151.6	6143396.3
5	410-81006	V2-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA	Historik	564532.2	6147090.6
6	410-81010	V2-kortlagt		JA	NEJ	NEJ	JA		546486.6	6150997.5
7	410-81013	V2-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		546061.5	6150365.6
8	410-81025	V1-kortlagt	OSD/IVO	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ		555054.8	6146795.2
9	410-81027	V1-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		554887.4	6146806.7
10	410-81031	V2-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		547424.3	6151205.3
11	410-81032	V2-kortlagt		JA	NEJ	NEJ	NEJ	Indledende	546061.3	6151275.6
12	410-81034	V1-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		547453	6151149.5
13	410-81037	V2-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		546127.1	6150514.8
14	410-81039	V2-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		545997.2	6150073.5
15	410-81041	V1-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		551219.1	6148273.5
16	410-81042	V2-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		545408.1	6150444.9
17	410-81043	V1 og V2 kortlagt		JA	NEJ	NEJ	JA	Indledende	546006.6	6151349.5
18	410-81047	V2-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		548349.5	6149684.7
19	410-81049	V1-kortlagt	OSD/IVO	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ		555120.7	6146331.5
20	410-81054	V2-kortlagt		NEJ	JA	NEJ	JA		555520.7	6146360.5
21	410-81058	V2-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		561356	6149336.8
22	410-81063	V2-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		561228.3	6149461.8
23	410-81069	V1-kortlagt	OSD/IVO	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ		563922.2	6144389.1
24	410-81071	V1-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		555048.3	6146404.5
25	410-81072	V1-kortlagt	OSD/IVO	NEJ	NEJ	NEJ	NEJ		567181.5	6143547
26	410-81076	V2-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		552889.3	6148323.7
27	410-81078	V1-kortlagt		NEJ	NEJ	NEJ	JA		555018.8	6146654.5
28	410-81082	V1-kortlagt	OSD/IVO	JA	NEJ	NEJ	JA	Historik	560089.8	6145462.2
29	410-81084	V1-kortlagt	OSD/IVO	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Indledende	549018.3	6151487
30	410-81085	V1-kortlagt	OSD/IVO	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Historik	556701.2	6147310.9
31	410-81086	V1-kortlagt	OSD/IVO	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Historik	557511.6	6145219
32	410-81087	V1-kortlagt	OSD/IVO	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Historik	556955.4	6147457.2
33	410-81088	V2-kortlagt		JA	NEJ	NEJ	NEJ	Indledende	558679.8	6142900.4
34	410-81089	V1-kortlagt	OSD/IVO	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Historik	557055.7	6147454.8
35	410-81090	V1-kortlagt	OSD/IVO	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Historik	556734.5	6147722.5
36	410-81091	V1-kortlagt	OSD/IVO	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Historik	558536.6	6142842.9
37	410-81092	V1-kortlagt	OSD/IVO	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Historik	558561.1	6142759.8
38	410-81095	V1-kortlagt	OSD/IVO	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Historik	558541.7	6142377.1
39	410-81096	V1-kortlagt	OSD/IVO	JA	NEJ	NEJ	NEJ	Historik	559052.7	6143300.7

Figur 25: Udsnit af datasæt fra JAR udtrukket i januar 2017

Tabel 22: Forklaring tilhørende GEUS' datasæt, som der er vist et udsnit af ovenfor (Miljøstyrelsen, 2016c)

Kolonner i Extract	Forklaring	Enhed
<i>GRUNDID</i>	Reference id til Exports tabellen	-
<i>TEMANAVN</i>	V1 eller V2 status	-
<i>CVR_NAVN</i>	Angivelse af region	-
<i>LOKALITET_NR</i>	Lokalitet nr.	-
<i>OSD</i>	1: Indenfor OSD 0: ikke i OSD	-
<i>U_OSD</i>	1: indenfor IOL u OSD 0: ikke i IOL u OSD	-
<i>COMPLEX</i>	1: Kortlagt grund placeret i område med vurderet kompleks geologi. 0: Øvre geologi er mindre kompleks	-
<i>GOOD_MEDIUM_WEAK</i>	Kategorisering datadækning ved kortlagte grunde ud fra opsatte kriterier. God:G, Medium:M, Svag:S	-
<i>BOREHOLE_COUNT</i>	Det maksimale antal beskrevne borer, der indgår i beregningerne.	-
<i>SUM_WEIGHTED_AVG_GRP_1</i>	Vægtet sum for tykkelse af gruppe 1 – Fed ler	m
<i>SUM_WEIGHTED_AVG_GRP_2</i>	Vægtet sum for tykkelse af gruppe 2 – Moræneler	m
<i>SUM_WEIGHTED_AVG_GRP_3</i>	Vægtet sum for tykkelse af gruppe 3 – Sand	m
<i>SUM_WEIGHTED_AVG_GRP_4</i>	Vægtet sum for tykkelse af gruppe 4 – Grus og sten	m
<i>SUM_WEIGHTED_AVG_GRP_5</i>	Vægtet sum for tykkelse af gruppe 5 – Gytje, tørv og brunkul	m
<i>SUM_WEIGHTED_AVG_GRP_6</i>	Vægtet sum for tykkelse af gruppe 6 – Kalk	m
<i>SUM_WEIGHTED_AVG_GRP_7</i>	Vægtet sum for tykkelse af gruppe 7 – Fyldjord	m
<i>SUM_WEIGHTED_AVG_GRP_8</i>	Vægtet sum for tykkelse af gruppe 8 – "Ukendt"	m
<i>SUM_WEIGHTED_AVG</i>	Samlet sum for tykkelse af dæklag	m
<i>AQUIFERDEPTH</i>	Dybde til øverste grundvandsmagasin	m.u.t.
<i>GROUNDWATERDEPTH</i>	Dybde til grundvandsspejl	m.u.t.
<i>ELEVATION</i>	Terrænkote ved kortlagt grund	m
<i>FLOW_DIRECTION</i>	Retning af strømningsgradient	Grader (0° = nord)
<i>HEAD_GRADIENT</i>	Beregnet hydraulisk gradient inden for 500x500 m gridceller	-
<i>INFILTRATION</i>	Infiltration til det øvre grundvandsmagasin	mm/år
<i>LITHOCODE</i>	Magasintype for øverste grundvandsmagasin i DK-modellen 1: kvartært sand; 2: prækvartært sand; 3: kalk/kridt; 4: sandsten; 5: skifre; 6: opsprækket granit/grundfjeld	-
<i>REDOX</i>	Dybden til øvre redoxgrænse	m.u.t.
<i>GEOPHYSICS</i>	1: JA, 10 eller flere geofysiske data punkter indenfor 300 m 0: NEJ, ikke tilstrækkeligt med geofysiske data indenfor 300 m	-
Nærmeste aktive indvindingsboring		
<i>BOREHOLE</i>	DGU nr. på den nærmeste aktive vandforsyningsboring	-
<i>DIST</i>	Afstand til den nærmeste aktive vandforsyningsboring	m
<i>ANGLE</i>	Retning til den nærmeste aktive vandforsyningsboring	Grader (0° = nord)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
DK- lokaterID	Indenfor_ SD	Indenfor_ ID	RegionCod	RegionNa me	LocationName	PollutionS atusCodeV	PollutionS tatus	PollutionC auseCode	PollutionCaus eCode	ActivityCod eValue	ActivityCode	PollutionC omponent CodeValue	S_Stofgrup peBeslagn S_Stofnam se	S_Stofgrup peBeslagn S_Codevalu e	S_ModelSt of	S_kommu ne	S_netton e	S_kildestor relse	Total- PollutionS_ areArea	Total- PollutionS_ ration_jg/l	
9527-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	651 Acetone	Polære opl	490 MTBE	København	300	7854	4077	50000			
9528-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	654 Cyanid, tot	Cyanid	654 Cyanid, tot	København	300	7854	4077	3500			
9529-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	1012 Ammoniak	Losseplads	551 Kem.iltf. CC	København	300	7854	4077	380000			
9530-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	1176 Nitrat	Losseplads	551 Kem.iltf. CC	København	300	7854	4077	380000			
9531-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	1531 Bly	Metaller	1511 Arsen	København	300	7854	4077	30			
9532-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	2142 Sulfat	Chlorerede	551 Kem.iltf. CC	København	300	7854	4077	380000			
9533-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	2612 Trichlorethyl	Chlorerede	2618 Trichlorethyl	København	300	7854	4077	100			
9534-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	2552 Ole	Olie- og ber	3000 Diesellole	København	300	7854	4077	1900			
9535-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	2061 Kobber	Metaller	1511 Arsen	København	300	79	4077	100			
9537-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	17,00,00	Tekstilindustri	30 Favnning, blegning,	2004 Chrom, hex	Metaller	1511 Arsen	København	300	79	4077	100				
9538-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	17,00,00	Tekstilindustri	30 Favnning, blegning,	2061 Kobber	Metaller	1511 Arsen	København	300	7	4077	100				
9539-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	17,00,00	Tekstilindustri	30 Favnning, blegning,	2004 Chrom, hex	Metaller	1511 Arsen	København	300	79	4077	100				
9540-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	17,00,00	Tekstilindustri	30 Favnning, blegning,	1511 Arsen	Metaller	1511 Arsen	København	300	79	4077	100				
9541-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	17,00,00	Tekstilindustri	30 Favnning, blegning,	652 Terpentin	Olie- og ber	3000 Diesellole	København	300	79	4077	3000				
9542-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	2726 Pesticider,	Pesticider	4512 Mechlorpro	København	300	7854	4077	1000			
9543-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	17,00,00	Tekstilindustri	30 Favnning, blegning,	652 Terpentin	Olie- og ber	3000 Diesellole	København	300	7	4077	3000				
9544-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	9410 LAS	Overfladeak	3158 4-Nonylphel	København	300	7854	4077	9			
9545-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	2688 2,4-dichlor	Phenoler	2690 2,6-dichlor	København	300	7854	4077	10000			
9546-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	00,01,70	ikke specificere	999 Andet	999 Andet	2676 Phenol	Phenoler	2676 Phenol	København	300	7854	4077	1300			
9547-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	2004 Chrom, hex	Metaller	1511 Arsen	København	300	7	4077	100				
9548-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	2616 Tetrachlor	Chlorerede	2612 Chloroform	København	300	7	4077	100				
9549-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	2618 Trichlorethyl	Chlorerede	2618 Trichlorethyl	København	300	7	4077	10000				
9550-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	2612 Chloroform	Chlorerede	2612 Chloroform	København	300	7	4077	100				
9551-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	658 2-propanol	Polære opl	490 MTBE	København	300	7	4077	50000				
9552-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	651 Acetone	Polære opl	490 MTBE	København	300	7	4077	50000				
9553-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	662 Terpentin	Olie- og ber	3000 Diesellole	København	300	7	4077	3000				
9554-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	654 Cyanid, tot	Cyanid	654 Cyanid, tot	København	300	7	4077	3500				
9555-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	660 Styren	BTEX'er og	662 Benzen	København	300	7	4077	400				
9556-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	17,00,00	Tekstilindustri	30 Favnning, blegning,	2677 Phenoler sc	Phenoler	2676 Phenol	København	300	7	4077	1300				
9557-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	17,00,00	Tekstilindustri	30 Favnning, blegning,	2652 Formaldehy	Polære opl	490 MTBE	København	300	7	4077	50000				
9559-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	17,00,00	Tekstilindustri	30 Favnning, blegning,	2552 Ole	Olie- og ber	3000 Diesellole	København	300	7	4077	3000				
9560-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	2621 1,1,1-trichlo	Chlorerede	2621 1,1,1-trichlo	København	300	7	4077	10000				
9561-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	2688 2,4-dichlor	Phenoler	2690 2,6-dichlor	København	300	7	4077	10000				
9562-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	3001 Fyrsolse	Olie- og ber	3000 Diesellole	København	300	7	4077	3000				
9563-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	3047 Diethyleth	Polære opl	490 MTBE	København	300	7	4077	50000				
9564-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	3054 Ethylacetat	Polære opl	490 MTBE	København	300	7	4077	50000				
9565-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	3158 4-Nonylphel	Overfladeak	3158 4-Nonylphel	København	300	7	4077	9				
9565-101-01697	0	0	1084	Region Hov	Langebrogade 6	7 V1 kortlagt	22,20,00	Trykning og ser	29 Kemikalier, anvend	9946 Vinylchlorid	Chlorerede	2618 Trichlorethyl	København	300	7	4077	10000				

Figur 27: Udsnit af datasæt fra DKJORD. Se beskrivelse af kolonner i Tabel 23

Tabel 23: Forklaring til indhold i kolonner i DKJORD datasæt vist ovenfor

Navn	Eksempel	Hvad
DK-lokatetsID	823-00572	Lokalitet id fra DKjord
Indenfor_OSD	0 1	Tema fra DAI - områder med særlige drikkevandsinteresser
Indenfor_IO	0 1	Tema fra DAI - Indvindingsoplande udenfor OSD
RegionCode	1081	Region
RegionName	Region hovedstaden	Opslag i DKJord – Standardkode 24
LocationName	Transport- og garage	DKjord opslag
PollutionStatusCodeValue	02	Standardkode for forurening
PollutionStatus	V2 kortlagt	Standardværdi
PollutionCauseCodeValue	00.01.70	Standardværdi for kode 5
PollutionCauseCode	Ikke specificeret	Beskrivelsen af kodeværdien
ActivityCodeValue	-	Kun på V1 – aktivitet
ActivityCode	-	
PollutionComponentCodeValue	2555	Stof på lokalitet
S_Stofnavn	Olie-benzin	Værdi af koden
S_StofgruppeBetegnelse	BTEX'er eller lignende	Findes i screeningdata
S_modelStofCodevalue	0662	-kun relevant for v1
S_ModelStof	Benzen	-kun relevant for v1
S_kommune	Mariagerfjord	Tages fra lokalitet i Dkjord
S_nettonedbør	363	Hentes i screeningsværktøjet
S_kildestørrelse	100	Stofkildens areal V2 – Fulde målte areal V1 – standard arealer lille, mellem, stor ud fra branche og aktivitet Losseplads = 20% af areal Tages råt fra screeningsresultater
Total_Pollutionsource_area	60	Alle kortlagte arealer på enten V1 eller V2 , dvs en sum
S_Koncentration_µg/l	400	Hentes per stof

Bilag 6. Stoffer der vurderes ikke at udgøre en risiko for grundvand i screeningen

Bilag 6.1 PAH'er

I Tabel 24 ses $\log K_{ow}$ -værdier samt beregnede K_{oc} -værdier for de PAH'er som findes i DK-JORD databasen. Stoffernes mobilitet i jord, er vurderet, dels ud fra principper opstillet af McCall et al. (1980) (se Tabel 25) og dels ud fra principperne i GISP-værktøjet (Regionerne i Danmark, 2007), som ses i Tabel 26. På baggrund af den generelle lave mobilitet af disse stoffer er det i screeningen valgt at alle PAH'er frasorteres i Trin 1. Dette valg er truffet i samråd med de 5 regioner, der endvidere har vurderet at de yderst sjældent igangsætter en indsats overfor grundvand på baggrund af PAH'er.

Tabel 24: Liste over PAH'er i DKJORD databasen samt deres $\log K_{ow}$ -værdier- og beregnede K_{oc} -værdier, samt vurdering af mobiliteten.

Stof	$\log K_{ow}$	$\log K_{oc}$ (Abduls formul)	K_{oc}	Mobilitet iflg. McCall et al. (se Tabel 25)	Mobilitet iflg. GISP (se Tabel 26)
1-methylnaphthalen	3.87	3.18	1530	Lav	Mellem
2-methylnaphthalen	3.86	3.17	1494	Lav	Mellem
Acenaphthen	3.92	3.24	1725	Lav	Mellem
Antracen	4.45	3.79	6138	Immobil	Lav
Benz(a)anthracen	5.76	5.15	141384	Immobil	Lav
Benz(a)pyren	6.13	5.54	342926	Immobil	Lav
Benz(ghi)perylen	5.78	5.17	148320	Immobil	Lav
Benz(e)pyren	6.44	5.86	720444	Immobil	Lav
Benzo(e)pyren	6.44	5.86	720444	Immobil	Lav
Benz(k)fluoranthen	6.11	5.51	326889	Immobil	Lav
Chrysen	5.81	5.20	159368	Immobil	Lav
Coronen	7.64	7.11	12752637	Immobil	Lav
Dibenz(a,h)anthracen	6.75	6.18	1513561	Immobil	Lav
Fluoranthen	5.16	4.53	33605	Immobil	Lav
Fluoren	4.18	3.51	3215	Meget lav	Lav
Phenanthren	4.46	3.80	6286	Immobil	Lav
Pyren	4.88	4.24	17187	Immobil	Lav
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6.7	6.13	1342765	Immobil	Lav
Benzo(j)fluoranthen	6.21	5.62	415336	Immobil	Lav
Naphtacen	5.65	5.04	108643	Immobil	Lav

Tabel 25: Klassifikation af stoffers mobilitet i jord baseret på K_{oc} -værdien (ifølge McCall et al. 1980)

Mobilitet i jord	K_{oc}	$\log K_{ow}$ for øvre grænse
Meget stor	0-50	2.5
Stor	50-150	2.9
Medium	150-500	3.4
Lav	500-2000	4.0
Meget lille	2000-5000	4.4
Immobil	>5000	> 4.4

Tabel 26: Klassifikation af stoffers mobilitet i jord baseret på $\log K_{ow}$ ifølge GISP (Regionerne i Danmark, 2007)

$\log K_{ow}$	Mobilitet
<3	Høj
3-4	Mellem
> 4	Lav

Bilag 6.2 Metaller

I Tabel 27 ses en oversigt over K_d -værdier for en række metaller fundet dels i GISP (Regionerne i Danmark, 2007) og dels værdier fra DHI (2004), der beskriver de K_d -værdier der er benyttet ved implementering af "Landfill Directive".. Metallernes mobilitet i jord er klassificeret ud fra begge sæt K_d -værdier baseret på metoden fra GISP (se Tabel 28). Af de undersøgte metaller er det fundet at bly og kobber har lav mobilitet. Der er i den undersøgte litteratur enighed om at kobber og kobber har lav mobilitet. Det er derfor valgt at frasortere disse metaller i screeningens Trin 1, mens øvrige metaller beholdes i screeningen. Det bemærkes at DHI (2004) foreslår en K_d -værdi for bly på 50 L/kg gældende for grundvandsmagasiner, men at de samtidig bemærker, at der for danske forhold er fundet K_d -værdier op til 600 L/Kg og at der tidligere har været benyttet en værdi på 100 L/kg. Dette stemmer bedre overens med K_d -værdien på ca. 400 L/kg i GISP.

Tabel 27. Liste over en række metalleres K_d -værdier samt vurderede mobilitet i jord K_d -værdier er hentet dels fra GISP (Regionerne i Danmark, 2007) og dels fra DHI (2004).

Stof	K_d -værdi (pH = 6.8) (GISP) (L/kg)	Klassificering af mobilitet	DHI anbefalet K_d ^{b)} (L/kg)	Klassificering af mobilitet
Arsen III	23	Mellem		
Arsen V	500	Lav		
Arsen, total	29	Mellem	20	Mellem
Bly	398	Lav	50 ^{a)}	Mellem
Cadmium	75	Mellem	20	Mellem
Chrom, III	1798871	Lav		
Chrom VI	19	Mellem		
Chrom, total	19	Mellem	23	Mellem
Kobber	490	Lav	100	Lav

Kviksølv II	52	Mellem	20	Mellem
Nikkel	65	Mellem	18	Mellem
Zink	62	Mellem	20	Mellem
Sølv	8	Høj		

^{a)} Pb: I dansk akvifermateriale er K_d fundet til 500 L/kg for pH =6. Der er dog i valgt en mere konservativ værdi på 50 L/kg. Tidligere har den været sat til 100 L/kg

^{b)} Baseret på K_d -værdier fra Technical Adaptation Committee (TAC) anvendt ved implementering af Landfill directive (DHI, 2004)

Tabel 28: Klassifikation af uorganiske stoffers mobilitet i jord baseret på K_d -værdien (GISP, Regionerne i Danmark, 2007)

LogKd	K_d (L/kg)	Mobilitet
<1	<10	Høj
1-2	10-100	Mellem
>2	>100	Lav

K_d -værdien ved pH=7 benyttes

Bilag 7. Sammenligning af dæklagstykkelser i GrundRisk og GeoGIS

Region Hovedstaden har lavet en sammenstilling af morænelerstykkelser bestemt i GrundRisk samt morænelerstykkelser for 498 undersøgelsesboringer registreret i GeoGIS. Sammenligningen er alene lavet ud fra moræneler og ikke fed ler.

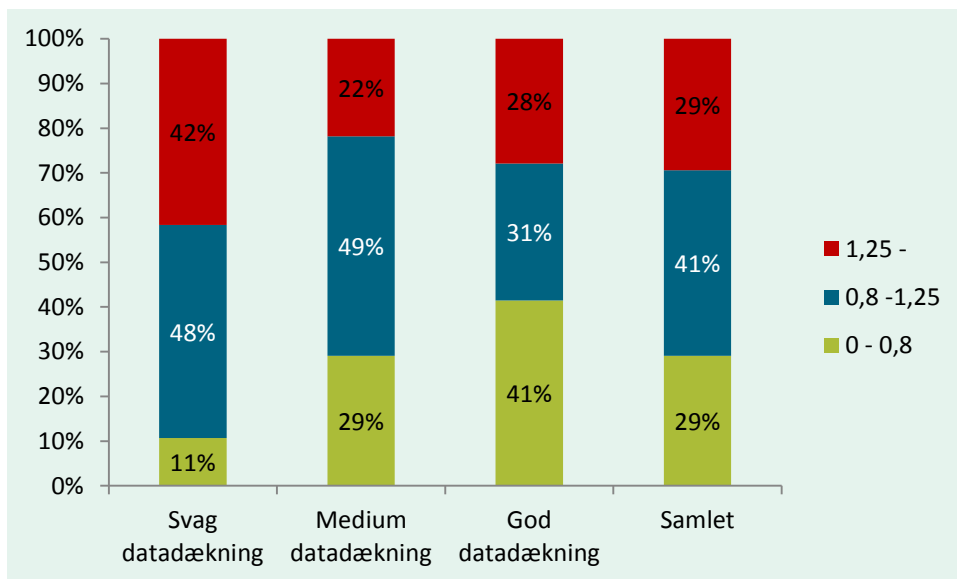
For at fastsætte dæklagstykkelser for GeoGIS-boringer, er det antaget at dæklagets bund findes i den dybde hvor toppen af det prøvetagne filter sidder. Der er en vis usikkerhed ved denne bestemmelse af dæklagets bund. Desuden er det observeret at data for flere boringer er mangelfulde eller modstridende.

I GrundRisk ses på dæklagstykkelser ned til det første magasin af betydelig udstrækning defineret ved DK-modellens definition af et magasin (dvs. en minimum magasintykkelse på 3 m og en udbredelse på minimum 25 ha). Derimod kan boringerne i GeoGIS-databasen være udtaget fra terrænnære magasiner af mindre udstrækning. Der kan derfor som udgangspunkt ikke forventes fuld overensstemmelse mellem dæklagstykkelser i GeoGIS og GrundRisk. I den sammenligning, der præsenteres nedenfor, er det valgt at udelukke GeoGIS-boringer med vandprøver udtaget fra dybder på 5 m eller derunder. Dette er et forsøg på at udelukke nogle af de korte boringer, som er filtersat i mindre sammenhængende terrænnære grundvandsmagasiner. Dermed baserer sammenligningen sig på 349 målinger. Af disse har 147 lokaliteter god datadækning i GrundRisks dæklagsbestemmelse, mens 110 og 84 lokaliteter har henholdsvis medium og svag datadækning (jf. definitioner på svag, medium og god datadækning i Kapitel 3)

Det er undersøgt hvor stor en andel af lokaliteterne med henholdsvis svag, medium og god datadækning, der stemmer overens med morænelerlertykkelser i GeoGIS (dvs. lertykkelserne ligger indenfor en faktor 0.8-1,25) samt hvor stor en andel, der henholdsvis underestimerer og overestimerer lertykkelserne. Denne sammenligning ses i Figur 28.

Blandt lokaliteter med medium og god datadækning i GrundRisk er der for 72-78% af lokaliteterne *enten* en overensstemmelse med morænelerstykkelsen i GeoGIS *eller* en underestimering, mens der for de resterende 22-28% af lokaliteterne ses en overestimering af lertykkelserne. Dette vurderes acceptabelt set i forhold til den usikkerhed der ligger i sammenligningen, som nævnt ovenfor. For lokaliteter med svag datadækning i GrundRisk er der dog en væsentlig større andel, der overestimerer lertykkelsen (42% af lokaliteterne). På denne baggrund er det besluttet, at lokaliteter med svag datadækning pga. usikkerheden på estimatet, ikke vil kunne yde en beskyttelse mod grundvandsforurening ligegyldigt hvor stor en morænelerstykkelse, der er bestemt for lokaliteten. Lokaliteter med svag datadækning vil således ikke føre til frasortering af forureningsstoffer i screenings Trin 2.1.

Det skal i denne forbindelse bemærkes, at GrundRisks lertykkelsesestimater vil forbedres i takt med at de geologiske beskrivelser for regionernes undersøgelsesboringer indrapporteres i Jupiterdatabasen. Denne proces er igangsat i regionerne.



Figur 28: Figuren viser fordelingen af lokaliteter, der henholdsvis overestimerer lertykkelser i GeoGIS (rød markering), stemmer godt overens med morænelertykkelsen i GeoGIS (blå markering) og som underestimerer lertykkelsen i GeoGIS (grøn markering) blandt lokaliteter med henholdsvis svag, medium og god datadækning i GrundRisk. Desuden er den samlede fordeling for alle sammenlignede lokaliteter vist.

Bilag 8. Beskrivelse af MATLAB kode anvendt til screening

The aim of this Appendix is to show how the MATLAB[®] code was written. This Appendix is divided into 4 sections corresponding to the different steps of the screening tool (from Trin 0 to Trin 3). This appendix is useful for the reader who is trying to understand the details of the code.

Bilag 8.1 TRIN 0

This section describes the different steps used to merge the three different datasets (the JAR, GEUS and DKJORD datasets). This step has its own script executing the following tasks.

- The datasets are loaded into MATLAB[®].
- The datasets are sorted based on the site identification name column that allows identifying the contaminated sites.
- The V2 contaminants with standard areas (7, 79, 707 and 7854 m²) are removed. This is done because these lines represent contaminants that are automatically allocated based on the industry (branche) and the activities at the site. However for sites that have a NO in the column "OffentligIndsatsUdført" (column from JAR), the automatically allocated contaminants are kept. This is an example of the code:

```
for i=2:length(DKJORD(:,1))
    if DKJORD(i,S_kildestorrelse)==7 || DKJORD(i,S_kildestorrelse)==79 ||
        DKJORD(i,S_kildestorrelse)==707 || DKJORD(i,S_kildestorrelse)==7854
        if isequal(DKJORD(i,PollutionStatus),'V2 kortlagt')

a=find(strcmp(LOKALITETER(:,index_LOKALITETER),DKJORD(i,index_DKJORD))); %
        if isempty(a)
            remove(count)=i;
            count=count+1;
        else
            if isequal(LOKALITETER{a(1),OffentligIndsatsUdfort},'NEJ')
            else
                remove(count)=i;
                count=count+1;
            end
        end
    end
end
end
```

- Only the lines with VurdOffIndsatsGrundvand='OSD/IVO', and either OffFremdrift='Historik', or OffFremdrift='Indledende') or OffFremdrift='empty' are kept.
- The different datasets are merged into one based on the site ID column.
- The lines with OM='JA' and PollutionStatus='V2 kortlagt' and S_Stofnavn='MTBE' are removed.
- All 'stofnavn=MTBE' within 'Polære opløsningsmidler' group are given a new StofgruppeBetegnelse = MTBE
- All the remaining 'Polære opløsningsmidler' are given 'stofnavn=acetone'
- all sites with 'MTBE' with PollutionCauseCodeValue='50.20.00' or '50.20.10' or '50.20.90' or ActivityCodeValue= 1, 5, 7, 8 are removed.

Bilag 8.2 TRIN 1

This section describes the different steps used in TRIN 1. This part of the code is part of a MATLAB script called 'baseline_scenario' and includes the following steps:

- The concentration of some 'Polære opløsningsmidler' are changed to either 512.500 µg/L or 6.200 µg/L

```

for i=2:length(DATA(:,1)) % from 2 because we exclude the heading line
    if isequal(DATA{i,S_StofgruppeBetegnelse},'Polære opløsningsmidler') &&...
        ((isequal(DATA{i,PollutionCauseCodeValue},'50.20.50') && isequal(DATA{i,ActivityCodeValue},'56')) ||...
         (isequal(DATA{i,PollutionCauseCodeValue},'50.20.10') && isequal(DATA{i,ActivityCodeValue},'49')) ||...
         (isequal(DATA{i,PollutionCauseCodeValue},'50.20.00') ||...
          isequal(DATA{i,ActivityCodeValue},'28')))
            DATA{i,S_Koncentration}=6200;

        elseif isequal(DATA{i,S_StofgruppeBetegnelse},'Polære opløsningsmidler')
&&...
            ((isequal(DATA{i,PollutionCauseCodeValue},'24.00.00') && isequal(DATA{i,ActivityCodeValue},'26')) ||...
             (isequal(DATA{i,PollutionCauseCodeValue},'24.60.00') ||...
              isequal(DATA{i,PollutionCauseCodeValue},'24.66.00') ||...
              isequal(DATA{i,PollutionCauseCodeValue},'29.00.00') ||...
              isequal(DATA{i,PollutionCauseCodeValue},'25.00.00') ||...
              isequal(DATA{i,PollutionCauseCodeValue},'25.20.00') ||...
              isequal(DATA{i,PollutionCauseCodeValue},'25.21.10') ||...
              isequal(DATA{i,PollutionCauseCodeValue},'25.22.00')))
                DATA{i,S_Koncentration}=512500;
            end
        end
    end
end

```

- Removal of 'jern, ammonium, kemisk iltforbrug, opløst organisk kulstof, PAH'er, kobber eller bly'

```

for i=2:length(DATA(:,1)) % from 2 because we exclude the heading line
    if isequal(DATA{i,S_ModelStof},'Ammonium-N') || isequal(DATA{i,S_ModelStof},'Carbon,org,NVOC') || isequal(DATA{i,S_ModelStof},'Jern') || ...
        (isequal(DATA{i,S_Stofnavn},'Kem.iltf. COD') ||...
         (isequal(DATA{i,S_Stofnavn},'Kem.iltf. COD, filtr') ||...
          isequal(DATA{i,S_Stofnavn},'Jern') ||...
          isequal(DATA{i,S_Stofnavn},'Ammoniak+ammonium-N') ||...
          isequal(DATA{i,S_Stofnavn},'Carbondioxid, aggr.') ||...
          isequal(DATA{i,S_Stofnavn},'Carbon,org,NVOC') ||...
          isequal(DATA{i,S_Stofnavn},'Carbon,org,VOC') ||...
          isequal(DATA{i,S_StofgruppeBetegnelse},'PAH') ||...
          isequal(DATA{i,S_Stofnavn},'Bly') ||...
          isequal(DATA{i,S_Stofnavn},'Kobber'))
            DATA{i,Flag_removal}='1.1';
        end
    end
end

```

- All the infiltration rates smaller than 100 mm/y are set to 100 mm/y

Bilag 8.3 TRIN 2

This section describes the different steps used in TRIN 2. This part of the code is part of a MATLAB script called 'baseline_scenario' and includes the following steps:

- Groundwater gradients equal to 0 are reset to 0.007
- The porosity, horizontal conductivity, aquifer material data that are included in the original GEUS Excel Spreadsheet are inserted manually:

```

for i=2:length(DATA(:,1))
    if isempty(DATA{i,Flag_removal}) % loop over sites that are not yet removed
        if DATA{i,LITHOCODE}==1
            DATA{i,porosity}=0.3;
            DATA{i,horizontal_k}=1e-4;
            DATA{i,Aqui_material}='Kvartært sand';
        elseif DATA{i,LITHOCODE}==2
            DATA{i,porosity}=0.3;
            DATA{i,horizontal_k}=1e-4;
            DATA{i,Aqui_material}='Prækvartært sand';
        elseif DATA{i,LITHOCODE}==3
            DATA{i,porosity}=0.05;
        end
    end
end

```

```

        DATA{i, horizontal_k}=1e-4;
        DATA{i, Aquifer_material}='Kalk';
    elseif DATA{i, LITHOCODE}==4
        DATA{i, porosity}=0.30;
        DATA{i, horizontal_k}=1e-6;
        DATA{i, Aquifer_material}='Sandsten';
    elseif DATA{i, LITHOCODE}==5
        DATA{i, porosity}=0.30;
        DATA{i, horizontal_k}=1e-5;
        DATA{i, Aquifer_material}='Skifre';
    elseif DATA{i, LITHOCODE}==6
        DATA{i, porosity}=0.30;
        DATA{i, horizontal_k}=1e-7;
        DATA{i, Aquifer_material}='Opsprækket granit/grundfjeld';
    elseif DATA{i, LITHOCODE}==-9999 % if there is not lithcode assume sand
        DATA{i, porosity}=0.3;
        DATA{i, horizontal_k}=1e-4;
        DATA{i, Aquifer_material}='Not specified, assume sand';
        count=count+1;
    end
end
end

```

- Vertical and horizontal travel time are calculated
- All the degradation rates are coded
- The decision matrices are implemented. The three different matrices (Table 2-4) presented in the main report are coded.

```

for i=2:length(DATA(:,1))
    if isempty(DATA{i, Flag_removal}) % loop over sites that are not yet removed
        % if 'BTEX'er og lignende' or 'Olief- og benzinprodukter' or 'Polære opløsningsmidler' or 'Phenoler'
        if isequal(DATA{i, S_StofgruppeBetegnelse}, 'BTEX'er og lignende') ||
isequal(DATA{i, S_StofgruppeBetegnelse}, 'Olief- og benzinprodukter') ||
isequal(DATA{i, S_StofgruppeBetegnelse}, 'Polære opløsningsmidler') ||
isequal(DATA{i, S_StofgruppeBetegnelse}, 'Phenoler')
            if DATA{i, GRP_1}<=1 % Red. Fed ler
                DATA{i, Fed_ler}=1;
            elseif (DATA{i, GRP_1}>1 && DATA{i, GRP_1}<5) || (DATA{i, GRP_1}>1 &&
isequal(DATA{i, GOOD_MEDIUM_WEAK}, 'S')) % yellow. Fed ler
                DATA{i, Fed_ler}=2;
                Fed_ler_time(i)=DATA{i, GRP_1}/(DATA{i, infilt}/1000)*0.40; %
this is something internal, it is not written into the database
                Fed_ler_time(i)=Fed_ler_time(i)-
(Fed_ler_time(i)*1/DATA{i, GRP_1});
            else
                DATA{i, Fed_ler}=3; % green. Fed ler
            end
            if DATA{i, GRP_2}<=10
                DATA{i, Moraenler}=1; % red
            elseif (DATA{i, GRP_2}>10 && DATA{i, GRP_2}<=15) || (DA-
TA{i, GRP_2}>10 && isequal(DATA{i, GOOD_MEDIUM_WEAK}, 'S'))
                DATA{i, Moraenler}=2; % yellow
                Moraenler_time(i)=DATA{i, GRP_2}/(DATA{i, infilt}/1000)*0.25;
                Moraenler_time(i)=Moraenler_time(i)-
(Moraenler_time(i)*10/DATA{i, GRP_2});
            else
                DATA{i, Moraenler}=3; % green
            end
            if sum([DATA{i, GRP_3:GRP_8}])<5
                DATA{i, Andet}=1; % red
            else
                DATA{i, Andet}=2; % yellow. (there is no green here!!)
                Andet_time(i)=DATA{i, GRP_3}*0.30/(DATA{i, infilt}/1000)+...
                DATA{i, GRP_4}*0.27/(DATA{i, infilt}/1000)+...
                DATA{i, GRP_5}*0.30/(DATA{i, infilt}/1000)+...
                DATA{i, GRP_6}*0.20/(DATA{i, infilt}/1000)+...
                DATA{i, GRP_7}*0.30/(DATA{i, infilt}/1000)+...
                DATA{i, GRP_8}*0.27/(DATA{i, infilt}/1000); % (JAGG)
            time=Layer_thickness/NET_rain/porosity 365 is to convert from day-1 to year-1
        end
    end
end

```

```

        Andet_time(i)=Andet_time(i)-
(Andet_time(i)*5/sum([DATA{i,GRP_3:GRP_8}]));

    end
    % if PAH or Metaller (second table). There is no yellow in table 3!!!
    elseif isequal(DATA{i,S_StofgruppeBetegnelse},'Metaller') ||
isequal(DATA{i,S_StofgruppeBetegnelse},'PAH')
        if DATA{i,GRP_1}<=5
            DATA{i,Fed_ler}=1; % red
        else
            if isequal(DATA{i,GOOD_MEDIUM_WEAK},'S')
                DATA{i,Fed_ler}=1;
            else
                DATA{i,Fed_ler}=3; % green
            end
        end
    end
    if DATA{i,GRP_2}<=5 % red
        DATA{i,Moraenler}=1;
    else
        if isequal(DATA{i,GOOD_MEDIUM_WEAK},'S')
            DATA{i,Moraenler}=1;
        else
            DATA{i,Moraenler}=3; % green
        end
    end
    end
    DATA{i,Andet}=1;
    % if øvrige stoffer (third table).
else
    if DATA{i,GRP_1}<=5 % red
        DATA{i,Fed_ler}=1;
    else
        if isequal(DATA{i,GOOD_MEDIUM_WEAK},'S')
            DATA{i,Fed_ler}=1;
        else
            DATA{i,Fed_ler}=3; % green
        end
    end
    end
    if DATA{i,GRP_2}<=15 % red
        DATA{i,Moraenler}=1;
    else % green
        if isequal(DATA{i,GOOD_MEDIUM_WEAK},'S')
            DATA{i,Moraenler}=1;
        else
            DATA{i,Moraenler}=3;
        end
    end
    end
    DATA{i,Andet}=1;
end
if isequal(DATA{i,S_StofgruppeBetegnelse},'Pesticider') ||...
isequal(DATA{i,S_StofgruppeBetegnelse},'Pesticider-Triaziner')
||...
isequal(DATA{i,S_StofgruppeBetegnelse},'Pesticider-
Phenoxysyrer') ||...
isequal(DATA{i,S_StofgruppeBetegnelse},'Pesticider-POP') ||...
isequal(DATA{i,S_StofgruppeBetegnelse},'Pesticider-Nitril')
||...
isequal(DATA{i,S_StofgruppeBetegnelse},'Pesticider-
uklassificeret') ||...
isequal(DATA{i,S_StofgruppeBetegnelse},'Chlorerede opløsnings-
middel')
    DATA{i,Fed_ler}=1;
    DATA{i,Moraenler}=1;
    DATA{i,Andet}=1;
end
if isempty(DATA{i,DISTANCE_SAND}) % there are some poligons without
distance
    DATA{i,DISTANCE_SAND}=9999;
end
if DATA{i,DISTANCE_SAND}<100
    DATA{i,Fed_ler}=1;
    DATA{i,Moraenler}=1;
    DATA{i,Andet}=1;
end
end
end
end

```

- Based on the color of the tables above the concentrations at the top of the aquifer are calculated

```

% decision scheme calculate the concentrations after the tables
for i=2:length(DATA(:,1))
    if isempty(DATA{i,Flag_removal}) % loop over sites that are not yet re-
moved
        % if there is a single green color in the table then concentrations
are zero
        if DATA{i,Fed_ler)==3 || DATA{i,Moraenler)==3 || DATA{i,Andet)==3
            DATA{i,Conc_top_tables}=0;
            % if all are red then keep the original concentration
        elseif DATA{i,Fed_ler)==1 && DATA{i,Moraenler)==1 && DATA{i,Andet)==1
            DATA{i,Conc_top_tables}=DATA{i,Co};
            % if there is a single yellow color in the table then
        else
            DATA{i,Conc_top_tables}=DATA{i,Co}*exp(-
DATA{i,k}*365*(Fed_ler_time(i)+Moraenler_time(i)+Andet_time(i))); % (JAGG)
            c=Co*exp(-k*t);
        end
    end
end
end

```

- Compounds without code are removed
- The groundwater criteria Excel Spreadsheet is loaded
- The groundwater criteria are compared with the concentration calculated after the tables.

Bilag 8.4 TRIN 3

This section describes the different steps used in TRIN 3. This part of the code is part of a MATLAB script called 'baseline_scenario' and includes the following steps:

- The GrundRisk model is run for each line of the database to calculate the concentrations in the aquifer.
- The concentrations in the aquifer are also calculated assuming a 10.000m³ abstraction well at both 100 m distance and at a distance of the nearest abstraction well that is given in the GEUS database.
- The concentrations are compared with the groundwater criteria.
- The number of sites that only have 'OlieOgBenzen' compounds (olie- og benzin-produkter) are counted.

GrundRisk. Screeningsværktøj til grundvandstruende forureninger

Dette teknologiudviklingsprojekt er udarbejdet af DTU Miljø i samarbejde med Miljøstyrelsen. Projektet hænger tæt sammen med hovedprojektet GrundRisk, der består af en indledende risikoscreening, samt en efterfølgende risikovurdering af de jordforureninger, der kan true vores grundvandsressourcer. Nærværende rapport omhandler udviklingen af en metode til risikoscreening.

GrundRisk Screening er en indledende og automatiseret screening for V1- og V2-lokaliteter, der baseret på blandt andet worst case koncentrationer, dæklagstykkelser og beregnede grundvandskoncentrationer vurderer om en jordforurening udgør en potentiel risiko for grundvandet.

GrundRisk Screening er målrettet den offentlige indsats overfor jordforurening, som administrativt håndteres i de 5 danske regioner.



Miljøstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

www.mst.dk