



Regionernes Videncenter for
Miljø og Ressourcer

Guide til at komme i gang med GrundRisk Risikovurdering

Dato **13-04-2023**
Udarbejdet af **Catharina Simone Nisbeth Madsen**
Kontrolleret af **Gitte Lemming Søndergaard**
Godkendt af **Nanna Thomsen**
Beskrivelse **Trin for trin guide til GrundRisk Risikovurdering**

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	Forord	3
2.	Formål med GrundRisk Risikovurdering	4
3.	Sådan kommer du i gang med GrundRisk	5
4.	GrundRisk Startside	6
5.	Søg og sortér lokaliteter	7
5.1	Lokalitetssiden	8
5.1.1	Overskridelsesfaktoren.....	9
5.1.2	Godkendelse af foreløbige beregninger	9
6.	Klargør beregning	10
6.1	Valg af beregningsmodel	10
6.2	Angiv modelparametre	12
6.2.1	Indtastning af parametre vedrørende forureningsstof	12
6.2.2	Indtastning af parametre vedrørende forureningskilden.....	13
6.2.3	Indtastning af parametre vedrørende vertikal transport	16
6.2.4	Indtastning af parametre vedrørende horisontal transport.....	18
6.2.5	Indtastningsfelter vedrørende kontrolpunkter og indvindingsrate.....	22
7.	START beregningsmodellen.....	23
7.1	Beregninger for flere forureningsstoffer.	23
7.2	Slet beregning	23
8.	Resultater	24
8.1	Visualisering af resultater	24
8.2	Yderligere tilgængeligt på resultatsiden	24
9.	Referencer	26

Bilag:

1. Forord

Denne guide til GrundRisk Risikovurdering er tænkt som en hjælp til brugere af risikovurderingsværktøjet i GrundRisk. Værktøjets funktioner, parametre og resultater bliver gennemgået trin for trin og trinnene illustreres med screenshots og pile, som indikerer de funktioner, der omtales. Det er formålet med denne guide, at den kan benyttes som et opslagsværktøj, når der skal foretages en risikovurdering i GrundRisk. Der er i guiden alene beskrevet hvorledes risikovurderingsværktøjet benyttes, mens den forudgående GrundRisk screening ikke beskrives her. En oversigt over dataflowet til og i GrundRisk inkl. GrundRisk Screening, kan ses i det kursusmateriale, der er udarbejdet sideløbende med denne guide /1/.

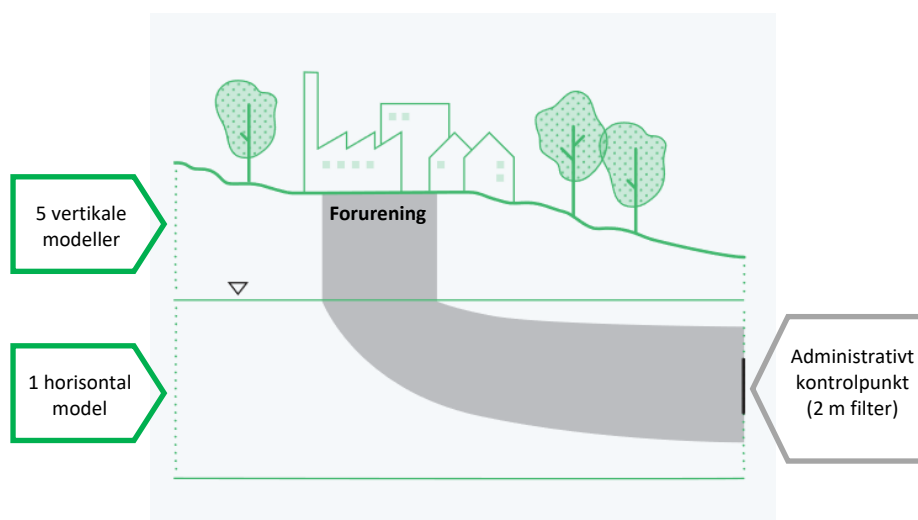
Det er yderligere ikke hensigten med denne guide at give en uddybende faglig forklaring af model- og parametervalg. Der henvises i stedet til kursusmaterialet /1/.

I guiden vises screenshots fra GrundRisk Risikovurdering og heraf fremgår lokalitetsnavne, som beskriver faktiske lokaliteter. ALLE parametre og beregningsresultater herunder forureningsstoffer og koncentrationer er fiktive.

2. Formål med GrundRisk Risikovurdering

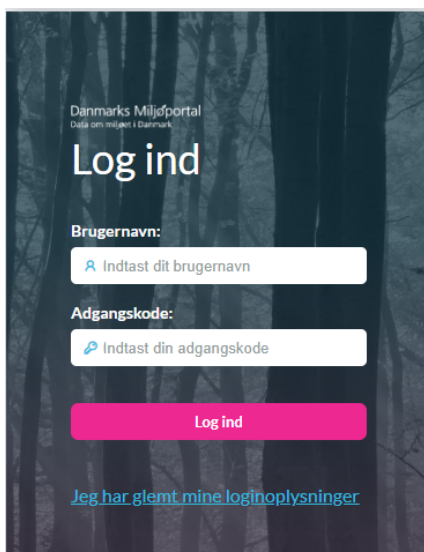
Formålet med GrundRisk Risikovurdering er at vurdere påvirkningen af grundvandet nedstrøms en forurenet lokalitet. Værktøjet beregner om forureningskoncentrationerne i et kontrolpunkt nedstrøms lokaliteten overstiger kvalitetskriterierne, og derved udgøre en risiko for grundvandet. I GrundRisk foretages der altid beregninger for et administrativt kontrolpunkt placeret 100 m nedstrøms, men modellerne kan også anvendes til beregning af koncentrationer i en valgfri afstand fra kilden.

GrundRisk består af 5 risikovurderingsmodeller, som beskriver den vertikale forureningstransport fra kilden til grundvandet. Modellerne repræsenterer forskellige slags geologi. Alle 5 modeller er koblet til den samme horisontale model for transport i grundvand. Koblingen af de vertikale modeller og den horisontale GrundRisk model for grundvandstransporten er beskrevet i /2/. Figur 2-1 viser en principskitse af GrundRisk.



Figur 2-1: GrundRisk Risikovurdering består af 5 forskellige vertikale modeller, der er koblet til den samme horisontale model, som beskriver forureningstransport i grundvand. Koncentrationen i det administrative kontrolpunkt 100 m nedstrøms lokaliteten beregnes over et 2 m filter placeret i dybden med de højeste koncentrationer.

3. Sådan kommer du i gang med GrundRisk



Figur 3-1: Illustration af log in til GrundRisk.

kaldet foreløbige GrundRisk. Denne udgave af GrundRisk kan bruges til at lave foreløbige risikovurderinger af en lokalitet der kun vil være tilgængelige for den enkelte region.

Øvrige brugere af værktøjet vil møde en såkaldt "tom beregningskal", der ikke indeholder data om lokaliteter på forhånd, men som indeholder de samme risikovurderingsmodeller. Denne tilgås via det samme link <https://grundrisk.miljoportal.dk/>.

Denne guide er baseret på versionen tilgængelig for regionerne. For øvrige brugere kan der være små variationer i de viste billeder fra brugerfladen.

GrundRisk er tilgængeligt som et online værktøj fra Danmarks Miljøportal (DMP) via linket <https://grundrisk.miljoportal.dk/>. Der logges på systemet med brugernavn og password, se Figur 3-1.

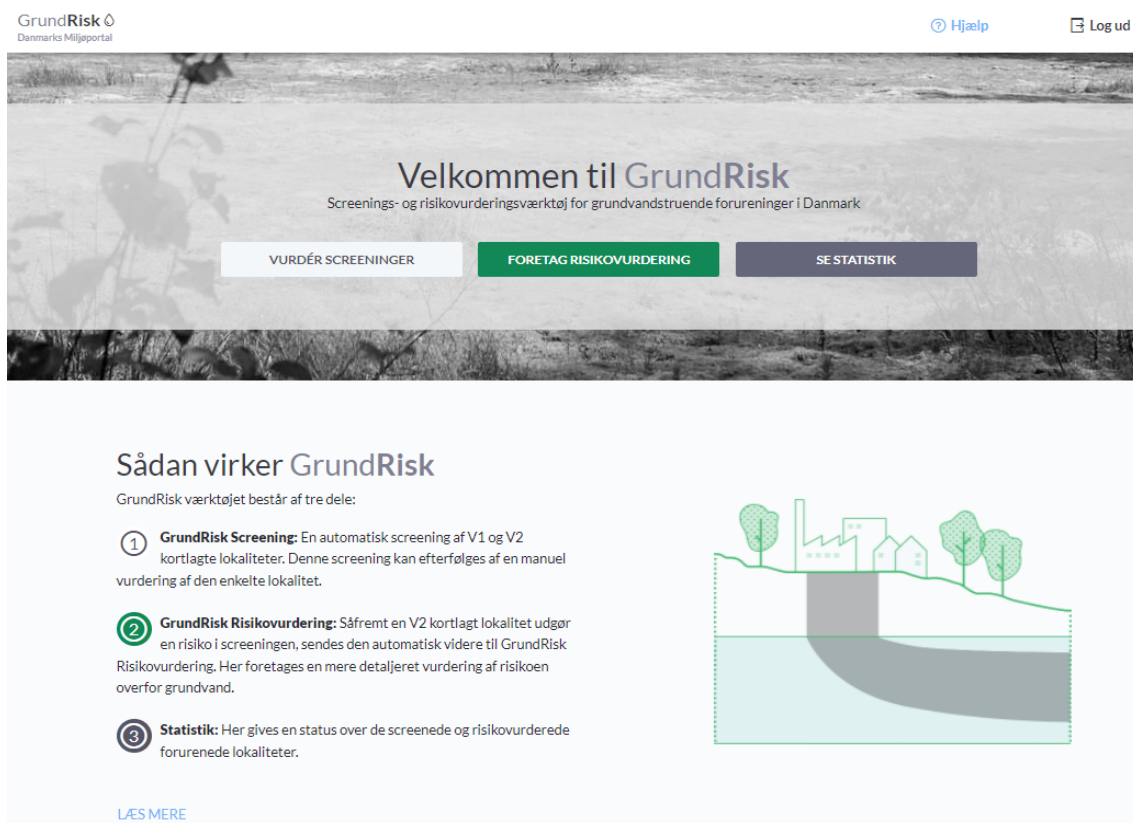
Nye GrundRisk brugere fra regionerne skal kontakte en "DMP-bruger-ansvarlig" i den enkelte region for enten at få oprettet en adgangsgivende DMP-bruger.

Brugere fra regionerne vil ved anvendelse af GrundRisk Risikovurdering have adgang til oplysninger om kortlagte lokaliteter baseret på automatiske udførte screeninger. Se yderligere beskrivelse af screeningsværktøjet i /3/.

Brugere fra regionerne vil også kunne tilgå en alternativ udgave af GrundRisk igennem JAR

4. GrundRisk Startside

Når man er logget ind på GrundRisk, kommer man videre til forsiden ”Velkommen til GrundRisk”, hvor GrundRisk Risikovurdering tilgås via den grønne knap ”Foretag risikovurdering”, som ses på Figur 4-1.



Figur 4-1: GrundRisk startside

Fra forsiden kan man yderligere vælge at tilgå to andre værktøjer:

”Vurdér screeninger” her kan man se og vurdere de auto-genererede screeningsresultater af V1 og V2 kortlagte grunde, der ligger til grund for, at en lokalitet er blevet sendt videre til GrundRisk Risikovurdering.

”Se statistik” her gives en opgørelse over hvor mange af regionens lokaliteter der er udført hhv. screeninger og risikovurderinger for.

Øverst på forsiden ses en bjælke med GrundRisk-logoet, GrundRisk Danmarks Miljøportal, en hjælp [Hjælp](#), og knappen til [Log ud](#). Denne bjælke vil altid være tilgængelig. Ved at trykke på GrundRisk-logoet kommer man tilbage til forsiden, uanset hvilken side man står på. I hjælpefunktionen kan man få nogle korte trin for trin-guides til anvendelsen af GrundRisk.

5. Søg og sortér lokaliteter

Efter at have valgt "Foretag risikovurdering" kommer man videre til en søgeside, hvor man kan fremsøge den lokalitet man ønsker at risikovurdere (Figur 5-1). Husk at du kun kan fremsøge lokaliteter hvor der er angivet indsats for grundvand i JAR. Lokaliteter fremsøges på to forskellige måder, enten efter lokalitetsnavn/ -nummer i søgefeltet eller vha. filtre, begge metoder er markeret i Figur 5-1.

RISIKOVURDERING >
Søg lokalitet
Start med at finde lokaliteten du ønsker at risikovurdere

Søg efter lokalitetsnavn eller nummer (f.eks. 671-00281)... **SØG**

Vælg status ▾ Vælg sagsbehandler ▾ Vælg forurening Faktor fra: 0 Faktor til: **Søgefiltre**

Figur 5-1: GrundRisk søgeside for lokaliteter. Søgefelt og søgefiltre er angivet med hhv. lysegrøn og mørkegrøn kasse

Inden der søges, kan der under de to søgemuligheder, ses en samlet liste over alle de lokaliteter, der er blevet videresendt til GrundRisk Risikovurdering (Figur 5-2). Når der søges, vil denne liste blive begrænset til søgeresultatet.

RISIKOVURDERING >
Søg lokalitet
Start med at finde lokaliteten du ønsker at risikovurdere

Søg efter lokalitetsnavn eller nummer (f.eks. 671-00281)... **SØG**

Vælg status ▾ Vælg sagsbehandler ▾ Vælg forurening Faktor fra: 0 Faktor til: **Lokalitetslisten**

Lokalitetsnr.	Navn	Status	Overskridelsesfaktor (alvorligste)	Forureningsstof	Koncentration	Sagsbehandler
320-00005	H. Krøier Andersen, træindustri	Risiko	261,3	1,2,3-Trimethylbenzen	261,3 µg/L	
350-20178	Hvalsovej 21a	Risiko	255,4	Mechlorprop-MCPP	25,5 µg/L	
350-20347	Jordforurening - Snerlevængt 7, 4330 Hvalsa	Risiko	82,5	Pentachlorphenol	0,825 µg/L	
259-20131	Søvej 24	Risiko	35,7	Mechlorprop-MCPP	3,57 µg/L	
269-20188	Jordforurening - Industrivængt 17, 4622 Havdrup	Ingen risiko	0,5	4-CPP	0,0452 µg/L	
259-20118	Møllevej 15 (rettet til 17 ifølge OIS)					
259-20650	Jordforurening - Skulkerupvej 3, 4632 Bjæverskov					

Beregnet risikovurdering

Figur 5-2: GrundRisk søgeside for lokaliteter. Lokalitetslisten er fremhævet med en mørkegrøn firkant. Eksempler på lokaliteter, hvor der er foretaget en risikovurdering, er markeret i en lysegrøn boks. OBS de beregningsresultater, stoffer og koncentrationer, der ses, er kun tænkte eksempler.

Lokalitetslisten består af: Lokalitets nr., lokalitetsnavn, status i GrundRisk (risiko/ingen risiko), den alvorligste overskridelsesfaktor, det forureningsstof som overskridelsesfaktoren er beregnet for, koncentrationen i det administrative punkt, samt sagsbehandler. For de lokaliteter, hvor der ikke er foretaget en risikovurdering, vil lokalitets nr. og lokalitetsnavn være de eneste felter, der er udfyldt

5.1 Lokalitetssiden

Der vælges en lokalitet fra lokalitetslisten ved at trykke på den, hvorved man bliver ført til en lokalitetsside for den specifikke lokalitet.

På lokalitetssiden ses en oversigt over alle de udførte godkendte risikovurderinger, foreløbige beregninger (udførte men ikke godkendte risikoberegninger) og screeninger (se Figur 5-3). I toppen, lige under lokalitetsnavnet oplyses info vedrørende sagsbehandler samt status for om en lokalitet er screenet eller ikke.

Under godkendte risikovurderinger og foreløbige beregninger ses en oversigt over datoen for den udførte beregning, hvilket forureningsstof beregningen er udført for, resultatet af risikovurderingen (risiko/ingen risiko), den beregnede koncentration i kontrolpunktet, samt overskridelsesfaktoren i forhold til grundvandskvalitetskriteriet. Derudover fremgår det af oversigten, hvilken beregningsmodel, der er benyttet samt brugernavnet på den sagsbehandler, der har udført beregningen. Der kan også tilføjes en bemærkning til beregningen; f.eks. en beskrivelse af parametervalg, så det er nemt for andre at se beregningsforudsætningerne.

Hvis der trykkes på en udført beregning, vises beregningsresultatet. Nærmere gennemgang af resultaterne forekommer i afsnit 8.

RISIKOVURDERING »

Sagsbehandler: [redacted]
Status: Lokaliteten er screenet

Godkendte risikovurderinger

Dato	Forureningsstof	Risikovurdering	Overskridelsesfaktor	Koncentration	Kvalitetskriterie	Beregningsmodel	Sagsbehandler	Bemærkning
21/2/2022 10:32	n-Heptan	Ingen risiko	0	0,0360 µg/L	99 µg/L	1 (nedbrydning: nej)		TILFØJ BEMÆRKNING ✕

Foreløbige beregninger

Dato	Forureningsstof	Risikovurdering	Overskridelsesfaktor	Koncentration	Kvalitetskriterie	Beregningsmodel	Sagsbehandler	Bemærkning
17/2/2022 09:23	Pentachlorphenol	Ingen risiko	0,5	0,00539 µg/L	0,01 µg/L	3 (nedbrydning: nej)	1085cm	TILFØJ BEMÆRKNING

Screeninger på denne lokalitet

Dato	Forureningsstof	Risikovurdering	Overskridelsesfaktor	Koncentration	Kvalitetskriterie
1/2/2022	Pentachlorphenol	Risiko	86.944,4	869,4 µg/L	0,01 µg/L

Figur 5-3: GrundRisk lokalitetsside: Oversigt over udførte beregninger og screeninger for en valgt lokalitet. En foreløbig beregning kan ophøjes til at være en "godkendt" risikovurdering ved at trykke på "godkend", markeret med en blå firkant i figuren. En ny beregning kan startes ved at trykke på "ny beregning" et af to steder, markeret med en mørkegrøn firkant i denne figur.

5.1.1 Overskridelsesfaktoren

Overskridelsesfaktoren bliver automatisk beregnet i GrundRisk på baggrund af grundvandskvalitetskriteriet for det specifikke stof. For nogle stoffer findes der ikke et grundvandskvalitetskriterium. For disse stoffer benytter GrundRisk per default 99 µg/l som grundvandskvalitetskriterie, for derved at kunne køre modelberegningen. I disse tilfælde giver kriterie og overskridelsesfaktor ikke mening, hvilket brugeren skal være opmærksom på. Det benyttede grundvandskvalitetskriterie i beregningen fremgår af resultatoversigten, se afsnit 8.

5.1.2 Godkendelse af foreløbige beregninger



En foreløbig beregning kan ophøjes til at være en godkendt risikovurdering ved at trykke på "godkend" ud for beregningen. Godkendelsen skal være baseret på en faglig vurdering af den enkelte foreløbige beregning. Det skal bl.a. vurderes, om beregningen antages at afspejle forholdene på lokaliteten. De godkendte beregninger vises i toppen af siden under "Godkendte risikovurderinger".

Godkendelsen kan fjernes, ved at trykke på krydset helt ude til højre, hvor beregningen derefter igen flyttes til "foreløbige beregninger". Når den ligger under "foreløbige beregninger" kan man slette den helt eller foretage en ny beregning.


6. Klargør beregning

En ny beregning kan enten startes fra lokalitetssiden (se Figur 5-3) eller fra resultatsiden (se Figur 8-2).

Fra lokalitetssiden kan man vælge:

- 1) at starte en helt ny foreløbig beregning ved at trykke på knappen , der er placeret lige over listen med foreløbige beregninger.
- 2) at starte en ny beregning baseret på et screeningsresultat, ved at trykke på knappen , der er placeret lige over listen med screeninger. Hvis dette vælges, vil følgende parametre være videreført fra screeningen, og derved automatisk være udfyldt i den valgte beregningsmodel:
 - Infiltration (I_{kilde} og I_{fane})
 - Afstand fra kilde til top af grundvandsmagasin (Z_v)
 - Stofnavn for stoffer med et CAS-nummer

Fra resultatsiden kan man vælge:

- 1) At starte en ny beregning, der tager udgangspunkt i en eksisterende beregning. Dette gøres ved at trykke på knappen , der er placeret til højre på siden, under fanen "valgmuligheder". Vælges denne mulighed, er alle parameterværdierne bevaret fra den beregning man har taget udgangspunkt i. Man kan herved foretage justeringer af parameterværdier og køre en ny beregning baseret på disse.

6.1 Valg af beregningsmodel

Hvis man har valgt at starte en ny beregning fra lokalitetssiden, kommer man videre til siden "Vælg beregningsmodel" (se Figur 6-1). Her skal man vælge hvilken af de 5 vertikale stoftransport modeller, der skal anvendes til risikovurderingen.

Den simpleste model er Model 5, hvor forureningskilden er beliggende lige over grundvandet. I denne model sker der ikke nogen vertikal transport udover den direkte forureningsflux til grundvandsmagasinet. Model 1 og 2 inkluderer et dæklag af enten homogen ler (Model 1) eller opsprækket ler (Model 2), mens Model 3 og 4 beskriver forureningskilder beliggende i umættet zone. De faktiske forhold på lokaliteten er meget mere komplekse, end de opstillede modeller. Det er derfor meget vigtigt, at man gør sig nogle overvejelser i forhold til hvilken model der vælges. Der henvises til kap. 9 i /1/ for faglige anbefalinger til, hvordan man vælger model samt til kap. 4-8 for yderligere beskrivelse af de enkelte modeller.

Den valgte vertikale stoftransportmodel kobles automatisk med en model, der repræsenterer den horisontale stoftransport i grundvandsmagasinet. Den horisontale model skal man ikke selv vælge, da der kun findes én model. Den vil se helt ens ud uanset hvilken vertikal transport model, der er valgt. Koblingen mellem den vertikale og den horisontale model er yderligere beskrevet i /2/ og kortfattet beskrevet i kursusmaterialet om GrundRisk Risikovurdering /1/.

Der er foretaget en række generelle antagelser ved udviklingen af risikovurderingsmodellerne, hvilket er beskrevet i kap 1 i /1/.

Vælg beregningsmodel

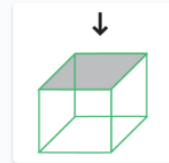
Vælg beregningsmodel (1-5) for den vertikale stoftransport fra forureningskilde til grundvand. Den valgte beregningsmodel for den vertikale transport kobles med en model for den horisontale stoftransport i grundvandsmagasinet.

Transporten i grundvandsmagasinet beskrives som 3D horisontal transport under hensyntagen til advektion, dispersion og infiltration til forureningsfanen. Ved tynde grundvandsmagasiner anvendes en 2D-løsning, da fanens udbredelse nedadtil vil være begrænset. Alle modeller er stationære, hvilket vil sige at koncentrationerne er konstante over tid, men ikke over sted. Der kan tages højde for nedbrydning både under den vertikale og horisontale transport.

1 Homogen vandmættet ler

Modellen beskriver en forureningskilde beliggende i vandmættet ler, der overligger et grundvandsmagasin. Den vertikale forureningstransport til grundvandet beskrives ved advektion og dispersion.

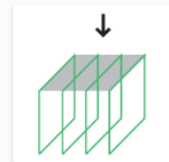
Vælg >



2 Vandmættet opsprækket ler

Modellen beskriver en forureningskilde beliggende i opsprækket ler, der overligger et grundvandsmagasin. Forureningsspredningen sker i modellen ved advektiv transport i sprækkerne og diffusion i lermatrixen.

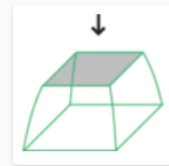
Vælg >



3 Umættet sand

Modellen beskriver en forureningskilde beliggende i umættet zone og som overligger et frit grundvandsmagasin. Forureningsspredningen sker ved diffusion i gasfasen samt ved advektion og dispersion i vandfasen (3D-løsning). Forureningsarealet ved toppen af magasinet vil dermed være større end ved forureningskilden og koncentrationerne vil aftage ud mod kanten af det forurenede areal.

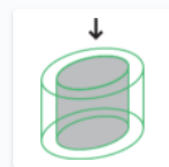
Vælg >



4 Umættet sand med impermeabelt dæklag

Modellen beskriver en forureningskilde beliggende i umættet zone dækket af en vandtæt overflade f.eks. en bygning. Forureningstransporten til grundvandet sker derfor udelukkende ved gasdiffusion. Kildeområdet antages at være cirkulært og forureningen spredte sig radiært ud fra kildeområdet. Koncentrationerne vil derfor variere over sted.

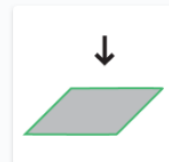
Vælg >



5 Forureningskilde beliggende lige over grundvandet

Modellen beskriver en forureningskilde beliggende lige over grundvandet. Det er dermed den simpleste model af de 5 modeller, da der ikke sker nogen vertikal transport udover den direkte forureningsflux til grundvandsmagasinet.

Vælg >



Figur 6-1: GrundRisk-siden "vælg beregningsmodel"

6.2 Angiv modelparametre

Efter man har valgt en vertikal stoftransportmodel, kommer man videre til inputsiden "Angiv parametre", se Figur 6-2. Denne side ser næsten ens ud, uanset hvilken model man har valgt. Den visuelle afbildning af modellen samt de anvendte parametre for den vertikale transport varierer dog afhængigt af valgt model. I det følgende gennemgås parametrene, delt op i henholdsvis:

- parametre vedrørende forureningsstoffet (se 6.2.1),
- parametre vedrørende forureningskilden (se 6.2.2),
- parametre vedrørende vertikal transport (se 6.2.3),
- parametre vedrørende horisontal transport (se 6.2.4) og
- parametre vedrørende kontrolpunkter (se 6.2.5).

6.2.1 Indtastning af parametre vedrørende forureningsstof

Øverst på inputsiden skal der tages stilling til hvilket forureningsstof, der skal foretages en risikovurdering for. Derudover skal det vælges, om der skal tages højde for nedbrydning samt hvilken risikovurderingsmodel der ønskes at benytte, se Figur

RISIKOVURDERING >

Angiv parametre

Lokalitet: _____

Lokalitetsnummer: _____

Forureningsstof:

Beregningsmodel:

Nedbrydningsmodel:

Udfyld alle parametre og tryk start når du er klar. **OBS!** Afhængigt af beregningsmodel kan beregningen tage op til 20 min.

START

Figur 6-2: Udsnit af inputsiden "Angiv parametre" i GrundRisk. I denne figur er der valgt forureningsstoffet Cis-1,2 Dichlorethylen, beregningsmodel 1 samt Sekventiel 1. ordens nedbrydning.

6-2.

Forureningsstof: Der kan søges ved at skrive dele af stoffets navn i feltet. Der kan kun vælges de stoffer, der fremkommer på listen i rullemenuen. Kulbrintefraktion C6-C15 kan repræsenteres ved modelstoffet dodecan. For stoffer, der ikke findes på listen, kan der vælges et stof med lignende egenskaber. Der kan også vælges chlorid, som repræsenterer et stof der hverken er flygtigt, nedbrydes eller sorberer. Ved valg af chlorid simuleres dermed spredningen af en tracer (sporstof), og dermed kan det undersøges hvilken fortynding, der sker fra kilden til kontrolpunktet.

Beregningsmodel: Her fremgår den valgte model. I tilfælde af at man ønsker at anvende en anden model, kan der foretages et nyt modelvalg ved brug af rullemenuen.

Nedbrydningsmodel: Det skal vælges, om nedbrydning skal inkluderes i risikovurderingen eller ej. Hvis nedbrydning tilvælges, fremkommer der ekstra indtastningsfelter vedrørende nedbrydningsrater for både den vertikale transport og den horisontale transport se hhv. Figur 6-4 og Figur 6-5. Hvis nedbrydning tilvælges i GrundRisk, er der som default indsat anbefalede nedbrydningsrater fra Miljøstyrelsen /4/. Hvis der er datagrundlag for det, er der både fastsat en anbefalet nedbrydningsrate for aerobe og anaerobe forhold. Der kan under den horisontale transport vælges, om den anbefalede aerobe eller anaerobe rate ønskes. Bemærk at det altid er den anbefalede anaerobe nedbrydningsrate, der indsættes for den vertikale transport.

Der forekommer 2 eller 3 valgmuligheder på rullemenuen vedrørende nedbrydning, alt efter hvilket forureningsstof der er valgt:

- **Ingen nedbrydning.** Der inkluderes hverken nedbrydning under vertikal eller horisontal transport. Hvis dette vælges i Model 1 og 2 svarer det til at vælge Model 5.
- **1. ordens nedbrydning.** Der kan med dette valg inkluderes nedbrydning både for vertikal og horisontal transport. Bemærk at såfremt nedbrydning kun ønskes for *enten* vertikal eller horisontal transport skal denne mulighed vælges og nedbrydningsraten sættes til nul for den zone, hvor nedbrydning ikke skal inkluderes.
- **Sekventiel 1. ordens nedbrydning.** Med dette valg kan sekventiel nedbrydning simuleres for kendte nedbrydningskæder. Dette valg er kun tilgængeligt for udvalgte forureningsstoffer (se hvilke i kap. 3.1 i /1/). Når sekventiel nedbrydning vælges, bliver der mulighed for at indtaste kildekonzentrationer for alle stoffer i nedbrydningskæden, ligesom der kan indtastes en nedbrydningsrate for hver af dem.

6.2.2 Indtastning af parametre vedrørende forureningskilden

Figur 6-3 viser inputfanen i forhold til forureningskilden samt en visuel afbildning af parametrene i forhold til den valgte model.

Modelparametrene vil hovedsageligt være de samme for alle modeller, med nogle enkelte forskelle. Tabel 6-1 gennemgår parametre og inputs til forureningskilden. Der henvises til "Parameterlisten" i kap. 12 i /1/ for en uddybende forklaring af de enkelte parametre samt hjælp til valg af parameterværdi.

Forureningskilde

Kildekoncentration, C_0 ($\mu\text{g/L}$):

cis-1,2-Dichlorethylen:

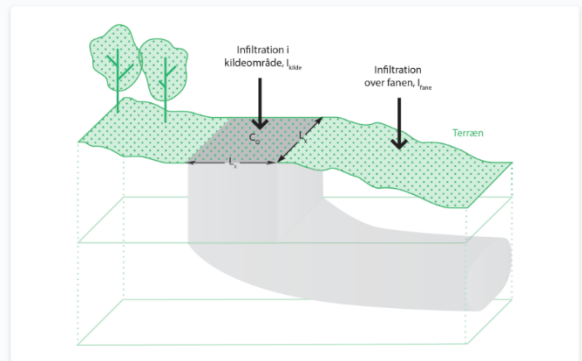
Vinylchlorid:

Længde af kilde, L_x (m):

Bredde af kilde, L_y (m):

Infiltration i kildeområde, I_{kilde} (mm/år):

Infiltration over fanen, I_{fane} (mm/år):



Tilføj kommentar til forureningskilde

Disse to felter vil være anderledes i Model 4

Figur 6-3: Udsnit af inputsiden "Angiv parametre" i GrundRisk (Molde 1). Der vises inputfanen og den konceptuelle model for forureningskilden. Bemærk at den visuelle afbildning af modellen vil variere afhængig af hvilken model, der er valgt.

Tabel 6-1: Parameterliste; Gennemgang af parametre og inputs til forureningskilden. Parametrene er delt op efter hvilke modeller de anvendes i. Valg af parameterværdier er for nogle af parametrene uddybet i kap. 12 i /1/.

Parameter	Parameter symbol	Enhed	Uddybende forklaring	Bestemmelse af parameter
Alle Modeller				
Kildekoncentration	C_0	$\mu\text{g/L}$	Den angivne kildekoncentration skal repræsentere det valgte kildeområde. Hvis der regnes med sekventiel nedbrydning, vil der kunne indtastes startkoncentrationer af både moderstoffet og nedbrydningsproduktet.	Vurderes ud fra forureningsundersøgelsen
I Model 1, 2, 3 og 5				
Bredde af kilde	L_y	m	Udbredelsen af kildeområdet på tværs af grundvandets strømningsretning. Bemærk at kildeområdet ikke behøver at være beliggende i niveau med	Vurderet ud fra forureningsundersøgelsen

			terrænet, selvom det er angivet således på Figur 6 3.	
Infiltration i kildeområde	I_{Kilde}	mm/år	Infiltration til grundvandet i kildeområdet. I Model 4 er der ikke infiltration gennem kildeområdet, men udelukkende til fanen.	Infiltrationen til magasinet kan baseres på: 1) en lokal hydrologisk model for området 2) DK-modellen (værdien fås fra GrundRisk Screening) 3) JAGGs kommunebaserede nettonedbør. For lokaliteter, hvor der er udført en screening, vil man kunne finde infiltrationsværdier baseret på DK-modellen ved at vælger at starte en ny beregning baseret på et screeningsresultat jf. afsnit 6. Nettonedbør fra JAGG bør kun anvendes som nødløsning hvis mulighed 1) el. 2) ikke er tilgængelige. Hvis man benytter nettonedbøren, og det ikke giver en risiko, så vil man få samme resultat ved brug af infiltrationen. Hvis man benytter nettonedbøren, og det giver en risiko, bør man udføre risikoberegning ingen med brug af infiltrationen.
Infiltration over fanen	I_{fane}	mm/år	Infiltration til grundvandet over fanen. I Model 3 skal I_{Kilde} og I_{fane} have samme værdi.	Se ovenfor.
Længde af kilde	L_x		Udbredelsen af kildeområdet langs med grundvandets strømningsretning.	Vurderes ud fra forureningsundersøgelsen.
I Model 4				
Radius af kildeområde	r	m	Kildeområde antages cylinderformet i Model 4 og fra start strækker sig helt ned til grundvandsmagasinet.	Vurderes ud fra forureningsundersøgelsen.
Grænseradius, hvor koncentrationen antages lig nul	r_2	m	Den afstand fra centrum af kilden hvor koncentrationen kan antages at være nul.	Vurderes ud fra forureningsundersøgelsen.

6.2.3 Indtastning af parametre vedrørende vertikal transport

Figur 6-4 viser inputfanen og den konceptuelle forståelse af den vertikale transport for Model 1. Modelparametrene vil hovedsageligt være de samme for alle modeller, med nogle enkelte forskelle.

Tabel 6-2 gennemgår de forskellige parameter, der benyttes i de vertikale transportmodeller 1-4. Der henvises til "Parameterlisten" i kap 12 i /1/ for en uddybende forklaring af de enkelte parametre samt hjælp til valg af parameterværdi.

For nogle af parametrene vil der allerede være indsat en standard- eller anbefalet værdi når modellen vælges. Disse er alle konservative værdier baseret på litteraturstudier. Alle standard- og anbefalede værdier kan overskrives af brugeren.

Vertikal transport

Afstand fra kilde til top af grundvandsmagasin, Z_v (m):

Jordtype

Fed ler Moræneler, sandet/siltet ler Sand

Silt (morænesilt) Sand og grus (usortet)

Porøsitet, c :

 (Anbefalet værdi)

Min: 0,3 - Anbefalet: 0,4 - Max: 0,6

Longitudinal dispersivitet (z-retning), $\alpha_{L,v}$ (m):

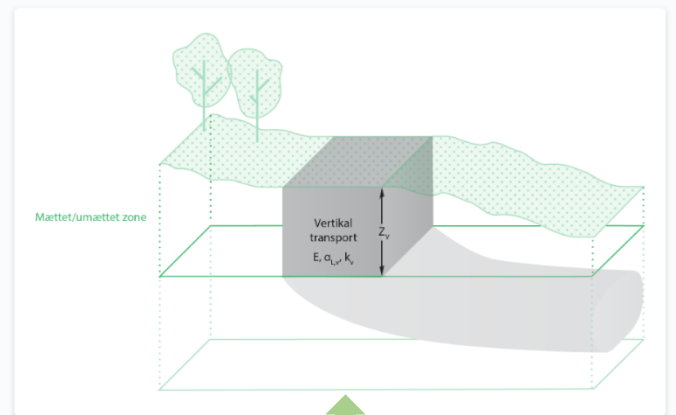
 (Standardværdi)

1. ordens nedbrydningsrate, k_v (d^{-1}):

cis-1,2-Dichlorethylen:

 (Anbefalet værdi)

Vinylchlorid:

 (Anbefalet værdi)


Visuel afbildning af den vertikale model

Tilføj kommentar til vertikal transport

Felter kun tilgængelige hvis der er valgt nedbrydning. I dette tilfælde er der valgt Sekventiel 1. ordens

Figur 6-4: Udsnit af inputsiden "Angiv parametre" i GrundRisk (Molde 1). Der vises inputfanen og den konceptuelle model for vertikal transport. Bemærk at den visuelle afbildning af modellen vil variere afhængig af hvilken model, der er valgt.

Tabel 6-2: Parameterliste; Gennemgang af parametre og inputs til de vertikale transportmodeller. Parametrene er delt op efter hvilke modeller de anvendes i. Valg af parameterværdier er for nogle af parametrene uddybet i kap. 12 i /1/.

Parameter	Parameter symbol	Enhed	Uddybende forklaring	Bestemmelse af parameter
I Model 1, 2, 3 og 4				
Porøsitet i dæklag	ϵ	-	Porøsiteten i den vertikale transportmodel.	GrundRisk har indbygget standardværdier for porøsiteter for forskellige jordtyper samt intervaller de kan variere over.
1. ordens nedbrydningsrate (aerobe/anaerob forhold)	k_v (dæklag)	d^{-1}	Om nedbrydning medtages eller ej bør altid bygge på en faglig vurdering.	For de vertikale modeller indsættes som default den anbefalede anaerobe nedbrydningsrate.
I Model 1, 2 og 3				
Afstand fra kilde til top af grundvandsmagasinet	Z_v	m	Dette er afstanden fra bunden af kilden til toppen af det førstkomende grundvandsmagasin	Vurderes ud fra forureningsundersøgelsen samt tykkelsen af dæklaget (lerlaget). Lerlagstykkelser til brug for Model 1 og 2 kan vurderes ud fra dybe borer i nærheden, ud fra dæklagskort eller geologiske modeller for området.
I Model 1 og 3				
Longitudinal dispersivitet (z-retning)	$\alpha_{L,v}$	m	Dispersion langs med strømningsretningen i den vertikale transport model.	En standardværdi på 0,1 m er indsat som defaultværdi i GrundRisk baseret på /5/.
I Model 3 og 4				
Vandindhold	V_v	-	Vandfyldt porøsitet. Bemærk at V_v altid skal være mindre end porøsiteten i dæklaget, ϵ .	GrundRisk har indbygget standardværdier for vandindhold for forskellige jordtyper baseret på værdier i JAGG.
I Model 2				
Bulk hydraulisk konduktivitet	K_b	m/s	Dette er den samlede hydrauliske konduktivitet for sprækker og matrix.	Standardværdi i GrundRisk er baseret på worst case parametre fra /7/. Bemærk at der enten indtastes en bulk hydraulisk konduktivitet eller en sprækkeapertur i modellen. Den parameter der ikke indtastes beregnes af de øvrige input.

Sprækkeafstand	2B	m	Betegner den indbyrdes afstand mellem de vertikale sprækker i moræneleren. Sprækkerne antages at være gennemgående i hele moræneleren. Modellen er begrænset til gennemsnitlige sprækkeafstande i intervallet fra ca. 1 - 5 m. For sprækkeafstande < 0,4 m kan Model 1 anvendes.	En standardværdi på 5 m er indsat som defaultværdi i GrundRisk baseret på worst case parametre for reduceret opsprækket moræneler fra /7/.
Sprækkeapertur	2b	m	Betegner vidden af sprækken.	En standardværdi på $7,9 \cdot 10^{-5}$ m er indsat som defaultværdi i GrundRisk, baseret på worst case parametre for reduceret opsprækket moræneler fra /7/. Bemærk at der enten indtastes en bulk hydraulisk konduktivitet eller en sprækkeapertur i modellen. Den parameter der ikke indtastes beregnes af de øvrige input.
I Model 3				
Transversal dispersivitet (y-retning)	$\alpha_{T,v}$	m	Dispersion på tværs af porevandets strømningsretningen i den vertikale model.	En standardværdi på 0,01 m er indsat som defaultværdi i GrundRisk baseret på /5/.

6.2.4 Indtastning af parametre vedrørende horisontal transport

Inputfanen og den konceptuelle forståelse for den horisontale transport ses på Figur 6-5. Denne del vil se helt ens ud uanset hvilken vertikal transport model der er valgt. Som for den vertikale transport er der også for den horisontale transport model udfyldt nogle standard- og anbefalede værdier. Dette gælder for porøsitet, 1. ordens nedbrydningsrate, longitudinal dispersivitet (x-retning), transversal dispersivitet (y-retning) og vertikal dispersivitet (z-retning). *Tabel 6-3* gennemgår de forskellige parametre, der benyttes i den horisontale transportmodel. Der henvises til "Parameterlisten" i kap 12 i /1/ for en uddybende forklaring af de enkelte parametre samt hjælp til valg af parameterværdi.

Horizontal transport

Mægtighed af grundvandsmagasinet (fra top til bund), d (m):

Grundvandshastighed, u (m/år):

Indtast Beregn

Magasintype

Kvartært sand Prækvartært sand Opsprækket kalk

Porøsitet, n :

 (Anbefalet værdi)

Min: 0,25 - Anbefalet: 0,3 - Max: 0,4

1. ordens nedbrydningsrate, k (d^{-1}):

Aerobe forhold Anaerobe forhold

cis-1,2-Dichlorethylen:

Min: 0,28 - Middel: 1 - Max: 2

Vinylchlorid:

Min: 0,00031 - Middel: 0,0032 - Max: 0,006

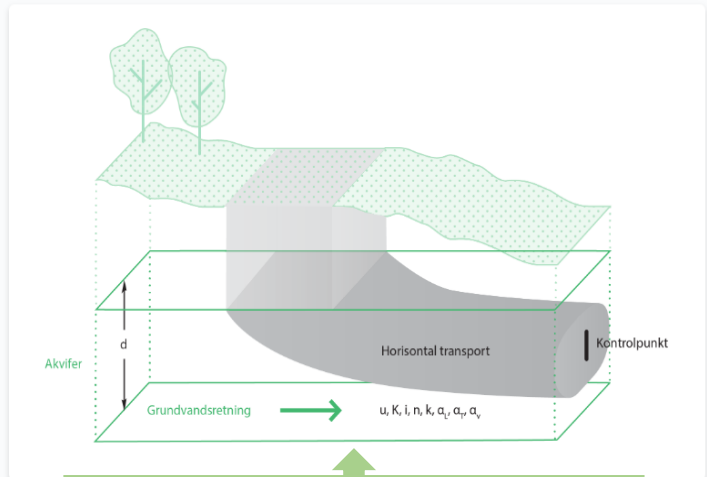
Longitudinal dispersivitet (x-retning), α_L (m):

 (Standardværdi)

Transversal dispersivitet (y-retning), α_T (m):

 (Standardværdi)

Vertikal dispersivitet (z-retning), α_V (m):

 (Standardværdi)


Tilføj kommentar til horizontal transport

Felter kun tilgængelige hvis der er valgt nedbrydning. I dette tilfælde er der valgt Sekventiel 1. ordens nedbrydning.

Figur 6-5: Udsnit af inputsiden "Angiv parametre" i GrundRisk (Molde 1). Der vises inputfanen og den konceptuelle model for horisontal transport. Bemærk at den visuelle afbildning af modellen vil variere afhængig af hvilken vertikal model, der er valgt.

Tabel 6-3: Parameterliste; Gennemgang af parametre og inputs til den horisontale transportmodel. Valg af parameterværdier er for nogle af parametrene uddybet i kap. 12 i /1/.

Parameter	Parameter symbol	Enhed	Uddybende forklaring	Bestemmelse af parameter
Grundvands-hastighed	u	m/år	Porevandshastigheden i grundvandsmagasinet	Grundvandshastigheden kan enten indtastes direkte eller beregnes baseret på indtastede værdier for hydraulisk konduktivitet K , hydraulisk gradient i og porøsitet n . Se også Figur 6-6
Hydraulisk konduktivitet	K	m/s	Den anvendte værdi skal repræsentere grundvandsmagasinet fra forureningskilde og ned til det valgte kontrolpunkt. Denne parameter skal kun angives, hvis det vælges at beregne grundvandshastigheden i GrundRisk	K kan fastsættes både ud fra feltundersøgelser eller litteratur. Der er indbygget standardværdier for K og porøsitet i GrundRisk for 3 typer af grundvandsmagasiner baseret på et litteraturstudie /6/.
Hydraulisk gradient	i	-	Trykgradienten i grundvandsmagasinet. Denne parameter skal kun angives, hvis det vælges at beregne grundvandshastigheden i GrundRisk.	Den hydrauliske gradient fastsættes på baggrund af synkronpejlinger eller ud fra eksisterende potentialekort for grundvandsmagasinet.
Longitudinal dispersivitet (x-retning)	α_L	m	Dispersion langs med strømningsretningen i grundvandsmagasinet (den horisontale transport model). Antages at være konstant over tid og sted	En standardværdi på 1 m er indsat som defaultværdi i GrundRisk baseret på litteraturstudie /8/.
Mægtighed af grundvands-magasin	d	m	Dybden af grundvandsmagasinet fra top til bund.	Bestemmes ud fra dybe boringer i området (Jupiterdatabasen) eller baseret på hydrogeologisk model for området.
Porøsitet i grundvands-magasin	n	-	Porøsiteten i den horisontale transportmodel.	Porøsiteter for 3 typer af grundvandsmagasiner samt et interval de kan variere over er indbygget i GrundRisk.

Transversal dispersivitet (y-retning)	α_T	m	Dispersion på tværs af grundvandets strømningsretningen.	En standardværdi på 0,01 m er indsat som defaultværdi i GrundRisk baseret på litteraturstudie /8/.
Vertikal dispersivitet (z-retning)	α_V	m	Den vertikale dispersion i grundvandsmagasinet . Antages at være konstant over tid og sted.	En standardværdi på 0,005 m er indsat som defaultværdi i GrundRisk baseret på litteraturstudie /8/.
1. ordens nedbrydningsrate (aerobe/anaerobe forhold)	k (magasinet)	d ⁻¹	Om nedbrydning medtages eller ej bør altid bygge på en faglig vurdering.	For den horisontale transport i GrundRisk foreslås anbefalede nedbrydningsrater fra /4/ samt vises et spænd de kan variere over (min – middel - max).

Figur 6-6 viser forskellen i inputsiden, når der vælges enten ”Indtast” eller ”Beregn” grundvandshastigheden. Standardværdier for porøsiteter og hydrauliske konduktivitet vil være baseret på valget af jordtype. Se også kapitel 12 i /1/ for fastsættelse af hydrauliske konduktiviteter.

a) Grundvandshastighed, u (m/år):

Indtast Beregn

Indtast hastighed...

Magasintype

Kvartært sand Prækvartært sand Opsprækket kalk

Porøsitet, n :

0,05 (Anbefalet værdi)

Min: 0,001 - Anbefalet: 0,05 - Max: 0,15

b) Grundvandshastighed, u (m/år):

Indtast Beregn

(Beregnet værdi)

Udregnes som $u = \frac{K \cdot i}{n} \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365$

Magasintype

Kvartært sand Prækvartært sand Opsprækket kalk

Hydraulisk konduktivitet, K (m/s):

0,0001 (Anbefalet værdi)

Min: 0,00001 - Anbefalet: 0,0001 - Max: 0,001

Hydraulisk gradient, i :

Indtast gradient...

Porøsitet, n :

0,05 (Anbefalet værdi)

Min: 0,001 - Anbefalet: 0,05 - Max: 0,15

Figur 6-6: Figuren viser forskellen på inputsiden for den horisontale transportmodel afhængig af om der vælges (a) indtast grundvandshastigheden eller (b) beregn grundvandshastigheden.

6.2.5 Indtastningsfelter vedrørende kontrolpunkter og indvindingsrate

Modellen udregner altid en koncentration i et administrativt kontrolpunkt (fiktiv boring) 100 m nedstrøms forureningskilden, med en 2 m filterlængde . Det er denne koncentration, der bliver sammenholdt med grundvandskvalitetskriteriet.

Derudover indtastes en indvindingsrate for den nærmeste indvindingsboring. Som udgangspunkt er der indtastet en standardindvinding på 10.000 m³/år, men denne kan også ændres. Indvindingsrate anvendes til at foretage en beregning af koncentrationen i indvindingsboringen baseret på en opblanding af den beregnede forureningsflux i den indvundne vandmængde.

Ved at trykke på "tilføj kontrolpunkt" tilføjes et ekstra kontrolpunkt, som der udføres beregning for udover det administrative kontrolpunkt. Dette gøres ved at angive en nedstrøms afstand, som kontrolpunktet skal være placeret i, samt en filterlængde, som koncentrationen skal midles over (se Figur 6-7).

Kontrolpunkter
Der regnes altid i et administrativt punkt i afstand 100 m målt fra forureningskildens nedstrøms kant og med en filterlængde på 2m.

TILFØJ KONTROLPUNKT

Indvindingsrate ved nærmeste indvinding (m³/år):
10.000 (Standardværdi)

Kontrolpunkter
Der regnes altid i et administrativt punkt i afstand 100 m målt fra forureningskildens nedstrøms kant og med en filterlængde på 2m.

Valgfrit kontrolpunkt

Afstand fra kilde til nedstrøms kontrolpunkt (m):
Indtast afstand...

Filterlængde som koncentrationen i kontrolpunktet midles over (m):
Indtast filterlængde...

FJERN VALGFRI KONTROLPUNKT

Indvindingsrate ved nærmeste indvinding (m³/år):
10.000 (Standardværdi)

Figur 6-7: GrundRisk inputfelter for kontrolpunktet. Til højre ses udvidelse af parameter input når der trykkes på "tilføj kontrolpunkt".

7. START beregningsmodellen

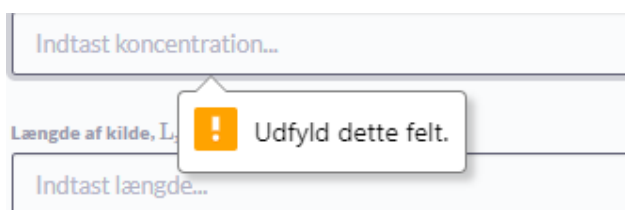
Beregningen startes ved tryk på feltet "Start" i toppen eller i bunden af siden se eksempel i Figur 7-1, eller ved at trykke på tastaturets enter-knap.

Udfyld alle parametre og tryk start når du er klar. **OBS!** Afhængigt af beregningsmodel kan beregningen tage op til 20 min.



Figur 7-1: Start knap i bunden af GrundRisk "Angiv parametre" side. En magen til findes i toppen af siden.

Hvis man har glemt at udfylde et felt, bliver man gjort opmærksom på dette, se Figur 7-2.



Figur 7-2: Eksempel på manglede parameter indtastning i GrundRisk

Efter man har trykket på **START** kommer der en tekstboks (se Figur 7-3), hvor man bliver spurgt om man vil starte en ny beregning. Hvis dette ønskes, trykkes der igen på **START**. En beregning kan tage lang tid (især for Model 4), det kan derfor være en god ide at bede GrundRisk om at sende en mail, når beregningen er færdig. Dette gøres ved at afkrydse boksen der ses i Figur 7-3.

Start ny beregning?

Vær opmærksom på, at denne beregning kan tage lang tid at færdiggøre.

Underret mig på mail når beregningen er færdig.

Fortryd

Start

Figur 7-3: Bekræftelse af modelberegningen.

7.1 Beregninger for flere forureningsstoffer.

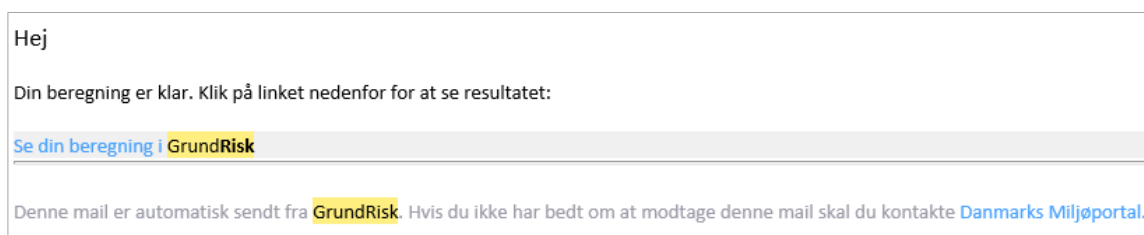
Det er desværre ikke muligt at køre en modelberegning med flere forureningsstoffer på en gang. Det man kan gøre, er at starte en ny beregning fra resultat siden ved brug af knappen **Ny beregning** (se Figur 8-2). Derved får man alle de informationer man allerede har indtastet overført og det eneste man skal skifte ud, er stoffet og værdier af parametre, der relaterer sig til forureningsstoffet. GrundRisk kan godt køre flere beregninger på en gang.

7.2 Slet beregning

En udført beregning kan slettes ved at trykke på ikonet med papirkurven yderst til højre i oversigten.

8. Resultater

Resultatet for en beregning vil kunne tilgås via Lokaltetsiden under "Foreløbige beregninger" eller "Godkendte risikovurderinger" hvis risikovurderingen er blevet godkendt (jf. afsnit 5.1.2). Hvis man har bedt GrundRisk om at sende en mail, når beregningen er færdig, kan man tilgå resultatet direkte fra den modtagne mail som vist i Figur 8-1.



Figur 8-1: Mail fra GrundRisk med link til beregningsresultater

8.1 Visualisering af resultater

Øverst på resultatsiden vises en boks med resultat for et eller flere kontrolpunkter (se Figur 8-2). Der vises altid resultater for det administrative kontrolpunkt 100 m nedstrøms. Hvis det er valgt at lave beregninger for endnu et kontrolpunkt, vises dette resultat nedenunder. I boksen opsummeres den beregnede koncentration for kontrolpunktet, overskridelsesfaktoren i forhold til grundvandskvalitetskriteriet, forureningsfluxen, en opblandet koncentration for en (fiktiv) indvindingsboring, kvalitetskriteriet, som er markeret med *, hvis der pga. manglende kvalitetskriterium er benyttet en fiktiv værdi på 99 µg/L (jf. afsnit 5.1.1), og til sidst om der er risiko.

Udover beregningsresultater for kontrolpunkterne, vises en række grafer:

- Koncentrationen i grundvandet som funktion af afstanden fra forureningskilden
- Koncentrationens variation over dybden i grundvandet ved kontrolpunktet
- Koncentrationens variation over dybden mellem kildeområde og toppen af grundvandet (vises for Model 1-4)
- Koncentrationens variation i fladen over grundvandsspejlet (vises for Model 3-4)

Eksempler på disse resultatgrafer, samt yderligere forklaring til graferne kan findes i kap 1 i /1/.

8.2 Yderligere tilgængeligt på resultatsiden

På resultatsiden er der i højre side nogle valgmuligheder, bl.a. i forhold til at hente data fra GrundRisk beregningen, se (Figur 8-2). Der er her følgende muligheder:

- Hente PDF-udskrift af beregningen (vælg PDF under "Eksportér")
- Hente beregningsresultater i CSV-format (vælg CSV under "Eksportér")
- Starte en ny beregning med udgangspunkt i allerede indtastede parameterverdier (vælg "Ny beregning")
- Se parameterlisten
- Foretage "godkendelse" af beregningen

- Tilføjelse af en note til beregningen. Denne note vises på siden med oversigten over alle beregningsresultater for lokaliteten.

Uddybning af de forskellige valgmuligheder, kan findes i kap. 1 i /1/.

RISIKOVURDERING >

Resultater

Lokalitet:

Beregning

Forureningsstof:
Pentachlorophenol

Beregningsmodel:
Homogen vandmættet ler

Nedbrydning:
Ingen nedbrydning

Valgmuligheder

Eksporter:
Vælg format

Ny beregning

Se parameterliste

Godkend beregning

Noter

Ingen noter tilføjet

Tilføj ny note:

Skriv note...

Tilføj >

Resultater for nedstrøms kontrolpunkter

Resultat for kontrolpunkt (100 m nedstrøms, 2 m filter)

Koncentration:	0,749 µg/L
Overskridelsesfaktor:	74,9
Flux:	0,00001 kg/år
Opblandet koncentration i indvinding/fiktiv indvinding:	0,00085 µg/L
Kvalitetskriterie:	0,01µg/L
Risikovurdering:	● Risiko

(*) fiktiv værdi er anvendt.

Resultat for valgt kontrolpunkt (60m nedstrøms, 2m filter)

Koncentration:	1,02 µg/L
Overskridelsesfaktor:	101,9
Flux:	0,00001 kg/år
Opblandet koncentration i indvinding/fiktiv indvinding:	0,00085 µg/L
Kvalitetskriterie:	0,01µg/L
Risikovurdering:	● Risiko

Felt kun tilgængeligt hvis der er tilføjet et ekstra kontrolpunkt.

Figur 8-2: Eksempel på GrundRisk resultatside for kontrolpunkt samt tilføjet kontrolpunkt. En ny beregning kan startes ved at trykke på "ny beregning", markeret med en mørkegrøn firkant i denne figur.

9. Referencer

- /1/ Danske Regioner (2022). GrundRisk Risikovurdering: Kursusmateriale. Udarbejdet af Rambøll.
- /2/ Miljøstyrelsen (2017). GrundRisk - Coupling of vertical and horizontal transport models. Miljøprojekt nr. 1915. Locatelli, L., Rosenberg, L., Bjerg, P. L., & Binning, P. J. (red.).
- /3/ Miljøstyrelsen (2018). GrundRisk. Screeningsværktøj til identifikation af grundvandstruende forureninger. Miljøprojekt 1984, februar 2018. Miljø- og Fødevareministeriet.
- /4/ Miljøstyrelsen (2018). Nedbrydningsrater til brug i GrundRisk Risikovurdering - Litteraturstudie. Miljøprojekt nr. 2013. Ottosen, C. B., Bjerg, P. L., Broholm, M. M., & Søndergaard, G. L. (red.)
- /5/ Troldborg, M., Binning, P.J., Nielsen, S., Kjeldsen, P., Christensen, A.G. (2009). Unsaturated zone leaching models for assessing risk to groundwater of contaminated sites. Journal of hydrology. 105 (1–2), 28-37.
- /6/ Miljøstyrelsen. (2016). Metode til at estimere lertykkelse under jordforureninger, der er kortlagt på V1 og V2. Miljøprojekt 1888, 2016. Kallesøe, A.J., Molander, J., Ditlefsen, C.B., Troldborg, L., Wiese, M.B., Klint, K.E.S. (red.).
- /7/ Jørgensen, P.R., Klint, K.E. Mølgaard, M.R. (2008). SprækkeJAGG. Regneark til risikovurdering af sprækker i moræneler. Teknik og Administration, Nr. 2 2008. Videnscenter for Jordforurening.
- /8/ Miljøstyrelsen (2016). GrundRisk. Beregningsmodel til risikovurdering af grundvandstruende forureninger. Rettet udgave. Miljøprojekt nr. 1865. Rosenberg, L., Søndergaard, G.L., Binning, P.J., Aabling, J., Bjerg, P.L. (red.).