

# Tips og tricks til GrundRisk og JAGG i forhold risikovurdering af grundvand

V. Nanna Isbak Thomsen, teamleder, Rambøll

ATV møde om: Risikovurdering af grundvandstruende forureninger,  
tendenser og dilemmaer den 15. april 2024

**RAMBØLL**

Bright ideas.  
Sustainable change.

# Formål

- At introducere GrundRisk herunder:
  - At give et overblik over hvad det kan og hvornår det kan bruges med fordel
  - At give et overblik over forskellen på transportmodulerne i JAGG og GrundRisk

# Introduktion til GrundRisk og JAGG

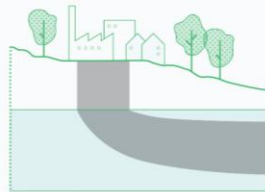
## GrundRisk



### Sådan virker GrundRisk

GrundRisk værktøjet består af tre dele:

- 1 **GrundRisk Screening:** En automatisk screening af V1 og V2 kortlagte lokaliteter. Denne screening kan efterfølges af en manuel vurdering af den enkelte lokalitet.
- 2 **GrundRisk Risikovurdering:** Såfremt en V2 kortlagt lokalitet udgør en risiko i screeningen, sendes den automatisk videre til GrundRisk Risikovurdering. Her foretages en mere detaljeret vurdering af risikoen overfor grundvand.
- 3 **Statistik:** Her gives en status over de screenede og risikovurderede forurenede lokaliteter.



## JAGG

Risikovurdering af forurenede grunde  
Version 2.1

Miljøstyrelsen, Cirkulær Økonomi & Affald  
Haraldsgade 53  
2100 København Ø  
Tlf: +45 72 54 40  
E-post: mat@mat.dk  
Vejledning fra Miljøstyrelsen, Oprydning på forurenede lokaliteter nr. 6 1990

Enkeltstoffer Dataark Log Vers  
Olie & benzin  
Nuletil værdier Vejledning Vers  
Reset knapformat Vers

**Lokaliteten** Indtast navn, adresse m.v. for den lokalitet hvor JAGG-beregningerne foretages

Navn:   
Adresse:  Postnr./by:   
Lokalitetsnummer:   
Matrikelnummer:   
Note:

**Beregningene udført af**  
Indtast firmanavn til identifikation af hvem der har foretaget JAGG-beregningerne

Firmanavn:  Projekt nr.:   
Navn/initialer:

**Udfør beregningene**  
Vælg hvorvidt der ønskes udført beregninger for enkeltstoffer eller for olie- og benzinblandinger  
Figuren nedenfor viser sammenhængen mellem modulene, samt hvorledes der navigeres mellem disse

```
graph TD; Opstart((Opstart)) --> Enkeltstoffer((Enkeltstoffer Fugacitets-beregninger)); Opstart --> OlieBenzin((Olie og benzin Fugacitets-beregninger)); Enkeltstoffer -.-> OlieBenzin; Enkeltstoffer --> VertikalTransport1[Vertikal transport]; Enkeltstoffer --> Indeklima1[Indeklima]; OlieBenzin --> VertikalTransport2[Vertikal transport]; OlieBenzin --> Indeklima2[Indeklima];
```

Fælles for JAGG og GrundRisk:

- Støtteværktøj til risikovurdering af forurenede grundes påvirkning af grundvandet

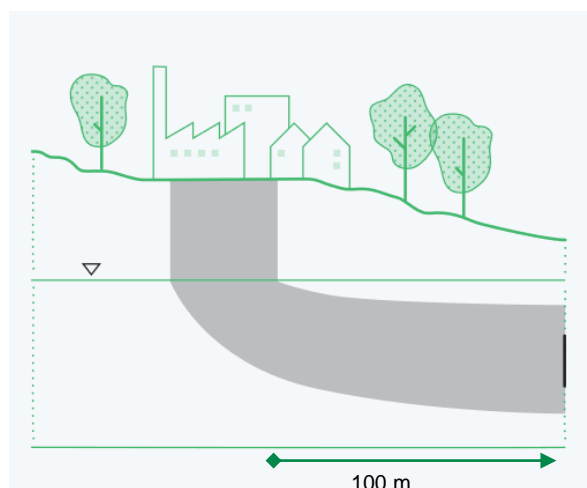
Følgende moduler/processer går igen, men er implementeret forskelligt:

- Vertikal transportmodul og horisontal transportmodul

- Inkluderer mange af de samme processer fx. nedbrydning og sprækketransport, mættet/umættet zone

# Formål med GrundRisk risikovurdering

1. At vurdere en punktkildes påvirkning af det førstkommende betydende grundvandsmagasin som udgangspunkt 100 meter nedstrøms for en forurenet lokalitet
2. At vurdere en punktkildes påvirkning af en indvindingsboring placeret nedstrøms lokaliteten



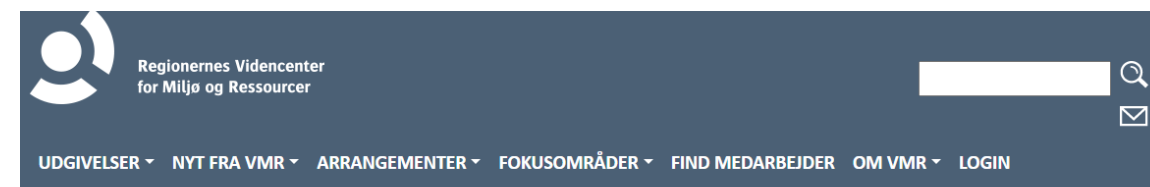
Administrativt kontrolpunkt (2 m filter)

GrundRisk er udviklet af DTU Miljø og Miljøstyrelsen



Se slide med GrundRisk referencer til sidst i præsentationen

GrundRisk drives af regionerne



## GrundRisk

### Hvad er GrundRisk?

GrundRisk er et støtteværktøj til risikovurdering af forurenede grundes påvirkning af grundvandet. GrundRisk anvendes af regioner og rådgivere i forbindelse med regionernes undersøgelser.

Værktøjet kan også understøtte vurderinger i forbindelse med private forureningssager (frivillige

[GrundRisk \(miljoeogressourcer.dk\)](https://miljoeogressourcer.dk)

### Brugen af GrundRisk

Grundrisk  
Risikovurderingsvejledning\_marts2024

GrundRisk kompendiet oktober 2023

GrundRisk Guide april 2023

# Formålet med JAGG 2.1 (Jord, Afdampning, Gas og Grundvand)

I JAGG 2.1 kan der for de 192 enkeltstoffer i stofdatabasen foretages beregninger af fugacitet og vertikal transport i den umættede zone samt risikovurdering over for grundvand, udeluft og indeklima.

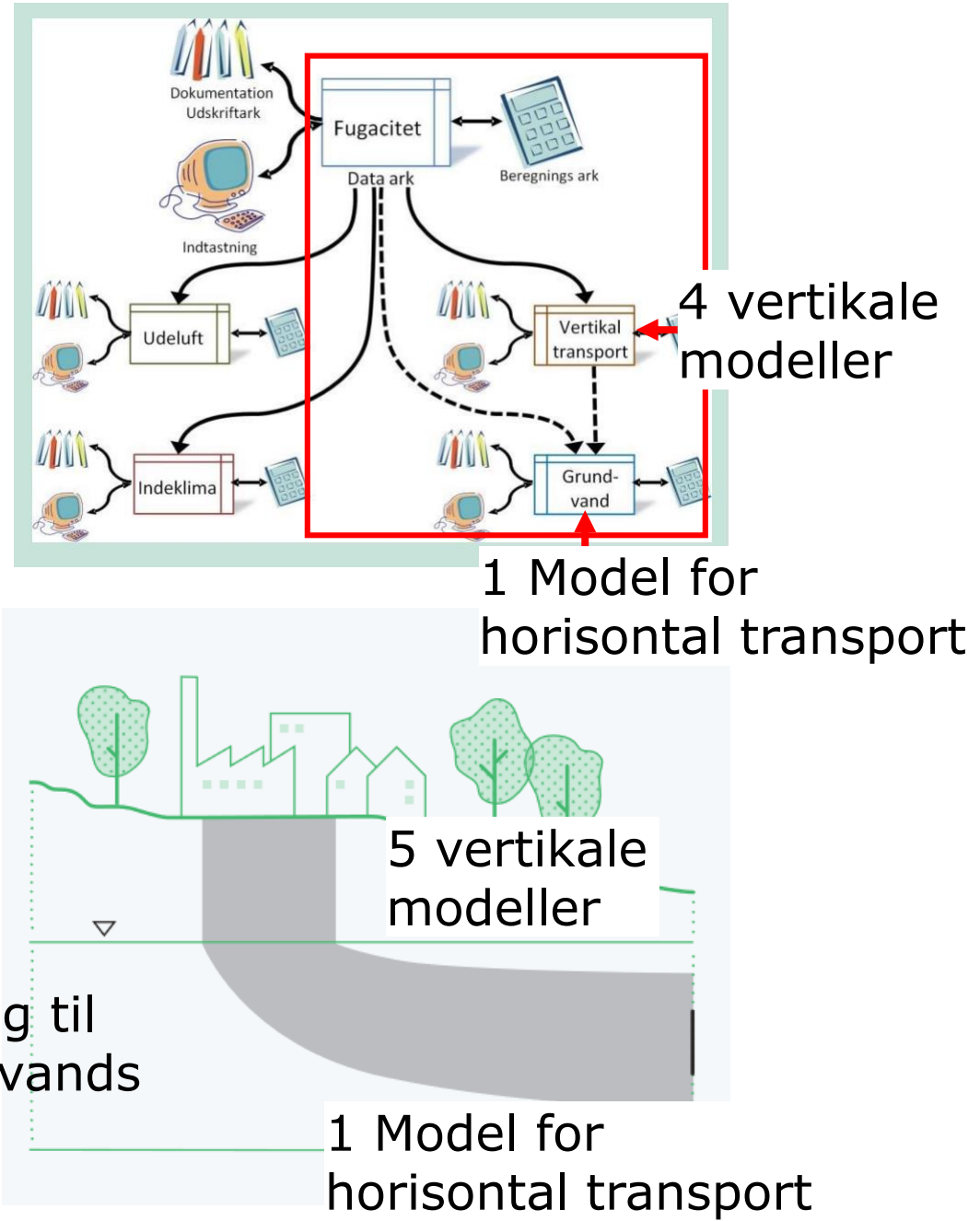
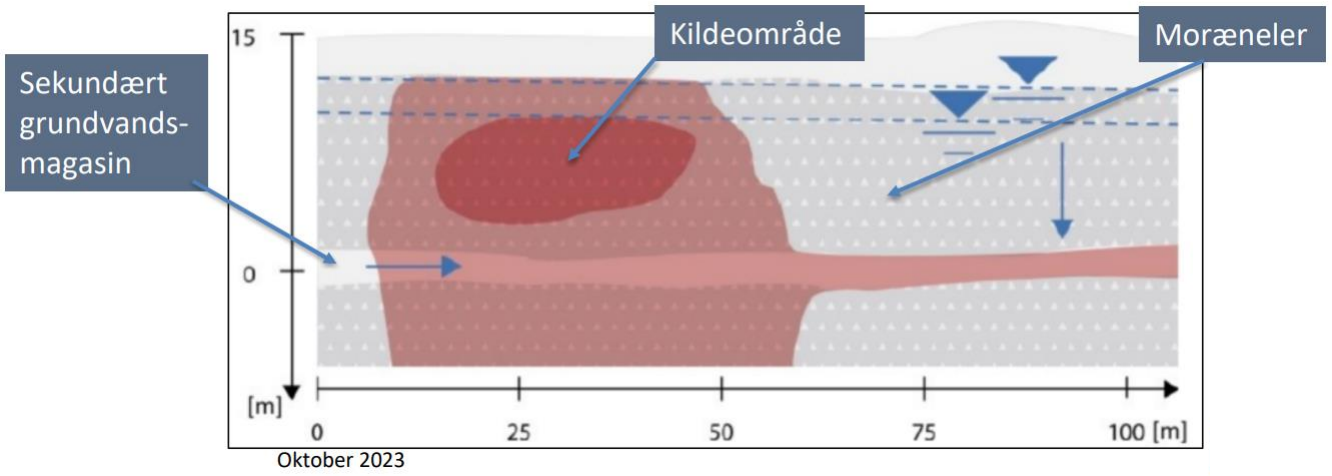
Ligeledes kan der med grundlag i olieindhold i jordprøver foretages fugacitetsberegninger af stofsammensætning i porevand og poreluft.



## Drift og udvikling

- Udgivet første gang i 1999 af miljøstyrelsen.
- Opdateret af flere omgange
- Version 2.1 er udarbejdet af COWI og NIRAS med teknisk input fra DTU
- Drives af Miljøstyrelsen

# Fra konceptuel model til beregning i JAGG og GrundRisk



# JAGG: Vertikal transport

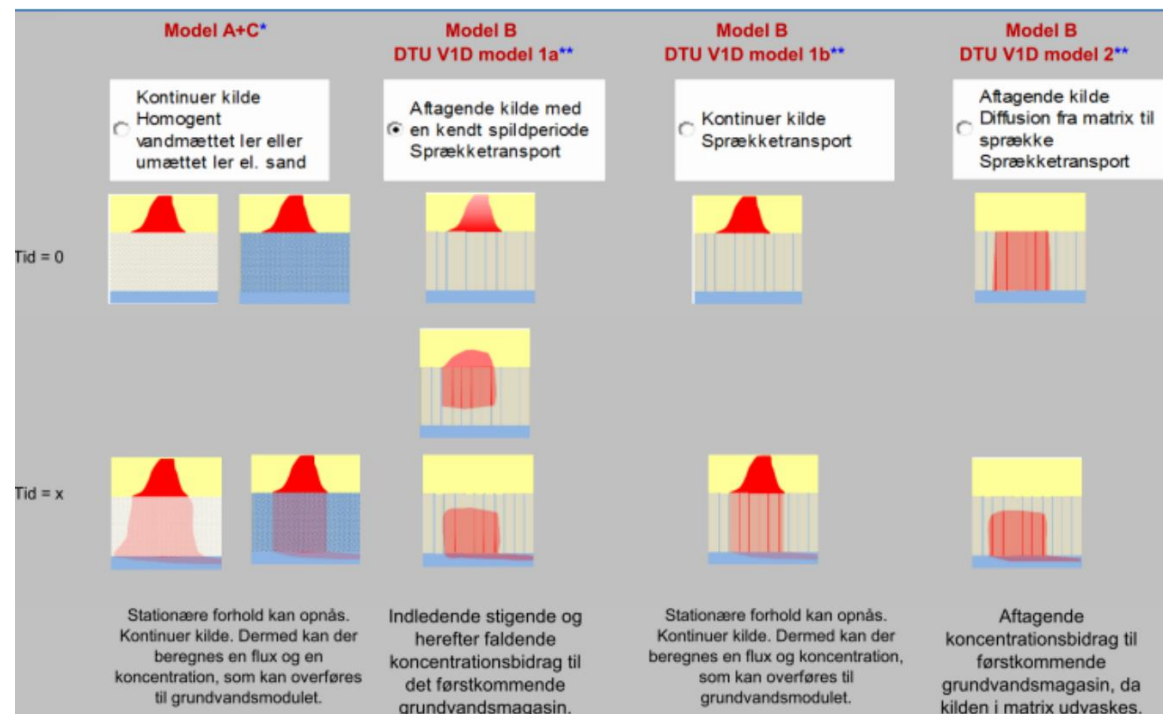
## Homogent jordlag

- Model A+C: Kontinuert kilde (ikke aftager), Homogen vandmættet ler eller umættet sand. Flux og - koncentrationen nedstrøms for kilden kan beregnes i grundvandsmodulet.

## Sprækket lerjord

- 1a Kendt spild periode og sprækketransport. Flux og - koncentrationen nedstrøms for kilden vil variere med tiden og kan ikke beregnes i grundvandsmodulet.
- 1b Kontinuert kilde og sprækketransport. Flux og - koncentrationen nedstrøms for kilden kan beregnes i grundvandsmodulet.
- 2 Aftagende kilde sprækketransport + diffusion fra matrix til sprække. Flux og - koncentration vil variere med tiden og kan ikke beregnes i grundvandsmodulet

## JAGG



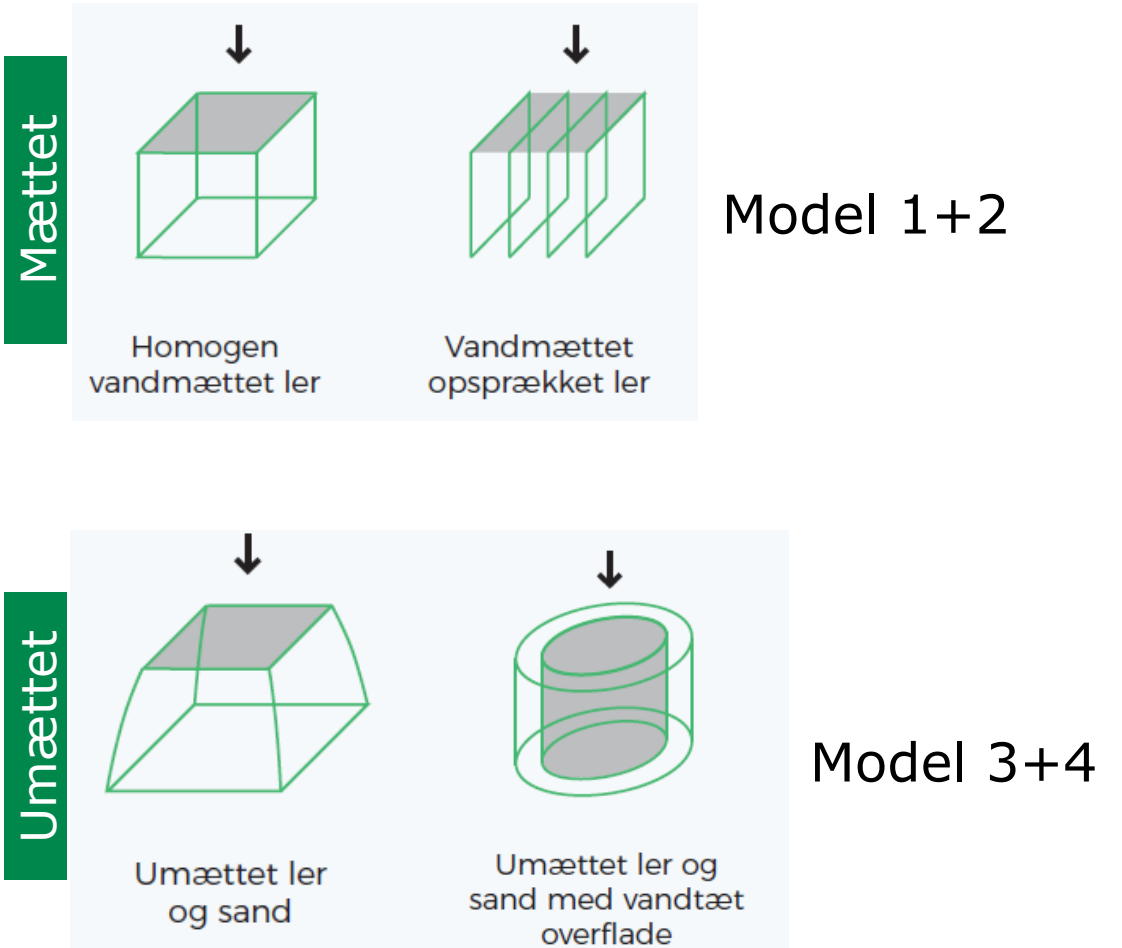
# GrundRisk: Vertikal transport

## Vandmættet ler

- Model 1 Forureningskilde beliggende i eller over vandmættet ler uden sprækker. Forureningen spredes vertikalt som følge af advektion og dispersion (1D)
- Model 2 Forureningskilde beliggende i eller over vandmættet ler med gennemgående sprækker. Forureningen transporteres til grundvandet via sprækkerne.

## Umættet zone

- Model 3 Forureningskilde beliggende i umættet sand. Forureningen transporteres både ved diffusion i luftfasen og via advektion-dispersion i vandfasen.
- Model 4 Forureningskilde i umættet zone. Der er ingen infiltration til kildeområdet (f.eks. grundet tæt befæstelse). Spredningen er derfor udelukkende styret af diffusion.





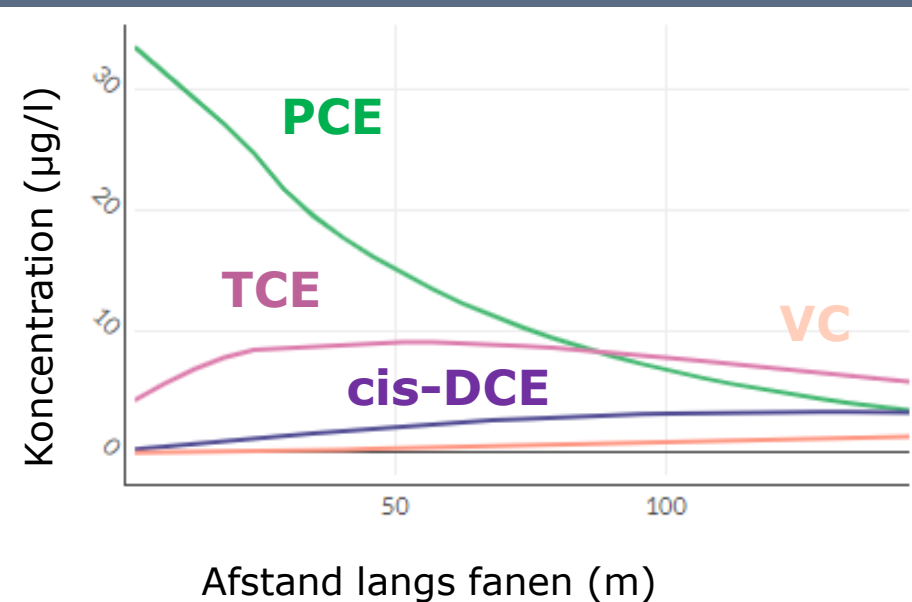
# Nedbrydning

- **To typer af nedbrydning kan tilvælges**

- Førsteordens nedbrydning
- 
- Førsteordens sekventiel nedbrydning
  - Nedbrydningskæde med dannelse af nedbrydningsprodukter
  - Kan kun vælges for udvalgte stoffer, herunder chlorerede opløsningsmidler, visse pesticider og MTBE

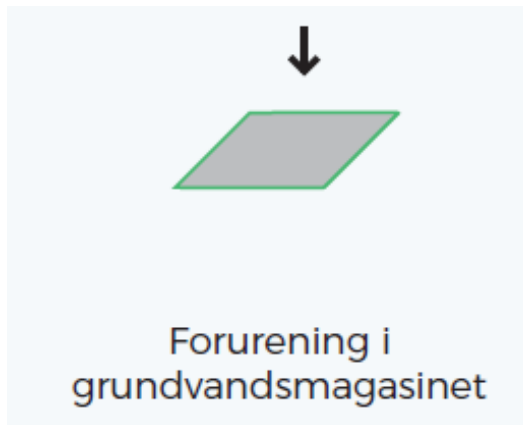
Nedbrydning foregår udelukkende i vandfasen, ikke i den sorberede fase eller i luftfase

## Sekventiel nedbrydning af PCE



# Model 5

- Forureningskilde beliggende over et grundvandsmagasin
- Forureningskilden er rektangulær med kildekonzentration  $C_0$ , længde  $L_x$  og bredde  $L_y$
- Fluxinputtet  $J$  til grundvandet beregnes ud fra infiltrationen  $I_{kilder}$  kildearealet ( $L_x L_y$ ) og kildekonzentrationen  $C_0$



Model 5

## GrundRisk tip!

- Model 5 er den mest konservative model. Hvis forureningskilden ikke udgør en risiko i kontrolpunktet 100 m nedstrøms ved brug af model 5, er der ikke nogen grund til at anvende de øvrige vertikale modeller.
- Undtagelsen til reglen?

# JAGG: Horizontal transport

- Horizontal forureningskilde eller målt koncentration i grundvandet
- Infiltration gennem forureningskilden
- Kildenær og kildefjern opblandingsmodel
- 1. ordens nedbrydning

Vejledning fra  
Miljøstyrelsen

Nr. 7 1998

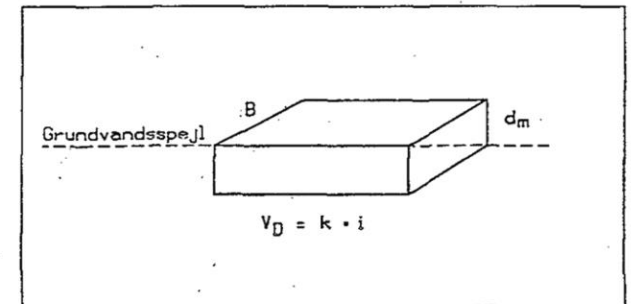
Oprydning på  
forurenede lokaliteter -  
Appendikser

Grundvandsfluxen  $Q_g$ , som stømmer under det forurenede område bliver nu:

Ligning 3

$$Q_g = B \cdot 0,25 \cdot V_D = B \cdot 0,25 \cdot k \cdot i,$$

idet  $V_D = k \cdot i$ , /1/.

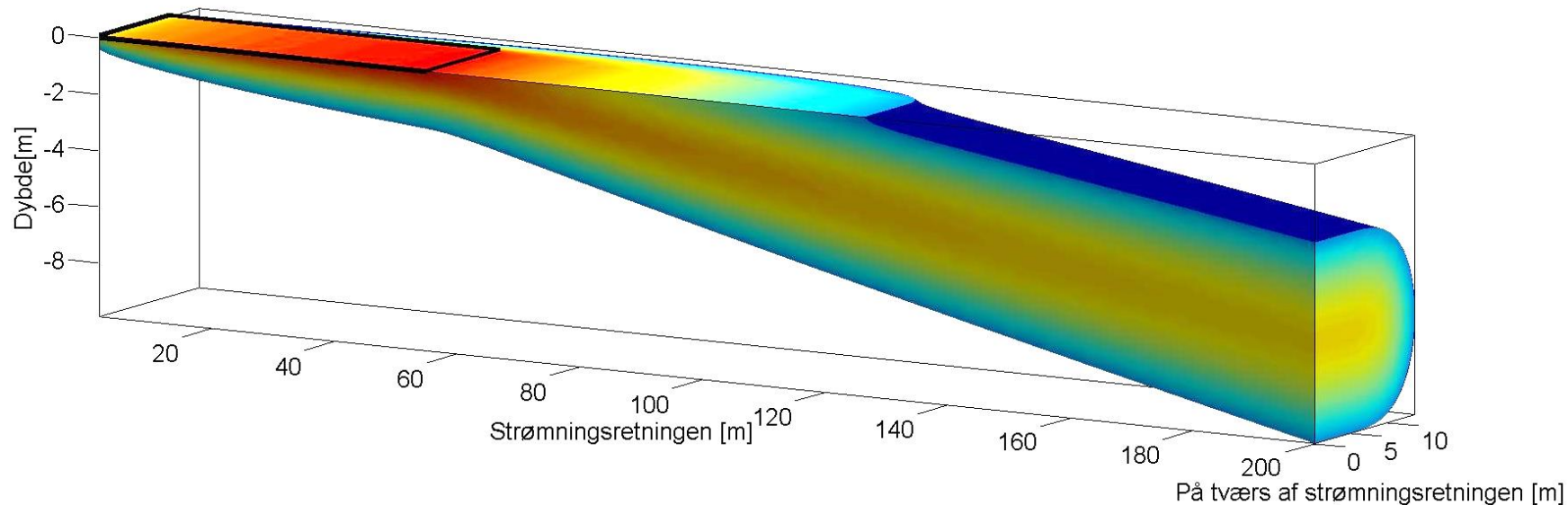
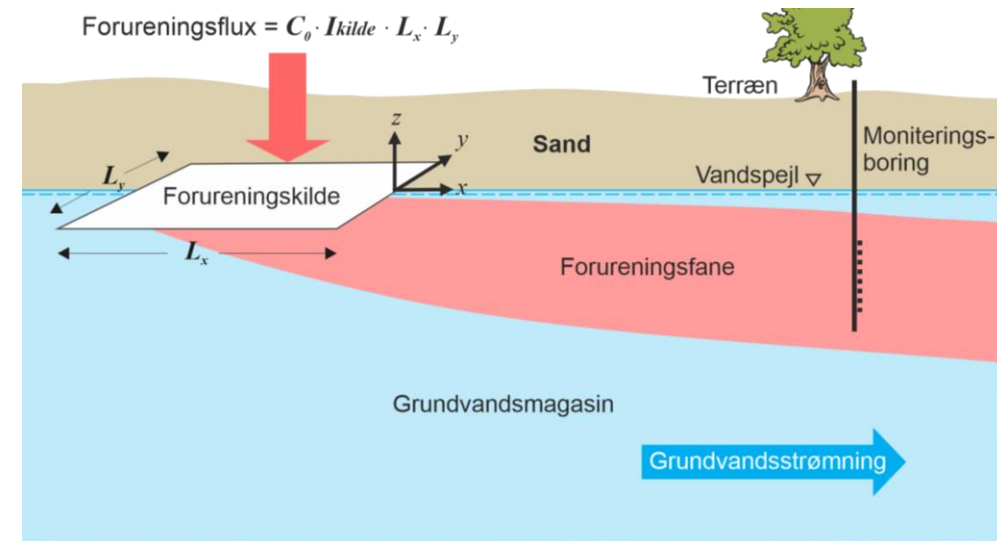


Figur 1

Fluxen af vand under det forurenede område svarer til grundvandet, som er indeholdt i en kasse med længde  $V_D$  (vandets darcy-hastighed), højde  $d_m$  (opblandingstykkelsen) og bredden  $B$  af det forurenede område.

# GrundRisk: Horizontal stoftransportmodel (grundvandstransporten)

- Horizontal forureningskilde
- Forureningsflux til grundvandsmagasinet
- Infiltration (både gennem forureningskilden og til forureningsfanen)
- Dispersion i 2 og 3 dimensioner (2D og 3D)
- 1. ordens nedbrydning
- Sekventiel 1. ordens nedbrydning



# Beregningsresultater med GrundRisk risikovurdering

## Beregningsresultater for kontrolpunkt:

- Koncentrationen i grundvandet ( $\mu\text{g/l}$ )
- Overskridelsesfaktoren i forhold til grundvandskvalitetskriteriet
- Forureningsfluxen ( $\text{g}/\text{år}$ )
- Koncentrationen i indvindingsboringen ( $\mu\text{g/l}$ )

The screenshot shows a digital report titled 'RISIKOVURDERING > Resultater' for a location named 'Lokalitet: Test'. It details the calculation for benzene using a homogeneous water-saturated soil model with first-order decay. The results for a control point 100m downstream with 2m filters are: concentration of 24.5  $\mu\text{g/L}$ , exceedance factor of 24.5, flux of 0.0102  $\text{kg}/\text{år}$ , and a risk assessment of 'Risiko' (indicated by a red circle).

**RISIKOVURDERING >**  
**Resultater**  
Lokalitet: Test

**Beregning**

Forureningsstof:  
Benzen

Beregningsmodel:  
Homogen vandmættet ler

Nedbrydning:  
1. ordens nedbrydning

**Resultater for nedstrøms kontrolpunkter**

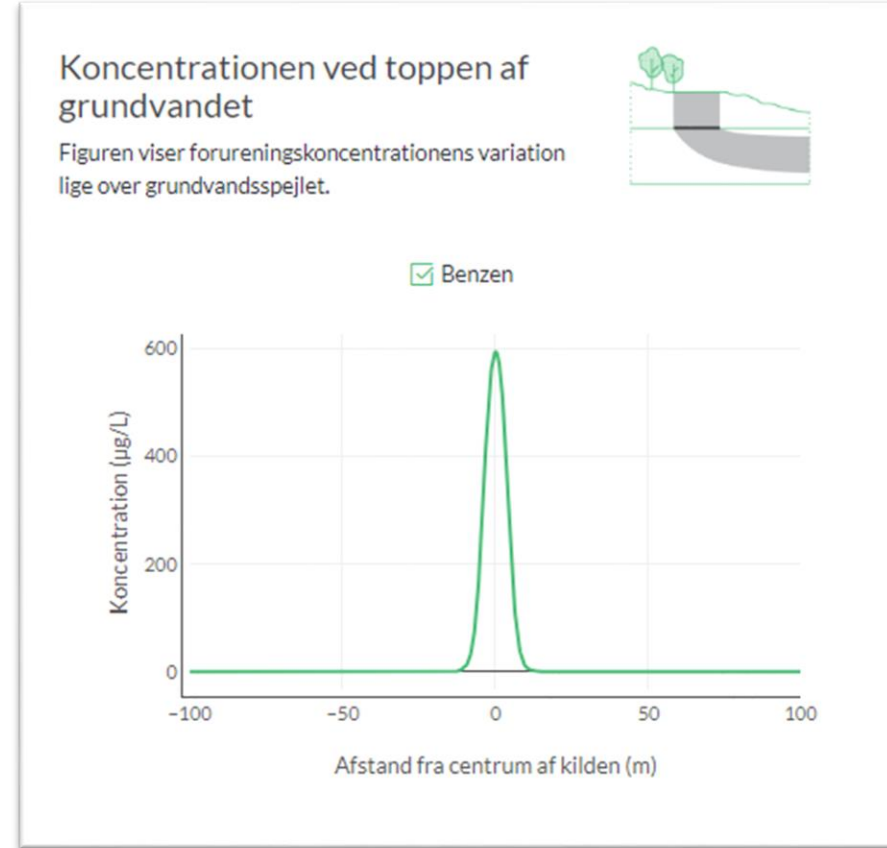
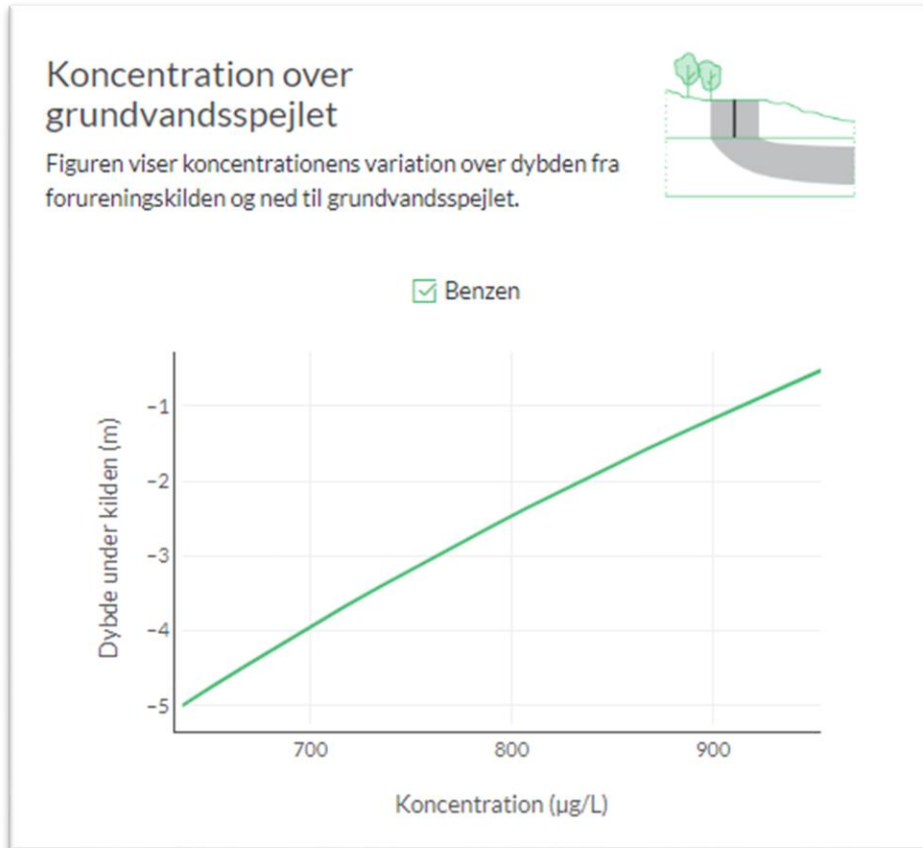
**Resultat for kontrolpunkt (100 m nedstrøms, 2 m filter)**

Koncentration:	24,5 $\mu\text{g/L}$
Overskridelsesfaktor:	24,5
Flux:	0,0102 $\text{kg}/\text{år}$
Opblandet koncentration i indvinding/fiktiv indvinding:	1,02 $\mu\text{g/L}$
Kvalitetskriterie:	1 $\mu\text{g/L}$
Risikovurdering:	<b>Risiko</b>

(\*) fiktiv værdi er anvendt.

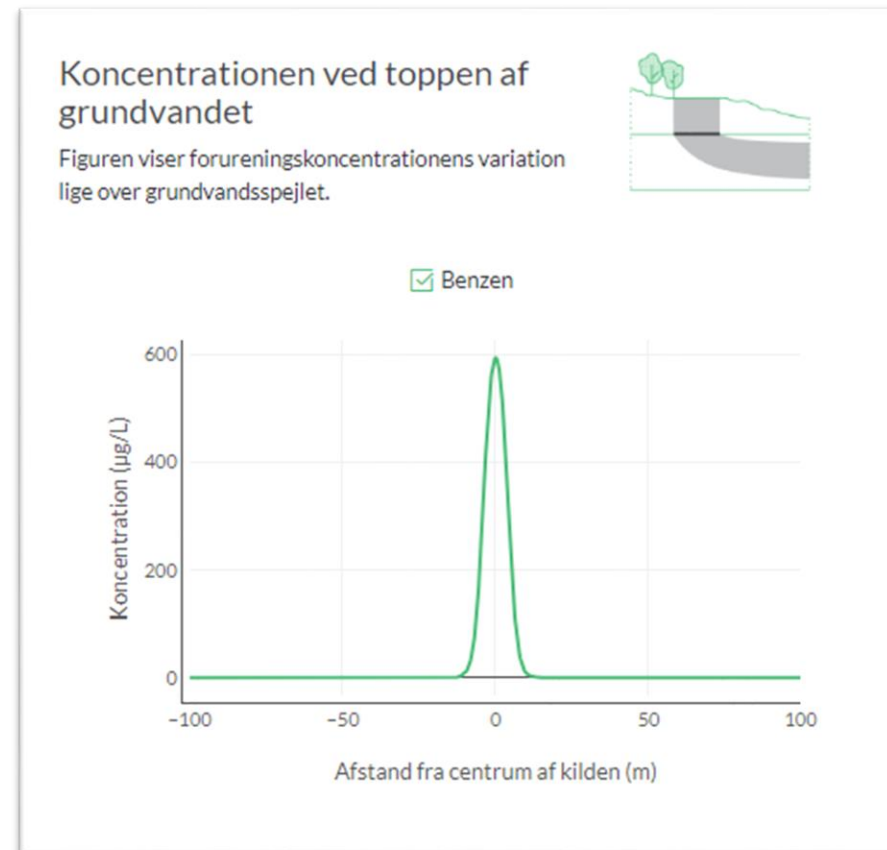
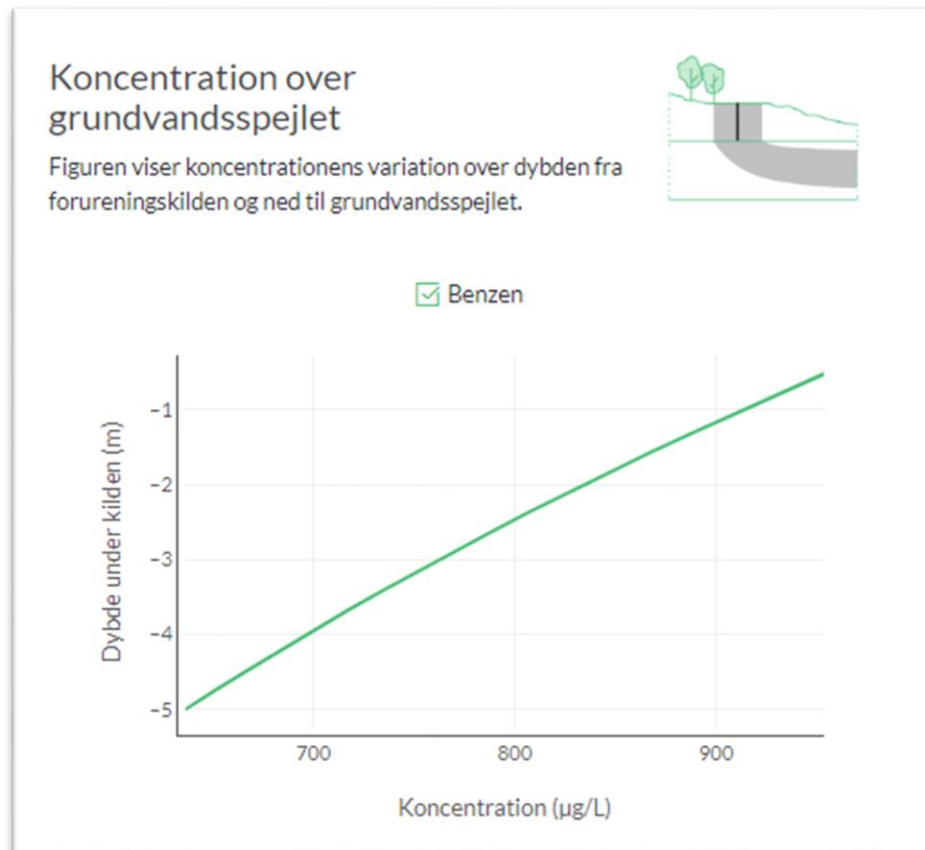
# Beregningsresultater med GrundRisk risikovurdering

## Resultatgrafer for den vertikale transport (over grundvandsspejlet):



# Beregningsresultater med GrundRisk risikovurdering

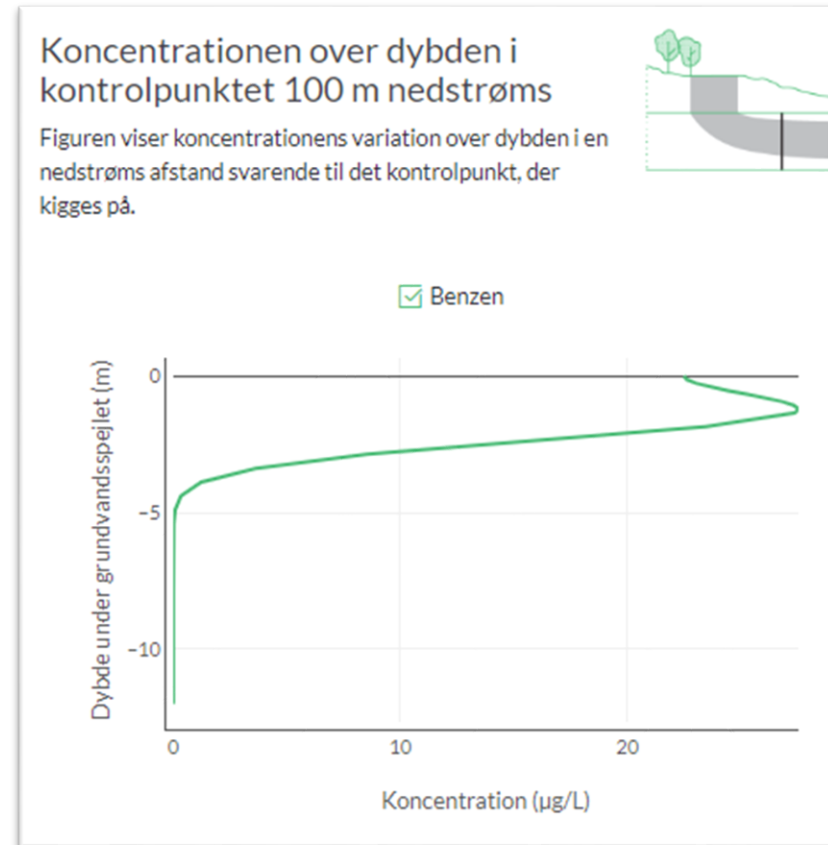
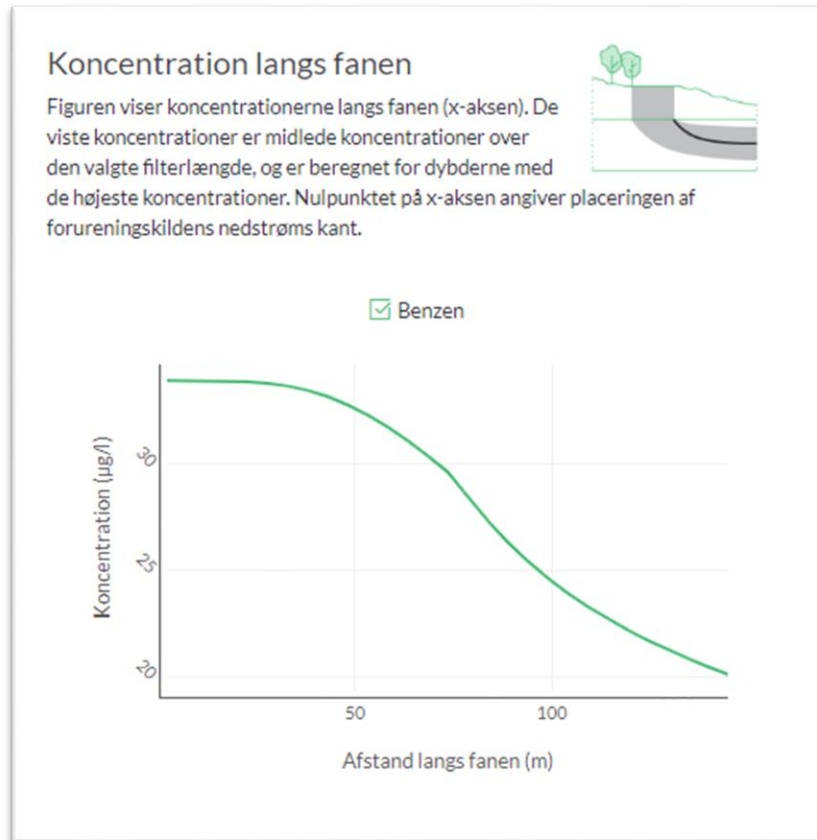
## Resultatgrafer for den vertikale transport (over grundvandsspejlet):



Denne graf er kun relevant for model 3 og 4. For de øvrige modeller er koncentrationen ved grundvandsspejlet konstant over arealet

# Beregningsresultater med GrundRisk risikovurdering

## Resultatgrafer for grundvandsmagasinet:





# Adgang til GrundRisk

- Der findes to versioner af GrundRisk Risikovurderingen:
  1. Med regions adgang: Brugere fra regionerne (eller med regionsadgang) vil ved anvendelse af GrundRisk Risikovurdering have adgang til oplysninger om kortlagte lokaliteter
  2. "tom skal" uden eksisterende lokaliteter og tilhørende parametre.

*For at få adgang skal man kontakte Julie Kofoed fra Regionernes Videncenter for Miljø og Ressourcer på: [jko@regioner.dk](mailto:jko@regioner.dk). I mailens emnefelt angives "GrundRisk – adgang til den tomme skal".*

[GrundRisk \(miljoeogressourcer.dk\)](http://miljoeogressourcer.dk)

GrundRisk   
Danmarks Miljøportal

# GrundRisk Ressourcer

[GrundRisk \(miljoeogressourcer.dk\)](https://miljoeogressourcer.dk)

GrundRisk kursusmateriale fx selvstudie og når du er i tvivl.



Første gang du åbner GrundRisk



GrundRisk - Vejledning



# Hvornår anvendes JAGG og hvornår anvendes GrundRisk i forhold til risikovurdering af grundvand

## GrundRisk risikovurderingen

- GrundRisk er et **støtteværktøj til risikovurdering af forurenede grundes påvirkning af grundvandet**. GrundRisk anvendes af regioner og rådgivere i forbindelse med regionernes undersøgelser.
- Værktøjet kan også understøtte vurderinger i forbindelse med **private forureningssager** (frivillige undersøgelser), og regionerne opfordrer til, at værktøjet også anvendes i denne forbindelse.
- Vær opmærksom på, at ved **påbudssager** er det fortsat JAGG der skal anvendes.

[GrundRisk \(miljoeogressourcer.dk\)](http://miljoeogressourcer.dk)

## JAGG 2.1 (Jord, Afdampning, Gas og Grundvand)

- JAGG er et **hjælpeværktøj** i forhold til Miljøstyrelsens vejledninger nr. 6 og 7 fra 1998 om oprydning på forurenede lokaliteter
- **Anvendes i forbindelse med påbud**, private sager mv.

Tak for  
opmærksomheden

# Spørgsmål?



Nanna Thomsen  
Teamleder,  
Civilingeniør, PhD  
[NATN@ramboll.dk](mailto:NATN@ramboll.dk)  
Mobil: 51 61 07 97

# GrundRisk er udviklet af DTU Miljø og Miljøstyrelsen

- Yderligere information kan findes i følgende gode rapporter:
- Miljøstyrelsen (2016b). 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.).
- Miljøstyrelsen. (2016c). 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.).
- Miljøstyrelsen (2017). GrundRisk - Coupling of vertical and horizontal transport models. Miljøprojekt nr. 1915. Locatelli, L., Rosenberg, L., Bjerg, P. L., & Binning, P. J. (red.).



# GrundRisk er udviklet af DTU Miljø og Miljøstyrelsen

- Miljøstyrelsen (2018b). Nedbrydningsrater til brug i GrundRisk Risikovurdering - Litteraturstudie. Miljøprojekt nr. 2013. Ottosen, C. B., Bjerg, P. L., Broholm, M. M., & Søndergaard, G. L. (red.).
- Miljøstyrelsen (2019). Afprøvning af GrundRisk Risikovurdering. Pesticidpunktkilder. Miljøprojekt nr. 2105. Gitte L. Søndergaard (red.).
- Miljøstyrelsen (2021a). GrundRisk systembeskrivelse Oversigt over den funktionalitet samt data og standardværdier, der er indeholdt i GrundRisk. Maj 2021.
- Miljøstyrelsen (2021b). GrundRisk Risikovurdering. Gennemgang af værktøjet og vejledning til den praktiske anvendelse af værktøjet. Rambøll, DTU Miljø, Miljøstyrelsen, Udkast januar 2021.