

En metode til screening af grundvandsrisiko fra forskellige typer virksomheder



Niels Peter Arildskov, civilingeniør, ph.d., COWI, afd. for Grundvand og Geoscience

En metode til screening af grundvandsrisiko fra forskellige typer virksomheder

Undersøgelsens baggrund og formål

Tidligere har Vandplanerne kategoriseret virksomhedstyper ud fra risiko overfor drikkevandsområder.

Ny lovgivning lægger imidlertid op til, at risikovurderingen fremover i højere grad er kommunernes ansvar.

I princippet skal risikovurderingen omfatte samtlige kemikalier, som håndteres på en given virksomhed.

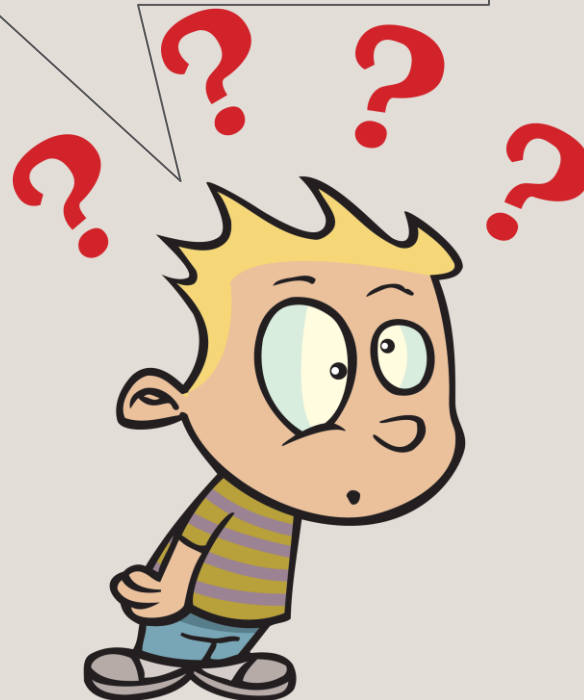
Dette kan hurtigt blive en uoverskuelig opgave!

Aarhus Kommune har med COWI som rådgiver udviklet en screeningsmetode, som kan indkredse eventuelle potentielt grundvandskritiske stoffer.

Metoden muliggør risikovurdering af et hvilket som helst organisk kemikalie.

Risikovurderingen udføres under sammenlignelige forudsætninger, uanset hvor få data der måtte foreligge i litteraturen om stoffets opførsel i miljøet.

POLY(OXY-1,2-ETHANEDIYL), .ALPHA.-ISOTRIDECYL-.OMEGA.-HYDROXY-



Valg af stoffer

Baseret på et dataudtræk fra Arbejdstilsynets database Spin2000.

Udtrækket omfatter de 1000 mest anvendte stoffer/produkter på virksomheder i Danmark med registreret anvendelse i perioden fra 2012 til og med 2014.

Af fortrolighedshensyn indeholder udtrækket kun stoffer, som indgår i mere end 3 produkter, og som anvendes af mere end 3 virksomheder.

Der er udført en indledende "grovsortering", hvor uorganiske stoffer og stoffer, som er åbenlyst uskadelige for grundvandet (f.eks. vand) er frasorteret.

Det samme gælder immobile stoffer som f.eks. uopløselige polymerer og lavmobile stoffer som højere kulbrinter.

Pesticider er heller ikke medtaget, idet de bør risikovurderes særskilt, jf. retningslinjerne fra FOCUS (FOrum for Co-ordination of pesticide fate models and their USE).

Antal stoffer er hermed reduceret til 269.

Listen er hernæst yderligere reduceret ud fra en samlet vurdering af stoffernes mobilitet, nedbrydelighed og evt. acceptabel grundvandskoncentration.

Den endelige stofliste omfatter 109 organiske forbindelser.

De fleste af disse stoffer anvendes i mange forskellige brancher.

Beregningsværktøj

Risikoberegninger er udført ved anvendelse af Excelværktøjet BRIBE (ver. 3.2).

BRIBE er udviklet til at estimere den maksimale grundvandskoncentration i en vandindvindingsboring, der kan opstå som følge af et enkelt, momentant spild.

BRIBE kan dermed bruges som et prioriterings- og beslutningsværktøj, idet man kan vurdere effekten af forskellige spild og af forskellige stoffer i forhold til hinanden.

På større skala kan man anvende BRIBE til på enkeltstofniveau at identificere forureningssårbare og mindre forureningssårbare områder.

BRIBE kan ikke bruges til at regne på akkumuleret effekt af flere tidsmæssigt forskudte spild.

BRIBE kan ikke bruges til at regne på regelret anvendelse af pestider.

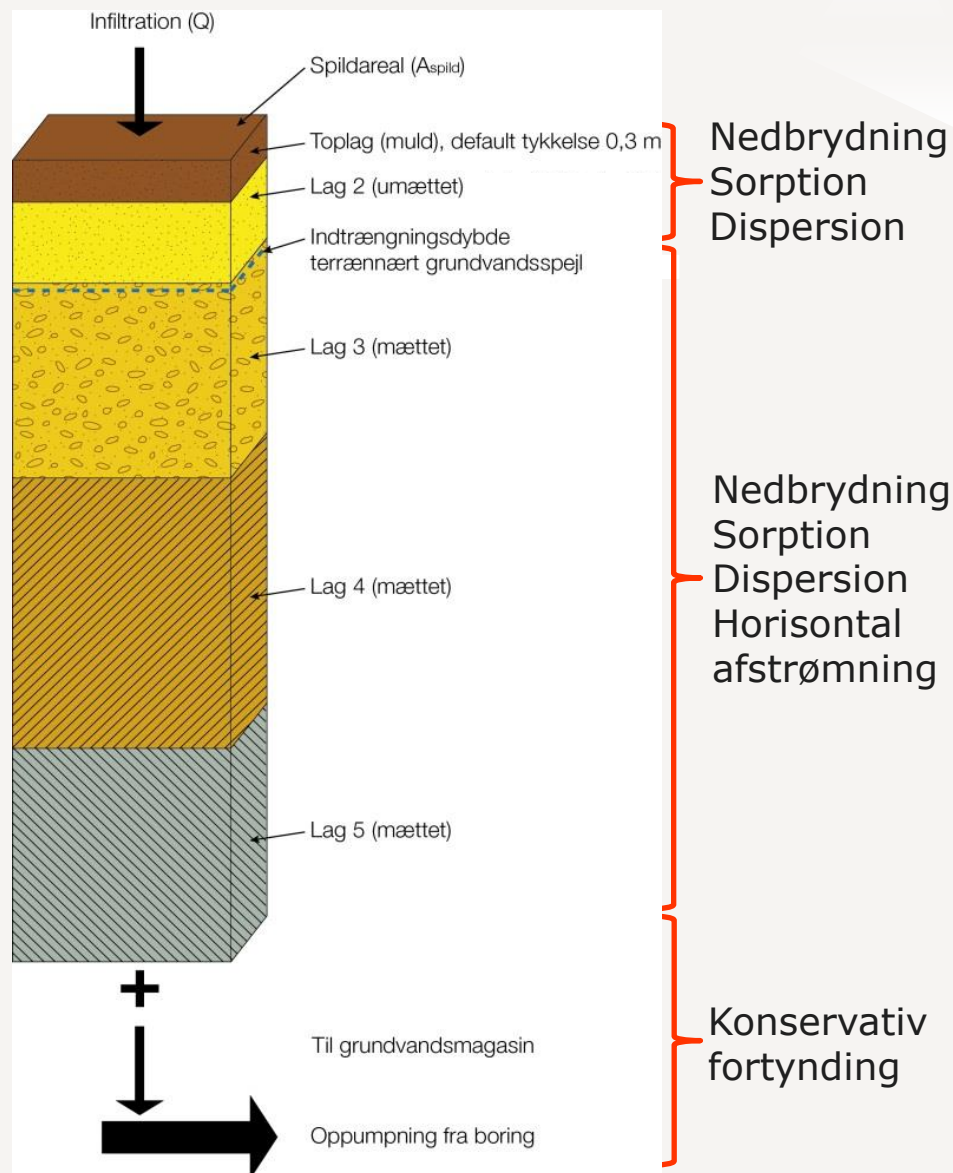
BRIBE kan ikke bruges til at regne på "sivende" forureninger.

BRIBE kan ikke bruges til at beregne lokale maksimumskoncentrationer i selve grundvandsmagasinet – kun ved opblanding i den oppumpede vandmængde i en indvindingsboring.

En metode til screening af grundvandsrisiko fra forskellige typer virksomheder

Beregningsmetode

- > Forurening trænger momentant 1 m ned ved spild
- > Spildarealet beregnes ud fra spilmængde og effektiv porøsitet
- > Videre transport ved vertikal stempelstrømning indtil magasin
- > Hastighed bestemt af infiltrationen, der kan korrigeres for horisontal afstrømning.
- > Horisontal transport i magasin
- > Fortyndingen er bestemt af stofflux til magasin samt oppumpning fra boring



En metode til screening af grundvandsrisiko fra forskellige typer virksomheder

Stofdata

Vandopløselighed:

Fra JAGG-databasen, EPI Suite databasen eller estimeres med WATERNT v 1.01.

log(K_{ow}):

Fra JAGG-databasen, EPI Suite databasen eller estimeres med KOWWIN v 1.68.

t_{1/2} (overjord):

Estimeres med EPI Suite BioWin v 4.10

"Ultimate Biodegradation Model" (Biowin 3), svarer til forventet tidsramme for MINERALISERING.

Hermed behøver man (i hvert fald i teorien) ikke bekymre sig om metabolitter.

Metoden er baseret på stoffernes molmasse samt 36 forskellige kemiske fragmenter, f.eks.:

```
Triazine ring (symmetric)
Aliphatic chloride [-CL]
Aromatic chloride [-CL]
Aliphatic bromide [-Br]
Aromatic bromide [-Br]
Aromatic iodide [-I]
Aromatic fluoride [-F]
Carbon with 4 single bonds & no hydrogens
Aromatic nitro [-NO2]
Aliphatic amine [-NH2 or -NH-]
Aromatic amine [-NH2 or -NH-]
```

Estimering af halveringstider samt forudsætninger

Biowin 3 estimatet er en numerisk værdi – en rating svarende til forventet tidsramme for fuldstændig mineralisering i aerob overjord.

Det er således konservativt at sætte tidsramme lig halveringstid.

For yderligere at opnå konservative estimater er halveringstid og tidsramme/rating korreleret som følger:

| Rating | Tidsramme | Estimeret halveringstid |
|--------|-----------|-------------------------|
| 5 | Timer | 1 døgn |
| 4 | Dage | 1 uge |
| 3 | Uger | 1 måned |
| 2 | Måneder | 1 år |

Dybere end pløjelaget er det antaget, at:

$$t_{1/2}(\text{aerob}) = 10t_{1/2}$$

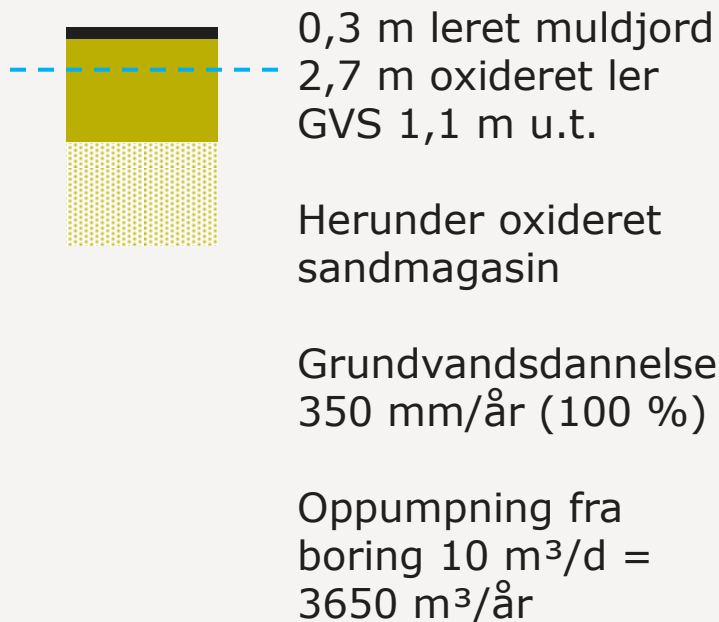
$$t_{1/2}(\text{anaerob}) = 100t_{1/2}$$

Enkelte undtagelser: For stoffer der vides at være særligt vanskeligt nedbrydelige under aerobe forhold, f.eks. tetrachloreth(yl)en er der konsistent antaget 100 gange større halveringstid under pløjelaget.

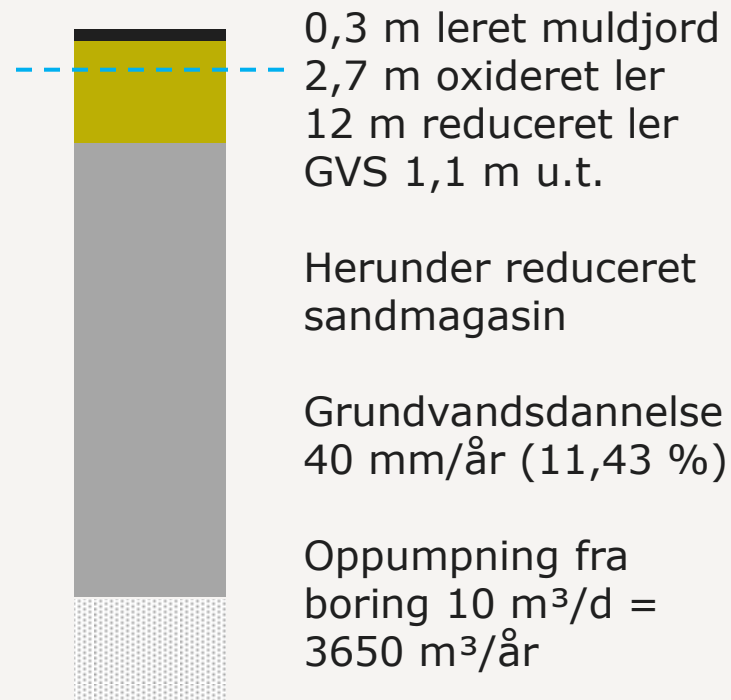
Øvrige beregningsforudsætninger

Aarhus Kommune har valgt at tage udgangspunkt i to geologiske profiler, som beskriver forskellige grader af sårbarhed i OSD:

Stor sårbarhed



Lille sårbarhed



"Tilladelig spildmængde"

- > For et givet stof er "tilladelig spildmængde" den maksimale stofmængde, som teoretisk set kan spildes uden overskridelse af grundvandskvalitetskriterium eller kvalitetskrav til drikkevand.
- > Givet de mange forudsætninger/usikkerheder på beregningerne kan det ikke anbefales at tage denne værdi alt for bogstaveligt, men størrelsesordenen kan benyttes som rettesnor, når kritiske og mindre kritiske stoffer skal udpeges.
- > Det største problem ved beregning af tilladelig spildmængde er, at der kun findes grænseværdier for ganske få af de 109 stoffer, som der er regnet på.
- > For stoffer uden grænseværdier er der antaget en acceptabel maksimumskoncentration i grundvandet på 10 µg/l.



Risikokategorier

Baseret på de beregnede "tilladelige spilmængder" er følgende risikokategorier anvendt:

| | | |
|---|---------------------|---------------------|
|  | <0,1 liter | Særdeles høj risiko |
|  | 0,1 – 1 liter | Meget høj risiko |
|  | 1 – 10 liter | Høj risiko |
|  | 10 – 100 liter | Moderat risiko |
|  | 100 – 1000 liter | Lav risiko |
|  | 1000 – 10.000 liter | Meget lav risiko |
|  | >10.000 liter | Særdeles lav risiko |

Alle resultater...

| CAS-nummer | Bemærk | Stofnavn | S _w (mg/l) | log(K _{oc}) | Estimeret % (overjord) (d) | Kvalitetskrav (µg/l) | Densitet (kg/l) | Lille sårbarhed, acceptabel spilmængde (t) | Stor sårbarhed, acceptabel spilmængde (t) |
|------------|------------------------------|--|-----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|-----------------|--|---|
| 64-18-4 | | MYRESYRE | 100000 | -0,54 | 12,36 | 10 | 1,22 | 21900 | 0,23 |
| 71-43-2 | | BENZEN | 1799 | 2,13 | 109,07 | 10 | 0,7865 | 37,4 | 0,77 |
| 725-80-9 | | PHOSPHORODITHIOIC ACID, O,O-DIMETHYL ESTER | 2746,5 | 1,26 | 41,66 | 10 | 1,08 | 1,64 | 0,74 |
| 1634-04-4 | MTBE | 2-METHOXY-2-METHYLPROPAN | 51000 | 0,94 | 48,22 | 9 | 0,7404 | 91 | 0,68 |
| 141-09-9 | | 2-BUTENEDIOLIC ACID (DL, DIETHYL ESTER) | 14000 | 2,2 | 24,67 | 10 | 0,73 | 13900 | 2,04 |
| 109-94-1 | | CYCLONENAN | 2900 | 0,81 | 32,87 | 10 | 0,8478 | 28 | 0,67 |
| 75-31-0 | | ISOPROPYLAMIN | 100000 | 0,98 | 24,97 | 10 | 0,688 | 28 | 0,62 |
| 57-05-4 | | DIPROPYLENOL | 100000 | -0,98 | 15,10 | 10 | 0,56 | 487 | 0,52 |
| 50-32-8 | | BENZOPIPYREN | 0,00162 | 6,13 | 634,20 | 0,01 | 1,24 | >100000 | >100000 |
| 252-64-1 | | DIETHYLTHIOPHOSPHORYLCHLORID | 4296,2 | 2,37 | 48,35 | 10 | 1 | 11900 | 4,05 |
| 109-31-6 | | MALERYLTHIOANTHROKVINON | 46020 | 1,62 | 31,34 | 10 | 0,78 | 7 | 0,58 |
| 872-50-4 | | 1-METHYL-2-PYRROLIDON | 100000 | -0,38 | 35,32 | 10 | 1,028 | 11 | 0,23 |
| 252-63-9 | | DIETHYLTHIOPHOSPHORYLCHLORID | 42369 | 1,39 | 42,14 | 10 | 1 | 10 | 0,31 |
| 09034-53-5 | | PROPAN-1,2-DIOL (BUTYL METHYLETHOXY METHYLETHOXY) | 6057 | 1,34 | 45,14 | 10 | 0,81 | 10 | 0,27 |
| 79-11-4 | Fast stof | MONOCHLORODIKYESTRE | 85000 | 0,22 | 20,93 | 10 | 0,858 | 787 | 0,27 |
| 109-10-1 | | 4-METHYL-2-PENTANOL | 1900 | 1,21 | 33,19 | 10 | 0,902 | 7 | 0,62 |
| 111-27-3 | | 1-HEXANOL | 5900 | 2,03 | 13,06 | 10 | 0,9135 | >100000 | 0,9 |
| 69011-36-5 | | POLY(OXY-1,2-ETHANEDIYL, ALPHA-TRIDECYL-OMEGA-HYDROXY-, BRANCHED | 406,1 | 3,59 | 126,13 | 10 | 1 | >100000 | 0,28 |
| 2522-49-4 | | POLYPROPYLENGLYCOL | 100000 | -0,21 | 45,18 | 10 | 1 | 0 | 0,22 |
| 112-34-6 | | BUTYLDIGLYCOL | 100000 | 0,56 | 17,26 | 10 | 0,95 | 2691 | 0,03 |
| 2522-58-3 | | POLYETHYLENGLYCOL | 100000 | -0,3 | 45,96 | 10 | 1 | 0 | 0,22 |
| 37-29-3-2 | Fast stof | DIPHOSFONNE, 1,1,1-TRICHLORO-, SODIUM SALT | 1264 | -0,12 | 217,39 | 10 | 0,0164 | 0 | 0,16 |
| 64-02-8 | Fast stof | EDTA TETRANATRIUMSALT | 50000 | -13,17 | 11,30 | 10 | 0,3 | 10240 | 0,11 |
| 285-13-2 | | ISOPHORBANDIEN | 17120 | 1,8 | 107,66 | 10 | 0,92 | 11 | 0,28 |
| 102-71-6 | | 2,2,2'-NITRILOTRIETHANOL | 100000 | -1 | 24,89 | 10 | 1,124 | 126 | 0,23 |
| 107-05-1 | | ALLYLCHLORID | 3370 | 1,93 | 43,00 | 10 | 0,94 | 2878 | 0,01 |
| 79-45-1 | Isobutanol | 2-METHYLPROPAN-1-OL | 8900 | 0,97 | 29,39 | 10 | 0,902 | 1975 | 0,32 |
| 141-78-6 | | ETHYLACETAT | 8000 | 0,73 | 22,52 | 10 | 0,962 | 1064 | 0,19 |
| 111-76-2 | | BUTYLACOL | 100000 | 0,60 | 14,14 | 10 | 0,92 | 1218 | 0,13 |
| 2526-77-4 | | 2-methylpropyngly, monoester med 2,2,4-trimethylpentan-1,3-diol | 1367,7 | 0,3 | 45,54 | 10 | 0,2 | >100000 | 0,23 |
| 824-78-2 | Fast stof | PHENOL, 4-NITRO-, SODIUM SALT | 13900 | 1,28 | 48,77 | 0,5 | 0,9139 | 194 | 0,11 |
| 79-10-3 | | BUTANON | 6200 | 0,28 | 25,15 | 10 | 0,902 | 11 | 0,28 |
| 71-23-8 | 1-propanol | PROPAN-1-OL | 100000 | 0,25 | 19,19 | 10 | 0,803 | 1394 | 0,11 |
| 6829-46-3 | | ETHOXYLERE (C8-C11)-ALKOLIDER | 1892,1 | 2,42 | 48,87 | 10 | 1 | 31746 | 0,08 |
| 27-02-75-1 | | POLY(OXY-1,2-ETHANEDIYL, ALPHA-1,4-DIETHYL-OMEGA-HYDROXY- | 1297,1 | 1,43 | 37,28 | 10 | 0,902 | 8000 | 0,17 |
| 109-51-6 | | BENZYLALKOHOL | 10000 | 1,1 | 23,43 | 10 | 1,044 | 1718 | 0,9 |
| 3317-23-8 | | 2-(4-hydroxy-2-methylpropyl)imethylerammoniumsulfid | 1873 | -4,48 | 49,68 | 10 | 0,01873 | 131 | 0,2 |
| 289-21-4 | Fast stof | PHOSFONIC ACID, (1-HYDROXYETHYLENE)BIS- | 89000 | -0,01 | 87,15 | 10 | 0,9 | 11 | 0,11 |
| 109-62-7 | | 2-(2-HYDROXYPROPYL)-1-PROPANOL | 100000 | -0,07 | 19,66 | 10 | 1,026 | 987 | 0,02 |
| 27-02-75-3 | | CYCLOHEXAN | 3 | 0,2 | 27,58 | 10 | 0,921 | >100000 | 0,23 |
| 105-53-3 | | DIETHYLMALONAT | 2320 | 0,98 | 23,39 | 10 | 1,05 | 1885 | 0,9 |
| 89-57-3 | Fast stof | S-MINOSALICYLSYRE | 8884 | 0,98 | 39,83 | 10 | 0,00088 | 8000 | 0,39 |
| 89-72-7 | Fast stof | SALICYLSYRE | 2340 | 2,28 | 27,65 | 10 | 0,9224 | >100000 | 0,17 |
| 806-74-4 | | METHOXYPOLYETHYLENGLYCOL | 100000 | -2 | 81,06 | 10 | 1 | 21 | 0,23 |
| 79-04-8 | Hurtig absorberende/brændbar | CHLOROCHEKOLID | 1700 | -0,32 | 49,01 | 10 | 1,42 | 10 | 0,23 |
| 109-06-8 | | 2-METHYLPIRIDIN | 100000 | 1,11 | 57,75 | 10 | 0,943 | 23 | 0,23 |
| 1119-49-0 | | PENTANDYREDIMETHYLESTER | 5000 | 0,62 | 23,39 | 10 | 1 | 0 | 0,39 |
| 141-42-5 | Ethanolamin | 2-AMIN-1-ETANOL | 10000 | -1,31 | 19,38 | 10 | 1,013 | 1371 | 0,46 |
| 9048-10-0 | | polypropylen glycolamin | 100000 | -0,34 | 176,03 | 10 | 1 | 1 | 0,21 |
| 140-35-4 | Hurtig absorberende/brændbar | 1-PANVIN | 20000 | -0,19 | 29,29 | 10 | 1 | 10 | 0,18 |
| 904-55-4 | Anionisk detergent | POLYETHYLENGLYCOLAURYLETHERNATRIUMSULFAT | 10000 | -1,62 | 19,27 | 10 | 1,1 | 1 | 0,18 |
| 97-99-4 | n-butanol | TETRAHYDROFURFURYLALKOHOL | 100000 | -0,11 | 23,43 | 10 | 1,06 | 198 | 0,23 |
| 71-36-3 | | BUTANON | 6200 | 0,28 | 25,15 | 10 | 0,902 | 1920 | 0,23 |
| 110-76-9 | | ETHANAMINE, 2-ETHOXY- | 100000 | -0,42 | 29,11 | 10 | 1,1 | 134 | 0,23 |
| 3499-8-8 | | DIPROPYLENGLYCOLMETHYLETER (USPEC.) | 100000 | -0,26 | 29,33 | 10 | 1 | 134 | 0,23 |
| 111-99-0 | | 2,2-ETHOXYETHANOL | 100000 | -0,24 | 27,23 | 10 | 1,04 | 200 | 0,23 |
| 109-65-6 | | 2-METHOXY-1-METHYLETHYLACETAT | 19800 | 0,56 | 27,89 | 10 | 1 | 238 | 0,28 |
| 82-53-3 | | ANILIN | 3000 | -0,2 | 36,69 | 10 | 1,017 | 10 | 0,18 |
| 5376-51-1 | Fast stof | PHOSPHORODITHIOIC ACID, O,O-BIS(2-METHYLPROPYL) ESTER, SODIUM SALT | 25000 | 1,36 | 63,49 | 10 | 0,85 | 10 | 0,11 |
| 107-86-2 | | 1-METHOXYPROPAN-2-OL | 100000 | -0,49 | 22,23 | 10 | 0,92 | 587 | 0,08 |
| 904-39-8 | | POLY(OXY-1,2-ETHANEDIYL, ALPHA-ISOTRIDECYL-OMEGA-HYDROXY- | 406,1 | 3,58 | 126,13 | 10 | 0,92 | >100000 | 0,23 |
| 5098-05-0 | | TRIS(2-CRYETHYLENGLYCOL MONOMETHYLETER) BORAT | 100000 | -4,37 | 362,05 | 10 | 1 | 2,3 | 0,03 |
| 79-11-4 | | METHACRYLSYRE | 8900 | 0,93 | 14,53 | 10 | 1,015 | 2898 | 0,11 |
| 109-05-4 | | MYRTYLACETAT | 2900 | 0,73 | 23,29 | 10 | 0,934 | 200 | 0,18 |
| 107-56-2 | | PHOSPHORODITHIOIC ACID, O,O-BIS(1-METHYLETHYL) ESTER | 286,8 | 3,08 | 54,99 | 10 | 1 | >100000 | 2,27 |
| 2508-49-1 | | TRIPROPYLENGLYCOLMETHYLETER (USPEC.) | 100000 | -0,2 | 29,23 | 10 | 1 | 1 | 0,08 |
| 3338-24-7 | Fast stof | PHOSPHORODITHIOIC ACID, O,O-DIETHYL ESTER, SODIUM SALT | 97750 | -0,46 | 47,79 | 10 | 0,6975 | 78 | 0,23 |
| 11076-44-3 | | METHYL TETRAHYDROPHITALSYREANHYDRID (USPEC.) | 11215 | 2,64 | 43,31 | 10 | 1 | 29500 | 2,8 |
| 145-22-6 | | 2-(2-BUTOXYETHOXYETHOXY)ETHANOL | 100000 | 0,05 | 21,18 | 10 | 1,02 | 188 | 0,18 |
| 6895-19-1 | Anionisk detergent | SULFURIC ACID, MONO-C12-ALKYL ESTERS, SODIUM SALTS | 10000 | 1,8 | 36,64 | 100 | 0,1 | 16032 | 0,18 |
| 141-88-0 | | CARBAZOTHIOLIC ACID, ETHYL-, O-(1-METHYLETHYL) ESTER | 1071,6 | 3,32 | 39,52 | 10 | 1 | >100000 | 0,18 |
| 77-79-1 | | DMETHYLSULFAT | 2900 | 0,16 | 39,74 | 10 | 1,33 | 1000 | 0,18 |
| 115-77-5 | Fast stof | PENTARTHYTRIFOL | 72300 | -1,69 | 15,87 | 10 | 0,9723 | 49972 | 0,73 |
| 283-29-9 | | O,O,S-TRIMETHYLTHIOPHOSPHAT | 4443,3 | 1,81 | 33,01 | 10 | 0,80453 | 10820 | 1,83 |
| 107-15-3 | Fast stof | ETHAN-1,2-DIAMIN | 100000 | -2,04 | 23,88 | 10 | 0,9 | 307 | 0,23 |
| 2618-52-8 | | DECYLALCOHOL ETHOXYLAT | 1892,1 | 2,42 | 48,87 | 10 | 1 | 31746 | 0,18 |
| 961-34-4 | | CHLORODIKYESTRETHYLESTER | 4600 | 0,63 | 39,28 | 10 | 1 | 10 | 0,23 |
| 29911-28-2 | | 2-PROPANOL, 1-(2-BUTOXY-1-METHYLETHOXY)- | 45000 | 1,13 | 19,44 | 10 | 1 | 4458 | 0,18 |
| 1109-77-4 | | DIPROPYLENGLYCOLMETHYLETER (USPEC.) | 26210 | 0,53 | 44,99 | 10 | 0,98 | 100 | 0,23 |
| 286-16-6 | | PHOSPHORODITHIOIC ACID, O,O-DIETHYL ESTER | 33000 | 2,84 | 47,79 | 10 | 1,17 | 2406 | 0,23 |
| 77-86-1 | | 2-AMINO-2-HYDROXYMETHYL-1-3-PROPANDIOL | 35000 | -1,58 | 19,29 | 10 | 1 | 1022 | 0,23 |
| 814-65-9 | Fast stof | ETHANEDIOLIC ACID, STYRENUM SALT (E-1) | 100 | -0,17 | 35,36 | 10 | 0,801 | 313 | 0,23 |
| 112-35-6 | | TRIEETHYLENGLYCOLMONOMETHYLETER | 100000 | -1,46 | 35,15 | 10 | 1 | 91 | 0,07 |
| 2278-79-8 | | 2,4,8,11-TETRAOXADECAN-13-OL | 100000 | -1,73 | 40,35 | 10 | 1 | 41 | 0,07 |
| 242-79-8 | | 1,4-BIS(2-EPOXYPROPYL)BUTAN | 0,1603 | -0,2 | 46,02 | 10 | 1 | 0,02 | 0,02 |
| 288-88-0 | Fast stof | 1,2,4-TRIAZOL | 991400 | -0,58 | 27,45 | 10 | 0,994 | 173 | 0,23 |
| 894-65-9 | Fast stof | 2-HYDROXYPROPYLMETHYLCELLULOSE | 100000 | -0,2 | 41,2 | 10 | 1 | 119 | 0,23 |
| 123-99-6 | | PHENYLENGLYCOL | 26700 | 1,16 | 25,13 | 10 | 1,102 | 188 | 0,17 |
| 109-65-0 | | PENTANDYREDIMETHYLESTER | 2500 | 0,36 | 22,06 | 10 | 1 | 2922 | 0,24 |
| 109-89-4 | | 4-METHYLPIRIDIN | 10000 | 1,22 | 57,75 | 10 | 0,87 | 10 | 0,18 |
| 19438-69-9 | | HEXANDIO-4-METHYLPHALSYREANHYDRID | 9335,6 | 2,68 | 43,73 | 10 | 1 | 21789 | 4,9 |
| 102-01-2 | Fast stof | 3-OXO-N-PHENYLBUTANAMID | 3229 | 1,01 | 91,08 | 10 | 0,03229 | 841 | 0,02 |
| 891-51-6 | Anionisk detergent | LENOSULFONAT, NATRIUM SALT | 889,36 | -3,45 | 191,06 | 100 | 0,00088 | 4450 | 0,02 |
| 67-64-1 | | Acetone | 100000 | -0,24 | 27,17 | 10 | 0,791 | 223 | 0,23 |
| 123-86-4 | | Bisphenol A | 189 | -0,29 | 44 | 10 | 1 | 0,8 | 4,4 |
| 75-09-2 | | Dichlormethan, opløst | 13000 | 1,25 | 63 | 10 | 1,325 | 7,1 | 0,11 |
| 75-09-2 | | Dichlormethan, fri fase | 13000 | 1,25 | 63 | 1 | 1,325 | 1,1 | 0,09 |
| 91-28-3 | Kritisk stof i dioxinliste | Nitroben | 31 | 3,38 | 34 | 10 | 1 | >100000 | 1702 |
| 106-89-8 | | Epichlorhydrin | 6590 | 0,45 | 45 | 0,1 | 1,9812 | 8,4 | 0,02 |
| 100-41-4 | | Ethylbenzen | 469 | 3,19 | 36 | 10 | >100000 | 0,02 | 0,02 |
| 102-21-1 | | Ethylenglykol | 100000 | -1 | 14 | 10 | 1,132 | 700 | 0,24 |
| 50-00-0 | | Formaldehyd | 40000 | 0,33 | 22 | 10 | 0,8153 | 86 | 0,02 |
| 25154-53-3 | | Nonylfenol | 3000 | 1,37 | 31 | 10 | 0,953 | >100000 | 0,23 |
| 109-66-0 | | Pentan | 800 | 3,38 | 16 | 10 | 0,628 | >100000 | 0,23 |
| 109-95-2 | | Phenol | 8200 | 1,46 | 26 | 0,5 | 1,07 | 45,1 | 0,02 |
| 67-63-6 | Isopropanol | Isopropanol | 100000 | 0,46 | 19,6 | 10 | 0,786 | 119 | 0,19 |
| 100-42-5 | | Syren | 310 | 2,95 | 31 | 10 | 1,309 | >100000 | 0,02 |
| 127-18-4 | | Tetrahydrofuran, opløst | 200 | 3,40 | 249 | 1 | 1,622 | 63,0 | 0,11 |
| 127-18-4 | | Tetrahydrofuran, fri fase | 200 | 3,40 | 249 | 0,001 | 1,622 | 249 | 0,11 |
| 108-83-3 | | Toluen | 528 | 2,73 | 34 | 8 | 0,877 | >100000 | 0,02 |
| 108-98-9 | Modløst for opløner | m-cylen | 181 | 3,29 | 45 | 9 | 0,87 | >100000 | 0,23 |



Særdeles høj risiko

Meget høj risiko

Høj risiko

Moderat risiko

Lav risiko

Meget lav risiko

Særdeles lav risiko

De forureningsspecifikke risikofaktorer

STOR RISIKO

Høj vandopløselighed

Lav $\log(K_{ow})$

Lang halveringstid

Lav grænseværdi

Høj spildkoncentration

Stor spildmængde

LILLE RISIKO

Lav vandopløselighed

Høj $\log(K_{ow})$

Kort halveringstid

Høj grænseværdi

Lav spildkoncentration

Lille spildmængde

"Top 10" risikostoffer for de to lagfølger

| CAS-nummer | Stofnavn | S _w (mg/l) | log(K _{OW}) | Estimeret t _{1/2} (overjord) (d) | Kvalitetskrav (µg/l) | Densitet (kg/l) | Stor sårbarhed, acceptabel spildmængde (l) |
|------------|---|-----------------------|-----------------------|---|----------------------|-----------------|--|
| 75-09-2 | Dichlormethan, fri fase | 13000 | 1,25 | 63 | 1 | 1,325 | 0,002 |
| 106-89-8 | Epichlorhydrin | 65900 | 0,45 | 45 | 0,1 | 1,1812 | 0,0023 |
| 50-00-0 | Formaldehyd | 400000 | 0,35 | 22 | 1 | 0,8153 | 0,006 |
| 108-95-2 | Phenol | 82800 | 1,46 | 26 | 0,5 | 1,07 | 0,012 |
| 30989-05-0 | Triethylenglycol-monomethylether-boratester | 1000000 | -4,37 | 362 | 10 | 1 | 0,018 |
| 9046-10-0 | Polypropylenglycoldiamin | 1000000 | -0,34 | 176 | 10 | 1 | 0,019 |
| 2809-21-4 | Etidronsyre | 690000 | -0,01 | 87 | 10 | 1 | 0,022 |
| 127-18-4 | Tetrachlorethylen, fri fase | 206 | 3,40 | 249 | 1 | 1,622 | 0,023 |
| 9004-74-4 | Methoxypolyethylenglycol | 1000000 | -2 | 51 | 10 | 1 | 0,025 |
| 25322-69-4 | Polypropylenglycol | 1000000 | -0,21 | 46 | 10 | 1 | 0,026 |

| CAS-nummer | Stofnavn | S _w (mg/l) | log(K _{OW}) | Estimeret t _{1/2} (overjord) (d) | Kvalitetskrav (µg/l) | Densitet (kg/l) | Lille sårbarhed, acceptabel spildmængde (l) |
|------------|---|-----------------------|-----------------------|---|----------------------|-----------------|---|
| 106-89-8 | Epichlorhydrin | 65900 | 0,45 | 45 | 0,1 | 1,1812 | 0,54 |
| 75-09-2 | Dichlormethan, fri fase | 13000 | 1,25 | 63 | 1 | 1,325 | 1,5 |
| 30989-05-0 | Triethylenglycol-monomethylether-boratester | 1000000 | -4,37 | 362 | 10 | 1 | 2,9 |
| 9046-10-0 | Polypropylenglycoldiamin | 1000000 | -0,34 | 176 | 10 | 1 | 4,2 |
| 75-09-2 | Dichlormethan, opløst | 13000 | 1,25 | 63 | 1 | 1,325 | 7,4 |
| 2809-21-4 | Etidronsyre | 690000 | -0,01 | 87 | 10 | 1 | 8,6 |
| 2425-79-8 | 1,4-butandiolglycidylether | 516020 | -0,15 | 56 | 10 | 1 | 19 |
| 2855-13-2 | Isophorondiamin | 171820 | 1,9 | 108 | 10 | 0,92 | 19,4 |
| 109-06-8 | 2-methylpyridin | 1000000 | 1,11 | 58 | 10 | 0,943 | 23 |
| 9004-74-4 | Methoxypolyethylenglycol | 1000000 | -2 | 51 | 10 | 1 | 23 |

Beregningerne forudsiger, at lang nedbrydningstid og høj vandopløselighed især har stor betydning for, om et stof udgør en potentiel trussel overfor velbeskyttet grundvand.

Muligheder og begrænsninger?

- > Den præsenterede metode giver mulighed for at vurdere den potentielle grundvandsrisiko ved et momentant spild af et hvilket som helst organisk kemikalie.
- > Vurderingen foregår på lige vilkår uanset datagrundlaget, og metoden er derfor velegnet til at undersøge relativ grundvandsrisiko for en række stoffer.
- > Metoden giver mulighed for at lave lokalitetsspecifikke vurderinger, hvor der kan tages hensyn til f.eks. geologiske forhold, grundvandsdannelse og vandindvinding.
- > Metoden tager ikke hensyn til stoffernes flygtighed og toxicitet.
- > Resultaterne er meget afhængige af, hvor konservativt man vælger at estimere halveringstiden.
- > Ved store spildmængder og/eller høje koncentrationer kan forudsætningerne i BRIBE være diskutabile, f.eks. antagelsen om en lineær sorptionsisoterm. Mikrobiel omsætning kan hæmmes pga. decideret giftvirkning.

TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN!