

# Opdatering af JAGG – projektkatalog

Thomas Hauerberg Larsen  
Orbicon

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

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.

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY AND CONCLUSIONS</b>	<b>9</b>
<b>1 INDLEDNING</b>	<b>11</b>
<b>2 PROCESSEN FOR IDÉ- OG PROJEKTUDVIKLING</b>	<b>13</b>
<b>3 INDEKLIMA</b>	<b>15</b>
3.1 STOFFLUX FOR FORSKELLIGE GULVTYPER	15
3.2 TRANSPORT OVER FLERE ETAGER	15
3.3 DIREKTE FLUXMÅLINGER	16
3.4 FØLSOMHEDSANALYSER	16
3.5 INDKOMNE FORSLAG DER IKKE BLEV BEHANDLET PÅ WORKSHOPPEN	16
<b>4 DÆKLAG (UMÆTTET OG MÆTTET TRANSPORT)</b>	<b>19</b>
4.1 KONCEPTUELLE MODELLER	19
4.2 STATISTISK BEGRUNDEDE PARAMETRE OG PARAMETER ESTIMATION	20
4.3 TRANSPORTPROCESSERNE	20
4.4 VANDBALANCE	21
4.5 VALIDERING AF MODEL	21
4.6 INDKOMNE FORSLAG DER IKKE BLEV BEHANDLET PÅ WORKSHOPPEN	21
<b>5 STOFFER &amp; FUGACITET</b>	<b>23</b>
5.1 REVISION OG OPDATERING AF STOFTABEL	23
5.2 "BLANDINGSBATTERI", GENEREL MODEL FOR HÅNDTERING AF STOFBLANDINGER	23
5.3 INDTASTNINGSKONTROL AF INPUTDATA FOR STOFFER	24
5.4 FRI FASE MODUL	24
5.5 INDKOMNE FORSLAG DER IKKE BLEV BEHANDLET PÅ WORKSHOPPEN	25
<b>6 MASSEBALANCE OG FLUX</b>	<b>27</b>
6.1 FORDELE OG ULEMPER	27
6.2 METODER	27
<b>6.2.1 Massebalance</b>	<b>27</b>
<b>6.2.2 Flux</b>	<b>28</b>
6.3 STATE OF THE ART	28
<b>7 DESIGN OG BRUGERVENLIGHED</b>	<b>29</b>

<b>8</b>	<b>ANDRE ELEMENTER</b>	<b>31</b>
8.1	INDKOMNE FORSLAG DER IKKE BLEV BEHANDLET PÅ WORKSHOPPEN	31
<b>8.1.1</b>	<b>AVJ</b>	<b>31</b>
<b>8.1.2</b>	<b>Carl Bro</b>	<b>31</b>
<b>8.1.3</b>	<b>COWI</b>	<b>31</b>
<b>8.1.4</b>	<b>DGE</b>	<b>31</b>
<b>8.1.5</b>	<b>DHI</b>	<b>31</b>
<b>8.1.6</b>	<b>DMR</b>	<b>32</b>
<b>8.1.7</b>	<b>Fyns Amt</b>	<b>32</b>
<b>8.1.8</b>	<b>GEO</b>	<b>32</b>
<b>8.1.9</b>	<b>Krüger</b>	<b>32</b>
<b>8.1.10</b>	<b>RGS 90</b>	<b>32</b>
<b>8.1.11</b>	<b>Storstrøms Amt</b>	<b>32</b>
<b>8.1.12</b>	<b>Watertech</b>	<b>33</b>
<b>9</b>	<b>UDENLANDSKE ERFARINGER</b>	<b>35</b>
<b>10</b>	<b>DISKUSSION OG FORSLAG TIL INDSATS</b>	<b>39</b>
10.1	JAGG 2 ELLER ET KOMMERCIELT PRODUKT	39
10.2	LOKAL ELLER WEB BASERET MODEL	40
10.3	UDBYGNING TIL JAGG 2	40
<b>10.3.1</b>	<b>Indeklimaområdet</b>	<b>41</b>
<b>10.3.2</b>	<b>Dæklag</b>	<b>41</b>
<b>10.3.3</b>	<b>Fugacitet og stoffer</b>	<b>42</b>
<b>10.3.4</b>	<b>Flux og massebalance</b>	<b>42</b>
10.4	FORSLAG TIL PRIORITERET INDSATS	43
<b>11</b>	<b>REFERENCER</b>	<b>45</b>

Bilag 1: Indkomne forslag til emner

Bilag 2: Deltagere og indlægsholdere i workshop

Bilag 3: Eksisterende modulopbygning

Bilag 4: Forslag til moduler med indeklima

Bilag 5: Forslag til moduler med dæklag (umættet/mættet zone)

Bilag 6: Forslag til moduler med stoffer/fugacitet

Bilag 7: Forslag til moduler med massebalance og flux

# Forord

Denne rapport er udarbejdet som en del af projektet: Opdatering af JAGG - projektkatalog. Projektet er udført af Orbicon for Miljøstyrelsen. Som en del af grundlaget for projektet har der været indkaldt forslag fra en bred række interessenter, ligesom der har været afholdt en workshop, med repræsentanter fra forskellige bruger-grupper, hvor indkomne forslag blev præsenteret og diskuteret. Forslagene fra workshoppen er præsenteret i nærværende projektkatalog med uddybende kommentarer og forklaringer.

I projektkataloget er forslagene grupperet og præsenteret med henblik på, at Miljøstyrelsen efterfølgende kan foretage en prioritering af indsatsen med at opdatere JAGG på baggrund af brugertilbagemeldingen.

Roskilde den 20. november 2007.



# Sammenfatning og konklusioner

Miljøstyrelsen (MST) satte i starten af 2006 et projekt i gang til revision af JAGG-modellen. Modellen, der anvendes til risikovurdering af jordforurening, blev oprindeligt udarbejdet i forbindelse med publiceringen af "Vejledning i oprensning af forurenede grunde fra 1998" (Miljøstyrelsen, 1998). De teoretiske arbejder, som danner baggrunden for JAGG, er således mere end 10 år gamle. I den periode er der sket en rivende udvikling indenfor fagområdet, som MST sammen med de mange interessenter, der anvender modellen, ønskede, skulle indarbejdes i en revideret model.

På denne baggrund påbegyndtes en proces, hvor MST skrev ud til en bred kreds af interessenter bestående af myndigheder, sektorforskningsinstitutioner, forskningsenheder/universiteter og rådgivere for at indsamle forslag til, hvad der skulle fokuseres på i forbindelse med en revision. De indkomne forslag er vedlagt i bilag 1. De emner, der havde størst bevågenhed, var:

- Indeklima
- Processer der finder sted under vertikal transport i både mættet og umættet zone.
- Fugacitetsmodulet. Herunder håndtering af fri fase blandingsprodukter.
- Udvidelse af vurderingsbegrebet til også at omfatte flux og massebalancebetragtninger.
- Generelt design og brugervenlighed samt layout ved præsentation af beregninger/resultater.

Foruden ovenstående emner var der en række enkeltstående forslag til ændringer i andre moduler.

På baggrund af de indsendte ændringsforslag blev der indkaldt til en workshop med ca. 30 deltagere. Deltagerlisten er vedlagt i bilag 2. På workshoppen blev der holdt oplæg indenfor hvert af de fem ovenstående emner. Deltagerne var på forhånd inddelt i fire grupper, der repræsenterede de fire første emner. Grupperne diskuterede indbyrdes de indkomne forslag til det pågældende emne, og prioriterede dem. De vigtigste forslag/emner er præsenteret i de respektive kapitler i dette projektkatalog.

I forbindelse med udarbejdelse af kataloget er de vigtigste værktøjer, der anvendes i udlandet, gennemgået kort, med henblik på en evaluering i forhold til den danske model. Baseret på de publicerede studier er JAGGs beregningsrutiner og resultater sammenlignelige med mange af de værktøjer, der anvendes i både EU og USA. Forfatteren vurderer, at det i de fleste tilfælde vil være usikkerheden på indhentningen af parametre, der er afgørende for resultatet og usikkerheden på en vurdering, frem for det modelværktøj der anvendes. Der er såvel fordele som ulemper ved samtlige af de undersøgte værktøjer.

I forhold til en videreudvikling af JAGG er der mindst et værktøj, der bør inddrages i overvejelserne: Det kommercielle værktøj RISK4, der baserer sig på et omfattende peer-reviewed baggrundsmateriale for beregninger og parametre. Det har samtidigt været i omløb i en del år. Fordelen ved at

anvende et sådant værktøj vil være at udvikling og vedligehold er overladt til en ekstern leverandør, samt at mange af de ønsker, der er til en fremtidig udgave af JAGG, p.t. er opfyldt i RISK4. Ulemperne er, at alle brugere skal betale licens, og at det kan være mere uklart, hvad der foregår i modellen. Dels fordi den er på engelsk, og dels fordi den ikke er regnearkbaseret. En anden væsentlig ulempe er at Miljøstyrelsen ikke selv løbende kan udvikle og udbygge risikovurderingskonceptet i overensstemmelse med den administrative og politiske udvikling af området. Herudover er der et administrativt aspekt, idet hele risikovurderingsdelen i den gældende vejledning er opbygget omkring beregninger i JAGG.

Såfremt Miljøstyrelsen vælger at køre videre med en dansk model foreslår forfatteren en prioriteret indsats på følgende områder:

1. Udbygning af det vertikale strømningsmodul, eventuelt med et sprækkemodul. Nedbrydningsprocessen bør inddrages i beregningerne. Nedbrydningskonstanter bør vælges ud fra litteraturen, eventuelt som statistisk baserede værdier.
2. Tilføjelse af moduler til regning af transport over andre gulvtyper end armeret beton.
3. Generel opdatering af stofdatabase og indtastning af data ét sted med kontrol for fri fase.
4. Håndtering af blandingsforureninger.
5. Generel revision af design og udtryk, ind- og uddata samles på en side, sags specifikke parametre kan indtastes osv.

De 2 første punkter vil kræve både en konceptuel og matematisk beskrivelse af forholdene, hvor punkt 3 og 4 i større omfang er en opdatering af den eksisterende database. Punkt 5 er næsten en ren Excel teknisk øvelse.



# Summary and conclusions

In the beginning of 2006 the Danish EPA (DEPA) started a project to revise the procedure for risk assessment related to soil and groundwater contamination. The model (named JAGG) used was originally worked out in connection with the publication in 1998 of the guidelines 6 & 7 from DEPA, named "Guideline for remediation of contaminated soil". The basis of the model is therefore more than 10 years old. In this period developments of knowledge within the area of interest have been vast. DEPA together with end-users and other partners wanted the gained experiences within the timeframe to be incorporated in a new version of JAGG.

On this background DEPA wrote a letter to partners within education, local authorities, and consultants etc. to collect proposals for a revision of the model. An overview of the proposals is given in annex 1. The subjects that turned out to be the most common were:

- The soil vapour intrusion model.
- Processes during vertical transport in the unsaturated zone.
- Fugacity, including handling of mixed products free phase (gasoline, gas oil etc.).
- Expansion of the model to handle fluxes and mass balances and not only concentrations.
- A general enhancement of the layout and user friendliness of the model.

Apart from the abovementioned subjects proposals to change other part of the model were received in lesser numbers.

Based on the incoming subjects a workshop was held with app. 30 participants. List of participants are in annex 2. On the workshop each of the abovementioned topics were presented through a platform presentation. The participants were divided into 4 groups beforehand, representing the first 4 topics. The groups discussed their own topic on basis of the incoming proposals and their own experiences on the topic. A prioritized list was produced on each topic listing different subsets that needed to be investigated in order to make a better model. The most important sub topics are listed in this report.

As a part of the process the most important foreign models were compared to JAGG evaluating the best way for the upgrade. Based on publicized studies the calculations carried out in JAGG are comparable with most of the models used within EU and USA. This author evaluate that uncertainty on the data entering the models and the general conceptual error most times exceeds the differences in the results that originates from using different model codes. Cons and pros were observed within all model codes evaluated.

Despite the above a special consideration should be given to the model complex RISC4 before developing a special Danish model. RISC4 is a commercial risk assessment product based on peer-reviewed data and

methods. It has been out for several years and is continuously developed. The advantage of using such a product is that further development and service is provided by an independent commercial partner, and that many of the new methods asked for already are present in for instance RISC4. The drawback is that the model is commercial, meaning all users have to pay a fee, and that the way the model engine work is proprietary giving lesser insight and a possibility for potential errors. Apart from this there also is an administrative aspect due to the fact that JAGG and the existing "Guideline to remediation of contaminated soil" are closely related.

If DEPA choose to go on with a further development of JAGG as a spreadsheet based model developed in house this author suggest a prioritized effort to:

1. Expand the existing vertical transport module, potentially also handling dual porosity phenomena's. Microbial degradation should be incorporated in the calculations. Rate constants should be based on literature values, using statistical based values if existing.
2. Add modules to be able to evaluate soil vapour intrusion through a variety of basement and floor types.
3. Update the existing database of physical/chemical data.
4. Develop methods for calculating soil gas and water concentrations when free phase of mixed products are present
5. Make a general revision of the lay-out of the existing JAGG model interface

The first 2 topics demand a conceptual as well as a mathematical description, whereas topic 3 and 4 is a more straightforward data handling exercise. Topic 5 is merely related to EXCEL programming and only to a lesser extent technical skills within soil contamination.

# 1 Indledning

Miljøstyrelsens risikovurderingsværktøj for offentligt finansierede forureningsoprensninger, JAGG (Jord, Afdampning, Gas og Grundvand) har nu ca. 10 års jubilæum. Udover anvendelsen i forbindelse med den offentligt finansierede oprydning finder værktøjet også anvendelse i forbindelse med en lang række frivillige oprydninger finansieret via private midler, ligesom den også anvendes i forbindelse med påbudssager eksempelvis via Villaolietank ordningen.

JAGG blev udviklet som en del af Vejledning nr. 6 & 7 fra Miljøstyrelsen: "Oprydning på forurenede lokaliteter" fra 1998. Det teoretiske formelapparat og data for forskellige konstanter var primært baseret på et arbejde udført af Institut for Miljøteknologi, DTU i 1995/1996 kaldet "Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand". Dette betyder at JAGGs formel- og datagrundlag i dag er mere end 10 år gammelt. I løbet af denne periode er der opnået betydelig ny viden, der både drejer sig om formelgrundlaget og dermed de indgående modeller, viden om nedbrydningsforhold og transportegenskaber for stoffer samt revideret viden om indgående konstanter.

På denne baggrund har en række brugere af modellen ønsket forskellige revisioner. Miljøstyrelsen har med igangsættelsen af projektkataloget taget første skridt til en revision af JAGG. Dette sker med input fra brugerne for dels at sikre bredden i anvendelsen, dels sikre at det faglige fundament er så stærkt som muligt.

I de følgende kapitler er der præsenteret idéer, der er indsamlet og diskuteret i processen frem til skrivningen af dette projektkatalog. Idéerne er uddybet med henblik på en egentlig evaluering og igangsætning af selve revisionen af JAGG. På baggrund af revisionen forventer vi, at JAGG får en "mid life upgrade", der medfører, at værktøjet forsat kan anvendes til risikovurdering for forurenede grunde generelt i mange år frem.



## 2 Processen for idé- og projektudvikling

Miljøstyrelsen har fra starten lagt op til en stor grad af brugerinddragelse i forbindelse med revisionen af JAGG.

Selve processen med at tilvejebringe et beslutningsgrundlag for, hvordan JAGG skal revideres, har været delt op i en række elementer.

Som det indledende element er der sendt en opfordring til ca. 45 institutioner/firmaer, hvor der blevet givet mulighed for at komme med forslag til, hvilke områder med fordel kunne opdateres på.

Efter en gennemgang af forslagene grupperede de sig hovedsageligt omkring emnerne, der er anvendt som disposition for denne rapport, dvs. primært i grupperne:

- Indeklima
- Processer der finder sted under vertikal transport i både mættet og umættet zone.
- Fugacitetsmodulet. Herunder håndtering af fri fase blandingsprodukter.
- Udvidelse af vurderingsbegrebet til også at omfatte flux og massebalancebetragtninger.
- Generelt design og brugervenlighed samt layout ved præsentation af beregninger/resultater.

En række forslag omhandlede andre emner, men disse vil ikke blive beskrevet yderligere i dette projektkatalog. Alle de indkomne forslag kan genfindes i bilag 1, og er kort gennemgået i kapitel 8.

På baggrund af de indkomne forslag udvalgte forfatteren og Miljøstyrelsen i fællesskab en række deltagere til at diskutere de indkomne forslag på en workshop. Der var i alt 28 deltagere i workshoppen, der blev afholdt primo juni 2006. Deltagerne i workshoppen var udvalgt mellem forslagsstillere og andre aktører på området, således at der i workshoppen var deltagere fra myndigheder, rådgivere og DTU. På forhånd var der udpeget en række oplægsholdere, der redegjorde for de forskellige aspekter, der var knyttet til problemstillingerne indenfor de ovennævnte emner. Deltagere og oplægsholdere er listet i bilag 2.

På workshoppen var deltagerne forhåndsinddelt i grupper, som hver skulle diskutere et af ovenstående emnerne (indeklima, vertikal transport, fugacitet, flux). Efter oplæggene var præsenteret, blev grupperne bedt om at diskutere de væsentligste aspekter ved deres pågældende emne. På baggrund af diskussionen skulle den enkelte gruppe prioritere de 4 vigtigste tiltag/emner i forhold til videreudviklingen af JAGG indenfor gruppens emneområde. Grupperne blev herudover bedt om at vurdere en række forhold ved de nu prioriterede emner:

- Hvad er det overordnede formål med idéen, og hvorfor er den vigtig at få implementeret i JAGG?
- Hvilke(n) viden og parametre kræves for at kunne gennemføre en beregning?
- Hvordan er mulighederne for at tilvejebringe denne viden?
- Findes der eksisterende software/matematiske beskrivelser el.lign., der med fordel kan anvendes?
- Hvilke personer/grupper etc. kan med fordel inddrages for at skaffe den nødvendige viden til at udarbejde grundlag for implementering i JAGG, såfremt den ikke eksisterer i forvejen?
- Forsøg at angive omfanget af det nødvendige arbejde for at kunne implementere idéen i JAGG.

Grupperne afleverede efter diskussionerne forskellige indstillinger til det videre arbejde. Dette er beskrevet under de enkelte emnegrupper.

På baggrund af forløbet indtil nu er det foreliggende idékatalog herefter udarbejdet.

# 3 Indeklima

I forhold til indeklimadelen i JAGG er der modtaget mange ønsker til udvikling, hvilket afspejler et stort behov for ændringer af præcis denne del. De forskellige forslag strækker sig fra en total fjernelse af modulet pga. de usikkerheder, der generelt er knyttet til beregninger (i stedet foreslås at der altid udføres målinger), til mindre justeringer af hvilke gulvkonstruktioner etc. der kan regnes på.

På workshopen blev der specielt peget på følgende fire emner som værende de mest vigtige:

- Beregning af stofflux og indeklimabidrag for flere gulvtyper end kun armeret beton.
- Transport over flere etager af gasformige forureninger.
- Håndtering af direkte fluxmålinger i JAGG. Det vil sige ikke kun koncentrationsdata fra under gulv.
- Mulighed for følsomhedsanalyse/Monte Carlo simuleringer.

I de følgende underafsnit er der redegjort for de enkelte underforslag.

## 3.1 Stofflux for forskellige gulvtyper

I JAGGs nuværende form er indeklimamodulet bygget op med transport over underliggende jord (forskellige typer) og op igennem et armeret betondæk. Sprækkevidder og antal beregnes ud fra teorier omkring svindrevnedannelse ved udtørring af betonen. Imidlertid er der en lang række bygninger, der ikke er opbygget med armerede gulve. Eksempelvis er der uarmerede betongulve, trægulve lagt direkte på jord, krybekælderkonstruktioner mv.

Formålet med idéen er at udvikle og implementere regnefunktioner i JAGG, der kan beregne stofflux og indeklimabidrag over forskellige gulvkonstruktioner udover armerede betongulve for på denne måde at kunne udføre bedre og mere retvisende risikovurderinger for andre gulvtyper.

Gruppen vurderede, at der mangler en del viden fra praktiske målinger ved andre typer af gulvkonstruktioner, eksempelvis revnevidder/afstande, betydning af gennemføringer mv., trykforskelle over gulve etc. Til gengæld er mulighederne for rent faktisk at indhente informationerne relativt gode.

## 3.2 Transport over flere etager

I forbindelse med indtrængning til ejendomme med kælder er der ofte et behov for at kunne vurdere spredning af flygtige komponenter over flere etager. Dette kan ikke adresseres med JAGG modellen, som den ser ud i dag.

Formålet med idéen er derfor at få udviklet og indsat regnefunktioner i JAGG, der kan beregne flux og koncentrationer over flere etager og etageadskillelser. Etageadskillelser er tit anderledes i opbygningen end kælderdek, hvilket fodrer en anden regnemethodik. Herudover er tætningen mellem etager typisk relativt dårlig i sammenligning med tætning mod terræn, hvilket kan medvirke til en øget transport. Afhængig af lokale forhold kan trykgradienter mellem etager

forventes at være væsentligt mindre end trykgradienter mellem jord og nederste dæk pga. mindre temperaturgradienter.

Gruppen vurderede, at der mangler en del informationer omkring disse forhold, før et operationelt modul kan laves.

### 3.3 Direkte fluxmålinger

I stedet for at beregne bidraget fra jorden, er der udviklet forskellige metoder til at beregne fluxen ind over et areal direkte, eksempelvis ved måling med folie/sniffer metoden publiceret som Miljøprojekt 646 og 647 (Fuglsang, 2001a og 2001b).

Målinger udført på denne måde kan ikke umiddelbart anvendes i JAGG. En udbygning af modellen, så den kan imødekomme denne anvendelse, vurderes dog at kunne indføres relativt simpelt, idet formelgrundlag mv. er kendt. Den største udfordring er sandsynligvis at udføre vurderingen af, om arealet, der måles på, er repræsentativt, og hvis ikke hvordan bidraget så skal normeres.

### 3.4 Følsomhedsanalyser

I den eksisterende model til beskrivelse af transporten indgår en lang række af parametre, strækkende sig fra værdier af kemiske egenskaber til betons hærdeegenskaber. JAGG er i sit udgangspunkt baseret på et valg af parametre, der tilgodeser et realistisk, men konservativt estimat af risikoen jf. forsigtighedsprincippet. En række af de indgående parametre er vanskelige at måle i felten, og vil ikke med en rimelig indsats kunne tilvejebringes. Det vil på denne baggrund være formålstjenligt at kunne udføre følsomhedsanalyser.

I forbindelse med udarbejdelse af AVJ (2005) er der udført en række Monte Carlo<sup>1</sup> simuleringer med JAGGS standardopsætning for at belyse følsomheden af de indgående parametre, for bl.a. at kunne optimere dataindsamlingen, og opnå så præcis en beskrivelse af risikoen som mulig. Såfremt det er muligt at udføre følsomhedsberegninger i modellen, vil der være belæg for at lave mere præcise vurderinger af variationsbredden og risikoen, og dermed også bedre vurdere hvilke parametre der eventuelt med fordel kan fastlægges mere præcist.

Indbygning af en facilitet til udførsel af Monte Carlo simuleringer eller lignende vurderes af forfatteren at være relativt enkel. Såfremt det indføres, kan det med fordel anvendes på de andre delelementer i JAGG foruden indeklimadelen, idet det meste af den bagvedliggende programmering er identisk, når selve parametrene er sat op.

### 3.5 Indkomne forslag der ikke blev behandlet på workshoppen

Udover de emner der blev behandlet på workshoppen omhandlende indeklima delen var der indsendt andre forslag i forhold til indeklimadelen.

---

<sup>1</sup> Monte Carlo simulering: Beregning af udfalds fordeling (eksempelvis indeklimabidrag) på baggrund af variation af indgående parametre. Parametrene varieres på baggrund af deres statistiske fordeling. Som eksempel kan gulvtykkelsen være normalfordelt med en gennemsnitstykkelse på X1 cm og en standardafvigelse på Y1 cm, trykforskellen lognormal fordel med X2 som gennemsnit og Y2 som standardafvigelse etc.



Søren Nielsen, AVJ havde på baggrund af de relativt store usikkerheder der er tilknyttet beregningerne foreslået, at modulet blev udeladt og man i stedet øgede mængden af målinger for at skaffe det nødvendige dokumentationsmateriale.

DHI har i deres oplæg peget på muligheden for at anvende 2-dimensionale modeller til at beskrive den geografiske variabilitet. Dette blev ikke behandlet på workshopen, men indgår i de videre forløb med revision af JAGG.

Flere forslagsstillere har også påpeget et ønske om at kunne inddrage nedbrydning i betragtningerne, dette gælder specielt ved transport igennem jorden inden indtrængen i selve bygningen. Dette ligger uden for indeklimatelets egentlige område, men vil indgå i de videre overvejelser omkring udvikling af JAGG.

Flere forslagsstillere har foreslået muligheden for at kunne "regne baglæns" i forhold til indeklimatepåvirkninger, således at betontykkelse, luftskifte etc. kan umiddelbart kan fastlægges i forhold til afværgescenarier. Dette ligger ikke umiddelbart inden for værktøjets primære område, men både den nuværende udgave af JAGG og sandsynligvis også den fremtidige kan relativt nemt bruges til dette ved anvendelse af Excels almindelige målsøgningsrutiner.



## 4 Dæklag (umættet og mættet transport)

Et af de emner, der har givet anledning til mange diskussioner mellem brugerne af den eksisterende JAGG model, er den manglende inddragelse af de processer, der sker under den vertikale transport fra en terrænnær kilde til et underliggende grundvandsmagasin. Da JAGG modellen i sin tid blev konstrueret, manglede der viden om mange af de mekanismer, der finder sted under denne transport, både ved strømning i mættet såvel som umættet zone, og i enkelt- og dobbelt-porøse medier.

Ud over selve strømningen er der for de stoffer, der har en stor affinitet for at være på gasform, også mulighed for spredning horisontalt i en egentlig gasfase. Dette er der også først for alvor kommet fokus på igennem den seneste årrække.

Viden om en lang række af processerne er opsamlet i den videnskabelige litteratur. Meget af den beskrivende matematik er relativt kompliceret, og vil derfor ikke umiddelbart kunne anvendes i en simpel regnearksmodel som JAGG (det forventes, at den reviderede model stadig skal være en regnearksmodel). En metode til at håndtere dette er ved anvendelse af typologier til beskrivelse af geologi mv. Ved at benytte en sådan opdeling vil en række beskrivelser kunne generaliseres og bringes på en form, så de umiddelbart kan anvendes i en regnearksmodel. Dette gælder både for spredning i gas- og vandfasen.

På workshoppene diskuterede gruppen, der beskæftigede sig med dæklagstransport, en lang række af disse fænomener. Gruppen nåede ikke til en egentlig prioritering af emnerne, men der blev fremhævet et stort behov for både dataindsamling og operationalisering af den eksisterende viden.

De primære emner, som gruppen diskuterede, er skitseret kort i nedenstående underpunkter.

### 4.1 Konceptuelle modeller

Som støtteværktøj i forhold til valget af den rigtige metode til beskrivelse af risikoen kan der med fordel anvendes konceptuelle modeller. De konceptuelle modeller kan eksempelvis være beskrevet ved typologi som fyldlag-morænekalk eller lignende med kilden placeret øverst i morænen og risikoen for overskridelse af grundvandskvalitetskriteriet i kalken som mål. Spredningen vertikalt vil eksempelvis her foregå primært vertikalt som sprække-transport og et modul til denne beskrivelse skal derfor aktiveres. På lignende måde kan en række andre konceptuelle scenarier opstilles, og de rette modeller vælges til beskrivelse af transporten.

JAGG er ikke umiddelbart gearret til dette, og p.t. er der kun en model beskrivelse til vertikal transport. Såfremt der indføres beskrivelser, der modelmæssigt varierer for forskellige scenarier, vurderes det at være en god

støtte for det rigtige modelvalg med et grafisk støtteværktøj baseret på konceptuelle modeller.

#### 4.2 Statistisk begrundede parametre og parameter estimation

Hovedparten af de indgående parametre i beskrivelsen af transportprocesserne varierer i naturen på både større og mindre skala. I dag er JAGG en deterministisk model, hvor parametrene kun kan antage én værdi, og tilsvarende udregnes ét resultat. Selv hvis parametrene er målt på den lokalitet, hvor risikovurderingen udføres, vil de som oftest variere i rum og for nogle parametres vedkommende også i tid. Dette kunne eksempelvis beskrives statistisk ved en fordelingsfunktion med en given fordeling, eksempelvis en normal- eller lognormalfordeling med tilhørende middelværdi og varians.

Anvendelsen af statistisk bestemte parametre kan finde sted på flere måder. Dels kan man, såfremt man ønsker at anvende et konservativt estimat på sin risiko, vælge parametrene ud fra en øvre eller nedre grænse i sit interval for parameteren. Dels kan der laves en Monte Carlo simulering, hvor samtlige parametre varieres indenfor deres udfaldsrum, for på denne måde at vurdere, hvad det mest sandsynlige udfald er af eksempelvis grundvandskoncentrationen i et underliggende magasin. Ud over middelværdien får man ved denne metode også et godt gæt på usikkerheden på estimatet ud fra spredningen på de beregnede koncentrationer.

Jævnfør afsnittet om følsomhedsanalyser i indeklime er det ikke forbundet med en større indsats at kunne udføre simuleringer med variable indgangsparametre.

Mht. til fastlæggelse af fordelingen af indgangsparametre ligger der til gengæld et større udredningsarbejde. For at beskrive processerne kræves viden om en lang række af parametrenes fordeling eksempelvis hydraulisk ledningsevne, sprækkefordeling, nedbrydningskonstanter, vandindhold, organisk indhold i jorden etc. At samle den eksisterende viden om de parametre, der indgår i strømningsbeskrivelsen og operationalisere den, vurderes at være en relativt stor opgave. Det vil sandsynligvis ikke være tilstrækkelig viden for nogle af parametrene, hvorimod andre vil være relativt velbeskrevne.

#### 4.3 Transportprocesserne

Som beskrevet i indledningen til dette kapitel er der en lang række processer, der foregår simultant under nedsivning mod underliggende grundvand fra en overfladenær kilde. Eksempelvis kan peges på:

- Afdampning fra fri fase
- Afdampning af stoffer opløst i vand
- Diffusion i gasfase
- Nedbrydning i både gas og vandfase
- Vertikal strømning i forskellige geologiske miljøer
- Sorption
- Diffusion i vandfase.

Samspillet mellem disse processer og den matematiske beskrivelse er ikke komplet udviklet i noget samlet modelværktøj. De fleste eksisterende modeller

tager udgangspunkt i beskrivelse af nogle af elementerne, men ikke dem alle på samme tid. Der er derfor et behov for en grundig evaluering af hvilke metoder, der skal anvendes til hvilke processer, og hvordan det hele skal kobles. Herudover stilles der krav til, hvordan en validering af en samlet model kan/skal opnås.

#### 4.4 Vandbalance

I den eksisterende JAGG model er der ingen form for vandbalance. På workshoppen mente gruppen, der arbejdede med emnet, at indarbejdelse af en vandbalance var nødvendig frem for den relativt simple tilgang, som JAGG har i dag, hvor al nettonedbør rutes til det magasin, man regner på. En måde at gøre dette på ud fra en overordnet betragtning kan igen være at anvende typologier baseret på Danmarksmodellen eller lignende. Egentlige vurderinger af nettonedbøren på mere lokalskala kan opnås ved opstilling af egentlige hydrologiske modeller på oplandsskala.

Afhængig af hvor sofistikeret en tilgang man vælger, kan en anvendelse af vandbalancer i JAGG gå fra at kunne inkorporeres forholdsvist simpelt til at blive meget kompliceret. En analyse af mulighederne og den forbedring af estimatet på risikoen, der opnås, vil være nødvendig for at fastlægge den rigtige strategi for implementeringen.

#### 4.5 Validering af model

På grund af de usikkerheder der ligger i de forskellige modelbeskrivelser af de mange forskellige processer, som er nævnt i de foregående afsnit, mente gruppen på Workshoppen, at en egentlig validering af de matematiske beskrivelser med data fra en eller flere cases var påkrævet. Miljøstyrelsen har den opfattelse, at modelbeskrivelser der skal indarbejdes i en JAGG revision i størst muligt omfang skal være verificeret fra felt- eller laboratorieforsøg udført tidligere, eventuelt i forbindelse med udviklingen af selve koden. En egentlig verificering af modeller ligger efter Miljøstyrelsens opfattelse uden for det indeværende projekt.

#### 4.6 Indkomne forslag der ikke blev behandlet på workshoppen

I forhold til den vertikale transport kom workshoppen godt rundt om de problemstillinger, der er knyttet til den vertikale transport. Watertech m.fl. har udover de processer, der blev diskuteret stillet forslag til at indarbejde et værktøj til beskrivelse af fluxen igennem den umættede zone, dette vil indgå i de videre forløb med revision af JAGG. I forlængelse af dette har der også været stillet forslag om at kunne opstille en massebalance i forbindelse med nedsivningen, dette indgår også i den videre vurdering.



# 5 Stoffer & fugacitet

Blandt de indsendte forslag var der en del, der omhandlede forskellige tiltag til forbedret behandling af stoffer og stofblandinger, herunder stoffernes fordeling mellem forskellige dele af jordmatricen.

På workshoppen blev gruppen, der arbejdede med stoffer og fugacitet enige om følgende områder, hvor der skal udføres en indsats i forhold til en revision af JAGG:

- Revision og opdatering af stoftabel.
- "Blandingsbatteri", generel model for håndtering af stofblandinger
- Indtastningskontrol af inputdata for stoffer
- Fri fase modul

I det følgende er de enkelte emner beskrevet uddybende.

## 5.1 Revision og opdatering af stoftabel

JAGGs stofdatatabel er som resten af datagrundlaget mange år gammel. Der kommer jævnligt nye data om eksisterende stoffer, ligesom der siden modellens introduktion også er inddraget andre stoffer i vurderingerne, af forureninger eksempelvis MTBE og nedbrydningsprodukter af dette. Der er derfor et behov for, at tabellen opdateres - helst løbende. Noget af det, der virkelig er blevet undersøgt siden tilblivelsen af JAGGs første version, er nedbrydning under forskellige former for redoxforhold for en lang række af stoffer. Dette bør, i det omfang det er tilstrækkeligt dokumenteret., indarbejdes i en revision af JAGG modellen.

Muligheden for at lave en statisk revision på baggrund af eksisterende data fra litteraturen er god. Udfordringen består primært i at få kvalitetssikret de data, der indbygges. Det vil sige få valideret dem i forhold til en generel anvendelse. Dette kræver en kvalitetssikringsprocedure, som Miljøstyrelsen med fordel kan stå bag.

Da der hele tiden opbygges viden, kan der være en fordel i, at databasen frigøres fra den lokale afvikling og i stedet gøres web baseret, således at data kan opdateres løbende. En central database vil også kunne anvendes i forhold til andre områder end lige netop JAGG, hvis eksempelvis fysisk-kemiske data, nedbrydningsdata, baggrundskoncentrationer, toksicitet eller andet skal bruges i andre miljøsammenhænge. En koordinering vil derfor være relevant i forhold til eksisterende databaser i MST eller anden statslig regi.

## 5.2 "Blandingsbatteri", generel model for håndtering af stofblandinger

Vi omgiver os i mange sammenhænge med blandinger af stoffer frem for enkeltkomponenter, som generelt er den eksisterende JAGG models måde at regne på. Stofblandinger kan eksempelvis være diesel/fyringsolie, benzin, tjære, blandinger af opløsningsmidler samt meget andet. For mange af

blandingerne er der så mange forskellige enkeltstoffer, at det ikke er praktisk og tidsmæssigt muligt at regne på alle enkeltkomponenter.

På denne baggrund er det derfor ønskværdigt, at der opstilles nogle generelle profiler for de mest almindeligt forekommende blandinger. Profilerne skal udpege væsentlige stoffer, der repræsenterer stofblandingen, og som har egenskaber, der gør, at de repræsenterer blandingen også, når denne har befundet sig i jorden i længere tid. Kriterier bør samtidig være knyttet til disse modelstoffer, når blandingerne er til stede.

Opstilling af profiler og implementering af et modul i JAGG til dette vil for mange blandingers vedkommende kunne gøres relativt enkelt. Miljøstyrelsen har i et endnu ikke publiceret projekt igangsat arbejdet for benzin, som er en af de hyppigst forekommende blandingsforureninger. Erfaringerne fra dette arbejde vil med fordel kunne anvendes på andre blandingstyper.

### 5.3 Indtastningskontrol af inputdata for stoffer

I den eksisterende model skal det relevante stof, man ønsker at vurdere, indtastes flere forskellige steder. Der er ingen kontrol med, om de data, der anvendes for målte koncentrationer, giver anledning til vurdering af, om stoffet forekommer som fri fase, eller om der kan være tale om fejlmålinger. Ligeledes er der i dag ingen kontrol i fugacitetsmodulet, om beregnede værdier af vand og luftkoncentrationerne overskrider opløseligheden.

Det foreslås derfor, at indtastningen af relevante stofkoncentrationer indtastes et centralt sted i en revideret JAGG model. Ved indtastningen udføres en kontrol af, om målte koncentrationer giver anledning til tilstedeværelse af fri fase, samt at det ved omregning af jordkoncentrationer til porevand/poreluft ikke er muligt at overskride opløselighederne.

En tilretning af disse forhold vurderes at være relativt enkel, og vil nemt kunne indarbejdes.

### 5.4 Fri fase modul

En betingelse for anvendelse af JAGG i dag er, at der ikke er fri fase (både mobil og residual) tilstede i jorden. Til trods for dette anvendes JAGG i mange tilfælde, hvor dette ikke er opfyldt. Det leder til forkerte risikovurderinger, der både kan skyde over og under den "sande" værdi for koncentrationerne.

I forhold til udbredelsen af fri fase manglede gruppen et simpelt værktøj, som kan implementeres i JAGG. Det vil sige et værktøj, der simpelt er i stand til at afgøre, om en fri fase er nået i ligevægt med jorden, og derfor ikke udbreder sig som fri fase mere.

Herudover er der behov for en håndtering af opløsning i hhv. porevand og luft ved tilstedeværelse af flere stoffer i en fri fase. Dette kan ikke håndteres p.t., men bør kunne det i en revision af JAGG.

Der er i øvrigt en tæt kobling mellem udvælgelsen af modelstoffer for blandingsforureninger og håndteringen af fri fase produkter. Det vurderes derfor, at det er hensigtsmæssigt at håndtere de to dele samtidig.



## 5.5 Indkomne forslag der ikke blev behandlet på workshopen

I forhold til de indkomne forslag til workshopen om modelstoffer og fri fase, blev alle de indsendte emner berørt. I forlængelse af emnet har bl.a. Københavns amt efterlyst en standardiseret måde at få nye stofdata ind, idet der er set eksempler på "tilpassede" databaser, hvor det har været svært at kontrollere datakvaliteten. Håndteringen af opdateringer generelt forventes berørt i forbindelse med videreudviklingen af JAGG.



# 6 Massebalance og flux

De nuværende krav til vurdering af punktkilders risiko overfor grundvand tager udgangspunkt i overholdelse af koncentrationskrav 1 års opholdstid (dog max 100 meter) fra kilden, og det er denne koncentration, JAGG beregner i grundvandsmodulet. Der var generelt enighed blandt workshopdeltagerne om, at en sådan koncentration alene ikke altid er et repræsentativt udtryk for en punktkildes risiko. Vigtige punkter, der kan give en mere nuanceret risikovurdering, er forureningsfluxen fra kilden og en massebalance for kilden. Disse vurderinger foretages allerede i større eller mindre omfang på mange lokaliteter som et supplement til JAGG-beregningerne. Der blev dog fra mange sider udtrykt behov for en standardisering på området samt udvikling af hjælpeværktøjer til beregningerne, hvilket også illustreres af de mange indkomne forslag relateret til flux (mængde/tid) og massebalance. De fleste forslag og langt det meste af diskussionen på workshoppen fokuserede udelukkende på grundvandszonen.

## 6.1 Fordele og ulemper

Inddragelse af flux og opstilling af massebalancer muliggør en række vurderinger på både lokal- og oplandsskala:

- Vurdering af den resulterende koncentration i f.eks. nedstrøms vandværker.
- Varigheden af forureningspåvirkningen.
- Vurdering af naturlige nedbrydningsprocesser.
- Identificering af hvor evt. afværgen vil have størst effekt.
- Vurdering af en afværges effekt.
- Prioritering af indsats overfor forskellige punktkilder i et opland.
- Vurdering af om alle punktkilder i et opland er identificeret.
- Punktkildernes betydning i et vandrammeperspektiv.

Den største ulempe ved disse vurderinger er, at de kræver flere typer data end en almindelig JAGG-beregning (f.eks. volumen af kilden, detaljeret information om den hydrauliske ledningsevne i mange punkter og grundvandsspejlets gradient).

## 6.2 Metoder

Der er blevet foreslået en række forskellige metoder til flux- og massebetragtninger som spænder fra meget simple beregningsmetoder til faktiske målinger i grundvandet. Man kunne f.eks. forestille sig, at et flux/massebalance-modul i JAGG kunne anvendes på flere niveauer afhængig af den aktuelle viden på lokaliteterne.

### 6.2.1 Massebalance

For at lave en massebalance kræves der viden om koncentrationerne af de kritiske stoffer i vand-, jord- og luftfasen i mange punkter, samt udbredelsen af disse koncentrationer. Desuden er det meget kritisk for en massebalance at vide, om der er fri fase eller ej, og om hvad omfanget i givet fald er.

Massebalancen kræver desuden en vurdering af de styrende processer såsom nedbrydning, sorption og fordamning (oftest ikke relevant i den mættede zone). Såfremt disse data ikke er tilgængelige, må de estimeres.

### 6.2.2 Flux

Da fluxen udtrykker forureningsudledningen fra en kilde pr. tid, kræver en fluxbestemmelse, udover de samme parametre som en massebalance, en bestemmelse af grundvandets hastighed i en række målepunkter. Dette vil i praksis sige en bestemmelse af den hydrauliske ledningsevne og grundvandsspejlets gradient. Især vil den hydrauliske ledningsevne være af stor betydning, da den kan variere over flere størrelsesordener, og således bliver meget styrende for slutresultatet. Når disse parametre er bestemt, kan fluxen væk fra kilden beregnes simpelt i f.eks. Excel.

Alternativt til en fluxberegning væk fra kilden, kan fluxen bestemmes ved hjælp af målinger i et kontrolplan. Her eksisterer der flere mere eller mindre velafprøvede metoder såsom niveauspecifik prøvetagning, passive samplere ("fluxmetre") og volumenpumpning. Flere af metodernes velegnethed og usikkerheder afprøves for tiden i samarbejdsprojektet RAP mellem Københavns Amt og DTU.

Hvis fluxbestemmelserne skal anvendes til at vurdere risikoen fra flere punktkilder på oplandsskala – f.eks. i forhold til et vandværk, skal den indvundne vandmængde kendes, og fluxberegningerne skal kombineres med en stoftransportmodel.

### 6.3 State of the art

De fleste af de parametre, der skal til for at lave massebalancer og fluxbestemmelser, kan bestemmes med velkendte metoder. Men naturligvis vil bestemmelser af de ekstra parametre fordyre undersøgelserne. En kritisk parameter i forhold til fluxbestemmelsen er tilstedeværelse og omfanget af evt. fri fase. Med de metoder, der benyttes i dag, er sådanne bestemmelser behæftet med stor usikkerhed. Internationalt set findes der meget forskning på området, – men der er behov for at operationalisere denne viden. En anden vigtig problemstilling er blandingsforureninger, hvor f.eks. viden om disses nedbrydning er mangelfuld.

Der findes en del beregningsværktøjer, der kan estimere forureningsfluxe og/eller bruges til at tolke praktiske målinger. Disse værktøjer inkluderer f.eks. Mass Flux Toolkit (downloades på [www.gsi-net.com](http://www.gsi-net.com)) BioScreen og BioChlor (fra US EPA), Risc4 (Groundwatersoftware.com) og ConSim (UK EPA). Endvidere udarbejdes der i RAP-projektet et modelkoncept, der kan håndtere forureningsfluxe fra lokal skala til oplandsskala.

# 7 Design og brugervenlighed

Der var ikke nedsat grupper, der på mødet diskuterede design og brugervenlighed, men der blev præsenteret indlæg, der beskæftigede sig med emnet, ligesom det har været et generelt emne i de indsendte forslag.

Excel er siden udviklingen af JAGG modellen blevet mere avanceret med bedre programmeringsmuligheder og flere indbyggede funktioner. Såfremt man arbejder videre i en Excel struktur, er der derfor alene af den grund en række værktøjer omkring makroer, lister, rullefelter mv., der er brugbare og relativt nemme at anvende ved en opdatering. Rullefelter kan eksempelvis bruges til hurtigt at kunne lave følsomhedsanalyser, hvor bevægelse i rullefeltet styrer værdien af en inputparameter, – outputtet kan eksempelvis være en graf eller en tabelværdi.

Design diskussionen har meget gået på ønsket om at kunne generere nogle sammenhængende udskrifter, hvor både inddata, beregningsforudsætninger og beregningsresultater er med. Som eksempel er NIRAS udskrifter blevet fremvist.

Brugervenligheden af JAGG er også et emne, der gentagne gange er blevet diskuteret. En opbygning, hvor inddata indsættes via en konceptuel model som eksempelvis i den kommercielle model Risc4, er blevet fremhævet.

En mere overordnet problemstilling, der også er diskuteret i afsnittet om stoffer/fugacitet, er anvendelsen af opkobling fra brugerens JAGG version til en central database. Dette kan både gøres i form af inddata, der leveres fra central side, såsom opdaterede stofværdier, basisværdier for nedbrydningskonstanter etc., såvel som ved outputdata eksempelvis beregnede grundvands- eller indeklimakoncentrationer fra risikovurderingen på eksempelvis matrikelniveau. Dette vil kunne bidrage til at skabe overblik.

Som et endnu mere udvidet scenarie kan afviklingen af en JAGG model på en central server løsning frem for hos den enkelte bruger være en mulighed. Dette giver mulighed for, at der kan ændres/tilføjes/fjernes elementer i selve beregningsrutinerne i den takt, som de bliver færdige/uaktuelle, ligesom man er sikker på, at der anvendes den "rigtige" model med de rigtige parametre. I JAGG, som den er i dag, kan man eksempelvis ved uheld eller utilsigtet overskrive felter uden, at det umiddelbart kan ses. Såfremt man ikke bruger en ny version hver gang, men genbruger tidligere gemte versioner kan man derfor risikere at videreføre fejl.



## 8 Andre elementer

Ud over de elementer, der blev diskuteret på workshoppen er der i de fremsendte forslag (se bilag 1 for detaljer) en række andre elementer, som brugerne har peget på i forbindelse med en revision af JAGG.

Disse forslag er ikke viderebearbejdet, i det der fra forfatterens og MSTs side har været et ønske om i størst muligt omfang at tilgodese flest mulige brugere ved den kommende revision. Det er dog vigtigt, at de modtagne forslag til udvikling af JAGG fasthold, til brug ved den fortsatte udvikling af JAGG.

I det følgende afsnit er givet en kort beskrivelse af de forslag, der ikke er medtaget i denne revision af JAGG.

8.1 Indkomne forslag der ikke blev behandlet på workshoppen

### 8.1.1 AVJ

AVJ har foreslået en mulighed for at inddrage geokemiske data i vurderingen af potentialet for nedbrydning. Dette arbejdes der ikke umiddelbart videre med i JAGG regi, der henvises i stedet til GEOPROC (se Miljøstyrelsens hjemmeside) som værktøj til denne evaluering.

### 8.1.2 Carl Bro

Carl Bro har udover forslag indenfor den behandlede emnekreds givet forslag til forbedring af hhv. jord- og statistikmodulet. Dette vil ikke umiddelbart blive inddraget i denne revision af JAGG, men vil indgå i fremtidige overvejelser.

### 8.1.3 COWI

COWI har udover forslag indenfor den behandlede emnekreds givet forslag til udvikling af et recipientmodul, dvs. beregning af påvirkning af recipienter. Dette vil ikke umiddelbart blive inddraget i denne revision af JAGG, men vil indgå i fremtidige overvejelser.

### 8.1.4 DGE

DGE har udover forslag indenfor den behandlede emnekreds givet forslag til udvikling af JAGG til bedre at kunne beskrive interaktionen mellem flere grundvandsmagasiner. Dette vil ikke umiddelbart blive inddraget i denne revision af JAGG, men vil indgå i fremtidige overvejelser.

### 8.1.5 DHI

DHI har udover forslag indenfor den behandlede emnekreds givet forslag til udvikling af et usikkerhedsbaseret andengenerationsværktøj til vurdering af risiko overfor grundvand og recipienter. Værktøjet skal kunne integrere både den risikovurdering der foretages på basis af punktkildevurderinger, deponering af jord og affaldsprodukter etc. Dette vil ikke umiddelbart blive inddraget i denne revision af JAGG, men vil indgå i fremtidige overvejelser.

### 8.1.6 DMR

DMR har udover forslag indenfor den behandlede emnekreds givet forslag til videreudvikling af statistiske værktøjer til evaluering af diffust forurenede områder. Dette vil ikke umiddelbart blive inddraget i denne revision af JAGG, men vil indgå i fremtidige overvejelser.

### 8.1.7 Fyns Amt

Fyns Amt har udover forslag indenfor den behandlede emnekreds givet forslag til udvikling af JAGG så den kan anvendes til også at kunne give tilladelse efter MBL §19. Herudover er der stillet forslag om indførelse af en mere dynamisk håndtering af stoftransporten hvor tiden indgår som parameter, dvs. ikke stationaritet.

I forhold til administration af data er der stillet forslag om at JAGG i den nye version skal kunne gemme data centralt via JAR.

Disse tiltag vil ikke umiddelbart blive inddraget i denne revision af JAGG, men vil indgå i fremtidige overvejelser.

### 8.1.8 GEO

GEO har udover forslag indenfor den behandlede emnekreds givet forslag til videreudvikling af lossepladsmodul. Dette vil ikke umiddelbart blive inddraget i denne revision af JAGG, men vil indgå i fremtidige overvejelser.

### 8.1.9 Krüger

Krüger har udover forslag indenfor den behandlede emnekreds givet forslag til indarbejdelse af udregning af lokale oprensingskriterier baseret på "acceptabel" forurening af underliggende magasiner. Dette vil ikke blive inddraget i denne revision af JAGG, men kan opnås ved at anvende nogle af Excels indbyggede målsøgningsfunktioner.

### 8.1.10 RGS 90

RGS 90 har udover forslag indenfor den behandlede emnekreds givet forslag til implementering af varighedsberegninger, der reelt set ligger i forlængelse af flux og massebalancebetragtninger. Herudover er der stillet forslag om en revision af beregningsgrundlaget for sorption. Dette vil ikke umiddelbart direkte blive inddraget i denne revision af JAGG, men vil indgå i fremtidige overvejelser.

### 8.1.11 Storstrøms Amt

Storstrøms Amt har udover forslag indenfor den behandlede emnekreds givet forslag til udvidelse af JAGGs grundvandsmodul så det kan anvendes til vurdering af påvirkning af eksisterende vandindvindingsboringer, påvirkning af recipienter og beregning af påvirkning fra genanvendelse af jord (§19). Disse forslag vil ikke umiddelbart blive inddraget i denne revision af JAGG, men vil indgå i fremtidige overvejelser.



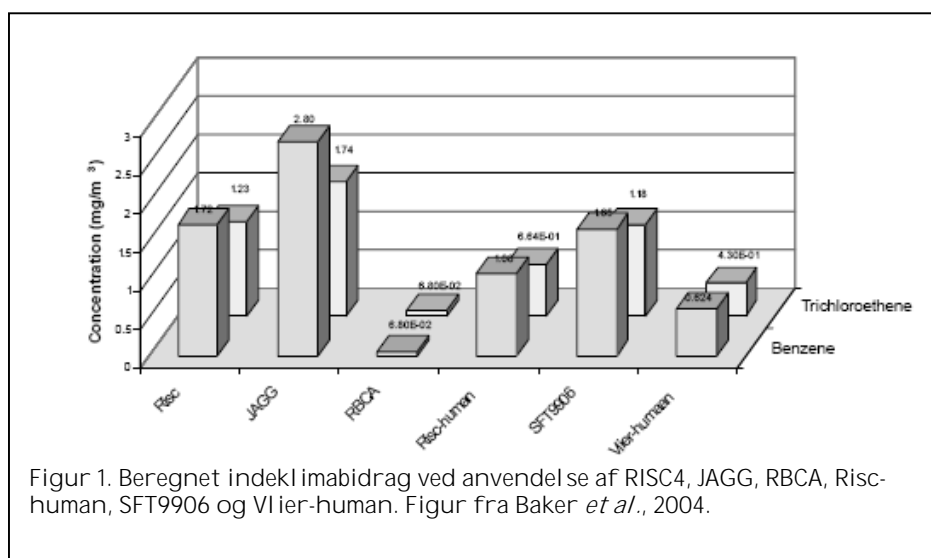
### 8.1.12 Watertech

Watertech har udover forslag indenfor den behandlede emnekreds givet forslag til implementering af barrierediagrammetoden ved risikovurdering af lossepladsgas. Dette vil ikke umiddelbart blive inddraget i denne revision af JAGG, men vil indgå i fremtidige overvejelser.



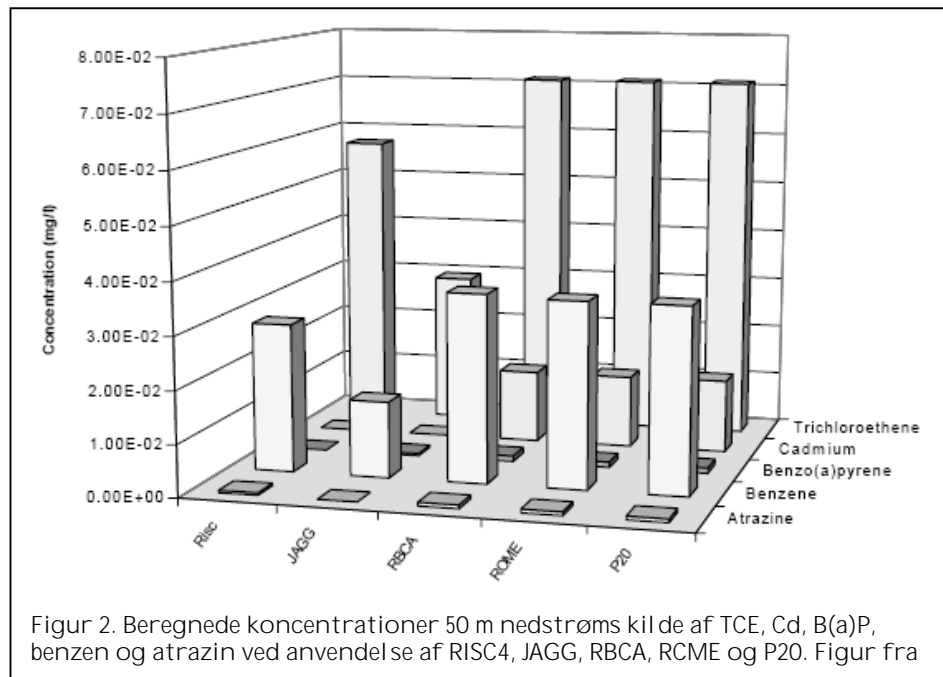
## 9 Udenlandske erfaringer

Baker et al. (2004) har udført et større sammenlignende studie af risikovurderingsværktøjer, der anvendes i Europa og USA. I studiet er JAGG sammenlignet med bl.a. RISC4 (kommercielt tilgængeligt program udviklet af bl.a. British Petroleum (BP)), RBCA (USA metode), LandSim (UK) og en række andre metoder/programmer. De anvendte metoder til risikovurdering er forskellige fra land til land, hvilket også afspejles i de numeriske metoder, der anvendes. På en række områder, eksempelvis afdampning til indeklima og koncentrationen nedstrøms en kilde i den mættede zone, er JAGG blevet sammenlignet med forskellige andre modeller. Sammenligningen er sket på baggrund af en række "syntetiske" cases, hvor forureningsfordeling, jordparametre mv. er fastlagt og efterfølgende anvendt i en risikovurdering med de forskellige værktøjer. I figur 1 er de beregnede indeklimate bidrag vist for hhv. benzen og trichlorethylen.

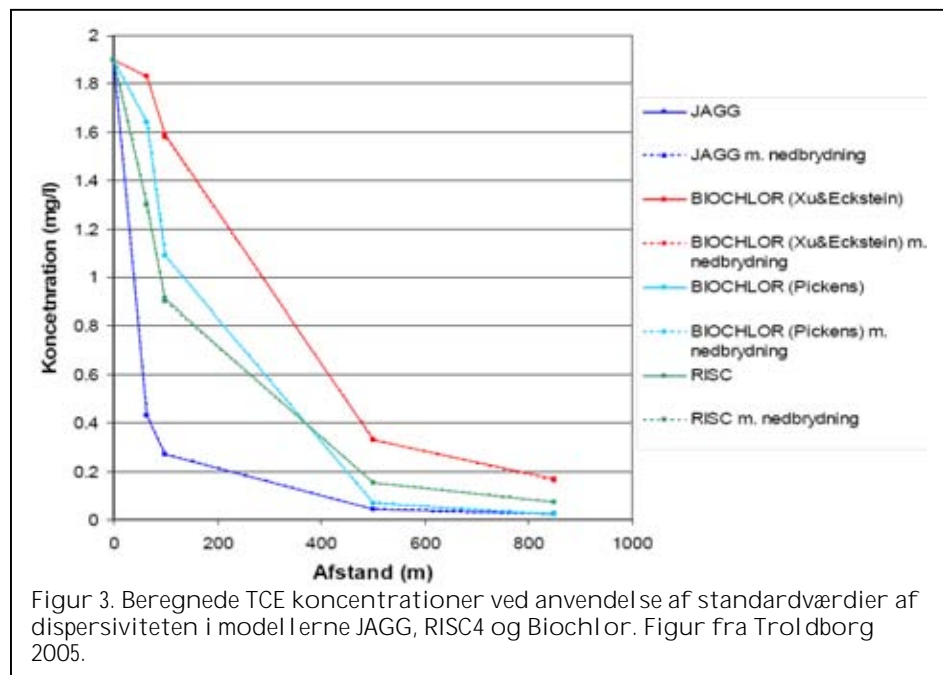


Det ses af figur 1, at RBCA skiller sig ud fra de øvrige modeller. Bidraget er eksempelvis ca. 100 gange mindre beregnet med denne model frem for JAGG. Sammenholdt med de øvrige metoder giver JAGG sammenlignelige resultater.

I figur 2 ses sammenligningen på beregning i forhold til grundvandet. Der er i beregningen anvendt en afstand til kilden på 50 m. Som det ses af figuren, er der meget sammenlignelige værdier for de undersøgte stoffer mellem JAGG og de andre modeller. JAGG giver i den konkrete beregning lidt lavere værdier end de øvrige, hvilket dog kan hænge sammen med den konkrete modelopsætning/geologiske model.



Trolborg (2005) udførte risikovurderinger overfor grundvandet på en konkret lokalitet med RISC4, JAGG og Biochlor. I figur 3 er vist resultatet af beregningerne i det primære magasin for en beregning med og uden nedbrydning.



Som i studiet gengivet i Baker *et al.* 2004 regner JAGG lidt lavere koncentrationer ud end de sammenlignelige modeller. På den konkrete lokalitet er der også et sekundært magasin, hvor JAGG giver de højeste koncentrationer ved beregningen. Det afhænger således af den konkrete opsætning, hvilken model der giver de højeste værdier.

I de fundne sammenligninger er der i forhold til usikkerheden på de indgående parametre kun tale om mindre afvigelser, typisk på en faktor 2-4 de

forskellige modeller imellem, baseret på grundvandsdelen og indeklimadelen. Der er således ingen grund til at betvivle de grundlæggende regnefunktioner/modeller i JAGG.

De grundlæggende funktioner er i mange af de anvendte modeller i udlandet af samme karakter som i JAGG. I en del lande anvendes ikke generiske grænseværdier som i Danmark. Derimod ses direkte på eksponeringen med forskellige stoffer, som så sammenholdes med eksempelvis WHO intake guidelines eller lignende.

Den mest komplette model med hensyn til beskrivelser af eksponeringsveje mv. er RISC4. Modellen er opbygget med en Windows brugerflade, der ud fra den konceptuelle spredningsmodel udfyldes med relevante parametre. Modellen har en indbygget database med standardværdier for både stof, jordparametre mv. Modellen er kommerciel, og har en pris (pr. 1. juli 2006) på ca. 3000 kr.

Som et alternativ til videreudvikling af JAGG er der både fordele og ulemper, såfremt man vil overgå til et andet system, som eksempelvis RISC4. Blandt fordelene kan nævnes, at modellen er veldokumenteret, de indgående regnemodeller stammer fra censureret litteratur (ingen hjemmestrikkede metoder) samt, at der er et antal udviklere bagved modellen. Ulemperne ved eksempelvis at anvende et værktøj som RISC4 i forhold til JAGG er bl.a., at der vil være et behov for uddannelse, at gennemsigtigheden i beregningerne kan virke mindre, samt at man ved at anvende et bestemt kommercielt værktøj favoriserer en bestemt producent. Sammenligninger med JAGG viser under alle omstændigheder, at de resultater, der opnås med RISC4, er sammenlignelige.



# 10 Diskussion og forslag til indsats

## 10.1 JAGG 2 eller et kommercielt produkt

På baggrund af gennemgangen rejser der sig en principiel diskussion omkring udviklingen af JAGG. Der kan arbejdes med to helt forskellige modeller.

Den ene model bygger på en videreudvikling af JAGG som den er i dag, dvs. en regnearksmodel eller lignende med tilhørende makroer udviklet i MST regi af MST selv eventuelt i samarbejde med rådgivere/systemudviklere. Den anden model bygger på en implementering af et kommercielt tilgængeligt program, eksempelvis RISC4, som udgangspunkt for risikovurderingen. Der er fordele og ulemper forbundet med begge metoder som kort diskuteres i de følgende.

En fortsættelse af den nuværende praksis vil kun indebære mindre ændringer i forhold til beregningsgrundlaget, og dermed Vejledning 6 og 7. Der vil til gengæld være en del omkostninger forbundet med videreudviklingen af formelgrundlaget og implementering i selve regnearksmodellen, ligesom vedligehold ikke på samme måde som ved et kommercielt produkt kan forventes at finde sted. Dette ses af at modellen stort set ikke er rettet fra dens udvikling frem til nu. Den relativt smalle brugerdatabase gør, at udviklingsomkostningerne pr. bruger ved en fortsat anvendelse og udbygning af en lokal model som JAGG er høje sammenlignet med et kommercielt produkt med en bredere anvendelsesbase.

En overgang til et helt andet koncept, som eksempelvis RISC4, vil kræve en større uddannelsesmæssig indsats i forhold til slutbrugerne (myndigheder, rådgivere etc.), ligesom slutbrugerne vil skulle købe licens til programmet. Såfremt MST ville anvende RISC4 forventes det, at MST vil kunne forhandle en samlet licenspris baseret på eksempelvis 500 licenser, som vil være væsentligt reduceret i forhold til listepriisen. En finansieringsmodel, hvor der udover opnåelsen af mængderabat, eksempelvis blev ydet et tilskud fra MST vil formentlig kunne gøre implementeringen af modellen på licenssiden rimelig overkommelig for de relevante slutbrugere. Uddannelse og opfølgning vil dog stadigvæk være påkrævet. Fordelen ved en konstruktion som dette vil være, at der dels implementeres en model, der jf. de publicerede internationale resultater, er rimeligt retvisende, fyldestgørende (også med hensyn til en række af de udviklingsmuligheder som workshoppen har peget på) og veldokumenteret. Herudover vil opdatering af produktet sandsynligvis ske med en hyppigere frekvens end hvis man har en dansk model alene. Ulemperne ved at overgå til et kommercielt værktøj vil udover det ovenfor beskrevne være at udviklingen af værktøjet ikke nødvendigvis imødekommer MSTs ønsker og krav, men tager udgangspunkt i ønsker og krav fra den samlede brugerskare. Koblingen til vejledninger, lovgivning etc. vil derfor blive vanskeliggjort.

Det overordnede valg kan dårligt træffes ud fra objektive tekniske og økonomiske kriterier alene, men er i høj grad betinget af MSTs ønske om indflydelse på selve værktøjet der anvendes. Sammenligninger har vist at

forskellene på de resultater der opnås med de forskellige modeller varierer mindre end de indgående parametre, således at der ud fra rent tekniske kriterier ikke er noget til hinder for at skifte koncept.

## 10.2 Lokal eller web baseret model

Siden fremkomsten af JAGG 1.5 er der sket en rivende udvikling på web fronten. Dette betyder at selv relativt beregningstunge applikationer i dag kan afvikles via internet frem for en lokal maskine. Der er derfor på dette tidspunkt mulighed for at skifte platform hvis MST ønsker det.

Fordelen ved en webbaseret løsning hvor enhver beregning afvikles på en central server er at der er fuld kontrol over beregningsmetode og standarddata. Samtidig vil en eventuel integration op mod databaser som JAR etc. være en mulighed ved anvendelse af en web platform frem for en lokal løsning. Ulempen vil være, at det vil kræve netadgang for at afvikle en risikovurdering, samt at der vil være ikke ubetydelige omkostninger til flytning og drift af en sådan løsning.

En lokal løsning som i dag, baseret på Excel og VBA, vil efter forfatterens vurdering være den nemmeste at implementere, idet genbruget fra den eksisterende model vil være mulig i et relativt stort omfang. En løsning hvor databasedelen eventuelt gøres webbaseret eller mulig for opdatering ved download er også en mulighed. Der er i parallelle projekter samlet data ind om eksempelvis pesticider, der med fordel kan kombineres med JAGGs eksisterende base. En mulighed for upload af nye data kan også overvejes. Dette vil gøre basen dynamisk og i et vist omfang sikre at nye data tilføjes. Udfordringen med denne løsning er at data skal kvalitetssikres, hvilket kan være yderst vanskeligt, hvis brugerne får adgang til upload.

Valg af platform er således bl.a. afhængig af behovet for integration af JAGG i forhold til JAR mm. Såfremt MST ikke vurderer dette af stor betydning vil den mest fremkommelige løsning sandsynligvis være at arbejde videre i en Excel model med lokale data som i den eksisterende version. En mulighed for at downloade nye stof data vil dog være en oplagt mulighed i forbindelse en revision.

## 10.3 Udbygning til JAGG 2

Den nuværende regnearksmodel er opbygget med en række undermoduler som vist på bilag 3. Det centrale i JAGG 1.5 er tre mindre databaser, der kobles til de enkelte regnemoduler. Databaserne er:

- Stofdatabasen, der indeholder fysisk-kemiske stofspecifikke parametre
- Jorddatabasen, der indeholder modeljordens egenskaber som porøsitet, organisk stofindhold, hydraulisk ledningsevne etc.
- Vandbalancedatabasen, der indeholder kommunefordelte nettonedbørsdata

I bilag 3 er de enkelte moduler vist som oversigt, således at input data og output af modellen for de enkelte elementer er vist. Lossepladsgas og sandsynligheds modulet ses at være helt uafhængigt af de øvrige moduler og databaser. Som det ses af bilaget benytter de enkelte moduler sig af forskelligt antal data.



Forslagene til udbygning af JAGG til version 2.0 er forsøgt illustreret i samme ramme som i bilag 3.

### 10.3.1 Indeklimaområdet

I bilag 4 er vist de foreslåede ændringer til indeklimamodulet. De nye metoder er vist som skraverede grønne moduler.

Der er på workshoppen foreslået en mulighed for at lave følsomhedsanalyser. Dette er i bilaget vist som en overordnet procedure. Denne procedure kan med fordel udvides til at omfatte samtlige moduler. Der findes kommercielle produkter til at variere indgående parametre i regnearksmodeller, men Excels egne statistiske fordelinger vil sandsynligvis være tilstrækkelige til at bygge et modul på. På bilag 5-7 er følsomhedsanalysen derfor bibeholdt som generelt modul.

De foreslåede tiltag kan med hensyn til beregning på andre gulvtypen udføres med et modul parallelt til beregning på det armerede gulv der er standard i dag. Baseret på forfatterens egne erfaringer vil moduler til andre gulvtypen være særdeles velkomne.

Med hensyn til direkte indtastning af fluxdata, svarer dette jf. bilag 4 til et ekstra inddata modul, hvor fluxen tages direkte ind frem for at blive beregnet fra "gulvmodulet". Det vurderes at det vil være relativt nemt at lave modulet, men at antallet af brugere til denne del vil være begrænset.

Beregning igennem etageadskillelser vil jf. bilaget være et modul der kobles på de beregnede koncentrationer i nederste etage. Udfordringen består jf. workshoppen at selve transportprocessen ikke entydigt er beskrevet. En senere tilføjelse af et modul når denne beskrivelse ligger vil være relativt enkel.

I forhold til indeklimaområdet vurderer forfatteren at transport over andre gulvtypen bør have den vigtigste prioritet, ligesom følsomhedsanalysen generelt bør inddrages.

### 10.3.2 Dæklag

I bilag 5 er modulopbygningen til en revideret vertikal transportmodel forsøgt anskueliggjort.

Forslagene fra workshoppen er ikke helt så præcise som for indeklimadelen, så en helt så enkel indbygning er ikke mulig i den eksisterende model.

Den mest overordnede betragtning går på en validering af forskellige regnemetoder/modeller i forhold til en række konkrete sager. Dette ligger efter forfatterens vurdering udenfor en opdatering af JAGG som sådan, men vil selvfølgelig være en spændende øvelse.

På workshoppen blev der rejst forslag om forskellige typer af beregningsmodeller til den vertikale transport baseret på en konceptuel opfattelse af forholdene. Dette kan betragtes som flere parallelle moduler. Der kan eksempelvis være et stempelflowsmodul (det nuværende), et modul der regner på sprækker ud fra idealiserede antagelser og eventuelt flere andre moduler, herunder som supplement horisontal gastransport fra en kilde.

Afhængig af vidensgrundlaget kan der kobles et antal beregningsmoduler på skitseret i bilag 5. Der er foreslået forskellige processer der kan inddrages, eksempelvis fordampning, gastransport og nedbrydning.

Baseret på forfatterens egne erfaringer er der et stærkt behov for at få implementeret nogle af disse overvejelser i JAGG. Nedbrydning bør som minimum inddrages i evalueringerne. Herudover kan en opsplnitning i de to principielle strømningstyper med fordel også inddrages. Dokumentation af nedbrydning kan ske på samme måde som ved anvendelse af trin 3 i grundvandsmodellen, alternativt ved inddragelse af større mængder statistisk bearbejdede nedbrydningsdata fra litteraturen og Monte Carlo simuleringer.

### 10.3.3 Fugacitet og stoffer

På bilag 6 er forslagene til ændringer for stofdatabasen og fugacitetsmodulet vist.

En opdatering af stofdatabasen vil umiddelbart kunne finde sted og bør gøres i forbindelse med revisionen. Dette er vist ved en større figur af databasen på bilaget end oprindeligt.

Forslaget til kun at indtaste stofdata ét sted når JAGG skal anvendes og overføre dem til de relevante moduler vurderes også at være en rimelig nem opgave. Ved at centralisere inddatering af stofkoncentrationer vil en kontrol i forhold til maksimale opløseligheder også være nem at inkorporere.

I forhold til håndtering af stoffblandinger vurderes det at være en god idé at bygge videre på det allerede eksisterende projekt udarbejdet af DHI. De relevante stoffer skal selvfølgelig indgå i databasen. Herudover kan der rimeligt nemt indarbejdes et modul, der på baggrund af total koncentrationer af blandingsproduktet kan udregne om der er residual fri fase eller fri fase tilstede og dermed om der skal korrigeres for dette ved beregning af opløste koncentrationer i fugacitetsmodulet.

En automatisering af parallelle beregninger med mange stoffer kan godt laves, men forfatteren vurderer denne option som sekundær i forhold til mange af de andre ønsker til JAGGs udvikling.

### 10.3.4 Flux og massebalance

Ønskerne til at kunne opgøre flux/massebalancer er forsøgt vist som moduler i bilag 7. I bilaget er vist moduler i forhold til grundvandstransport, men flux i forhold til inde/udeklima kan også inddrages.

Som JAGG anvendes i dag indgår kun én udgangskoncentration. Såfremt man skal til at regne på flux skal man kigge på arealfordelte data, dvs. gå væk fra den éndimensionale model. Et simpelt, men ikke helt så godt alternativ, er at regne på gennemsnitskoncentrationer.

Såfremt den eksisterende én dimensionale betragtning fastholdes vil det være en relativt simpel tilføjelse at lave et modul der dels beskriver fluxen i de forskellige planer, ligesom en simpel vurdering af udvaskningens tidshorisont vil kunne foretages.

Af hensyn til en relativt simpel opbygning vurderes det ikke at være hensigtsmæssigt at introducere flerdimensionale modeller i forhold til

grundvandsstrømningen. Det anbefales derfor at fastholde nogle simple betragtninger omkring gennemsnitskoncentration og geometri af forureningen i forhold til en fluxberegning i en simpel form.

#### 10.4 Forslag til prioriteret indsats

På baggrund af workshoppen og diskussionen ovenfor vurderer forfatteren at følgende moduler bør inddrages i revisionen af JAGG i prioriteret rækkefølge:

1. Udbygning af det vertikale strømningsmodul, eventuelt med et sprækkemodul. Nedbrydningsprocessen bør inddrages i beregningerne. Nedbrydningskonstanter bør vælges ud fra litteraturen, eventuelt som statistisk baserede værdier.
2. Tilføjelse af moduler til regning af transport over andre gulvtyper end armeret beton.
3. Generel opdatering af stofdatabase og indtastning af data ét sted med kontrol for fri fase.
4. Håndtering af blandingsforureninger.
5. Generel revision af design og udtryk, ind- og uddata samles på en side, sags specifikke parametre kan indtastes osv.

Flux betragtningerne kan herudover i sin simple form nemt indføres i forbindelse med revision af det generelle design.

Økonomien forbundet med de 5 emner vil være meget forskellig, ligesom kompetencerne der kræves for at løfte opgaven vil være meget forskellig. Relativt vurderes det at de to første punkter vil kræve hovedparten af indsatsen, idet der for begge disse punkter først skal besluttes (alternativt udvikles) hvilken matematisk beskrivelse, der skal anvendes til at beskrive processerne, ligesom datakrav og dokumentation skal bestemmes. Punkt 3 og 4 er mere projekter, der bygger ovenpå den eksisterende model og kun kræver mindre justeringer. De krævede kompetencer er også relativt forskellige, idet løsning af punkt 1 og 2 kræver mere konceptuel viden og udvikling end de øvrige punkter. Punkt 5 kan tilsvarende ses som en næsten ren EDB/design opgave.



# 11 Referencer

AVJ (2005): Indsamling og vurdering af data til risikovurdering i JAGG-modellen. Teknik og administration nr. 1, 2005.

Baker, K., Gardner, M., Hayward, H., MacLeod, C. (2004): Executive Summary Report, Risk Assessment Comparison Study. Udarbejdet for NICOLE. Kan downloades fra [www.nicole.org](http://www.nicole.org).

Fuglsang, K. (2001a): Måling af indtrængningen af gasformige forbindelser fra forurenede jord til indeluften: Foliemetoden Del 1. Laboratorieundersøgelse. Miljøprojekt, 646; Teknologiuudviklingsprogrammet for jord- og grundvandsforurening.

Fuglsang, K. (2001b): Måling af indtrængningen af gasformige forbindelser fra forurenede jord til indeluften: Foliemetoden Del 2. Felttest. Miljøprojekt, 647; Teknologiuudviklingsprogrammet for jord- og grundvandsforurening.

Kjeldsen, P., Christensen, T.H. (1996): Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand. Projekt om Jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 20.

Miljøstyrelsen (1998): Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind & Appendikser. Vejledning nr. 6 fra Miljøstyrelsen.

Trolborg, M. (2005): Værktøjer til risikovurdering af punktkilder. Forprojekt udarbejdet ved Institut for Miljø og Ressourcer, DTU.



# Indkomne forslag til emner

Emner er struktureret efter indsenderens institution.

## **Forslag til forbedring af JAGG**

Søren A.V. Nielsen  
AVJ

### **Indeklima**

Det er min erfaring at indeklimaberegninger i JAGG er behæftet med betydelig usikkerhed - ofte så stor at der reelt ikke er tale om et retvisende resultat som ofte skal verificeres ved konkrete målinger af porluft under gulv og indeklimamålinger.

Modulet kunne med fordel omfatte antal af gulv og væg installationer (gennemførsler gennem gulv og væg), hulmure etc. Man bør overveje om modulet skal fjernes hvis det viser sig at det input der skal til for at foretage beregningen kræver så store omkostninger at det ikke står i forhold til omkostningerne ved de fysiske målinger.

### **Umættet zone**

Der skal rettes op på de fejl der er i modulet og samtidig skal data opdateres med de mest pålidelige data.

### **Grundvand/nedbrydning**

Mulighed for at indsætte en anslået mængden af stof i jord og grundvand og beregne hvad der kræves for at den naturlige infiltration/grundvands strømning skal kunne nedbryde mere end hvad der kommer ud af punktkilden (nedbrydning>flux).

Der skal derfor også være mulighed for at indsætte vandkemiske (redox) data.

### **Fugacitet**

Der skal ikke være mulighed for at få præsenteret et resultat som ligger udenfor et givent stofs opløselighed.

### **Andet**

I forbindelse med afrapporteringen af JAGG beregningerne ville det være godt med et bemærkningsfelt ud for hver valgfelt som skal (kan) begrundes. Jeg forestiller mig en opbygning hvor der fremstilles en egentlig sammenhængende rapport på 2-3 sider med beregninger og relaterede bemærkninger, diskussioner og konklusioner. Fordelen er at det er lettere for myndighederne at blive opmærksom på med hvilken begrundelse de forskellige faktorer er valgt og at det som en samlet rapport vil være meget brugervenligt.



# Teknisk notat

Forslag til udvikling af JAGG

3. marts 2006  
Projekt:

---

Udarbejdet : Jesper Albinus og Kasper Ullum

Kontrolleret : Majbrith Langeland Sørensen

Godkendt : Jesper Albinus

Vedlagt :

Kopi til :

---

## 1 GENERELT

1. Modelstof inkluderet i JAGG ønskes for hver af de tre kulbrintefraktioner - eller to-tre stoffer der skal beregnes og vurderes ved en standardberegning for totalkulbrinter. Hvis der er enighed om anvendelse af eksempelvis n-dodekan, hexadokan el. lign. fås sammenlignelige vurderinger fra sag til sag og amt til amt, selv om der vil være tale om tilnærmelser. Evt. gives en retningslinje for, hvilken fraktion der bør regnes på afhængig af forureningens sammensætning. I AVJ-info 6/2003 side 14-15 er der angivet nogle indikatorstoffer for forskellige fraktioner, som kan være relevant at inddrage.

## 2 LAYOUT

2. Færre (rimeligt antal!) decimaler i output og mellemregninger – til forbedring af læsevenligheden og for en mere korrekt angivelse af nøjagtigheden på beregningerne.
3. Udelad grå eller farvet baggrund i output, både i tekst og på diagrammer; det forringer læsbarheden af kopier og telefax.
4. Output præsenteres på tabelform, så de væsentlige input-data og beregninger fremgår tydeligt. Carl Bro har for grundvand bl.a. anvendt det eksempel, der ses i fig. 1.

Carl Bro as

Granskoven 8  
2600 Glostrup  
Danmark

Tlf. 4348 6060  
Direkte tlf. 4348 6532  
Mobiltlf. 2723 6532

Direkte fax 4396 4414  
E-mail jea@carlbro.com  
Tn001JeA-JAGG.doc

www.carlbro.com  
CVR-nr. 48233511

## 3

**AFDAMPNING**

5. Indarbejdelse af reduktionsfaktorer for etageadskillelser som typer som f.eks. træ-etageadskillelser, beton-etageadskillelser samt herunder beskrivelse og valg af gulvtyper, beskrivelse af gulvtypens tilstand og valg af materialekonstanter som følge af gulvets tilstand og type.
6. Gerne registreringsblad for synlige konvektive bidrag på lokaliteten – for vurdering af beregningerne.
7. Indarbejdelse af DMI – data som standard bilag for vurdering af jagg-beregningerne. Om muligt indarbejdelse af retningslinjer (til sin tid en beregningsrutine?) for vurdering af data som funktion af lufttryks/temperaturvariationer.
8. Principskitse af hvordan beregningerne gennemføres, gerne hvor standardparametrene overføres til en lille boks på figuren. Der kan for eksempel anvendes en lille figur, som f.eks. den vedlagte principtegning, fig. 2 – der mangler dog overførsel af standardberegningsparametre. Carl Bro har principskitser for et stort antal bygnings typer f.eks. med og uden kælder, 1 -3 etager etc.
9. Hos myndigheder, ejere og brugere er der divergerende ønsker vedr., om der skal udføres JAGG-beregninger eller ej, når den påviste poreluftkoncentration er mindre end 100 gange afdampningskriteriet, og der regnes på standardparametrene i modellen. Kan det præciseres nærmere, hvornår beregning kan udelades, og kan der opnås ensartet procedure. For stoffer som er fundet i koncentrationer under 100 gange afdampningskriteriet, kræves der iflg. vejledningen ikke beregning, hvis der er tale om et tæt betongulv. Ofte er der dog ikke tale om et tæt betongulv, eksempelvis trægulv. En mulighed er derfor at der som standard skal udføres beregninger for stoffer, som findes i koncentrationer over afdampningskriteriet.
10. Et læsevenligt bilag, hvor geologi visualiseres, evt. med principskitse for bygning og beskrivelse af hvordan beregningerne vurderes ud fra inddata. Geologien er af stor betydning for afdampningen (eksempelvis muldrag), og en principskitse vil tydeliggøre hvilke antagelser der er gjort. Lagfølgen kan eksempelvis illustreres ud fra de foretagne valg. Øvrig illustration afhænger af mulighederne i excel.

## 4

**GRUNDVAND**

11. Opkoncentrering til 25 cm forurenede zone er ikke retvisende ved boringer filtersat i ler, hvor vandet kommer fra sandslirer. Denne opkoncentrering skal kunne fravælgges. Alternativt kan man eventuelt angive en "Effektiv filterlængde" (svarende til summen af sandslirernes tykkelse) eller simpelthen "samlet tykkelse af filtersatte, vandførende sandlag".
12. Det bør overvejes om der er behov for trin I-III a. Som regel bruges trin I-III b, og i mangel af data vil de tilgrundliggende antagelser vil lige så godt kunne gøres således at trinnene "b" kan bruges i stedet for "a". Dette vil gøre modellen lettere at forstå, da de to trin kan være vanskeligt at skelne fra hinanden.
13. På lokaliteter med langsom grundvandsstrømning er det ofte vanskeligt at opfylde kvalitetskravet i 1 års strømningsafstand, mens det på de samme sager ofte er opfyldt i 100 m afstand. Det foreslås at kravet om opfyldelse i 100 m afstand anvendes generelt, idet det samtidig skal angives i hvilken afstand kravet beregningsmæssigt er opfyldt; eventuelt kan der differentieres mellem kravene for forskellige stoffer.
14. Kemisk nedbrydningspotentiale v. redoxprocesser – dette ville være godt at have med som en valgmulighed, svarende til det, der findes i modellen BIOSCREEN.
15. Ved indregning af nedbrydning reduceres stofkoncentrationen, men ved nedbrydning af chlorerede stoffer dannes der i stedet andre stoffer, som spredes nedstrøms. Beregningsresultaterne bliver således ganske misvisende. Dette er beskrevet i model-

len BIOCHLOR. Muligvis kan man få lov at oversætte denne model til dansk, og ellers bør beregningsrutinerne indarbejdes for chlorerede stoffer.

16. Outputdiagrammerne for grundvandskoncentrationer bør forbedres.

## **5 JORD**

17. Højeste koncentration og gennemsnitsberegning, kunne udtages af modellen alternativt – skal modellen gøres mere brugervenlig for import af data

## **6 UDELUFT**

18. Der er ofte ikke overensstemmelse mellem målte koncentrationer og beregnede udeluftkoncentration ved standardparametrene. Der burde i højere grad være overensstemmelse mellem f.eks. baggrundskoncentration fra Fyns Amt og vurdering af udeluftbidraget.

## **7 SANDSYNLIGHEDSMODULET**

19. Efter ændring af kriterierne for PAH, BAP så er det måske meget mere relevant at kigge på overskridelse af kriterierne i en enkelt analyse. Det ville være korrekt at anvende sandsynlighedsmodulet til mere konkret vurdering af om jordkvalitetskriterierne vurderes at være overskredet. Hvad er der behov for af analyser for at sikre at dette.

## **8 LOSSEPLADS**

20. Der er behov for mange flere hjælpetekster og forenklede standard valg.

Fig. 1 Eksempel på præsentation af input- og outputdata for grundvand, anvendt af Carl Bro. Beregning for sekundært magasin

Inputparametre	Betegnelse	Værdi	Enhed	Bemærkninger
<b>Trin I b</b>				<b>JAGG</b>
Målt koncentration	C1,målt	0,17	mg/l	
Filterlængde	l	1,5	m	mættet zone i filter
Kildekoncentration	C1	1,02	mg/l	beregn. for 25 cm zone
<b>Resultater, trin II b</b>				<b>JAGG</b>
Effektiv porøsitet	eeff.	0,2		
Tykk. grundvandsmagasin	maxdm	15,0	m	
Hydraulisk gradient	i	0,0012		Rettet mod nord
k (omregnet til m/år)	kår	9467,3	m/år	
-	VD	11,4		
Gnmsn. porevandshast.	Vp	56,8	m/år	
Afst. t. teoretisk beregn.p.	L	56,8	m	
Transp.tid til teoretisk b.pkt.	ttid	1,0	år	
Opblandingsdybde	dm	1,0		
Forureningskoncentration	C2	0,261	mg/l	

<b>Resultater, trin III b</b>				<b>JAGG</b>
Basis for beregning	TrinII b			
Koncentration fra trin I	C1	1,02	mg/l	
Baggrundskoncentration	Cg	0	mg/l	
1. Ordens nedbrydning	k1	0,0001	dag <sup>-1</sup>	Konservativ værdi.
Oktanolvand ford.	Log kow	2,53		
Vandmættet porøsitet	ew	0,45		
Bulkmassefylde	Rho b	1,4575		
Organisk indhold	Foc	0,001		
Fordelingskoefficient	Log_Kd	-1,21		
Fordelingskoefficient	Kd	0,06		
Retardationsfaktor	R	1,20		
Gnmsn. porevandshast.	Vp	57	m/år	
Afst. t. teoretisk beregn.p.	L	57	m	
Tykk. grundvandsmagasin	maxdm	15	m	
Bredde	B		m	
Vandflux	Qo		m <sup>3</sup> /år	
Koncentration fra trin II	C2	0,261	mg/l	
-	VD	11,361		
hastighed	Vs	47	m/år	
Flux	j0			
Transp.tid m. Sorption	Sorptid	438	dage	

”Resultater med sorption og nedbrydning, konservativt, svarende til anaerobe forhold.”

Afstand	m	0	57	100	200	300	400	500	600	700	800	1000
Transporttid	år	0	1,0	1,8	3,5	5,3	7,0	8,8	10,6	12,3	14,1	17,6
Opblandingsdybde	m	0,25	1,0	1,8	3,8	5,9	8,2	10,7	13,3	15,0	15,0	15,0
Forureningskonc.	C2dist.	1,02	0,261	0,144	0,068	0,043	0,031	0,024	0,019	0,017	0,017	0,017
Konc. med nedbr.		1,02	0,252	0,135	0,060	0,036	0,024	0,017	0,013	0,011	0,010	0,009
Transporttid (sorpt.)	år	0	1,2	2,1	4,2	6,3	8,5	10,6	12,7	14,8	16,9	21,1
Konc. m. sorpt. og nedbr.	C3dist.	1,02	0,250	0,133	0,058	0,034	0,023	0,016	0,012	0,010	0,009	0,008

Fig. 1, fortsat. Eksempel på læsevenligt layout ved præsentation af output

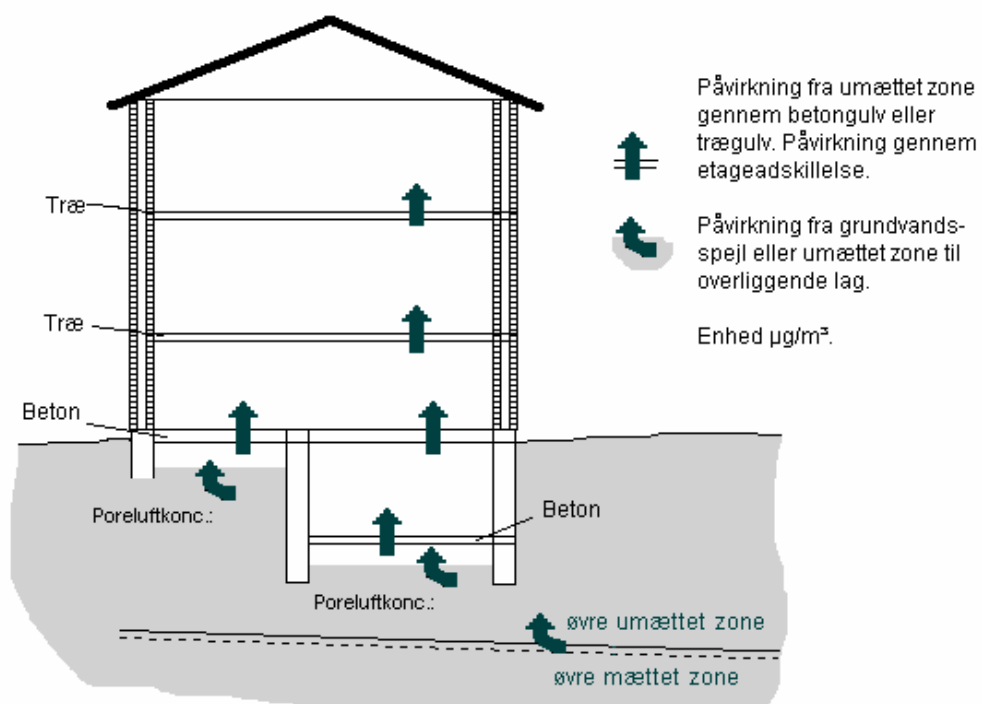


Fig. 2 Eksempel på principskitse af afdampningsberegning

Eksempel på præsentation af data fra afdampningsberegning.

Tabel 1: Påvirkning af indeklima, nuværende arealanvendelse. Enhed  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

NUVÆRENDE AREALANVENDELSE						
Perchlor-gade 1A	Nuværende anvendelse	Forurenings-komponent	Beregnet bidrag	Målt bidrag	Afdampnings-kriterium v. nuværende arealanvendelse	Risiko for på-virkning
Stueplan	Ubenyttet	PCE: 73.000	182*	-	-	Nej
Udendørs arealer	P-areal	PCE: 1.100.000	0,28*	-	6	Nej
		PCE: 21.000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ i jord $\rightarrow$ PCE: 4.488.687 i poreluft	1,2*			
Perchlor-gade 1B	Nuværende anvendelse	Forurenings-komponent	Beregnet bidrag	Målt bidrag	Afdampnings-kriterium v. nuværende arealanvendelse	Risiko for på-virkning
Kælder	Oplag	PCE: 1.600	9,5	-	-	Nej
Stueplan	Bolig	PCE: 9,5 (beregnet)	0,4	5,4	6	Nej

<b>Memo</b>	Miljøstyrelsen	<b>COWI A/S</b>
<b>Titel</b>	Videreudvikling af JAGG	<b>Odensevej 95</b>
<b>Dato</b>	2. maj 2006	<b>5260 Odense S</b>
<b>Til</b>	Arne Rokkjær, Miljøstyrelsen	<b>Telefon 63 11 49 00</b>
<b>Kopi</b>	Thomas Larsen, Orbicon	<b>Telefax 63 11 49 49</b>
<b>Fra</b>	Lotte Lindgaard Andersen m.fl., COWI	<b>www.cowi.dk</b>

## 1 Indledning

Miljøstyrelsen har på ATV-møde den 26. april 2006 nævnt 5 hovedområder, som de indkomne forslag til revision af JAGG grupperer sig i. Disse er nævnt nedenfor og COWI har efter aftale med Arne Rokkjær, Miljøstyrelsen suppleret med hovedoverskrifter på ekstra emneområder indenfor disse samt forslag til repræsentant for COWI for hver af disse emneområder eller de emneområder, hvor vi har mest at bidrage med.

For så vidt angår kontaktpersoner og emneområder mener vi, at COWI har mest at bidrage med for så vidt angår **indeklimadelen (forslag Tage Boote)** på grund af omfattende arbejde med poreluftsprojektet og på **grundvandsdelen (forslag Anna Toft)** i forbindelse med fluxberegner/massebetragtninger.

### 1.1 Umættet zone/dæklagsmodel

#### 1.1.1 Indkomne forslag til MST

Hensyntagen til fortynding og omsætning i umættet zone. Mange forslag til implementering af processer i dæklag/umættet zone med forskelligt kompleksitetsniveau.

#### 1.1.2 Supplerende forslag fra COWI

Ingen supplerende forslag

#### 1.1.3 Forslag til kontaktperson COWI

Jesper Lind, COWI Lyngby. Dette emneområde er dog ikke det, COWI har arbejdet mest med.

### 1.2 Indeklimadelen

#### 1.2.1 Indkomne forslag til MST

Forskellige gulvopbygninger. Virkning af membran. Spredning via vægge og andre spredningsveje. Påvirkning gennem flere etager. Konceptionel model. Følsomhedsanalyse.

#### 1.2.2 Supplerende forslag fra COWI

Mulighed for at medtage nedbrydning af oliestoffer og BTEX i indeklimaberegningsmodulet - for vi ser dem stort set aldrig i vores målinger. (BGH)

Modelstoffer for beregning på olieblandinger i indeklimatemodulet. Disse stoffer kan være anderledes end de, som benyttes i grundvandsmodulet (BGH)

Flux og masseberegninger over tid: hvor lang tid vil et hus' indeklima være påvirket af overskridelse? (Udgør eksempelvis 2 kg restforurening i umættet zone et problem) (BGH)

Beregning på trægulve (BGH/AMS)

Bidrag over kældervæg

JAGG fokuserer udelukkende på transporten af gas gennem gulvet, selvom en kilde ikke nødvendigvis er placeret herunder, men kan være placeret ved siden af bygningen. I tilfælde af kælder vil der her kunne ske en transport ind gennem kældervæggen, der også bør tælles med i det samlede indeklimatebidrag (set dette i forhold til Fredericiagade, Aalborg, afgangsprøjet 2005/poreluftsprøjet). (Anne Thorbjørn)

Grundlag for beregning af transportparametre i den umættede zone

Idag beregnes den relative gasdiffusionskoefficient ud fra en formel udledt af Millington og Quirk i 1961. Den er matematisk udledt og således ikke baseret og valideret mod måledata. Sammenholdes den relative gasdiffusionskoefficient,  $D_p/D_0$ , beregnet ved hjælp af formelen anvendt i JAGG, med målte værdier for forskellige jordtyper fejler den fuldstændig. Der er derfor et behov for mere repræsentative formler. En forudsætning for at kunne medtage effekten af biologisk omsætning i den umættede zone er, at der er helt styr på selve transporten - og det er der ikke i JAGG. (Anne Thorbjørn)

Effekten af jordstruktur i den umættede zone JAGG tager højde for fire forskellige typer jordteksturer, men tager ikke højde for struktur, såsom kompaktering, som vil være relevant i urbane områder, f.eks. under bygninger, eller "dual-porosity" som er meget relevant i forbindelse med ejendomme, hvor kalken ligger terrænnært. (Anne Thorbjørn)

Undersøgelse af hensigtsmæssigt tidspunkt for udførelse af poreluftmålinger. der mangler viden om hensigtsmæssigt prøvetagning i forbindelse med poreluftmålinger, dels i forhold til prøvevarighed (om der skal opsamles over en længere periode), dels prøvetidspunkt (om der skal opsamles vinter, forår, sommer eller efterår) - afdampningen vil afhænge af temperatur og jordens vandindhold og herigennem årstiden. (Anne Thorbjørn)

### 1.2.3 Indeklima-kontaktperson fra COWI

Der er mange specialister i COWI på indeklimatedelen. Vi vil foreslå **Tage Boote, COWI Lyngby**, der har været med i poreluftsprøjet og til at udforme projektkatalog i forbindelse hermed. Torben Jørgensen er projektleder på poreluftprøjet men er i USA den 1. juni. Dorthe Glensvig er på barsel den 1. juni. Af øvrige specialister på risikovurdering i forhold til indeklima kan nævnes Birgitte Østergaard og Anne Marie Schondelmaier.



### 1.3 Fluxberegning m.m.

#### 1.3.1 Indkomne forslag til MST

Omsætning gennem vertikal transport, stofudveksling mellem grundvandsmagasiner. Massebetragtninger for kildestyrke, mængde i kilde og forventet udvaskningshorisont. Opblending af flux i indvindingsmængde.

#### 1.3.2 Supplerende forslag fra COWI

Masseberegninger af forureningsmasse i hver af medierne jord, poreluft og grundvand (ATN)

Beregning af stofflux pr. år gennem et tværsnitsareal af grundvandstrømmen i magasinet, hvor der regnes på koncentrationsudvikling (den vertikale stofflux beregnes allerede i JAGG under trin 1a og figurer som et mellemresultat). Alle parametrene til stoffluxen er næsten inde sammen med de eksisterende beregninger (ATN)

Beregning af hvor stor en grundvandsmængde, den årlige stofflux kan forurene i koncentrationer svarende til grundvandskriteriet (ATN)

Metode og beregning af total kulbrinter, f.eks. med modelstoffer som n-heptan, n-oktan, decan, do-decan (som vi nogle gange gør), men der mangles nedbrydningsrater. (ATN/LOA)

Evt. tilpasning i forhold til sager, hvor vandprøver fra flere dybder viser væsentlig større opblending i det centrale nedsivningsområde end programmets forudsatte 0,25 m. Programmet regner med en 7-dobling af opblandingsdybden fra 0,25 m i kildeområdet til 1,8 m i afstanden 100 m nedstrøms, dvs. 7 gange fortynding. Hvordan regnes der, når der er opblending i de øverste 5-10 m i kildeområdet ? (ATN)

Medtagelse af nedbrydning i dæklaget. (JRL). n.b. ikke ny

Kildestyrkekoncentrationerne må ikke overstige den maksimale opløselighed. I fugationsberegningerne kan der forekomme koncentrationer over opløseligheden som kan anvendes i trin 1-3 beregninger. Der bør indlægges en maksimal værdi så der ikke regnes med højere koncentrationer end opløseligheden. (JRL). Også nævnt som et underpunkt under 1.5.2. - alarmer generelt.

Stofspecifikke data/nedbrydningsrate for flere stoffer må være tilgængelige via internet opslag (JRC). Herunder bl.a. data for pesticider og MTBE, TBA, TBF (LOA).

Inddragelse af udvaskningstest for tjærestoffer og metaller i risikoberegninger (LOA)

Recipientmodul. Det er måske muligt at udvide grundvandsmodul med en recipientgren, hvor medianminimumsvandføringen, initialfortyndingen mv. kan indføres eller vælges fra en liste over standarder og der således beregnes en koncentration i recipienten - håndregningerne er dog ikke vildt komplicerede,

men det ville være rart at have muligheden og samtidig vil man være mere sikker på at man har taget udgangspunkt i de relevante parametre. Herudover må beregningerne forventes at være afhængige af om man vurderer i forhold til en sø, et vandløb eller en marin recipient.(AKRA). Beregningerne relateres i forhold til immisionskrav i recipient (LOA).

### **1.3.3 Kontaktperson vedr. flux/mættet zone fra COWI**

Vi vil foreslå **Anna Toft, COWI Lyngby**. Anna har afholdt flere kurser i risikovurdering indenfor Amternes Videnscenter. Alternativt Jarl Dall-Jepsen eller Lotte Lindgaard Andersen, der har arbejdet med dem i relation til bl.a. OM og anvendt alternative massebetragtninger, når JAGG ikke slår til.

## **1.4 Fugacitet m.m.**

### **1.4.1 Indkomne forslag til MST**

Beregning af risiko i forhold til fri fase og residual fri fase. Beregning for blandingsforureninger (bl.a. benzin). Indarbejdelse af flere stofdata (ex. pesticider)

### **1.4.2 Supplerende forslag fra COWI**

Ingen supplerende forslag

### **1.4.3 Kontaktperson fra COWI**

Ingen forslag

## **1.5 Følsomhed, parameterbeskrivelse, stokastisk**

### **1.5.1 Indkomne forslag til MST**

Mulighed for at beskrive parametervalg, variere parametre og se konsekvens. Betydning af variabilitet af parametervalg. Sandsynlighedsscenarioer - overholdelse af kvalitetskriteriet med 95 % sandsynlighed.

### **1.5.2 Supplerende forslag fra COWI**

Følsomhedsvurderinger, retningslinier herfor og evt. automatiske spændvidde beregninger (ATN)

#### **"Alarmer"**

Der er flere steder hvor JAGG med fordel kunne komme med en "alarm" eller "obs" hvis der der beregninger som synes urealistiske. f.eks.

- Fugacitet-modulet - det bør fremgå med en alarm eller en rød farve når den maksimale opløselighed af et stof er overskredet. Som det er idag ignorerer JAGG at den maksimale opløselighed er overskredet og man kan uforvarende komme til at regne videre på en for høj koncentration. (*er nævnt i notatet*)
- Grundvandsmodulet - hvis den årlige strømningshastighed er større end X meter
- Grundvandsmodulet hvis opblandingsdybden er større end tykkelsen af grundvandsmagasinet (AKRA)

### **1.5.3 Kontaktperson fra COWI**

Her foreslås **Anne Krag, COWI- Odense**. Anne har arbejdet meget med risikovurderinger og har arbejdet i Fyns Amt indtil 1. januar 2006, og har således også myndighedssiden tæt på.

## **1.6 Generel opdatering/layout**

### **1.6.1 Indkomne forslag til MST**

Hjælpetekster, kommentarfelter ved afvigelse af standardværdi, sagsrelaterede oplysninger, udskrift på én side, mulighed for at skrive firma/myndighedslogo på.

### **1.6.2 Supplerende forslag fra COWI**

Ingen supplerende forslag

### **1.6.3 Kontaktperson fra COWI**

Lars Find fra COWI i Odense har arbejdet meget med excell og databaser for amterne, bl.a. ROKA. Han kunne trækkes ind på et senere tidspunkt.

## Videreudvikling af JAGG

Nedenfor er angivet forskellige områder, der med fordel kunne medtages i en revidering af JAGG.

### 1 KOMPLEKSE BLANDINGER

#### 1.1 Baggrund og formål

I lang de fleste tilfælde er der tale om blandingsforureninger, når der påvises forureninger på grunde. Dette drejer sig især om kulbrinte-forureninger, hvor blandingerne kan bestå af benzin, diesel, fyringsolie eller lignende, men også indenfor de chlorerede opløsningsmidler er der ofte anvendt fx både TCE og PCE.

Den nuværende beregningsmodel er ikke opbygget til at håndtere disse blandingsforureninger men tager udgangspunkt i en idealiseret verden med en forureningskomponent. Da dette ligger langt fra virkeligheden, bør modellen udvides til at kunne håndtere blandingsforureninger således, at der vil kunne opnås et mere realistisk billede af eventuelle forureningskoncentrationer og risici.

#### 1.2 Præsentation

For at udvide beregningsmodellens anvendelighed til også at omfatte blandingsforureninger, bør der efter gennemgang af litteraturen:

- Indføre modelstof/stoffer til beregning på blandingsforureninger
- Indlægge formler i beregninger således, at der tages hensyn til de mere simple blandingsforureninger

Resultaterne fra Miljøstyrelsens tidligere arbejde omkring denne del af forureningsproblematikken skal selvfølgelig medtages.

#### 1.3 Implementering

Det vurderes, at ovennævnte kan implementeres i de nuværende moduler, alternativt at der opbygges et helt nyt modul omhandlende beregninger på blandingsforureninger. Resultatet fra dette modul kunne så anvendes i den nuværende opbygning af risikoberegningerne.

## 2 INDEKLIMA

### 2.1 Baggrund og formål

På stadig flere grunde påvises forurening under gulvkonstruktionen i beboelseshuse og sammenholdt med den stigende interesse, der er fra forskellige interessenter i at bygge på forurenede jord, er det af stor vigtighed, at risikoberegningerne over for indeklimaet er korrekt udført efter pladsspecifikke forhold i henhold til intentionerne i for eksempel jordforureningsloven.

Den nuværende opbygning af "indeklima – modulet" i JAGG er, på trods af det komplekse ydre med anvendelse af beregningsformler fra betonvidenskaben herunder dét der fremgår af Radon – bekendtgørelsen, begrænset i dens anvendelse, idet fx de fleste ældre huse ikke er opbygget efter radon bekendtgørelsen ligesom hele konstruktionen omkring gulvet ikke direkte er implementeret i det nuværende modul.

For at udvide modulets anvendelighed, bør modulet derfor udvides til at indeholde forskellige nye beregningsformer.

### 2.2 Præsentation

Det foreslås, at følgende implementeres i det nuværende modul:

- Opdatere "standard" data for gulvkonstruktioner
- Mulighed for beregning på gulve uden armering
- Mulighed for at indlægge "diffusive" forhindringer i gulvkonstruktionen (såsom dampspærre, linoleumsgulv, andre belægninger, etc.) eventuelt ved at indlægge en reduktionsfaktor i beregningsmodellen
- Mulighed for at indtaste yderligere oplysninger om gulvkonstruktionen (kapilær brydende lag, isolering, etc.)
- Mulighed for selv at indtaste fx revnevidder
- Mulighed for at beregne bidraget af fx den konvektive transport omkring rørføringer o.l.
- Mulighed for at implementere et luftskifte under gulv (fx ved krybekælder, kapilær brydende lag, ilagt ventilationsrør, etc.)
- Udføre en følsomhedsanalyse på de indtastede data

### 2.3 Implementering

Det vurderes at de nævnte forbedringer kan implementeres i det nuværende modul, alternativt at der opbygges et helt nyt modul.

### **3 HORIZONTAL SPREDNING I UMÆTTET ZONE**

#### **3.1 Baggrund og formål**

Den nuværende beregningsmodel opererer med en vertikal transport fra et punkt i jorden til det ovenliggende bygning / udeluft, alternativt at koncentrationen ”flyttes” ind under bygningen

Derimod kan modellen ikke anvendes direkte til at vurdere en horisontal udbredelse i den umættede zone og dermed vurdere risikoen for omkring liggende bygninger.

Det er velkendt, at den horisontale permeabilitet generelt er væsentlig større end den vertikale, og den diffusive horisontale spredning af forureningen må derfor alt andet lige forventes at være større end den vertikale.

Det vil være ønskeligt om modellen kunne udbygges til at medtage effekten af den horisontale forureningstransport lidt i stil med grundvandsmodul (”1 års transporttid”)

#### **3.2 Præsentation**

Ud fra eksisterende matematiske modeller refereret til i litteraturen opbygges et separat modul til vurdering af effekten af den horisontale forureningsudbredelse.

#### **3.3 Implementering**

Se pkt. 3.2 .

### **4 PROCESSER I DEN UMÆTTEDE ZONE**

#### **4.1 Baggrund og formål**

Vi har i gentagne tilfælde set, at der ikke er overensstemmelse mellem de beregnede værdier i den umættede zone, og dét vi måler i felten. Vores vurdering er, at det i høj grad må tilskrives de processer, der er i den umættede zone, fx hovedsagelig biologisk nedbrydning for kulbrinterne.

I den nuværende beregningsmodel er der ikke mulighed for at medtage effekten fra de forskellige processer, der foregår i den umættede zone, hvilket vurderes at give et fejlagtigt billede af forureningssituationen i jorden.

#### **4.2 Præsentation**

Miljøstyrelsen har iværksat projekter til at undersøge problemstillingen nærmere, og resultaterne fra disse projekter bør implementeres i den nuværende model.

Af vigtige processer, som bør medtages, er:

- Biologisk nedbrydning
- Sorption
- Konvektiv transport i den øverste del af den umættede zone på grund af ændringer i atmosfære trykket

### **4.3 Implementering**

Det anses ikke for praktisk muligt at implementere disse ting i den nuværende opbygning af programmet, hvorfor der bør laves et separat modul, hvori disse processer kan vurderes/beregnes

## **5 GRUNDVANDSFORHOLD**

I den nuværende model er der ikke mulighed for at indlægge den vertikale strømning mellem to grundvandsmagasiner (fx et overfladenært og nedre magasin). I vejledning nr. 7, s. 297 er der angivet et eksempel til beregning af infiltrationen mellem de to magasiner. Dette bør indbygges i den nuværende model.

Ud fra eksisterende data/referencer bør der indlægges realistiske værdier ind for nettonedsivningen ("grundvandsdannelsen") til grundvandsmagasiner. En del Amter har disse tal liggende.

Under "trin 2" i beregningerne kan modellen udvides til at medtage effekten af infiltrerende vand, i stedet for at der udelukkende er tale om opblanding i det eksisterende grundvandsmagasin.

Det ville også være på sin plads at beregne forureningsmængden (fluxen) til grundvandsmagasinet. Denne anvendes i høj grad til den egentlige vurdering af forureningsituationen herunder risikoen over for grundvandsmagasinet.

## **6 SUPPLERENDE TILTAG**

Udover de mere detaljerede beskrivelser, som beskrevet ovenfor, bør JAGG opdateres med hensyn til:

- Flere kemiske data for forskellige forureningskomponenter
- Layoutet skal forbedres, fx vil det være en fordel, hvis samtlige input og output parametre kunne være på et udskrift sammen med forskellige firmaspecifikke oplysninger (det har jeg lavet ud fra det eksisterende regneark)
- Fugacitetsberegningerne bør opdateres med den sidste viden inden for området, således at der måske kan være en realistisk sammenhæng mellem beregningerne, og dét vi ser i felten!

Og så behøver jeg ikke at nævne, at de fejl, der er, selvfølgelig skal rettes.

Dette var nogle input til det videre arbejde på videreudviklingen af JAGG. Undertegnede vil være kontaktperson hos DGE for ovennævnte punkter.

Vi ser frem til en videre dialog.

Med venlig hilsen  
Dansk Geo-servEx a/s

Søren Dyreborg

Hedeselskabet  
Ringstedvej 20  
4000 Roskilde

**Att: Thomas H. Larsen**

Agern Allé 5  
2970 Hørsholm

Tlf: 4516 9200  
Fax: 4516 9292  
Afd. fax:  
E-mail: [lia@dhigroup.com](mailto:lia@dhigroup.com)  
Web: [www.dhigroup.com](http://www.dhigroup.com)

Ref: 92026  
Init: lia

Dato: 3. marts 2006

Kære Arne og Thomas,

### **Videreudvikling af JAGG**

Vedlagt følger 4 forslag til videreudvikling af JAGG. Vi havde overvejet også at beskrive et forslag vedr. beregning af usikkerhed på JAGGs resultater som funktion af usikkerheden på de enkelte parametre/måleresultater, der indgår. Men vi var lidt i tvivl, om der allerede var et projekt (vistnok udført af NIRAS) i gang med et tilsvarende sigte. Hvis I skulle være interesseret i vores ideer desangående, følger vi gerne op.

Forslaget vedrørende indeklimate tager hensyn til de ideer, der er fremsat i forbindelse med det projektkatalog, som er udarbejdet som opfølgning på Miljøstyrelsens og Fyns Amts Poreluftprojekt.

I må endelig vende tilbage, hvis noget kræver uddybning.

Med venlig hilsen  
**DHI - Institut for Vand og Miljø**

Lizzi Andersen  
Afdelingsleder, HSW



## **INPUT TIL VIDEREUDVIKLING AF JAGG**

### **Ide:**

Videreudvikling af JAGGs modul til beregning af indsvivning af forurenede poreluft i bygninger

### **Baggrund og formål:**

JAGG modellerer indsvivning af forurenede poreluft stationært og i 1-D. Dette bevirker, at der ikke kan tages højde for hverken ændring i kildestyrke, eller for forskelle i koncentration over tid forårsaget af hydrologiske og meteorologiske forhold, hvilket som bekendt har afgørende betydning for de faktiske koncentrationer. Endvidere er der ofte en væsentlig stedlig variation i koncentrationen i den poreluft, der udgør kildeområdet til det påvirkede indeklima.

Ved at etablere en 2-D model og gøre det muligt at midle over tidlige variationer i den forventelige koncentration (formentlig som 2 separate delmoduler) vil man kunne opnå en væsentlig forbedring af JAGGs prædiktions

I det projektkatalog, der er udarbejdet på baggrund af Poreluftprojektet, er der lagt op til en forbedring af modelleringen af transporten af flygtige stoffer i jord, men indsvivningen til bygninger er holdt ude af dette projektkatalog, hvorfor det er vigtigt at udvikle dette element i nærværende regi (selvfølgelig i tæt koordination med projekter, der måtte blive sat i gang som efterfølgere til Poreluftprojektet). Endvidere vil MST projektet vedr. vurdering af usikkerheder for bl.a. poreluftmålinger kunne bidrage med input.

### **Præsentation:**

Ud fra en statistisk analyse af forventelige variationer i trykændringer (og dermed koncentrationsændringer) forårsaget af hydrologiske og meteorologiske variationer vil der kunne opstilles metoder til relevant midling og spredning af poreluftskoncentrationer. Endvidere kan der også herudfra estimeres, hvor ofte og hvor meget indeklimaet påvirkes af jordluften (her ligger der tillige en del erfaringsmateriale fra radonproblemstillingen). På denne måde kan man ud fra grænseværdier for indeklima "regne baglæns" til et niveau for acceptabel poreluftkoncentration og via de estimerede variationer beregne overskridelsesomfang og -frekvens og dermed den midlede overskridelse med henblik på en vurdering af, om den er acceptabel. Dette skal selvfølgelig ske automatisk i det endelige JAGG-modul.

Et andet delmodul kan opstilles til beregning af relevant midling af koncentrationer over det jordområde, som reelt vil kunne påvirke det undersøgte indeklima.

Endelig kan på baggrund af mere avancerede luftskiftemodeller for indeklima opstilles nogle typiske scenarier for fordeling af luft i det undersøgte indeklima som funktion af kælderkonstruktion og husets konfiguration i øvrigt.

**Implementering i JAGG:**

Begge de førstnævnte delmoduler vil kunne opstilles som "Mellemresultater" i JAGG, som fører frem til "koncentrationen" i den poreluft, som efterfølgende siver ind i bygningen.

Derudover kan opstilles og beskrives f.eks. 3 valgbare scenarier for luftskiftefordeling som funktion af "hustype", således at opblandingen af den indsvivende koncentration lidt mere sofistikeret tager højde for dette en blot opblanding i et enkelt rum.

**Kontaktperson:**

Lizzi Andersen, DHI, [lia@dhigroup.com](mailto:lia@dhigroup.com) (45169417)

**Dato:**

3. marts 2006

## **INPUT TIL VIDEREUDVIKLING AF JAGG**

### **Ide:**

Forbedring af standard data sæt i JAGG, nedbrydningskonstanter

### **Baggrund og formål:**

I Vejledning 7 fra 1998 og i JAGG ligger en række forslag til værdier for parametre, som indgår i beregningerne og er med til at bestemme den forudsagte koncentration af grundvandsforureninger i det valgte kontrolpunkt. Nogle parametre har særdeles stor betydning for den forudsagte koncentration og samtidig er der stor variation i de foreslåede værdier. Det gælder f.eks. hydraulisk ledningsevne, dispersivitet og nedbrydningskonstanter. Dette kan give en betydelig variabilitet i risikovurderingen, for en  $C_3$  koncentration af benzen måske op til faktor  $10^{10}$ , afhængig af parametervalg! Desuden mangler der forslag til værdier for en række relevante stoffer. Derfor foreslås det, at der i første omgang udarbejdes et forbedret og udvidet sæt af forslag til værdier af nedbrydningskonstanter suppleret med et sæt illustrationer af konsekvenserne af forskellige valg af værdier. Det overordnede formål er at forbedre og ensarte JAGG som redskab til risikovurdering.

### **Præsentation:**

Arbejdet foreslås at indeholde 3 elementer:

- indhentning, kvalitetsvurdering og sammenstilling af nedbrydningskonstanter for relevante organiske stoffer (nuværende i JAGG og nye relevante stoffer) fra litteraturen
- bearbejdning af data og opstilling af anbefalede værdier med angivelse af variabilitet opdelt efter redoxforhold (primært aerob/anaerobt, yderligere opdelt anaerobt, hvis muligt).
- gennemregning og præsentation baseret på 5 danske undersøgte forurenede grunde, hvor konsekvenserne af forskellige værdivalg illustreres og sammenholdes med "virkeligheden".

Rationalet bag at basere sig på dataindsamling fra litteraturen er, at der siden opstilling af de første anbefalede værdier er publiceret en lang række nye data, som i sammenstilling forventes at kunne give en bredere dækning af forskellige stoffer og situationer, end ved udelukkende at anvende data fra specifikke gennemførte og evt. ny undersøgelser i Danmark.

### **Implementering i JAGG:**

Det anbefalede sæt af værdier for nedbrydningskonstanter lægges ind i JAGG som valgbare, med variabiliteten angivet i menuen for hvert stof. Konsekvensberegningerne dokumenteres i en rapport.

### **Kontaktperson:**

Christian Grøn, DHI, [chg@dhigroup.com](mailto:chg@dhigroup.com), 45 16 95 70

### **Dato:**

2. marts 2006

## **INPUT TIL VIDEREUDVIKLING AF JAGG**

### **Ide:**

Næste generation af JAGG

En videreudvikling af JAGG, således at JAGG kan anvendes i andre sammenhænge end til indledende forureningskortlægning.

### **Baggrund og formål:**

Der er i stadig stigende grad behov for at tage beslutninger på baggrund af en risikovurdering. Det gælder f.eks. i forbindelse med videregående forureningsundersøgelser (afgrænsningsfasen), eller ved genanvendelse af forurenede jord i områder med drikkevandsinteresser. Der findes i dag ikke simple, men generelt accepterede metoder eller værktøjer, som kan anvendes til det formål. Samtidig ser vi også i andre sammenhænge, f.eks. i forbindelse med acceptkriterier ved deponering af affald, at risikovurdering får en central plads.

En videreudvikling af JAGG-modellen skal sikre, at der udvikles en generelt accepteret model, som på scenariebasis kan anvendes som støtteværktøj til at vurdere de risici, der er forbundet med en jordforurening. En videreudvikling af JAGG-modellen skal således også sikre, at de vurderinger, der foretages i forbindelse med forureningsundersøgelser, genanvendelsesprojekter og deponering tager udgangspunkt i de samme principper og ikke er i modstrid med hinanden.

### **Præsentation:**

I forhold til jord og grundvand foreslås det, at næste generation af JAGG indeholder:

- Værktøj til at kunne gennemføre en usikkerhedsanalyse
- Mulighed for at kunne anvende varierende kildestyrke som alternativ til konstant kildestyrke.
- Mulighed for at implementere tredimensionel stofudbredelse i grundvandsmagasinet, inkl. en illustrativ grafisk præsentation af resultater

### **Implementering i JAGG:**

Den næste generation af JAGG-modellen bør nok introduceres som JAGG-modellens storebror, og ikke implementeres i den nuværende model.

Udgangspunktet kunne for grundvandssiden være den 3D analytiske model med usikkerhedsanalyse, som allerede er under udvikling for Miljøstyrelsen, se eksempel på brugerflade og output på næste side.

### **Kontaktpersoner:**

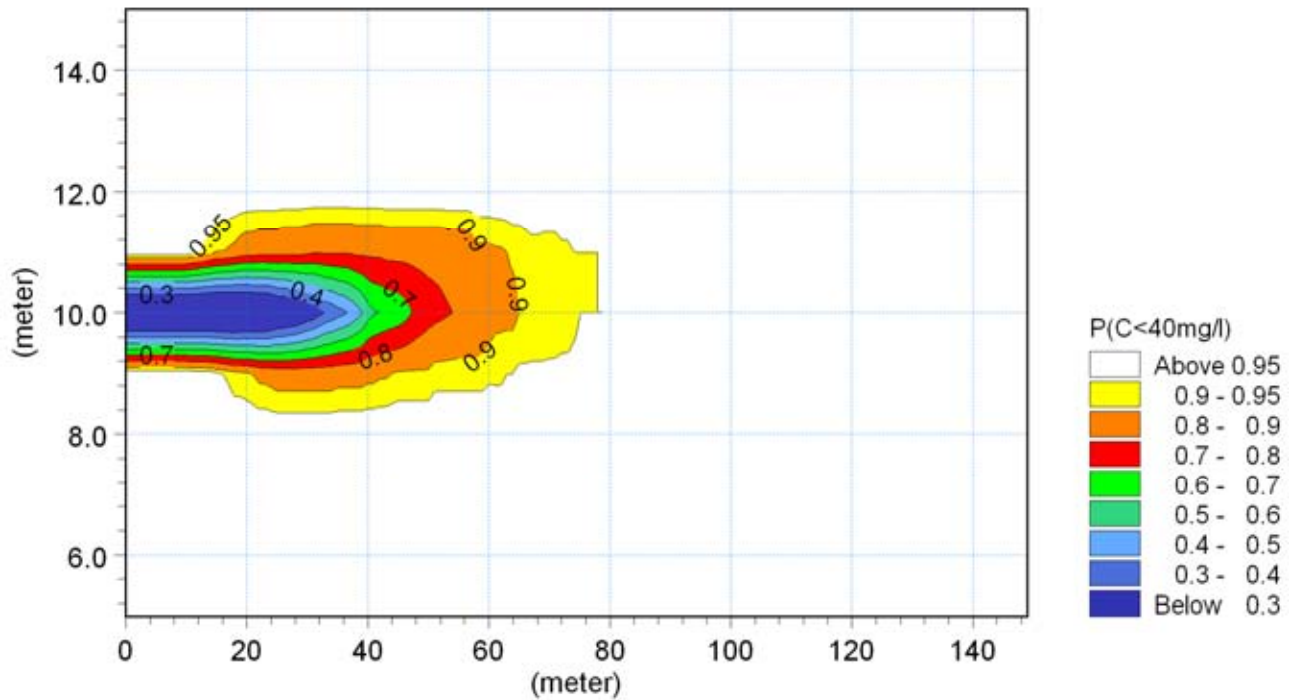
Jette Bjerre Hansen, DHI, [jbh@dhigroup.com](mailto:jbh@dhigroup.com) (45169036)

Christian Grøn, DHI, [chg@dhigroup.com](mailto:chg@dhigroup.com) (45169570)

### **Dato:**

3. marts 2006

Eksempel på output fra 3D analytisk model, som viser sandsynlighed for koncentration i grundvandet nedstrøms for forurenet grund over tærskelværdi på 40 mg/L.



Eksempel på brugerflade i 3D baseret usikkerhedsmodel.

Model opsætning -> **Akvifer og kilde** -> Dispersion, sorption og nedbrydning -> Målinger -> Resultater

Opslag	Akviferen	Enhed	Usikkerhed
<input type="checkbox"/>	Hydraulisk ledningsevne	1,00E-04 [m/s]	Faktor 2 [-]
<input type="checkbox"/>	Hydraulisk gradient	0,0028 [-]	Procent 35 [%]
<input type="checkbox"/>	Effektiv porøsitet	0,25 [-]	Procent 0 [%]

Opslag	Forureningskilden	Enhed	Usikkerhed
<input type="checkbox"/>	Forureningskoncentration i infiltrerende vand	1,23 [mg/l]	Procent 0 [%]
<input type="checkbox"/>	Baggrundskoncentration i magasin	0 [mg/l]	
<input type="checkbox"/>	Netto-nedbør	75 [mm/år]	Procent 0 [%]
	Areal	16 [m <sup>2</sup> ]	
	Bredde af kilden	4 [m]	

**Retningsusikkerhed**

Usikkerhed på udbredelsesretningen

**Allede værdier**

Beregnet forureningskoncentration	0,15 [mg/l]
Beregnet porevandshastighed	35,32 [m/år]

**Netto-nedbør**

Kommune	Netto-nedbør [mm/år]
Albertslund	300
Allerød	300
Allinge-Gudhjem	350
Arden	400
Assens	300
Augustenborg	300
Aulum-Haderup	500
Ballerup	300
Billund	700
Birkedal	300
Bjergsted	200
Bjerringbro	450

Vælg Annuller

## **INPUT TIL VIDEREUDVIKLING AF JAGG**

### **Ide:**

Risikovurdering for olieprodukter

### **Baggrund og formål:**

JAGG regner alene fordeling og spredning ud for enkeltstoffer, hvilket er uheldigt/besværligt for den måske nok hyppigst forekommende forurening, nemlig olieprodukter. Miljøstyrelsen har for nogle år siden igangsat et arbejde med at udvikle en profil for relevante benzin- og olieprodukter, som kunne anvendes i forbindelse med en JAGG beregning baseret på den samlede koncentration af olieproduktet. Efterfølgende har der også i anden sammenhæng været diskuteret, hvordan et sådant profil evt. kunne suppleres eller forbedres, en diskussion der tilsvarende foregår i USA og i en række europæiske lande. Senest har der i ISO været drøftet, hvorledes den eksisterende ISO-metode enkelt kan suppleres, således at den kan give resultater, der mere direkte kan anvendes i en risikovurdering. ISO metoden svarer til den seneste af Miljøstyrelsen videreudviklede metode, hvor naturlige kulbrinter også kan vurderes.

Formålet er at gøre vurdering af risiko ved hjælp af JAGG mulig for gængse olie- og benzinprodukter.

### **Præsentation:**

Det foreslås at tage udgangspunkt i følgende:

- den allerede for Miljøstyrelsen opstillede profil
- de tidligere af bl.a. American Petroleum Institute udviklede profiler
- tilsvarende overvejelser i England, Holland og Sverige.

På denne baggrund opstilles et opdateret forslag til kemisk profil for gængse olie- og benzinprodukter. Profilet vil typisk bestå af kogepunktsintervaller, opdelt i alifater og aromater, og suppleret med væsentlige enkeltstoffer. Profilet skal reflektere dels variationen i oliekomponenternes egenskaber, dels behovet for at sikre en så enkel opdeling som mulig.

Profilet skal kunne svare til en tilsvarende enkel opdeling af analyseresultaterne baseret på ISO-metoden. Det skal bemærkes, at ISO-gruppen, der arbejder med fastlæggelse af standarder for olieanalyser, selvstændigt har udtalt, at en opdateret standard (og metode) baseret på en sådan opdeling vil være simpel at udvikle og implementere. De behøver blot en tilbagemelding fra risikovurderingsmiljøet af, hvorledes man ønsker en sådan opdeling.

### **Implementering i JAGG:**

Ud fra det fastlagte profil opstilles en beregningsmetodik som en del af JAGG, ved hjælp af hvilken man direkte ud fra mere eller mindre opdelte analyseresultater kan beregne koncentrationer i de relevante "end points" for enten total olie, delintervaller eller enkeltstoffer, som der er kriterier for ved det pågældende "end point"

### **Kontaktperson:**

Lizzi Andersen, [lia@dhigroup.com](mailto:lia@dhigroup.com) (45169417)

### **Dato:**

3. marts 2006



Hedeselskabet  
Ringstedvej 20  
4000 Roskilde  
Att: Thomas H. Larsen  
(Mrk: Videreudvikling af JAGG)

HEDELSKABET		17404
Miljø og Energi AS		
- 2. MRS. 2006		
Afd.:	Til:	Kopi
364	THL	

28. februar 2006

### Forslag til videreudvikling af JAGG mht. undersøgelse af diffust forurenede områder.

#### Baggrund:

For stoffer, hvor jordkvalitetskriteriet (JKK) er fastsat på baggrund af kroniske skadesvirkninger baseres risikovurderingen på gennemsnittet af analyseresultaterne. Der bør som minimum udføres et antal analyser, svarende til 5-10 analyser pr. 400 m<sup>2</sup>, jf. vejledning nr. 13, 1998, om end det anføres, at et mindre prøveantal kan anvendes, hvis der er tale om en luftbåren forurening samt hvis der ikke forventes punktkilder. I vejledningen er der gennemgået nogle eksempler på lavere prøvetagningstæthed, gældende for større sammenhængende arealer.

Frem for at basere prøveantallet på sådanne (arbitrære) eksempler synes det mere relevant at besvare spørgsmålet: Hvor mange analyser skal der til for at opnå en given statistisk sikkerhed for en konklusion om at arealet overholder - eller ikke overholder - Miljøstyrelsens krav?

#### Formål:

Formålet med projektet er, at indarbejde en statistisk model til hjælp ved planlægning og vurdering af undersøgelser på potentielt diffust forurenede områder, der kan indgå som et modul i JAGG-modellen til supplement af det eksisterende jord-ark. Formålet er:

1. At fastlægge analyseantal for at opnå en ønsket statistisk sikkerhed (prediktivt).
2. At fastlægge sikkerheden forbundet med et givent analyseantal (analyse).

#### Præsentation:

DMR har, på en konkret sag, opstillet et regnearksbaseret værktøj, der kan hjælpe med at besvare ovenstående spørgsmål. Værktøjet, der er udarbejdet på baggrund af en statistisk manual fra det amerikanske miljøministerium, er bl.a. beskrevet i et indlæg til ATV vintermødet 2004, s. 113-126. Forudsætningen for anvendelse af værktøjet er, at data stammer fra en ens underliggende fordeling over hele det undersøgte areal, hvorfor det er en naturlig del af værktøjet, at der foretages en test af om denne forudsætning er opfyldt.

#### Implementering:

Modellen kan naturligt indbygges via to ekstra knapper under JORD - én til prediktion og én til endelig dataanalyse af indsamlede data.

Undertegnede vil være kontaktperson.

Med venlig hilsen

Dansk Miljørådgivning A/S


Per Løll

Civilingeniør, Ph.D.

<input type="checkbox"/> Industrivej 10a	8680 Ry	Tlf. 86 95 06 55	Fax 86 95 06 51	ry@dmr.as
<input type="checkbox"/> Sdr. Stationsvej 41	4200 Slagelse	Tlf. 58 52 24 11	Fax 58 52 24 33	slagelse@dmr.as
<input checked="" type="checkbox"/> Lånegade 17	9740 Jerslev J	Tlf. 70 22 06 55	Fax 70 22 06 51	jerslev@dmr.as
<input type="checkbox"/> Centervej 19, st. tv.	3400 Hillerød	Tlf. 48 22 24 00	Fax 48 22 24 01	hillerod@dmr.as
<input type="checkbox"/> Vejlevej 163	6000 Kolding	Tlf. 76 32 65 00	Fax 76 32 65 01	kolding@dmr.as
<input type="checkbox"/> Nygade 15b	6920 Videbæk	Tlf. 97 43 06 55	Fax 97 43 06 51	videbaek@dmr.as



Hedeselskabet  
Ringstedvej 20  
4000 Roskilde  
Att: Thomas H. Larsen  
(Mrk: Videreudvikling af JAGG)

HEDESLSKABET			17468
Miljø og Energi as			
13 MRS. 2006			
Ald.:	Til:	Kopi:	
364	THL		

10. marts 2006

**Forslag til videreudvikling af JAGG mht. nedbrydning i den umættede zone.****Baggrund:**

For mange organiske stoffer, herunder benzin- og oliekomponenter, foregår der hyppigt en naturlig nedbrydning af stofferne under transporten fra en dybereliggende forurening (eller fra en forureningsfane i et grundvandsmagasin) til jordoverfladen eller ovenliggende bygninger/-boliger.

I den videnskabelige litteratur ses ligeledes flere og flere studier der omhandler transport og omsætning af sådanne stoffer under transporten i den umættede zone.

**Formål og præsentation:**

Formålet med projektet er, at indarbejde et 1. ordens nedbrydningsled i (diffusions-)ligningen til beskrivelse af transporten af dampformige forureningskomponenter mod jordoverfladen.

Der indlægges endvidere en database med litteraturværdier for 1. ordens nedbrydningsrater, i det omfang de er tilgængelige, som kan benyttes til at foretage overslagsberegninger over nedbrydningens betydning for de forureningskoncentrationer der måles over en dybereliggende forurening. Databasen kan naturligt udbygges efterhånden som der opnås yderligere viden på området.

**Implementering:**

Nedbrydningen kan meget let indbygges i de eksisterende modeller for indeklimate- og udeluftberegninger, som en ekstra knap, hvor nedbrydningen slås til eller fra.

Undertegnede vil være kontaktperson.


Med venlig hilsen

Dansk Miljørådgivning A/S

Per Løll  
Civilingeniør, Ph.D.

<input type="checkbox"/> Industrivej 10a	8680 Ry	TEF 86 95 06 55	Fax 86 95 06 51	ry@dmr.as
<input type="checkbox"/> Sdr. Stationsvej 41	4200 Slagelse	TEF 58 52 24 11	Fax 58 52 24 33	slagelse@dmr.as
<input checked="" type="checkbox"/> Panngade 17	9740 Jerslev J	TEF 70 22 06 55	Fax 70 22 06 51	jerstev@dmr.as
<input type="checkbox"/> Centervej 19, st. tv.	3400 Hillerød	TEF 48 22 24 00	Fax 48 22 24 01	hillerod@dmr.as
<input type="checkbox"/> Vejlevej 163	6000 Kolding	TEF 76 32 65 00	Fax 76 32 65 01	kolding@dmr.as
<input type="checkbox"/> Nygade 15h	6920 Videbæk	TEF 97 43 06 55	Fax 97 43 06 51	videback@dmr.as



HEDESELSKABET Miljø og Energi as		 17382
- 1 MRS. 2006		
Adr:	Til:	Kopir:
364	THL	

Hedeselskabet Energi & Miljø  
Att.: Thomas H. Larsen  
Ringstedvej 20  
4000 Ringsted

Vedrørende: JAGG - MST Workshop

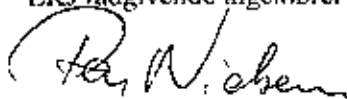
Sag nr. Miljø -  
JAGG

Dato: 2006-02-27

Hermed fremsendes input fra EKJ jf. Miljøstyrelsens rundskrivelse.

Vi stiller gerne med en deltager til det fremtidige arbejde. Det vil være civ.ing. Tina Gøthgen Bertelsen, der er den, som fremover vil varetage kontakterne i den sammenhæng. Tina har en e-mail adresse : [tig@ekj.dk](mailto:tig@ekj.dk), og dir.tlf. 33 95 71 39. Vi håber, at I kan gøre brug af vores input og vores arbejdskraft.

Med venlig hilsen  
EKJ rådgivende ingeniører as



Per Nielsen  
Leder i Miljøafdelingen

Sagsnavn: Videreudvikling af JAGG  
Sag nr.: Miljø - JAGG  
Emne: Forslag til videreudvikling af JAGG

Nr.: 01  
Dato: 2006-02-27  
Rev.:

Udført/kontrol: TIG/CLI/DWH/CBR/PNI

Side: 1 af 4

### **Indledning**

I forbindelse med at EKJ er blevet forespurgt om at bidrage med forslag til videreudvikling af risikoberegningsmodellen JAGG 1.5., har vi i EKJ's miljøafdeling indsamlet nedenstående forslag/ideer. Forslagene/ideerne stammer fra flere års flittig brug af modellen, som på mange måder er et meget brugbart værktøj.

Forslagene/ideerne er opdelt 2 kategorier:

- generelt for JAGG-modellen
- grundvand (trin I – trin III)

### **Forslag/ideer**

#### **Generelt**

##### **1. Layout**

###### Baggrund

Det nuværende layout er ikke overskueligt og er ikke printervenligt. I øjeblikket skal man kopiere og indsætte tabeller i f.eks. Word, hvilket er tidskrævende og ser primitivt ud.

###### Forslag

At udarbejde et layout, som er overskueligt og printervenligt. Et forslag er at følgende oplysninger som minimum fremgår af layoutet

- lokalitetens navn
- hvem der har udført risikoberegningen
- hvilken jord/vandprøve er benyttet i beregningerne
- et felt til at beskrive specielle forudsætninger
- dato for beregninger

##### **2. Massebalance**

###### Baggrund

I JAGG udføres ikke automatisk en massebalance for forureningen. Det forventes, at brugeren forinden selv har udført en massebalance, men det er næppe altid tilfældet. Hvis brugeren ikke udfører beregning af massebalancen, opnås der ikke et indblik i hvor meget forurening, der kan forventes at være i jorden, samt hvor lang tid en evt. udvaskning af forureningen vil tage. En massebalance vil hurtigt illustrere om forureningen udgør et problem overfor miljøet, og om brugeren bør gå videre med en egentlig risikoberegning.

###### Forslag

For at sikre at brugeren foretager en massebalancebetragtning, kan der på forsiden af JAGG, hvor trin I, II og III samt fugacitetsberegningerne er illustreret, være en rubrik med massebalance. Massebalancen skal være simpel. En måde at opstille massebalancen kan være med følgende felter:

Volumen  
Nedbør  
Forurenende stof  
Middelforureningskoncentration  
Jordtypen med angivelse af k-værdi og n-%

Massebalancen skal munde ud i en illustration, der viser en:

- mængdeangivelse af forureningen i f.eks. kg
- en tidsangivelse for hvor lang tid det tager at udvaske forureningen

Mængde- og tidsangivelsen gør, at brugeren bliver tvunget til at forholde sig til et andet aspekt, og samtidig kan modtageren af risikoberegningen se, at brugeren har forholdt sig til massebalancebetragtningen.

### 3. Usikkerhed

#### Baggrund

Der er mange input i JAGG 1.5, som kan indsættes som standardværdier. Til den almindelige bruger af JAGG kan det være vanskeligt at forholde sig til usikkerheden ved hvert parameterinput.

Det kunne være hensigtsmæssigt, at der udføres beregninger på en worst case og en best case samt en vægtet model, hvorved der opnås et billede af de usikkerheder, der er ved beregningerne. I praksis er der ofte diskussioner om resultaterne, når der drøftes med myndighederne.

#### Forslag

En måde at vise usikkerheden ved de forskellige input er, at der i datatabellerne indsættes en parentes med angivelse af usikkerheden for værdien ved den gældende parameter. På den måde bliver brugerne også opmærksomme på hvilke parametre, som kunne være hensigtsmæssige at bestemme i felten, f.eks. hydraulisk ledningsevne i et givet magasin via en korttidsprøvepumpning.

### 4. Opdatering af JAGG

#### Baggrund

Databasen med stofs specifikke oplysninger er for begrænset og opfylder ikke altid behovet.

#### Forslag

Et forslag er, at databasen opdateres med de nyeste oplysninger og med flere stoffer en gang om året. En måde er at benytte internetsiden [www.jagg-forum.dk](http://www.jagg-forum.dk). Brugere kan indtaste værdierne, referencen og deres firmanavn (så kan de kontaktes, hvis man har spørgsmål til oplysningerne).

### 5. Et minimumskrav til inputdata

#### Baggrund

I dag er der meget forskellig kvalitet og dermed usikkerhed på inputdata i JAGG-beregninger. Nogle JAGG-beregninger indeholder inputdata, som er mål på den specifikke lokalitet, mens andre beregninger kun består af standarddata. Undertiden er der ingen begrundelser for hvorfor et givet sæt af standarddata er valgt.

#### Forslag

At der indføres et minimumskrav til hvilke parametre, der skal måles i felten, førend beregningen anses at være gældende, og dermed ikke er behæftet med for stor og uacceptabel usikkerhed. Alternativt kan parametrene mærkes, hvorvidt de er fra database eller er bestemt i felten.

## Grundvand

### 6. Direkte nedslivning fra sekundært (vandlomme) til primært grundvandsmagasin

#### Baggrund

Det sekundære grundvandsmagasin kan bestå af lokale vandlommer. På lokaliteter med den geologi vil den horisontale grundvandstransport være meget begrænset. Det er mere sandsynligt, at der vil være en vertikal grundvandstransport fra de sekundære grundvandstommer til et mellemliggende, dybere egentligt sekundært magasin eller til det primære grundvandsmagasin. I den nuværende udgave af JAGG er der ikke et overskueligt beregningstrin, som kan benyttes.

#### Forslag

I trin 1a kan man ved hjælp af små mellemregninger, foretage en beregning for direkte nedslivning. For at gøre beregningen mere brugervenlig anbefales det at udvide trin 1a med nogle supplerende felter og omdøbe trin 1a til 1c.

Nedenfor at trin 1a illustreret.

Forureningsstof	Navn:	nOK1a	
Nettonedber	N		Mm/år
Area	A		m <sup>2</sup>
Bredde	B		M
Kildestyrkekonzentration	Cs		mg/l
Baggrundsindhold	C <sub>0</sub>		mg/l
Hydraulisk ledningsevne	K <sub>z</sub>		m/s
Hydraulisk gradient	i		
Forureningskoncentration	C1	WÆRDI	mg/l
Grenseværdi		ingen	mg/l

For at beregne direkte nedslivning foretages der en mellemregning for den vertikale nedslivning mellem grundvandsmagasinerne.

Den vertikale nedslivning eller grundvandets vertikale hastighed (Darcy-hastigheden),  $V_D$ , kan udtrykkes ved produktet af den vertikale gradient,  $i$ , og morænelerets vertikale hydrauliske ledningsevne,  $K_z$ :

$$N = V_D = i \cdot k_z$$

Den hydrauliske gradient,  $i$ , er udtrykt ved forskellen i potentialeniveauet mellem det sekundære og det primære magasin divideret med tykkelsen af dæklaget (morænelerlaget)

For at gøre beregningen mere brugervenlig kan man indsætte et felt med potentialet for henholdsvis det sekundære og primære grundvandsmagasin.

Der suppleres med endnu et felt med angivelse af dæklaget ( $i$  meter).

Arealet og bredden indsættes for grundvandsforureningen

I felterne for den hydrauliske ledningsevne,  $k$ , og den hydrauliske gradient,  $i$ , indsættes værdierne for det primære grundvandsmagasin.

Evt. indsættes  $k_z$  som en faktor  $\times k_{xy}$  (normalt er faktoren mellem 0,1 – 0,5).

## 7. Total kulbrinter

### Baggrund

For at benytte JAGG-modellen skal man bruge et specifikt stof i beregningerne. Ved almindelige kemiske grundvandsanalyser får man typisk en mængdeangivelse af BTEX'er samt total kulbrinter fordelt på kulbrinterfraktioner. Hvis der i grundvandsprøven ikke konstateres BTEX'er, har man kun værdier for total kulbrinter fordelt på fraktionerne  $C_6-C_{10}$ ,  $>C_{10}-C_{25}$  og  $>C_{25}-C_{35}$ . Brugeren har brug for nogle alternative muligheder for at beregne risikoen ud fra indholdet af total kulbrinter

### Forslag

Ud fra Miljøstyrelsens vejledning nr. 11/1998 – Branchevejledning for benzin- og olieforurenede grunde – fremgår den %-vise andel af hovedstofgrupper i f.eks. benzin.

Alifater $C_6-C_9$	ca. 36-70%
Monoaromater (BTEX'er)	ca. 10-44 %
Monoaromater $C_9-C_{11}$	ca. 5-20 %
Alicykliske $C_4-C_9$	ca. 1-9 %

Den største andel af kulbrinter ligger i gruppen alifatiske hydrocarboner, og generelt vil total kulbrinterne fortrinsvist være beliggende i fraktionen  $C_6-C_{10}$ . På den baggrund vil de mest realistiske beregninger for total kulbrinter være med modelstoffet  $n$ -hexan. Efter flere samtaler med analyselaboratorierne er der imidlertid erfaring med, at nogle forureninger med total kulbrinter vil opnå en mere realistisk beregning ved at benytte – en  $C_9$ -monoaromat (trimethylbenzener). Mulighederne bør undersøges nærmere og beskrives i JAGG-modellen.

Ud fra ovenstående forslag står EKJ (Tina Gøthgen) gerne til rådighed med at videreudvikle JAGG.

EKJ rådgivende ingeniører as

Notat tilsendt:

Hedeselskabet, Ringsledvej 20, 4000 Roskilde, att: Thomas H. Larsen

1

3. marts 2005 IHJ

## **Ideer til videreudvikling af JAGG – Bidrag fra Fyns Amt**

Ideerne er inddelt i tre kategorier, der vedrører ønsker til

1. Beregninger i JAGG
2. Datasikkerhed
3. Grafisk præsentation

Kontaktperson: Ida Holm Olesen (tlf. 6556 1559, e-mail [ihj@fyns-amt.dk](mailto:ihj@fyns-amt.dk))

# 1 Beregninger i JAGG

## 1.1 JAGG-modul til brug ved udarbejdelse af risikovurderinger i forbindelse med ansøgninger efter Miljøbeskyttelseslovens §19

### Baggrund:

Projekter med genanvendelse af forurenede jord indeholder ofte jord, der er forurenede med andre stoffer end tungmetaller. Disse projekter kan ikke gennemføres efter Genanvendelsesbekendtgørelsen og bliver behandlet efter Miljøbeskyttelseslovens §19. Sagsbehandlingen omfatter udarbejdelse af en risikovurdering i forhold til jordens indhold af forurenende stoffer, og denne risikovurdering vil meget ofte være afgørende for, om tilladelsen kan gives eller ej.

### Formål:

At sikre en ensartet og høj kvalitet i de risikovurderinger, der ligger til grund for afgørelserne. Dette bliver yderligere aktuelt fremover, når tilladelseskompetencen overdrages til kommunerne.

### Idé:

Et typisk eksempel er en ansøgning om etablering af en støjvold med jord forurenede med PAH og tungmetaller. I forbindelse med sagsbehandlingen skal nedsivningen af forurenende stoffer beregnes og vurderes i forhold til grundvand og recipienter. Ideen er derfor at tilføje et modul til JAGG, der kan udarbejde denne risikoberegning.

Det vil være relativt let at modificere JAGG til dette formål, idet langt hovedparten af formelapparatet er i JAGG i forvejen. En ny detalje, der skal kobles på, er dog beregning af fluxen af forurenende stoffer fra støjvolden. Denne beregning skal tage hensyn til forhold som jordtypen, voldens geografiske placering (med henblik på fastlæggelse af nedbøren), støjvoldens befæstning samt voldens dimensioner og udformning (længde, bredde, sidernes hældning, bredde på kronen).

Hvis Miljøstyrelsen mener, at der er andre forhold, der bør tages i betragtning ved behandling af denne specielle sagstype, kan det også indarbejdes i dette modul. Som eksempel kan nævnes

- Hvis MST vurderer at en opgravet, tilkøbt jord har andre fysiske egenskaber (f.eks. en højere permeabilitet) end intakt jord af samme type.
- Hvis MST vurderer at parametrene i risikovurderingen skal være mere konservative i en tilladelsessag end i en sag hvor forureningen ligger der i forvejen.

## 1.2 Beregning på andre gulvtyper end beton

### Baggrund:

Der er mange huse, der har andre gulvkonstruktioner end tæt beton. Oftest er der tale om betongulve med synlige revner eller om ældre huse med trægulve, der kan være lagt på strøer direkte på jorden. Ved beregning af indeklimabelastningen i disse tilfælde, vil det være en fordel at kunne se helt bort fra dæmpningen over gulvet, men stadig benytte JAGG's faciliteter til beregning af koncentrationen i luften i et givet indendørs rum. I et forsøg på at beregne indeklimabelastningen ud fra den nuværende version af JAGG er det forsøgt at indtaste en meget lav gulvtykkelse for på den måde at tilnærme situationen med ingen gulvdæmpning. Dette er imid-

lertid ikke en holdbar løsning, idet man på den måde får uhensigtsmæssige resultater (revnevidde og –bredde og dermed volumenstrømmen gennem gulvet bliver urealistiske), formentlig fordi man kommer udenfor formlernes gyldighedsområde.

Formål:

At modificere JAGG, således at der også kan laves indeklimaberegninger i situationer hvor der ikke er et tæt betongulv.

Idé:

Etablering af en mulighed for at se bort fra gulvdæmpningen i beregningerne. Dette kan ske ved at tilførslen af forurenende stoffer til indeklimaet sættes lig fluxen af forurenende stoffer fra jorden.

### **1.3 Grundvandsberegninger i en afstand større end 100 m**

Baggrund:

Ved vurdering af en grundvandsforurening er der ofte en konkret vandværksboring eller recipient, der skal tages specielt hensyn til. Dette er problematisk i forhold til anvendelsen af JAGG, hvis afstanden er mere end 100 m.

Formål:

At kunne anvende JAGG til vurdering af grundvandsforureninger mere end 100 m fra forureningskilden.

Idé:

De eksisterende formler i JAGG gennemgås med henblik på at vurdere, om de kan anvendes i større afstande fra forureningskilden. Hvis det ikke er tilfældet, bør det vurderes om der er andre formler, der kan bruges når afstanden er større end 100 m. Det eksisterende "resultatskema" fra grundvandsberegningens trin 3 kan derefter udvides til større afstande. Alternativt kan der laves en mulighed for at indtaste den afstand, hvortil beregningen ønskes.

### **1.4 Tilføjelse af tidsdimension til grundvandsberegninger**

Baggrund:

Ved vurdering af en observeret forureningsfane stilles ofte spørgsmål om hvorvidt fanen er ekspanderende, stabil eller skrumpende. Dette spørgsmål har f.eks. betydning for tilrettelæggelse af eventuel monitoring af fanens udbredelse.

Formål:

At give et fingerpeg om, hvorvidt der er opnået en ligevægt mellem udvaskning fra forureningskilden og fjernelsesprocesser som f.eks. nedbrydning og fortynding.

Idé:

Det er muligt, at gennemførelse af denne idé kræver en del flere oplysninger end der er lagt op til, at JAGG skal indeholde og håndtere, men hvis det kan lade sig gøre, vil det være et godt supplement i forbindelse med den daglige brug.

Ideen er - ud fra kildestyrken og forureningsens målte udbredelse - at estimere en maksimal fanestørrelse, eller estimere hvor lang tid der skal gå fra forureningsstidspunktet til en maksimal



fanestørrelse er opnået. F.eks. kan koncentrationsforløbet over tid forskellige steder i fanen afbildes grafisk.

Eksempel på anvendelse:

Brugeren anvender JAGG's trin 3 og kan i mellemregningerne få en idé om fanens længde, i hvert fald hvis den er under 100 m. Med denne nye facilitet kan brugeren nu andetsteds i trin 3 indtaste den aktuelle fanelængde eller en anden nedstrøms afstand fra kilden, hvor forureningsudviklingen over tid ønskes belyst. Derudfra producerer JAGG en graf, der viser koncentrationen i det valgte punkt som en funktion af tiden.

## **1.5 Sorption og nedbrydning under vertikal transport**

Baggrund:

De processer, der sker under stoftransport gennem den umættede zone, kan have stor betydning for forløbet af stoftilførslen til grundvandet. Specielt tænkes på processer som sorption og nedbrydning. Ved beregning af vertikal transport gennem den umættede zone kan brugeren dog selv inddrage sorptionen ved at beregne retardationsfaktoren og indsætte denne i JAGG. Der stilles altså forholdsvis store krav til brugeren, og resultatet er ofte, at en risikoberegning bliver foretaget uden hensyntagen til de processer der sker under den vertikale transport. En lignende problemstilling gør sig gældende ved beregning på den vertikale transport mellem to grundvandsmagasiner.

Formål:

At give brugere lettere adgang til at inddrage den vertikale transport i risikoberegningen.

Idé:

Modulet "umættet zone" vil formentlig forholdsvis let kunne modificeres til også at inddrage nedbrydning og sorption under den vertikale transport.

## **1.6 Masseberegninger**

Baggrund:

Som kildestyrke i JAGG indtastes pt. en koncentration. Ofte haves imidlertid et estimat af den samlede mængde forurening, og det vil være ønskeligt at kunne bruge JAGG til - ud fra estimatet - at beregne hvor længe udsivningen vil foregå.

Formål:

At give brugeren en idé om, hvor længe udsivningen vil finde sted.

Idé:

Beregningen kan laves meget simpelt ud fra en målt koncentration i det udsivende vand, et estimat af nedsivningen (nedbør) og estimatet af den samlede produktmængde.

## **1.7 Følsomhedsanalyse**

I forbindelse med udarbejdelse af en risikovurdering laves der ofte en følsomhedsanalyse. Til dette formål vil det være ønskeligt at de parametre, der har særlig stor indvirkning på forureningsspredningen – og som det derfor er relevant at inddrage i følsomhedsanalysen – markeres, f.eks. med en \*.

## **1.8 Mulighed for simulering af afværgetiltag**

En ofte anvendt afværgeteknik er f.eks. oppumpning af forurenede grundvand. Det vil være meget anvendeligt, hvis JAGG udvides til at kunne inddrage sådanne simple afværgetiltag i et nyt "trin 4" i grundvandsberegningerne. Da undertegnede imidlertid antager, at det går ud over formålet med videreudviklingen af JAGG, vil det ikke blive uddybet nærmere her, med mindre det vurderes at være en realistisk mulighed.

## 2 Datasikkerhed

### 2.1 Tilføjelse og opdatering af data i JAGG.

Baggrund:

Idet der er en række nye stoffer, der er kommet i fokus, er der et behov for at få disse indføjet i JAGG. Desuden er der kommet yderligere data om f.eks. nedbrydning, som det vil være relevant at indføre i modellen. Hvis hver enkelt bruger af JAGG selv indfører og retter data for de enkelte stoffer, øges risikoen for fejl.

Formål:

At sikre, at risikovurderingen for en række stoffer udføres ensartet og med korrekte fysisk/kemiske data samt nedbrydningsdata.

Idé:

Tributyltin (TBT) bør tilføjes til JAGG idet TBT er relevant i forbindelse med f.eks. udlægning af havnesediment.

Risikoberegninger ud fra analyser af ”total kulbrinter” kan nuanceres ved at regne på hver fraktion for sig, idet fraktionen C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub> opfører sig anderledes i jorden end fraktionerne C<sub>10</sub>-C<sub>25</sub> henholdsvis C<sub>25</sub>-C<sub>35</sub>. Fraktionen C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub> er repræsenteret i JAGG, men de øvrige fraktioner er ikke. Udvælgelsen af repræsentanter for de øvrige fraktioner må ske på baggrund af en faglig vurdering af, hvilke stoffer der er mest problematiske i forhold til spredning i jord, grundvand og luft.

Vandopløseligheden af metaller er i JAGG angivet til 0 mg/L. Dette er ikke hensigtsmæssigt, idet udvaskningstests viser at udvaskning af f.eks. arsen kan være problematisk. Ud fra resultaterne af udvaskningstests kan der muligvis indsættes mere realistiske værdier for vandopløseligheden.

Der er lavet mange nedbrydningsforsøg gennem de senere år, og data fra disse må kunne indføres i JAGG for dermed at give et forbedret estimat af nedbrydningen.

### 2.2 Let og sikker adgang til tilføjelse og modifikation af data i JAGG

Baggrund:

Når der skal udføres risikovurderinger af stoffer, der ikke er i JAGG, kræver det et forholdsvis stort kendskab til JAGG at indføje de yderligere data. Samtidig er det ikke muligt efterfølgende at se, hvilke data der er indføjet/modificeret af brugeren selv. Dette er problematisk i forhold til den mere ”kreative” brug af JAGG, hvor brugeren ønsker at rette en fejl i JAGG eller at bruge JAGG til en risikovurdering af stoffer der er sjældent forekommende og derfor ikke findes i JAGG i forvejen.

Formål:

At give brugeren lettere adgang til at modificere data i JAGG og samtidig lave en tydelig markering af, hvilke ændringer der er lavet.

Idé:

At brugeren har adgang til at rette og tilføje direkte i den tabel, hvor stofferne vælges. Ændringen kan markeres ved at tallet eksempelvis kursiveres. Ideelt set bør ændringen også tydeliggøres i de efterfølgende beregninger ved at resultater, hvor ændringen har betydning, ligeledes kursiveres (Markering med kursivering har den fordel, at det også kan ses efter sort-hvid print og kopiering).

### **2.3 Sikring af at beregningsresultaterne er gyldige samt meddelelse af simple fortolkninger til brugeren**

Baggrund:

Brugeren bliver ikke gjort opmærksom på, når beregningerne er lavet udenfor formlernes gyldighedsområde. For at sikre at beregningerne er gyldige, kræves således et forholdsvis stort forhåndskendskab til formelapparatet. Pt. risikerer brugeren også at overskride en række fysisk/kemiske begrænsninger uden at blive gjort opmærksom på det. Som eksempel kan nævnes brugen af fugacitetsmodulet, hvor en vandkoncentration beregnet ud fra en målt jordkoncentration kan være højere end stoffets opløselighed i vand.

Formål:

At sikre, at beregningerne kun kan foretages indenfor formlernes gyldighedsområde. Alternativt at sikre, at brugeren bliver gjort opmærksom på, hvis beregningerne er foretaget udenfor formlernes gyldighedsområde. Ligeledes ønskes sikret, at overskridelse af fysisk/kemiske begrænsninger ikke går upåagtet hen.

Idé:

En ”alarm”-meddelelse når der forsøges foretaget beregninger udenfor formlernes gyldighedsområde. Hvis beregningerne alligevel gennemføres, bør resultaterne markeres med en anden skrifttype for at sikre, at brugeren er opmærksom på, at beregningen er foretaget udenfor formlernes gyldighedsområde.

Et lignende system kan etableres for en række fysisk/kemiske begrænsninger og kan med fordel suppleres med en række ”servicemeddelelser”, hvis f.eks. vandkoncentrationerne er så høje at der er risiko for forekomst af fri fase.

### **2.4 Langsigtet løsning i forhold til digital opbevaring af risikoberegninger**

Inden længe bliver ROKA erstattet af JAR, og der er her en oplagt mulighed for at give brugeren af JAR og JAGG en mulighed for at opbevare risikoberegningerne elektronisk. Hvis risikoberegningen kan gemmes i JAR, vil det være muligt efterfølgende at se den beregning, der har ligget til grund for en given afgørelse. Måske kan det gøres ved at indføre en ”JAR-knap” i JAGG, således at beregningen gemmes som et billede i JAR.

### 3 Grafisk præsentation

#### 3.1 Nye muligheder for grafisk præsentation

Baggrund:

Risikoberegningen indgår ofte som en del af dokumentationen i en sag. Derfor er det vigtigt at beregningen og dens resultater kan præsenteres grafisk. I den forbindelse er der også behov for at kunne præsentere resultaterne fra flere beregninger samlet (f.eks. beregninger for flere af stofferne i en blandingsforurening).

Formål:

At gøre risikoberegningens resultater let tilgængelige, også efter udprintning.

Idé:

I forbindelse med indeklimavurderinger vil en figur af et hus med angivelse af de vigtigste beregningsforudsætninger samt de beregnede koncentrationer i hhv. jorden, under gulvet og i indeluften, gøre det lettere for udenforstående at forstå resultatet. Tilsvarende for grundvandsberegninger, hvor en fane kan afbildes med angivelse af data for forureningen i kilden såvel som forskellige steder i fanen.

Når der laves flere beregninger i den samme sag, vil det være en fordel at kunne samle essensen af disse beregninger i ét skema, f.eks. indeklimavurdering af en benzinformuring:

Stof	Enhed	Benzen	Sum af kulbrinter repræsenteret ved n-oktan
Koncentration under gulv	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	10.000
Koncentration i indeluft	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	20

Denne udtræksmulighed kan bestå af en række standardudtræk og en mulighed for at brugeren selv kan designe sit udtræk. Rent praktisk vil det være en fordel, hvis brugeren kan trække de valgte parametre over i skemaet ved et tryk på en knap efter hver beregning. Derved bliver resultaterne af hver beregning ”frosset” inden beregningerne fortsættes.

Implementeringen i JAGG vil kræve en grafisk indsats, men vil ikke kræve ændringer i formelapparatet.

## Videreudvikling af JAGG – Ide-fasen

### Lossepladsgas

#### *Baggrund og formål:*

I regnearket "Lossepladsgas" beregnes, om der kan opbygges en kritisk koncentration af methan. Men regnearket tager ikke stilling til, om der er **tid** til rådighed for opbyggelse af hverken tilstrækkeligt trykgradient eller ligevægtskoncentration. Og ofte viser det sig, at manglende tid med "en worst case – situation" betyder at der alligevel ikke kan dannes nogen kritisk situation.

Generelt er massebalancen meget vigtig for alle JAGG's beregninger og bør derfor tilføjes i alle regneark. Men for lossepladsgas er massebalancen ekstraordinært vigtig, idet der ofte ikke dannes en så stor mængde methan, at situationen kan blive kritisk.

#### Forbedringsforslag:

- Beregning af tid for opbygning af trykgradient.
- Beregning af tid for opbygning af koncentrationen til ligevægtskoncentration.
- Tilføjelse af massebalancebetragtninger.
- Ændring af problemkriterierne således at der tages højde for ovennævnte faktorer.
- Implementering af strømningsmønstre.

Kontaktperson: Morten Kjærgaard



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg  
Tlf.: 8627 3111, [www.geoteknisk.dk](http://www.geoteknisk.dk)

Projekt: Videreudvikling af JAGG

Udført : MOK Dato: 2006-03-02 Emne: Generel funktionalitetsforbedring

Kontrolleret: Dato: Side 1 / 3

Godkendt : MOK Dato: 2006-03-02 Rapport Bilag 1 Rev.

Videreudvikling af JAGG – Ide-fasen

## Grundvand - lækageeffekter

### *Baggrund og formål:*

Den foreliggende udgave af JAGG kan alene beregne koncentrationer i grundvand som nedsiver til øverste grundvandsmagasin. Ofte har brugere ønsket at der kunne foretages beregninger til dybereliggende grundvandsmagasiner.

### Forbedringsforslag:

Det bør tilstræbes at der under visse forudsætninger kan beregnes nedsivning til mere dybtliggende grundvandsmagasiner. Et eksempel på beregning af vertikal hydraulisk ledningsevne er vist i 2. eksempel vejledningens appendiksbind side 293.

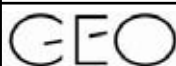
Det skal nøje overvejes, at JAGG-beregningerne i princippet er endimensionelle, hvorfor modellen regner med en række simplificeringer, herunder at der ikke regnes med et forurenede areal, men kun en afstand over hvilken der findes forurening.

Hidtil har man i JAGG lagt vægt på at modellen så vidt muligt skal regne konservativt. Dette princip bør også inddrages ved beregningen af vertikaltransport.

Der skal være sammenhæng mellem udbredelsestykkelsen i øverste magasin og de forudsætninger som benyttes til nedsivningsberegninger (regnes der med nedsivning skønt der ikke regnes med fuld spredning over øverste magasin).

Man skal huske, at de fleste ved vurderingen af den vertikale hydrauliske ledningsevne har tendens til at overvurdere størrelsen ganske meget. De fleste steder er nedsivningen til dybere magasiner klart mindre end nettonedbøren!!!

Kontaktperson: Morten Kjærgaard



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg  
Tlf.: 8627 3111, [www.geoteknisk.dk](http://www.geoteknisk.dk)

Projekt: Videreudvikling af JAGG

Udført : MOK

Dato: 2006-03-02

Emne: Generel funktionalitetsforbedring

Kontrolleret:

Dato:

Side 2 / 3

Godkendt : MOK

Dato: 2006-03-02

Rapport

Bilag 1

Rev.

## Videreudvikling af JAGG – Ide-fasen - Massebalance

### *Baggrund og formål*

Flere af risikovurderingerne i JAGG udføres konservativt. Dette kan medføre at forureningsfluxen til f.x. indeklimaet er så stort, at en given forurening "tømmes" hurtigt.

Formålet med indbygning af en massebalance er at kritisk vurdere de beregnede stoffluxe mod et fornuftigt skøn over den tilstedeværende forureningsmængde.

### *Præsentation*

I modulerne:

- indeklima
- udeluft
- grundvand

tilføjes en regnearkside, hvor de der udføres et skøn over mængden af forurening. Pba. af de beregnede stoffluxe i JAGG, kan der vurderes tidshorisonter for at "tømme" en given kilde.

Kontaktperson: Jes Holm



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg  
Tlf.: 8627 3111, [www.geoteknisk.dk](http://www.geoteknisk.dk)

Projekt: Videreudvikling af JAGG

Udført : MOK

Dato: 2006-03-02

Emne: Generel funktionalitetsforbedring

Kontrolleret:

Dato:

Side 3 / 3

Godkendt : MOK

Dato: 2006-03-02

Rapport

Bilag 1

Rev.



Hedeselskabet  
Ringstedvej 20  
4000 Roskilde  
Att: Thomas H. Larsen

Stationsparken 27  
2600 Glostrup  
Tlf. 4322 2222  
Fax 4322 2899  
www.kbhamt.dk

Dato: 17.02.2006  
Sagsnr.: 9841563-23  
Arkiv: 8-76-5-0

Sagsbeh.: cabaje  
Direkte tlf.: 4322 2821  
e-mail: cabaje@tf.kbhamt.dk

### **Vedr.: Videreudvikling af JAGG**

Som svar på Miljøstyrelses brev af den 9. februar 2006, hvor Styrelsen anmoder om amtets ønsker og behov med hensyn til udvikling af JAGG-modellen, fremsender Københavns Amt hermed dette notat, hvor der er især er lagt vægt på amtets ønsker til og behov for en forbedret JAGG-model til risikovurdering.

Det skal indledningsvist bemærkes, at Københavns Amt i samarbejde med DTU er i gang med undersøgelser og metodiske overvejelser, som har til formål at forbedre grundlaget for risikovurdering både på enkeltlokaliteter og på oplandsskala. Hovedtemaerne i samarbejdsprojektet er: Umættet zones betydning for risikovurderinger, fluxbestemmelse i grundvandszonen nedstrøms en punktkilde og risikovurdering fra lokal skala til oplandsskala.

### **Ønske: Et JAGG-modul for umættet zones betydning for risikovurderingen**

I flere sager med chlorerede opløsningsmidler og benzin/MTBE-forureninger i Københavns Amt har undersøgelserne vist, at der sker en væsentlig forureningsspredning i den umættede zone. Forståelsen af processerne i den umættede zone er både afgørende for at kunne udføre retvisende forureningsundersøgelser og for den efterfølgende risikovurdering og beskrivelse af afværgemuligheder.

I den gældende vejledning for risikovurdering fra Miljøstyrelsen behandles den umættede zone på en stærkt simplificeret måde, idet der ved beregning af stoftransport igennem den umættede zone ikke tages hensyn til nedbrydning, diffusion og fordampning. Denne tilnærmede vil for biologisk nedbrydelige stoffer (olie-benzin-komponenter) medføre en markant overestimering af stoftilførslen til grundvandszonen. Samtidig kan den præferentielle fordampning/udvaskning af fx MTBE fra fri benzin også have en væsentlig betydning for den tidlige udvikling af et spild. For svært nedbrydelige stoffer som chlorerede opløsningsmidler (bl.a. PCE og TCE), vil diffusion i gasfasen kunne sprede stofferne op til 100 m fra selve spildområdet. Denne situation kan i dag ikke håndteres i JAGG.

Københavns Amts ønsker til et JAGG-modul er, at det kan skabe et indledende overblik over den forventede betydning af den umættede zone for forureningsspredning, stofnedbrydning og transport til grundvandszonen for en række typisk forekommende hydrogeologiske situationer og forureningskomponenter.

Med hensyn til stoffer bør der medtages dels stoffblandinger som fyringsolie, benzin (med og uden MTBE), enkeltstofferne PCE og TCE og nedbrydningsprodukterne heraf, samt evt. udvalgte pesticider, hvorved en bred vifte af stoffer er dækket ind, og forventninger til en lang række andre stoffer kan estimeres. Det vil også være ønskeligt at der gives retningslinier for, hvordan andre stoffer estimeres.

### **Ønske: Flux betragtninger som supplement i JAGG**

Ved risikovurdering af forurenede lokaliteter baserer JAGG sig på bestemmelse af koncentrationer af kritiske stoffer i grundvandet nedstrøms forureningskilden. I forhold til at foretage en risikovurdering og prioritering af flere kilder på oplandsskala, er det vanskeligt at afgøre hvilken punktkilde, der udgør den største risiko for grundvandet. Hvad er væsentlig at lægge vægt på? Den højeste koncentration, den udledte forureningsmasse pr. tid/vandvolumen (fluxen) ? eller ændringerne over tid ? Der bør i JAGG arbejdes med et koncept, hvor fluxen af de kritiske stoffer bestemmes som et supplement til koncentrationen. En forureningsflux kan direkte anvendes til at vurdere, hvordan en forureningskilde påvirker et grundvandsmagasin eller en nedstrøms indvindingsboring og en forureningsflux giver mulighed for at sammenligne belastningen af forurenende stoffer fra forskellige forureningskilder kvantitativt.

Forud for opbygningen af et JAGG-modul er der formentlig behov for at fastlægge en standardiseret metode til bestemmelse af forureningsflux nedstrøms en forureningskilde.

### **Ønske: JAGG-modul for stoffblandinger og residual fri fase/ fri fase**

I forbindelse med blandingsforureninger er det et problem, at JAGG ikke kan tage højde for hvordan stofferne opfører sig i blandinger. Det er ligeledes problematisk, at JAGG ikke kan anvendes ved fri fase/ residual fri fase, da disse koncentrationer meget ofte ses i forureningsundersøgelser. Dette giver ofte problemer i sager med olieforurening, hvor der ofte er koncentrationer svarende til residual fri fase, og der på baggrund af jordkoncentrationer skal udføres risikovurdering overfor grundvand og indeklima. Med baggrund i disse vurderinger skal myndighederne afgøre hvorvidt arealet skal kortlægges på V2 og/ eller opstille vilkår i en § 8 tilladelse.

Da JAGG modellen ikke kan simulere opførsel af stoffblandinger eller residual fri fase er der ingen standard på området til en vurdering af disse situationer. Der ses derfor mange forskellige løsninger fra rådgivere og myndigheder, hvor det forsøges at simulere disse situationer bedst muligt.

Det ønskes på den baggrund, at JAGG kan modellere situationer med stoffblandinger og residual fri fase/ fri fase til en opnåelse af det bedste estimat af risiko, herunder et modul hvor det bestemmes om der er fri fase eller ej. På den baggrund vil der ligge en bedre og standardiseret risikovurdering til grund for afgørelse om kortlægning / vilkår i §8 tilladelser.

### **Ønske: Indsættelse af nyt stof i JAGG skal standardiseres og gøres brugervenligt.**

Hvis der i forbindelse med en risikovurdering skal anvendes et stof som ikke findes i JAGG, er programmet ikke opbygget, så der nemt kan indsættes nye stoffer. Derfor er der et ønske

om at dette gøres mere brugervenligt. Desuden vil det være godt, hvis der ligger en henvisning til et opslagsværk/ hjemmeside, hvor de fysisk/ kemiske parametre skal hentes, herunder hvordan diffusionskoefficienten estimeres. Dette vil standardisere beregningerne, når nye stoffer indsættes.

### **Ønske: Bedre risikovurderinger af olieforureninger**

På baggrund af erfaring med mange sager med olieforurening, synes det klart at JAGG modellen i de fleste tilfælde overestimerer risikoen af en olieforurening i forhold til grundvand og indeklima. Herved bruges der mange ressourcer både i det offentlige og hos private til at forfølge og afvise en risiko.

På den baggrund fremsættes dette overordnede ønske om at revurdere JAGG mhp en bedre simulering af olieforureninger og risiko herfra overfor grundvand og indeklima. Dette kan gøres via den forskning og erfaring med oliesager, der er fremkommet siden JAGG blev konstrueret.

Københavns Amt er opmærksom på, at der i denne forbindelse bør være en principiel drøftelse af, hvorvidt der skal skelnes mellem, om JAGG-beregningen foretages med henblik på at prioritere den offentlige oprydningssindsats, hvor hovedformålet er at prioritere rækkefølgerne i oprydningen eller om JAGG-beregningen anvendes i forhold til en påbudssag i Miljøbeskyttelseslovens regi.

### **Ønske: En udbygget brugerflade**

Blandt sagsbehandlerne i amtet er der et ønske om en mere udbygget brugerflade i JAGG-programmet. I en udbygget brugerflade kunne brugeren f.eks. få mere vejledning om i hvilke situationer JAGG kan anvendes og hvilke det ikke kan anvendes. Hvad gør brugerne f.eks. når der er flere magasiner? I hvilke situationer kan brugeren anvende nogle tilnærmelser som er rimelige i forbindelse med anvendelse af programmet? Hvad gør brugeren, hvis der er så høje koncentrationer, at der er risiko for fri fase? osv.

Muligvis er det ligeledes muligt at lave en brugerflade, der tager udgangspunkt i den konceptionelle model for geologi og forureningsspredning, som brugeren bør opstille inden beregningerne foretages?

De i 2005 afholdte JAGG-kurser i AVJ-regi har vist, at der er en række situationer, hvor en bedre brugerflade og en mere udførlig instruktion i, hvordan JAGG bruges, ville give bedre forståelse af hos brugerne, hvordan JAGG anvendes fagligt kvalificeret.

Endeligt vil det være nyttigt for myndighederne, at der i programmet og i rapporteringen af beregningerne er en advisering, såfremt de beregninger, der er foretaget, er sket på baggrund af ændringer i programmets standardparametre (hydrogelogiske, kemiske, bygningsmæssig mv.)

Med venlig hilsen

Carsten Bagge Jensen

## Notat

---

**Dato:**  
28. februar 2006

**Ref.:**  
MAF

**Side:**  
1 af 5

---

**Vedr.:**  
Videreudvikling af JAGG – Idéfasen

**Til:**  
Miljøstyrelsen

**Fra:**  
Krüger A/S, Maiken Faurbye

---

## Beregning af oprensningskriterier

### Baggrund og formål

Forud for projektering af afværagesager er det ofte relevant at beregne til hvilken kildestyrke forureningen skal reduceres, hvis kvalitetskriteriet i de underliggende grundvandsmagasiner skal overholdes.

Formålet med at implementere en facilitet til dette i JAGG vil dels være at øge fokus på konsekvenserne af risikoberegningerne, dels i bedste fald at øge antallet af reelt risikoreducerede afværgeforanstaltninger.

### Præsentation af idé

I forbindelse med konstatering af en risikogivende forurening er det generelt interessant at vide, hvad der skal til for at få risikoen nedbragt. Det kan være til et niveau, der enten svarer til kvalitetskriteriet eller til et andet fastsat kriterium.

Det er med de nuværende faciliteter i grundvandsmodellen muligt at prøve sig frem med indtastning af forskellige kildestyrker, arealer og bredder. Idéen er, at der udarbejdes en facilitet i regnearket til direkte beregning af den maksimale kildestyrke ud fra en ønsket resulterende koncentration under eller nedstrøms kilden.

En lignende facilitet kunne være relevant til beregning af oprensningskriterier i forhold til at overholde afdampningskriteriet.

### Implementering i JAGG

Det eneste der kræves i forhold til den eksisterende facilitet er muligheden for at foretage en tilbageberegning med udgangspunkt i de formler der allerede findes i regnearket.



**Fejl! Ukendt argument for parameter.  
argument for parameter.**

**Fejl! Ukendt**

Der kan eventuelt gives mulighed for at vælge:

- Indtastning af ønsket kriterium (kvalitetskriteriet for det aktuelle stof eller et selvvalgt)
- Fastholdelse af areal/bredde ved reduktion af kildestyrke
- Fastholdelse af kildestyrke ved reduktion af areal/bredde

## Notat

---

<b>Dato:</b> 28. februar 2006	<b>Ref.:</b> MAF	<b>Side:</b> 3 af 5
----------------------------------	---------------------	------------------------

---

**Vedr.:**  
Videreudvikling af JAGG – Idéfasen

**Til:**  
Miljøstyrelsen

**Fra:**  
Krüger A/S, Maiken Faurbye

---

## Fluxberegninger som supplement til risikoberegninger

### Baggrund og formål

Med udgangspunkt i de af Københavns Amt og DTU igangsatte tiltag vedrørende metodeudvikling til bestemmelse af forureningsfluxe, er det generelt relevant at se på stoffluxe som supplement til de traditionelle grundvandsrisikoberegninger i JAGG-modellen.

Fordelen ved at anvende fluxberegninger ved risikovurderinger er, at det giver mulighed for at foretage kvantitative sammenligninger mellem risikoen ved forskellige kilder.

En implementering af fluxberegninger i JAGG vil ydermere give mulighed for at sammenholde den vurderede gennemsnitskoncentration i kilden med en kildestyrke beregnet på baggrund af den masse der transporteres i de underliggende grundvandsmagasiner. Følgende præsentation af idé omhandler udelukkende sidstnævnte formål.

### Præsentation af idé

Den konkrete idé til implementering af fluxberegninger i JAGG kan anvendes når der allerede er et relativt godt kendskab til grundvandsmagasinet under en forureningskilde og derved mulighed for at vurdere stoffluxen i magasinet.

På baggrund af fluxen i det underliggende magasin beregnes en værdi af forureningskoncentrationen i den opløsning der spredes vertikalt fra kilden til magasinet. Den beregnede kildestyrke kan nu sammenholdes med den vurderede kildestyrke baseret på jord-, vand- og porluftanalyser.

Metoden kan anvendes til at sammenholde beregningsværdier baseret på forskellige input, og derved opnå større grad af sikkerhed for størrelsesordenen af beregningerne.

**Fejl! Ukendt argument for parameter.  
argument for parameter.**

**Fejl! Ukendt**

Et generelt større fokus på massebalancen af forureningen i forskellige geologiske formationer kan desuden være med til at give større vished, hvad angår vurderingen af risikoen for tilstedeværelse af residual eller fri fase forurening.

### **Implementering i JAGG**

Regnearket indrettes så der er mulighed for at beregne fluxen i magasinet under kilden ud fra transmissiviteten, bredden af tværsnittet og gennemsnitskoncentrationen. Der bør være mulighed for, at sammensætte et tværsnit med forskellige T-værdier og koncentrationsniveauer. Desuden skal det være muligt at indtaste fluxen direkte, hvis den i forvejen er bestemt (passive samplere el. andet).

På baggrund af fluxen, nettonedbøren og arealet af kilden angives en alternativ kildestyrkekoncentration, der direkte kan sammenlignes med den oprindeligt vurderede.

## Notat

---

**Dato:**

2. marts 2006

**Ref.:**

**Side:**

5 af 5

---

**Vedr.:**

Videreudvikling af JAGG - Idéfasen

**Til:**

Miljøstyrelsen

**Fra:**

Krüger A/S, Karsten K Sørensen

**Kopi til:**

---

### Kortfattede forslag til supplement til JAGG-modellen

- Designet af modellen ændres, således at det umiddelbart kan vedlægges rapporter o.lign. som overskuelige bilag.
- Ved vertikal transport indlægges en faktor, der omfatter transporthastigheden og nedbrydningen af forureningskomponenten. Ved den nuværende model vil selv kraftigt nedbrudte, tunge erfaringsmæssigt immobile oliekomponenter beregningsmæssigt kunne udgøre en trussel overfor en underliggende grundvandsmagasin.
- Der indlægges en facilitet til beregning af masse af forureningen (på baggrund af fugacitetsbetragtninger).





**KØBENHAVNS KOMMUNE**  
Teknik- og Miljøforvaltningen  
Miljøkontrollen

<b>HEDESLSKABET</b>		
Miljø og Energi ds		17437
- 7 MRS. 2006		
Afd.: 364	Til: THL	Kopi:

Hedeselskabet  
Ringstedvej 20  
4000 Roskilde  
Att.: Thomas Larsen

3. marts 2006

Journalnr.  
017307-453209  
MAW/mva

## Videreudvikling af JAGG – MST-projekt

Tak for Jeres henvendelse vedrørende videreudvikling af JAGG. Vi påskynder meget et projekt af den art.

Nedenfor har vi givet Miljøkontrollens umiddelbare ønsker og behov for en videreudvikling af modellen. Vi har ikke angivet konkrete forslag til en implementering af ønskerne i selve JAGG modellen.

### Miljøkontrollens ønsker og behov for videreudvikling af JAGG

Formålet med vores ønsker er primært en mere overskuelig og gennemsigtig modelberegning, som gør det nemmere for myndighederne dels at kontrollere andres beregninger, dels at udføre disse. Vores ønsker er følgende:

1. En udvidelse af den eksisterende liste over kemiske stoffer, således at den også omfatter "standard" olie- og benzinkomponenter
2. En standard beregning for forskellige olie-/benzin-typer, (hvh. frisk og nedbrudt) fx på baggrund af MST-projektet: Kemisk profil –olie og benzin (2003), som direkte kan bruges i myndighedernes risikovurderinger.
3. En udvidet/opdateret liste over jordtyper og deres fysisk-/kemiske parametre, med en differentiering mellem intaktjord og fyldjord.
4. Forslag/anbefaling vedr. geologiske/geotekniske undersøgelser (porøsitet, kulstofindhold m.m.), som kan give en bedre beskrivelse af den aktuelle jord.
5. Checkliste for konsulenter og myndigheder, som medfører en overskuelig og ensartet beskrivelse af modelberegningens forudsætninger og input, fx:
  - præcis angivelse af inputdata
  - præcis angivelse af målte og skønnede/beregnete input
  - angivelse af jordparametre
  - klar markering af ændringer af standardparametre, samt ændringer af bagvedliggende formler, data m.v.

### Miljøkontrollen

Kalvebod Brygge 45  
Postboks 259  
1502 København V

Telefon  
33 66 58 00

Telefax  
33 66 71 33

EAN-nr. 5798009595959

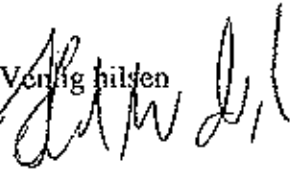
P-nr. 1.003.252.395

E-mail  
miljoe@tmf.kk.dk

www.miljoe.kk.dk



Du er velkommen til at kontakte Mariam Wahid, hvis du har bemærkninger eller spørgsmål til sagen. Henvender du dig skriftligt, vil det lette sagsbehandlingen, hvis du oplyser ovenstående Journalnr.

Venlig hilsen  


Henrik Winther Nielsen

Mariam Wahid

# Notat



Rådgivende ingeniører  
og planlæggere A/S

NIRAS  
Åboulevarden 80  
Postboks 615  
DK-8100 Århus C

Telefon 8732 3232  
Fax 8732 3200  
E-mail [niras@niras.dk](mailto:niras@niras.dk)

CVR-nr. 37295728  
Tilsluttet F.R.I

**Miljøstyrelsen, Jord & Affald**

---

## **VIDEREUDVIKLING AF JAGG**

### **Forslag til videreudvikling/ændring (Idéfasen)**

---

3. marts 2006

Miljøstyrelsen har i brev af 9. februar 2006 inviteret til indsendelse af forslag til ændringer/tilføjelser til den fortsatte videreudvikling af JAGG.

Fra NIRAS' kontorer i Allerød og Århus er der i alt formuleret 12 bidrag. Ideer til videreudvikling, supplement til eksisterende beregninger samt datapræsentation og -dokumentation.

Forslagene er grupperet indenfor de eksisterende hovedgrupper for beregninger i det omfang der er tale om supplement/forbedring. Hvert forslag er endvidere nummereret for senere simpel reference.

NIRAS' forslag præsenteres i det følgende, som et katalog med et forslag pr. side. Herved kan de splittes op og grupperes med andre indkomne forslag.

## UMÆTTET ZONE

### GENERELT

#### Forslag 1: Idé til forbedret håndtering af transport igennem umættet zone

1. **Baggrund og formål med idéen**

Den nuværende håndtering af stoftransport igennem den umættede zone er meget simplificeret og ofte meget konservativ. Formålet er derfor at revidere den nuværende formulering af stoftransporten i den umættede zone, således at den i passende omfang kan anvendes til at kvantificere de relevante processer – og dermed resultere i en mere retvisende risikovurdering.

2. **Præsentation af idéen**

For bl.a. olie- og benzinstoffer og andre delvist aerobt nedbrydelige stoffer kan dette resultere i en kraftig overestimation af påvirkningen af det underliggende grundvand. Den aerobe nedbrydningsrate er den altafgørende enkeltparameter i vurderingen af nedbrydningens betydning.

For relativt flygtige og aerobt svært nedbrydelige alifatiske kulbrinter som PCE og TCE sker der ofte en meget omfattende horisontal og vertikal spredning ved diffusion. Denne proces er påvist at være meget vigtig ved vurdering af påvirkningen af det underliggende grundvand, og kan være en ligeså vigtig transport proces som den advektive strømning igennem det kun delvist vandfyldte poreskelet i den i umættede zone.

3. **Implementering i JAGG-modellen**

De processer, der skal implementeres samlet, er diffusion og biologisk nedbrydning. Selve beregningen af spredningen vurderes at kunne udføres ved hjælp af en analytisk løsning på en passende simpel formulering af problemet. Hertil kræves en række default-værdier, hvor specielt nedbrydningsrater kræver en sammenstilling af litteraturværdier.

4. **Kontaktperson**

Anders G. Christensen, NIRAS, Sortemosevej 2, 3450 Allerød. AGC@NIRAS.DK

## INDEKLIMA, UDELUFT

### GENERELT

#### Forslag 2: Forbedring af værktøj til beregning af fugacitet, indeklima og udeluft

##### 1. Baggrund og formål med idéen

JAGG bør anvendes som et værktøj, der kan støtte udvikling af **konceptuelle modeller** og styrke **usikkerhedshåndtering** i risikovurderinger. Desværre har JAGG nogle principielle svagheder, bl.a.:

- Dårlig dokumentation af parametervalg ved resultatudskrivning.
- Ved følsomhedsberegning kan beregninger ikke gemmes.
- Ingen overførsel af data fra fugacitetsmodul til andre moduler.
- Manglende mulighed for indtastning og anvendelse af lokalitetsdata som revnevidder og -længde, membran, gulvtyper, etager mv.
- Forvirring, fordi der er en del parametre, der kan indtastes, som ingen betydning har for beregninger, eller som ikke kendes.
- Ingen hjælp med forslag til parametre ved almindelige scenarier, f.eks. modelstoffer ved afdampning af olieprodukter

##### 2. Præsentation af idéen

Alle unødvendige oplysninger fjernes fra brugerfladen, men kan hentes ved behov. Ved brug af JAGG tvinges brugeren til at vælge kritiske lokalitetsspecifikke forhold, f.eks. armeret beton, gammelt betongulv, trægulv, modelstoffer mv., og ved resultatudskrivning medtages følsomhedsberegninger, dvs. at manglende overblik synliggøres.

##### 3. Implementering i JAGG-modellen

Videreudvikling af JAGG som en tidssvarende værktøj kræver ændringer i brugerflader, hjælpemenuer og muligheder for at dokumentere og gemme beregninger (se forslag fra Nils Wodschow). Specifik redigering af det eksisterende Excel-regneark kan dog gennemføres ved at tilføje flere data til tabeller, et nyt modul til følsomhedsberegninger samt ændringer i "gulvdata" og "byggningsdata".

##### 4. Kontaktperson

Jacqueline Anne Falkenberg, NIRAS, Sortemosevej 2, 3450 Allerød, jaf@niras.dk

## INDEKLIMA

### GENERELT

#### Forslag 3: Udenlandsk erfaring ved beregning af indeklimabidrag

##### 1. Baggrund og formål med idéen

Ved Consoil 2005 blev der præsenteret to indlæg /1, 2/, hvor der er opsamlet en række måledata for koncentrationer i vand, poreluften, krybekælder og indeluft som er sammenlignet med forudsigelser ved brug af modelværktøj. Der er tale om i alt 22 lokaliteter, hvor der hovedsageligt er målt for chlorerede opløsningsmidler (kun 2 lokaliteter med BTEX). Forfatterne har indikeret at de vil kunne stille deres data til rådighed.

/1/ ConSoil 2005. Provoost, J.; Cornelis, C. og Piet, Seuntjens. The precision and accuracy of various vapour intrusion models for groundwater contaminants

/2/ ConSoil 2005. Lijzen, J.P.A.; Bakker, J. Van Wijnen, H.J.; Otte, P.F.; Swartjes, F.A. og Baars, B-J. Site Specific risk assessment of volatile compounds in soil; How it can be improved

##### 2. Præsentation af idéen

Der foreslås et projekt, hvor de udenlandske data og modeller beregnes i forhold til JAGG mhp. en vurdering af parametervalg og usikkerheder. Erfaringer fra de mange danske rapporter om indeklimapåvirkning, gastransport, standardparametre og anvendelse af JAGG bør inddrages /3,4,5/; bl.a. er følsomhedsberegninger af parametervalg allerede udført i /3/. Dette projekt har dermed til formål at danne grundlag for en operationel vejledning i brugen af JAGG ved indeklimavurderinger herunder kortfattet hjælpemenuer i JAGG.

/3/ Amternes Videncenter for Jordforurening. Indsamling og vurdering af data til risikovurdering i JAGG-modellen. Teknik og Administration nr. 1 2005

/4/ Amternes Videncenter for Jordforurening. Transport af gasformig forurening i umættet zone og i bygninger. Litteraturstudie. Teknik og Administration nr. 7 2004

/5/ Amternes Videncenter for Jordforurening. Indeklimapåvirkning fra Forurenede grunde. Modelberegninger og indeklimamålinger. Teknik og Administration nr. 1 2002.

##### 3. Implementering i JAGG-modellen

JAGG har behov for bedre hjælpemenuer om valg af defaultværdier og deres betydning.

##### 4. Kontaktperson

Jacqueline Anne Falkenberg, NIRAS, Sortemosevej 2, 3450 Allerød, jaf@niras.dk

## INDEKLIMA

### SPECIFIKT

#### Forslag 4: Beregning af indeklimabidrag gennem flere etager

##### 1. Baggrund og formål med idéen

På nuværende tidspunkt gennemføres indeklimaberegninger fra en målt koncentration under gulv til byggeriets nederste etage (kælder- eller stueplan). Såfremt der mellem denne etage og en overliggende etage er en etageadskillelse i beton uden åbne trappegange/rørgennemføringer, er det ofte relevant at beregne et indeklimabidrag til den overliggende etage. Dette er især interessant, hvis underetagen anvendes til mindre følsomme formål, og den overliggende etage anvendes til boligformål.

På nuværende tidspunkt gennemføres denne beregning typisk ved, at der først beregnes et bidrag i indeklimaet i underetagen ud fra den målte koncentration under gulvet. Herefter anvendes den beregnede koncentration i indeklimaet i underetagen til endnu en beregning, hvor den beregnede koncentration svarer til den målte under gulvet i forhold til den overliggende etage.

Ved den beskrevne beregningsmetodik tages der blandt andet ikke højde for luftskiftet i underetagen, ligesom opbygningen af en etageadskillelse givetvis ikke svarer til den gulvopbygning, der benyttes i JAGG. Formålet med ideen er således at sikre en ensartet praksis i risikovurderinger overfor indeklimaet ved flere etagers byggerier, og hvor anvendelsen af de enkelte etager (bolig-/erhvervsformål) er forskellig.

Det skal nævnes, at Miljøkontrollen i deres §8 sagsbehandling er opmærksomme på ovennævnte problemstilling, og de har i deres sagsbehandling valgt at acceptere 1000 gange afdampningskriteriet, hvis der er kælder med mindre følsom anvendelse under en bolig, mod 100 gange afdampningskriteriet ved forurening direkte under boliger.

##### 2. Præsentation af idéen

Der tilføjes en facilitet i JAGG's nuværende modul for indeklimaberegninger.

##### 3. Implementering i JAGG-modellen

Der er tale om en simpel modifikation til JAGG.

##### 4. Kontaktperson

Betina Haugaard Heron, NIRAS, Åboulevarden 80, 8100 Århus C, [bhh@niras.dk](mailto:bhh@niras.dk)

## INDEKLIMA

### GENERELT

#### Forslag 5: Beregning af betontykkelse

1. **Baggrund og formål med idéen**

Ved byggerier på en forurenede ejendom er det en ikke usædvanlig praksis, at JAGG anvendes til beregning af hvor tykt et betongulv, der skal være i byggeriet for, at der sikres mod uacceptable indeklimapåvirkninger i det fremtidige byggeri.

Der er således tale om en slags tilbageregning i JAGG, og måske ikke en tilsigtet anvendelse?

Formålet med ideen er dels at få Miljøstyrelsens accept af, at denne tilbageregningsmetodik er anvendelig, og hvis dette er tilfældet, at tilføje en facilitet til JAGG, så denne beregnings-type kan vælges direkte.

2. **Præsentation af idéen**

Der tilføjes en facilitet i JAGG, så der ikke er brug for tilbageberegning, men i stedet direkte kan vælges et beregningsmodul til beregning af nødvendige gulvtykkelser til brug ved nybyggerier eller etablering af afskærende/afværgetiltag.

3. **Implementering i JAGG-modellen**

Der er tale om en simpel modifikation til JAGG.

4. **Kontaktperson**

Betina Haugaard Heron, NIRAS, Åboulevarden 80, 8100 Århus C, [bhh@niras.dk](mailto:bhh@niras.dk)



## INDEKLIMA

### SPECIFIKT

#### Forslag 6: Beregning af indeklimabidrag gennem trægulve

##### 1. Baggrund og formål med idéen

Ved risikovurderinger i forhold til indeklimaet ved trægulve benyttes typisk følgende praksis:

- Der gennemføres ikke JAGG-beregninger, idet det antages, at den målte koncentration under gulvet svarer til den koncentration, der vil kunne påvises i indeklimaet.
- Der gennemføres JAGG-beregninger, men betontykkelsen af gulvet sættes til få millimeter/centimeter for på denne måde at kompensere for, at trægulvet ikke tilbageholder så meget forurening som et betongulv.

I amternes sagsbehandling er der ofte behov for en generel og mindre konservativ vurdering af tilbageholdelsen af forureningskomponenterne over trægulve. Eksempelvis er det oplagt i vurderingen af tilbageholdelsen at inddrage et naturligt luftskifte i indeklimaet, ligesom der kunne medregnes en vis tilbageholdelse over gulvkonstruktionen, selvom denne er af træ.

Formålet med ideen er at sikre, at risikovurderinger i forhold til indeklimaet i bygninger med trægulve udføres ensartet og mindre konservativt.

##### 2. Præsentation af idéen

Der tilføjes en facilitet i JAGG's nuværende modul for indeklimaberegninger, så der er mulighed for at vælge trægulv som gulvtype.

##### 3. Implementering i JAGG-modellen

Der er tale om en simpel modifikation til JAGG.

##### 4. Kontaktperson

Betina Haugaard Heron, NIRAS, Åboulevarden 80, 8100 Århus C, [bhh@niras.dk](mailto:bhh@niras.dk)

## INDEKLIMA

### SPECIFIKT

#### Forslag 7: Nuancering af gulvtyper

1. **Baggrund og formål med idéen**

I langt de fleste JAGG-beregninger overfor indeklimaet anvendes standardværdier for gulv-data (cementindhold, armeringsdata mv.).

Der er imidlertid markant forskel på et gulvs evne til at tilbageholde forureningen afhængigt af gulvets stand, og ved anvendelse af standardparametre tages der ikke højde for dette.

Formålet med ideen er, at beregningerne nuanceres afhængigt af gulvets stand og dermed gøres mere nøjagtige.

2. **Præsentation af idéen**

Der tilføjes en facilitet i JAGG's nuværende modul for indeklimaberegninger, så der eksempelvis er mulighed for at vælge tre gulvtyper. Inddelingen kan eksempelvis ske i forhold til bygningens/gulvets alder, hhv. < 5 år, mellem 5 og 20 år og >20 år.

3. **Implementering i JAGG-modellen**

Der er tale om en simpel modifikation til JAGG.

4. **Kontaktperson**

Betina Haugaard Heron, NIRAS, Åboulevarden 80, 8100 Århus C, [bhh@niras.dk](mailto:bhh@niras.dk)

## GRUNDVAND

### SPECIFIKT

#### **Forslag 8: Øget rækkevidde af grundvandsberegninger på trin II og III**

1. **Baggrund og formål med idéen**

I JAGG beregnes forureningskoncentrationer i en afstand fra forureningskilden svarende til max. 100 m. I praktisk sagsbehandling vil man ofte have et ønske om at beregne koncentrationer i større afstand fra forureningskilden, f.eks. afstanden til en vandindvindingsboring eller til en recipient. Dette har ført til en udbredt praksis med modifikation af JAGG således, at beregningsafstanden øges. Det vil være hensigtsmæssigt, at denne mulighed indbygges i JAGG.

2. **Præsentation af idéen**

Der indlægges en facilitet i JAGG's trin II og III således, at forureningskoncentrationer kan beregnes i en indtastet afstand fra forureningskilden.

3. **Implementering i JAGG-modellen**

Der er tale om en simpel modifikation af grundvandsdelen i JAGG.

4. **Kontaktperson**

Niels Lauge Sørensen, NIRAS, Åboulevarden 80, 8100 Århus C, [nls@niras.dk](mailto:nls@niras.dk)

## GRUNDTVAND

### SPECIFIKT

#### Forslag 9: Inddragelse af mængdeaspekt i risikovurdering ift. grundvand

1. **Baggrund og formål med idéen**

JAGG har ikke den anvendelighed på grundvandsområdet, som den burde have. Risikovurderingen er for restriktiv og JAGG kan derfor reelt ikke anvendes til prioritering og målretning af den offentlige indsats – hvilket vel har været formålet, og hvilket der er hårdt brug for. Et væsentligt problem i denne sammenhæng er, at JAGG alene fokuserer på forureningskoncentrationer. Risiko over for grundvandet er imidlertid ikke relateret til koncentrationer, men til stofmængder.

2. **Præsentation af idéen**

Risikovurderingen i JAGG's grundvandsmodul udbygges således, at der holdes regnskab med stofmængderne. Herved kan den årlige stofmængde, som afgives til grundvandet, opgøres ligesom den mængdemæssige effekt af f.eks. naturlig nedbrydning kan indregnes. De beregnede stofmængder vil give myndighederne et prioriteringsgrundlag, som ikke er til rådighed i dag. Risikovurderingen vil også kunne baseres på stofmængderne. Dette kan gøres på forskellig vis – eksempelvis kunne man vurdere i forhold til en fiktiv drikkevandsindvinding placeret i et års transportafstand (max. 100 m) fra forureningskilden. Indvindingsmængden fra den fiktive indvinding kunne vælges svarende til et lille lokalt vandværk, f.eks. 50.000 m<sup>3</sup>/år. Risikoen vurderes i givet fald ud fra koncentration af stof i oppumpet vand.

3. **Implementering i JAGG-modellen**

Der er tale om en relativt simpel modifikation af grundvandsdelen i JAGG.

4. **Kontaktperson**

Niels Lauge Sørensen, NIRAS, Åboulevarden 80, 8100 Århus C, [nls@niras.dk](mailto:nls@niras.dk)

## GRUNDVAND

### GENERELT

#### **Forslag 10: Transport og omsætning af forurening i vandmættede dæklag**

##### 1. **Baggrund og formål med idéen**

Man kommer ofte ud for en forureningssituation, hvor der er konstateret forurening i terrænnært jord og grundvand, men hvor forureningen endnu ikke er trængt ned i det dybere liggende, primære grundvand.

I denne situation kan JAGG modellens trin Ia anvendes til at beregne stoffkoncentrationen i det primære grundvand umiddelbart under forureningskilden. Der er imidlertid tale om en meget konservativ beregning, idet JAGG *ikke* tager højde for den dispersion, sorption og eventuelle nedbrydning af forureningskomponenterne, som kan finde sted under den vertikale transport af forureningen fra det terrænnære grundvand til det primære magasin.

Specielt i situationer, hvor det primære grundvandsmagasin ligger forholdsvis dybt (> 15 – 20 m.u.t.), viser erfaringen, at Trin Ia beregningen ofte overvurderer forureningskoncentrationen under kilden. Der er derfor behov for udvikling af et mere realistisk beregningsmodul, som kan anvendes som alternativ til det eksisterende trin Ia i JAGG-modellen. Samtidig er der behov for, at JAGG kan beregne, hvor lang tid, der kan forventes at gå, fra tidspunktet for forureningsudslippet til de mest mobile stoffer er transporteret ned i det primære magasin. Sidstnævnte er bl.a. af betydning i forbindelse med tilrettelæggelse af videregående undersøgelser og opstilling af monitoringsprogrammer.

##### 2. **Præsentation af idéen**

Ideen er at udvikle et modul, som kan håndtere de processer, som finder sted under den vertikale forureningstransport i vandmættede dæklag (mht. den umættede zone – se forslag formuleret af Anders G. Christensen, NIRAS). Modulet skal således kunne beregne stoffkoncentrationen i det primære grundvand umiddelbart under forureningskilden under hensyntagen til dispersion og sorption i dæklagene samt – som en valgmulighed - under hensyntagen til nedbrydning og evt. sprækketransport i de øverste meter af lerdæklag. Modulet skal endvidere kunne beregne stoftransporthastigheden og transporttiden fra forureningskilden til det primære grundvand (dvs., den forventede opholdstid i dæklagene).

##### 3. **Implementering i JAGG-modellen**

Der udarbejdes et ”alternativt” modul Ia, som kan anvendes til at evaluere betydningen af dispersion, sorption og nedbrydning under den vertikale transport mod det primære grundvandsmagasin gennem vandmættede dæklag

##### 4. **Kontaktperson**

John Flyvbjerg, NIRAS, Sortemosevej 2, 3450 Allerød, [jof@niras.dk](mailto:jof@niras.dk)

## DATAGRUNDLAG

### SPECIFIKT

#### Forslag 11: Angivelse af modelstoffer

1. **Baggrund og formål med idéen**

Ved risikovurderinger overfor oliestoffer er der sjældent kendskab til den nøjagtige sammensætning af den trufne forurening. Ofte kendes kun indholdet af totalkulbrinter (målt som C<sub>6</sub>-C<sub>35</sub>); eventuelt opdelt på fraktionerne C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>, C<sub>10</sub>-C<sub>25</sub> og C<sub>25</sub>-C<sub>35</sub>.

Ved beregninger i JAGG i forhold til oliestoffer anvendes ofte modelstoffer; blandt andet anvender NIRAS ved poreluftforurening hexadecan for totalkulbrinter (C<sub>6</sub>-C<sub>35</sub>) og 1,2,3-trimethylbenzen for C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>.

Formålet med ideen er at sikre, at beregningsgrundlaget for rådgivere, amter mv. gøres ensartet.

2. **Præsentation af idéen**

Der tilføjes en facilitet i JAGG, så der mulighed for at se en liste over anbefalede modelstoffer, som kan anvendes ved beregningerne – alt efter om der er kendskab til forurening i poreluft, jord eller grundvand.

3. **Implementering i JAGG-modellen**

Der er tale om en simpel modifikation til JAGG.

4. **Kontaktperson**

Betina Haugaard Heron, NIRAS, Åboulevarden 80, 8100 Århus C, bhh@niras.dk

## DATAPRÆSENTATION, LAYOUT

### GENERELT

#### Forslag 12: Idé til forbedret layout og datapræsentation

1. **Baggrund og formål med idéen**

For at dokumentere de anvendte data ved JAGG-beregninger (inde-/udeluft og grundvand) kan de enkelte faner udskrives enkeltvis. Dette medfører et større antal udskrifter. Da der ikke for hvert ark er et identifikationsnummer (prøvenummer/lokalitet/sagsnummer) kan der ske en sammenblanding af flere udskrifter.

Idéen er at samle de enkelte trin/beregningsdele i et særligt ”udskrifts-ark” således at én beregning udskrives/dokumenteres på én side. Samtidig anføres prøvenummer/lokalitet/sagsnummer på den enkelte udskrift

2. **Præsentation af idéen**

NIRAS har allerede udarbejdet dokumentationsudskrift for udeluft-, indeklimate- og grundvandsmodulet (A og B), jf. vedlagte eksempel.

3. **Implementering i JAGG-modellen**

For at implementere arkene i JAGG har det været nødvendigt at indbygge et antal makroer til fremkaldelse af udskriftsarkene, da de skjules, når man bl.a. går ud til hovedmenuen.

Ved at angive prøvenummer/lokalitet/sagsnummer på forsiden (hovedmenuen) kan identifikationen automatisk overføres til de enkelte udskrifter, jf. vedlagte eksempel. Nævnte udskrifter er naturligvis kun gældende i NIRAS’ udgave af JAGG 1.5, hvor bl.a. NIRAS logo er indarbejdet. Ved en revidering af JAGG vil nævnte ark og makroer næppe kunne genbruges, men noget tilsvarende bør udarbejdes for at have en sikker dokumentation af hver enkelt beregning.

4. **Kontaktperson**

Nils Wodschow, NIRAS, Sortemosevej 2, 3450 Allerød, [NAW@niras.dk](mailto:NAW@niras.dk)

# Risikovurdering af forurenede grunde

Version 1.5. Opdateret den 03.07.2001: PCE-luftkriterie.  
Opdateret den 16.05.2002: MTBE-grundvandskriterie.  
Miljøstyrelsen, Jordforureningskontoret  
Strandgade 29  
1401 København K  
Telefon nr. +45 3266 0100  
E-post: mst@mst.dk

Vejledning fra Miljøstyrelsen, Oprydning på forurenede lokaliteter nr. 6 1998  
Dette regneark er modificeret fra den originale version eller der er tilføjet data i regnearket: 21-02-2006  
**NAW:** Grundvands-, indeklima og udeluftresultater i venligt format (1-sides bilag). Indtastning af grunddata på forsiden  
**JAF:** Data for formaldehyd, decan, dodecan og hexadecan. Data for luftkriterier for trimethylbenzener (C9-aromater)

NIRAS sag nr.	
OM sag nr.:	
Sagsnavn (lokalitet):	
Målepunkt:	
Jordtype (målepunkt):	
Dybde [m u.t.]:	

blank hvis ikke OM-sag  
adresse, by  
betegnelse  
dybde eller beskrivelse

HUSK	
NIRAS rapportside	Genvej
Indeklima	Cirt+i
Udeluft	Cirt+u
Grundvand (a)	Cirt+a
Grundvand (b)	Cirt+b

## Anvisning til udskriftark, samt diverse layout-ændringer:

Sagsdata udfyldes altid på forsiden  
**KUN FOR INDEKLIMA OG UDELUFT:** Målte koncentrationer anføres altid i Fugacitets-afsnittet (også i tilfælde hvor man måler poreluftkoncentrationen)  
Der udfyldes enten jord-, vand eller luft-afsnittet i Fugacitet. (Der må kun være et af disse afsnit der er udfyldt)

Forslag 12



Forslag 12

NIRAS sag:  
Beregning for: intet stof valgt

Målepunkt:  
Jordtype i målepunkt:  
Prøvedybde (m u.t.):

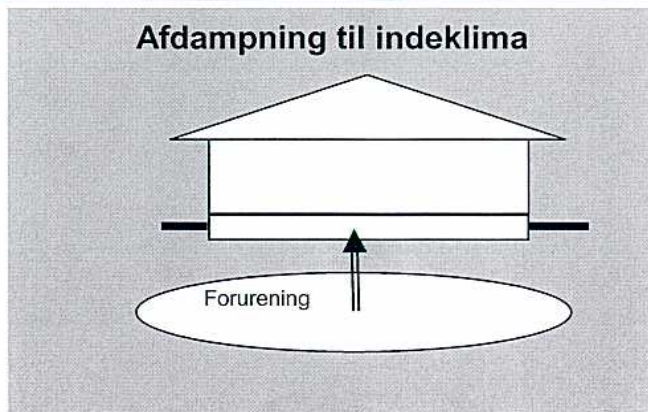
Lokalitet:

### Forureningsdata

Baggrundskonc.	$C_0$	0 mg/m <sup>3</sup>
Diffusionskoefficient i luft	$D_L$	#REFERENCE! m <sup>2</sup> /s
Poreluftkoncentration	$C_L$	0 mg/m <sup>3</sup>

#### Koncentration i målepunkt:

Poreluftkoncentration, målt	$C_L$	mg/m <sup>3</sup>
Jordkoncentration, målt	$C_J$	mg/kg TS
Vandkoncentration, målt	$C_v$	mg/L
Poreluftkonc. beregnet fra jord	$C_L$	mg/m <sup>3</sup>
Poreluftkonc. beregnet fra vand	$C_L$	mg/m <sup>3</sup>



### Bygningsdata

Lofthøjde	$L_h$	0 m
Luftskifte	$L_s$	8,30E-05 s <sup>-1</sup>
Gulvbredde	$l_b$	0 m
Gulvlængde	$l_l$	0 m
Trykforskel over betondæk	$\Delta P$	5 Pa
Materialekonst. for beton	$N_b$	0,002
Revnevidde	$w$	1,110E-01 mm
Gnmsn. revneafstand	$l_w$	6,366E+02 mm
Total revnelængde	$l_{tot}$	0 m
Vol. strøm gennem beton	$q$	##### (m/s) * m <sup>2</sup>
Poreluftkonc. under gulv	$C_p$	##### mg/m <sup>3</sup>

### Gulvdata

Betontværsnit	$h_b$	80 mm
Armeringsdiameter	$d_a$	3 mm
Armeringskonstant	$k$	1
Afstand mellem armeringsjern	$\Delta b$	50 mm
Relativ luftfugtighed	RF	60 %
Cementindhold	CM	220 kg/m <sup>3</sup>
Vand/cement-tallet	v/c	0,67
Svindtid	$t_s$	7300 døgn
Elasticitetskoeff. Stål	$E_s$	210000 MPa
Elasticitetskoeff. Beton	$E_b$	20000 MPa
Dynamisk viskositet af luft	$\mu$	1,80E-05 kg/(m * s)

### Jordparametre

Lagtykkelse angiver hvert enkelt lags tykkelse.

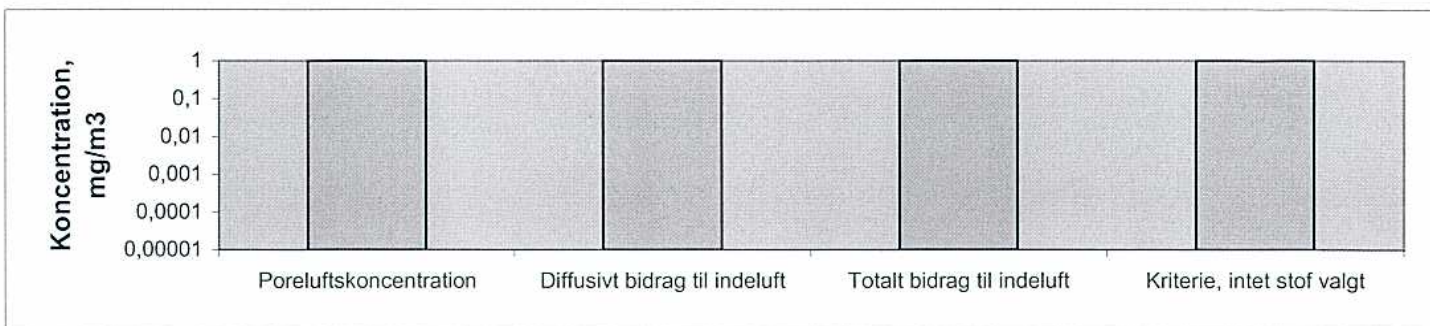
Jordlagene er indtastet 'oppefra og ned' i tabellen, men rækkefølgen er ligegyldig, da det er den samlede tykkelse der giver den samlede effekt.

Jordtype	Lagtykkelse m	d kg/l	r kg/l	$f_{oc}$	$V_L$	$V_v$	$V_J$	Materialekonst.
----------	------------------	-----------	-----------	----------	-------	-------	-------	-----------------

Samlet lagtykkelse:

### Beregning: Indeklima

Poreluftskoncentration	$C_L$	##### mg/m <sup>3</sup> under 12 m jord
Diffusivt bidrag til indeluft	$C_i$	##### mg/m <sup>3</sup>
<b>Totalt bidrag til indeluft</b>	<b>CK</b>	<b>##### mg/m<sup>3</sup></b>
Kriterie, intet stof valgt		##### mg/m <sup>3</sup>



\* "Risikovurdering af forurenede grunde, Excel-regneark", "Vejledning fra Miljøstyrelsen, Oprydning på forurenede lokaliteter nr. 6 1998", Miljøstyrelsen, Jordforureningskontoret, Strandgade 29, 1401 København K

NJA.txt

Fra: Henrik Nordtorp / Nordjyllands Amt  
[amt.hn@nja.dk]

Sendt: 3. marts 2006 13:50

Til: THL - Thomas H. Larsen

Emne: Videreudvikling af JAGG - bemærkninger

Til Thomas H. Larsen

Den 9. februar 2006 har Miljøstyrelsen orienteret om igangsætning af en videreudvikling af JAGG - modellen. I den forbindelse har Miljøstyrelsen anmodet om eventuelle beskrivelse af ønsker og behov med hensyn til videreudvikling af JAGG - modellen.

Nordjyllands Amt, Grundvandskontorets bemærkninger /ønsker er af mere generel karakter, som det fremgår af følgende.

Datagrundlag

Vi forudsætter, at der foretages en opdatering af fysisk/kemiske data der benyttes i JAGG - modellen herunder data til brug ved vurderingen af de enkelte stoffers transport og nedbrydelighed.

Side

## NJA. txt

### Afdampningsrisiko

En forbedring af værktøjerne til beregning af transport og omsætning i den umættede zone; eksempelvis til beregning af afdampningsrisikoen fra f. eks. en terrænnær grundvandsforurening til udeluft/indeklima.

### Datapræsentation

I relation til datapræsentationen er der to områder, dels i relation til brugervenligheden og dels i relation til output / datapræsentationen i forbindelse med udskrift af beregningsdata.

### Brugervenlighed

I de dele af modellen, hvor der i forbindelse med beregninger er muligt at fremstille grafiske præsentationer på skærmen, bør der være mulighed for at have data (indtastede data / parametre) og den grafiske præsentation på samme skærmbillede. Generelt bør det bliver nemt for brugeren at se effekter af at ændre på inputdata.

### Output / datapræsentationen

I forbindelse med udskrift af

NJA.txt

beregningsresultater fra modellen vil det være godt, hvis der sammen med resultater af beregninger samtidig sker en udskrivning af det fulde datagrund som er brugt ved beregningerne.

Tilgængeligheden i relation til datagrundet er særligt vigtigt i forhold til gennemskueligheden af beregningerne og den kontrol der f.eks. sker i forbindelse med rådgiverens aflevering af rapporter til rekvisitionen.

Øvrige forhold

Det foreslås, at der laves et afsnit som med eksempler belyser udvalgte parameters betydning for risikovurderinger. Endvidere et afsnit med eksempler, der belyser betydningen af jordtyper og udvalgte stoftyper for fasefordelingen.

Med venlig hilsen

Henrik Nordtorp

Nordjyllands Amt, Grundvandskontoret

Side

Tlf. nr. 9635 1521 NJA. txt

e-mail: amt.hn.@nja.dk

Side

Hedeselskabet  
Ringstedvej 20  
4000 Roskilde  
Att.: Thomas H. Larsen

Rambøll Danmark A/S  
Teknikerbyen 31  
DK 2830 Virum  
Danmark  
Telefon +45 4598 6000

Direkte 45 98 85 89  
Fax : 45 4598 6700  
knh@ramboll.dk  
www.ramboll.dk

## Videreudvikling af JAGG

Rambøll i Virum har med interesse modtaget Miljøstyrelsens brev vedrørende indkaldelse af ideer til en videreudvikling af beregningsværktøjet JAGG.

Date 2006-03-03  
Ref adm512  
512-060073(1)

Brevet er blevet fordelt til Rambølls interne netværk for risikovurdering af jord og grundvandsforureninger med henblik på at indsamle Rambølls erfaringer med benyttelse af JAGG og ideer til videreudvikling af dette værktøj.

Nærværende brev sammenfatter resultaterne af ovennævnte indsamling af erfaringer og ideer fra Rambølls interne netværk for risikovurderinger, idet der både er fremkommet lokalt udviklede data-præsentationer baseret på Miljøstyrelsens JAGG regneark og lokalt udviklede tilføjelser og supplementeringer til beregningsgrundlaget i JAGG regnearket.

Rambølls input til idé fasen er som ønsket samlet i en række notater – en for hver idé/forbedring/tilføjelse – idet vi dog i enkelte tilfælde har tilladt os at vedlægge supplerende dokumentation og udskrifter mv.

Følgende notater er vedlagt:

Side 2/2  
Ref. adm512  
512-060073(1)

Notat 1 : Risikovurdering af indeklima ved varmerede betongulve

Notat 2 : Risikovurdering af indeklima ved trægulve

Notat 3 : Forureninger med olieprodukter i JAGG

Notat 4 : Fugacitetsberegninger

Notat 5 : Risikovurdering overfor et grundvandsmagasin med dæklag af ler

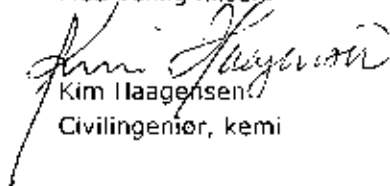
Notat 6 : Generelle ønsker til JAGG

Vi håber ovenstående notater giver et tilstrækkeligt fundament for en række punkter på den foreslåede workshop.

Vi ser frem til at følge det igangsatte arbejde med at videreudvikle JAGG regnearket, og står naturligvis til rådighed med yderligere information og deltagelse i workshoppen såfremt dette måtte ønskes, samt deltagelse i arbejdsopgaver enten indenfor rammerne af det skitserede projekt eller efter nærmere aftale vedrørende konkrete opgaveløsninger.

Hvis der er spørgsmål eller kommentarer til ovenstående er du velkommen til at rette henvendelse til mig på tlf. 45 98 85 89.

Med venlig hilsen



Kim Haagenesen  
Civilingeniør, kemi

Projekt Videreudvikling af JAGG  
Kunde Miljøstyrelsen  
Notat nr. 1  
Fra Lars Frimodt Pedersen, Rambøll, Tønder  
Til Miljøstyrelsen  
Hedeselskabet

Rambøll Danmark A/S  
Håndværkervej 6  
DK-6270 Tønder  
Danmark

Telefon +45 7392 3100  
Direkte 73 92 31 33  
Fax +45 7392 3101  
lfp@ramboll.dk  
www.ramboll.dk

## Videreudvikling af JAGG. Risikovurdering af indeklima ved uarmerede betongulve.

I den nuværende version af Miljøstyrelsens JAGG model er det ikke muligt, at foretage risikoberegninger for uarmerede betongulve.

Dato 2006-03-01  
Ref 0654570  
F00001-1-LFP(1)

Med udgangspunkt i AVJ rapport nr.1 2002 har Rambøll udviklet en metode og et regneark til beregning af risiko for indeklima ved denne gulvtype.

### 1. Metode til vurdering af risiko ved uarmerede betongulve

#### 1.1 Baggrund

AVJ rapport nr.1 2002 omhandler modelberegninger og indeklimatemålinger fra forurenede grunde. Rapporten indeholder anvisninger på udførsel og vurdering af indeklimatepåvirkninger /2/. I rapporten skelnes mellem gulvkonstruktioners alder. Før 1950-60 blev betongulve typisk etableret som et betonlag (klaplag) uden armering. Beregningerne er udført med AVJ's erfaringsdata for betonlag uden armering, svarende til den betontype med den mindste reduktionsfaktor (beton 10 eller klaplag af beton) /2/.

#### 1.2 Risikoberegninger

I henhold til Miljøstyrelsens vejledninger /1/ og AVJ rapport nr. 1 2002 /2/ kan volumenstrømmen gennem betondækket (q) pr. m<sup>2</sup> gulvareal udregnes efter "Cubic Law", afsnit 3.5.4 MST nr. 7 /1/:



$$\text{Ligning 45} \quad Q = \frac{l_{tot} \times w^3}{12 \times \mu} \times \frac{\Delta P \times 10^{-6}}{X_b \times A_g}$$

hvor:

- $Q$ : Volumenstrømmen pr.  $m^2$  ( $m^3/s/m^2$ )
- $l_{tot}$ : Total revnelængde (m)
- $w$ : Revnevidde (mm)
- $\mu$ : Dynamisk viskositet af luften i poresystemet ( $kg/(m \cdot s)$ )
- $\Delta P$ : Trykforskel over betondækket ( $Pa = kg/(m \cdot s^2)$ )
- $X_b$ : Tykkelsen af betongulvet (mm)
- $A_g$ : Areal af gulvflade ( $m^2$ ) =  $l_l \cdot l_b$

I AVJ rapport nr. 1 2002 /2/ er revnevidden  $W_{10 \times 10}$  er beregnet for et 10 m x 10 m gulv for henholdsvis beton 10 og for et klaplag af beton.

Ud fra betragtninger af det areal revnerne udgør, kan den gennemsnitlige revnevidde  $W$  for ikke kvadratiske gulve beregnes efter:

$$W = \frac{\left( \frac{W_{10 \times 10} \times L_l}{10m} \times L_b \right) + \left( \frac{W_{10 \times 10} \times L_b}{10m} \times L_l \right)}{L_l + L_b}$$

hvor:

- $W$ : Den gennemsnitlige revnevidde for ikke kvadratiske gulve (mm)
- $W_{10 \times 10}$ : Revnevidde ved 10 m x 10 m gulv (mm)
- $L_l$ : Længden af gulvet
- $L_b$ : Bredden af gulvet

Hvis poreluftkoncentrationen ( $C_p$ ) er målt under gulv, kan forureningsbidraget  $C_k$  til indeklimaet beregnes ved hjælp af afsnit 3.5.4 MST nr. 7 /1/:

$$\text{Ligning 49:} \quad C_k = \frac{C_p \times \left( \frac{N_b \times D_L}{X_b} + Q \right)}{L_h \times L_s + \frac{N_b \times D_L}{X_b}}$$

hvor:

- $C_k$ : Summen af konvektive og diffusive bidrag til indeklimakoncentrationen ( $mg/m^3$ )
- $C_p$ : Poreluftkoncentrationen under betondækket ( $mg/m^3$ )
- $N_b$ : Betondækkets materialekonstant
- $X_b$ : Tykkelse af betondækket
- $D_L$ : Forureningskomponentens diffusionskonstant i luft ( $m^2/s$ )

- $L_h$ : Loftshøjde i bygningen (m)  
 $L_s$ : Luftsifte i bygningen ( $s^{-1}$ )  
 $Q$ : Volumenstrømmen pr.  $m^2$  ( $m^3/s/m^2$ )

Er poreluftkoncentrationen ( $C_L$ ) målt i jorden under gulv, kan forureningsbidraget  $C_k$  til indeklimaet beregnes ved hjælp af afsnit 3.5.4 MST nr. 7 /1/:

$$\text{Ligning 48: } C_k = \frac{C_L \times \left( \frac{N_b \times D_L}{X_b} + Q \right)}{L_h \times L_s + \frac{N_b \times X \times L_h \times L_s}{X_b \times N} + \frac{N_b \times D_L}{X_b} + \frac{Q \times X \times L_h \times L_s}{N \times D_L}}$$

hvor:

- $N$ : Materialekonstant for jorden under gulvet, fra JAGG (ubenævnt)  
 $X$ : Dybden svarende til koncentrationen  $C_L$  (m)  
 $C_L$ : Indhold i poreluftprøve  $X$  m u.t. ( $mg/m^3$ )

## 2. Referencer

- /1/ Oprydning på forurenede lokaliteter. Miljøstyrelsen, vejledning nr. 6 og 7, 1998.  
 /2/ Indeklimavurdering fra forurenede grunde, modelberegninger og indeklimamålinger. Teknik og Administration, nr. 1, 2002. Udarbejdet i samarbejde med Miljøstyrelsen, udvalgte amter m.fl.

### 3. Regneark til vurdering af risiko ved uarmerede betongulve

For at lette risikoberegningerne er der udviklet et regneark, hvor det er muligt at foretage fire risikoberegninger på samme side.

I regnearket er der mulighed for at vælge mellem følgende forureningskomponenter:

Forureningskomponent	Modelstof
Total kulbrinter	Hexadecan
Total kulbrinter	N-oktan
Total kulbrinter (benzin)	Naphthalen
Benzen	Benzen
Toluen	Toluen
Xylener	o-Xylen
C9-C10 aromater	1,2,3-Trimethylbenzen
Trichlormethan	Trichlormethan
Tetrachlormethan	Tetrachlormethan
1,1,1-Trichlorethan	1,1,1-Trichlorethan
Vinylchlorid	Vinylchlorid
Trichlorethylen	Trichlorethylen
Tetrachlorethylen	Tetrachlorethylen
Phenol	Phenol
o-Cresol	o-Cresol
p-Cresol	p-Cresol
2,4-Dimethylphenol	2,4-Dimethylphenol
2-Chlorphenol	2-Chlorphenol
2,4-Dichlorphenol	2,4-Dichlorphenol
2,4,5-Trichlorphenol	2,4,5-Trichlorphenol
2,4,6-Trichlorphenol	2,4,6-Trichlorphenol
Pentachlorphenol	Pentachlorphenol

Ved udtagning af luftprøver med jordspyd kan vælges én af jordtyperne: Ler-muld, sandmuld, ler og sand.

Der kan der vælges mellem to gulvkonstruktioner:

Klaplag: Før 1950-60 blev betongulve typisk etableret som et betonlag uden armering.

Beton 10: Nyere betongulve uden armering.

Data indtastes i de gule felter.

# Risikoberegning af poreluft ved uarmerede betongulve



Adresse			Sag nr.		xxxxxxx			
<b>Dato</b>			31.01.06	31.01.06	31.01.06	31.01.06	31.01.06	31.01.06
Poreluftprøve			<b>P1</b>	<b>P1</b>	<b>P1</b>	<b>P1</b>	<b>P3</b>	
Placering i bygning			Stue	Stue	Stue	Stue	Værelse	
<b>Poreluftkoncentration</b>	C <sub>L</sub>	mg/m <sup>3</sup>	4,5	4,5	4,5	4,5	1,2	
Baggrundskoncentration	C <sub>0</sub>	mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	
<b>Forureningskomponent</b>			Total kulbrinter	Total kulbrinter	Benzin	Benzin	Benzen	Benzen
Modelstof			Hexadecan	N-oktan	Naphthalen	Naphthalen	Benzen	Benzen
Diffusionskoefficient	D <sub>L</sub>	m <sup>2</sup> /s	4,13E-06	5,80E-06	6,90E-06	6,90E-06	9,30E-06	9,30E-06

## Data for prøvetagning (jordspyd)

Prøvetagningsdybde i jord	X	m	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9
Jordtype under gulv/klaplag			Sand	Sand	Sand	Sand	Sand
Materialekonstant (ubenævnt) /1/	N		8,962E-02	8,962E-02	8,962E-02	8,962E-02	8,962E-02

## Bygningsdata

<b>Gulvtype</b>			Beton 10	Beton 10	Beton 10	Klaplag af beton
<b>Revnevidde ved 10m*10m gulv</b>	W <sub>10x10</sub>	mm	0,95	0,95	0,95	1,2
Tykkelse af betondæk (gulv)	X <sub>b</sub>	mm	100	100	100	90
Gulvlængde	L <sub>1</sub>	m	6,0	6,0	6,0	5,0
Gulvbredde	L <sub>b</sub>	m	5,0	5,0	5,0	3,0
Loftshøjde	L <sub>h</sub>	m	2,3	2,3	2,3	3,0
Areal af gulvflade	A <sub>g</sub>	m <sup>2</sup>	30,0	30,0	30,0	15,0
Total revnelængde	L <sub>tot</sub>	m	22,0	22,0	22,0	16,0
Den gennemsnitlige revnevidde	W	mm	0,52	0,52	0,52	0,45

# Risikoberegning af poreluft ved uarmerede betongulve



Adresse	Sag nr.	xxxxxxx		
<b>Dato</b>	31.01.06	31.01.06	31.01.06	31.01.06
Poreluftprøve	<b>P1</b>	<b>P1</b>	<b>P1</b>	<b>P3</b>
Placering i bygning	Stue	Stue	Stue	Værelse

## Konstanter

Dynamisk viskositet af luften i poresystemet	$\mu$	kg/(m*s)	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05
Trykforskel over betondækket	$\Delta P$	Pa	5	5	5	5
Luftskifte (konstant)	$L_s$	s <sup>-1</sup>	8,300E-05	8,300E-05	8,300E-05	8,300E-05
Betondækkets materialekonstant	$N_b$		0,002	0,002	0,002	0,002

## Beregning

Volumenstrømmen pr. m <sup>2</sup>	<b>Q</b>	(m <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup>	2,362E-05	2,362E-05	2,362E-05	2,500E-05
Summen af konvektive og diffusive bidrag til indeklimakoncentrationen	<b>C<sub>k</sub></b>	mg/m <sup>3</sup>	<b>1,692E-02</b>	<b>2,347E-02</b>	<b>2,770E-02</b>	<b>4,303E-03</b>

## Resultater (µg/m<sup>3</sup>)

Summen af konvektive og diffusive bidrag til indeklimakoncentrationen	<b>C<sub>k</sub></b>	µg/m <sup>3</sup>	<b>16,919</b>	<b>23,472</b>	<b>27,702</b>	<b>4,303</b>
Luftkvalitetskriteriet /1/		µg/m <sup>3</sup>	100,000	100,000	25,000	0,125
Reduktionsfaktoren	$C_L/C_K$		266	192	162	279

Projekt Videreudvikling af JAGG  
Kunde Miljøstyrelsen  
Notat nr. 2  
Fra Lars Frimodt Pedersen, Rambøll, Tønder  
Til Miljøstyrelsen  
Hedeselskabet

Rambøll Danmark A/S  
Håndværkervej 6  
DK-6270 Tønder  
Danmark

Telefon +45 7392 3100  
Direkte 73 92 31 33  
Fax +45 7392 3101  
lfp@ramboll.dk  
www.ramboll.dk

## Videreudvikling af JAGG. Risikovurdering af indeklima ved trægulve.

I den nuværende version af Miljøstyrelsens JAGG model er det ikke muligt, at foretage risikoberegninger, hvor luftprøverne er udtaget i jorden under trægulve.

Dato 2006-03-02  
Ref 0654570  
F00002-1-LFP(1)

Med udgangspunkt i AVJ rapport nr.1 2002 har Rambøll udviklet et regneark til beregning af risiko for indeklima ved denne gulvtype.

## 1. Metode til vurdering af risiko ved trægulve

### 1.1 Baggrund

I henhold til AVJ's rapport nr. 1, 2002 /2/ er der ingen væsentlig reduktion af poreluftkoncentrationen ved transport gennem et trægulv. Derfor vil poreluftmålingen typisk være udført i det underliggende jordlag for at undgå påvirkning af falsk luft fra det overliggende rum.

Beregningen af indeklimabidraget ved transport gennem et trægulv kan dermed udføres ved at beregne den diffusive transport op gennem jordlaget med efterfølgende opblanding i indeluften /2/.

### 1.2 Diffusion op gennem jord

Under stationære forhold kan gastransporten fra forurenede jord til jordoverfladen via diffusion beskrives via Fick's lov /1/:

$$\text{Ligning 15: } J = -N \cdot D_L \cdot \frac{C_0 - C_L}{X}$$

hvor:

- $J$ : Flux eller afdampning (mg/(m<sup>2</sup>·s))
- $N$ : Materialekonstant for jorden under gulvet, fra JAGG (ubenævnt)
- $D_L$ : Forureningskomponentens diffusionskoefficient i luft (m<sup>2</sup>/s)
- $X$ : Dybden svarende til koncentrationen  $C_L$  (m)
- $C_L$ : Indhold i poreluftprøve (mg/m<sup>3</sup>)
- $C_0$ : Baggrundskoncentration på stedet (mg/m<sup>3</sup>), sættes til 0

### 1.3 Diffusivt bidrag til forureningskoncentrationen i indeklimaet

Opblending af fluxen  $J$  i indeluften vil medføre et indeklimabidrag,  $C_i$  (mg/m<sup>3</sup>). Øvrige forudsætninger er præciseret i afsnit 3.4 MST nr. 7 /1/.

Indeklimabidraget  $C_i$  kan beregnes ved /1/:

$$\text{Ligning 24: } C_i = \frac{J}{L_h \cdot L_s}$$

hvor:

- $C_i$ : Diffusive forureningsbidrag til indeklimaet (mg/m<sup>3</sup>)
- $J$ : Flux eller afdampning (mg/(m<sup>2</sup>·s))
- $L_h$ : Lofthøjde i bygningen (m)
- $L_s$ : Luftskifte i bygningen (s<sup>-1</sup>)

## 2. Referencer

- /1/ Oprydning på forurenede lokaliteter. Miljøstyrelsen, vejledning nr. 6 og 7, 1998.
- /2/ Indeklimavurdering fra forurenede grunde, modelberegninger og indeklimamålinger. Teknik og Administration, nr. 1, 2002. Udarbejdet i samarbejde med Miljøstyrelsen, udvalgte amter m.fl.

### 3. Regneark til vurdering af risiko ved trægulve

For at lette risikoberegningerne er der udviklet et regneark, hvor det er muligt at foretage fire risikoberegninger på samme side.

I regnearket er der mulighed for at vælge mellem følgende forureningskomponenter:

Forureningskomponent	Modelstof
Total kulbrinter	Hexadecan
Total kulbrinter	N-oktan
Total kulbrinter (benzin)	Naphthalen
Benzen	Benzen
Toluen	Toluen
Xylener	o-Xylen
C9-C10 aromater	1,2,3-Trimethylbenzen
Trichlormethan	Trichlormethan
Tetrachlormethan	Tetrachlormethan
1,1,1-Trichlorethan	1,1,1-Trichlorethan
Vinylchlorid	Vinylchlorid
Trichlorethylen	Trichlorethylen
Tetrachlorethylen	Tetrachlorethylen
Phenol	Phenol
o-Cresol	o-Cresol
p-Cresol	p-Cresol
2,4-Dimethylphenol	2,4-Dimethylphenol
2-Chlorphenol	2-Chlorphenol
2,4-Dichlorphenol	2,4-Dichlorphenol
2,4,5-Trichlorphenol	2,4,5-Trichlorphenol
2,4,6-Trichlorphenol	2,4,6-Trichlorphenol
Pentachlorphenol	Pentachlorphenol

Ved udtagning af luftprøver med jordspyd kan vælges én af jordtyperne: Ler-muld, sandmuld, ler og sand.

Data indtastes i de gule felter.



# Risikoberegning af poreluft ved trægulve



Adresse			Sag nr.		xxxx	
<b>Dato</b>			31.01.05	31.01.05	31.01.05	31.01.05
Poreluftprøve			<b>P3</b>	<b>P3</b>	<b>P3</b>	<b>P3</b>
Placering i bygning			stue	stue	stue	stue
<b>Poreluftkoncentration</b>	C <sub>L</sub>	mg/m <sup>3</sup>	4,0000	4,0000	4,0000	0,5000
Baggrundskoncentration	C <sub>0</sub>	mg/m <sup>3</sup>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Forureningskomponent</b>			Total kulbrinter	Total kulbrinter	Benzin	Benzen
Modelstof			Hexadecan	N-oktan	Naphthalen	Benzen
Diffusionskoefficient	D <sub>L</sub>	m <sup>2</sup> /s	4,13E-06	5,80E-06	6,90E-06	9,30E-06

## Data for prøvetagning

Prøvetagningsdybde	X	m	0,50	0,50	0,50	0,50
Jordtype under trægulv			Sand	Sand	Sand	Sand
Materialekonstant (ubenævnt) /1/	N		8,962E-02	8,962E-02	8,962E-02	8,962E-02

## Bygningsdata

Gulvlængde	L <sub>1</sub>	m	6,00	6,00	6,00	6,00
Gulvbredde	L <sub>b</sub>	m	4,00	4,00	4,00	4,00
Loftshøjde	L <sub>h</sub>	m	2,30	2,30	2,30	2,30
Areal af gulvflade	A <sub>g</sub>	m <sup>2</sup>	24,00	24,00	24,00	24,00
Luftskifte (konstant) /1/	L <sub>s</sub>	s <sup>-1</sup>	8,300E-05	8,300E-05	8,300E-05	8,300E-05

## Beregning

Flux eller afdampning til indeklimaet	<b>J</b>	mg/(m <sup>2</sup> ×s)	2,961E-06	4,158E-06	4,947E-06	8,334E-07
Det diffusive forureningsbidrag til indeklimaet	<b>C<sub>i</sub></b>	mg/m <sup>3</sup>	<b>1,551E-02</b>	<b>2,178E-02</b>	<b>2,591E-02</b>	<b>4,366E-03</b>

# Risikoberegning af poreluft ved trægulve



Adresse	Sag nr.	xxxx		
<b>Dato</b>	31.01.05	31.01.05	31.01.05	31.01.05
Poreluftprøve	<b>P3</b>	<b>P3</b>	<b>P3</b>	<b>P3</b>
Placering i bygning	stue	stue	stue	stue

## Resultater ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Det diffusive forureningsbidrag til indeklimaet	$C_i$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>15,510</b>	<b>21,782</b>	<b>25,913</b>	<b>4,366</b>
Luftkvalitetskriteriet /1/		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100,000	100,000	25,000	0,125
Reduktionsfaktoren	$C_L/C_i$		258	184	154	115

Projekt Videreudvikling af JAGG

Kunde Miljøstyrelsen / Hedeselskabet

Notat nr. 3

Fra Kim Haagensen - Rambøll

Til Hedeselskabet - Thomas H. Larsen  
Miljøstyrelsen - Jord & affald

Rambøll Danmark A/S  
Teknikerbyen 31  
DK-2830 Virum  
Danmark

Telefon +45 4598 6000  
Direkte 45 98 85 89  
Fax +45 4598 6700  
kmh@ramboll.dk  
www.ramboll.dk

## Forureninger med olieprodukter i JAGG

### Baggrund og formål

Olieforureninger udgør en stor andel af det samlede antal påviste jordforureninger. Forureningerne er komplekse i sammensætning med heraf følgende stor spredning i risikobilledet. Disse forureninger vurderes ofte ved anvendelse af modelstoffer for kulbrinte fraktionerne, hvor valg af modelstof er/kan være afgørende for resultatet af risikovurderingen. Det er derfor ønskeligt, at der etableres en standard for gennemførelse af risikovurderinger overfor jordforureninger med oliekomponenter, som afspejler den reelle risiko.

Dato 2006-03-02  
Ref adm512  
512-060073(1)

### Præsentation af idé

Med henblik på at skabe konsensus om en fremgangsmåde for risikovurdering af olieforureninger, foreslås udført et paradigme for valg af modelstoffer / -parametre ved olieforureninger. Dette tænkes udført ved opstilling af et antal forskellige "standard stofblandinger" af kulbrinter med tilhørende estimerede stofparametre, eller udpegning af repræsentative specifikke stoffer.

På grundlag af konkrete analyseresultater for oliekomponenter i jord (de tre fraktioneringer) tænkes en kemisk jordanalyse konverteret til en "standard stofblanding", og risikovurderingen gennemført på baggrund heraf.

### Implementering i JAGG

Forslaget kan implementeres i JAGG ved at tilføje standard stofblandinger og tilhørende parametre i stofflisten.

**Kontaktperson** Civilingeniør, kemi Kim Haagensen

Projekt Videreudvikling af JAGG  
Kunde Miljøstyrelsen / Hedeselskabet  
Notat nr. 4  
Fra Kim Haagensen - Rambøll  
Til Hedeselskabet - Thomas H. Larsen  
Miljøstyrelsen - Jord & affald

Rambøll Danmark A/S  
Teknikerbyen 31  
DK-2830 Virum  
Danmark

Telefon +45 4598 6000  
Direkte 45 98 85 89  
Fax +45 4598 6700  
kmh@ramboll.dk  
www.ramboll.dk

## Fugacitetsberegninger

### Baggrund og formål

Fugacitets beregningerne i JAGG er for indhold i luftfasen baseret på ligevægt med ren fri fase – Raoults lov, mens stofblandinger – eksempelvis olieforureninger – vil følge Henry's lov for så vidt angår luftfase koncentrationer. Beregning af den maksimale luftfase koncentration baseret på et stofs damptryk er derfor yderst konservativt for olieforureninger.

Dato 2006-03-02  
Ref adm512  
512-060073(1)

### Præsentation af idéer

Med henblik på større forståelse af det konservative element i beregningerne, og om muligt med henblik på ændrede beregningsformler ønskes denne problemstilling overvejet.

Fugacitets beregningerne tænkes suppleret med massebetragtninger, hvorved en residual fri fase af olieforureninger kan estimeres og en komponents partialtryk kan beregnes baseret på molbrøk/massebrøk og damptryk.

For klorerede komponenter vil ovennævnte massebetragtninger i fugacitets beregningerne ligeledes fokusere på evt. fri fase, om end partialtrykket for disse må forventes omkring damptrykket.

### Implementering i JAGG

Almindelig tilføjelse til fugacitets modulet.

### Kontaktperson

Civilingeniør, kemi Kim Haagensen

Projekt Videreudvikling af JAGG

Kunde Miljøstyrelsen

Notat nr. 5

Fra Lars Frimodt Pedersen, Rambøll, Tønder

Til Miljøstyrelsen  
Hedeselskabet

Rambøll Danmark A/S  
Håndværkervej 6  
DK-6270 Tønder  
Danmark

Telefon +45 7392 3100  
Direkte 73 92 31 33  
Fax +45 7392 3101  
lfp@ramboll.dk  
www.ramboll.dk

## Videreudvikling af JAGG. Risikovurdering overfor et grundvandsmagasin med dæklag af ler.

I den nuværende version af Miljøstyrelsens JAGG model er det ikke muligt, at foretage risikoberegninger, hvor der tages højde for om dæklag af ler, yder en beskyttelse overfor det primære grundvandsmagasin.

Dato 2006-03-02  
Ref 0654570  
F00003-1-LFP(1)

Med udgangspunkt JAGG beregningerne har Rambøll udarbejdet en regneark til beregning af risiko ved nedsivning gennem et dæklag af ler.

Metoden er som JAGG opdelt i en kildenær- og en kildefjern opblandingsmodel. Alle beregningsformler er taget fra /1/.

Som i JAGG model trin Ia-IIa og Ib-IIb tages der ikke hensyn til forureningskomponenternes fysiske og kemiske egenskaber, da der ikke regnes med sorption og nedbrydning.

I beregningen af nedsivning gennem dæklaget ændres forurenings areal ikke.

## 1. Metode til beregning af risiko overfor et grundvandsmagasin med et dæklag af ler

### 1.1 Kildenær opblandingsmodel

Grundvandets vertikale hastighed (Darcy-hastighed)  $V_D$  kan ifølge MST nr. 7, 1998, p297-298 udtrykkes ved:

$$V_D = k_z \cdot \frac{\Delta h}{\Delta s}$$

hvor:

- $V_D$ : Grundvandets vertikale hastighed gennem dæklaget (m/år)
- $\Delta h$ : Potentialeforskellen mellem det sekundære og det primære magasin (m)
- $\Delta s$ : Dæklaget over det primære magasin – lertykkelsen (m)
- $k_z$ : Den lodrette hydrauliske ledningsevne (m/s)  
Værdier for  $k_z$  fremgår f.eks. af /2/

Hvis mængden af vand ( $V_D \times A$ ), der kan strømme gennem leret, er større eller lig med nettonedbøren på arealet ( $N \times A$ ), er lerdækket uden betydning. JAGG Ia-IIa benyttes til risikovurderingen.

- $A$ : Forurenet areal (m<sup>2</sup>)
- $N$ : Nettonedbøren (mm/år)

Er mængden af det nedsivende grundvand mindre end nettonedbøren på arealet, har dæklaget betydning, og fluxen ( $J$ ) beregnes ud fra den totale nedsivning (MST nr. 7, 1998, p298).

$$J = V_D \cdot A \cdot C_0$$

hvor:

- $J$ : Fluxen af forureningen gennem leret (g/år)
- $C_0$ : Kildestyrken (µg/l)

Hvis grundvandets naturlige baggrundsindhold ( $C_g$ ) er 0, kan den resulterende koncentration af forureningen ( $C_1$ ) i de øvre 0,25 m af det primære grundvandsmagasin under forureningen beregnes ved (MST nr. 7, 1998, p266):

$$C_1 = J / (V_D \cdot A + B \cdot 0,25m \cdot k_x \cdot i)$$

hvor:

- $C_1$ : Koncentration af forurening i de øvre 0,25 m af grundvandsmagasinet under forureningen (µg/l)
- $B$ : Bredden af forureningsfanen (m)
- $k_x$ : Den vandrette hydrauliske ledningsevne i grundvandsmagasinet (m/s)

$i$ : Den hydrauliske gradient i grundvandsmagasinet (‰)

## 1.2 Kildejern opblandingsmodel

Vandets gennemsnitlige porevandshastighed kan beregnes af (MST nr. 7, 1998, p268)

$$V_p = (k_x \cdot i) / e_{eff}$$

hvor:

$V_p$ : Porevandshastigheden (m/år)

$k_x$ : Den vandrette hydrauliske ledningsevne i grundvandsmagasinet (m/s)

$i$ : Den hydrauliske gradient i grundvandsmagasinet (‰)

$e_{eff}$ : Den effektive porøsitet

Opblandingsdybden  $d_m$  kan beregnes fra (MST nr. 7, 1998, p268)

$$d_m = \sqrt{\frac{72(\alpha_L \cdot V_p \cdot t)}{900}}$$

hvor:

$d_m$ : Opblandingsdybden (m)

$\alpha_L$ : Den langsgående dispersivitet

$V_p$ : Porevandshastigheden (m/år)

$t$ : Transporttiden (1 år eller hvis  $V_p > 100$ m, så er  $t = 100\text{m} / V_p$ )

Den resulterende forureningskoncentration ( $C_2$ ) 1 år eller 100 m nedstrøms forureningen kan beregnes fra (MST nr. 7, 1998, p269)

$$C_2 = C_1 \cdot (0,25\text{m} / d_m)$$

hvor:

$C_2$ : Den resulterende forureningskoncentration ( $C_2$ ) 1 år eller 100 m nedstrøms forureningen ( $\mu\text{g/l}$ )

## 2. Referencer

- /1/ Oprydning på forurenede lokaliteter. Miljøstyrelsen, vejledning nr. 6 og 7, 1998.
- /2/ Henriksen, H. J. & Nyegaard, P. Den konceptuelle vandmodel – ferskvandets kredsløb (1). Geologisk Nyt 5/03, side 4-9.

### 3. Regneark til vurdering af risiko overfor det primære magasin ved nedsivning gennem et dæklag af ler

For at lette risikoberegningerne og gøre beregningerne overskuelige, er regnearket opbygget, så det er muligt at følge effekten af ændringer i de enkelte parametre. Data indtastes i de gule felter.

#### Risikovurdering overfor det primære grundvand ved nedsivning gennem et dæklag af ler

Sagnr. **xxx** Adresse

Data:

Forurenet areal (A)		30 m <sup>2</sup>
Bredde af fane (B)		6 m
Nettonedbør (N)		500 mm/år
Den effektive porøsitet (e <sub>eff</sub> )	(primært magasin)	25 %
Den hydrauliske ledningsevne (k)	(primært magasin)	2,00E-04 m/s
Den hydrauliske gradient (i)	(primært magasin)	5 ‰
Forureningskomponent		
Forureningskoncentrationen (C)	(sekundært magasin)	470 µg/l
Effektiv filterlængde (l)		1,3 m
Kildestyrken (C <sub>0</sub> ) = C x l / 0,25	(sekundært magasin)	2444 µg/l
Potentiale for primært magasin		87 m DNN
Potentiale for sekundært magasin		90 m DNN
Den lodrette hydrauliske ledningsevne i leret (k <sub>l</sub> )		1,80E-08 m/s
Dæklag over det primære magasin (lertykkelsen)		10,5 m

#### Trin 1: Kildenær opblandingsmodel:

Trykforskellen mellem sekundært og primært magasin	3 m
Den lodrette nedsivningshastighed (VD) gennem dæklaget	0,16 m/år
Den totale nedsivning (V <sub>D</sub> x A)	5 m <sup>3</sup> /år
Nettonedbør/år på arealet	15 m <sup>3</sup> /år

Da mængden af det nedsivende grundvand er mindre end nettonedbøren beregnes fluxen ud fra den totale nedsivning

<b>Flux af gennem dæklaget J = ( VD x A x Co)</b>	<b>12 g/år</b>
---	----------------

<b>Vandgennemstrømningen = ( VD x A + B x 0,25 meter x k x i)</b>	<b>52 m<sup>3</sup>/år</b>
---	----------------------------

Den resulterende forureningskoncentration i de øvre 0,25 meter af grundvandsmagasinet C1 kan beregnes efter

$$C_1 = \text{Fluxen (J)} / \text{vandgennemstrømningen}$$

<b>Forureningskoncentrationen C<sub>1</sub> i grundvandsmagasinet</b>	<b>228 µg/l</b>
---	-----------------

#### Trin 2: Kildejern opblandingsmodel:

Porevandshastigheden (V <sub>p</sub> ) = (k x i)/e <sub>eff</sub>	126 m/år
Afstand (maks 100 m)	100 m
Tid	0,79 år
Den longitudinale dispersivitet (a <sub>L</sub> )	0,4 m
Opblandingsdybden d <sub>m</sub> = (72 · a <sub>L</sub> x V <sub>p</sub> x t / 900) <sup>1/2</sup>	1,8 m

Den resulterende forureningskoncentration C2 100 m nedstrøms = C1 x ( 0,25 m/d<sub>m</sub>)

<b>Den resulterende forureningskoncentration C<sub>2</sub></b>	<b>32 µg/l</b>
--	----------------



Projekt Videreudvikling af JAGG  
Kunde Miljøstyrelsen / Hedeselskabet  
Notat nr. 6  
Fra Kim Haagensen - Rambøll  
Til Hedeselskabet - Thomas H. Larsen  
Miljøstyrelsen - Jord & affald

Rambøll Danmark A/S  
Teknikerbyen 31  
DK-2830 Virum  
Danmark

Telefon +45 4598 6000  
Direkte 45 98 85 89  
Fax +45 4598 6700  
kmh@ramboll.dk  
www.ramboll.dk

## Generelle ønsker til JAGG

### Baggrund og formål

Den nuværende version af JAGG – version 1.5 – er udviklet omkring 1998 og baseret på datidens muligheder og begrænsninger. Programmet trænger flere steder til lettere moderniseringer og ændringer baseret på opnåede erfaringer. Nedenstående forslag til ændringer omfatter såvel visuelle som mindre beregningsmæssige ændringer og tilføjelser.

Dato 2006-03-02  
Ref adm512  
512-060073(1)

### Præsentation af idéer

Følgende punkter kan nævnes:

- grå baggrund er ikke egnet til kopiering
- bedre strukturering af data indenfor bokse eller rammer – eksempelvis på fugacitetssiden,
- angivelse af valg af jordtype mangler på fugacitetssiden – går muligvis igen flere steder,
- præsentation af data bør gøres mere enkel og overskueligt – evt. med forklaringer,
- beregning af samlet mætningsmasse i den valgte jordtype på fugacitetssiden,

### Implementering i JAGG

Ovenstående punkter kan umiddelbart indarbejdes i næste version af JAGG

### Kontaktperson

Civilingeniør, kemi Kim Haagensen

Hedeselskabet  
Ringstedvej 20  
Att.: Thomas H Larsen  
4000 Roskilde

Vedrørende: Ændringsforslag til JAGG-modellen.

I fortsættelse af Miljøstyrelsens indkaldelse af forslag til ændringer/forbedringer af JAGG-modellen, fremsendes hermed en række forslag.

Følgende forslag er fremsendt, hver på een side:

- Standarder for brug af membraner og gulvbelægninger i indeklimatemoduler
- Nedbrydningstid for biologisk nedbrydelige forureninger
- Mulighed for brug af damptryk baseret på molære koncentrationer i fugscitets- og indeklimatemoduler.
- Mulighed for beregning af bidrag til indeklimaet i bygninger med uarmerede gulve og i bygninger uden klappag.
- Alternativ til nuværende brug af Abduls ligning ved  $K_d$ -værdier  $> 5$ .
- Samlet udskrift.
- Modelstoffer for blandingsforureninger

Med venlig hilsen

Thomas Hougaard

## Standarder for brug af membraner og gulvbelægninger i indeklimamodulet

### Baggrund

Da fugasitetsberegninger i langt de fleste tilfælde udgør grundlaget for indeklimavurderinger, er det af stor vigtighed, at modellen afspejler den virkelighed som skadelidte oplever, herunder udlægning af membraner til beskyttelse mod underliggende (rest)forureninger og/eller tilstedeværelsen af kunstofbelægninger, herunder asfalt. Der mangler i dag standarder for såvel anvendte membrantyper som gulvbelægninger.

### Formål

Formålet er at sikre ensartet beregning af indeklimapåvirkningen i bygninger hvor der er eller påtænkes anvendt en membran til beskyttelse af indeklimaet, eller hvor en membran findes i forvejen som en del af konstruktionen f.eks. mod indsivning af radon

### Mulig implementering

Der indlægges et antal valgmuligheder i indeklimamodulet under "Jordparametre".

Kontaktperson: Thomas Hougaard, RGS 90

## **Nedbrydningstid for biologisk nedbrydelige forureninger.**

### Baggrund:

Forureninger og restforureninger med olieprodukter søges i stigende omfang efterladt bl.a. under henvisning til, at de vil blive nedbrudt naturligt over en årrække. I en del tilfælde forekommer der konkrete vurderinger fra rådgiver om nedbrydningsperiodens længde.

Der findes i dag ikke noget standardværktøj til vurdering af hvor lang tid en given forurening vil være om at blive nedbrudt til et niveau, hvor forureningen ikke længere udgør noget problem for skadelidte, herunder vil påvirke ejendommens salgbarhed og prisniveau. Det vil derfor være af stor betydning for myndigheder og skadelidte, om et sådant værktøj indarbejdes i JAGG.

### Formål

At give mulighed for ensartet vurdering af nedbrydningstiden for olieforureninger på baggrund af olietype, jordbundsforhold, dybde under overfladen og grundvandsforhold.

### Præsentation af ideen:

Er forureningen beliggende under grundvandsspejlet, findes beregningsgrundlaget allerede under fugacitetsmodulet og grundvand. Blot mangler der en udskrift af hvor lang tid der ved de givne forhold vil gå før forureningen er nedbrudt anaerobt eller aerobt til under de gældende grænseværdier for grundvand og jord.

Er forureningen beliggende i den umættede zone findes det grundlæggende beregningsværktøj i indeklimamodulet, hvilket allerede i sin nuværende form kan bruges, omend med en del besvær.

### Mulig implementering.

Skal implementeres som selvstændigt faneblad. Nedbrydningstiden beregnes enten som anaerob nedbrydning, der er uafhængig af jordbunds- og grundvandsforhold. Eller nedbrydningstiden beregnes på baggrund af aerob nedbrydning, hvor nedbrydningstiden beregnes direkte på baggrund af den beregnede iltmængde der tilføres forureningen enten via grundvand eller via diffusion fra atmosfæren.

Det kan overvejes om afdampning skal indgå i estimeringen. Hvis, skal afdampningen baseres på det enkelte stofs molære koncentration, og dermed reducerede damptryk, frem for på stoffets damptryk i ren form. Sidstnævnte giver meget høje flux, J, hvilket bevirker, at de fleste forureninger med masser under ca.  $C_{15}$  kan beregnes til at være fordampet i løbet af en kortere årrække, hvilket er urealistisk.

Kontaktperson: Thomas Hougaard, RGS 90

## **Mulighed for brug af damptryk baseret på molære koncentrationer i fugacitets- og indeklimatemoduler.**

### Baggrund

Ved brug af fugacitetsmodulet og beregning af indeklimatepåvirkningen fra en underliggende forurening anvendes de enkelte stoffers damptryk for hvert af stofferne i ren form. Det bevirker, at fluxen,  $J$ , beregnes meget konservativt/højt. De anvendte damptryk er derudover ofte angivet ved en højere temperatur end den der normalt forekommer i den danske undergrund.

Disse forhold er med til at sikre indeklimateet, men herved fremkommer samtidig urealistisk korte afdampningstider for forureninger, da masseflowet bliver for stort.

### Formål

Formålet er, at bringe den beregnede afdampning fra en given forurening i bedre overensstemmelse med virkeligheden.

### Mulig implementering.

Yderligere mulighed i fugacitetsmodulet for at angive et givet stofs molære koncentration og tilsvarende damptryk. Da molære koncentrationer i blandinger som olie i praksis er umulige at angive eksakt og dette forhold yderligere forstærkes i stærkt heterogene systemer som olie-vand-ler-organisk materiale, bør koncentrationerne kunne vælges i forud definerede intervaller i et rullegardin.

Det bør evt. yderligere overvejes om den nuværende brug af Fick's 1'ste Lov, hvor diffusionen er retlinet afhængigt af distancen/dybden til forureningen er retvisende. I andre sammenhænge hvor Fick's 1'ste Lov bruges til beregning af diffusion over store afstande, antages det, at diffusionsraten,  $J$ , er omvendt proportional med distancen i anden potens.

Kontaktperson: Thomas Hougaard, RGS 90

## **Mulighed for beregning af bidrag til indeklimaet i bygninger med uarmerede gulve og i bygninger uden klaplag.**

### Baggrund

Da fugasitetsberegninger i langt de fleste tilfælde udgør grundlaget for indeklimavurderinger, er det af stor vigtighed, at modellen afspejler den virkelighed som skadelidte oplever. I dag er det ikke muligt, at lave standardberegninger for huse uden klaplag eller med uarmerede betongulve.

### Formål

Formålet er at sikre ensartet beregning af indeklimapåvirkningen i bygninger hvor der ikke er klaplag eller hvor klaplaget består af uarmeret beton.

### Mulig implementering

Der indlægges et antal valgmuligheder i indeklimamodulet under "Gulvdata".

Kontaktperson: Thomas Hougaard, RGS 90

### **Alternativ til nuværende brug af Abduls ligning ved $K_d$ -værdier $> 5$ .**

Baggrund. I Miljøstyrelsens Vejledning 6 og 7 1998, p 289, er angivet, at Abduls Ligning kan anvendes til estimation af  $\log K_d$  for stoffer med en  $\log K_{ow}$ -værdi  $< 5$ .

Ved at gennemgå "Mellemlresultater" findes det i celle C 206, at Abduls formel anvendes rutinemæssigt ved beregninger for stoffer med en  $K_{ow}$ -værdier  $> 5$ .

Enten bør der udsendes en opdatering af Vejledning 6 og 7 1998 der, muligvis i mangel af bedre, sanktionerer brugen af Abduls formel, eller der bør anvendes en mere retvisende formel.

Jeg har ikke i skrivende stund forslag til en mere retvisende beregningsformel ved  $K_{ow}$ -værdier  $> 5$ .

Kontaktperson: Thomas Hougaard, RGS 90

## **Samlet udskrift.**

### **Baggrund**

Ved brug af JAGG er det nødvendigt med en lang række udskrifter, tilmed med en baggrund der gør dem svære at kopiere. Det angives ikke på udskriften om der er anvendt andet end standardparametre.

### **Formål.**

At lette overskuelighed og ensartethed.

### **Præsentation af ideen.**

Det bør gøres muligt at printe samtlige anvendte data og beregningsresultater for et enkelt faneblad, f.eks. "Indeklima", på et til to A4-ark. Det bør med en markering på printet fremgå hvilke data der er standard-data valgt fra et rullegardin, hvilke der er stedspecifikke, f.eks. loftshøjde og endelig hvilke data der stammer fra materialer, stoffer m.v. som rådgiver selv har indlagt.

I fald rådgiver selv har indlagt grundoplysninger på stoffer, gulvbelægninger, membraner m.v. bør der være et felt der oplyser om kilden til oplysningerne.

Udprintet bør være let at kopiere uden tab af information.

Kontaktperson: Thomas Hougaard, RGS 90



## **Modelstoffer for blandingsforureninger.**

### Baggrund.

Da hovedparten af de forureninger der forekommer forårsages af olie, der er en blanding af mange enkeltstoffer, er det i dag ikke muligt at lave grundvandsberegninger uden at bruge et modelstof. Som regel benyttes en lineær kulbrinte mellem  $C_8$  og  $C_{12}$  alt efter rådgivers temperament.

### Formål.

At give Rådgiver og myndigheder mulighed for en mere ensartet sagsbehandling.

### Præsentation af ideen

Der bør udarbejdes retningslinier for valg af modelstoffer for forskellige olier.

### Mulig implementering

Modelstofferne tilføjes i valgtabellen med kemiske data.

Kontaktperson: Thomas Hougaard, RGS 90

Ring. txt

Fra: Margit Frøkjær Skov  
[mailto:tmmfs@ringamt.dk]  
Sendt: 3. marts 2006 11:38  
Til: Rokkjær, Arne  
Cc: Geyti, Asker  
Emne: JAGG workshop

Hej Arne,

Vi har ved Ringkjøbing Amt modtaget invitationen til videreudvikling af JAGG.

Her hos os i jordforureningsgruppen føler vi ikke, at vi kan bidrage med meget til en videreudvikling af JAGG - derfor indsender vi ikke et bidrag som sådan til idefasen.

Vi vil dog forsat gøre opmærksom på (som jeg også nævnte i min mail til dig i december 2005), at det kunne være godt om programmet kunne videreudvikles på en sådan måde, at alle forureningsmæssige stoffer er implementeret i programmet. Dvs. således at det undgås, at man selv kan gå ind og taste data ind for en given komponent. Er alle forureningskomponenter efterhånden ikke kendt, så det er muligt at lave en komplet liste med fysik-kemiske data?

En mindre detalje der kunne være rart at få ændret er, at valg af bl.a.

Side

Ring.txt

kemisk stof kan foretages ved tryk på enter.

Som en lille reminder vil jeg da også lige endnu en gang stærkt efterlyse nogle generelle retningslinier for, hvorledes der regnes på fyringsolie. Jeg ved, du sagde, at arbejdet omkring dette bliver genoptaget og færdiggjort fra jeres side, og det håber vi selvfølgelig bliver snart.

Forhåbentlig bliver workshopen udbytterig. Vi glæder os ihvertfald til at høre nærmere, når der foreligger et resultat af arbejdet.

Med venlig hilsen

Margit Frøkjær Skov  
Ringkjøbing Amt  
Jordforureningsgruppen  
Direkte tlf. nr.: 96753838



## Miljø

Hvidkærvej 29  
DK-5250 Odense SV

Direkte 66 17 16 36  
Fax 70 22 16 79  
AG@SJAS.dk

Sag nr. 2006

Miljøstyrelsen,  
Arne Rokkjær og  
Hedeselskabet,  
Thomas H. Larsen

### **Projektkatalog - indlæg nr. 1** **Vedrørende grundvandsrisiko, herunder vertikal spredning**

**Dato 2006-03-03**

#### **Baggrund og formål**

Det forslås, at JAGG-programmet udvides således, at det bliver muligt at regne på den vertikale forureningstransport. I mange forureningssager ønskes en vurdering af risikoen for det primære grundvandsmagasin fra nedsivning direkte under forureningskilden. Det ønskes, at der i JAGG-programmet bliver en mulighed for at foretage en beregning af den vertikale transport.

Som et eksempel til belysning af problematikken vælges følgende scenarium:  
En olieforurening er sket, olien er sivet ned til det sekundære grundvand.

#### **Vertikal spredning under kildeområdet**

Til vurdering af vertikal spredning under kildeområdet opstilles ofte følgende konservative scenarier:

- Scenarium 1, hvor forureningskilden antages at være beliggende umiddelbart over det primære magasin og lækker direkte ned i magasinet.
- Scenarium 2, hvor hele forureningsmængden i hot-spot siver ned til det primære magasin.

For scenarium 2 kan koncentrationen i toppen af det primære magasin  $C_1$  beregnes af formelen i Miljøstyrelsens Vejledning nr. 6 af 1998 side 285.

$$C_1 = \frac{A \cdot N \cdot C_0}{A \cdot N + B \cdot 0,25(m) \cdot k \cdot i}$$

idet baggrundskoncentrationen af olie i det primære magasin  $C_g = 0$ .

$C_0$  = koncentration i det sekundære magasin. For yderligere uddybning af symboler henvises til vejledningen.

Betragtes formelen, ses det, at for primære magasiner med en meget lille hydraulisk ledningsevne  $k$  bliver andet led i nævneren forsvindende lille og resultatet bliver:

$$C_1 \approx C_0,$$

hvilket igen vurderes at resultere i et alt for konservativt resultat. Specielt når det tages i betragtning, at resultatet er uafhængig af mægtigheden og typen af dæklag over det primære magasin.



### **Idé**

Ideen er, at man ved hjælp af JAGG-programmet kan opnå en mere realistisk vurdering af risikoen ved en vertikal forureningstransport.

### **Implementering i JAGG**

Ved indtastning af data fra lokaliteten beregnes den vertikale Darcy-hastighed og den vertikale porevandshastighed. Herefter beregnes nedsivningstiden, der er gældende for vand. Ved indtastning af forureningsstoffets retardationskoefficient kan forureningens nedsivningstid beregnes. Eventuelt kan naturlig nedbrydning drages ind i beregningerne.

Undertegnede vil være kontaktperson for henvendelser vedrørende videreudvikling af JAGG.

Skude & Jacobsen A/S



Annette Grarup



Miljøstyrelsen  
Arne Rokkjær

**Projektkatalog - indlæg nr. 2**  
**Vedrørende erfaringsopsamling med henblik på videreudvikling**

Miljø

Hvidkærvej 29  
DK-5250 Odense SV

Direkte 66 17 16 36  
Fax 70 22 16 79  
AG@SJAS.dk

Sag nr. 2006

**Dato 2006-03-03**

**Baggrund og formål**

Der er i den periode, hvor JAGG-programmet har været i anvendelse, sket en del erfaringsopsamling. Det foreslås, at der foretages en vurdering af de foreliggende erfaringsopsamlinger. Vurderingen skal i muligt omfang munde ud i tilpasninger i JAGG-programmet.

Erfaringsopsamling

Amternes Videncenter for Jordforurening har som bekendt udgivet rapporten "Indsamling og vurdering af data til risikovurdering i JAGG-modellen". Tilpasninger i JAGG-programmet kan blandt andet tage udgangspunkt i denne rapport.

Som eksempel på en erfaringsopsamling, der omtales i rapporten, kan nævnes:

Ved beregning af indeklimateindhold har betondækkets revner stor betydning. Revnevidden indgår i 3. potens. Revnevidden er normalt mindre godt bestemt, og revnevidden indtastes ikke direkte under inddata. Generelt bør tilpasning af JAGG gå i retning af mere fokus på de væsentlige input.

Eksempel

En olieforurening befinder sig under gulv i en bolig. En poreluftprøve er udtaget direkte under gulv. Der skal udarbejdes en risikovurdering for indeklimaet i boligen. En række stofkonstanter for stofgruppen kulbrinte mangler. Mange forskellige modelstoffer kan tages i anvendelse.

I et regneeksempel anvendes kulbrinteindholdet i poreluftprøven, udtaget under gulv, i en JAGG-beregning. Et indeklimateindhold på  $0,901 \text{ mg/m}^3$  opnås. Denne beregnede værdi på  $0,901 \text{ mg/m}^3$  udgør alene det konvektive bidrag til indeklimaet. Der er ikke opgivet nogen diffusionskoefficient for stoffblandingen kulbrinte, hvorfor det diffusive bidrag ikke er medregnet.

Anvendes i stedet n-oktan som modelstof for kulbrinte, fås følgende værdier:

Konvektivt bidrag:  $0,900 \text{ mg/m}^3$

Diffusivt bidrag:  $0,182 \text{ mg/m}^3$

Man kan umiddelbart konkludere af beregningerne, at det diffusive bidrag er en brøkdel af det konvektive bidrag og derfor i mange tilfælde eventuelt kan udelades. Man kan også



eventuelt konkludere, at der er god overensstemmelse mellem de to beregninger, og at n-oktan er et udmærket modelstof for kulbrinte.

### **Idé**

I virkeligheden er overvejelserne om diffusivt bidrag og anvendelighed af et modelstof underordnet i sammenligning med betongulvets revnevidde.

Det vurderes at være et ideelt tidspunkt at foretage en revurdering af datagrundlaget og brug af inputparametre i JAGG-programmet. På baggrund af den tidligere nævnte erfaringsopsamling bør datagrundlaget revurderes og tilrettes på en sådan måde, at mindre væsentlige parametre nedtones i forhold til de væsentlige.

### **Implementering i JAGG**

Det ønskes, at man i forbindelse med arbejdet med JAGG-programmets udvikling arbejder hen imod, at en bedre bestemmelse af væsentlige input parametre lettes, og at en bestemmelse af mindre væsentlige parametre gøres mindre vigtige.

Et eksempel på inputparametre, der i JAGG-beregningsammenhæng bør ændres, er parametre for stofgruppen kulbrinte. Det ville være ønskværdigt, om man fra central hold på baggrund af foreliggende erfaringsopsamlinger kunne fastlægge det bedste sæt inputparametre til beregning på benzinstoffer, det bedste sæt inputparametre til beregning på gasolie og evt. det bedste sæt inputparametre til beregning på tungere olie.

Det skal selvfølgelig stadig være med det for øje, at en gennemført risikovurdering i en konkret sag hver gang skal vurderes med hensyn til robusthed.

Undertegnet vil være kontaktperson i videreudvikling af JAGG.

Skude & Jacobsen A/S



Annette Grarup



HEDESLSKABET			17377
Miljø og Energi AS			
28 FEB. 2006			
Afd:	Til:	Kopi:	
364	THL		

Hedeselskabet  
Ringstedvej 20  
4000 Roskilde  
Att. Thomas H. Larsen

Miljøområdet  
Jomfrustien 2  
6270 Tønder  
Telefon 7433 5050  
Telefax 7433 50 02  
E-mail: Amtet@sjl.dk

J.nr. -  
(Beds anført ved evt. henvendelse)

Brev nr.  
Ref. lbb  
Den 27. februar 2006

**Emne: Videreudvikling af JAGG.**

Hermed fremsendes Sønderjyllands Amts kommentar til JAGG.

Med venlig hilsen

Line B. Boel  
Grundvandsafdelingen  
Tlf. 7433 5114



Programdel	Kommentar til JAGG
Fugacitet	Ens enheder, så det er nemt at sammenligne forureningskoncentrationerne $C_{L, I}$ og $v$ med max indhold for $M_{L, J}$ og $V$
Grundvand	<p><b>Forsiden:</b> Præcisering af, hvornår man skal anvende trin 1a og trin 1b – gerne med principskitse, hvor det fremgår om det er det sekundære- eller primæremagasin der regnes på.</p> <p><b>Trin 1a:</b> Ingen kommentar  <b>Trin 2a:</b> Ingen kommentar  <b>Trin 3a:</b> Som vi har forstået denne skal den ikke anvendes uden, der er indhentot supplerende oplysninger ved en videregående undersøgelse, hvis dette er rigtigt vil vi gerne have, at det fremgår i dette trin.</p> <p><b>Trin 1b:</b> Ingen kommentar  <b>Trin 2b:</b> Ingen kommentar, hvis der er en principskitse på grundvandsforsiden (eller her), der præciserer, hvor beregningen foretages sekundært/primært-magasin.</p>
Jord	Har ikke anvendt denne
Udluft	Har ikke anvendt denne
Indeklima	<p><b>Forureningsdata:</b> Ingen kommentar</p> <p><b>Jordparametre:</b> Ingen kommentar</p> <p><b>Gulvdata:</b> I programmet regnes der kun på armerede gulv, i de fleste af vores undersøgelser er gulvene ikke armeret eller består kun af et tyndt klaplag. Vil gerne have mulighed for at kunne regne på ikke-armerede gulve.</p> <p><b>Bygningsdata:</b> Ingen kommentar</p>
Generelt	<p>- Vi mangler muligheden for at regne med vandstandsendlag over det primæremagasin.</p> <p>- Hvis programmet modificeres til at kunne regne med vandstandsendlag over det primæremagasin, vil vi gerne have en alarm ind, hvis der er opadrettet tryk.</p>
Kemiskedata	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alle kendte oplysninger skal indsættes i listen - grænseværdier, kvalitetskriterier for jord m.m.</li> <li>- Søgmulighed på stofferne.</li> <li>- Modelstoffer v/blandingsforureninger f.eks. hvis der indtastes Total Kulbrinter vil det være en god ide, at programmet popper om med eksempler på modelstof for grundvand og for indeklima, som man derefter kan vælge afhængigt af, hvor risikoen ligger.</li> </ul>

## **Videreudvikling af JAGG modellen - vurdering af risiko for eksisterende vandindvinding**

### **Baggrund**

Som et led i risikovurdering foretages næsten altid JAGG beregning af risiko i forhold til grundvandsressourcen. Når man skal vurdere, om en aktuel vandindvinding er truet, gøres dette på meget forskellige måder: f.eks: afstand/retning til vandværk, indenfor/udenfor indvindingsopland, beregning af fortynding i oppumpet vand eller som forlængelse af JAGG modellens trin 2. Vurdering er vigtig af hensyn til prioriteringen i forhold til den offentlige indsats efter JFL samt i vurderingen af, hvor akut en sag er. Endvidere kan vurderingen have betydning for vurdering af proportionalitet i påbudssager samt i vandforsyningssager. Vi mener derfor, at det er vigtigt, at vurderingen af risiko i forhold til eksisterende vandindvinding foretages på mere standardiseret måde.

### **Formål**

At udvikle et beregningsværktøj til at vurdere, om en given jordforurening udgør en risiko for eksisterende vandindvinding.

### **Præsentation af ide**

Vi forestiller os umiddelbart vurderingen kan foretages:

1. som opblanding i den oppumpede vandmængde eller
2. transportberegning med dispersion fra forureningen og frem til den nærmeste indvindingsboring med beregning af koncentration i grundvandet ved denne boring.

Model 2 er mest konservativ og vil i nogle tilfælde overestimere en risiko, især hvis der er tale om store indvindinger med megen fortynding til følge. Omvendt vil model 2 være en direkte forlængelse af JAGG modellens grundvandsmodul (trin 2).

### **Implementering i JAGG modellen**

Den ene af modellerne kunne implementeres som et selvstændigt modul eller som et underafsnit til grundvandsmodulet.

### **Kontaktperson**

Henrik Jannerup eller Brian Tang Vestergaard, tlf. 5484 4800

## **Videreudvikling af JAGG modellen - vurdering af risiko for overfladerecipienter**

### **Baggrund**

Som et led i risikovurdering af en given forurening vurderes ofte om forureningen kan udgøre en risiko for overfladerecipienter. Metoderne til disse vurderinger spænder vidt fra meget pragmatiske vurderinger om afstand til recipienten til deciderede beregninger v.h.a. grundvandsmodeller. I dag er det i en vis grad muligt at regne recipienterisiko v.h.a. JAGG ved spredning via grundvandsmagasiner, men ikke via drænsystemer. Vi synes, at der er behov for en mere standardiseret metode, som kan være til hjælp i en lang række sager, f.eks §19 efter MBL, påbudssager, miljømålslov og evt. offentlig indsats efter JFL.

### **Formål**

At udvikle et beregningsværktøj til at vurdere, om en given jord og/eller grundvandsforurening kan udgøre en risiko for relevante overfladerecipienter

### **Præsentation af ide**

Vi forestiller os umiddelbart 2 scenarier for, hvorledes en jord og/eller grundvandsforurening kan spredes til overfladerecipienter:

- direkte via dræn eller anden direkte forbindelse
- via sekundære eller primære grundvandsmagasiner

Der vil blive behov for at indsamle en række hydrologiske oplysninger såsom hydrologiske oplande, beregnede/målte vandføringer i dræn og vandløb, initialfortyndinger i søer og hav m.v. Måske kan man bruge nogle af erfaringerne fra basisanalysen under miljømålsloven samt fra implementeringen af EU's deponeringsdirektiv. Endvidere skal der bruges grænseværdier, f.eks fra bek. 921. Herudover skal der bruges data, som allerede i dag bruges til grundvandsberegninger i JAGG modellen, f.eks. nedbør, hydraulisk ledningevne, gradient m.v.

### **Implementering i JAGG modellen**

Ideen kunne implementeres som et modul med 2 tilhørende scenarier (forureningstransport i hhv. dræn og grundvand)

### **Kontaktperson**

Henrik Jannerup eller Brian Tang Vestergaard, tlf. 5484 4800

## **Videreudvikling af JAGG modellen – Anvendelse af JAGG til risikovurdering ved genanvendelse af forurenede jord**

### **Baggrund**

I forbindelse med genanvendelse af lettere forurenede jord har Miljøstyrelsen flere gange foreslået, at JAGG-modellen anvendes i forbindelse af risikovurderingen i forhold til jord og grundvand. Det er vores opfattelse, at modellen ikke er særlig anvendelig til risikovurdering, når jord er forurenede med meget lidt mobile stoffer som f.eks. tung olie, tjærestoffer og tungmetaller. Problemet består i, at modellen ikke højde for, at de pågældende stoffer sorberes til jorden i den umættede og mættede zone, når der regnes i trin 1 og 2 i grundvandsmodulet. Derfor bør der udarbejdes et ekstra modul til JAGG-modellen, som kan håndtere risikovurdering i forhold til jord og grundvand, når det skal vurderes om jord, der er forurenede med f.eks. tung olie, tjærestoffer og tungmetaller, kan genanvendes.

### **Formål**

At udarbejde et ekstra modul til JAGG-modellen, som kan håndtere risikovurdering i forhold til jord og grundvand, når det skal vurderes, om jord der er forurenede med f.eks. tung olie, tjærestoffer og tungmetaller, kan genanvendes.

### **Præsentation af ide**

Der udarbejdes et ekstra modul til JAGG-modellen, som tager højde for sorption af f.eks. tung olie, tjærestoffer og tungmetaller til jorden i den umættede og mættede zone, når der regnes i trin 1 og 2 i grundvandsmodulet.

### **Implementering i JAGG modellen**

Implementeres som et ekstra genanvendelsesmodul i JAGG-modellen.

### **Kontaktperson**

Henrik Jannerup eller Brian Tang Vestergaard, tlf. 5484 4800

## **Videreudvikling af JAGG modellen – hvorledes skal JAGG anvendes i praksis**

### **Baggrund**

Siden JAGG-modellen blev introduceret, har der på nogle områder været tvivl om hvorledes modellen skal anvendes i praksis. Hvornår kan trin 3 i grundvandsmodulet anvendes? Hvornår kan man anvende grundvandsdannelsen beregnet via Darcy-ligningen og hvornår skal man anvende nettonedbøren? Hvorledes beregnes indeklimabidraget fra en jordforurening hvis gulvet alene består af gulvbrædder på strøer? Hvorledes skal blandingsforureninger håndteres? osv.

Miljøstyrelsen har løbende forsøgt at anvise retningslinier for anvendelsen af JAGG gennem skrivelser og afgørelser. Men ikke alle brugere af modellen har kendskab til alle skrivelser og afgørelser. Der er således et behov for at samle op på disse retningslinier fra miljøstyrelsen, og formidle retningslinierne videre til relevante brugere af modellen.

### **Formål**

At opstille opdaterede retningslinier for brugen af JAGG.

### **Præsentation af ide**


Opdateringen tænkes præsenteret i en tillæg til vejledning nr. 6 og 7. I dette tillæg beskrives de opdaterede retningslinier for brugen af modellen. Samtidig præsenteres en række beregningseksempler på hvorledes de opdaterede retningslinier anvendes.

### **Implementering i JAGG modellen**

Ikke aktuel!

### **Kontaktperson**

Henrik Jannerup eller Brian Tang Vestergaard, tlf. 5484 4800

HEDESELSKABET Miljø og Energi a/s			17405
- 2 MRS. 2006			
Afd.:	Til:	Kopi:	
364	THL		



Hedeselskabet  
Ringstedvej 20  
4000 Roskilde

Att.: Thomas H. Larsen

### Vedr. Videreudvikling af JAGG

Roskilde 01-03-2006

Vigtigt     Til gennemsyn     Svar venligst     Ifølge aftale

Hermed sendes tre forslag til videreudvikling af JAGG:

1. Modul til fluxberegning i grundvand
2. Modul til implementering af barriere diagrammetoden ved risikovurdering af lossepladsgas
3. Koncept der lager højde for usikkerheder

Vi håber, I vil finde idéforslagene inspirerende, og at vi får mulighed for at præsentere og uddybe dem ved workshopen.

Med venlig hilsen

Claus Kirkegaard

Watertech a/s  
Algade 57  
DK-4000 Roskilde  
Tel: +45 4636 1970  
Fax: +45 4636 1979  
CVR: 20806934  
w@watertech.dk  
www.watertech.dk

Direkte tel.: +45 4530 4214  
E-mail: cko@watertech.dk  
Videreudvikling af JAGG.doc

Side 1 af 1

## Notat

### Videreudvikling af JAGG - modul til fluxberegning i grundvand

Roskilde 01-03-2006

Til: Miljøstyrelsen  
Fra: Watertech, Gitte Marlene Jansen

#### Baggrund og formål

JAGG modellens grundvandsmodul er på nuværende tidspunkt beregnet på at vurdere risikoen forbundet med en punktkilde ud fra koncentrationer i forureningsfanen. At basere en risikovurdering på koncentrationer alene er imidlertid ikke altid hensigtsmæssigt, da koncentrationen ikke nødvendigvis er et mål for den reelle påvirkning af grundvandsmagasinet.

Der er behov for at kunne kvantificere forurening fra en forureningskilde både styrkemæssigt, mængdemæssigt og tidsmæssigt. Dette idéforslag har til formål at supplere JAGG med et modul, der kan beregne forureningspåvirkningen mængdemæssigt og tidsligt.

#### Præsentation

Forureningsflux fra en forureningskilde til grundvandet er et mål for den mængde af forurenende stoffer, der afgives over et bestemt tidsrum fra kildeområde til grundvandet.

Forureningsfluxen,  $J$ , fra forureningskilden kan beregnes af udtrykket

$$J = \begin{cases} (C_m - C_R) \cdot B \cdot d \cdot K \cdot i & \text{for } l \leq d \\ \left(\frac{l}{d} C_m - C_R\right) \cdot B \cdot d \cdot K \cdot i & \text{for } l > d \end{cases}$$

hvor  $J$  er fluxen af forurening i grundvandet,  $C_m$  er forureningskoncentrationen i grundvandet,  $C_R$  er baggrundskoncentrationen i grundvandet,  $B$  er bredden af det forurenede område målt på tværs af strømretningen,  $d$  er den vertikale udbredelse af forureningen i grundvandsmagasinet,  $K$  er den hydrauliske konduktivitet,  $i$  er gradienten i grundvandsmagasinet, mens  $l$  er længden af det filter, vandprøven udtages fra.

Watertech a/s  
Allgåde 52  
DK-4000 Roskilde  
Tel: +45 4638 1970  
Fax: +45 4638 1978  
CVR: 20606934  
mj@watertech.dk  
www.watertech.dk

Direkte tel: +45 4638 1971  
E-mail: gmj@watertech.dk  
Fluxberegning.doc

Såfremt det filter, der benyttes til udtagning af vandprøven er længere end den vertikale forureningsudbredelse, skal der således komigeres for fortynding i filteret.

I beregningerne er gjort en række antagelser:

- Grundvandet bevæger sig med konstant hastighed
- Grundvandsmagasinet er homogent
- Forureningen er ligeligt fordelt i det horisontale plan i kildeområdet
- Forureningen er ligeligt fordelt over forureningsdybden
- Forureningssituationen og grundvandsforholdene er stationære
- Der forekommer hverken sorption eller nedbrydning

Forureningsfluxen udtrykker forureningspåvirkningen både rent mængdemæssigt, men også lidsigt, hvorved det bliver muligt at sammenligne forskellige forureningskilder. Ved at sammenholde forureningsfluxen med en total forureningsmængde i et kildeområde, kan restforureningen og forureningsperioden estimeres. Fluxen kan desuden benyttes til vurdering og prioritering af forureningskilder på oplandsskala samt til estimering af de enkelte forureningskilders påvirkning af nærtliggende kildepladser, samt hvornår forureningskilden vil påvirke kildepladsen.

Fluxberegninger vil være et meget vigtigt værktøj, der supplerer og nuancerer den risikovurdering, der traditionelt foretages ved at sammenholde beregnede koncentrationer med grundvandskvalitetskriterierne.

### Implementering i JAGG

Det er relativt simpelt at implementere fluxberegninger i JAGG. Beregningerne kan foretages direkte i Excel ved hjælp af Visual Basic koder. Parametrene, der indgår i beregninger, indtastes i JAGG på samme måde, som beregningsparametrene til den nuværende JAGG.

En del af de parametre, der indgår i de nuværende beregningsmoduler til risikovurdering overfor grundvand, er de samme som indgår i beregning af forureningsflux. Beregningerne kræver udover kendskab til koncentrationen i grundvandet, forureningsudbredelsen på tværs af grundvandsstrømningen, konduktivitet samt gradient også forureningens vertikale opblandingsdybde i grundvandsmagasinet.

Beregning af forureningsflux er behæftel med en vis usikkerhed bl.a. som følge af usikkerhed på inputparametrene. Det ville være hensigtsmæssigt at kvantificere usikkerheden i JAGG, jf. vores idéforslag " Videreudvikling af JAGG - koncept der tager højde for usikkerheder".



## Notat

### Videreudvikling af JAGG – modul til implementering af barrierediagrammetoden ved risikovurdering af lossepladsgas

Roskilde 01-03-2006

Til: Miljøstyrelsen  
Fra: Watertech, Gitte Marlene Jansen

#### Baggrund og formål

I forbindelse med risikovurdering af lossepladsgas, er det nødvendigt at foretage en risikovurdering ud fra et "worst case" scenarium, da gasekspllosion udgør en akut risiko.

I Miljøprojekt nr. 648, Metode til risikovurdering af gasproducerende lossepladser, Miljøstyrelsen 2001, gives det seneste bud på, hvorledes risikovurdering af gasproducerende lossepladser kan foretages ved anvendelse af barrierediagrammetoden. Metoden anvendes for at systematisere de faktorer, som har indflydelse på de hændelsesforløb, der kan resultere i en ulykke forårsaget af lossepladsgas.

Dette idéforslag sigter på at implementere principperne fra Miljøprojekt nr. 648 i JAGG.

#### Præsentation

Risikovurderingen skal bygges op omkring et pointsystem, hvor forskellige årsager og forudsætninger tildeles points. Risikovurderingen kan foretages mht. brand/eksplosion for hhv. en bygning placeret over gasproducerende losseplads, en bygning placeret uden for område med gasproducerende fyld samt for gravearbejde på losseplads.

Som udgangspunkt vurderes årsager og forudsætningerne for, at der kan opstå risiko dvs., at der kan forekomme gasmigration op gennem lossepladsfylden. Disse forudsætninger for gasmigration omfatter:

1. Fyld i lossepladsen producerer gas i farlige koncentrationer
2. Der er skiftende migrationsfremmende forhold
3. Der er konstante migrationsfremmende forhold

Watertech a/s  
Vejede 57  
DK 4000 Roskilde  
Tel: +45 4636 1970  
Fax: +45 4636 1979  
CVR: 20806934  
wt@watertech.dk  
www.watertech.dk

Dokument nr.: +45 4636 1971

E-mail: gmoj@watertech.dk

Lossepladsgas2.doc

Side 1 af 2

Såfremt risikovurdering foretages overfor gravearbejde er det desuden en forudsætning, at der foregår gravearbejde på eller nær lossepladsen. Ved risikovurdering overfor eksplosion i en bygning tages sandsynligheden for, at der er mennesker til stede i bygningen, i betragtning.

Næste skridt er at vurdere, hvilke barrierer der påvirker udsivningen fra lossepladsen, gasmigrationen samt en eventuel gasindtrængnings konsekvens. Der tildeles points for:

1. Begrænsning af udsivning fra lossepladsen
2. Begrænsning af gasmigration udenfor lossepladsen
3. Begrænsning af gasindtrængning
4. Begrænsning eller detektion af gas i bygning

Afslutningsvis foretages en konsekvensvurdering, der fastsætter hvilket antal point, der er nødvendigt for at sikkerhedsniveauet er tilfredsstillende relativt til den mulige konsekvens.

### **Implementering i JAGG**

Miljøstyrelsen har allerede udarbejdet generelle barrierediagrammer i Excel. I JAGG specificeres en række forhold ved lossepladsen samt bygningen, og på baggrund af disse tildeles JAGG et standardiseret pointtal, der automatisk indføres i barrierediagrammet. Resultatet af barrierediagrammet er et samlet pointtal, der i relation til konsekvensklassen angiver et kvantitativt målt for risikoen.

Alle beregninger vil kunne foretages automatisk i Excel og dermed indgå som en integreret del af JAGG.

## Notat

### Videreudvikling af JAGG - koncept der tager højde for usikkerheder.

Roskilde 01-03-2006

Til: Miljøstyrelsen  
Fra: Watertech, Claus Kirkegaard

#### Baggrund og formål

I JAGG regnes med eksakte koncentrationer og parametre som f.eks. konduktivitet, nedbør etc. Imidlertid er input sædvanligvis usikre, og især kan fremhæves usikkerhed på hydraulisk ledningsevne, adsorption og anaerob nedbrydning. I rapporten fra Amternes Videncenter: Indsamlings og vurdering af data til risikovurdering i JAGG-modellen, Nr. 1 2005, er der givet en generel gennemgang af usikkerhederne forbundet med de enkelte parametre og JAGG modellens følsomhed over for parametrene.

I lyset af dette vil det være attraktivt at kunne tage højde for denne usikkerhed i JAGG, da implementering af usikkerhedsbegrebet i JAGG vil give et betydeligt mere nuanceret billede af forureningsrisici.

#### Præsentation

Konceptet kan eksempelvis bestå i, at input tillægges en variation/spredning, hvilket som output giver eksempelvis et interval. Dette kan laves mere eller mindre avanceret afhængig af, om input tillægges en statistisk fordeling eller blot et simpelt interval. Det vil dog være en udfordring at anvende fordelinger, da typen af fordeling næppe er kendt, og det måske er for risikabelt blot at tillægge input en normalfordeling.

En udbygning som ovenstående udfordrer undersøgeren til at samle data og lave målinger, der indsnævrer usikkerheden. Samtidig kan JAGG med en kvantificering af usikkerhed, anvendes til at udvælge de parametre, der har størst betydning, og som derfor bør prioriteres højest i undersøgelsen. Konceptet kan også udvides til at omfatte usikkerheder på prøvetagningsmetoder, analyser og lignende.

Watertech a/s

Årjælle 57

DK 4600 Roskilde

Tel: +45 4638 1970

Fax: +45 4638 1979

CVR: 2060934

wt@watertech.dk

www.watertech.dk

Osborne tel: +45 46304214

E-mail: WT@watertech.dk

Usikkerhedsberegninger

Side 1 af 2

Den geologiske inhomogenitet har selvfølgelig stor betydning, men der kan evt. i nogen grad lages højde for dette i forbindelse med fastsættelse af usikkerhed på inputparametre.

For beslutningslageren betyder det dog at sammenligning med kriterieværdier og grænseværdier bliver vanskeligere! Men der vil, hvis der anvendes statistiske principper kunne gives en mest sandsynlig værdi.

### Implementering i JAGG

Beregningsprincipper til beskrivelse af de fysiske, kemiske, biologiske processer osv. kan være de samme som i den nuværende JAGG. Der kan loppstilles flere ambitionsniveauer for, hvor statistisk avanceret værktøjet skal være. Hvis der skal anvendes statistiske fordelinger stiller det for det første krav til viden/vurdering af input, og der skal dernæst laves beregningsprincipper, der tager højde for dette, og som givetvis vil kræve en større programmeringsopgave. Såfremt input derimod kun tillægges intervaller, kan der formentlig anvendes samme beregningsprincipper, som i den nuværende JAGG.

Konceptet kan udmærket anvendes ved fluxbetragtninger, jf. vores forslag om fluxberegning.

# Deltagere og indlægsholdere i workshop

<b>Fornavn</b>	<b>Efternavn</b>	<b>Institution</b>	<b>Adresse</b>	<b>Postnr</b>	<b>Distrikt</b>
Ida	Holm Olesen	Fyns Amt	Ørbækvej 100	5220	Odense SØ
Jesper	Elkjær Christensen	Københavns Amt	Stationsparken 27	2600	Glostrup
Line	Boel	Sønderjyllands amt	Jomfrustien 2	6270	Tønder
Kim	Thygesen	Sønderjyllands amt	Jomfrustien 2	6270	Tønder
Henrik	Jannerup	Storstrøms Amt	Parkvej 37	4800	Nykøbing F
Mariam	Wahid	Miljøkontrollen	Kalvebod Brygge 45	1502	København
Per	Brask	Oliebranchens Miljøpulje	Vognmagergade 7, 5. sal	1002	Kbh. K
Søren	Nielsen	Amternes Videntcenter for Jordforurening	Dampfærgevej 22	2100	Kbh. Ø
Arne	Rokkjær	Miljøstyrelsen - Jord og Affald	Strandgade 29	1401	Kbh. K
Kim	Dahlstrøm	Miljøstyrelsen - Vand	Strandgade 29	1401	Kbh. K
Preben	Bruun	Miljøstyrelsen - Jord og Affald	Strandgade 29	1401	Kbh. K
Ole	Kiilerich	Miljøstyrelsen - Jord og Affald	Strandgade 29	1401	Kbh. K
Jens	Nonboe	Miljøklagenævnet			
Jesper	Albinus	Carl Bro	Granskoven 8	2600	Glostrup
Søren	Dyreborg	DGE	Håndværkersvinget 11	2970	Hørsholm

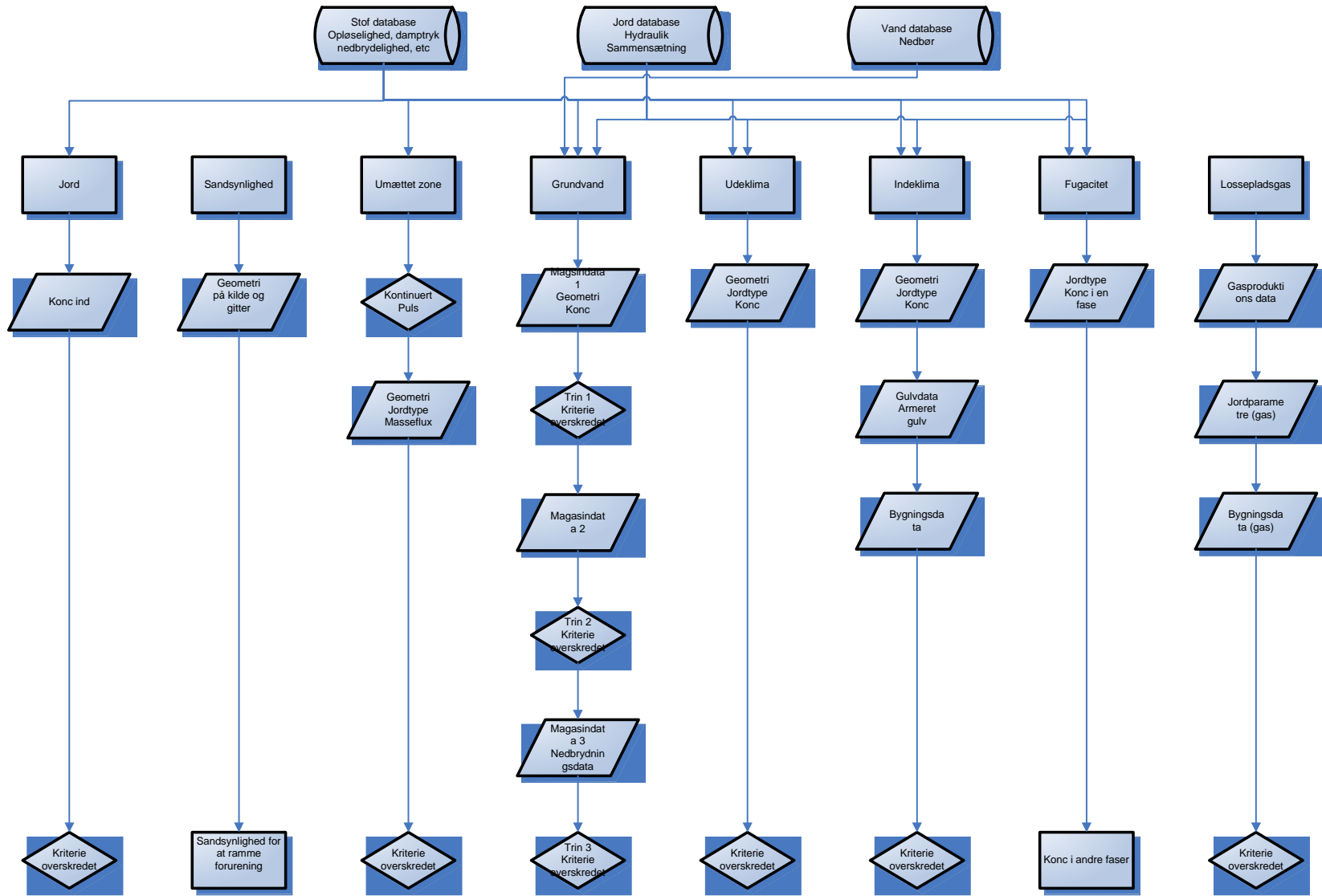
Lizzi	Andersen	DHI	Agern Alle 5	2970	Hørsholm
Tina	Berthelsen	Erik K. Jørgensen	Blegdamsvej 58	2100	Kbh. Ø
Jes	Holm	Geo	Maglebjergvej 1	2800	Lyngby
Thomas	Larsen	Orbicon	Ringstedvej 20	4000	Roskilde
Anders	G. Christensen	NIRAS	Sortemosevej 2	3450	Allerød
Niels	Wodschow	NIRAS	Sortemosevej 2	3450	Allerød
Lars	Frimodt	Rambøll	Håndværkervej 6	6270	Tønder
Peter	Jørgensen	Geo	Maglebjergvej 1	2800	Lyngby
Anna	Toft	Cowi	Vinkelvej	2800	Lyngby
Nina	Tuxen	Miljø og Ressourcer	DTU, Bygn. 115	2800	Lyngby
Peter	Kjeldsen	Miljø og Ressourcer	DTU, Bygning 115	2800	Lyngby
Poul	Bjerg	DTU	DTU, Bygning 115	2800	Lyngby
Thomas	Hougård	RGS 90	Selinevej 4	2300	København S.

# Eksisterende modulopbygning



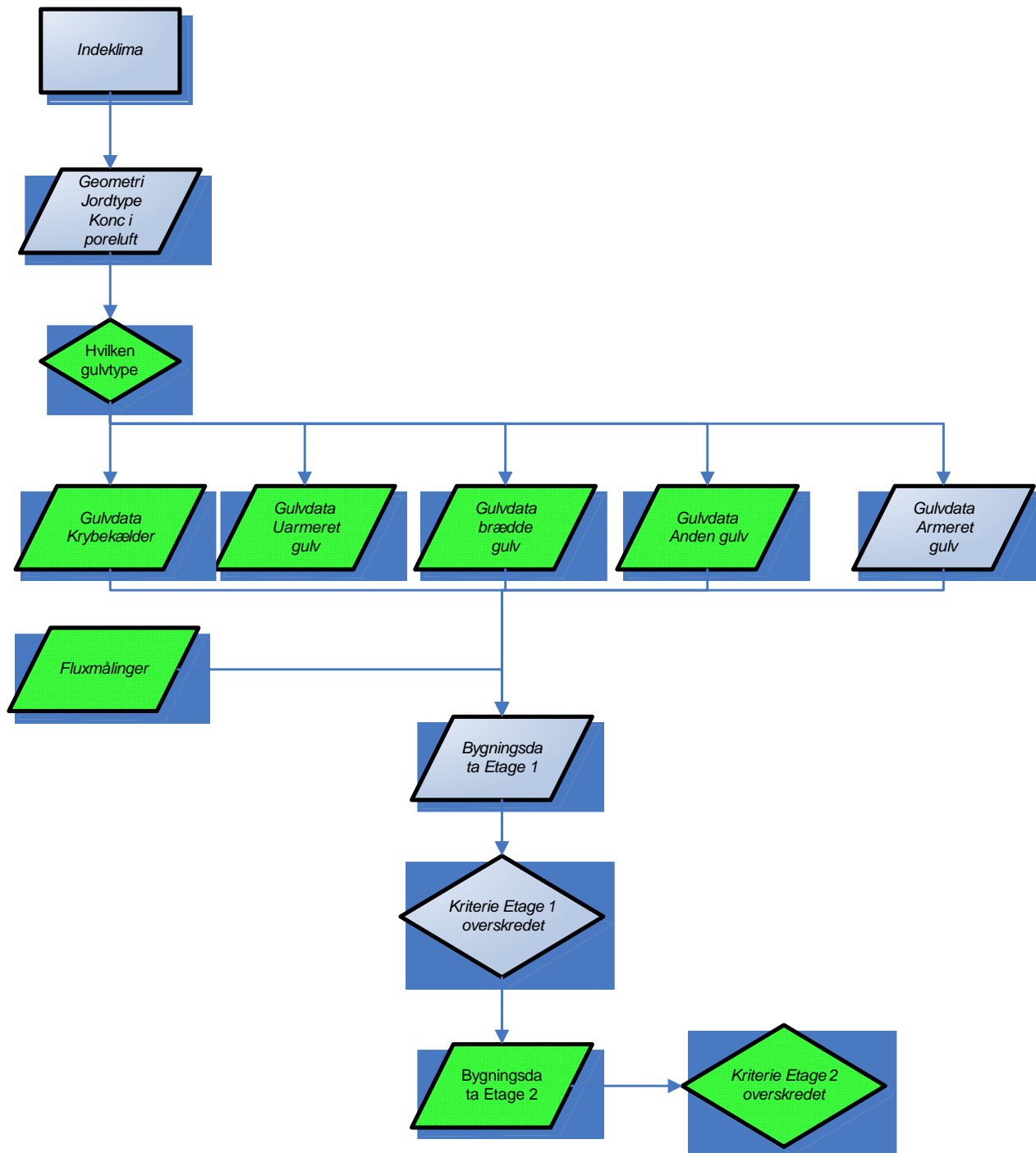
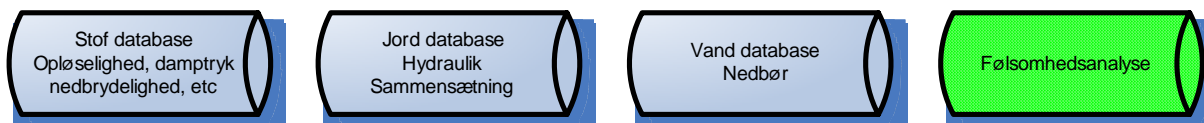


TITEL  
 Bilag 3: JAGG 1.5 moduler i dag



# Forslag til moduler med indeklima

## Bilag 4: Indeklima delen i JAGG inkl tilføjelser



## Forslag til moduler med dæklag (umættet/mættet zone)

TITEL **Bilag 5: Umættet zone/vertikal transport delen i JAGG inkl tilføjelser**

Stof database  
Opløselighed, damptryk  
nedbrydelighed, etc

Jord database  
Hydraulik  
Sammensætning

Vand database  
Nedbør

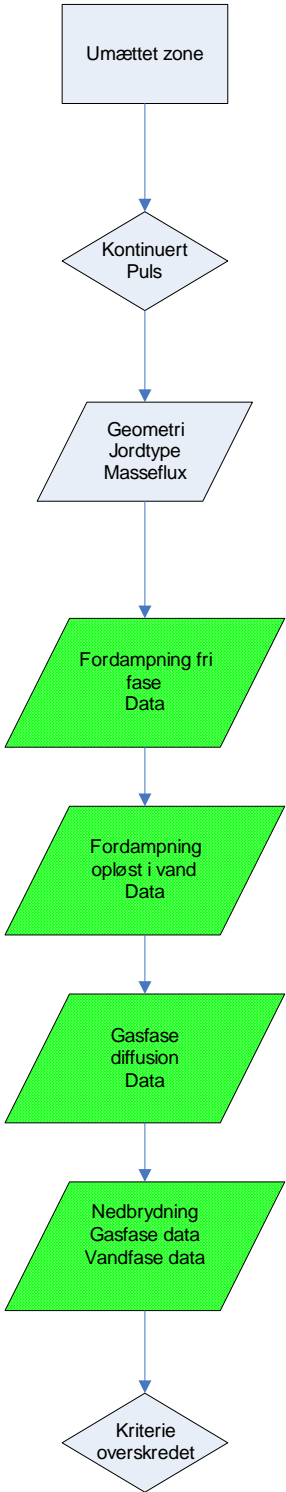
Følsomhedsanalyse

Konceptuelle  
Modeller  
En måde at få data ind

Vandbalance  
Udvidet med  
afstrømning mm.

Validering af valg af  
beregningsmetode

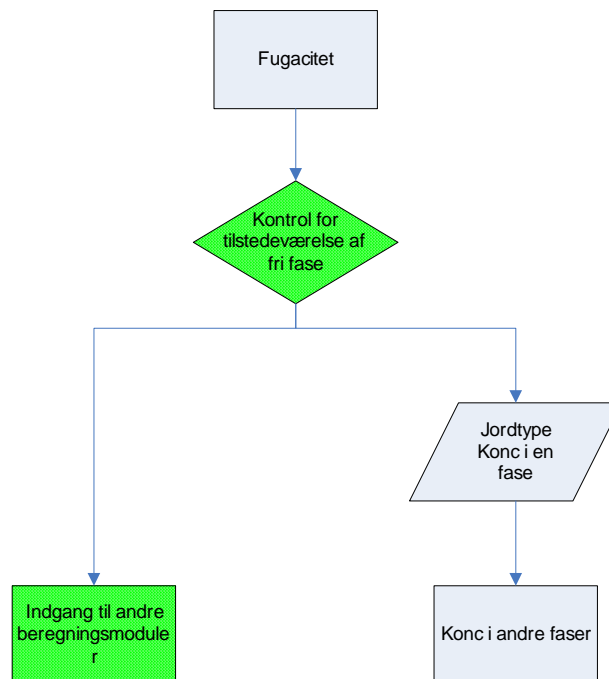
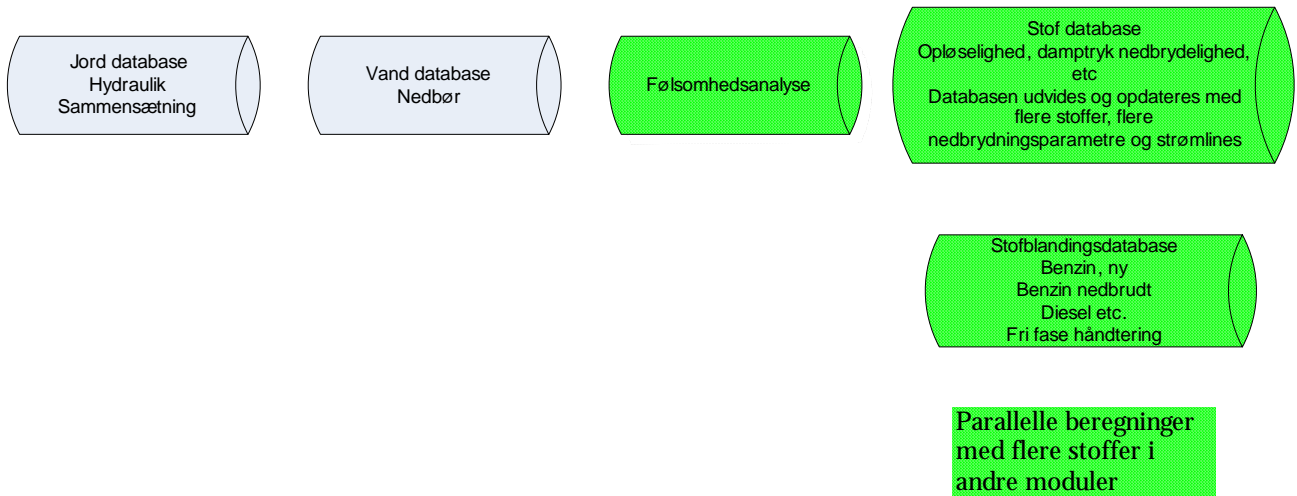
Strømning med flere  
modeller  
Sprækkestrømning  
Stempelstrømning  
?



# Forslag til moduler med stoffer/fugacitet

TITEL

## Bilag 6: Fugacitetsdelen i JAGG inkl. tilføjelser





# Forslag til moduler med massebalance og flux

TITEL **Bilag 7: Flux/Massebalance**

Stof database  
Opløselighed, damptryk  
nedbrydelighed, etc

Jord database  
Hydraulik  
Sammensætning

Vand database  
Nedbør

Følsomhedsanalyse

