

**KONCEPT FOR UDPEGNING AF PESTICIDFØLSOMME AREALER**  
– præsentation af projekt for sand

Forsker Heidi Christiansen Barlebo  
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS)

ATV MØDE  
Rent drikkevand  
- kvalitet og mængder

Radisson SAS, Odense  
22. maj 2001

## 1. INDLEDNING

Det danske grundvand og dermed vores drikkevand skal beskyttes mod forurenende stoffer som nitrat og pesticider. Hvor der for nitrat ser ud til at være forståelse for, hvilke mekanismer der er styrende for udvaskning, og hvor og hvornår disse er til stede, er dette endnu ikke tilfældet for pesticider.

De styrende mekanismer for nitratudvaskning er vist at være infiltration og redoxforhold /1/. Det gælder således, at følsomme områder er karakteriseret ved at have en stor infiltration og aerobt grundvand (der er ilt til stede), hvilket oftest forekommer i områder domineret af sand. Modsat er de ikke følsomme arealer kendetegnet ved at have en lille infiltration og anaerobe grundvandsforhold (ingen ilt til stede), hvilket oftest forekommer i områder domineret af ler.

Målinger af pesticider i grundvand viser, at der findes pesticider i grundvandet i områder, der primært består af sand /2/,/3/. Tilsvarende findes der på trods af den lille infiltration i lerområder også pesticider i grundvandet i disse områder /4/,/5/,/6/. De styrende mekanismer for pesticidudvaskning ser således ikke ud til at være sammenfaldende med dem for nitrat. Resultater fra forskningsprojekter har vist, at pesticider hovedsageligt nedbrydes under aerobe forhold /7/, /8/, hvilket er modsat for nitrat. Det er kun for få pesticider vist, at der foregår en nedbrydning i selve grundvandsmagasinerne.

Det er politisk vedtaget, at alle amter skal udføre en opdeling (zoner) af landet i følsomme/mindre følsomme arealer overfor nitrat og andre forurenende stoffer for at kunne iværksætte handlingsplaner til beskyttelse af grundvandet, hvor det anses for at være truet /1/. Dette arbejde, der er gået i gang, skal udføres over en 10-årig periode.

Drikkevandsudvalget /9/ fandt ikke, at der foreligger et tilstrækkeligt, sagligt grundlag for indførelse af generelle regler om forbud eller begrænset anvendelse af pesticider i særlige følsomme områder, som det er tilfældet for nitrat. Drikkevandsudvalget fandt i stedet, at der er behov for at gennemføre en følsomhedskortlægning (zoner) over for pesticider, og at det er vigtigt, at kortlægningen af de pesticidfølsomme områder sker på et fagligt ensartet grundlag over hele landet. Udarbejdelse af en vejledning, som beskriver principperne for kortlægningen, skal derfor have en høj prioritering.

Bichel-udvalget /10/ tilsluttede sig drikkevandsudvalgets konklusioner vedrørende pesticidanvendelse, ”herunder at der sker en udpegning af indsatsområderne for pesticidanvendelse i de særlige følsomme drikkevandsområder. Der er behov for, at pesticidanvendelsen reguleres på disse områder” (side 142, punkt 7).

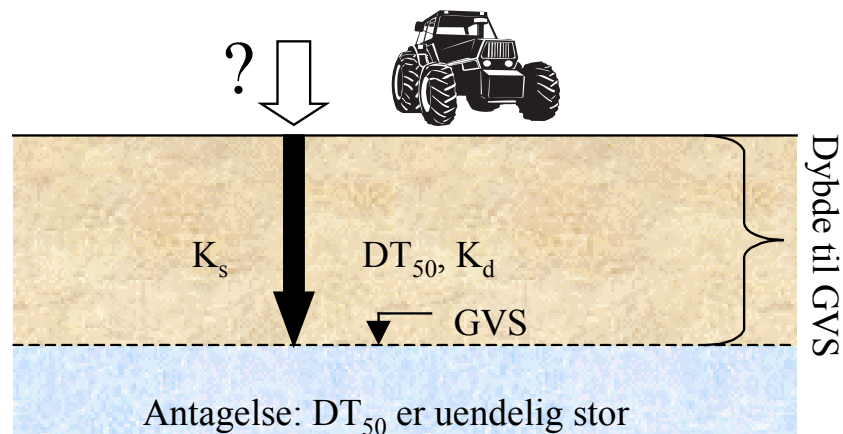
På baggrund af udvalgenes konklusioner er det politisk bestemt, at amterne skal foretage en kortlægning og udpegning af pesticidfølsomme områder. Da vi som allerede nævnt ikke med sikkerhed ved, hvad der afgør, om et område er særligt følsomt overfor udvaskning af pesticider, har regeringen under Pesticidhandlingsplan II stillet opgaven at tilvejebringe den nødvendige viden og udvikle et operationelt koncept til klassificering af arealer, som er særlig følsomme overfor pesticidnedrivning til grundvandet. Pesticiderne forudsættes anvendt regelret.

Det færdige koncept skal udformes, så det umiddelbart kan anvendes i amterne. Undersøgelserne udføres i samarbejde mellem Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) og Danmarks JordbrugsForskning (DJF) og ledes af GEUS. I denne artikel præsenteres den del af projektets indhold, der er rettet mod sandarealer.

## 2. OVERORDNET TESE

Som allerede nævnt har resultater vist, at pesticider hovedsageligt nedbrydes under aerobe forhold. På sandede lokaliteter er der normalt aerobe forhold ned til grundvandsspejlet. Derfor er pesticidernes skæbne i den umættede zone altafgørende for, om pesticider udvaskes til grundvandet, og undersøgelserne i dette projekt foregår således fra jordoverfladen til grundvandsspejlet. Ud fra den foreliggende viden om pesticiders nedbrydning i grundvand, anses det ikke for forsvarligt at inddrage nedbrydning i selve grundvandet, som et element i udpegning af områder der skulle være mindre følsomme end andre områder.

Udvaskning af pesticider menes at være styret af, hvor længe pesticidet opholder sig under aerobe forhold, således at der kan ske en nedbrydning. De styrende parametre for opholdstiden er dybde til grundvandsspejl (GVS), hydraulisk ledningsevne ( $K_s$ ) og stoffernes sorptionsegenskaber ( $K_d$ ). Herudover vil nedbrydningsraten, repræsenteret ved halveringstiden ( $DT_{50}$ ), være en central parameter. Det er disse parametre, der fokuseres på i projektet, se figur 1.



Figur 1 Skitse af styrende mekanismer i sand for pesticidudvaskning til grundvandet.

For at kunne bestemme områders følsomhed overfor pesticidudvaskning skal *størrelsen* af de styrende parametre kendes. Ikke mindst skal *variabiliteten* af størrelsen af disse parametre indenfor/mellem arealerne kendes, for at det er muligt at afgøre, om arealerne er forskellige mht. udvaskning, eller om en inddeling i zoner ikke giver mening. Samtidigt skal korrelationen mellem parametrene kendes, således at det vides, om parametrene påvirker udvaskningen i samme retning (større eller mindre) eller modsat (større og mindre), og om bestemmelse af alle parametre er nødvendig i samtlige tilfælde, eller om f.eks. måling af en lang opholdstid er nok til at klassificere et areal som værende ikke sårbart.

Ideelt set gælder, at hvis de betydende parametre for pesticidudvaskning kendes overalt for alle pesticider, kan udvaskningen kvantificeres. Denne viden er det selvsagt ikke mulig at opnå, hvorfor det er nødvendigt at målrette parameterbestemmelsen og generalisere resultaterne. Den overordnede tese er, at geologiske og pedologiske forhold afspejler sig i parameterværdierne, således at geologisk og pedologisk information kan benyttes til at zonere efter. Samtidigt lægges der op til, at det er muligt at gruppere pesticiders sorptions- og nedbrydningsforhold. I projektet gælder det således om at identificere og kvantificere styrende parametre og bestemme deres korrelation og variation, det hele i relation til geologisk/pedologisk information; samtidigt at gruppere pesticider efter deres sorptions- og nedbrydningssegenskaber og kvantificere den heraf forventede pesticidudvaskning og variationen på udvaskningen.

### **3. PROJEKTAFGRÆNSNINGER**

For at målrette projektundersøgelserne er følgende afgrænsninger af projektet defineret:

#### **3.1 Jordarter**

I KUPA-projektet, der kan betragtes som fase I, fokuseres indsatsen mod sandarealer, der anses for at være strømningsmæssig mere enkel end ler, der domineres af præferentiel strømning i f.eks. sprækker og ormegange. I fase I vurderes derudover muligheden for at opstille et koncept for lerlokaliteter, således at en fase II kan iværksættes.

#### **3.2 Hydrologiske områder**

Idet konceptet er rettet mod grundvandsbeskyttelse, medtages der kun nedsivningsområder i undersøgelserne.

#### **3.3 Undersøgesdybde**

Pesticidforurening af grundvandet skyldes transport af pesticider gennem hele den umættede zone. I projektet foregår undersøgelserne derfor ned til grundvandsspejlet.

#### **3.4 Skala for zoneringsen**

Det anses ikke for at være praktisk muligt at gennemføre en konsistent kortlægning overfor sårbarheden af pesticider på så detaljeret et niveau som ejendoms- eller matrikelniveau. Det vil være mere realistisk at klassificere større og mere sammenhængende områder som f.eks. landskabselementtyper enten som værende sårbare eller ikke sårbare, hvilket konceptet derfor bestræber sig på. Vi er dog opmærksomme på, at den endelige juridiske afgrænsning skal ske på matrikelniveau.

### **3.5 Stofspecifik zonerings**

Lovgivningen tager udgangspunkt i, at der sker en stofspecifik zonerings. I dag anvendes der mellem 50 og 100 pesticider (aktivstoffer) inden for planteavl. Det anses ikke for realistisk at gennemføre en stofspecifik zonerings over for det enkelte stof. En realistisk tilgang vil være at gruppere pesticiderne efter deres evne til nedbrydning og sorption.

### **3.6 Punktkilder**

Pesticidzoneringsen anses for at være et middel til beskyttelse af grundvandet mod pesticidudvaskning fra fremtidig pesticidanvendelse. Da punktkildeforurening kan betragtes som en "fortidens synder", medtages denne problematik ikke i undersøgelserne, der kun betragter følsomhed overfor regelret anvendelse af pesticider.

### **3.7 Arealanvendelse/driftsform**

For at kunne vurdere den generelle beskyttelse mod pesticidudvaskning rettes pesticidzoneringsen mod jordens mere konservative egenskaber. De variable egenskaber som arealanvendelse/driftsform, der også anses for at have stor betydning for pesticidudvaskning, medtages derfor ikke som en variabel i projektet.

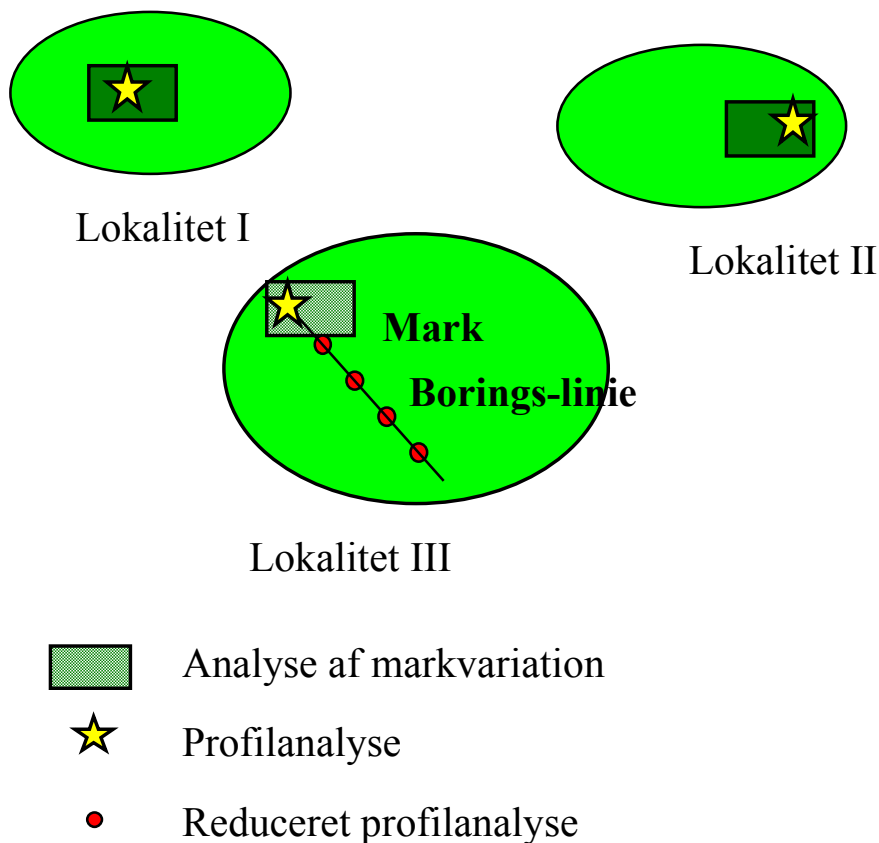
### **3.8 Anvendelse af modelværktøjer**

Brugen og udviklingen af modelværktøjer til bestemmelse af pesticidudvaskning har stået på i en årrække. Det anses derfor ikke for nødvendigt, at der udvikles computerkoder indenfor dette projekt. I stedet skal eksisterende modelværktøjer benyttes.

## **4. METODEBESKRIVELSE**

Den overordnede relation mellem parametre og geologisk information er valgt som landskabselementer, der er defineret ud fra landskabssystemer. Landskabssystemet f.eks. proglacialt landskab danner en stor enhed; heri indgår forskellige landskabselementer f.eks. smeltevandsslette og bakkeøer, som er dannet i samme submiljø /11/. Der udvælges 8 landskabselementtyper, som repræsenterer forskellige sandede aflejringer i Danmark. Indenfor hver landskabselementtype udvælges 3 marker, hvorpå der udføres detailundersøgelser. For hver landskabselementtype udvælges én lokalitet, hvor der udføres en boringslinie (beskrevet efterfølgende). Et overblik over undersøgelsesstrategi er vist på figur 2.

## Landskabelementtype



Figur 2 Overblik over feltundersøgelingsstrategi for én landskabelementtype.

Detailundersøgelserne består i at måle sammenhørende parameterverdier for transport, nedbrydning og sorption af pesticider og deres variation i 5 dybder pr. umættet profil pr. mark og karakterisere profilerne geologisk og pedologisk. På 6 marker undersøges derudover markvariationen i udvalgte hydrauliske og stofspecifikke parametre i to dybder indenfor den øverste meter.

Boringslinierne består af 5 profiler indenfor ét landskabelement, hvoraf det ene profil er beskrevet under detailundersøgelserne. Måleprogrammet for boringslinierne svarer til detailundersøgelsernes, dog måles der færre parametre.

Feltdata analyseres for at se, om der er relationer mellem parameterverdier og geologisk/pedologisk information. Variationen på parameterverdierne indenfor ét profil, én landskabelementtype og én mark kvantificeres.

Identifikation af de styrende parametre mht. pesticidudvaskning udføres ved at opstille én-dimensionale numeriske modeller /12/ for de undersøgte profiler og undersøge de målte parameters betydning for udvaskning. Parameterverdierne og deres variation benyttes i

modellerne til at beregne den forventede pesticidudvaskning og variation i udvaskning. For at sikre kvaliteten af modelleringen afprøves modelleringsmetoden også på lokaliteter, hvor der er målt vandstrømning og stoftransport f.eks. markerne, der benyttes i projektet: Varslingssystem for udvaskning af pesticider til grundvandet /13/.

Det er meget ressourcekrævende at bestemme især hydrauliske og stofs specifikke parametre (ledningsevner, nedbrydning, og sorption). Samtidig findes disse parametre kun yderst sjældent i landsdækkende databaser. For at kunne generalisere parameterbestemmelserne på profilmiveau til andre profiler, udvikles der pedo-transferfunktioner /14/, der relaterer hydrauliske parametre til billigere og oftere målte jorddata som f.eks. tekstur. Samtidigt udføres der facies-studier, dvs. en inddeling af sedimenter i særegne enheder karakteriseret ved blandt andet deres farve, kornstørrelse, sorteringsgrad og strukturer, i profilerne og grusgrave med henblik på at kunne relatere hydrauliske parameterverdier til disse inddelinger. Endeligt relateres stofs specifikke parametre til billigere mikrobiologiske parametre og jorddata.

Det er ikke muligt, at få et fuldstændigt overblik over sorptions og nedbrydningsforhold i alle danske jordtyper for alle de pesticider, der i dag anvendes. Derfor undersøges det, om det er muligt at gruppere pesticider i enkle klasser med samme sorptions- og nedbrydningsegenskaber. Der udvælges pesticider, der repræsenterer forskellige kemiske grupper (f.eks. phenylurea herbicider, phenoxysyrer, triaziner m.fl.), og som hver især har forskellige sorptions- og nedbrydningskarakteristika. De udvalgte pesticiders primære nedbrydning, mineralisering, og sorption til forskellige sandjorde bestemmes, og det vurderes, om stofferne kan grupperes.

På baggrund af kvantificering af styrende parametre og deres variation, generalisering af data, beregnet pesticidudvaskning, opskalering af resultater og gruppering af pesticider undersøges det, om størrelsen af pesticidudvaskning kan klassificeres ud fra kendt data og lettilgængelige undersøgelser. Hvis dette er muligt, formuleres et operationelt værktøj til udpegning af pesticidfølsomme arealer, som amterne kan benytte. Det tilstræbes, at konceptet er så enkelt som muligt f.eks. som en nøgle eller et ekspertsystem afhængig af niveauet af resultaterne.

Konceptet afprøves på udvalgte lokaliteter repræsenterende forskellige landskabelementtyper. Der etableres et simpelt monitoringssystem med rammeboringer, hvor der måles pesticider i det øverste grundvand. Måleresultaterne sammenlignes med det forventede resultat ud fra konceptet. For at vurdere konceptets funktionalitet afprøves det i fællesskab med to amter på to yderligere udvalgte lokaliteter.

## **5. RESULTATER**

Den overordnede tese og metode til udarbejdelse af et koncept til udpegning af pesticidfølsomme sandarealer er blevet præsenteret. Det færdige koncept for sandede arealer vil foreligge i 2003.

## 6. LITTERATUR

- /1/ Miljøstyrelsen. 2000. Vejledning nr. 3. 2000: Zonering.
- /2/ Nordjyllands Amt. 2000. Landovervågning 1999. Natur- og Miljøkontoret.
- /3/ Sønderjyllands Amt. 2000. Vandmiljøovervågning: Landovervågning 1999. Teknisk Forvaltning, Miljøområdet.
- /4/ Storstrøms Amt. 2000. Vandmiljøovervågning: Landovervågning 1999. Teknisk Forvaltning, Miljøområdet.
- /5/ Fyns Amt. 2000. Vandmiljøovervågning: Landovervågning 1999. Natur og Vandmiljøafdelingen.
- /6/ Vejle Amt. 2000. Vandmiljøovervågning: Landovervågning 1999. Teknik og Miljø.
- /7/ Albrechtsen, H-J. 2000. Afrapportering af Det strategiske Miljøforskningsprogram SMP96 om 'Pesticider og grundvand'. Vandforsyningsteknik, 49, s. 69-82.
- /8/ Albrechtsen H-J, Mills, M, Aamand, J and Bjerg, PL. 2001. Degradation of herbicides in shallow Danish aquifers - an integrated laboratory and field study. Pest Management Science, accepteret.
- /9/ Miljøstyrelsen. 1998. Betænkning fra Miljøstyrelsen nr. 1. 1998: Drikkevandsudvalgets betænkning.
- /10/ Bichel-udvalget. 1999. Rapport fra hovedudvalget, Miljøstyrelsen.
- /11/ Krüger, K. 2000. Glacialmorfologi – fladlandsgletcheren og landskabet. Geografisk Institut, Københavns Universitet.
- /12/ FOCUS. 1995. Leaching models and EU registration. Afsluttende rapport af arbejdsgruppen - Forum for the Co-ordination of pesticide fate models and their Use, med midler fra the European Commission, The European Crop Protection Association and COST Action 66. DOC.4952/VI/95.
- /13/ Lindhardt, B., Kjær, J. og Olsen, P. 2001. Udvaskning af pesticider fra kartoffeldyrkning på sandjord, vurderet ud fra markforsøg. 18. Danske Planteværnskonference 2001, 6. og 7. marts, Hotel Nyborg Strand.
- /14/ Bouma, J and van Lanen, JAJ. 1987. Transfer functions and threshold values: From soil characteristics to land qualities. s. 106-110. I K.J. Beck et al. (ed.) Quantified land evaluation. Proc. Worksh. ISSS and SSSA, Washington, DC. 27. april – 2. maj 1986, Int. Inst. Aerospace Surv. Earth Sci. Publ. nr. 6. ITC Publ., Enschede, Holland.

Bemærkning: Et lignende indlæg er præsenteret ved 18. Danske Planteværnskonference 2001, 6. og 7. marts, Hotel Nyborg Strand.

