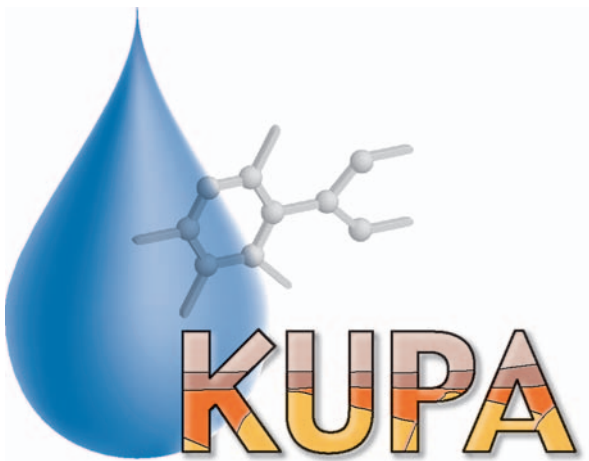


Særligt pesticidfølsomme sandområder: Forudsætninger og metoder for zonerings



Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Miljøministeriet

Danmarks JordbrugsForskning
Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri



Indholdsfortegnelse

	Side
Forord	3
Konklusion	7
1. Indledning	9
1.1. Kategorier af følsomhed.....	10
1.2. Projektafgrænsning.....	10
1.3. Processer i jorden med betydning for udvaskning.....	12
1.4. Sprogbrug.....	14
2. Dataindsamling	15
2.1. Modelstoffer.....	17
2.2. Stofgrupper.....	18
2.3. Laboratorieanalyser.....	19
3. Fremgangsmåde ved fortolkning af data	21
3.1 Sammenlignende undersøgelser.....	21
3.2 Rammer for simuleringer.....	21
3.3. Simulering af pesticidudvaskning.....	23
3.4. Korrelationsanalyser.....	26
4. Resultater	29
4.1 Repræsentativitet.....	29
4.2 Variabilitet.....	33
4.3. Kendte sammenhænge mellem jordegenskaber.....	42
4.4. Vandets opholdstid.....	43
4.5. Binding i forhold til stoffernes opholdstid.....	50
4.6. Forsvinding i relation til stoffernes opholdstid.....	56
4.7. Følsomhed for randbetingelser.....	60
4.8. Gruppering af pesticider.....	64
4.9 Kriterier for identifikation af særlig pesticidfølsomhed.....	69
5. Diskussion	77
5.1. Grundlag for zonerings.....	77
5.2. Strategi for zonerings.....	83
5.3. Usikkerhed.....	91
5.4. Verifikation.....	91
6. Referencer	93
Bilag	
1. Geologi og pedologi.....	1
2. Kornstørrelsesfordeling og organisk stof.....	19
3A. Variabilitet, geostatistik og mikrobiologi.....	25
3B Variabilitet baseret på humus, silt og ler.....	45
4. Geokemi og teksturparametre.....	73
5. Hydrauliske parametre.....	89
6. Nedbrydning af pesticid.....	95
7. Sammenhænge i simple jordegenskaber.....	97
8. Omregning af Kd til Kf.....	115
9. Simulering af udvaskning med MACRO.....	121
10. Korrelationsmetoder og resultater.....	139
11. Stofgruppering.....	171
12. Kd afhængighed af pH for modelstoffer.....	175
13. Udspænding af mineralisering og nedbrydning for modelstoffer.....	179
14. Verifikation.....	181
15. Eksempel på beslutningsstøttesystem.....	209
16. Referee bemærkninger.....	221

Forord

I forbindelse med gennemførelsen af Vandmiljøplan II og Drikkevandsudvalgets betænkning fra 1997 fik amterne ved L 56 26/6 1998 om ændring af lov om vandforsyning m.v., samt lov om miljøbeskyttelse og lov om planlægning, til opgave at udpege de områder, som er særligt følsomme for bestemte typer af forurening samt at prioritere den indsats, der skal gennemføres i disse områder for at beskytte vandressourcen. Dette skal ske på baggrund af en detailkortlægning, som amterne skal gennemføre.

I Drikkevandsudvalgets betænkning blev det vurderet, at der ikke forelå et tilstrækkeligt videngrundlag til at gennemføre en sådan kortlægning af følsomheden overfor udvaskning af pesticid, og at arbejdet med at udarbejde en vejledning om kortlægningen baseret på faglige, geologiske kriterier skulle gives høj prioritet.

På denne baggrund søgte og fik Miljø- og Energiministeriet, 22. februar 2000, Finansudvalgets tilslutning til at disponere midler i årene 2000-2003 til at etablere det nødvendige videngrundlag vedrørende risikoen for udvaskning af pesticider på sandede jorde og muligheden for at zonere på dette grundlag, samt til at afklare om det metodisk vil være muligt at etablere et analogt videngrundlag og kortlægningsmulighed for lerjorde. Opgaven med at etablere dette videngrundlag blev givet til Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS) og Danmarks JordbrugsForskning (DJF) i fællesskab. Den praktiske løsning af opgaven er gennemført af en projektgruppe og en række undergrupper (delprojekter) ved de deltagende institutioner og under en styregruppe med både eksterne og interne medlemmer. Professor Kim Esbensen, Ålborg Universitet, har været tilknyttet som konsulent vedrørende data analyse og bearbejdning, og som referee på resultaterne. Professor Jens Christian Refsgaard, GEUS, har været referee på rapporten, med udgangspunkt i den første version (bilag 16).

Resultaterne vedrørende afklaringen af, at der foreligger et fagligt grundlag for at zonere sandede områder, forelægges hermed for opdragsgiverne, sammen med en teknisk redegørelse for den nærmere faglige baggrund, samt dokumentation og en beskrivelse af en mulig praktisk fremgangsmåde.

Rapporten er udarbejdet med baggrund og udgangspunkt i et omfattende prøveindsamlings- og analysearbejde, som er udført af et stort antal medarbejdere, forfattere såvel som øvrige bidragydere, på institutionerne. Arbejdet er tilrettelagt af Projektgruppen og de overordnede retningslinjer udstukket af Styregruppen.

Opgaven er således gennemført med udgangspunkt i et omfattende nyetableret datasæt, beregnet til at kunne afklare betydningen af de forskellige processer i jorden. Hele datagrundlaget er vurderet, og der er gennem en iterativ process blevet fokuseret på netop de data, der bidrager til den løsning, som har vist sig mulig. Nogle datatyper, som fx. mikrobiologiske data, har derfor ikke kunnet indgå direkte som støtte til konklusionen, men indgår i forståelsen af problemkomplekset og vil kunne indgå i en videre stofs specifik karakterisering af arealerne.

Styregruppe	Institution	Bemærkning
Alex Sonnenborg	GEUS	I sidste del af projektforløbet
Bo Lindhardt	GEUS	I første del af projektforløbet
Christian Ammitsøe	MST	
Erik Nygaard	GEUS	I sidste del af projektforløbet
Harald Mikkelsen	DJF	I første del af projektforløbet
Heidi Christensen Barlebo	GEUS	I første del af projektforløbet
Jens Bastrup	DANVA	
Jesper Waagepetersen	DJF	
Jørgen Jakobsen	DJF	
Lærke Thorling	Amtsrådsforeningen	
Per Rosenberg	GEUS	I sidste del af projektforløbet
Peter Gravesen	GEUS	
Poul Henning Petersen	Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret	

Forfattere (alfabetisk)	Har især bidraget vedrørende	Institution
Arne Helweg	Litteraturstudie	DJF
Bjarne S. Hansen	Grundvandsdybde, Repræsentativitet	DJF
Bo Vangsø Iversen	Integration	DJF
Carsten S. Jacobsen	Projektgruppe og Pesticidspecifikke parametre	GEUS
Christen D. Børgesen	Modellering	DJF
Erik Nygaard	Projektgruppe og Redaktion	GEUS
Finn Pilgaard Vinther	Mikrobiologi	DJF
Henrik Vosgerau	Projektgruppe, Angrebsvinkel og Redaktion	GEUS
Ingelise Møller	Repræsentativitet	GEUS
Jens Aamand	Gruppering af pesticider	GEUS
Jim Rasmussen	Korrelation, Stofklasser, Integration og Redaktion	GEUS
Klavs M. Linde	Litteraturstudie	DJF
Lars Elsgaard	Mikrobiologi	DJF
Maria P. Hag	Modellering	GEUS
Marlene Ullum	Modellering	GEUS
Mogens H. Greve	Integration, Repræsentativitet, Geostatistik	DJF
Ole H. Jacobsen	Projektgruppe og Modellering	DJF
Ole S. Jacobsen	Verifikation	GEUS
Per Rosenberg	Korrelation og Integration	GEUS
Pernille Christensen	Litteratur	DJF
Peter Roll Jakobsen	Feltgeologi	GEUS
Peter van der Keur	Modellering og Integration	GEUS
René K. Juhler	Korrelation og Pesticidspecifikke parametre	GEUS
Stig.T. Rasmussen	Feltarbejde	DJF
Svend Elsnab Olesen	Projektgruppe og Repræsentativitet	DJF
Søren B. Torp	Feltpedologi	DJF
Vibeke Ernstsén	Projektgruppe, Repræsentativitet og Geokemi	GEUS
Ulla C. Brinch	Projektgruppe, Repræsentativitet og Pesticidspecifikke parametre	GEUS

Øvrige medarbejdere	Har især medvirket vedrørende	Institution
Ann Dorrit Steffensen	Laboratorieanalyser	GEUS
Anne Britze	Ressourcestyring	GEUS
Carsten Guvad	Laboratorieanalyser	GEUS
Christina R. Jensen	Feltarbejde og Laboratorieanalyser	GEUS
Ditte Kiel-Düring	Laboratorieanalyser	GEUS
Gitte Hastrup	Laboratorieanalyser	DJF
Heidi C. Barlebo	Koordination og Angrebsvinkel	GEUS
Henrik Nørgaard	Feltarbejde	DJF
Holger Nehmdal	Geofysik	DJF
Hubert de Jonge	Hydraulisk ledningsevne	DJF
Klaus Refslund	Feltarbejde	DJF
Lasse Gudmundsen	Feltarbejde	GEUS
Lisbeth Løvig Nielsen	Laboratorieanalyser	GEUS
Marga Jørgensen	Laboratorieanalyser	GEUS
Marianne Schou	Laboratorieanalyser	GEUS
Martin Hansen	Database	GEUS
Michael Koppelgaard	Hydraulisk ledningsevne målinger	DJF
Per Jensen	Logging	GEUS
Per Nyegaard	Database	GEUS
Pernille Stockmarr	Laboratorieanalyser	GEUS
Pia Bach Jakobsen	Laboratorieanalyser	GEUS
Rikke W. Riis	Laboratorieanalyser	GEUS
Rune Johnsen	Internet	GEUS
Spire Maja Kiersgaard	Laboratorieanalyser	GEUS
Szymon Kopalski	Laboratorieanalyser	GEUS
Søren Nielsen	Feltarbejde	GEUS
Trine Henriksen	Laboratoriemetodik	GEUS

Konklusion

Det er muligt at udpege særligt pesticidfølsomme sandjordsarealer mht. udvaskeligheden af pesticider på basis af arealets hydrauliske egenskaber og dets evne til at binde pesticider, idet:

1. der er sammenhæng mellem simuleret udvaskning af pesticider og en række almindelige jordegenskaber, som kan kortlægges.
2. pesticider generelt (med enkelte undtagelser) udgør én gruppe, hvis udvaskning har samme overordnede afhængighed af jordegenskaber, således at de hovedsagelig vil udvaskes indenfor de samme områder og kortlægningen kan tage udgangspunkt i en fælles karakteristik.

Det er grundlæggende de samme hydrauliske og bindingsmæssige forhold i jorden, som bestemmer de fleste pesticiders udvaskelighed indenfor forskellige sandjorde. Det er derfor for de fleste pesticider overvejende de samme arealer, der er særligt følsomme med henblik på pesticidbelastning af grundvandet (baseret på resultater for de 34 undersøgte pesticider). Der vil dog være en lille gruppe pesticider der har helt andre bindingsmæssige egenskaber, og som derfor skal vurderes separat ud fra deres individuelle egenskaber. Størrelsen af simuleret udvaskning er derimod meget forskellig fra pesticid til pesticid. Derfor bygger resultaterne på relative følsomheder overfor simuleret udvaskelighed, som således kan anvendes til identifikation af særligt pesticidfølsomme sandjordsarealer. Områder der ligger udenfor disse særligt følsomme arealer anses, - afhængig af de valgte kriterier for særlig følsomhed - , at være beskyttet gennem godkendelsespraksis og afprøvning på Varslingssystemet for Pesticider.

Ved den udviklede fremgangsmåde til identifikation af særligt pesticidfølsomme arealer er det således sandjordenes følsomhed der karakteriseres. Godkendelsesprocedurerne og varslingssystemet retter sig derimod mod det enkelte pesticid og dets særlige egenskaber på arealer der er repræsentative for hovedparten af de danske jorde.

Undersøgelserne er her baseret på simulering af såvel konkrete pesticider med konkrete egenskaber som på andre realistiske kombinationer af pesticidegenskaber, for et bredt udsnit af danske sandjorde med standardbetingelser for klima og landbrugsmæssige driftsforhold.

Det foreslås at lade identifikation af særligt pesticidfølsomme arealer tage udgangspunkt i de egenskaber der bestemmer hvor længe pesticiderne opholder sig i den øverste meter af jorden, idet det overvejende er her, der kan foregå nedbrydning og binding af pesticid. Opholdstiden i de øverste jordlag er derfor afgørende for, i hvilken grad en nedbrydningsproces vil kunne forløbe.

Opholdstiden karakteriseres her ved jordens hydrauliske egenskaber og evne til at binde pesticider, som kun forandres langsomt. Særligt følsomme arealer, som er udpeget på dette grundlag, er derfor gyldige i en lang årrække. Det er således valgt at se bort fra, at effekten af nedbrydning varierer geografisk og gennem tiden som følge af aktuel landbrugspraksis.

De fleste pesticider nedbrydes helt eller delvist, således at risikoen indenfor de områder, som er klassificerede på grundlag af opholdstid, vil kunne mindskes, hvis man vælger at zonere for specifikke pesticider og medtage nedbrydningen. Herved kan størrelsen af arealet med særlig følsomhed overfor udvaskning af et givet pesticid reduceres.

Vurdering på basis af opholdstid kan baseres på data, som i betydelig grad findes i databaser, suppleret med nyindsamling. Inddragelse af effekten af nedbrydning kræver at der indsamles nye data i betydeligt omfang (fx. mikrobiologiske data og stofspecifikke

data). Zoneringsprocessen kan således faseopdeles, og projektet har desuden tilvejebragt de værktøjer kan tages i anvendelsen ved en detaljeret indsats.

Zonering vil kunne foregå ved at punktvisse udvaskningsberegninger (profiler), på grundlag af afskæringsværdier/kriterier, udbredes til at dække arealer. Det sæt af kriterier som her bruges til at klassificere profiler/arealer efter følsomhed er:

3. "Særligt pesticidfølsomme profiler/arealer" har mindre end 17 kg/m² humus og samtidigt mindre end 130 kg/m² silt + ler vægtet over den øverste meter af jorden.
4. For profiler/arealer som "ikke er særligt følsomme" gælder at summen af ler og silt skal være større end en konstant på 350 minus 10 gange humusindholdet.
5. Profiler/arealer hvis sammensætning ligger i intervallet mellem de to øvrige kaldes her "potentielt følsomme", idet de udgør en pulje, hvoraf nogle profiler/arealer er følsomme i mellemgrad mens andre vil falde i gruppen "ikke særligt følsomme" ved en uddybende karakteristik.

Afskæringsværdierne for jordegenskaberne humus, og ler og silt er fremkommet ved et valgt (relativt og simuleret) udvaskningskriterie på >0,65 for "særligt følsomme" arealer, hvilket i forhold til profildatabasen svarer til at knapt 10 % af arealerne er særligt følsomme. Udvasningskriteriet for den lave kategori af "ikke særligt følsomme" arealer er analogt <0,43, svarende til følsomheden af det mest følsomme profil i Varslingssystemet. Resultaterne viser herudover at alternative procedurer til karakterisering af følsomheden vil være mulige. Dette kan fx. bestå i et enkelt afskæringskriterie, på en glidende skala, som inddeler arealerne i en særligt følsom og en ikke særligt følsom kategori. Fastlæggelsen af beskyttelsesstrategien vil i praksis skulle fastsættes politisk, administrativ og økonomisk.

Resultaterne peger på at dybden til grundvandet, hvis det ikke ligger indenfor de øverste par meter, er af mindre betydning for udvaskningens størrelse, idet binding og nedbrydning er forholdsvis beskeden i de større dybder. Effekten af en tyk umættet zone i sandjord, under den øverste meter, er imidlertid, som absolut hovedregel, enten positiv eller neutral, hvorfor en tyk umættet zone med hensigtsmæssige egenskaber i grænsetilfælde vil kunne flytte et areal ned i en mindre pesticidfølsom kategori.

Som en del af undersøgelserne er det vist at de valgte sandjorde og jordtyper er repræsentative for de dominerende forhold i danske sandjordsområder. Denne repræsentativitet indbefatter studier af variabiliteten i forskellige skalaer fra prøve til landskabs niveau og vurderinger af de anvendte metoder. Ved en praktisk zonering med udgangspunkt i resultaterne vil der i kortlægningen skulle tages stilling til at tilpasse afskæringsværdier og -kriterier for kategorierne af følsomhed, så der tages højde for variabilitetsfeltet.

Der er gennemført en verifikation af de samlede resultater, idet de uafhængige oplysninger fra projektets testmarker og sandjordsmarkerne i Varslingssystemet for Pesticider er sammenlignet med den følsomhed, som metoden angiver. Den forudsagte rangfølge af relativ simuleret udvaskning er derefter blevet bekræftet med konkrete udvaskningsdata fra de to uafhængige kilder.

Kortlægning af særligt pesticidfølsomme arealer efter den fremgangsmåde, som foreslås her, kan gennemføres på baggrund af almenlydige kriterier og udvalgte jordegenskaber, som i høj grad vil kunne fremskaffes fra eksisterende kort, databaser eller ved simple undersøgelser.

Et eksempel viser, på et forenklet datagrundlag, en praktisk måde hvorpå en følsomhedskarakteristik af et område teknisk kan gennemføres, primært som en konservativ vurdering på grundlag af eksisterende data.