

VArslingsystemet for udvaskning af **P**esticider til grundvandet (**VAP**) **H**istorie, Nutid og Fremtid

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland



GEUS



AARHUS UNIVERSITET



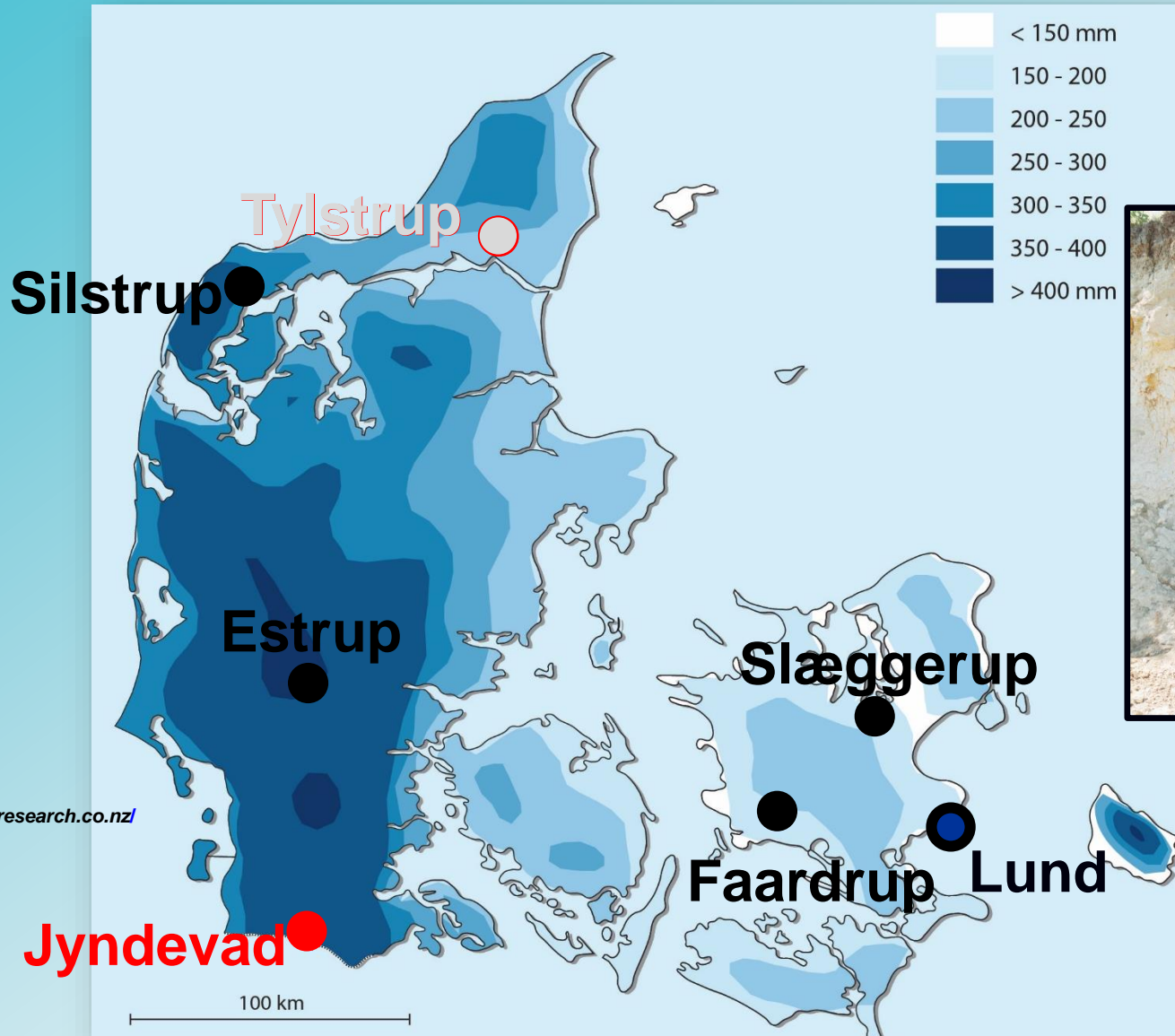
Miljø- og Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Hvorfor fik vi et **VAP**-system i Danmark?

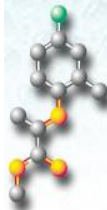
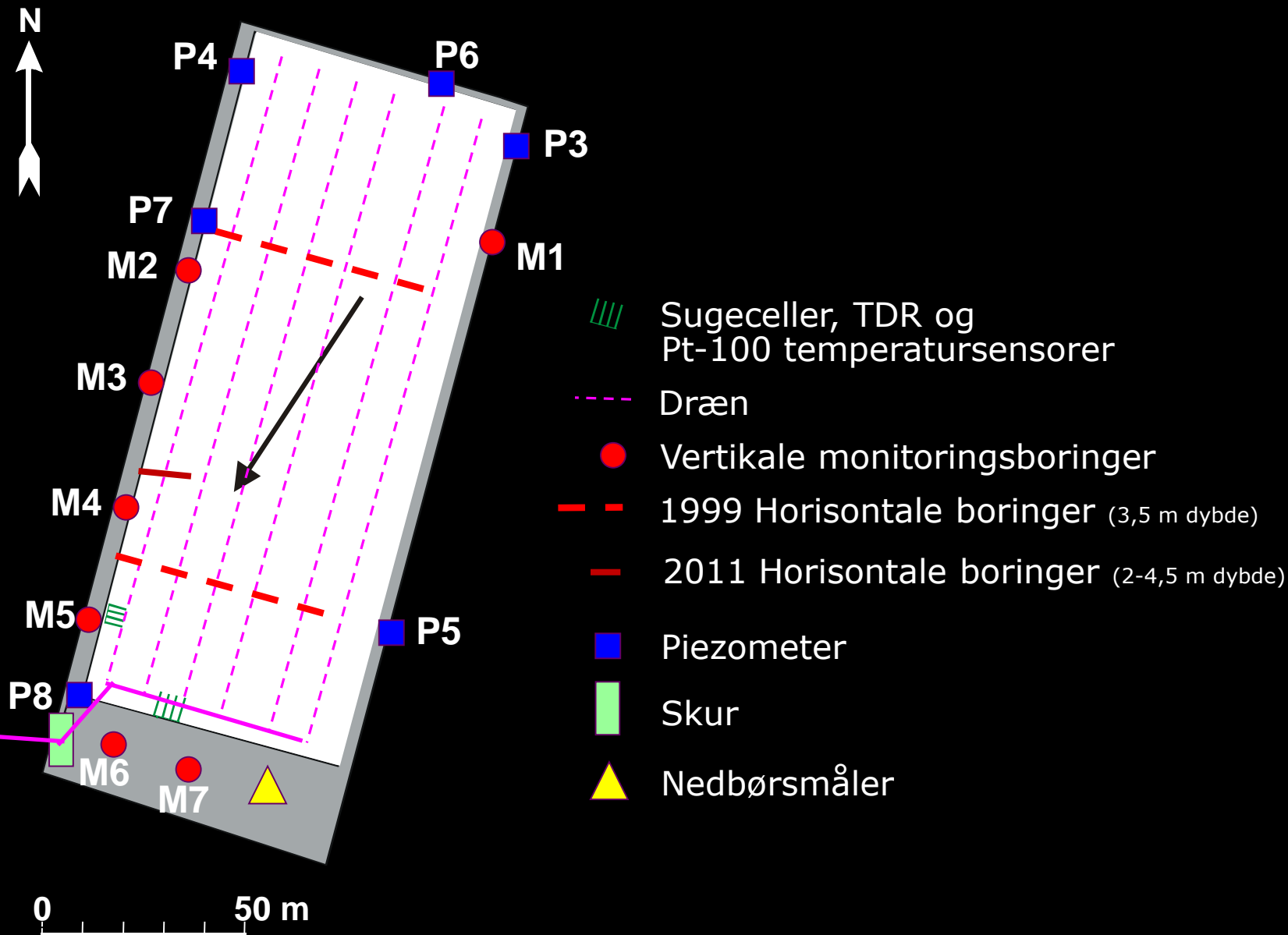
- Vores drikkevand hentes primært (~100%) fra grundvandsmagasiner – fokus på den høje kvalitet af grundvandet!
- Antallet af fund af pesticider og/eller deres nedbrydningsprodukter i grundvandet var stigende
- Årsagen til stigningen var uklar
 - Punktkilder?
 - Tilfældig spild?
 - Sprøjtning af landbrugsjorde?
- Et ønske om at undgå forurening af det dybde grundvand via monitorering af det øvre "unge" grundvand
- At kontrollere den danske såvel som den europæiske reguleringsprocedure for pesticider
- At muliggøre en re-evaluering af pesticider i tilfælde af, at de forårsager udvaskning af stoffer til grundvandet over grænseværdien på $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$

**Det danske Folketing har sikret VAP
siden 1999 og frem til udgangen af 2021**

VAP-systemet fra 1992 til 2019



Moniteringsdesign



Udtagning af vandprøver

(Pesticider og/el. deres nedbrydningsprodukter + uorganiske stoffer)

- **Sugeceller** (månedlig)
 - Efter februar 2002 - Ej fra morænelersmarker - pH
- **Drænbrønd** (ugentlig; morænelersmarker)
 - Efter juni 2004 - Kun flowproportional prøvetagning
- **Moniteringsboringer** (månedlig; både horisontale og vertikale)
 - Efter februar 2008 – Revision og reduktion i prøvetagningsprogram (11 boringer udgår)
 - Fra 2012 – Fem nye horisontale boringer – én under hver mark
- **Tankblandinger**
 - Fra 2017 – Ny procedure for udtagning af repræsentativ prøve
- **Kunstvandingssystem** (sandede marker)
 - Fra september 2014 – efter besøg af  på Jyndeved

330.000 analyser - mere end 51.000 vandprøver

Tilhørende monitorering/registrering/kontrol

- **Klima**

- *Nedbør*
- *Fordampningsparametre*

- **Afgrøde**

- *Dyrkningspraksis*
- *BBCH-stadier*
- *Afgrødeklip*
- *Anvendelse af pesticider på markoverflade (fra 2015 også bejdsemidler)*
- *Handels- og husdyrsgødningstilførelse*

- **Under marken**

- *Vandindhold og jordtemperatur i 5 dybder*
- *Drænvandsafstrømning på morænelersmarker inkl. temperatur og specifik ledningsevne*
- *Vandspejlets beliggenhed i de vertikale borer*

- **Kvalitetskontrol af:**

- *Vandbalancen for marker vha. MACRO-model for marker (endnu ikke for Lund)*
- *Analysen af vandprøver baseret på EU standard fra producent:*

 - *Laboratoriets opsætning af analysemetode og interne kontrolanalyse*
 - *Eksterne kontrol vha. blindprøver og spikede prøver*
 - *Tankblandingsindhold*



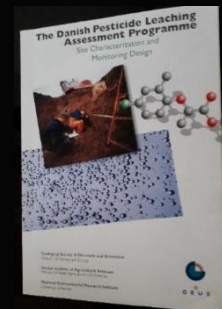


Varslingssystem for udvaskning af pesticider til grundvand (VAP)

Varslingssystem for udvaskning af pesticider til grundvand (VAP) er et monitoringsprogram, som har to overordnede formål:

1. At undersøge og varsle tidligt om godkendte pesticider eller deres nedbrydningsprodukter udvaskes til ungt grundvand i koncentrationer
2. At forbedre og formidle det videnskabelige grundlag til optimering af de danske myndigheders godkendelses- og reguleringsprocedurer af pesticider baseret på monitoringsdata.

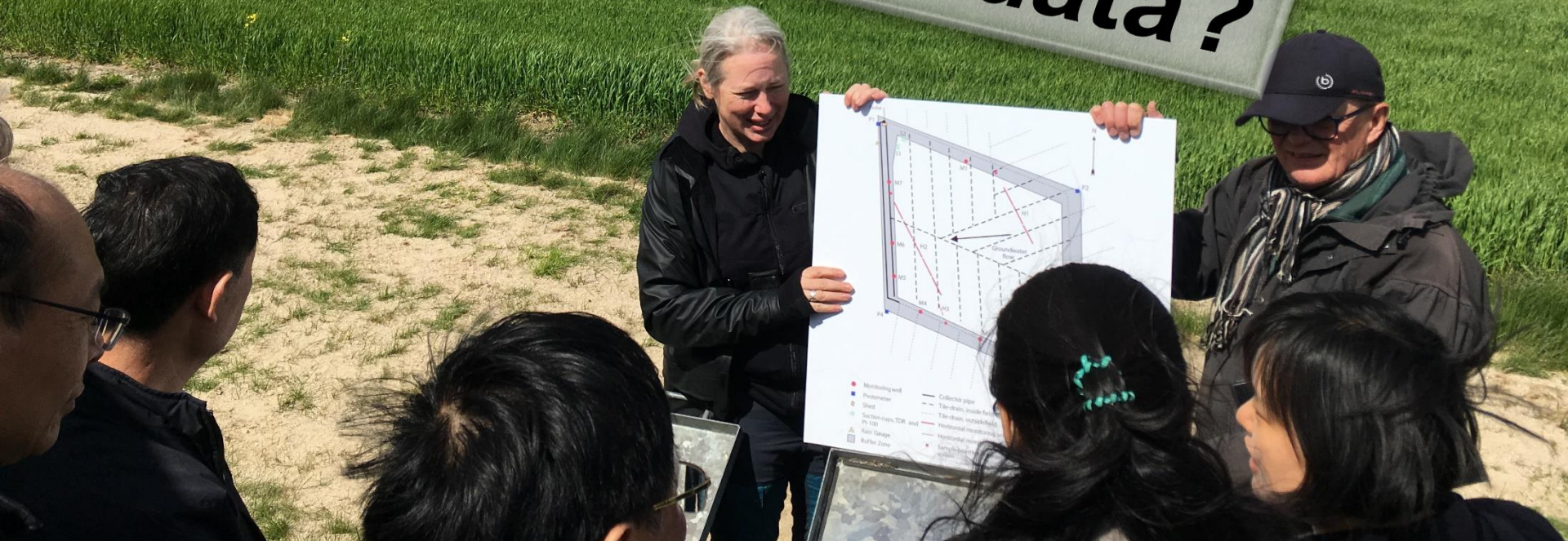
VAP-projektet ledes af De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) i et tæt samarbejde med Institut for Agroøkologi (Aarhus Universitet) og underleverandør Institut for Bioscience (BIOS) ved Aarhus Universitet samt Miljøstyrelsen.



Resultater til pesticidregulering

Data – ikke følelser!

Hvad har vi lært af VAP-data?



Den årlig gennemsnitsudvaskning til 1 m dybde

Fund i grundvandsprøver fra 1.5 – 5.5 m dybde

	Sand		Moræneler		
	Tylstrup	Jyndeved	Silstrup	Estrup	Faarstrup
High					
Azoxystrobin (+)					
Bentazone (+)					
Bifenox					
Diflufenican					
Ethofumesate					
Fluazifop-P-butyl					
Fluroxypyr					
Glyphosate (+)					
Mesotrione (+)					
Metalaxyl-M					
Metamitron					
Metribuzin					
Picolinafen					
Pirimicarb					
Propyzamide					
Rimsulfuron					
Tebuconazole (+)					
Terbuthylazine					
Low					
Amidosulfuron					
Clomazone					
Dimethoate					
Epoxiconazole					
Flamprop-M-isopropyl					
Fludioxonil (+)					
Flupyrulfuron-methyl (+)					
Foramsulfuron (+)					
Ioxynil					
MCPA					
Mancozeb					
Mesosulfuron-methyl					
Metrafenone					
Pendimethalin					
Phenmedipham					
Propiconazole					
Prosulfocarb					
Pyridate					
Triflusaluron-methyl					
None					
Aclonifen					
Aminopyralid					
Boscalid					
Chlormequat					
Clopyralid					
Cyazofamid					
Desmedipham					
Fenpropimorph					
Florasulam					
Iodosulfuron-methyl					
Linuron					
Thiacloprid					
Thiamethoxam					
Triasulfuron (+)					
Tribenuron-methyl					

Level	Pesticide	Sand		Moræneler		
		Tylstrup	Jyndeved	Silstrup	Estrup	Faarstrup
High	Azoxystrobin (+)					
	Bentazone (+)					
	Bifenox					
	Diflufenican (+)					
	Metamitron					
	Metribuzin					
	Propyzamide (+)					
	Pyridate					
	Rimsulfuron					
	Tebuconazole (+)*					
	Terbuthylazine					
Low	Aminopyralid (+)					
	Clopyralid					
	Desmedipham					
	Dimethoate					
	Epoxiconazole					
	Fenpropimorph					
	Flamprop-M-isopropyl					
	Fluroxypyr (+)					
	Foramsulfuron (+)					
	Ioxynil					
	MCPA					
	Mancozeb (+)					
	Metrafenone (+)					
	Phenmedipham					
	Pirimicarb					
	Propiconazole					
	Prosulfocarb (+)					
	Triasulfuron (+)					
	Triflusaluron-methyl					
None	Aclonifen					
	Amidosulfuron					
	Boscalid					
	Bromoxynil (+)					
	Chlormequat					
	Clomazone (+)					
	Cyazofamid					
	Florasulam					
	Flupyrulfuron-methyl (+)					
	Iodosulfuron-methyl					
	Linuron					
	Mesosulfuron-methyl					
	Pendimethalin					
	Picolinafen					
	Thiacloprid					
	Thiamethoxam					
	Tribenuron-methyl					

Detektioner_{Sand} < Detektioner_{Moræneler}

- Pesticide (or its degradation products) leached 1 m b.g.s. in average concentrations exceeding 0.1 µg/L within the first season after application.
- Pesticide (or its degradation products) was detected in more than three consecutive samples or in a single sample in concentrations exceeding 0.1 µg/L; average concentration (1 m b.g.s.) below 0.1 µg/L within the first season after application.
- Pesticide either not detected or only detected in very few samples in concentrations below 0.1 µg/L.

- Pesticide (or its degradation products) detected in water samples from groundwater monitoring screens in concentrations exceeding 0.1 µg/L.
- Pesticide (or its degradation products) detected in water samples from groundwater monitoring screens in concentrations not exceeding 0.1 µg/L.
- Pesticide (or its degradation products) not detected in water samples from the groundwater monitoring screens.



Sand

Langtidsudvaskning af nedbrydningsprodukter fra pesticider anvendt i kartofler (*metribuzin, rimsulfuron, and metalaxyl-M*)

Environ. Sci. Technol. 2005, 39, 8374–8381

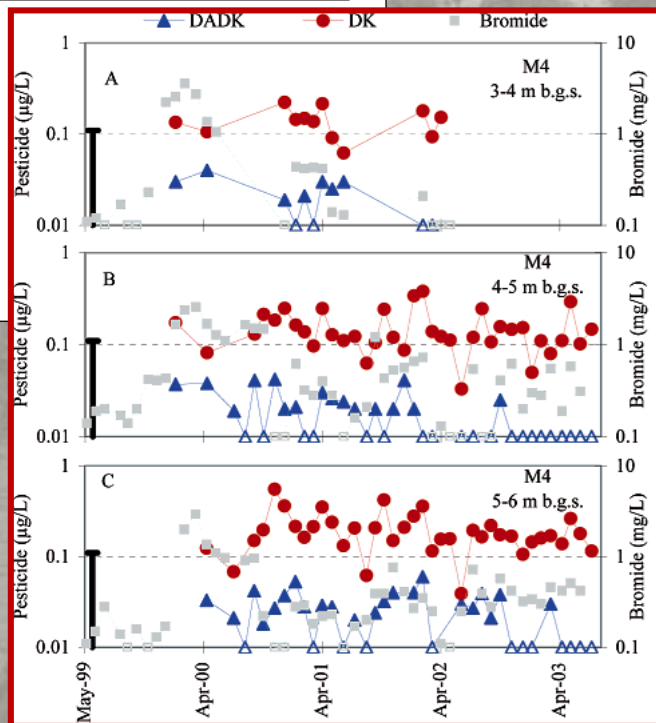
Leaching of Metribuzin Metabolites and the Associated Contamination of a Sandy Danish Aquifer

JEANNE KJÆR,^{*,†} PREBEN OLSEN,[‡]
TRINE HENRIKSEN,[‡] AND
MARLENE ULLUM[†]

Geological Survey of Denmark and Greenland, Øster Voldgade 10, DK-1350 Copenhagen, Denmark, and Danish Institute of Agricultural Sciences, Research Centre Foulum, DK-8830 Tjele, Denmark

As degradation products of metribuzin have received little attention as potential groundwater contaminants, we evaluated leaching of metribuzin and its primary metabolites desaminometribuzin (DA), desaminodiketometribuzin

*Kjær et al. (2005).
Environ. Sci.
Technol.* 39, 8374-
8381



de Jonge et al. (1999)

Viden om binding og fjernelse af disse stoffer i jorden over adskillige år er nødvendig for at kunne forudsige denne type udvaskning

Rosenbom et al. (2009). Environ. Sci. Technol. 43, 3221-3226

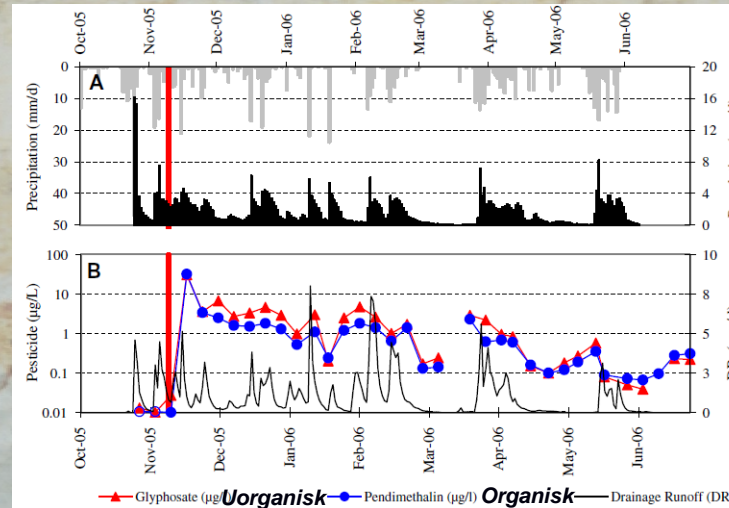
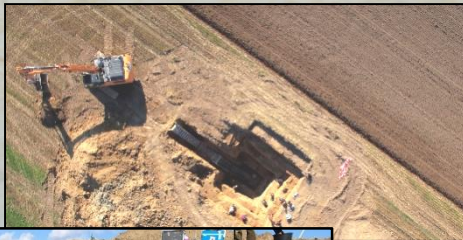
Moræneler

32% af de anvendte pesticider resulterede i en udvaskning

60% af disse pesticider var blevet anvendt i efteråret

Rosenbom et al. (2015). *Envi. Pol.* 201, 75-90

Stærkt sorberende pesticider (glyphosate, pendimethalin,....)



Kjær et al. (2011). *Chemosphere* 84, 471-479

Hurtig præferentiel transport igennem
velforbundne netværk af makroporer "motorveje"
Bypass af pløjelaget

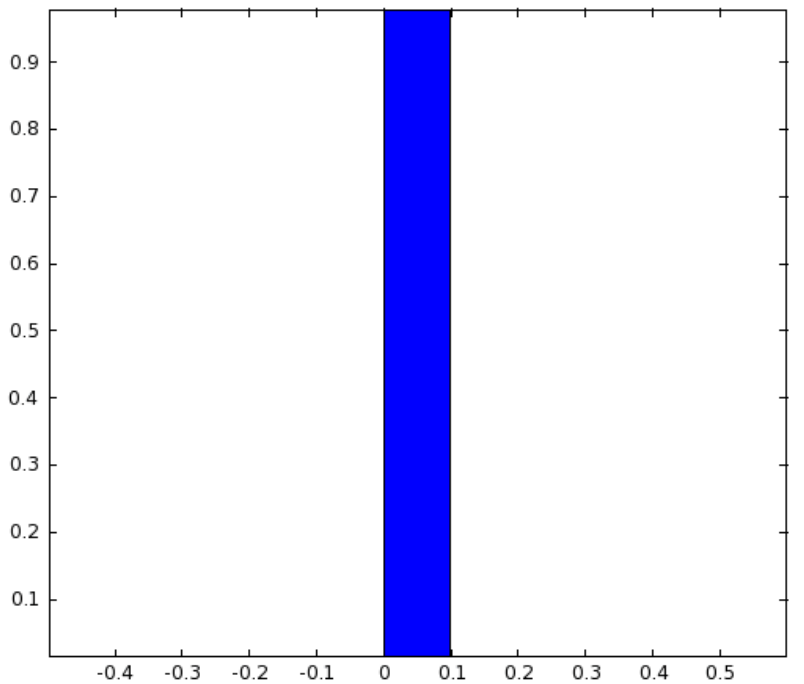
Næsten vandmættet jordprofil ved efterårssprøjtninger
Tilslemning af jordoverfladen ved forårssprøjtninger

Simulering af MCPA-udvaskning i jord uden "motorveje"

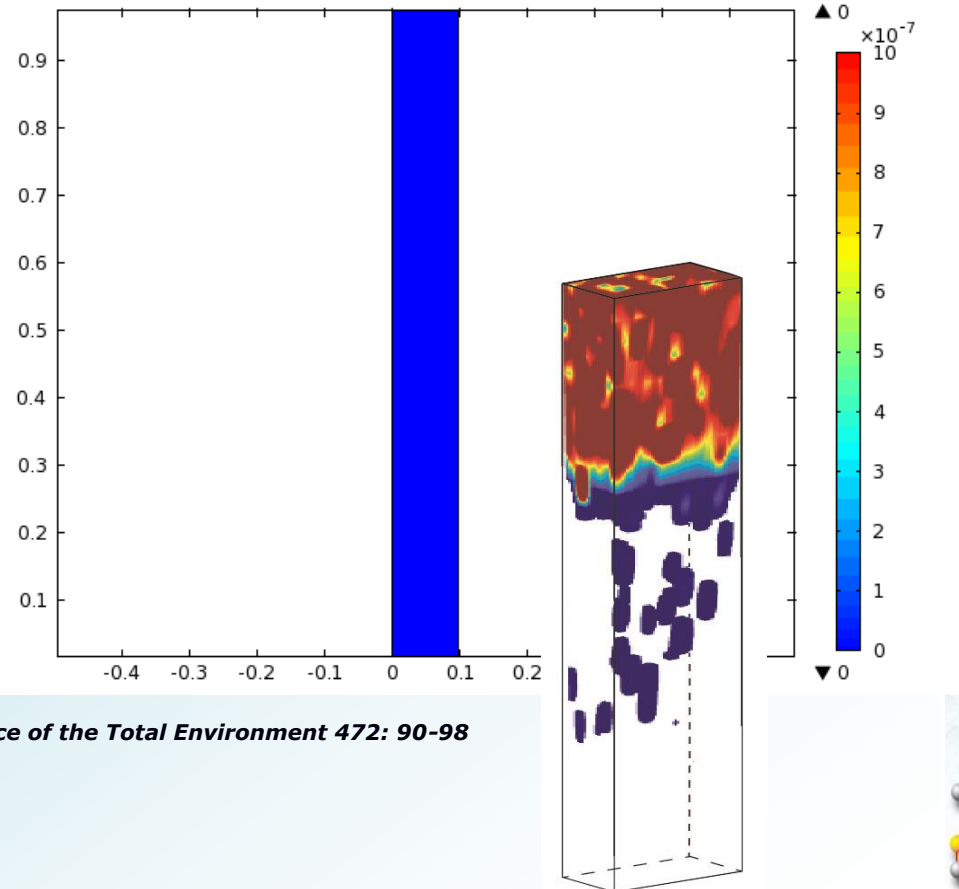
Uden nedbrydning

Med heterogen nedbrydning

Time=0 Surface: Concentration (kg/m³)



Time=0 Surface: Concentration (kg/m³)



Rosenbom et al. 2014. *Science of the Total Environment* 472: 90-98

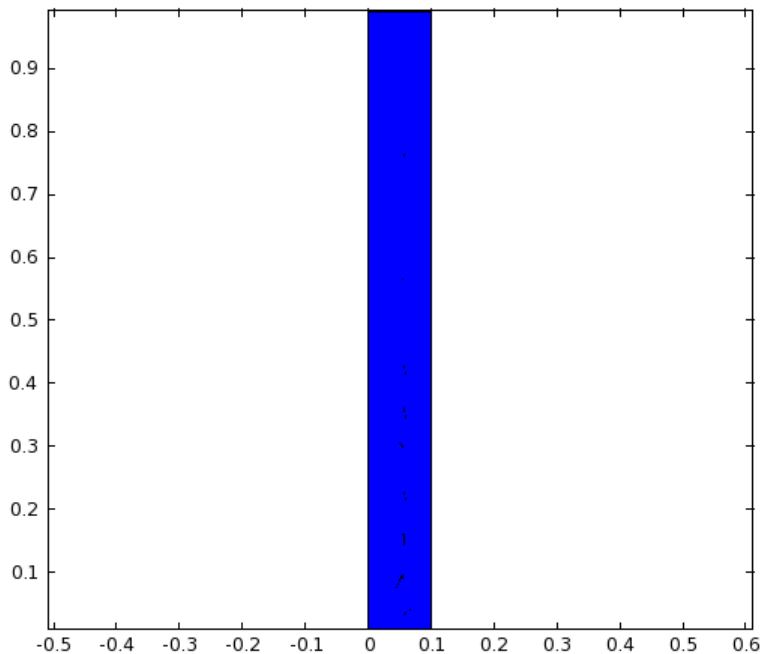


Simulering af MCPA-udvaskning i jord med "motorveje"

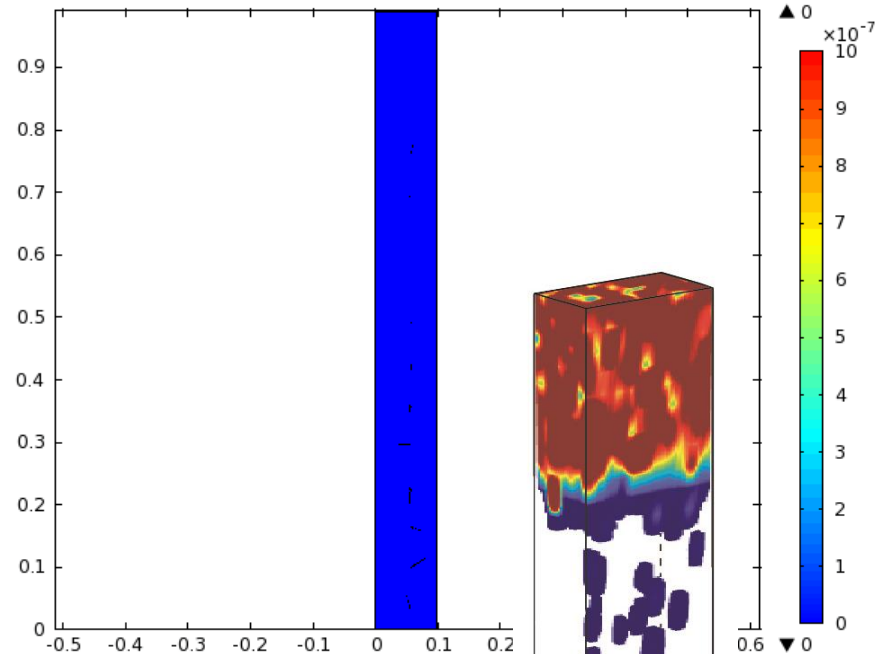
Uden nedbrydning

Med heterogen nedbrydning

Time=0 Surface: Concentration (kg/m³) Arrow: Velocity field



Time=0 Surface: Concentration (kg/m³) Arrow: Velocity field



Rosenbom et al. 2014. Science of the Total Environment 472: 90-98



Hvad har vi lært af VAP-data?

“Motorveje” i den variabelt mættede zone øger en marks sårbarhed i forhold til udvaskningen af stoffer til grundvandet

Tilbageholdelse og fjernelse af stoffer i pløjelaget kan dog i nogle tilfælde minimere udvaskningen til grundvandet!

1,2,4-triazol problematikken

En øjenåbner!

- Fundet i varierende grad i vandet, der prøvetages fra **alle marker** – også i det øvre "unge" grundvand. Fund i vand fra GRUMO-boringer underbygger disse data.
- Antallet af prøver med fund er generelt stigende – også ift. koncentration
- Koncentrationen falder med dybden -> Overfladenær kilde
- Kilderne til stigningen uklar:
 - Sprøjtning med azol-svampemidler (fortid/nutid)?
 - Anvendelse af azol-bejdset såsæd (fortid/nutid)?
 - Bidrag fra opstrømsmarker (fortid/nutid)?
- Fra 2015 er det registreret, hvad såsæden er bejdset med. Bejdsemidlerne vil i fremtiden blive inkluderet i VAP-rapporten
- Fremadrettet vil der være øget fokus på, hvorvidt pesticider har fælles nedbrydningsprodukter
- Skyldes 1,2,4-triazol fundene en bundet pulje af azol-svampemidler i pløjelaget, som frigives og nedbrydes langsomt over tid? Dette søges belyst via et forskningsprojekt

Fremtiden

Hvordan gør vi det endnu bedre?

Undersøge vandets primære transportveje igennem vores marker, for mere specifikt at vide, hvad vandet repræsenterer:

- **Stofmæssigt** – HRMS screening til udpegning af tilstedeværende stoffer
- **Tidsligt** – online sensorer til måling af bakterier og stoffer i vandet under mark
- **Rumligt** – højopløselige hydrogeologiske konceptuelle markmodeller

Vi søger bl.a. svar på:

- Hvilke iboende og dominerende egenskaber karakteriserer disse primære transportveje – er de variable over tid (som f.eks. for ormehuller)?
- Hvorledes kan disse egenskaber indbygges i 3D-hydrogeologiske modeller til estimering af udvaskningsrisikoen?
- Kan viden opnået i VAP overføres til andre hydrogeologiske og klimamæssige forhold?

Et EU-VAP-system ville kunne give et sådant indblik og blive et stærkt værktøj i klimadebatten, hvor "rent vand" bliver en mangelvare



Tak!

Det danske folks ønske om at sikre kvaliteten af det danske grundvand

VAP-teamet igennem de 20 år – Alle Ildsjæle!

Vi ser **Opportunityisnowhere**, som
Opportunity is “**now here**” and not “**nowhere**”

Vi hjælper hinanden!

Tak for jeres opmærksomhed!