

# Ecologische effecten van additieven in bluswater ten behoeve van bestrijding natuurbranden

Radboud University Nijmegen



vrije Universiteit amsterdam



voor systeemgericht natuurherstel

*Joost Vogels  
Ella de Hullu  
Aafke Schipper  
Isabel O'Connor  
Kees van Gestel*



# Aanleiding

- Kans op (grote) natuurbranden neemt toe in de nabije toekomst
- Recente voorbeelden: Branden bij Schoorl en Strabrechtse Heide (2010), Hoge Veluwe (2014)
- Beheersbaarheid en bestrijding van natuurbranden moet effectiever worden.
- Een van de “gereedschappen” in de toolbox van brandbestrijding is de het gebruik van blusadditieven.
- Zijn er ecologische risico's aan het gebruik van additieven verbonden?

# Blusadditieven

- Werkingsprincipe:
  - Verminderen hoeveelheid benodigd bluswater
    - Schuim- of gelvormende middelen, verhoging volume van blusmiddel: verbetering isolatie brandstof (zuurstoftoevoer beperken, warmte stralingsinvloed beperken)
  - Verhogen efficiëntie blusmiddel
    - Schuim en oplosmiddel verbetert penetratie potentieel van water in de brandstof (vertraagt duur tot ontbranding)
  - Verlagen brandbaarheid brandstof
    - Toevoegen van stoffen die bij brand door chemische interactie brandvertragend werken.

# Vier additieven onderzocht

- One Seven (Schuimvormend middel)
- Firesorb (Poly acrylamide gebaseerd Gelvormend middel)
- Fire Ade 2000 (Schuimvormend middel)
- M51 (Schuimvormend middel)
  
- Literatuuronderzoek: verscheidene andere merken schuimvormende middelen en Ammoniumfosfaat / Ammonium sulfaat gebaseerde “vuurvertragende” middelen

# Literatuuronderzoek: toxiciteit

- Gel en schuimvormende middelen: hoog voor aquatische organismen; laag voor terrestrische organismen
  - Verlaging O<sub>2</sub> opname capaciteit in water
  - Verhoging permeabiliteit van celmembranen: andere toxische stoffen in water kunnen makkelijker binnendringen
- In veldsituatie is kans op toxische effecten mogelijk bij verkeerd gebruik nabij kleine oppervlaktewateren (1,5\* olympisch zwembad)

# Literatuuronderzoek: *Environmental impact studies*

- Schuimvormende middelen:
  - Geen meetbaar effect op bodem, microbiota of vegetatie
- Gelvormend middel Firesorb:
  - Lichte toename basische kationen in bodem (NS)
  - In veld toename bacteriële activiteit en afname afbraak door schimmels
  - Geen meetbaar effect op bodem of vegetatie
- Ammonium fosfaat mengsels:
  - Sterke eutrofiering van bodem en oppervlaktewater
  - In voedselarme natuurgebieden niet toepasbaar zonder blijvende milieuschade

# Toxiciteitstesten

## Twee soorten bodemarthropoden

1. Springstaart *Folsomia candida* →
2. Oribatide mijt *Oppia nites*



## Twee testen

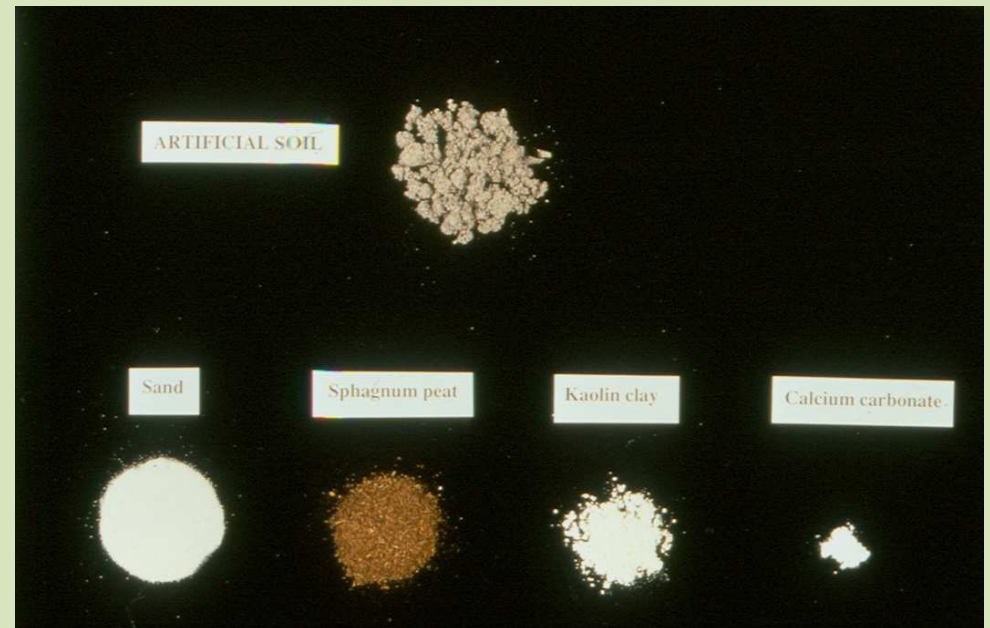
1. Range-finding testen in 1 grond (0-100-1000-10000 mg/kg)
2. Definitieve testen (4 gronden, kleinere concentratiestappen)

# Methoden

## 1. Range-finding testen

- Kunstgrond representatief voor bos- en heidegrond

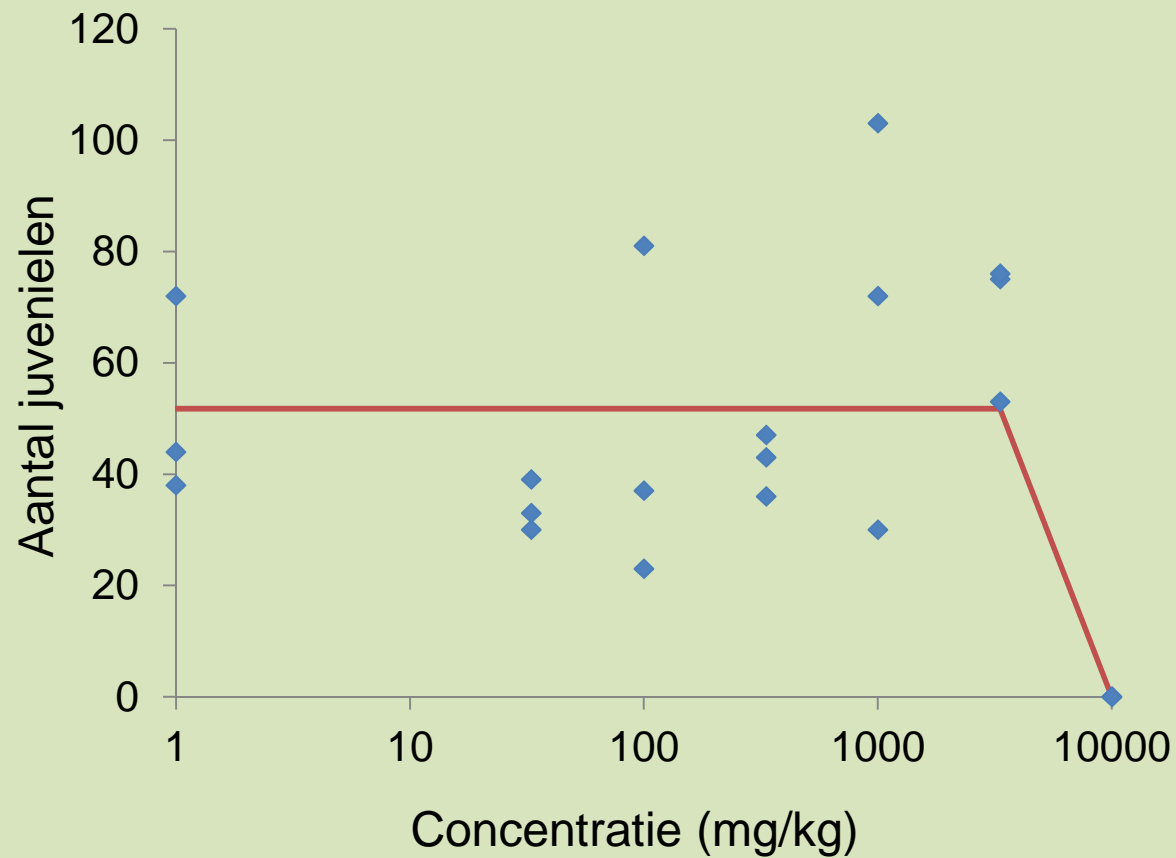
- 7% org. stof;
- 20% klei;
- 93% zand;
- $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$  3,5;
- Vochtgehalte ~ veldcapaciteit



- Start met adulten
- Focus op overleving en reproductie
- Blootstellingsduur 3 weken (springstaarten) of 4 weken (mijten)

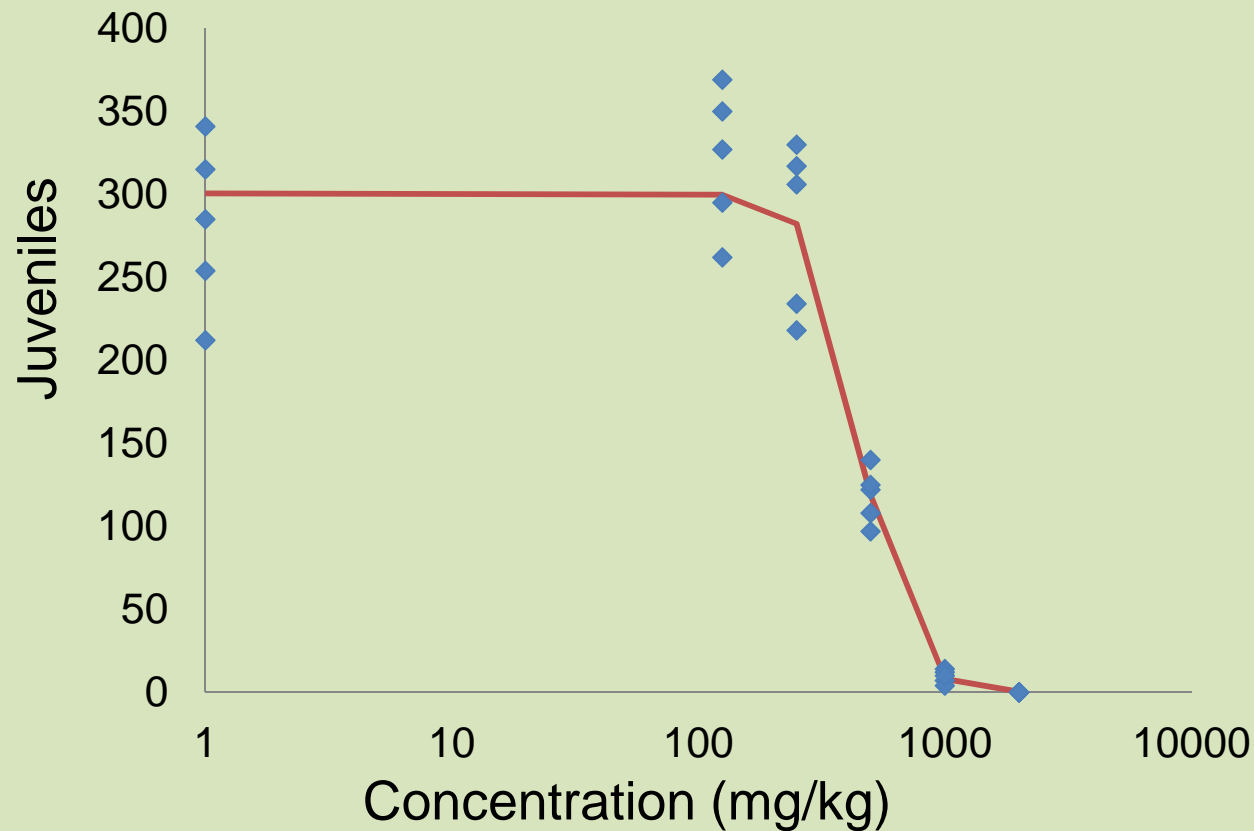


# Toxiciteit van M51 voor de oribatide mijt *Oppia nitens* in grond AS1



**EC50: ~7000 mg/kg**

# Toxiciteit van M51 voor de springstaart *Folsomia canida* in grond AS1



**EC50: 455 mg/kg**

EC50 waarden (in mg/kg d.w.) voor de toxiciteit van de additieven voor de oribatide milt *Oppia nitens* in vier gronden

Grond	test	One Seven	Firesorb	FireAde	M51
<b>AS1</b> (pH 3.5, 7%OM)	1	>3333 <10,000	>3333	>10,000	7000 (-)
	2	4848 (-)	>3333	>10,000	~10,000
<b>AS2</b> (pH 5.5, 7%OM)	2	4673 (-)	>3333	4642 (-)	8612 (5761-11463)
<b>Lufa 2.2</b> (pH 5.5, 3,7%OM)	2	3918 (-)	~3333	>10,000	5877 (4350-7403)
<b>AS3</b> (pH 3.5, 3,5%OM)	2	2462 (-)	>3333	>10,000	4937 (3623-6251)

EC50 waarden (in mg/kg d.w.) voor de toxiciteit van de additieven voor de springstaart *Folsomia candida* in vier gronden

Grond	test	One Seven	Firesorb	FireAde	M51
<b>AS1</b> (pH 3.5, 7%OM)	1	295 (124-467)	1654 (140-3169)	3261 (-)	463 (221-704)
	2	ND	833 (349-1318)	3390 (1659-5120)	455 (401-509)
<b>AS2</b> (pH 5.5, 7%OM)	2	ND	ND	ND	1930 (-)
<b>Lufa 2.2</b> (pH 5.5, 3,7%OM)	2	ND	ND	ND	889 (678-1100)
<b>AS3</b> (pH 3.5, 3,5%OM)	2	ND	ND	ND	4937 (3623-6251)

# Risicomodellering

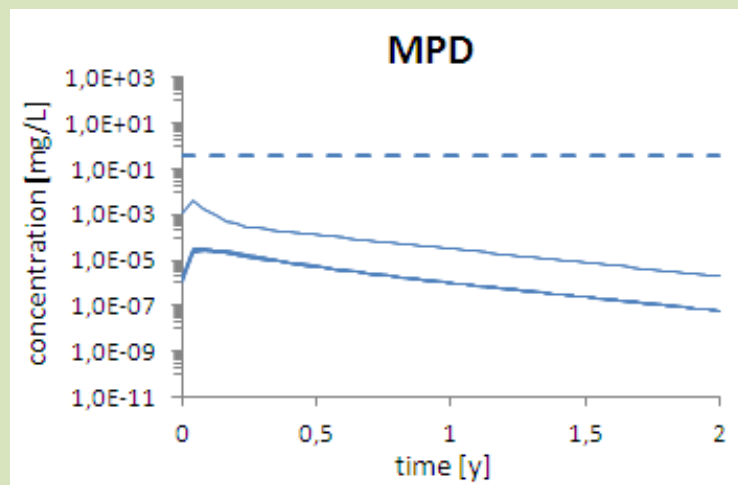
- In plaats van Toxiciteitsbepalingen van gehele product modelleringen op basis van alle losse ingrediënten; rekening houdend met oa:
  - Persistentie
  - Binding aan bodem
  - Toxiciteit
  - Bodem (direct); oppervlaktewater (via instroom lokaal grondwater)
- Vergelijking van PEC- en PNEC-waarden (blootstellingsconcentraties en drempelwaarden voor toxische effecten)
- $PEC/PNEC > 1$  → indicatie voor risico

## Risicomodellering: Oppervlaktewater

PEC/PNEC < 1 voor alle samenstellende stoffen

→ Nagenoeg alle stoffen binden sterk aan organisch materiaal;  
vervuiling van lokaal grondwater treedt dus nauwelijks op.

Voorbeeld: concentratieverloop voor 2-Methyl-2,4-pentanediol  
(additief One Seven)

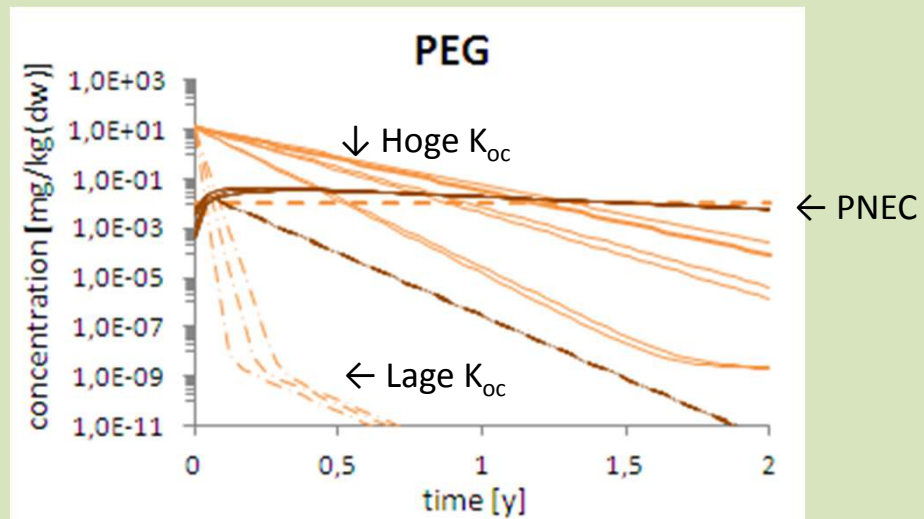
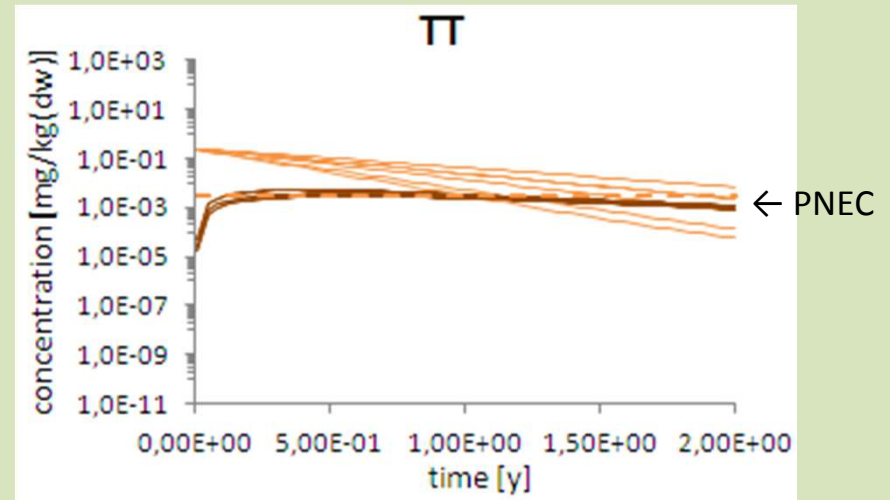
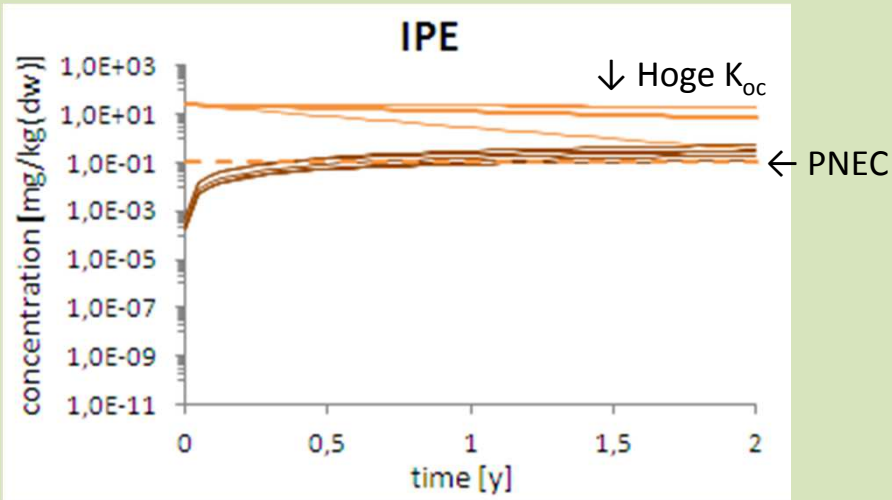


← PNEC

## Risicomodellering: Bodem

- $PEC/PNEC > 1$  in periode direct volgend op emissie
- $PEC/PNEC < 1$  binnen zes maanden na emissie, m.u.v. de stoffen:
  - isotridecyl polyglycol ether (IPE)
  - polyethylene glycol, nonyl, decyl, undecyl ether (PEG)
  - tolyltriazole (TT)
- Firesorb: IPE
- Fireade 2000: PEG
- One seven: TT
- M51: bevat geen van deze stoffen, maar van de vergelijkbare werkzame stof kon geen PEC/PNEC bepaald worden wegens gebrek aan fabrikant informatie.

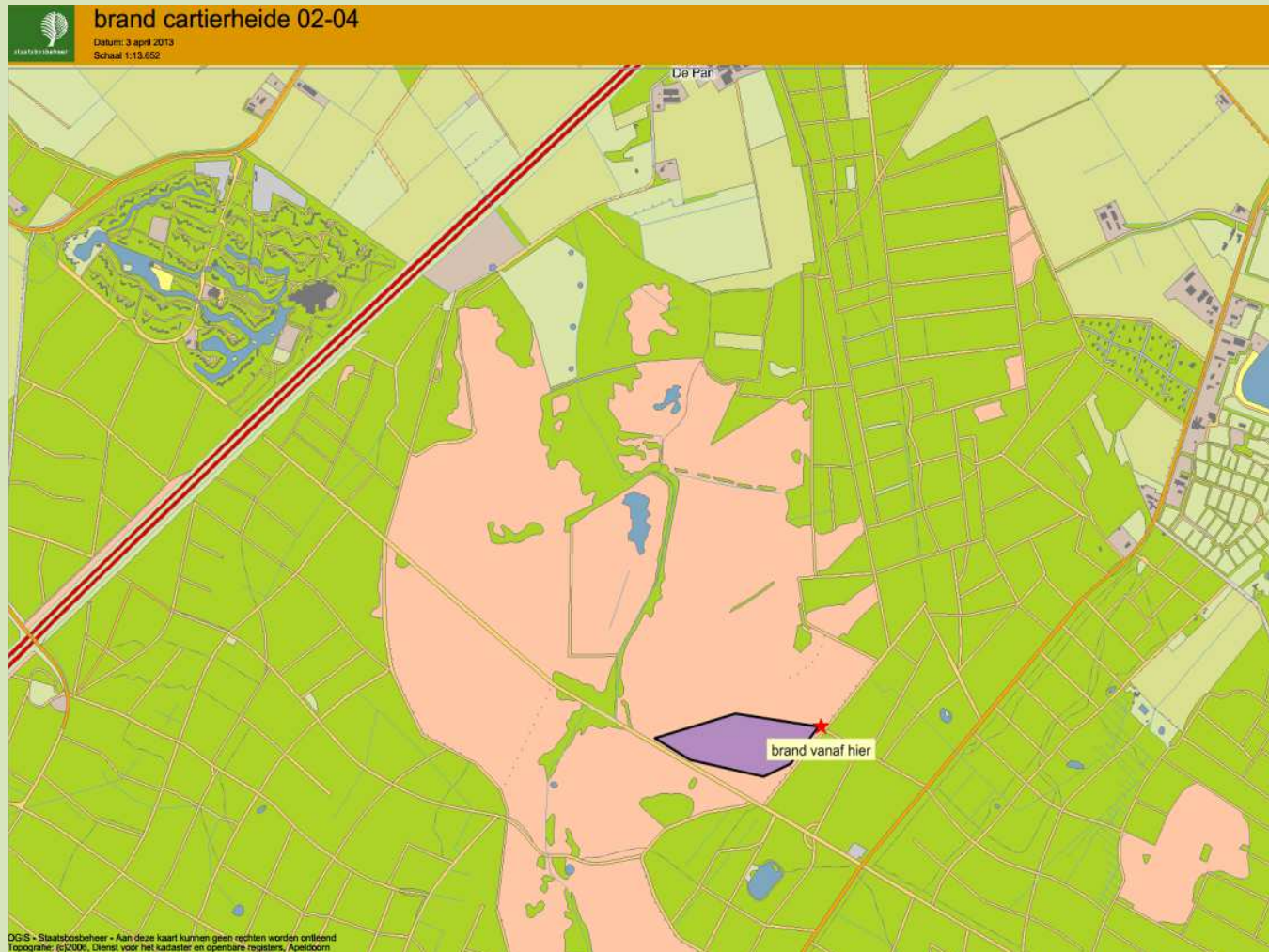
# Risicomodellering: Bodem

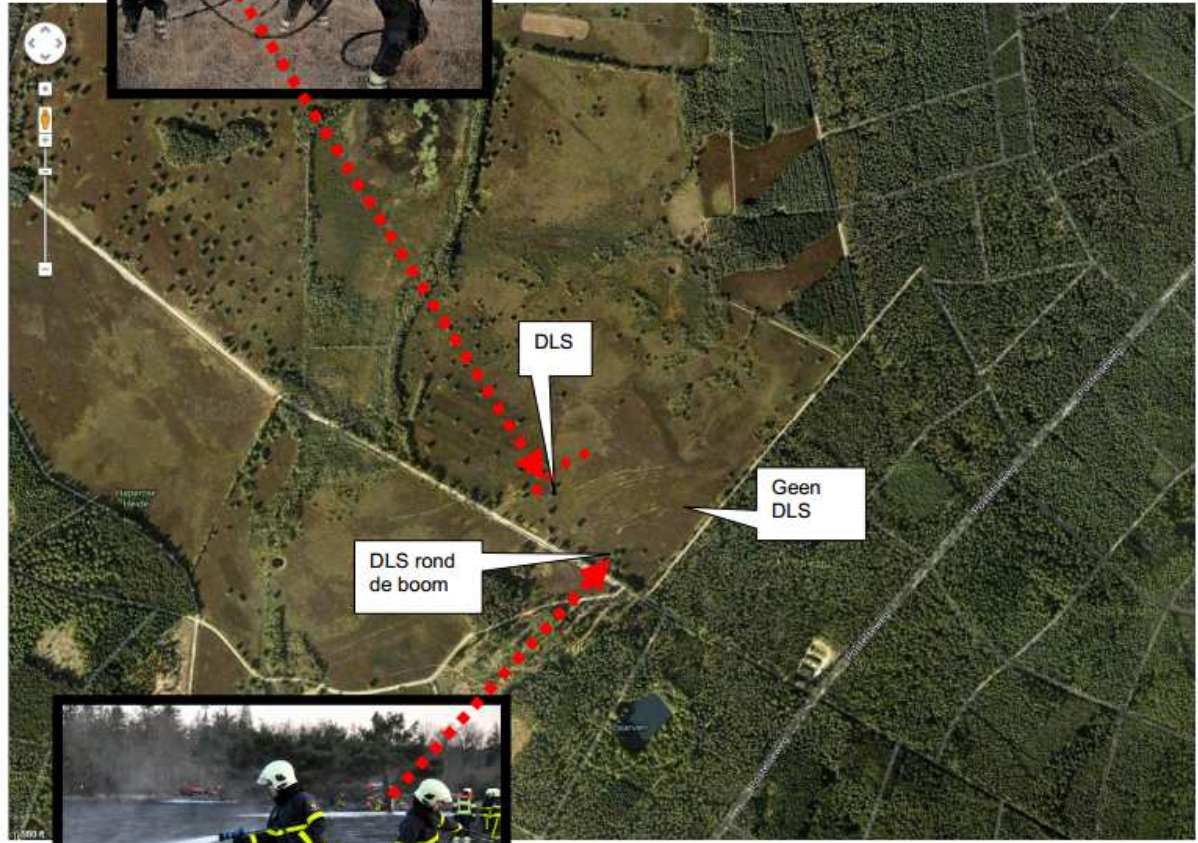


- IPE en PEG: grote onzekerheid in  $K_{oc}$
- Alle stoffen: grote onzekerheid in PNEC



# Pilot onderzoek: Cartierheide



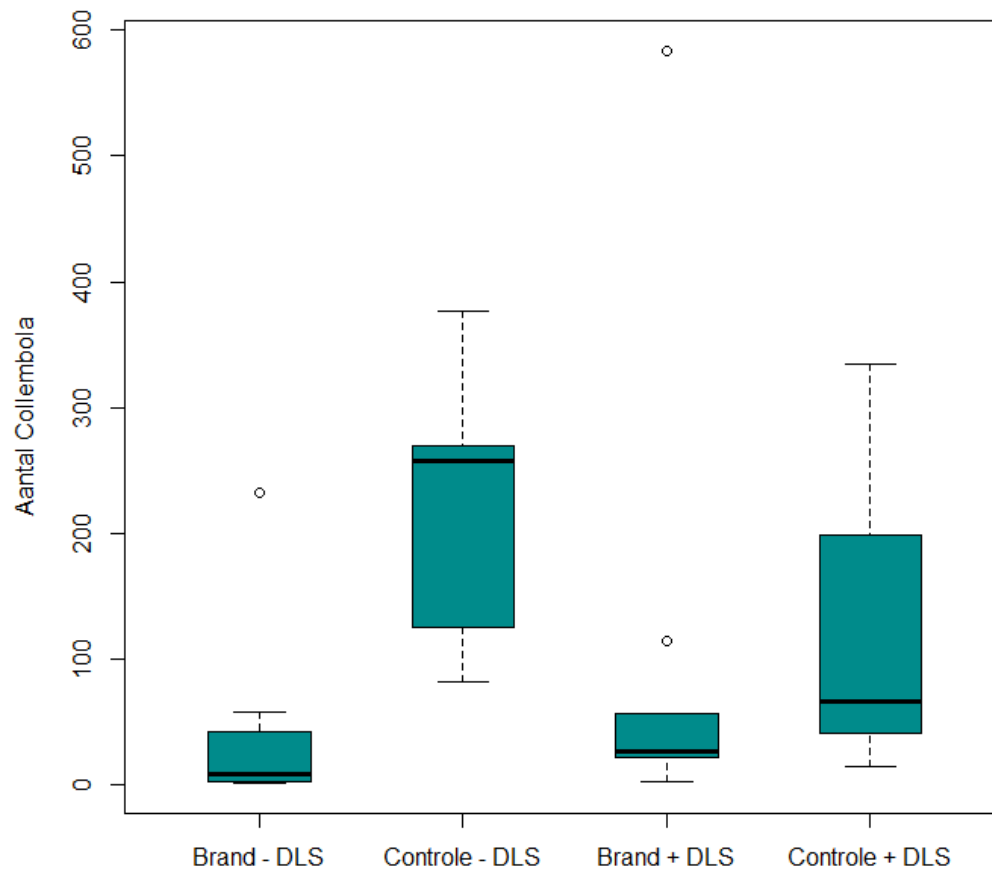


# Methode

- 4 juni 2014 (~14 maanden na brand) bemonsterd
- 9 monsters per “behandeling”
  - Brand; geen One seven
  - Brand; One seven toegediend
  - Niet gebrand; geen One seven
  - Niet gebrand; One seven toegediend
- 3 weken tullgren extractie
  - Aantal Collembola geteld per monster extract

# Resultaten

Aantal Collembola in bodemmonsters



Parameter	Estimate	Std. Error	z-waarde	P
(Intercept)	3.6917	0.3785	9.754	< 2 E-16***
Controle	1.7185	0.5331	3.223	0.00127**
+ DLS	0.9035	0.5337	1.693	0.0905
Controle : + DLS	-1.4835	0.7531	-1.97	0.04886*
***: p<0.001				
** : p<0.01				
* : p<0.05				

Sterk negatief effect van brand op Collembola

MAAR: ook een significante interactie tussen brand treatment en schuim treatment!

→ # collembola in schuim- controle is lager dan # collembola in geen schuim – controle.

# Conclusies (1)

- Brandvertragende middelen gebaseerd op ammoniumfosfaat niet in voedselarme natuurgebieden toepassen
- Schuimvormende middelen zijn in de regel veilig te gebruiken in natuurgebieden
- Gelvormend middel heeft mogelijk lange termijn invloed op ecosysteem, maar is minst toxisch
- Maar....

## Conclusies (2)

- In tegenstelling tot literatuur, model en lab studies tóch een significant effect van one seven op *Collembola* in het veld...
- Effect van brand is evenwel veel groter dan One seven additie.
- Mogelijke mechanismen:
  - Modelstudie: tolyltriaazole verantwoordelijk (TT)?
  - Toch een direct toxisch effect van de toediening in veldsituatie (andere condities veld vs lab?)
  - Een indirect remmend effect op aantallen collembola, zoals remming microbiële afbraak (en bijgevolg verslechterde voedingsomstandigheden).
- Echt “hard bewijs” voor toxisch effect kan alleen geleverd worden in een gecontroleerd experiment.

Dank voor de aandacht,  
Vragen? Ik hoor ze graag!

