

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_2 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*



Verschillende typen bodem getest:

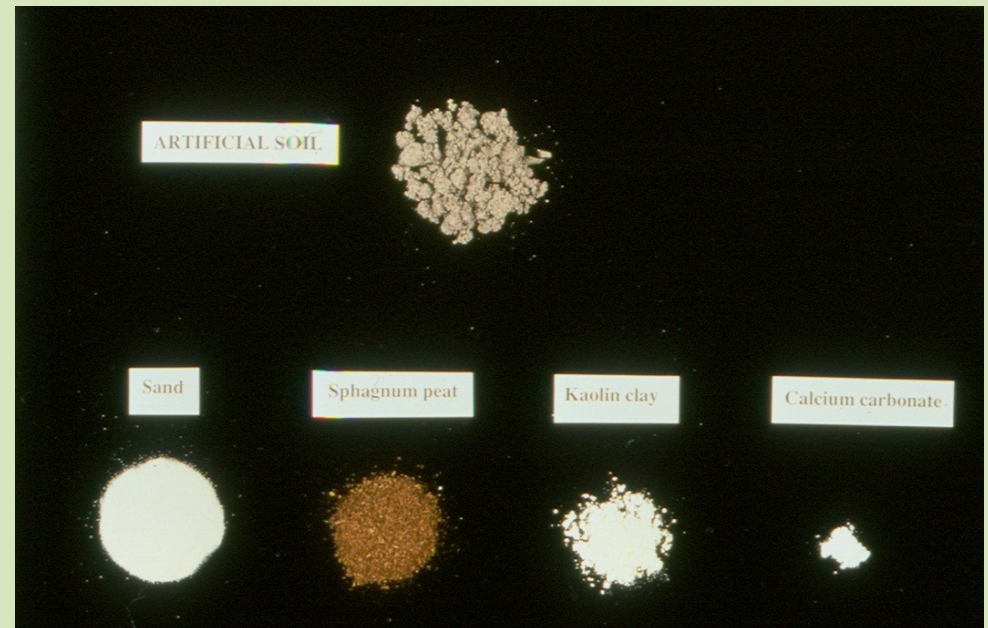
- Standaard grond (laboratorium standaard)
- “heidebodem”, variërend in pH en organisch stof gehalte

Methoden

1. Range-finding testen

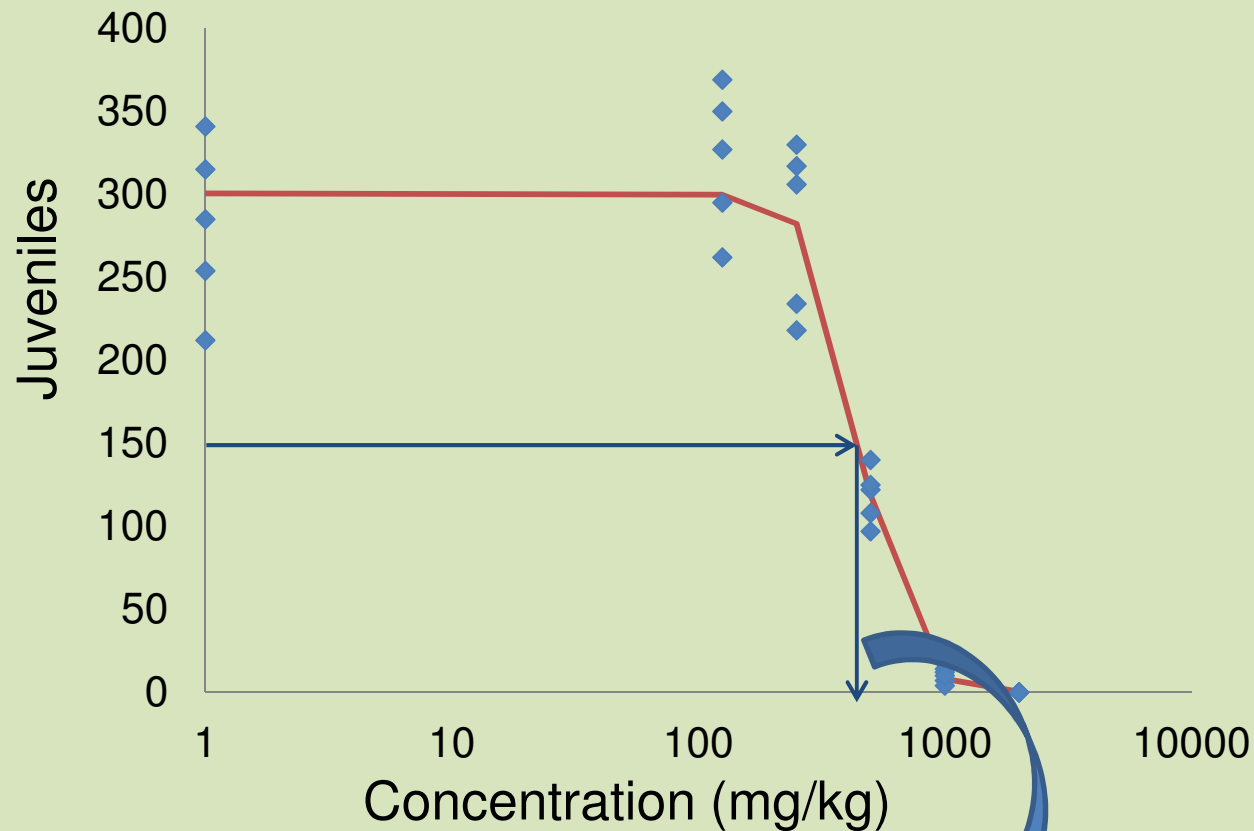
- Kunstgrond representatief voor bos- en heidegrond

- 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 springstaart *Folsomia canida* in grond AS1



EC50: 455 mg/kg

Conclusies toxiciteitstesten

- Toxiciteit van de middelen is veel hoger voor springstaarten dan voor mijten
- Alle middelen zijn relatief weinig toxisch, maar verschillen onderling wel vrij sterk
- Bodemeigenschappen:
 - Lage bodem pH: giftigheid hoger
 - Laag organisch stof gehalte: giftigheid hoger
- EC50 voor springstaarten van laag naar hoog:
 - FireAde 2000 (3390 mg/Kg bodem)
 - Firesorb (833 mg/Kg bodem)
 - M51 (455 mg/Kg bodem)
 - One Seven (295 mg/Kg bodem)

Risicomodellering

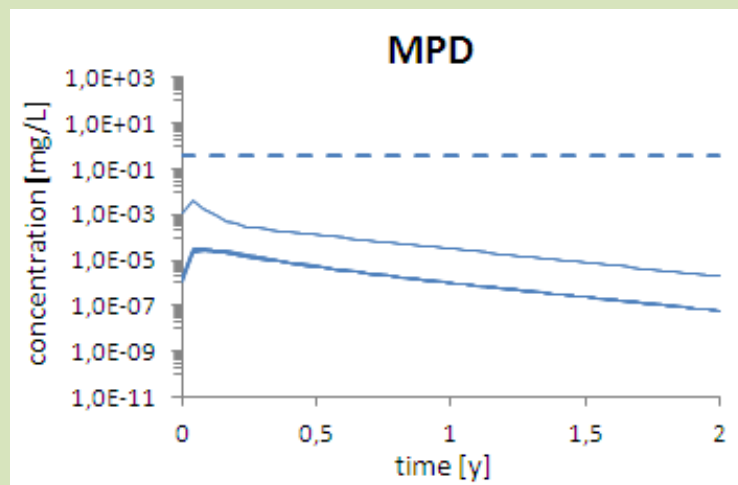
- In plaats van Toxiciteitsbepalingen van gehele product modelleringen op basis van alle losse ingrediënten; rekening houdend met oa:
 - Persistentie
 - Binding aan bodem
 - Toxiciteit
 - Bodem (direct); oppervlaktewater (via instroom lokaal grondwater)
- Vergelijking van PEC- en PNEC-waarden (blootstellingsconcentraties 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)

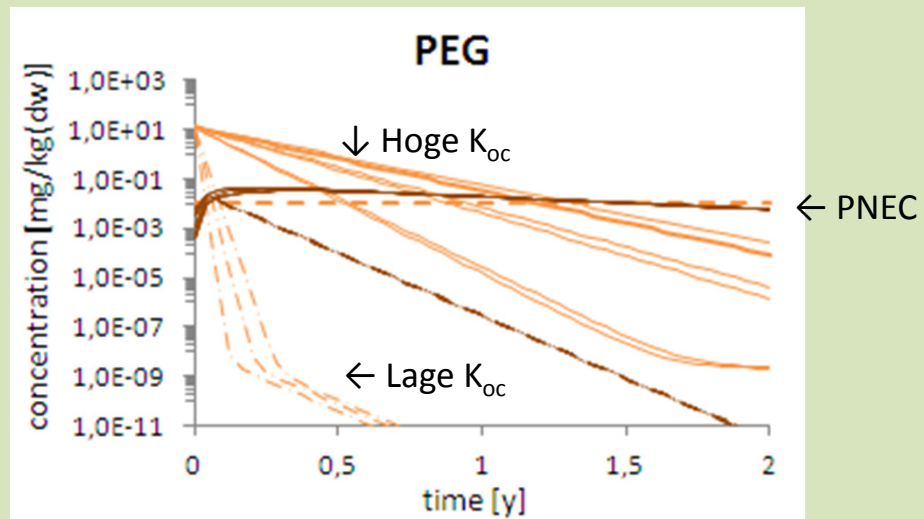
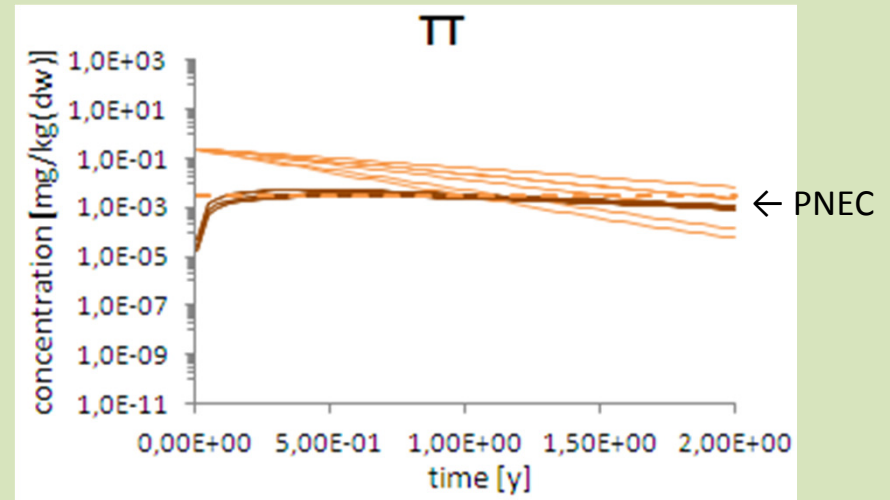
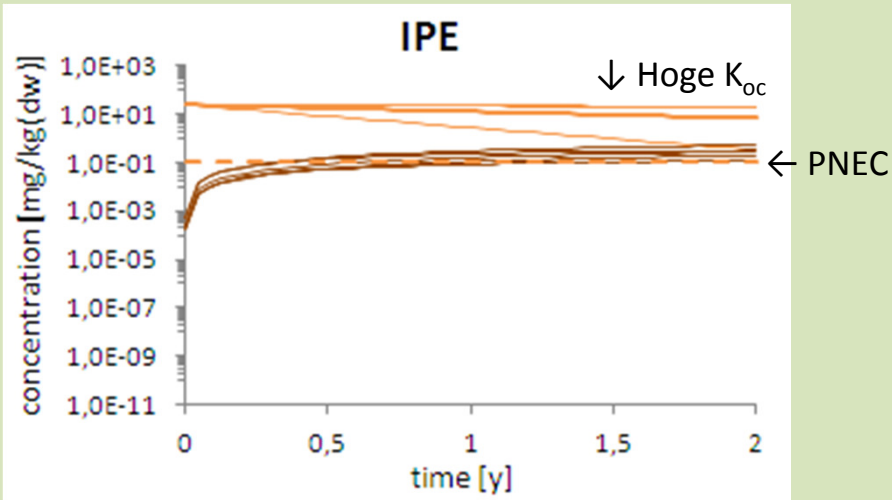


← PNEC

Risicomodellering: Bodem

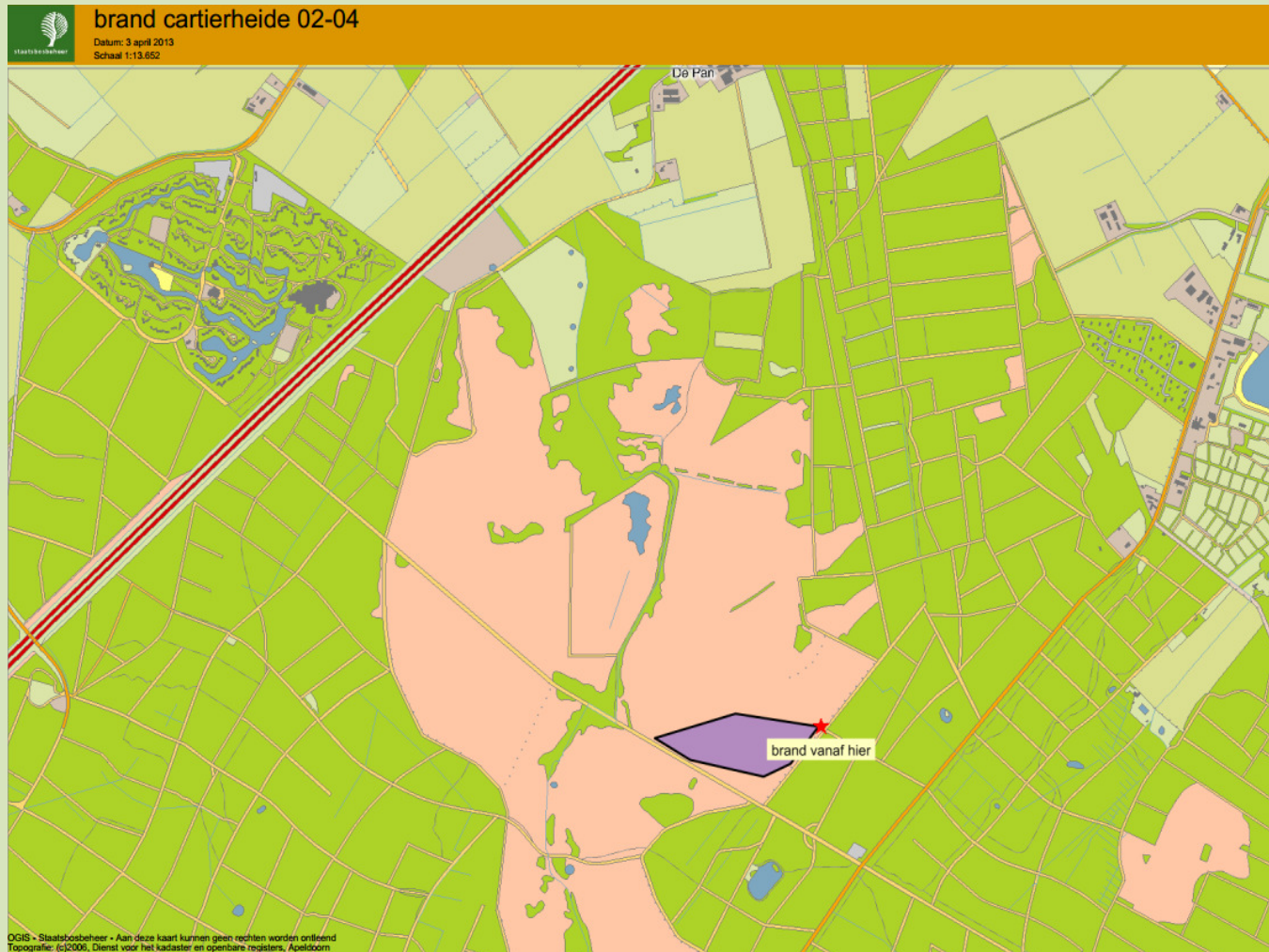
- $PEC/PNEC > 1$ in periode direct volgend op emissie
- $PEC/PNEC < 1$ binnen zes maanden na emissie, m.u.v. de stoffen:
 - isotridecyl polyglycol ether (IPE)
 - polyethylene glycol, nonyl, decyl, undecyl ether (PEG)
 - tolyltriazole (TT)
- Firesorb: IPE
- Fireade 2000: PEG
- One seven: TT
- M51: bevat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

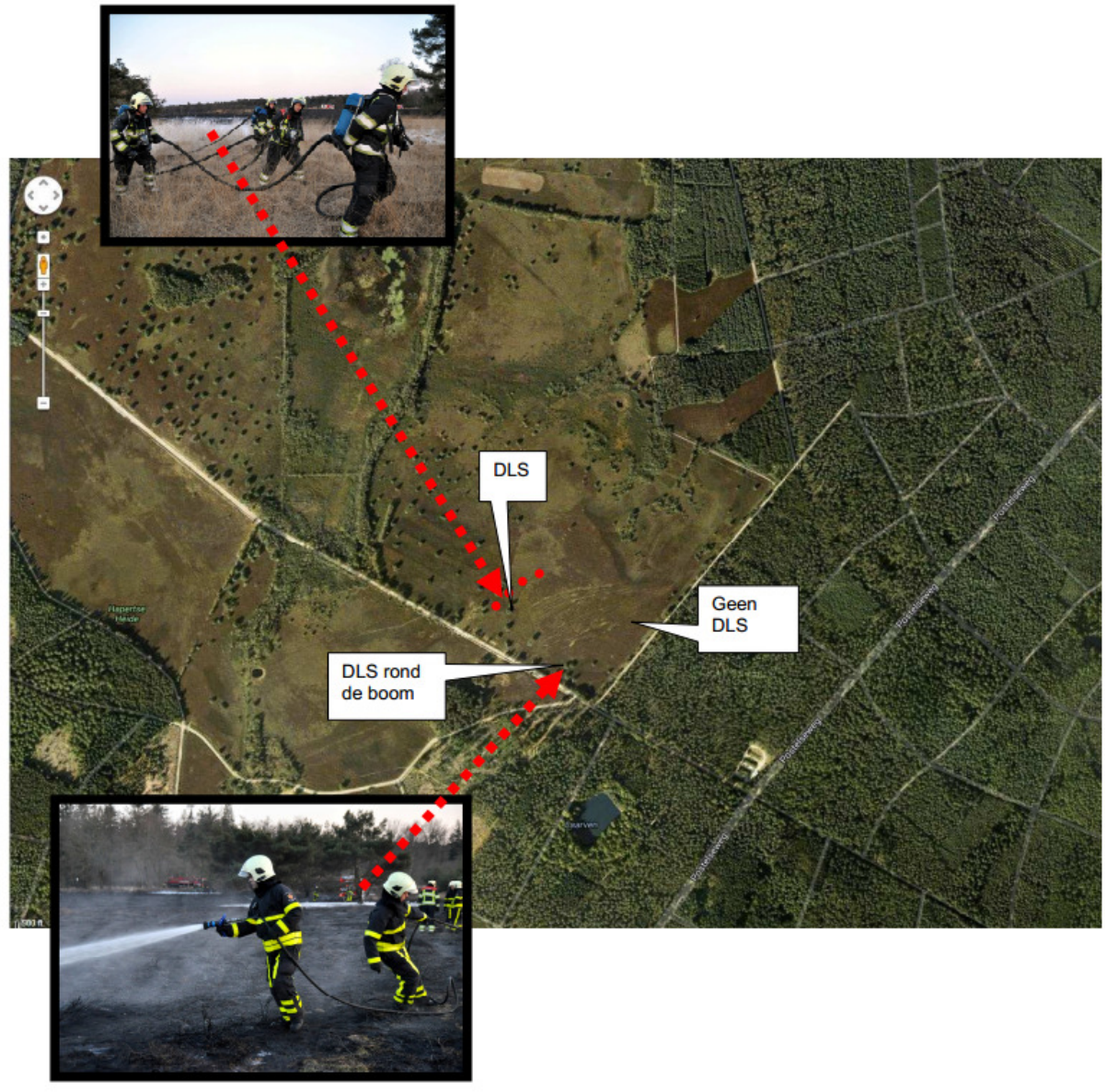
Risicomodellering: Bodem



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

Pilot onderzoek: Cartierheide



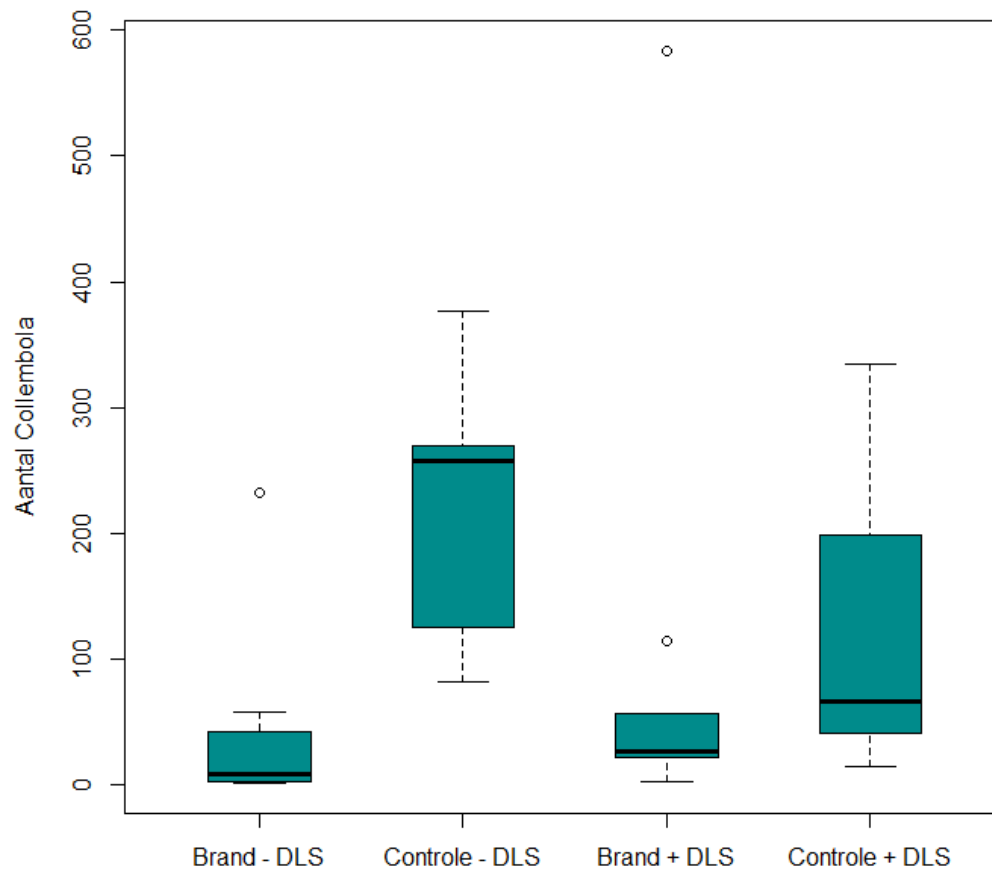


Methode

- 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!

