



# Het honingbij volk als bio-verzamelaar van zware metalen, verontreiniging, plantpathogenen en stuifmeel

Jozef van der Steen

Symposium 19 maart 2016





# De haalbij als microverzamelaar





# Passive Sampling Method

- Het bijenvolk als passive sampler tool



Adsorptie sampler  
Geen stroom nodig  
Geen onderhoudskosten  
Integratie ruimte en tijd  
Werelwijde toepassing

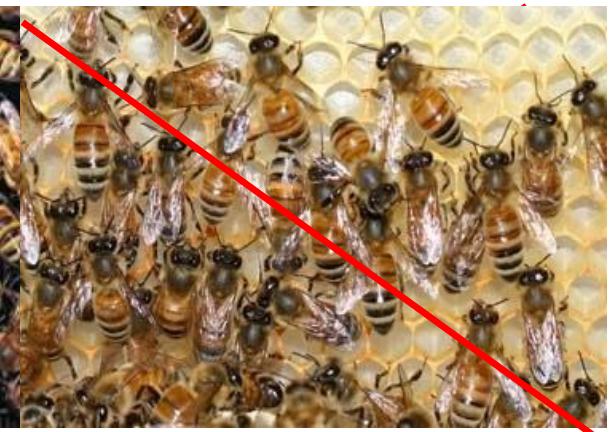


# Grootte honingbijvolk

**1 Simplex frame (340 x 19.8 mm inner measure) 2 sided**

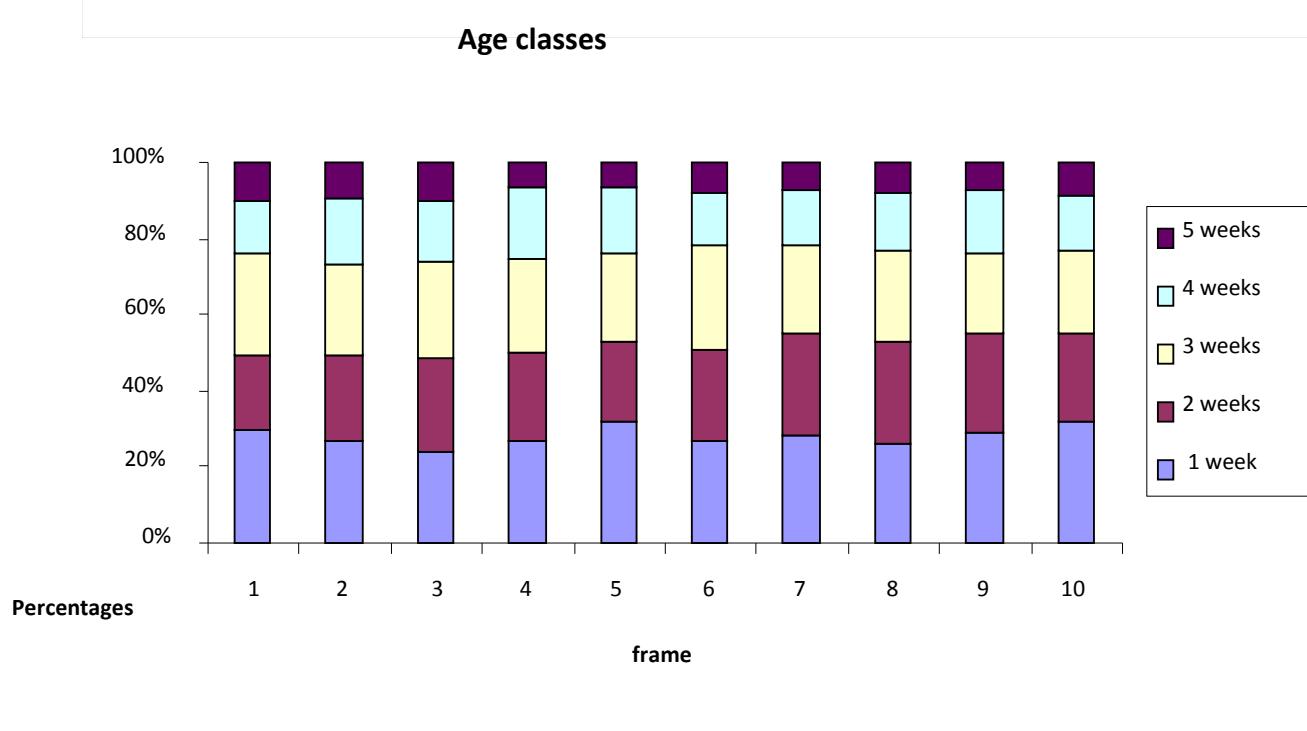
**Fully occupied**

1 frame	1683
10 frames	16830
15 frames	25245
20 frames	33660





# Leeftijdverdeling in de kast



July – August

- In-hive bees
- ≈25% 1 week bees
- ≈25% 2 week bees
- ≈25% 3 week bees
- = ≈75% in-hive bees

Foragers

- ≈25% 4-5 week bees
- = **≈25% foragers**

- Newly emerged bees overrepresented on brood frames
- Foragers overrepresented on storage frames
- Foragers overrepresented on flight entrance

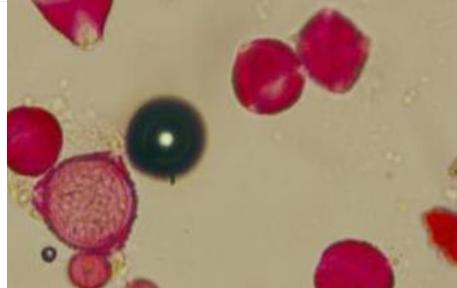
# Wat haalt het bijenvolk

**Nectar.** (jaar):      60 – 80 kg kg (125 kg nectar)  
                                3 000 000 vluchten  
                                tot 13 km  
                                Per vlucht 25 - 40 mg

**Pollen.** (jaar):      tot 15 - 30 kg (max 55 kg)  
                                1 300 000 vluchten  
                                tot 6 km  
                                Per vlucht 10 - 30 mg  
gewicht pollen korrel:  
                                ` 4 ng (phacelia)  
                                180 ng (maize)

**Water.** (jaar):      tot 25 kg  
                                2 – 3 km  
                                Per vlucht up to 40 µl (mg)

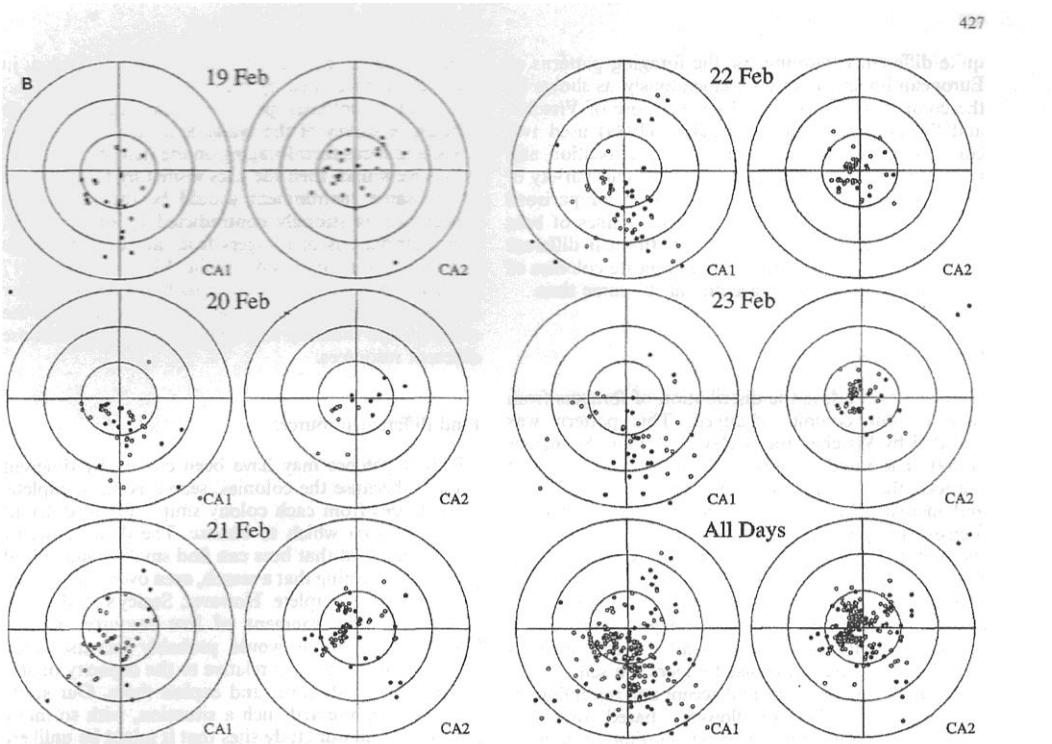
**Propolis.**               Enkele 100 grammen





# Verdeling volken van een bijenstand over haalgebied

- Gemeenschappelijke en verschillende gebieden
  - Verschillend pollen pallet per volk



Distribution bees over foraging area (Waddington et al. 1994)

On subsequent days the majority of bees of different colonies forage on different crops and some on mutual crops, both for nectar and pollen

# Bioverzamelaar van verontreinigingen en plantpathogenen



Onbedoeld wordt samen met nectar, honingdauw, pollen,  
water en propolis

## **Verontreinigingen en plantpathogenen**

verzameld als passive load en geaccumuleerd in het  
bijenvolk

# Passive pollen loads



- Bestuiving en bioindicatie
  - 2-4% pollen blijft achter in haarkleed (auto-grooming)
  - Centraal dorsal deel van eerste thorax- and eerste abdominal segment
- In-hive pollen uitwisseling
- Elke haalbijt heeft bij aanvang vlucht 6700 pollen korrels (4000 – 13000)

Free&Williams, 1972; Lukoschus 1957; Wadl et al, 2009; Grande-Hofmann et al 1986; Paalhaar et al, 2008.



# Bemonsteren van het bijenvolk



## Vliegplank

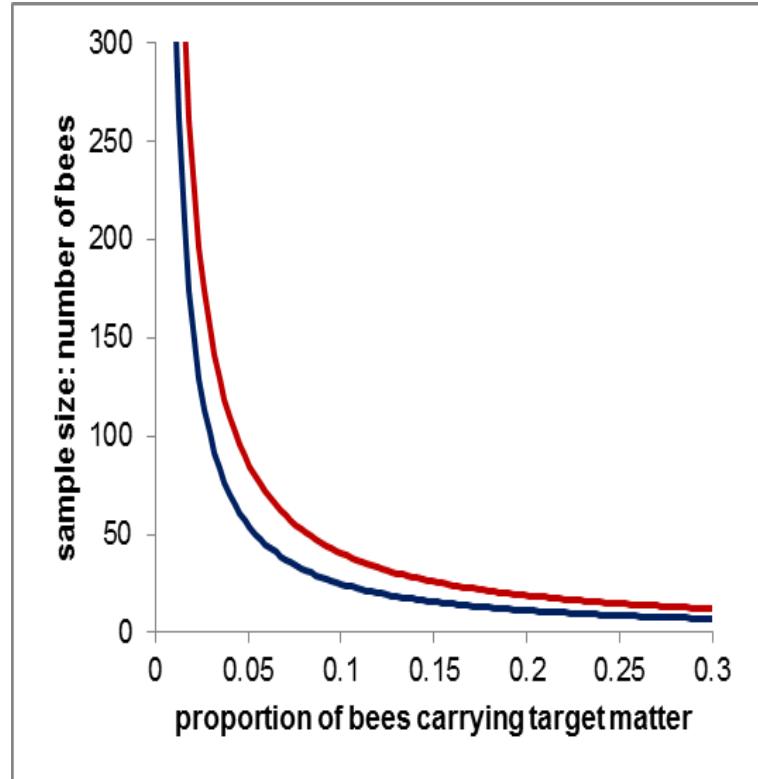


- wachtbijen
- ventilatie
- orientatievluchten
- nectar haalsters
- pollen haalsters
- water haalsters
- propolis haalsters

## kast



# monstergrootte



**Figure II. Relation between proportion of bees carrying target matter and sample size.**

In case 1% of the bees carry target matter, the sample size should be minimally 298 ( $P=0.95$ ) and 458 ( $P = 0.99$ ) to have at least one bee carrying target matter.

In case 5% of the bees carry target matter, the sample size should be minimally 44 ( $P=0.95$ ) and 90 ( $P = 0.99$ ) to have at least one bee carrying target matter.

In case 25% of the bees carry target matter, the sample size should be minimally 10 ( $P=0.95$ ) and 16 ( $P = 0.99$ ) to have at least one bee carrying target matter.

# Bemonsteren bijenvolk



## ■ Sacrificial sampling

Ten koste van bijenvolk  
Bijen gedood en verwerkt  
Veilig bemonsteren elke 3-weken  
3% haalbij cohort  
1.5% kastbijen



## ■ Non-sacrificial sampling

Niet ten koste van volk  
Onbeperkt aantal  
Geen ethische bezwaren  
Beehold device (1% adherence)



# Target matter

Floraal

Pollen



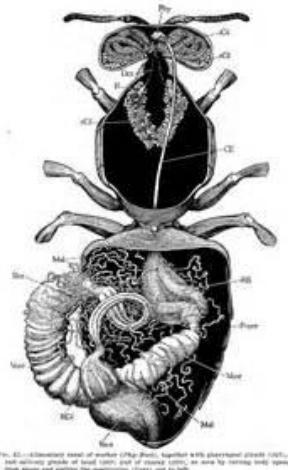
**Pollen trap (sacrificial, 10 – 50% efficiency),  
consistentie, pollen klompje**

**Beebread (mengsel, geen bepaalde  
retentie tijd)**

**Beehold tube (1%)**

nectar

**Dissectie proventriculus (gewicht)  
opgeslagen nectar / honing**



# Target matter

## Non-floraal

Zware metalen.



Plant pathogenen.

## Atmosferische depositie

verkeer, industrie, bodemerosie, PM

## Endo- epifytisch / atmosferische depositie

*Erwinia amylovora, Erwinia pyrifoliae,  
Phytophthora*

Pesticides.

## sputen/ stof/ systemisch landbouw



# Target matter locatie – plaatsen bijenvolk

Target matter op bepaalde plaats

plant pathogenen, pesticides, nabije atmosferische depositie (bv verkeer)

Target matter wordt **verdund** door andere drachten in haalgebied

PREDICTION BASED ON LAND USE, PROFITABILITY CROP,

COMPETITION

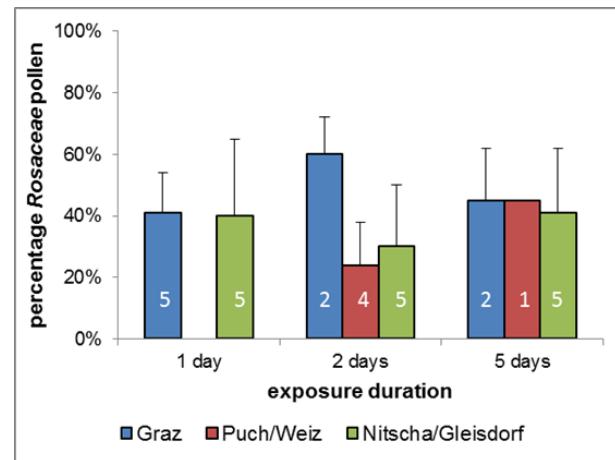
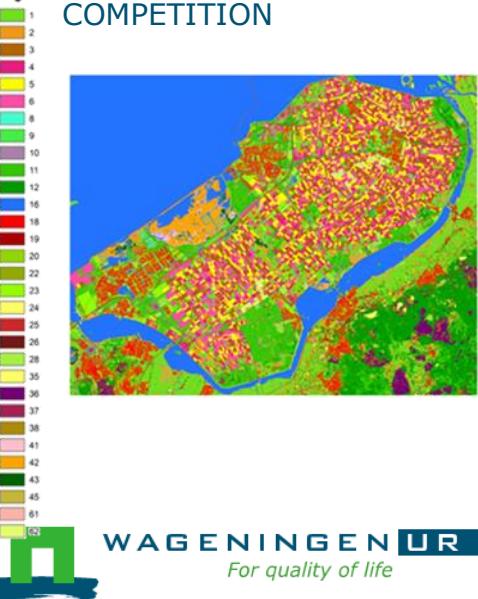


Figure III. Average percentage Rosaceae pollen in Beehold tubes containing > 100 pollen grains per Beehold tube. In the Beehold tubes of the 1 day exposure in Puch/Weiz, the percentage pollen did not exceed 100 grains.

The error bars on the columns represent the standard deviation (sd). As the number of observation of the 5 day exposure at Puch/Weiz is 1, there is no sd.

For the Beehold formula the percentage bees foraging on Rosaceae is set on 40%.



# Target matter locatie – plaatsen bijenvolk

## Target matter **non-specifieke** plaats

atmosferische depositie van deeltjes

(industrie, schoorstenen, airborne plant pathogens)

volken plaatsen bij dracht



bij bos en heggen

meer depositie

verminderde wind snelheid

neerwaartse wind

honingdauw



# Bemonsteren van volken of stand



Hangt af van onderzoeksvraag

Gebaseerd op variatie in metalen Cu, Pb, Cd in bees  
(n = 49, study 2006):

aantal volken voor betrouwbaar

beeld drachтомgeving

**mean = 5 (2 – 23)**



# Zware metalen



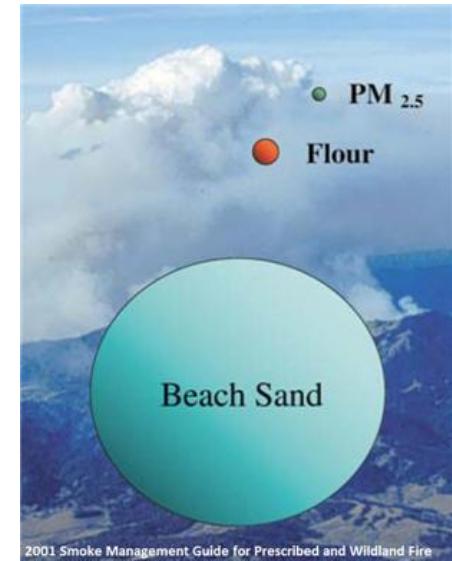
## Waarom

Indicatie kwaliteit milieu (ruimte en tijd)

Toxiciteit mens: enzym interactie / inhibitie

Toxiciteit bijen: studies met Se, Cd Al Pb

hoge concentraties kunnen haalgedrag en  
oriëntatie negatief beïnvloeden





# Zware metalen

Herkomst zware metalen in bijen

Pollen en nectar + bodem

+

antropogene bronnen

- voertuig gerelateerd: Fe (iron), Bi (Bismuth), Sn (Tin), Sb (Antimony) , Ba (Barium), Cr (Chromium) , Cu (Copper), Zn (Zinc)
- rem gerelateerd: Cu, Fe, Al (Aluminium)
- band gerelateerd : Zn

Metaal in straatstof is gelijk aan bodem omgeving

Depositie hangt af van deeltjes grootte

**verf bijenkast, draaglijsten**

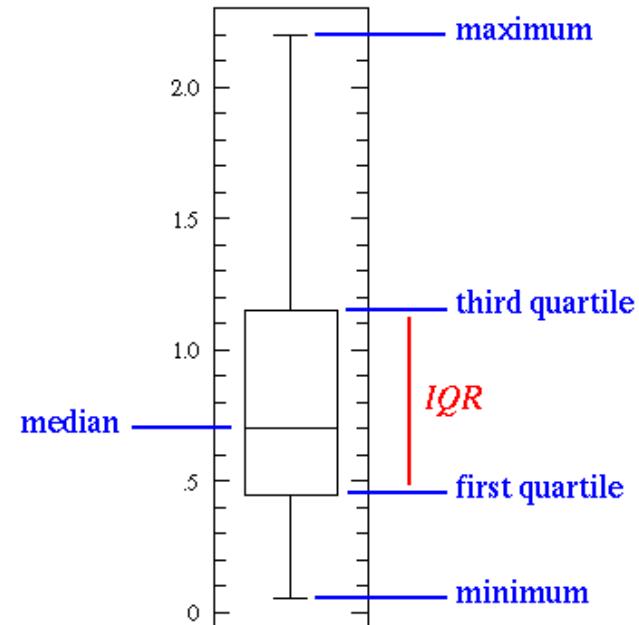
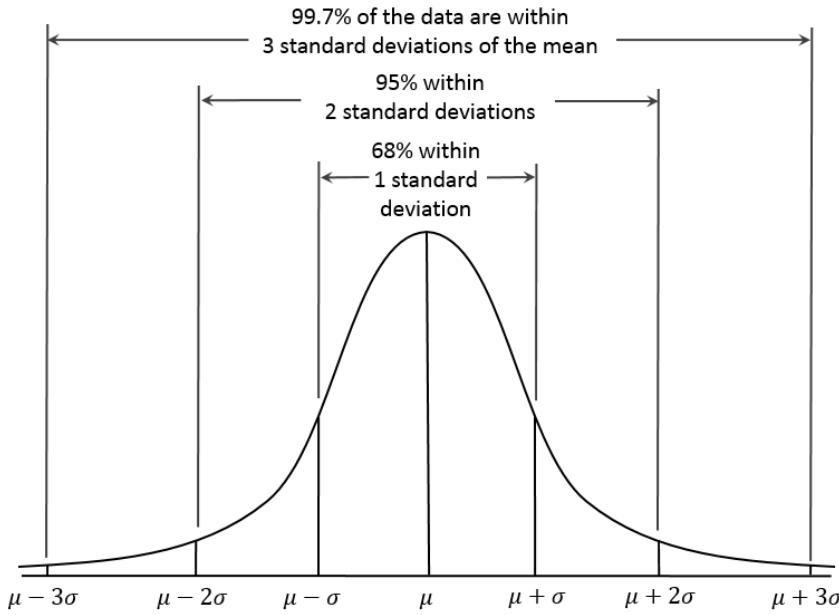


# Interpretatie

Geen bepaalde interpretatie.

Afwijking van “normale” concentraties worden beschouwd als indicatie van over-blootstelling

1. overschrijding gemiddelde ( $P = 0.05$ )
2. in upper quartile ( $> 75$  percentiel)



# Ruimte en tijd onderzoek 2006



Sacrificial sampling

Volk bemonsteren

Sites

Maastricht (urbaan area)

Buggenum (ruraal area)

Hoek van Holland (industrie gebied)





# “Normale” variatie

Cu	2006 study	Reference studies	sites	references
	11.65 - 13 - 15 19.77		control sites	Fakhimzadeh & Lodenius (2000)
		14 - 27	industrial sites	Fakhimzadeh & Lodenius (2000)
		35.7 ± 1.5*	different locations	Kump et al. (1996)
		8.68 – 9.70	hives without CCA	Kalnins and Detroy (1984)
		9.86 – 10.5	hives with CCA	Kalnins and Detroy (1984)
		15.16 – 30.55	Relatively clean locality	Veleminsky et al. (1990)
		31.89 – 37.68	industrial locality	Veleminsky et al. (1990)

# Ruimte en tijd variatie metaal

Table 2. Metal concentrations in worker honeybees ( $\mu\text{g g}^{-1}$  dm) in samples from three locations. Concentration values are calculated as sample means over the entire study period (7 July - September 2006).

Element	Maastricht	Buggenum	Hoek van Holland
Al	9.17 <sup>a</sup>	9.33 <sup>a</sup>	<b>9.07<sup>a</sup></b>
As	0.72 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	<b>0.69<sup>a</sup></b>
Cd	0.16 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup>	<b>0.11<sup>a</sup></b>
Co	0.11 <sup>a</sup>	<b>0.21<sup>b</sup></b>	<b>0.10<sup>a</sup></b>
Cr	0.21 <sup>a</sup>	0.22 <sup>a</sup>	<b>0.22<sup>a</sup></b>
Cu	17.66 <sup>a</sup>	13.75 <sup>a</sup>	<b>14.22<sup>a</sup></b>
Li	0.02 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	<b>0.02<sup>a</sup></b>
Mn	35.08 <sup>a</sup>	37.97 <sup>a</sup>	<b>30.99<sup>a</sup></b>
Mo	0.79 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>	<b>0.54<sup>a</sup></b>
Ni	0.30 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	<b>0.31<sup>a</sup></b>
Pb	0.45 <sup>a</sup>	0.42 <sup>a</sup>	<b>0.55<sup>a</sup></b>
Sb	0.12 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup>	<b>0.11<sup>a</sup></b>
Se	1.36 <sup>a</sup>	1.29 <sup>a</sup>	<b>1.19<sup>a</sup></b>
Sn	0.50 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	<b>0.51<sup>a</sup></b>
Sr	<b>1.42<sup>ab</sup></b>	0.90 <sup>a</sup>	<b>1.61<sup>b</sup></b>
Ti	0.33 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	<b>0.34<sup>a</sup></b>
V	0.03 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	<b>0.15<sup>b</sup></b>
Zn	<b>74.72<sup>a</sup></b>	<b>79.59<sup>a</sup></b>	<b>66.70<sup>a</sup></b>

# Tijd en ruimte



Constant in de tijd 2-weeks intervallen (Juli – Sept)

As, Li, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Zn

Significant overschrijding per 2-weeks intervalle

Al, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Sr, Ti, V

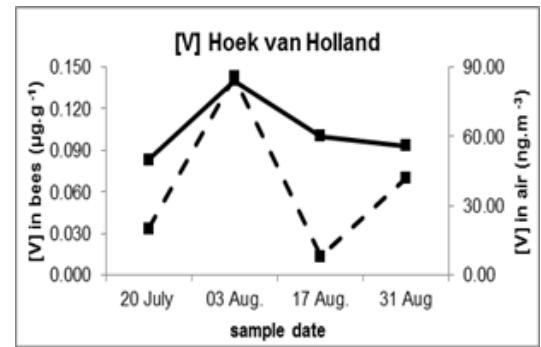
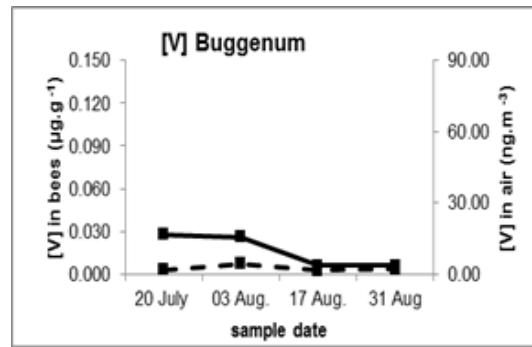
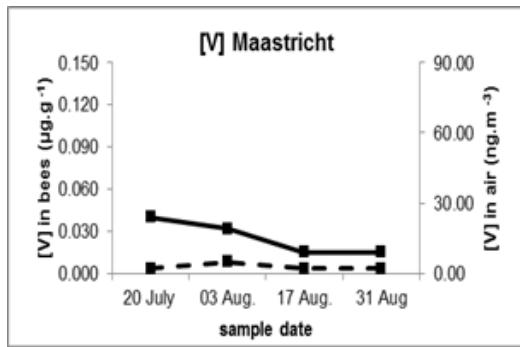
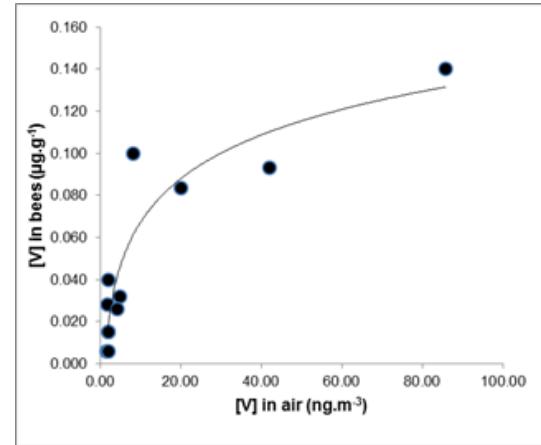
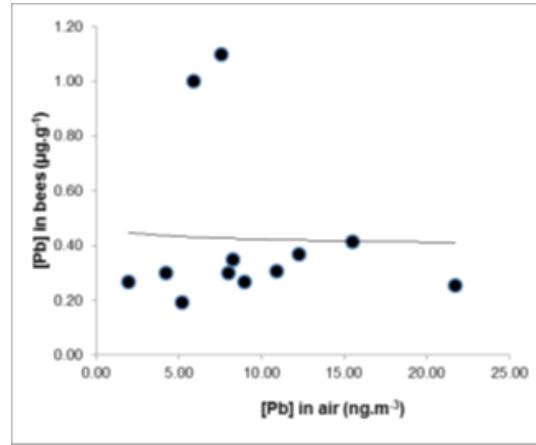
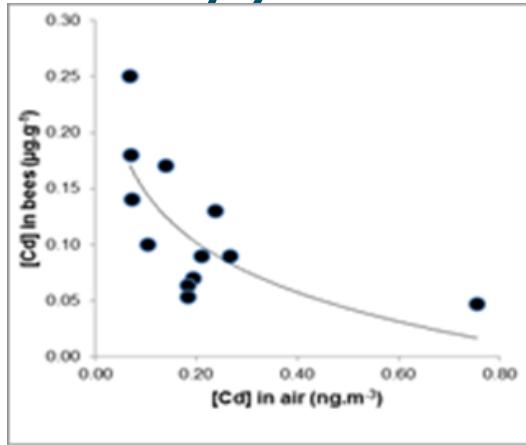
Concentraties binnen bandbreedte “normaal”

Meeste metaal vervuiling op de sites was relatief laag

Overschrijding in de tijd gevolg van voedsel of overexposure??

*In deze studie eerste onderzoek van Al, Co, Li, Mo, Sb, Sn, Sr, Ti en V in honingbijen*

# Zware metalen in lucht en bijen (2006 study)



Vanadium air and bees correlated ( $R^2$  84%)  
Only great variation (order of magnitude) in air can be reflected in metal in bees

# Surveillance Nederland studie metalen 2008

150 standen

Pooled bijenstand

monsters

Juni 2008

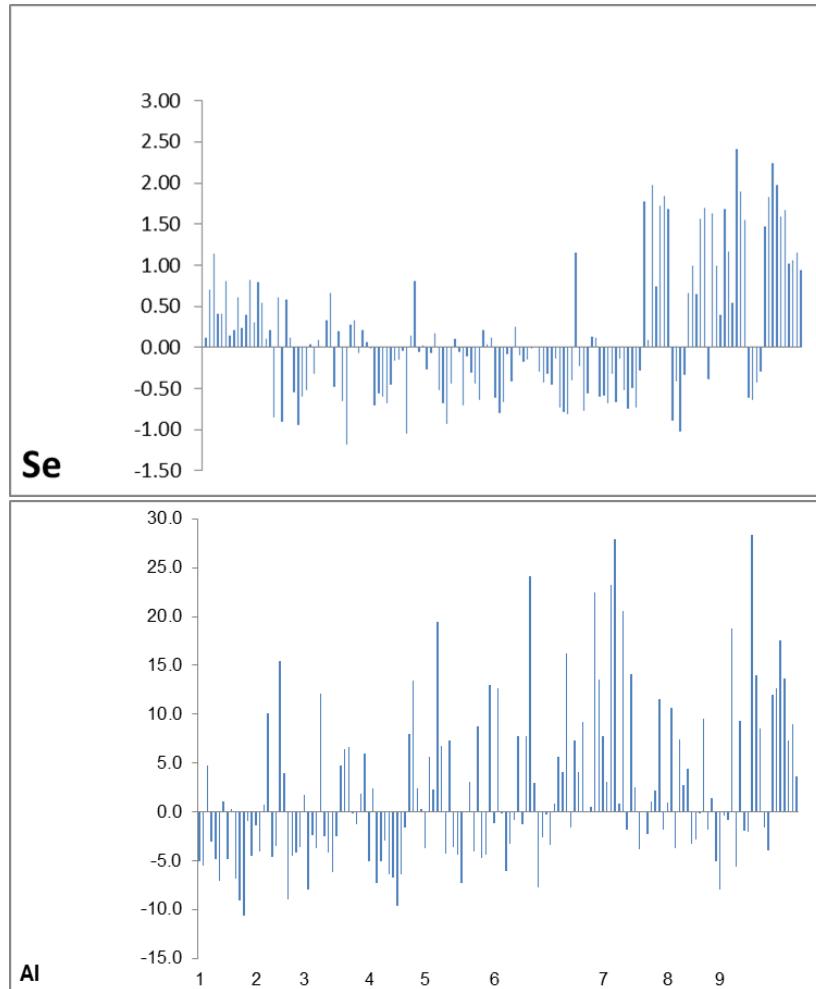
Sacrificial sampling

Land gebruik

Regio



# Regionaal effecten, conc +/- mediaan



Postcodes in Nederland

- 1000-1999
- 2000-2999
- 3000-3999
- 4000-4999
- 5000-5999
- 6000-6999
- 7000-7999
- 8000-8999
- 9000-9999



# Land gebruik (study 2008)

Table 3. Metal in  $\mu\text{g.g dm bee}^{-1}$  per land use

Metal	> 50% agricultural area (n = 94)	> 50% woods (n = 7)	> 50% urban area (n = 16)	Mixed land use (n = 30)	LSD	P
Al	17.33	29.43	16.06	17.04	5.92	< 0.001
As	0.79	0.53	0.93	0.80	0.25	0.066
Ba	1.84	4.52	2.02	2.24	0.88	<.001
Cd	0.23	0.38	0.18	0.28	0.09	0.002
Co	0.18	0.26	0.19	0.18	0.06	0.041
Cr	0.45	0.66	0.38	0.42	0.14	0.007
Cu	19.58	26.40	20.01	19.46	3.03	<.001
Li	0.02	0.06	0.04	0.02	0.02	<.001
Mn	162.40	326.10	92.20	188.00	76.48	<.001
Mo	0.70	1.71	0.68	0.70	0.30	<.001
Ni	0.57	0.98	0.58	0.61	0.20	0.001
Sb	0.29	0.84	0.29	0.30	0.21	<.001
Se	2.18	1.77	2.02	2.05	0.63	0.518
Sn	0.40	0.47	0.40	0.37	0.26	0.908
Sr	1.75	2.6	1.93	1.75	0.52	0.013
Ti	0.47	0.82	0.47	0.45	0.24	0.042
V	0.04	0.07	0.03	0.03	0.03	0.100
Zn	98.50	138.60	96.80	98.40	16.52	<.001

# *Erwinia pyrifoliae*

In kas

Aardbei pathogen

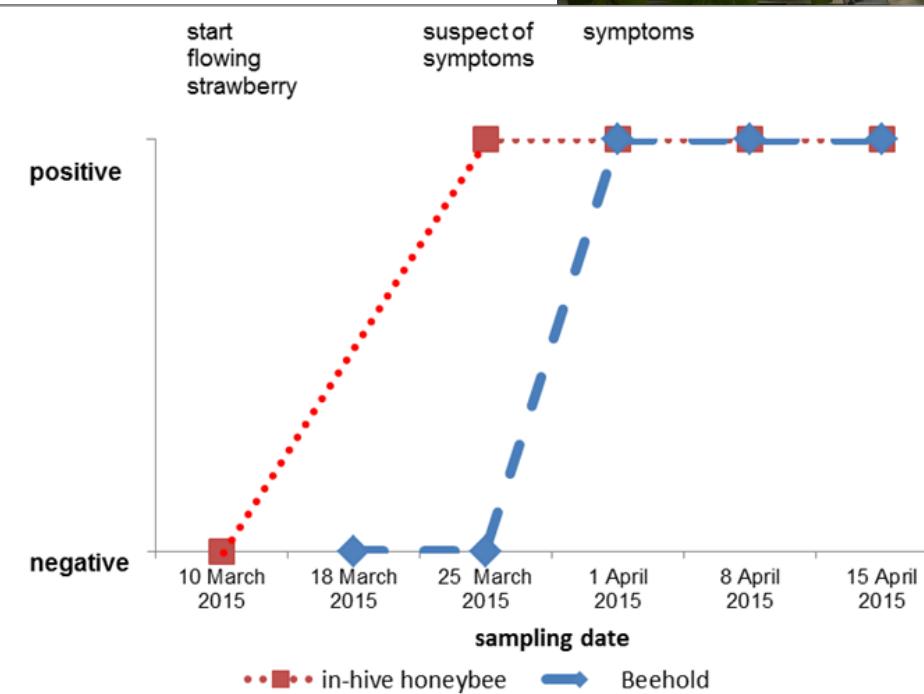
Combinatie

bestuiving/

bioindicatie

Sacrificial in-hive sampling

Non sacrificial Beehold  
sampling



# Dank voor de aandacht

