

De Waterharmonica

WATERHARMONICA SYSTEMS

2010: subsidised by Dutch Innovation program

WSB cursus Natuurlijke waterzuivering
Woensdag 16 februari 2011

waternet

Ruud Kampf

Disclaimer

- Deze les bevat:
 - allerlei wilde ideeën;
 - data uit mijn proefschrift, dat ik over niet al te lange tijd af hoop te versuimen, in elk geval voor mijn pensioen;
 - data uit een nog niet gepubliceerd Stowa rapport en bevindingen van het KRW-innovatie project Moeraszuiver afvalwater (Wipe);
 - data die nog niet gepubliceerd zijn en nog in bewerking zijn;
 - veel te veel sheets
 - ik ga ervan uit dat de "jeugd" multi-tasking is, en dus veel te veel sheets aan kan
 - Veel plezier

waternet

WSB cursus Natuurlijke waterzuivering
Woensdag 16 februari 2011

Deze les

- **Waternet: eerste watercyclusbedrijf van Nederland**
- Effect van afvalwater lozing: biologie van vervuild oppervlaktewater
- Waterharmonica: natuurlijke link tussen Waterketen en Watersysteem
- Waterharmonica: de praktijk en ontwikkeling
- Waterharmonica: Empuriabrava
- Waterharmonica: moerassysteem, watervlooiën, biologische filtratie, etc.
- Waterharmonica: onderzoek in mesocosms en praktijkresultaten
 - Stowa, etc
 - Onderzoek en praktijk
 - Eversteekweg, Land van Cuijk, Hapert, Grou, Kaatsheuvel, Ootmarsum, Empuriabrava
- Discussie, wat kan een Waterharmonica en niet, althans een aanzet daartoe

waternet

WSB cursus Natuurlijke waterzuivering
Woensdag 16 februari 2011

Visie en missie

Waternet is het enige waterbedrijf in Nederland dat zich richt op de hele watercyclus. Van het schoonmaken van afvalwater, het zuiveren en leveren van drinkwater tot het schoon en op peil houden van het oppervlaktewater.

waternet

produceert de grondstof voor afvalwater

- Dat drinkwater:
 - wordt gebruikt om afval te transporteren
 - wordt gemengd met regen en grondwater
- Dat mengsel:
 - noemen we afvalwater
 - is een probleem en kost veel geld

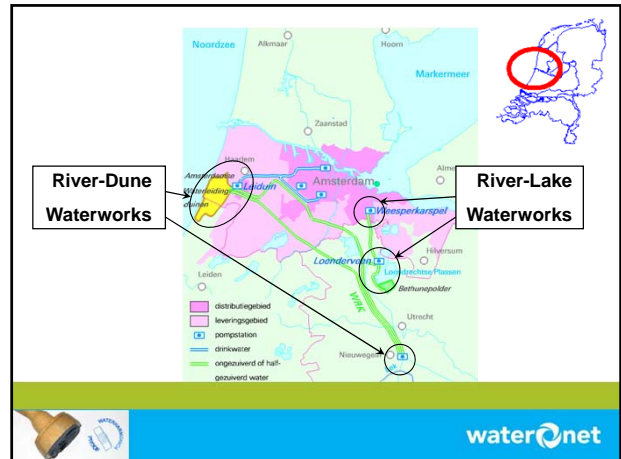
waternet

Toepassing van natuurlijke processen in de water cyclus is zeker niet nieuw bij Waternet

waternet

Drinkwater productie:

- Leiduin: rivier-duin drinkwater productie in
 - Rivier de Rijn
 - Capaciteit 70 mln m³/jaar
- Weesperkarspel: rivier-meer drinkwater productie
 - Bethune Polder (infiltratie) en Amsterdam-Rijn kanaal
 - Opslag in Loenderveense plassen
 - Capaciteit 31 mln m³/jaar



Natuurlijke processen bij drinkwater productie

Kunstmatige aanvulling duinwater t = 100 dagen

Loenderveense plassen t = 100 dagen



Waternet drinking Waterproduction Process schemes

River-Dune Waterworks
Capacity 70 mln m³/year

River-Lake Waterworks
Capacity 31 mln m³/year

River Rhine

Bethune Polder
Amsterdam-Rhine Canal

Pretreatment

Pretreatment

Artificial recharge
in dunes t = 100 days

Loenderveen basin
t = 100 days


Post treatment

Post treatment


100 dagen

Deze les

- Waternet: eerste watercyclusbedrijf van Nederland
- Effect van afvalwater lozing: biologie van vervuild oppervlaktew
- Waterharmonica: natuurlijke link tussen Waterketen en Watersysteem
- Waterharmonica: de praktijk en ontwikkeling
- Waterharmonica: Empuriabrava
- Waterharmonica: moerassysteem, watervlooiën, biologische filtratie, etc.
- Waterharmonica: onderzoek in mesocosms en praktijkresultaten,
 - Slowa, etc
 - Onderzoek en praktijk
 - Eversteekooig, Land van Cuijk, Hapert, Grou, Kaasheuveit, Ootmarsum, Empuriabrava
- Discussie, wat kan een Waterharmonica en niet, althans een aanzet daartoe

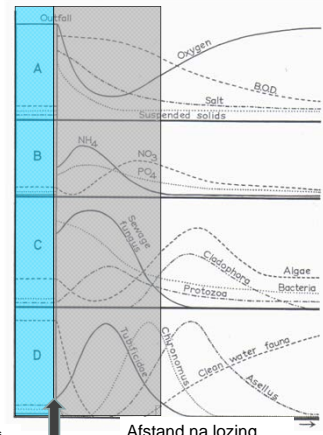


WSB cursus Natuurlijke waterzuivering
Woensdag 16 februari 2011



Invloed van een lozing

- A: fysisch-biochemisch
- B: chemisch
- C: micro-organismen
- D: "grotere" dieren

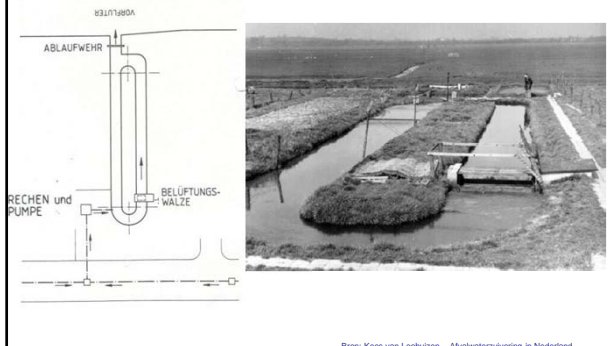


Gebaseerd op Hynes, 1960 The biology of polluted waters

Afstand na lozing

Voorschoten

Bild 1: Urform des Oxydationsgrabens. Voorschoten bei Den Haag. Einfacher Durchlaufbetrieb.



Bron: Kees van Loohuizen - Afvalwaterzuivering in Nederland



- simpel
- nog modern
- goed effluent

Ca 1955

0.05 kg BZV per kg d.s. per dag

Bron: Kees van Loohuizen - Afvalwaterzuivering in Nederland



't Horntje, Texel



Begin aflaat

Einde aflaat

't Horntje, Texel
Resultaten 1991 - 1993 (mg/l)

BZV	2.8	NH4	1.0
CZV	42	NO3	1.8
		NTOT	4.9

Geamoveerd in 2007

Effluenten Rwzi's

- I Grote ontwikkelingen C, N, P
- I Regionale rwzi's - invloed bij lozingspunt

- Slibdeeltjes, vlokken
- Veel bacteriën
- Geur, schuim
- Laag O₂



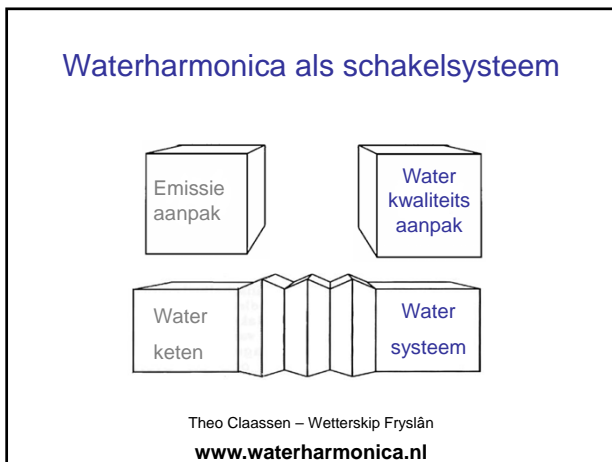
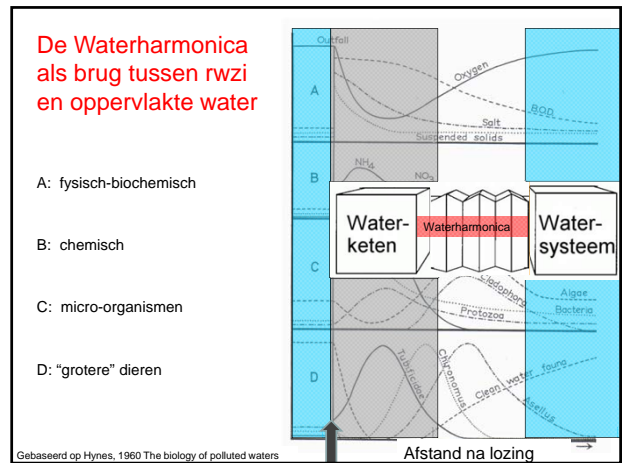
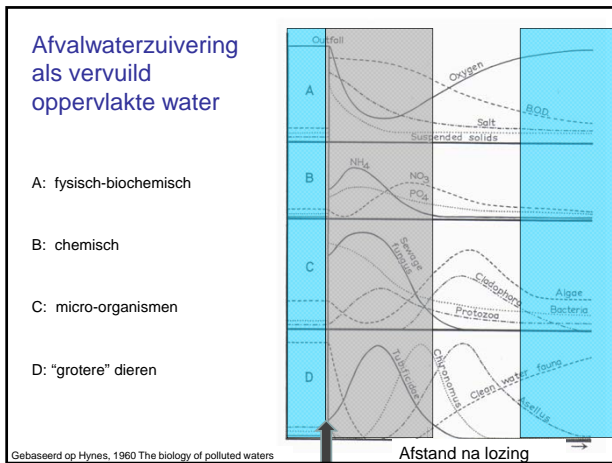
Foto: Annie Kreike, HHNK

⇒ "Dood water", niet tevreden met kwaliteit
Lijkt (nog) niet op oppervlaktewater

Deze les

- Waternet: eerste watercyclusbedrijf van Nederland
- Effect van afvalwater lozing: biologie van vervuild oppervlaktewater
- **Waterharmonica: natuurlijke link tussen Waterketen en Watersyst**
- Waterharmonica: de praktijk en ontwikkeling
- Waterharmonica: Empuriabrava
- Waterharmonica: moerassysteem, watervlooiën, biologische filtratie, etc.
- Waterharmonica: onderzoek in mesocosms en praktijkresultaten,
 - Stowa, etc
 - Zwerend stof
 - Eversteekog, Land van Cuijk, Hapert, Grou, Kaatshewel, Ootmarsum, Empuriabrava
- Discussie, wat kan een Waterharmonica en niet, althans een aanzet daartoe





stowa
 Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

25 jaar toegepast onderzoek waterbeheer
 jubileumsymposium STOWA 13 september 1996

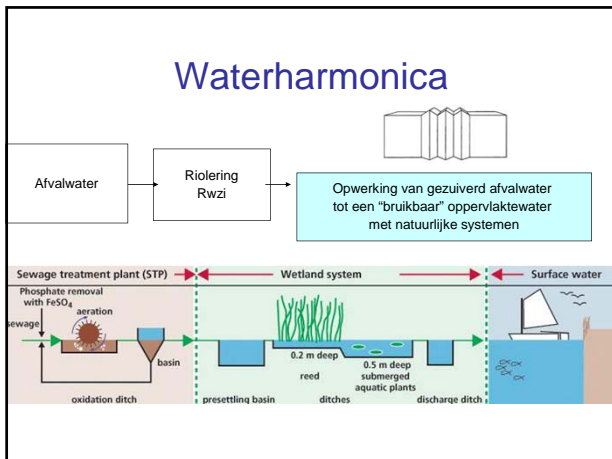
Biologisch gezuiverd effluent; grondstof of eindproduct? 1997

NVA - SYMPOSIUM

Stowa rapporten

2008-2010:
 Stowa onderzoek "lot van deeltjes in Waterharmonica systemen"

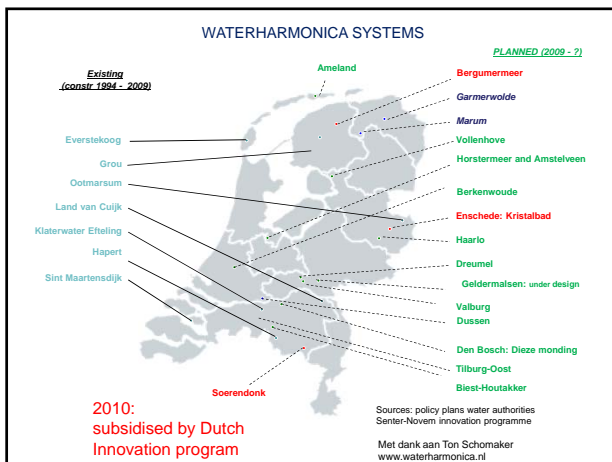
www.waterharmonica.nl



Deze les

- Waternet: eerste watercyclusbedrijf van Nederland
- Effect van afvalwater lozing: biologie van vervuild oppervlaktewater
- Waterharmonica: natuurlijke link tussen Waterketen en Watersysteem
- **Waterharmonica: de praktijk en ontwikkeling**
- Waterharmonica: Empuriabrava
- Waterharmonica: moerassysteem, watervlooiën, biologische filtratie, etc.
- Waterharmonica: onderzoek in mesocosms en praktijkresultaten,
 - Stowa, etc
 - Onderzoek en praktijk
 - Eversteekooog, Land van Cuijk, Hapert, Grou, Kaatsheuvel, Ootmarsum, Empuriabrava
- Discussie, wat kan een Waterharmonica en niet, althans een aanzet daartoe

WSB cursus Natuurlijke waterzuivering
Woensdag 16 februari 2011



Rwzi en moerassysteem Eversteekooog

Onderzoeks project
1995 - 1999

Aqualân Grou



Grou: moerassysteem en vispaaiplaats



Europese Kaderrichtlijn Water

Wat zit er in het water?: *chemie*

Wat leeft er in?: *ecologie*



Aqualân Grou: visstand 9 juli 2008

	Watervlooiën vijver	Eind rietsloot	Paalvijver
Beers			9
Blankvoorn			54
Kleine modderkruiper			4
Paling			2
Ruisvoorn			6
Tiendornige stekebaars	0	23	1
Zeeelt			5
Brasem			2
Driedornige stekebaars			1
Snoek			3
Giebel			2
Kobbeel			2
Riviergrondel			6

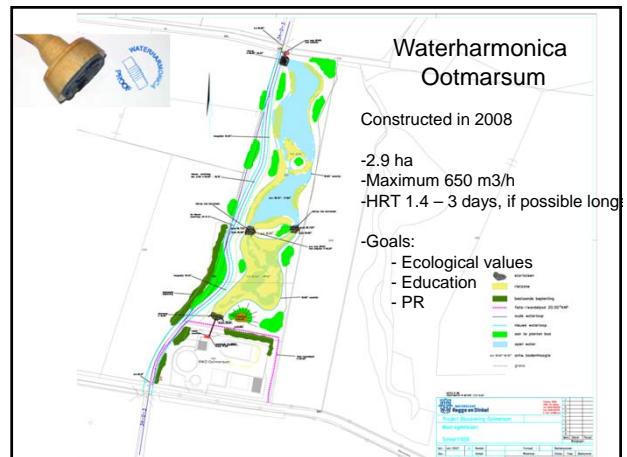
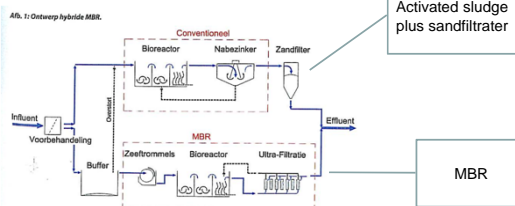
Waterkwaliteit

- Waterharmonica systemen
 - Je wilt een zo goed mogelijk effluent
 - Voorkomen van eco-toxische effecten
 - Maar: in de praktijk lijkt het erg mee te vallen...
 - Zeker in vergelijking met oppervlaktewater
 - Maar: voorzichtigheid lijkt op zijn plaats

Dure nazuivering
of
minder stoffen in het afvalwater???

Waterharmonica Ootmarsum

New hybrid-mbr STP



Waterharmonica Soerendonk



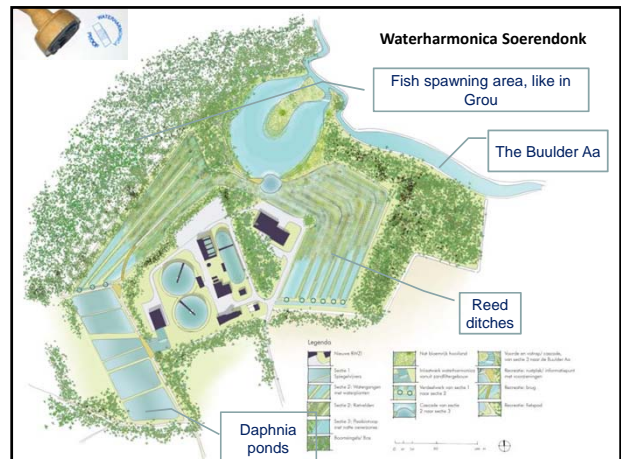
- Nieuw Waterharmonica system
- Part of landscape reconstruction plan
 - converting treated waste water into a quality suited for nature
 - creating wet nature
 - water storage, flood prevention

2010 - maart 2011: nieuwbouw rwzi, incl deel Waterharmonica, daarna sloop van de oude gebouwen

Project cost € 1.859.829

september 2011- voorjaar 2011: aanleg rest van de Waterharmonica

Innovation subsidy € 929.915



Waterharmonica Kristalbad, Enschede



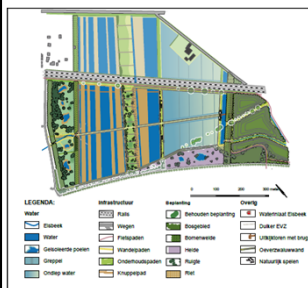
Kristalbad

reconstructie plan ca. 40 ha

Project kosten € 5.055.772

Innovatie subsidie € 2.527.886

Aanleg begonnen in oktober 2010



Vijf functies geïntegreerd in een gebied

1. Waterberging: 187.000 m3
2. Ecologische verbindingzone
3. Water biologisch actief maken
4. Ruimtelijke kwaliteit
5. Recreatief medegebruik

bronnen:
Senter-Novem KRW-innovatie programma
<http://www.berlforbune.nl/images/stories/kristalbad-flyer.pdf>

WFD innovation project Wetterlannen



- Municipality Tietsjerkstradiel
- Weterskip Fryslan
- Tauw
- Vitens
- Wetsus
- Van Hall

Sybren Gerbens
Location: Waternet
24 april 2009



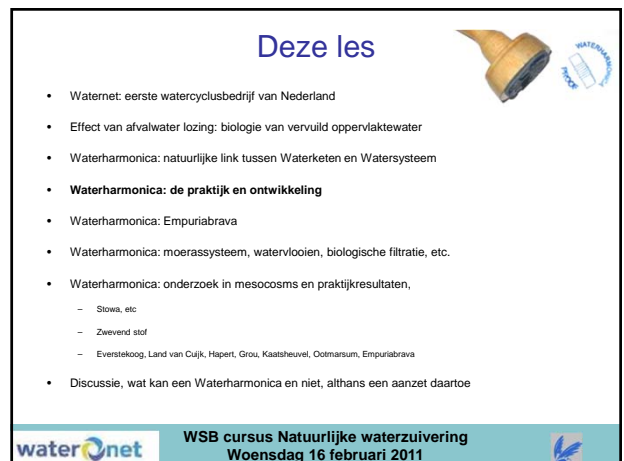
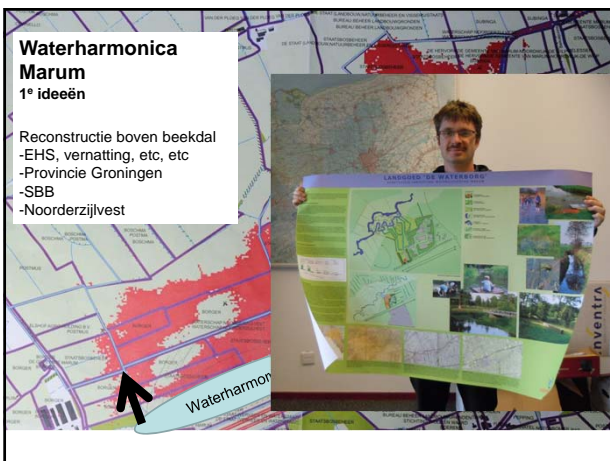
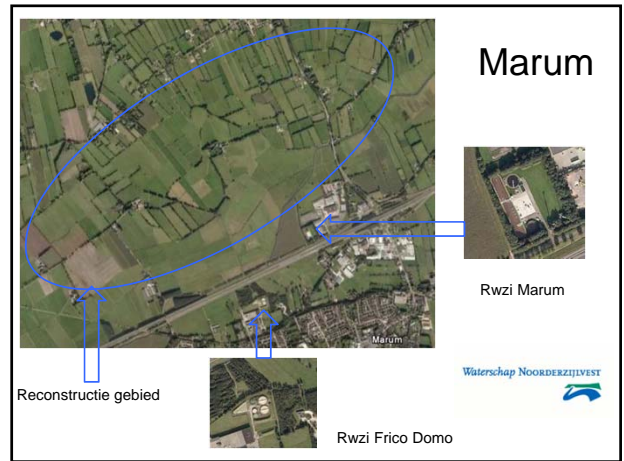
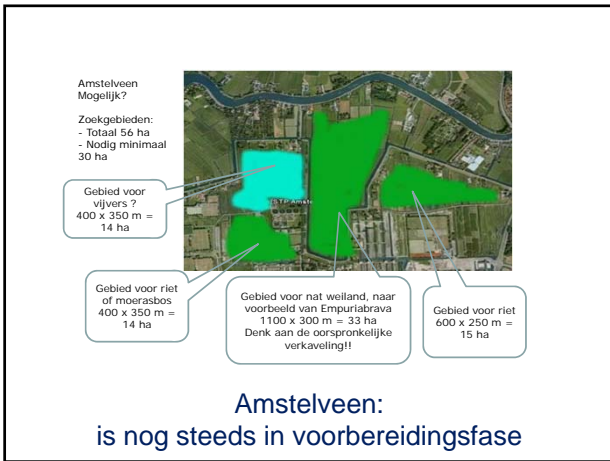
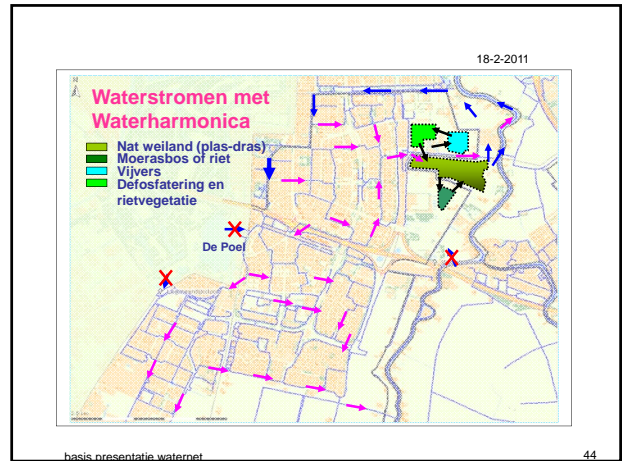
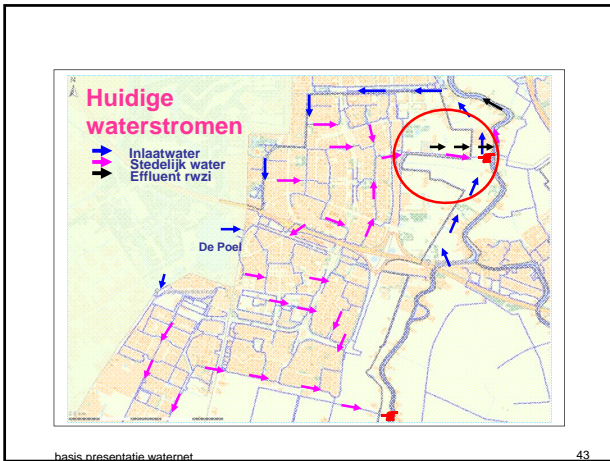
Amstelveen



18-2-2011

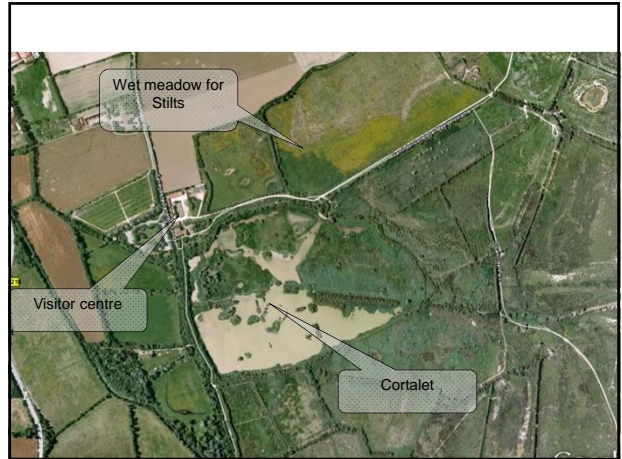
basis presentatie waternet

42





Schuilhutten



Natural park Aiguamolls d l'Emporda

Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà



Well treated waste water as source for the natural park



Natuur en recreatie





Deze les

- Waternet: eerste watercyclusbedrijf van Nederland
- Effect van afvalwater lozing: biologie van vervuild oppervlaktewater
- Waterharmonica: natuurlijke link tussen Waterketen en Watersysteem
- Waterharmonica: de praktijk en ontwikkeling
- Waterharmonica: Empuriabrava
- **Waterharmonica: moerassysteem, watervlooiën, biologische filtratie, etc.**
- Waterharmonica: onderzoek in mesocosms en praktijkresultaten,
 - Stowa, etc
 - Zwevend stof
 - Eversteekog, Land van Cuijk, Hapert, Grou, Kaatsheuvel, Ootmarsum, Empuriabrava
- Discussie, wat kan een Waterharmonica en niet, althans een aanzet daartoe

WSB cursus Natuurlijke waterzuivering
 Woensdag 16 februari 2011

Rwzi en moerassysteem Eversteekog

rwzi
 voorbezinkvijver
 9 parallelle sloten met riet en lisdodde
 afvoersloot

Onderzoeks project
1995 - 1999

Biological filtration by Daphnia

Watervlooiën:
 biologische filtratie

www.waterharmonica.nl

Research op m² scale
 4 x 4 mesocosms:
 - 2 x 4: effluent
 - 2 x 4: gefiltreerd effluent

www.waterharmonica.nl

Gelijke proeven op 3 rwzi's

Horstermeer
Effluent
Gefiltreerd effluent

Grou
Parallel aan vijvers

Empuriabrava
Spanje
Parallel aan vijvers

www.waterharmonica.nl

Gelijke proeven op verschillende locaties

Proeven zijn in 2010 stopgezet, resultaten worden uitgewerkt, maar:



Horstermeer
Nederland



Empuriabrava
Spanje



Parallelaan vijvers
Nederland

www.waterharmonica.nl

Garmerwolde

Onderzoek naar zwevend stof verwijdering





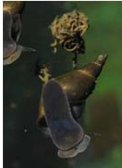
Waterschap NOORDERZIJLVEST





2 rijen van elk 4 bakken

Opstelling wordt binnenkort uitgebreid met bakken uit Grou


Not only Daphnia:

Suspended solids and algae:

- biological filtration by *Daphnia*
 - mainly *Daphnia magna*, but also other Cladocera

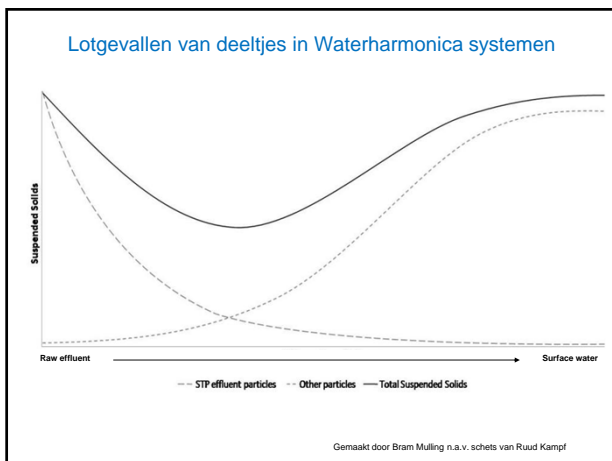
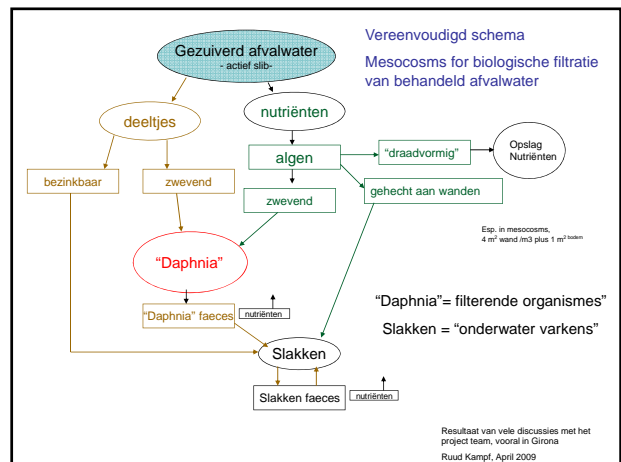
Attached algae and settled sludge:

- grazing by snails
 - Holland: mainly Great pond snail *Lymnaea stagnalis*




Mesocosms Horstermeer, autumn 2007

www.waterharmonica.nl




Deze les

- Waternet: eerste watercyclusbedrijf van Nederland
- Effect van afvalwater lozing: biologie van vervuild oppervlaktewater
- Waterharmonica: natuurlijke link tussen Waterketen en Watersysteem
- Waterharmonica: de praktijk en ontwikkeling
- Waterharmonica: Empuriabrava
- Waterharmonica: moerassysteem, watervlooiën, biologische filtratie, etc.
- **Waterharmonica: onderzoek in mesocosms en praktijkresultaten**
 - Stows, etc
 - Onderzoek en praktijk
 - Eversteekog, Land van Cuijk, Hapert, Grou, Kaatshewél, Ootmarsum, Empuriabrava
- Discussie, wat kan een Waterharmonica en niet, althans een aanzet daartoe



WSB cursus Natuurlijke waterzuivering
Woensdag 16 februari 2011



Stowa project: Waterharmonica "zwevend stof"

Onderzoeksvraag:

- wat is de aard en het gedrag van zwevend stof, met aandacht voor de bacteriologische en virale kwaliteit, in Waterharmonica-systemen onder verschillende bedrijfsvoersituaties

Drie sporen:

- opwerken bestaande meetgegevens naar bruikbare informatie
- vaststellen van bruikbare analysemethoden en uitvoeren nieuwe metingen
- onderzoek naar achtergrond van processen van afbraak en productie van zwevend stof

Uitvoering:

- Projectleiding: Witteveen+Bos
- Deelnemers/beheerders: Watermet, Wetterskip Fryslân, Consorci de la Costa Brava en data van Waterschap Aa en Maas, Regge en Dinkel, De Dommel, De Efteling, Brabantse Delta
- Inbreng vanuit promotie onderzoek Ruud Kampf, Watermet en Vrije Universiteit (VU)
 - Biologische filtratie, praktijk Waterharmonica systemen
- Promotie onderzoek Bram Mulling, Universiteit van Amsterdam (UvA)
 - Aard van deeltjes

Waterharmonica's

Stowa onderzoek en promotie onderzoek Ruud Kampf

mesocosms:

- Horstermeer
- Garmerwolde

moerassysteem en mesocosms:

- Eversteekooog
- Grou
- Empuriabrava

moerassysteem

- Hapert
- Land_van_Cuijk
- Kaatsheuvel/Klaterwater
- Sint Maartensdijk
- Ootmarsum

+ wellicht nog 3 Zweedse systemen

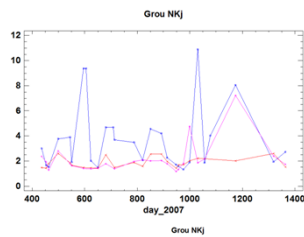
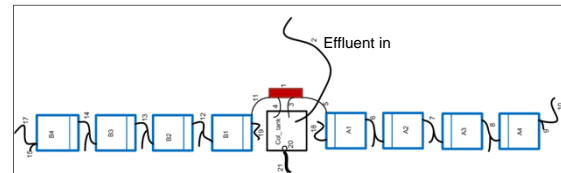
Deze les

- Watermet: eerste watercyclusbedrijf van Nederland
- Effect van afvalwater lozing: biologie van vervuild oppervlaktewater
- Waterharmonica: natuurlijke link tussen Waterketen en Watersysteem
- Waterharmonica: de praktijk en ontwikkeling
- Waterharmonica: Empuriabrava
- Waterharmonica: moerassysteem, watervlooiën, biologische filtratie, etc.
- **Waterharmonica: onderzoek in mesocosms en praktijkresultaten**
 - Stowa, etc
 - **Onderzoek en praktijk**
 - Eversteekooog, Land van Cuijk, Hapert, Grou, Kaatsheuvel, Ootmarsum, Empuriabrava
- Discussie, wat kan een Waterharmonica en niet, althans een aanzet daartoe

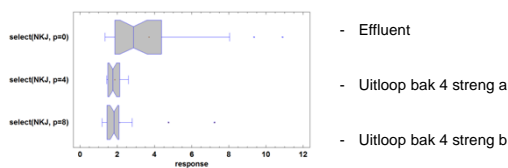


WSB cursus Natuurlijke waterzuivering
Woensdag 16 februari 2011

Grou Mesocosms

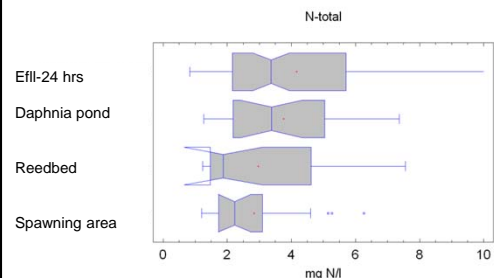


Grou: NKJ

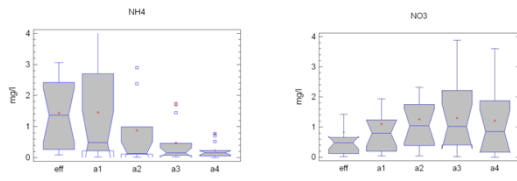


- Effluent
- Uitloop bak 4 streng a
- Uitloop bak 4 streng b

Grou Aqualan: N-total



Mesocosms Grou



NH₄:
In: 1,4 mg/l
Uit: 0.2 mg/l

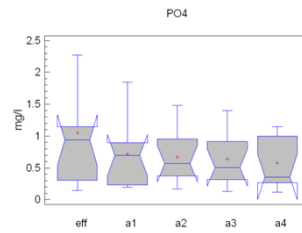
Verwijdering:
1.2 mg/l

80-90 % NH₄ - verwijdering

NO₃:
In: 0.8 mg/l
Uit: 0.13 mg/l

Gevormd:
0.5 mg/l

Mesocosms Grou



	PO4		mediaan	
	conc	rend %	conc	rend %
eff	1.1		1.0	
1	0.7	31	0.5	46
2	0.7	36	0.4	58
3	0.6	39	0.4	56
4	0.6	45	0.4	58

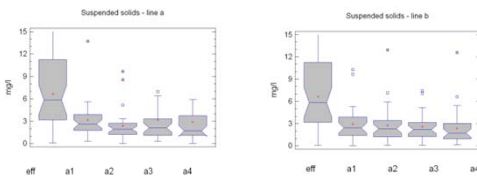
PO₄:
In: 1,1 mg/l
Uit: 0.6 mg/l

Verwijdering:
0.5 mg/l

45 % PO₄ - verwijdering

Mediaan 58 % !

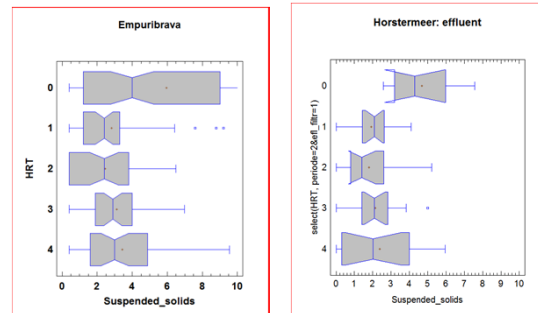
Mesocosms Grou



	lijn a				lijn b			
	conc	rend %	conc	rend %	conc	rend %	conc	rend %
eff	6.6		5.8		6.6		5.8	
1	3.1	53	2.6	55	2.9	56	2.4	59
2	2.4	64	1.9	67	2.7	59	2.3	60
3	3.1	53	2.1	64	2.5	62	2.2	63
4	2.9	57	1.7	71	2.3	65	1.7	71

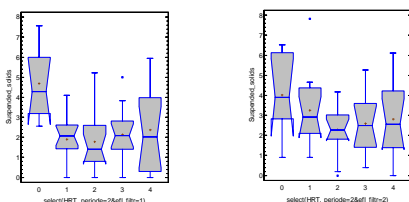
Meeste verwijdering in mesocosm HRT = 1

Empuriabrava en Horstermeer zwevend stof



Horstermeer Effluent en Multi-media Filtraat zwevend stof (mg/l)

Effluent en gefiltreerd effluent



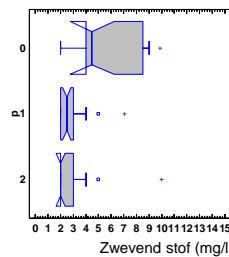
Garmerwolde Zwevend stof (mg/l)

Voorlopige resultaten

0 = effluent

1 = lijn 1

2 = lijn 2



Bevestiging bevindingen elders:

- Effluent (n=16):

- Gemiddeld 10

- Maximaal 52

- Mediaan 4,5

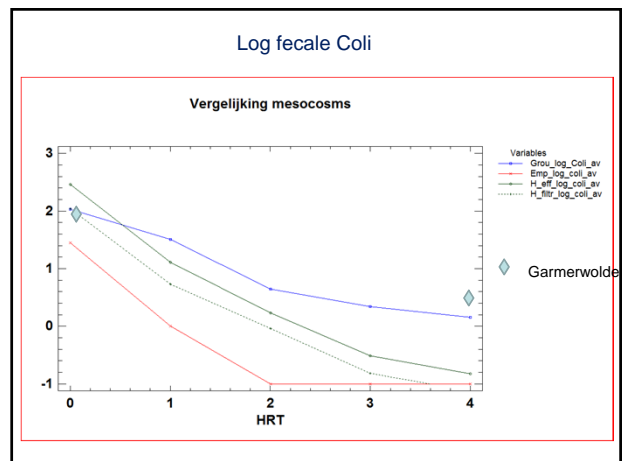
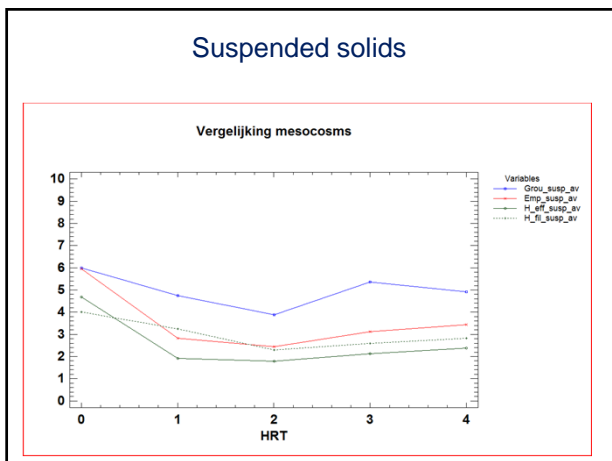
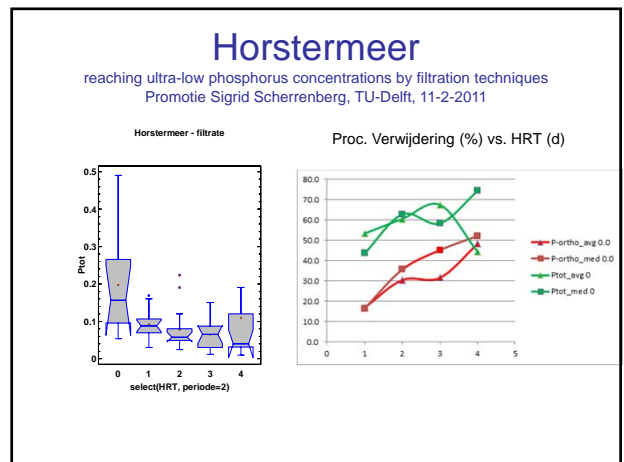
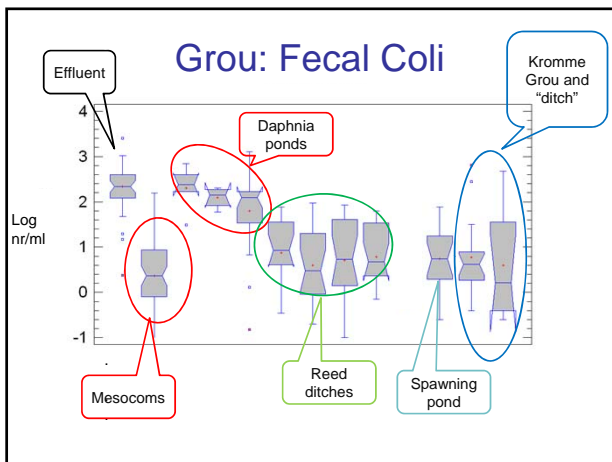
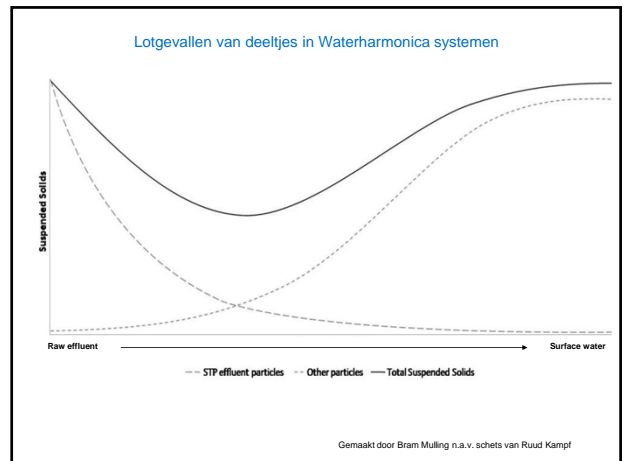
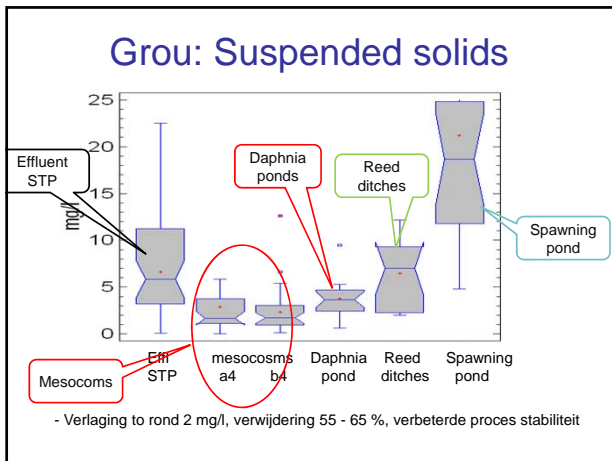
- Dus pieken!

- Na HRT = 4 dagen:

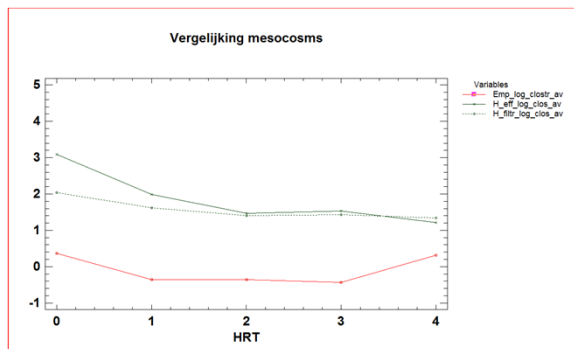
- Veel minder spreading

- Garmerwolde nog wel enkele pieken, max 135 mg/l !!

Pieken in effluent worden prima opgevangen

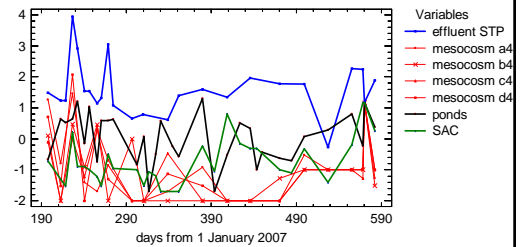


Log Clostridium



Empuribrava

Log E.Coli levels (nr/ml) in effluent, mesocosms a4, b4, c4, d4, ponds and SAC



Empuriabrava – desinfectie: mesocosms vergeleken met de praktijk
 Ponds = vijver
 SAC= eind moerassysteem

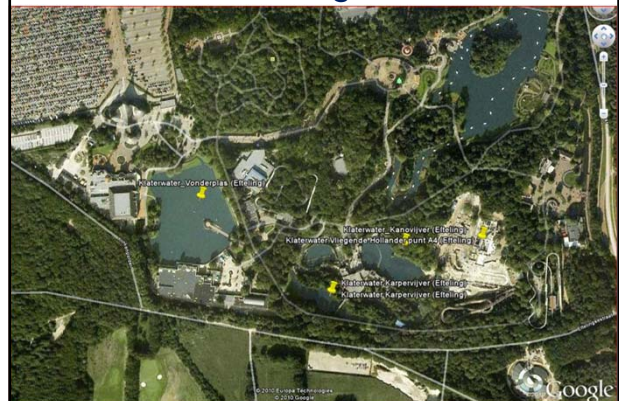
Deze les

- Waternet: eerste watercyclusbedrijf van Nederland
- Effect van afvalwater lozing: biologie van vervuild oppervlaktewater
- Waterharmonica: natuurlijke link tussen Waterketen en Watersysteem
- Waterharmonica: de praktijk en ontwikkeling
- Waterharmonica: Empuriabrava
- Waterharmonica: moerassysteem, watervlooiën, biologische filtratie, etc.
- **Waterharmonica: onderzoek in mesocosms en praktijkresultaten**
 - Slowa, etc
 - Onderzoek en praktijk
 - Eversteekooij, Land van Cuijk, Hapert, Grou, Kaatsheuvel, Ootmarsum, Empuriabrava
- Discussie, wat kan een Waterharmonica en niet, althans een aanzet daartoe



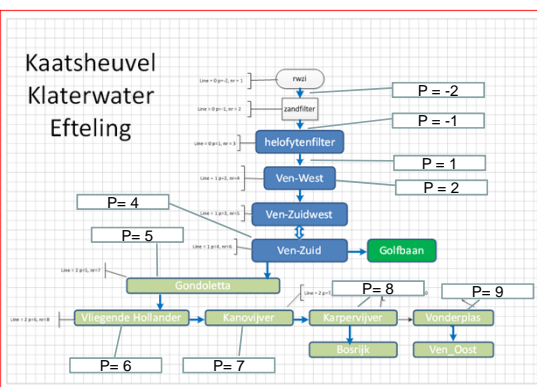
WSB cursus Natuurlijke waterzuivering
 Woensdag 16 februari 2011

Efteling



Kaatsheuvel: selectie

Kaatsheuvel
 Klaterwater
 Efteling

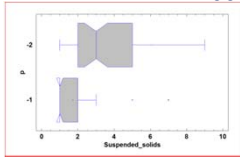


Kaatsheuvel zandfilter

- Astra filter
- Dosering: FeCl3 (in 2004, nog navragen)
- Speciaal voor hergebruik water in de Efteling
- Capaciteit 80 m3/uur levert 75 m3 filtraat
 - Continu spoelend
 - Filter opp. = 8 m2
 - Bedhoogte 1.8 m

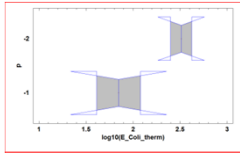
Kaatsheuvel zandfilter

2004 - 2008



p	Count	Average	Median	Stdev
-2	34	6.07407	5.0	1.5
-1	79	2.71266	1.0	1.6
Total	113	3.48346	1.0	1.0

Reductie van 6 naar 1.7 mg/l



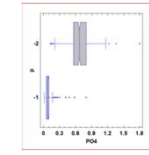
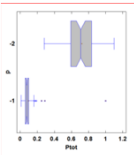
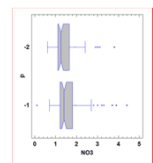
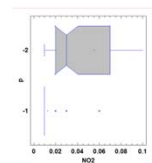
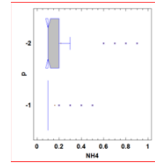
p	Count	Average	Median
-2	135.0	135.0	135.0
-1	2	80.5	80.5
Total	137	120.75	135.0

p	Count	Average	Median	Standard deviation
-2	12	1.52059	1.2	0.193118
-1	2	1.84598	1.84598	0.329799
Total	14	1.27829	1.23856	0.488123

0.7 log reductie

Kaatsheuvel zandfilter

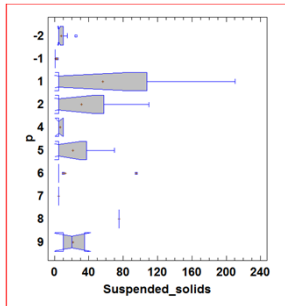
2004 - 2008



	effl	filtr	verwijdering
NKJ	1.47	1.06	27.9
NH4	0.22	0.15	31.8
NO2	0.06	0.01	78.4
NO3	1.92	1.84	-1.0
Ntot_ber	3.67	3.16	13.7
PO4	0.67	0.09	86.9
P_tot	0.72	0.10	86.3

Kaatsheuvel 2008 – 2009

- met beperkte data effluent rwzi

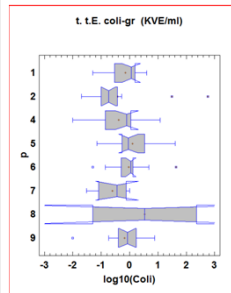


p	Count	Average	Median	Stdev
-2	29	7.5862	5.0	4
-1	10	9.3	5.0	2
1	4	56.35	5.0	3
2	4	31.25	5.0	5
4	3	6.6667	5.0	2
5	4	31.25	5.0	3
6	13	12.3077	5.0	2
7	3	5.0	5.0	0
8	1	75.0	75.0	0
9	3	21.6667	20.0	1
Total	74	13.6216	5.0	5

- Interessant:
- Verticaal filter voegt 55 mg/l toe

Kaatsheuvel 2008 – 2009

- met beperkte data effluent rwzi



p	Count	Average	Median
1	12	0.14952	0.060287
2	13	-0.407225	-0.740727
4	12	-0.38368	-0.10033
5	13	0.103661	0.0427573
6	13	-0.031912	0.0413923
7	4	-0.650301	0.443363
8	2	0.330349	0.330349
9	12	-0.176094	-0.077451
Total	81	-0.175423	-0.156902

Na de 0.7 log reductie in het zandfilter

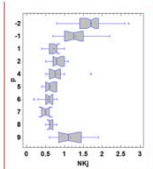
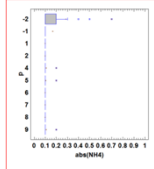
Slechts 0.4 log verwijdering in het helofytenfilter

Effluent 335 KvE/ml
 Filtraat 80 KvE/ml
 Helofytenfilter 1.2 KvE/ml

Daarna fluctuerend

Kaatsheuvel 2008 – 2009

- met beperkte data effluent rwzi



Stikstof:

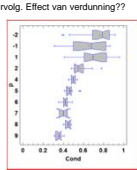
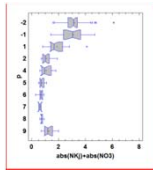
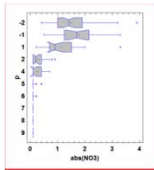
Om een indruk te geven

Ik heb gevraagd om niet afgeronde data
 Zal later zorgen voor eenheid in assen

NH4: wordt prima in het zandfilter verwijderd,
 Daarna heel laag <0.1 mg Nl

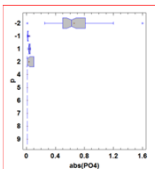
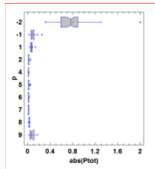
NKJ: Er blijft nog wel organisch en onopgelost N over

NO3: Weinig effect van zandfiltratie en helofytenfilter,
 heel laag in vervolg. Effect van verdunning??



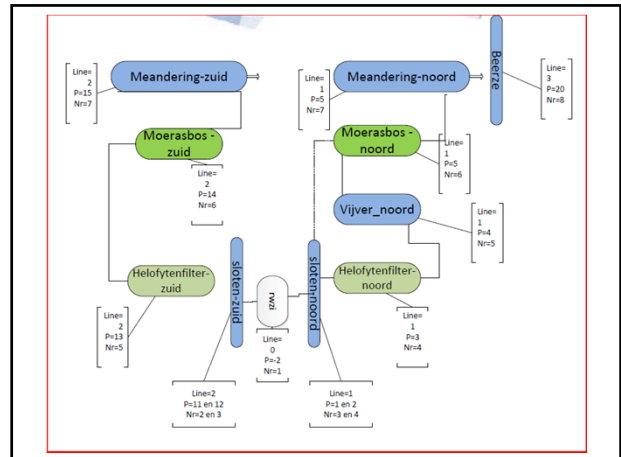
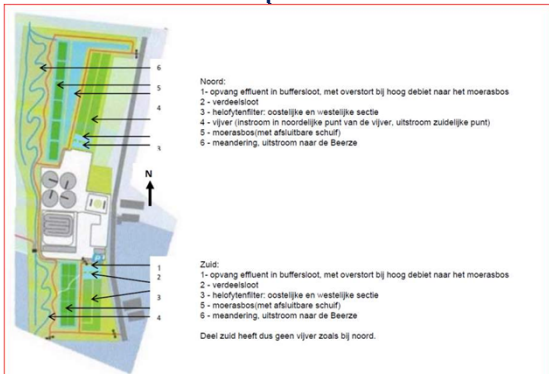
Kaatsheuvel 2008 – 2009

met beperkte data effluent rwzi

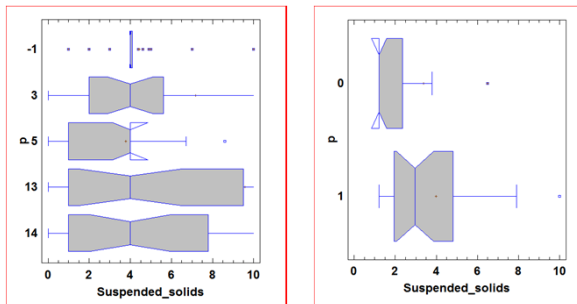


	PO4	Ptot
-2	0.66	0.80
-1	0.02	0.09
1	0.04	0.07
2	0.03	0.02
4	0.01	0.01
5	0.01	0.02
6	0.01	0.02
7	0.01	0.01
8	0.01	0.03
9	0.01	0.08

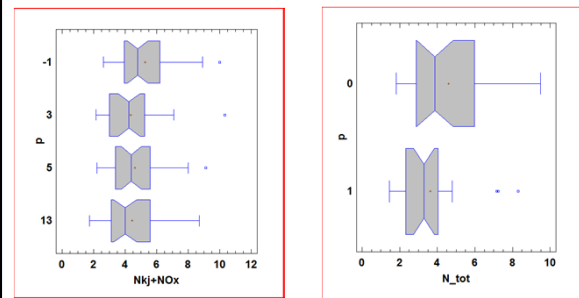
Hapert



Hapert en Ootmarsum: Zwevend stof



Hapert en Ootmarsum: Ntot



Hapert en Ootmarsum

Beide systemen:

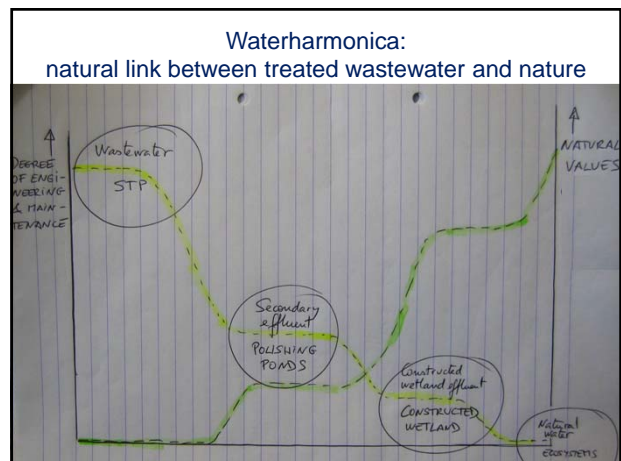
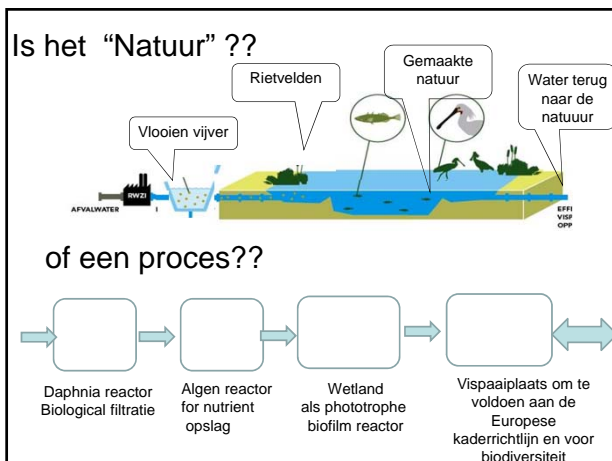
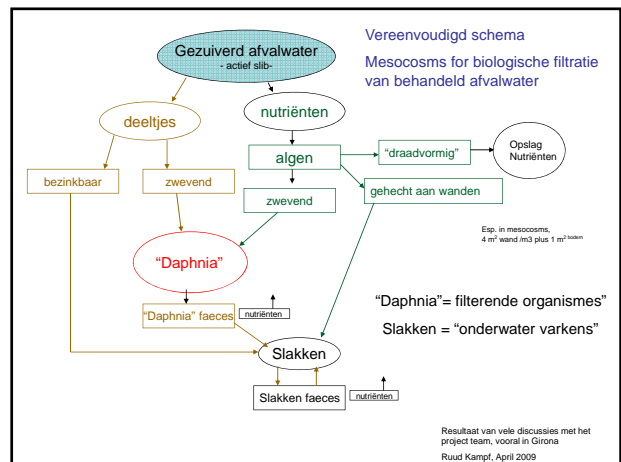
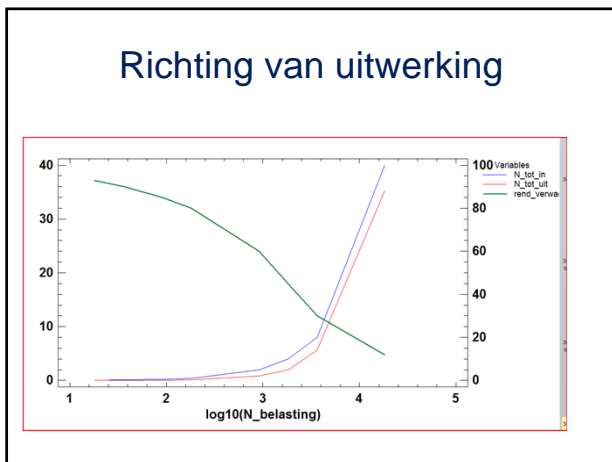
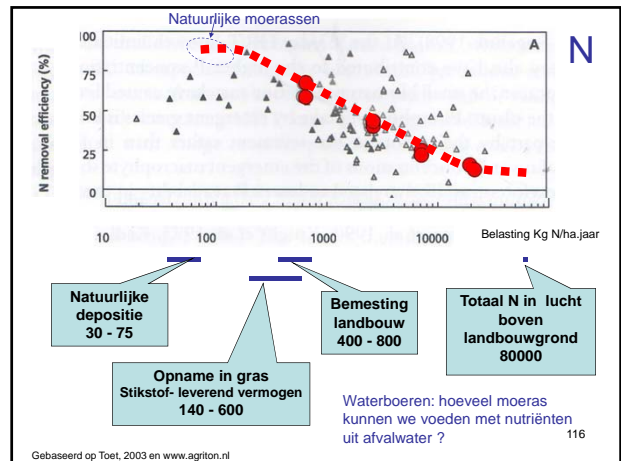
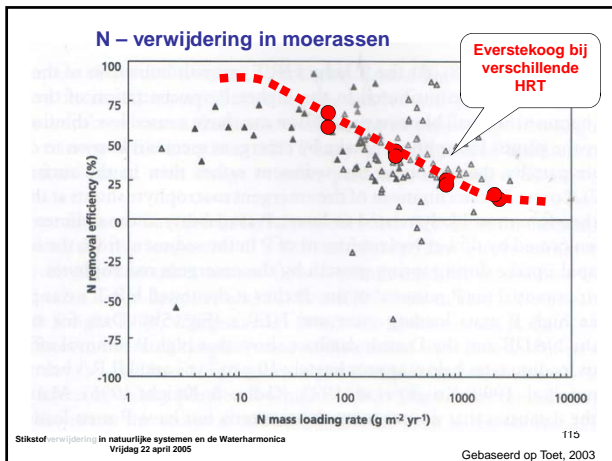
- Erg hoge belasting (50 – 100 cm/dag)
 - “doen” niet zo veel...
 - beperkt analyse pakket
 - geen Coli of andere analyse van zwevend stof
- Aangelegd: het moet het maar doen, zonder er veel inzicht in te hebben

Deze les



- Waternet: eerste watercyclusbedrijf van Nederland
- Effect van afvalwater lozing: biologie van vervuild oppervlaktewater
- Waterharmonica: natuurlijke link tussen Waterketen en Watersysteem
- Waterharmonica: de praktijk en ontwikkeling
- Waterharmonica: Empuriabrava
- Waterharmonica: moerasstelsel, watervlooiën, biologische filtratie, etc.
- Waterharmonica: onderzoek in mesocosms en praktijkresultaten
 - Stowa, etc
 - Onderzoek en praktijk
 - Eversteekog, Land van Cuijk, Hapert, Grou, Kaatsheuvel, Ootmarsum, Empuriabrava
- Discussie, wat kan een Waterharmonica wel of niet, althans een aanzet daartoe





Dimensionering: wat hints

- Toepassing:
 - opvang zwevend stof, pieken slibuitspoeling:
 - vijvers, HRT=2 dagen, diepte 1 – 3 m
 - Desinfectie
 - vijvers: HRT = 3-4 dagen
 - Nutriënten verwijdering
 - Vergaand in rwzi (NH4<1, PO4 <0.2 – 0.5
 - Bereiken lage gehalten in vijvers en moerasstelsel
 - Opp. Belasting 5-25 cm/dag
 - Natuurwaarden
 - Gevarieerde aanleg, paaivijvers, etc
 - Opp. belasting 5 cm/dag

www.waterharmonica.nl

