

Kationen voor slibontwatering

Symposium slibontwatering

David Berkhof
14 september 2017



Aanleiding

- Stowa onderzoek (2012): trend van neergaande slibontwateringsresultaten:
 - Toename PE-verbruik (ca 20%)
 - Lager DS% ontwaterd slib
- Literatuur onderzoek: kationen en colloïdaal eiwit belangrijk invloed op ontwaterbaarheid van zuiveringsslib.
- Behoeftte aan meer inzicht in de rol van kationen en de invloed van beluchten van slib op de ontwaterbaarheid.
- Het onderzoek bestond uit twee fases.
 - Labtesten
 - Praktijktesten

Effecten op slibontwatering

- Onderzoek (WERF, 2006): **colloïdale deeltjes** hebben sterke invloed op polymeergebruik voor conditionering van het slib (Higgins 2006).
- Onderzoek (Novak, 2010) laat zien dat de eiwit deeltjes het grootste deel van het polymeergebruik en de filtratieweerstand bepalen.
- Praktijkervaringen met de Airprex installatie bij Waternet laten zien dat te lang of te intensief **beluchten** een negatieve invloed heeft op de ontwaterbaarheid (Veltman, 2014).
- **Kationen** hebben belangrijke invloed op slibontwatering
 - Divalente kationen (calcium en magnesium) positieve invloed
 - Monovalente kationen (kalium, natrium en ammonium) negatief effect
 - IJzer (Fe^{3+}) bindt vooral aan colloïdale eiwitten en heeft daardoor positief effect

Kationen en slibontwatering

- Stowa onderzoek
- Uitgevoerd door Royal HaskoningDHV i.s.m. Leon Korving (Aiforo)
- Verschillende kationen Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mg, Ca en krijt.
- Doseringen: geen, Laag (5 meq/l), Middel (10 meq/l), Hoog (20 meq/l)
- Slibontwateringstesten op labschaal:
 - Labtesten
 - Dosering kation
 - Effect bij 2 PE-doseringen
- Slibontwateringstesten op praktijktest:
 - Full scale centrifuge
 - Dosering kation
 - Relatie PE-verbruik en DS% ontwaterd slib
 - EPS concentratie (aandeel “loosely bound” en “tightly bound”)
 - Samenstelling centraat



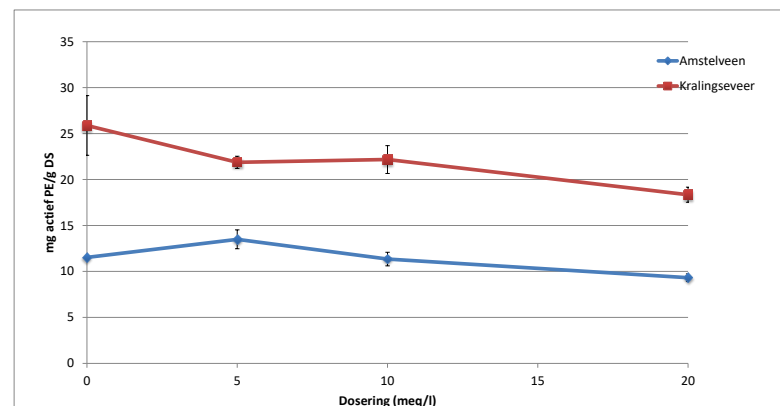
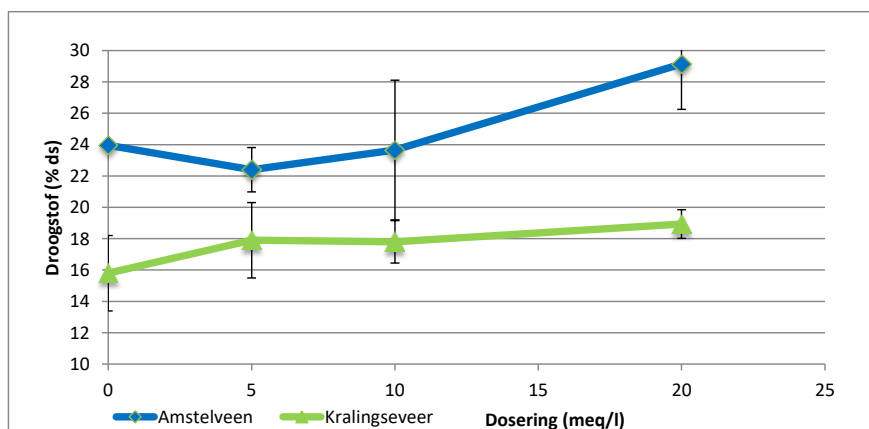
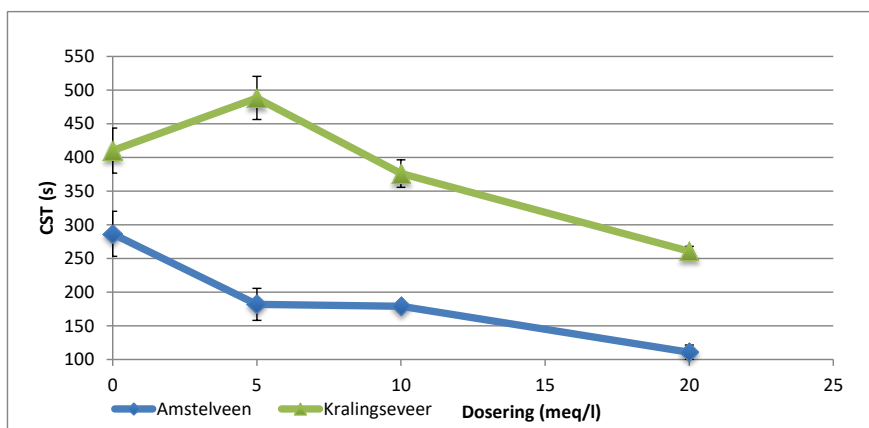
Slibontwateringstesten op labschaal

- Capillary Suction Time (CST)
- PE titratie o.b.v. streaming current
- Persproeven Marecopers



Slibontwateringstesten op labschaal

IJzer (Fe^{3+})



Slibontwateringstesten op labschaal

Rangorde voor het effect van de kationen op de ontwateringsparameters worden bepaald.

Slib Amstelveen (chem-P)

CST: $\text{Fe(III)} < \text{Fe(II)} < \text{Ca} < \text{Mg} < \text{blanco \& krijt}$
Droge stof: $\text{Fe(III)} > \text{Fe(II)} > \text{Ca \& Mg} > \text{blanco \& krijt}$
PE verbruik: $\text{Fe(III)} < \text{Ca} < \text{Fe(II)} < \text{Mg} < \text{blanco \& krijt}$

Slib Kralingseveer (bio-P)

CST: $\text{Fe(III)} \ll \text{Fe(II)}, \text{Ca \& Mg} < \text{blanco \& krijt}$
Droge stof: $\text{Fe(III)} > \text{Fe(II)}, \text{Ca, Mg, blanco \& krijt}$
PE verbruik: $\text{Mg} < \text{Ca} < \text{Fe(III)} < \text{Fe(II)} < \text{blanco \& krijt}$

- Fe^{3+} heeft het grootste effect op de ontwaterbaarheid.
- De effecten van Ca en Mg addities zijn vergelijkbaar.
- → Praktijkonderzoek met Fe^{3+} , Ca en Mg

Ontwaterbaarheid op praktijkschaal

Doel

- Bevestigen invloed kationen op praktijkschaal

Uitvoering

- Test met centrifuge en variatie in PE-dosering
- Analyse samenstelling centraat
- Analyse EPS
- Flankerend labonderzoek

Locatie	Periode A	Periode B	Periode C
RWZI Nieuwgraaf	Geen dosering	Dosering Fe hoog	Dosering Fe laag
RWZI Beverwijk	Dosering Mg (hoog/normaal)	Geen dosering	Dosering Ca
RWZI Amsterdam-West	Dosering Mg en lage beluchting	Dosering Mg en hoge beluchting	Geen dosering en geen beluchting

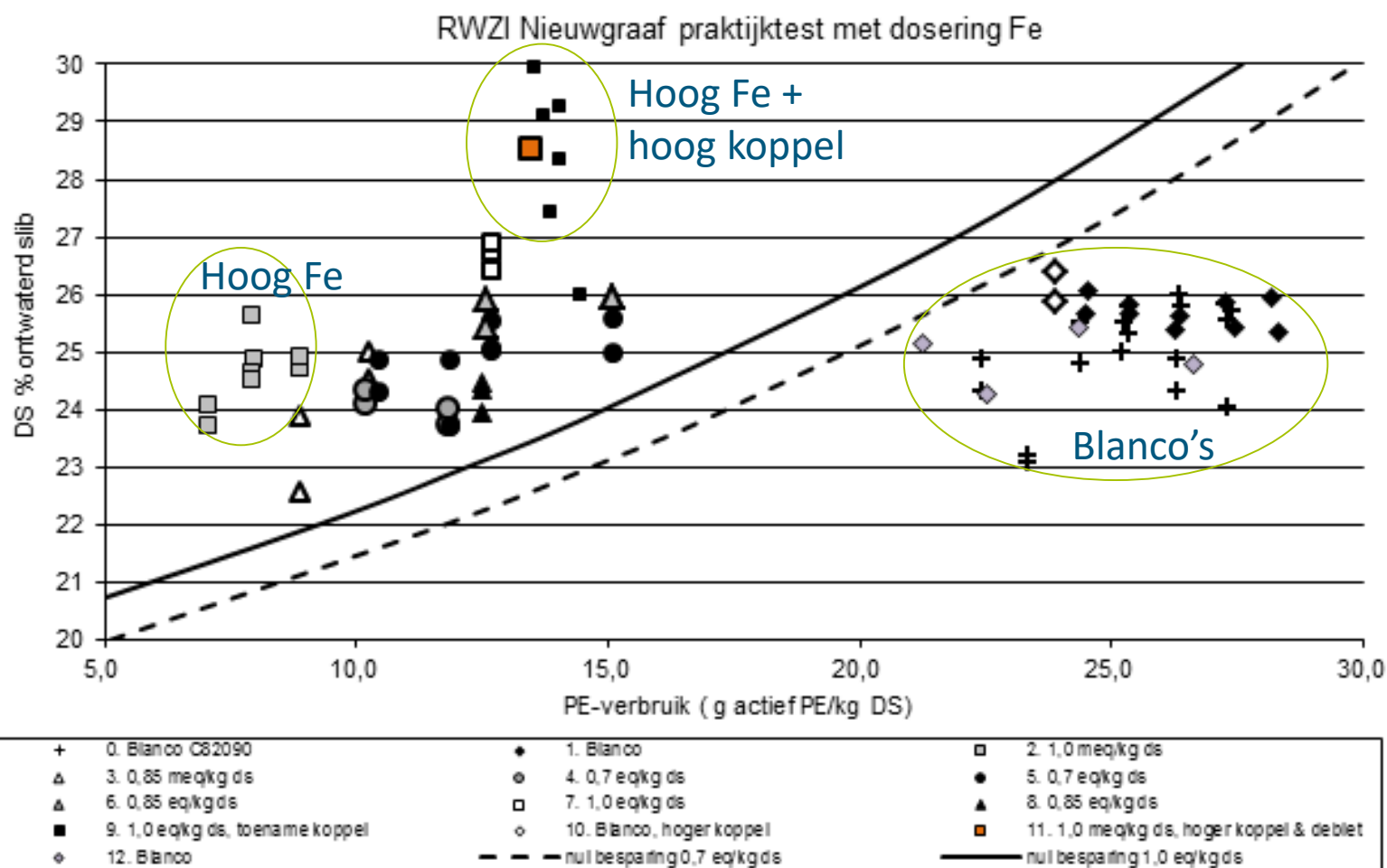
Praktijktest RWZI Nieuwgraaf

- Doel: Aantonen invloed dosering ijzerchloride (Fe^{3+})
- In samenwerking met Kemira
- Instellingen (koppel) alleen aangepast als grens werd bereikt
- Dosering in toevoer centrifuge:
 - 2,0 l FeCl_3/m^3 (0,7 eq/kg DS)
 - 2,5 l FeCl_3/m^3 (0,85 eq/kg DS)
 - 3,0 l FeCl_3/m^3 (1,0 eq/kg DS)
- PE-dosering stapsgewijs verhoogd

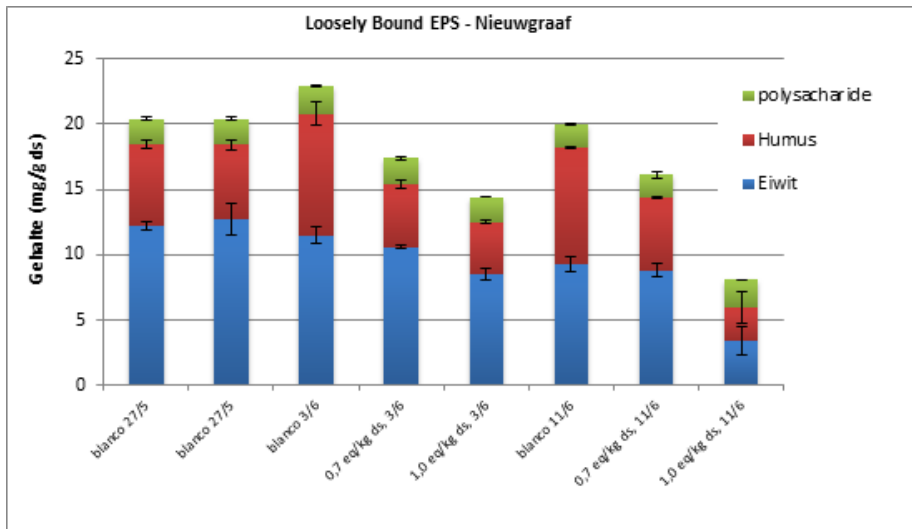


Locatie	Periode A	Periode B	Periode C
RWZI Nieuwgraaf	Geen dosering	Dosering Fe hoog/middel	Dosering Fe laag

Praktijktest RWZI Nieuwgraaf

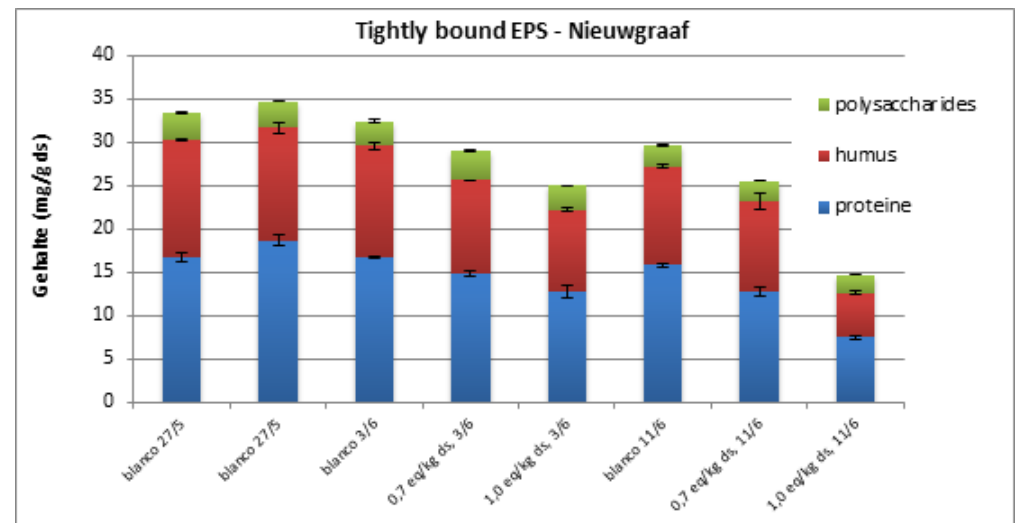


Praktijktest RWZI Nieuwgraaf



Toename Fe-dosering:

- Afname EPS
- Grootste effect op Loosely Bound
- Met name afname eiwitfractie



Praktijktest RWZI Nieuwgraaf

Parameter	Eenheid	Blanco 4/6/2015		0,7 eq Fe/kg ds 3/6/2015		1,0 eq Fe/kg ds 3/6/2015	
		Gemiddelde (n=2)	St.dev.	Gemiddelde (n=2)	St.dev.	Gemiddelde (n=2)	St.dev.
Ammonium	mg N/l	- *		646	±18	674	±14
Ortho-Fosfaat	mg P/l	- *		140	±0	56	±1
Ca	mg/l	77	±1	41	±1	64	±4
Fe	mg/l	0,1	±0,0	2,0	±0,2	3,8	±0,5
K	mg/l	31	±2	360	±14	310	±14
Mg	mg/l	6,2	±0,4	31	±1	39	±1
Na	mg/l	125	±7	135	±7	135	±7
Kationen ratio's							
Mono/Divalent (Na+K)/(Mg+Ca)	eq/eq	1,4	±0,1	3,3	±0,1	2,2	±0,2
Ca/Mg	eq/eq	7,6	±0,4	0,8	±0,0	1,0	±0,0

Optimale verhouding voor ontwatering:

- Monovalent/divalent < 2
- Verhouding Ca/Mg ~ 1

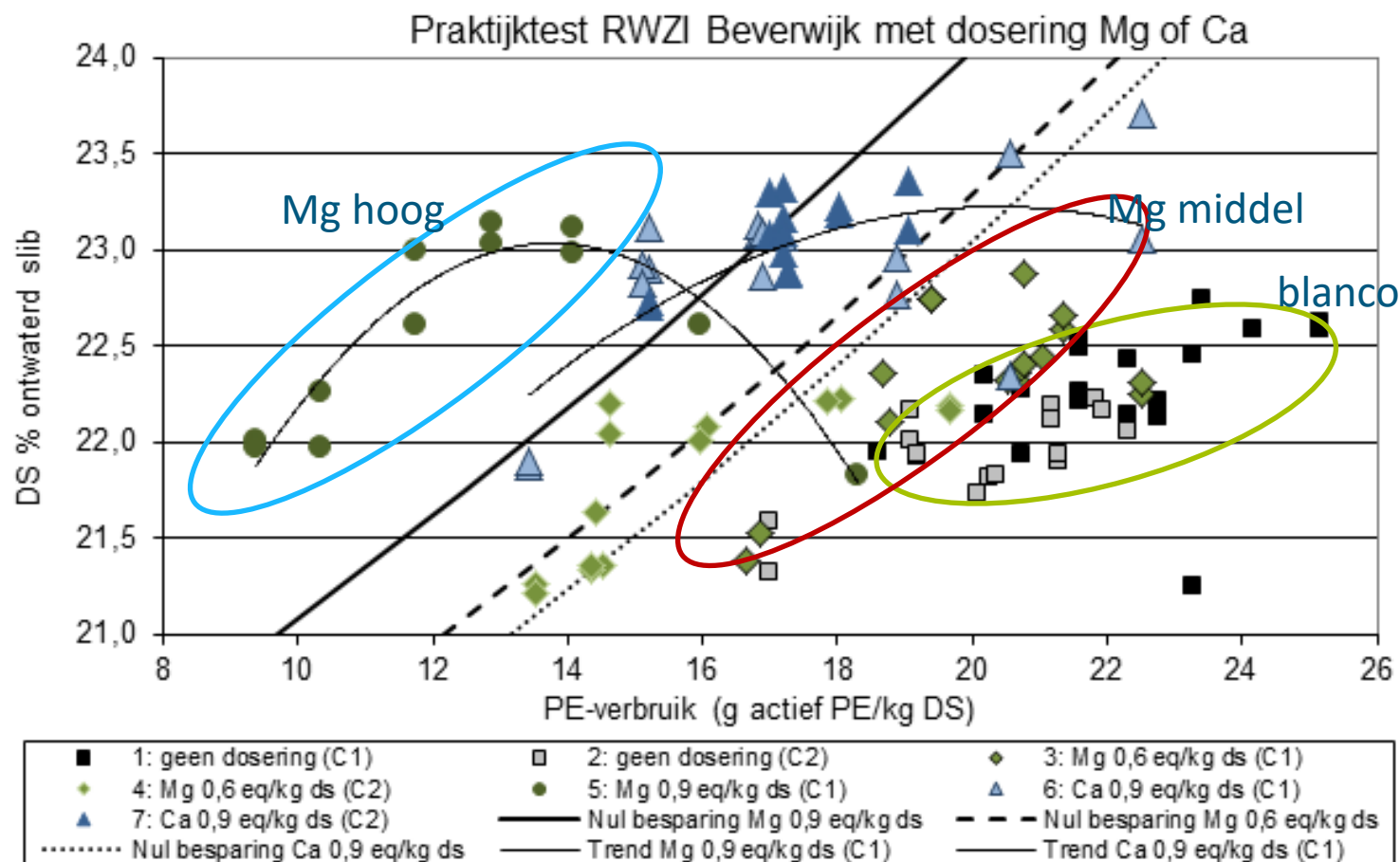
Praktijktest RWZI Beverwijk

- Doel: Aantonen invloed dosering Magnesium (Mg) en Calcium (Ca)
- Instellingen (koppel) aangepast om max DS% te onderzoeken
- Dosering in slibbuffertank:
 - 3,0 l MgCl_2/m^3 (0,62 eq/kg DS)
 - 4,5 l MgCl_2/m^3 (0,93 eq/kg DS) (vaste dosering, maar minder verwerking)
 - 3,0 l CaCl_2/m^3 (0,90 eq/kg DS)
- PE-dosering stapsgewijs verhoogd

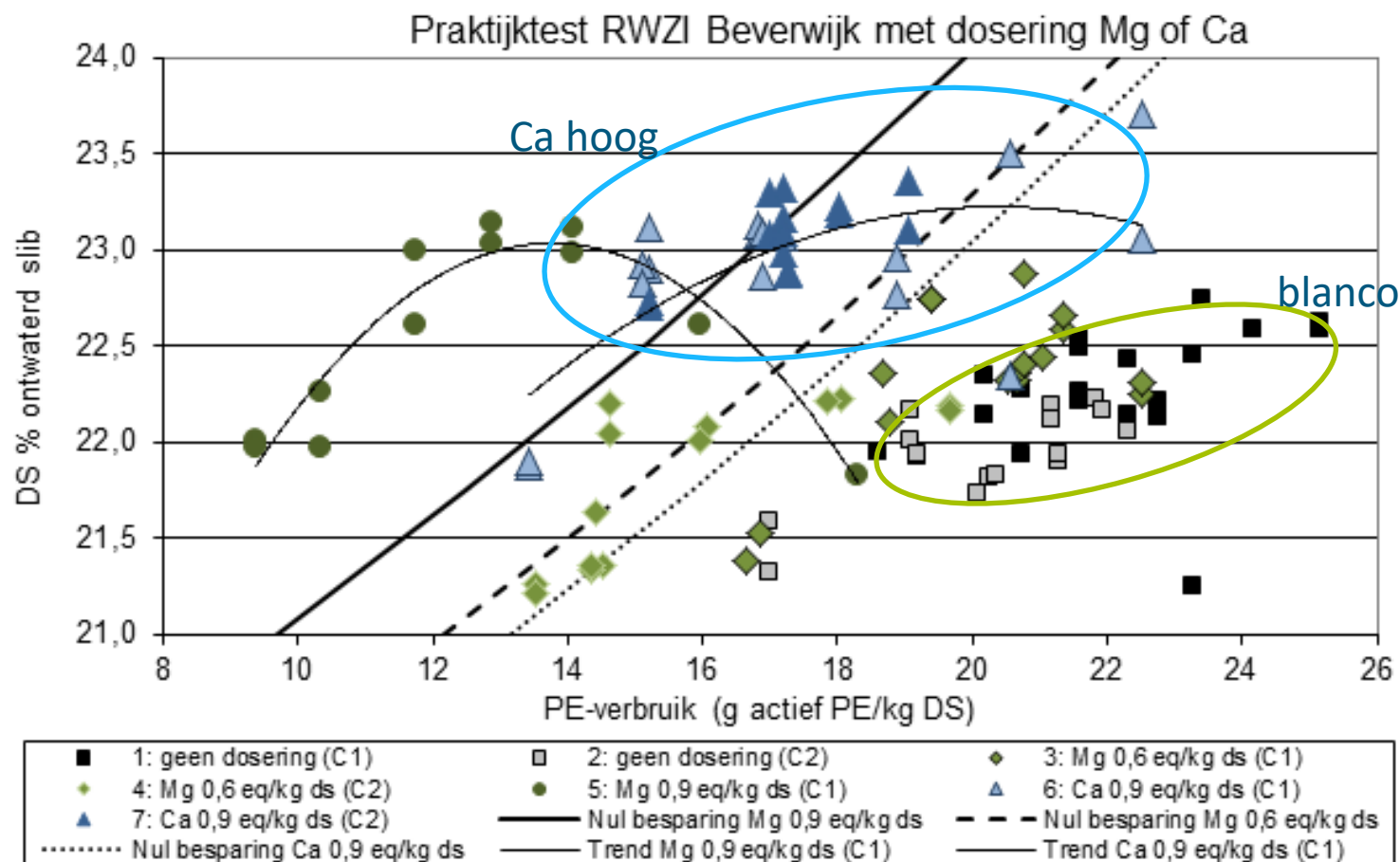


Locatie	Periode A	Periode B	Periode C
RWZI Beverwijk	Dosering Mg (hoog/normaal)	Geen dosering	Dosering Ca

Praktijktest RWZI Beverwijk

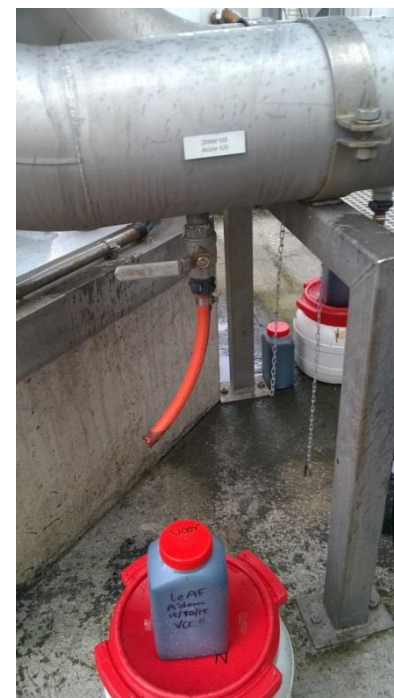


Praktijktest RWZI Beverwijk



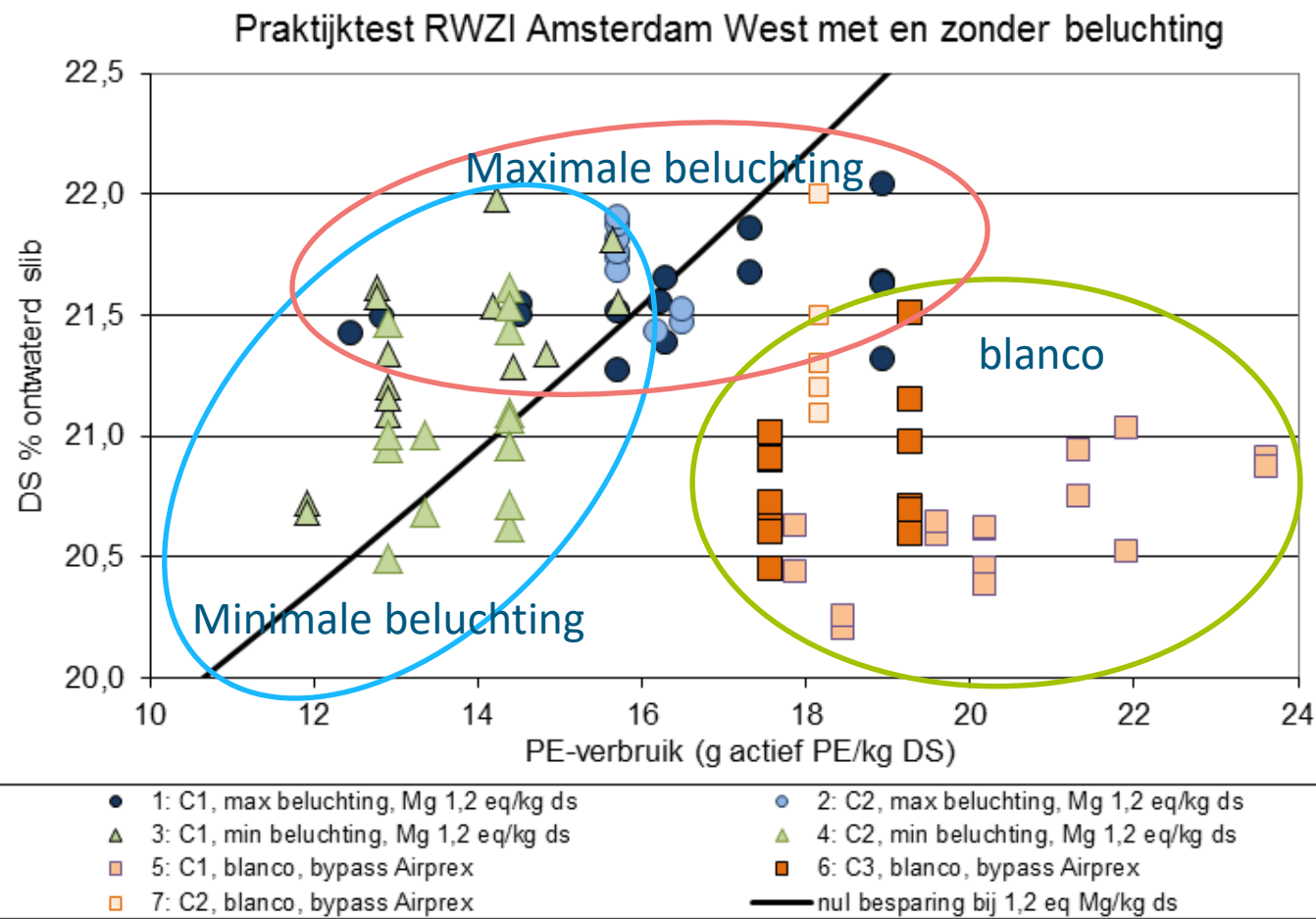
Praktijktest RWZI Amsterdam-West

- Doel: Aantonen invloed dosering Magnesium (Mg) en beluchting
- Instellingen (koppel) aangepast om max DS% te onderzoeken
- Dosering in struvietreactor: $5,7 \text{ l MgCl}_2/\text{m}^3$ (1,2 eq/kg DS)
- Beluchting aangepast (30% en 90%)
- PE-dosering stapsgewijs verhoogd



Locatie	Periode A	Periode B	Periode C
RWZI Amsterdam-West	Dosering Mg en lage beluchting	Dosering Mg en hoge beluchting	Geen dosering en geen beluchting

Praktijktest RWZI Amsterdam-West



Financieel effect dosering kationen

- Rwzi Nieuwgraaf
 - Hoge dosering Fe ca. 130k besparing
 - Hoge dosering Fe en hoger koppel, ca € 200k besparing
- Rwzi Beverwijk
 - Bij lage dosering Ca/Mg: extra kosten!!
 - Bij hoge dosering Ca/Mg, besparing ca € 60k mogelijk
- Rwzi Amsterdam-West
 - Maximale beluchting, besparing € 15k
 - Minimale beluchting, besparing € 90k

→ Per situatie van belang om optimale dosering in te schatten

Conclusies

- Experimenten op labschaal en praktijkschaal laten zien dat de dosering van **kationen** (Fe, Ca, Mg) een overwegend positief effect hebben op de ontwaterbaarheid van slib.
- Het effect van de dosering op de ontwaterbaarheid en de minimale noodzakelijke dosering is afhankelijk van type slib.
- Proeven op labschaal geven goede indicatie van kwalitatieve veranderingen in de ontwaterbaarheid.
- Dit onderzoek laat zien dat de **beluchting** van slib een nadelig effect heeft op de ontwaterbaarheid van slib.
- De kosten voor de dosering van een kation wegen op tegen de besparingen die gerealiseerd worden door de verbeterde ontwaterbaarheid.