

Markiezaatsmeer

Nader onderzoek natuur en waterkwaliteit

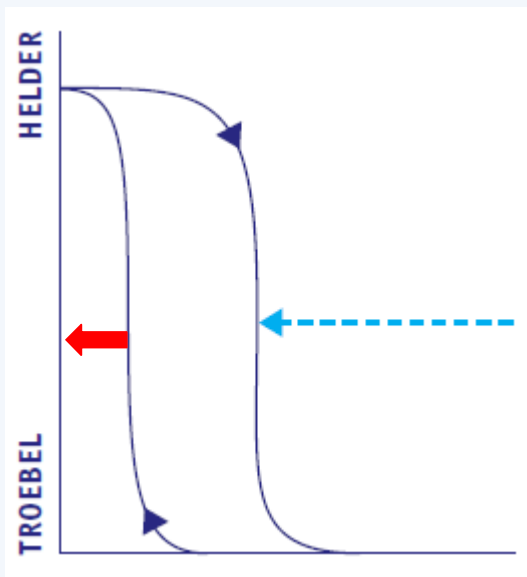
Casper Cusell & Marcel Klinge

Foto: T.T. Huberts

Markiezaatsmeer: KRW & Natura 2000

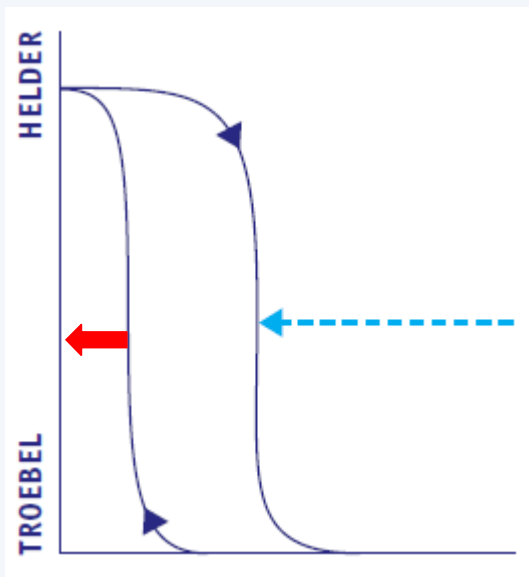
- **Natura 2000 is leidend** voor het Markiezaatsmeer → **KRW volgt**
- Voor een aantal varianten is het effect op het **aquatische milieu** al bepaald:
 - **'Zoet'** meer
 - **Zout** meer via **gemaal** op Markiezaatskade (inlaat zout water uit Schelde-Rijnkanaal)
 - **Zout** meer via **getijopening** (opening in Markiezaatskade voor inlaat zout water)
- Eén variant is expliciet **niet** meegenomen:
 - **Zout** meer via **onderleider** (inlaat zout water uit Oosterschelde) → te duur (100 miljoen of meer)

Markiezaatsmeer: 'zoete' scenario



- Er zijn geen (combinaties van) maatregelen waarmee een 'zoet' en duurzaam helder meer gemaakt kan worden:
 - Externe belasting ligt tussen de kritische belastingen
 - Helaas een snelle nutriëntenpomp door licht brakke (S-rijke) condities
 - Productiviteit veel groter dan verwacht o.b.v. externe belastingen
 - Onderste kritische grens is vrijwel 0
 - Een makkelijke, zorgeloze en altijd heldere toestand is onmogelijk
 - Cl-concentratie is waarschijnlijk te laag geworden om de voortplanting van brasem te beperken

Markiezaatsmeer: 'zoete' scenario



- Focus **niet** op helder makende maatregelen
- Focus **wel** op maatregelen die terrestrische habitatcondities kunnen verbeteren
 - Oever- en rietvegetatie stimuleren (eenmalig circa EUR 500.000,--)
 - Droogval oevers, Uitrastering, Verbakken, ...
 - Eerst experimenteren
 - Brakke vegetaties stimuleren/behouden (vervolgopdracht)

Markiezaatsmeer: 'zoet'

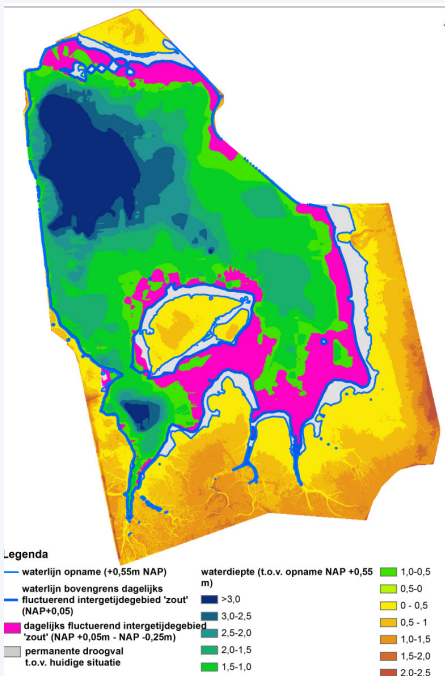
- Toename van eendsoorten en wat vrij algemene zichtjagers
- Vermoedelijk meer riet- en struweelvogels:
 - Roerdomp
 - Snor
 - Zilverreiger
 - Blauwborst
 - Purperreiger

Toestand nu		Toestand na maatregelen	
Broedvogels	Niet-broedende vogels	Broedvogels	Niet-broedende vogels
Lepelaar	Lepelaar	Lepelaar	Lepelaar
Dodaars	Kleine zwaan	Dodaars	Kleine zwaan
	Grauwe gans		Grauwe gans
	Brandgans		Brandgans
	Krakeend		Krakeend
	Meerkoet		Meerkoet
	Pijlstaart*		Pijlstaart*
	Wintertaling*		Wintertaling*
	Slobeend*		Slobeend*
	Aalscholver		Aalscholver
	Smient		Smient
	Geoorde fuut		Geoorde fuut
	Fuut		Fuut
	Bergeend		Bergeend
Kluut	Kluut	Kluut	Kluut
Bontbekplevier*	Bontbekplevier*	Bontbekplevier*	Bontbekplevier*
Strandplevier*	Zilverplevier	Strandplevier*	Zilverplevier
	Kanoet		Kanoet
	Bonte strandloper*		Bonte strandloper*
	Zwarte ruiters		Zwarte ruiters

Markiezaatsmeer: zoute scenario via gemaal

- Geen voordelen, maar wel nadelen:
 - Sterke toename van externe belasting
 - Geen seizoenaal peilverschil
 - Geen intergetijdegebied
- Kosten:
 - eenmalig circa EUR 1.500.000
 - jaarlijks EUR 300.000 voor energie en onderhoud

Markiezaatsmeer: zoute scenario via getijopening



- Externe belasting neemt zeer sterk toe, terwijl er nog geen sprake is van verblijftijdsturing (4 a 5 dagen):
 - Troebele condities met behoorlijk veel algen (maar geen blauwalgen)
 - Grotere opening heeft geen zin (levert niet meer uitwisseling op)
- Groot en rustig intergetijdegebied (ca. 125 ha)
- Kosten: eenmalig circa EUR 13.000.000 (incl. graven geul om eiland)
- Pas mogelijk als het Zoommeer zout is geworden

Markiezaatsmeer: zout

- Nieuw fourageergebied voor 'zoute' vogels, maar niet veel geschikt voor broeden
- Vermoedelijke nadelig voor dodaarzen, kleine zwaan en wat gondeleenden door verdwijnen van zoete waterplanten

Toestand nu		Toestand na maatregelen	
Broedvogels	Niet-broedende vogels	Broedvogels	Niet-broedende vogels
Lepelaar	Lepelaar	Lepelaar	Lepelaar
Dodaars	Kleine zwaan	Dodaars	Kleine zwaan
	Grauwe gans		Grauwe gans
	Brandgans		Brandgans
	Krakeend		Krakeend
	Meerkoet		Meerkoet
	Pijlstaart*		Pijlstaart*
	Wintertaling*		Wintertaling*
	Slobeend*		Slobeend*
	Aalscholver		Aalscholver
	Smient		Smient
	Geoorde fuut		Geoorde fuut
	Fuut		Fuut
	Bergeend		Bergeend
Kluut	Kluut	Kluut	Kluut
Bontbekplevier*	Bontbekplevier*	Bontbekplevier*	Bontbekplevier*
Strandplevier*	Zilverplevier	Strandplevier*	Zilverplevier
	Kanoet		Kanoet
	Bonte strandloper*		Bonte strandloper*
	Zwarte ruiters		Zwarte ruiters

Inhoud van de presentatie

- Onderzoek **aanvullende waterkwaliteitsscenario's** voor het Markiezaatsmeer
- **Natuurwaarden** van het Markiezaat
 - Rol zoet-zout overgangen voor brakke vegetatie
 - Ontwikkeling vogelstand (i.r.t. zuidwestelijke Delta) → losse, korte presentatie en discussie

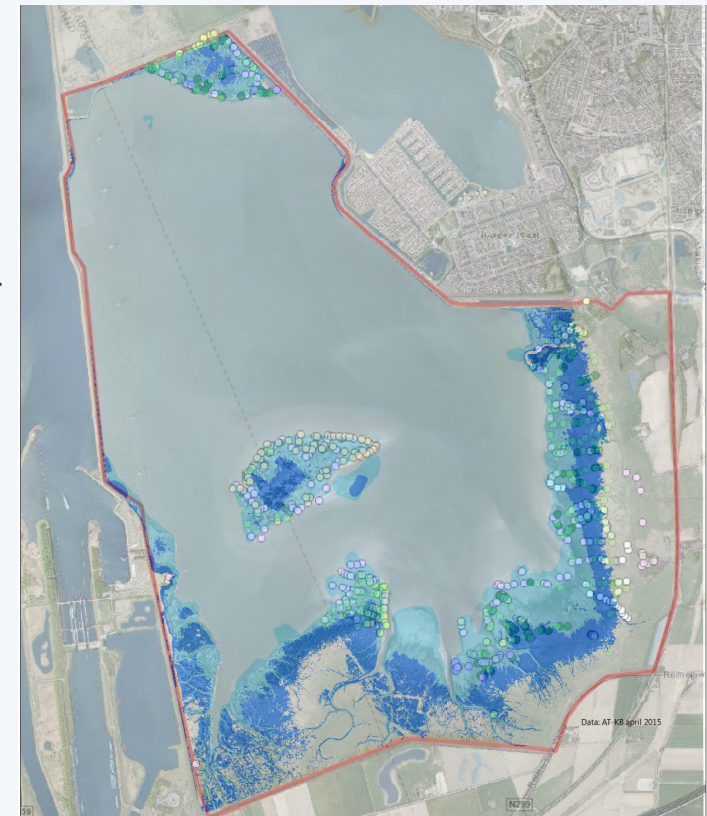


Aanvullende waterkwaliteitsscenario's

- Waarom?
 - Kunnen **zoet-zout overgangen** in de **terrestrische delen behouden of versterkt** worden voor **brakke vegetaties** in een **verzoetende omgeving**?
- Hoe zoet-zout overgangen versterken?
 - Overstroming met brak/zout water
 - Vrachtwagens: circa 30.000
 - Vrachtboten: circa 1.500

Aanvullende waterkwaliteitsscenario's

- Hoe overstromen met brak/zout water?
 - Oppervlaktewater verbrakken via aanvoer van zout water
 - liefst rond de 3.000 mg Cl/l
 - Waterstand verhogen
 - 1 m hoger dan huidige maximum peil
 - Verhoging en verlaging waterstand tussen 1 september en 28 februari
 - voor de grote populatie lepelaars





Aanvullende waterkwaliteitsscenario's

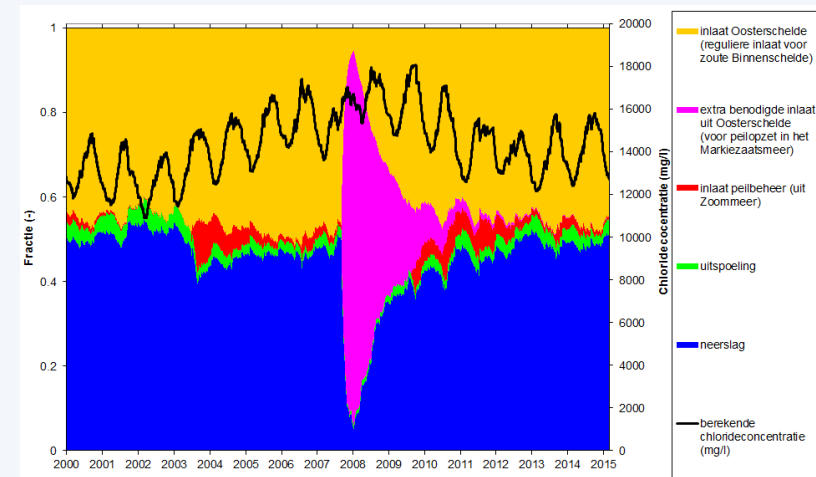
- A: Onderleider vanuit de Oosterschelde
- B: Onderleider vanuit een zoute Binnenschelde

A: Oosterschelde via pompen naar +100 cm in 6 maanden

- In de winter (neerslagoverschot)
- Inlaat van circa 130.000 m³/dag gedurende circa 84 dagen (circa 1,5 m³/s)
- Getij is onvoldoende (dan circa 12 onderleiders nodig)
 - Voor **inlaat**: 2 onderleiders (grootste diameter) met een pomp
 - Voor **uitlaat**: dezelfde 2 onderleiders (grootste diameter) met een pomp aan de andere zijde
 - geen uitlaat op het zoete Zoommeer
 - Pompen: keuze tussen tijdelijke en permanente opstelling
 - tijdelijk: circa EUR 5.400.000 (excl. BTW)
 - permanent: circa EUR 8.300.000 (excl. BTW)
 - Risico: lengte van leidingen → onderdeel van voorontwerp

B: Zoute Binnenschelde via pompen naar +100 cm in 6 maanden

- Inlaat van circa 75.000 m³/dag gedurende circa 130 dagen (circa 0,6 m³/s)
- Het water wordt half februari via een verhoogde stuw uitgelaten op het zoete Zoommeer
- Invloed op de Binnenschelde



B: Zoute Binnenschelde via pompen naar +100 cm in 6 maanden

- Inlaat van circa 75.000 m³/dag gedurende circa 130 dagen (circa 0,6 m³/s)
- Het water wordt half februari via een verhoogde stuw uitgelaten op het zoete Zoommeer
- Invloed op de Binnenschelde
 - Gedurende 130 dagen een **extra inlaat vanuit de Oosterschelde** van circa 45.000 m³/dag (**incl. P**)
 - Een verblijftijd van circa **1 maand i.p.v. ruim 1 jaar**
- Ook hier een pomp nodig voor inlaat
- Kosten (excl. BTW):
 - circa EUR 8.500.000 voor alleen Binnenschelde (vermoedelijk duurder door groter benodigd volume)
 - tussen circa EUR 1.900.000 en EUR 2.800.000 voor verbinding naar Markiezaatsmeer



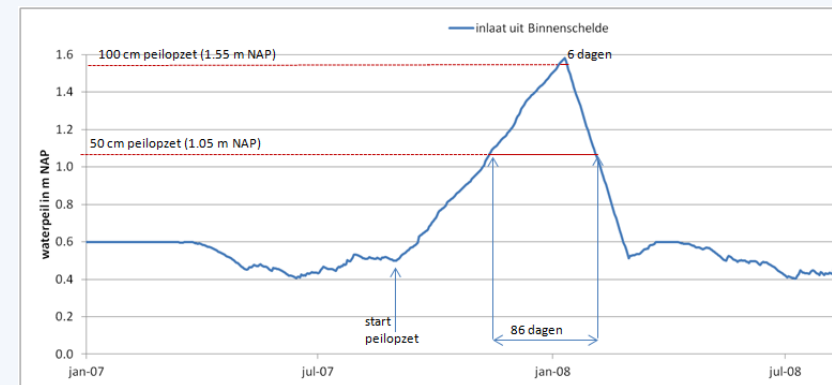
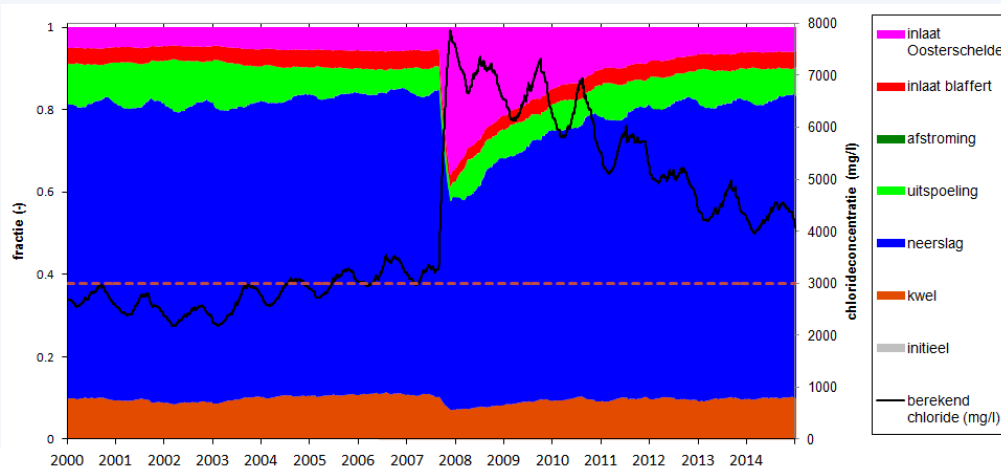
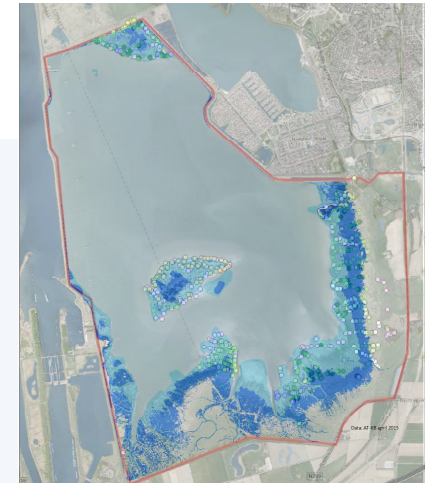
Foto: Vogelwerkgroep Bergen op Zoom

Effect bepaling

- **Aquatisch:** hydrologie, nutriëntenhuishouding en biologie (2 nieuwe scenario's)
- **Terrestrisch:** ontwikkeling brakke vegetatie (alle scenario's)

Hydrologie bij onderleidersscenario's

- Gedurende actieve inlaat:
 - circa 35% van water komt uit de Oosterschelde
 - Cl-concentratie stijgt naar circa 8.000 mg/L en neemt geleidelijk af (duurt jaren)



Hydrologie bij onderleidersscenario's

- Gedurende actieve inlaat:
 - circa 35% van water komt uit de Oosterschelde
 - Cl-concentratie stijgt naar circa 8.000 mg/L en neemt geleidelijk af (duurt jaren)
- Bij uitlaat naar Zoommeer (Binnenschelde scenario):
 - 10 uur/dag directe afvoer via Bathse spuisluis
 - 14 uur/dag geen directe afvoer
 - gelijkmatige verdeling: maximale toename Cl-concentratie van 80 mg/L
 - snelle aflat de dag erna

Nutriëntenhuishouding bij onderleidersscenario's

- Tijdens actieve inlaat een **sterke toename van externe N- & P-belasting**
 - **P-belasting verdriedubbeld**: van circa 0,35 mg/m²/dag naar circa 1,0 mg/m²/dag
- Maar het **risico lijkt beperkt**:
 - Inlaat is niet in het groeiseizoen
 - Veel afvoer bij uitlaat
 - **Risico**: opslag van P in de bodem dat later weer kan vrijkomen
- **S-belasting neemt zeer sterk toe** → S-concentratie in het meer wordt **4 keer zo hoog**
 - **Verdere versnelling van nutriëntenpomp**

Biologie bij onderleidersscenario's (periode na actieve inlaat)

- **Fytoplankton:** productie zal waarschijnlijk hoog blijven
 - Er blijft een risico op toxineproducerende algen (o.a. prymnesium)
- **Macroalgen:** productie van draadalgen en/of zeesla zal waarschijnlijk hoog zijn
 - In concurrentie met fytoplankton (niet te voorspellen wat er exact gebeurt)
- **Aquatische vegetatie:** alleen in de ondiepste zones door troebelheid
 - Ruppia's en zannichellia
- **Vissen:** ongunstig milieu voor veel vissen, maar wel open verbinding met Oosterschelde
 - Dominante soorten: paling, driedoornige stekelbaars, bot en brakwatergrondel
 - Brasem zal op termijn verdwijnen

- Nieuw fourageergebied voor 'zoute' vogels, en vermoedelijk ook tijdelijk geschikt voor broeden
- Vermoedelijke nadelig voor dodaarzen, kleine zwaan en wat gondeleenden door verdwijnen van zoete waterplanten

Toestand nu		Toestand na maatregelen	
Broedvogels	Niet-broedende vogels	Broedvogels	Niet-broedende vogels
Lepelaar	Lepelaar	Lepelaar	Lepelaar
Dodaars	Kleine zwaan	Dodaars	Kleine zwaan
	Grauwe gans		Grauwe gans
	Brandgans		Brandgans
	Krakeend		Krakeend
	Meerkoet		Meerkoet
	Pijlstaart*		Pijlstaart*
	Wintertaling*		Wintertaling*
	Slobeend*		Slobeend*
	Aalscholver		Aalscholver
	Smient		Smient
	Geoorde fuut		Geoorde fuut
	Fuut		Fuut
	Bergeend		Bergeend
Kluut	Kluut	Kluut	Kluut
Bontbekplevier*	Bontbekplevier*	Bontbekplevier*	Bontbekplevier*
Strandplevier*	Zilverplevier	Strandplevier*	Zilverplevier
	Kanoet		Kanoet
	Bonte strandloper*		Bonte strandloper*
	Zwarte ruiter		Zwarte ruiter



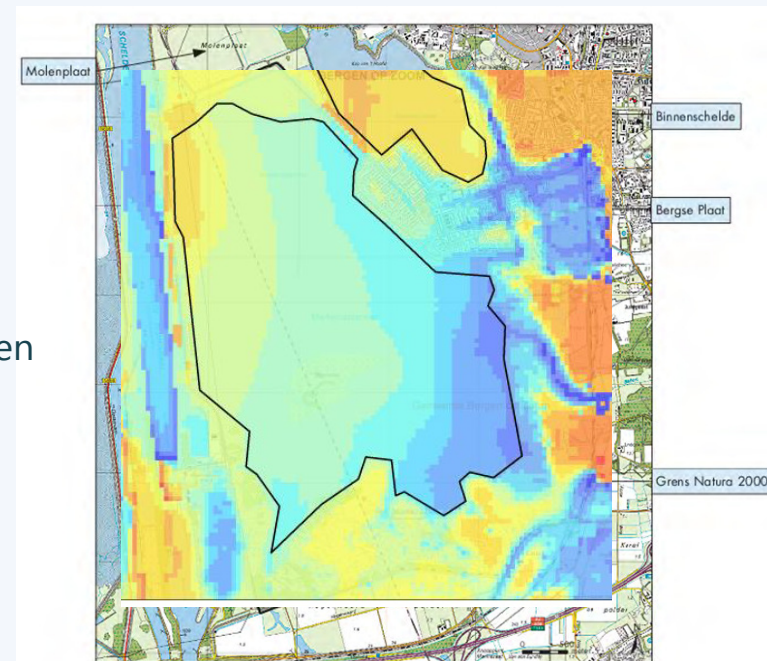
Foto: Brabants Landschap

Ontwikkeling brakke terrestrische vegetatie

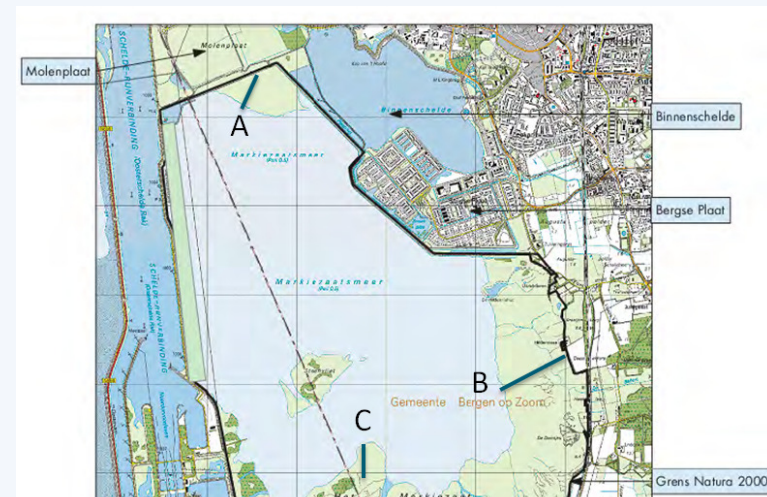
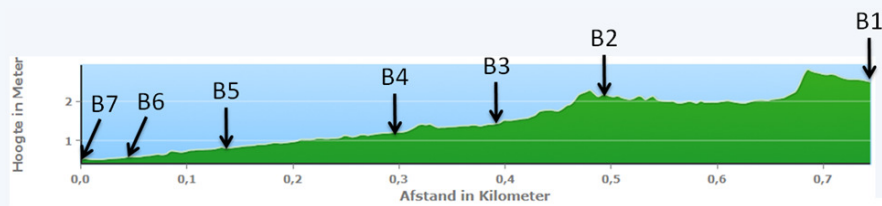
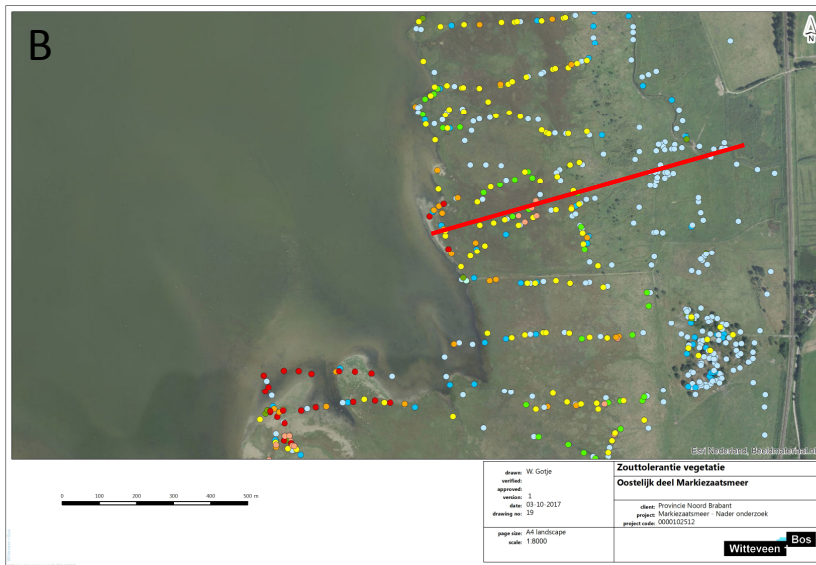
- Alle scenario's
- Startend met begrijpen zoet-zout gradiënten in het verleden en de huidige situatie
 - Daarna inschattingen per scenario

Zoet-zout overgang: huidige situatie

- Metingen EGV-diepteprofielen langs 3 bestaande zoet-zout overgangen
 - Bodembeschrijving, pH-metingen & vegetatiekarakterisering
 - Huidige vegetatie gebruikt voor bepalen gradiënten
 - 3 verschillende situaties:
 - **A**: weinig zoete kwel, vlakker en oude plaat
 - **B**: veel zoete kwel, meer relief en "vaste land"
 - **C**: weinig zoete kwel, meer relief en "vaste land"

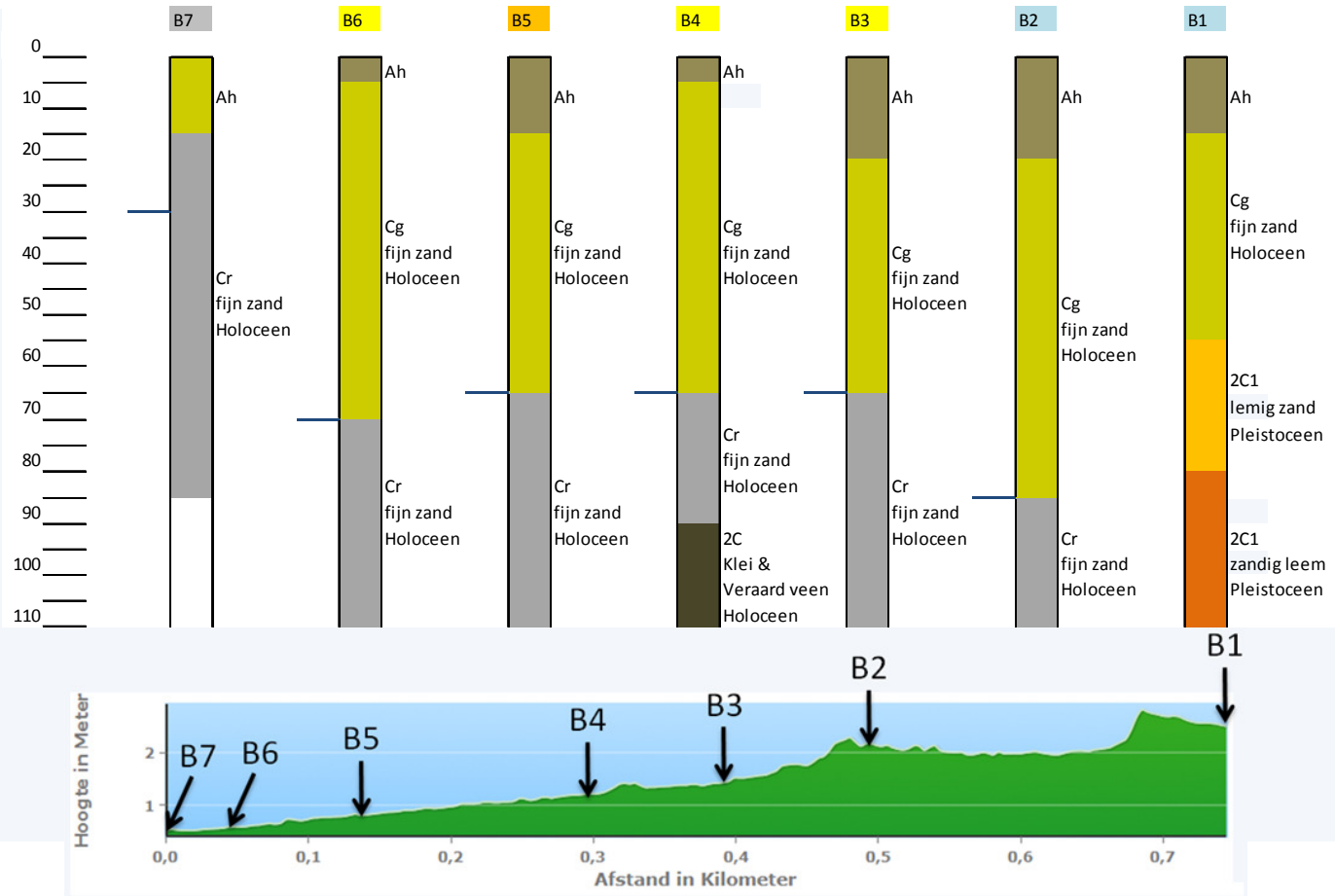


Witteveen **Bos**

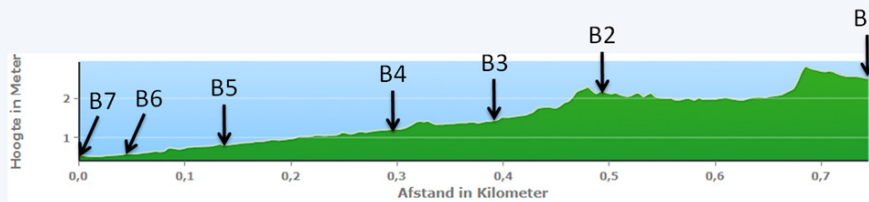
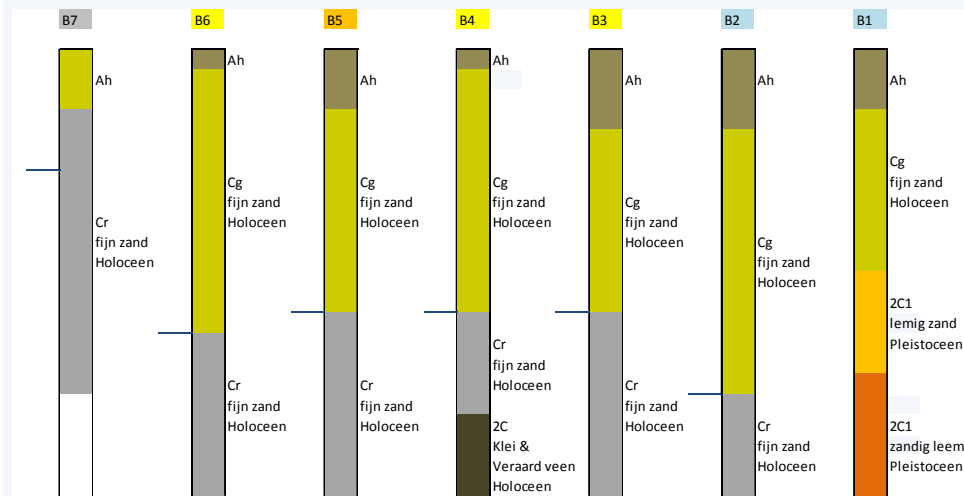


- Euhalin tot Hyperhalin, op bodem met zeer hoog tot extreem hoog chloorgehalte (> 2,3% Cl)
- Euhalin, op bodem met zeer hoog chloorgehalte (1,6 - 2,3% Cl)
- Polyhalin, op bodem met hoog chloorgehalte (1,2 - 1,6% Cl)
- Alfa - mesohalin, vooral op bodem met matig chloorgehalte (0,7 - 0,9% Cl)
- Alfa/Beta - mesohalin, bodem met gering tot matig chloorgehalte (0,5 - 0,7% Cl)
- Beta - mesohalin, bodem met gering chloorgehalte (0,3 - 0,5% Cl)
- Oligohalin, bodem met zeer gering zoutgehalte (0,05 - 0,3% Cl)
- Zout verdragend, toch vooral om zoutloze bodems (0 - 0,1% Cl)
- zoet

Witteveen **Bos**



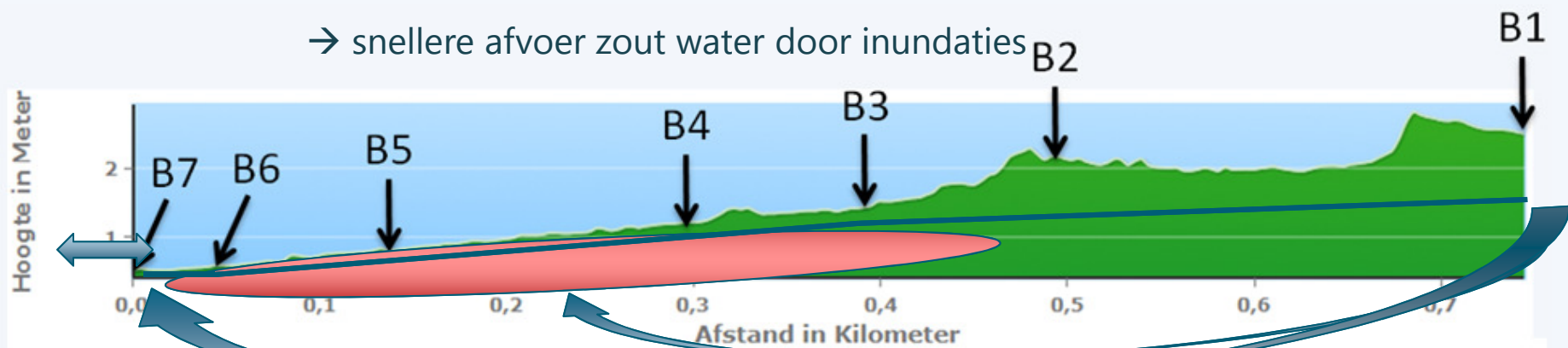
Witteveen + Bos



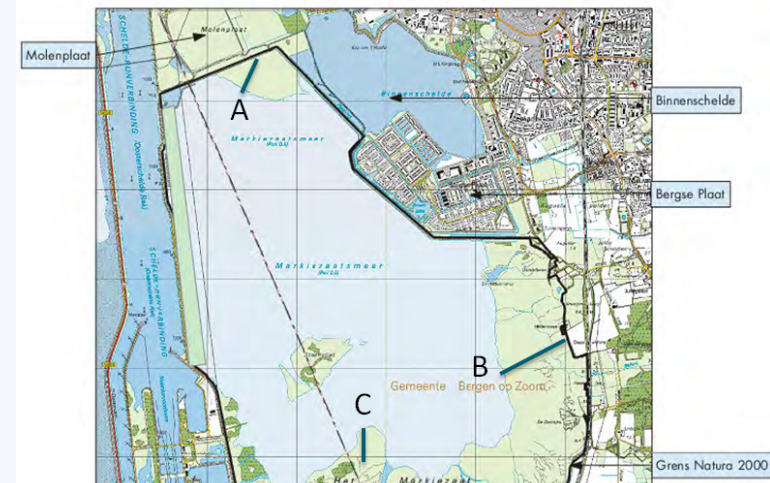
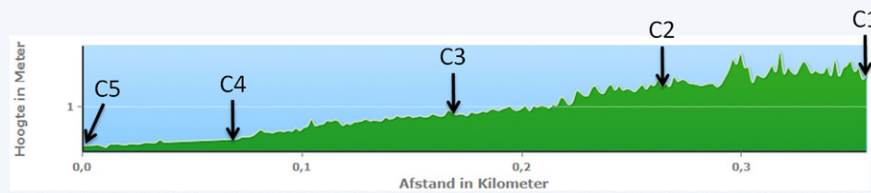
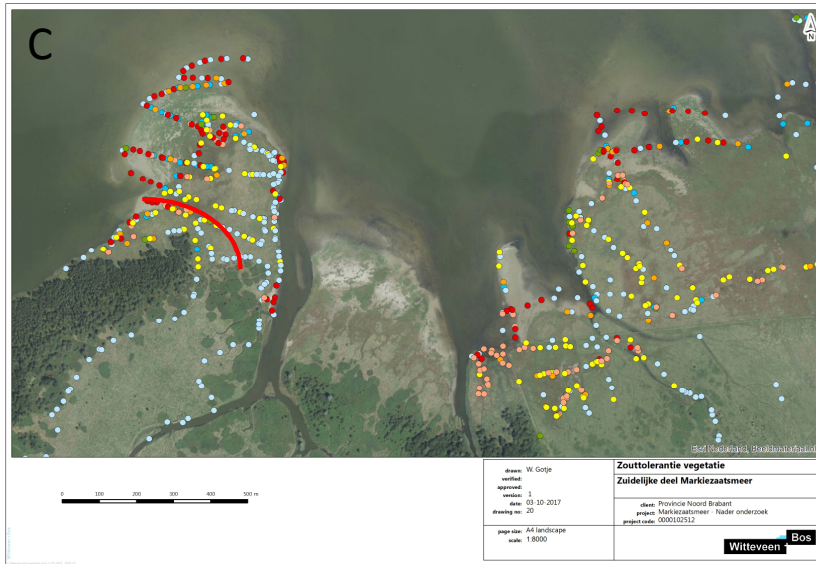
cm	EGV [$\mu\text{S}/\text{cm}$]						
	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1
5							
10	760	600	1660	330	340	100	30
15							
20							
25							
30							
35							
40	550	2650	2200	2070	880	190	60
45							
50							
55							
60							
65							
70	510	2320	1840	2110	600	330	100
75							
80							
85							
90							
95							
100	640	2160	1370	1710	620	260	950
105							

Hypothese zoet-zout overgangen

- "Bel" van zout water met er bovenop een (kleine) regenwaterlens die niet kan infiltreren
- Wortelzone kan stuk zouter worden in droge periodes of wanneer de kweldruk toeneemt
- Bij oevers → zoute water er uitgedrukt door hogere kweldruk langs het meer
→ snellere afvoer zout water door inundaties

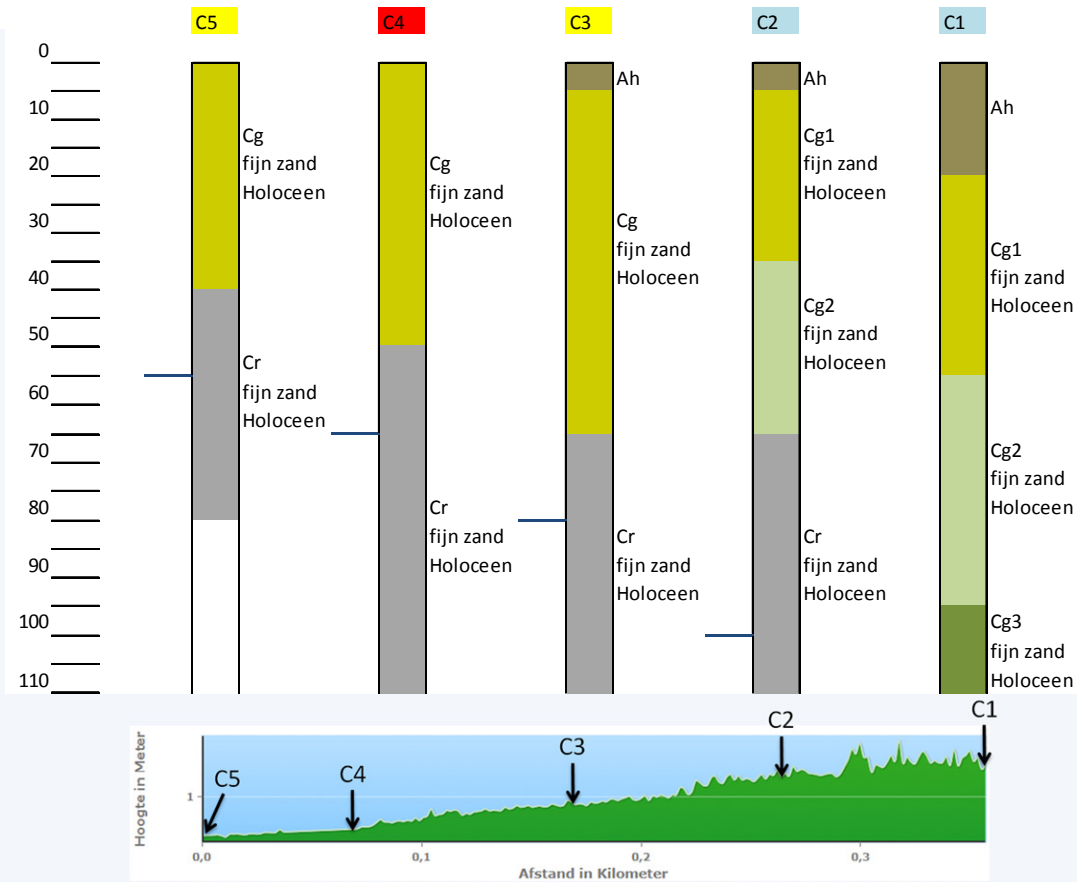


Witteveen **Bos**

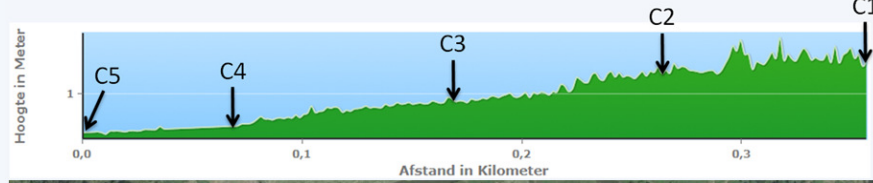
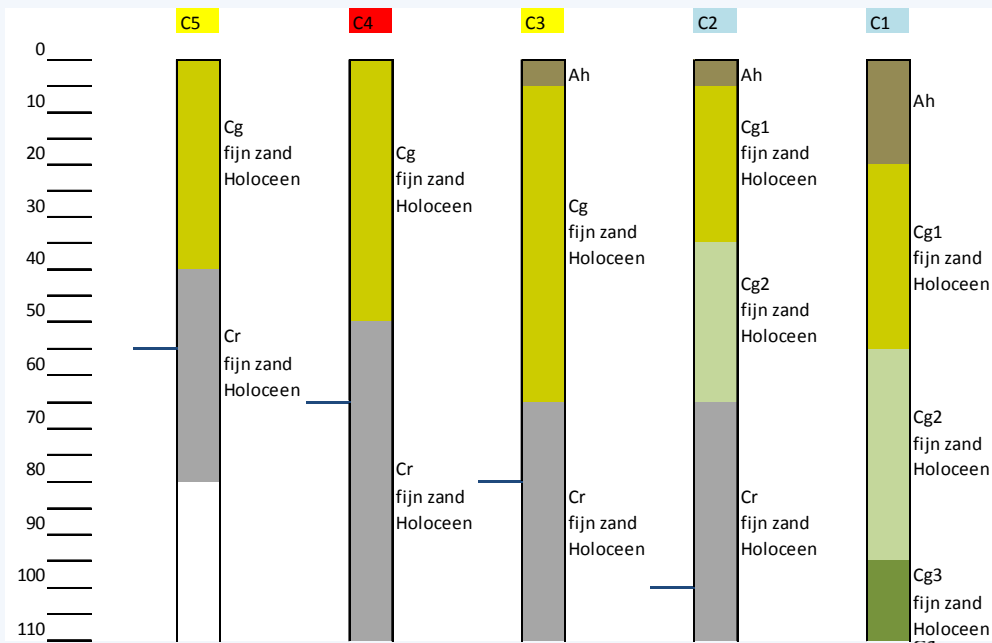


- Euhalin tot Hyperhalin, op bodem met zeer hoog tot extreem hoog chloorgehalte (> 2,3% Cl)
- Euhalin, op bodem met zeer hoog chloorgehalte (1,6 - 2,3% Cl)
- Polyhalin, op bodem met hoog chloorgehalte (1,2 - 1,6% Cl)
- Alfa - mesohalin, vooral op bodem met matig chloorgehalte (0,7 - 0,9% Cl)
- Alfa/Beta - mesohalin, bodem met gering tot matig chloorgehalte (0,5 - 0,7% Cl)
- Beta - mesohalin, bodem met gering chloorgehalte (0,3 - 0,5% Cl)
- Oligohalin, bodem met zeer gering zoutgehalte (0,05 - 0,3% Cl)
- Zout verdragend, toch vooral om zoutloze bodems (0 - 0,1% Cl)
- zoet

Witteveen **Bos**



Witteveen **Bos**



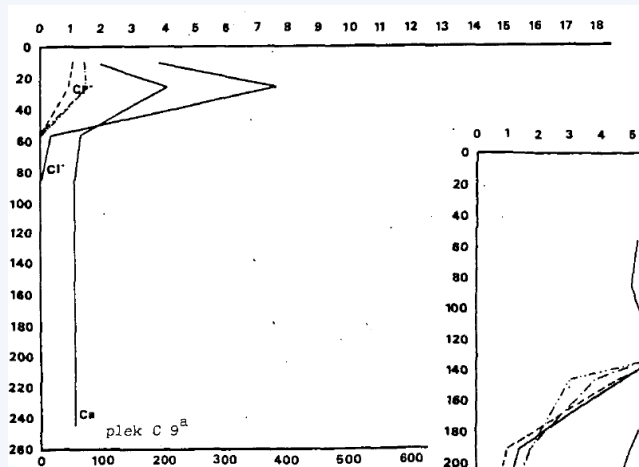
cm	EGV [$\mu\text{S}/\text{cm}$]				
	C5	C4	C3	C2	C1
5	730	410			
10					
15	510	1170	80	40	60
20					
25					
30			230		
35					
40					
45	440	3230	950	100	60
50					
55					
60					
65					
70	850	4560	1835	360	80
75					
80					
85					
90					
95					
100		3540	1670	480	80
105					



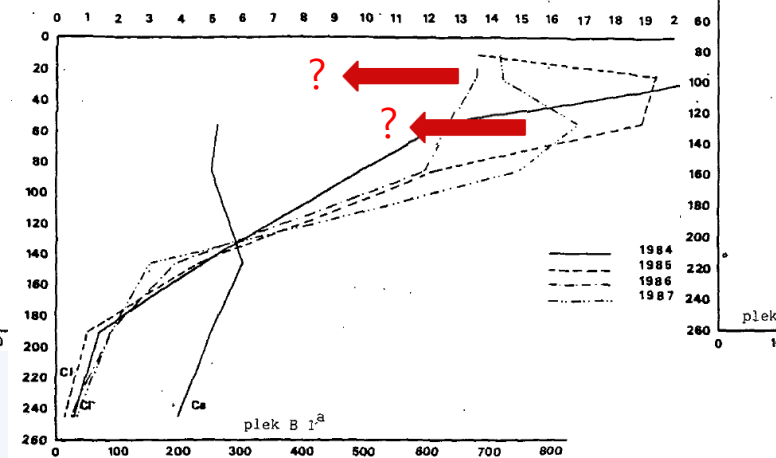
Zoet-zout overgang: “zoete” scenario

- **Enige verzoeting**, maar vermoedelijk kunnen **brakke soorten nog lang stand houden**
- Op basis van huidige data onmogelijk om in te schatten hoe lang ze het nog volhouden
→ **aanvullende monitoring** nodig (vegetatief en biogeochemisch)

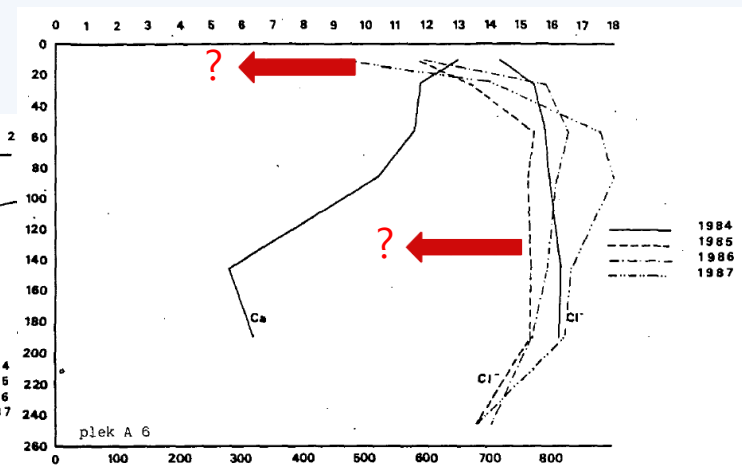
Zoet-zout overgang: "zoete" scenario



Kwelzone langs oever



Kwel onder brakke "bel"



Brakke "bel" zonder kwel



Zoet-zout overgang: “zoute” scenario met gemaal

- **Weinig aanrijking via laterale infiltratie** en **geen inundaties**
- Wel extra saltspray, maar effect is nog onduidelijk
- **Enige verzoeting**, maar vermoedelijk kunnen **brakke soorten nog lang stand houden**
- Op basis van huidige data onmogelijk om in te schatten hoe lang ze het nog volhouden



Zoet-zout overgang: “zoute” scenario via opening in de dijk

- **Weinig aanrijking via laterale infiltratie**, maar **wel inundatiegebied** (dagelijkse getij)
- Extra saltspray (effect is nog onduidelijk)
- **Uitbreiding van pioniersstadium in de inundatiezone** → gunstig voor brakke soorten
- **Hogerop vermoedelijk weinig effect**

Zoet-zout overgang: onderleidersscenario's

- Tijdens **langdurige inundaties** zal er **zoutaanrijking** optreden, maar onduidelijk hoeveel
 - **Onduidelijk hoe vaak dit nodig is** → meer monitoring nodig (biogeochemie)
- Langdurige inundaties zijn **zeer nadelig voor bestaande brakke vegetaties** (sterven af)
 - Aandeel kale bodem neemt toe → op termijn vermoedelijk wel weer brakke vegetatie
- **Effect hogerop is onzeker** → hier **korter inundatie**
 - Vermoedelijk een beperkt effect
- **Nu niet doen** → **wel mogelijk als brakke vegetaties hard achteruit gaan**
 - Monitoren (biogeochemie en vegetatie) en dan kan je later altijd tot actie overgaan

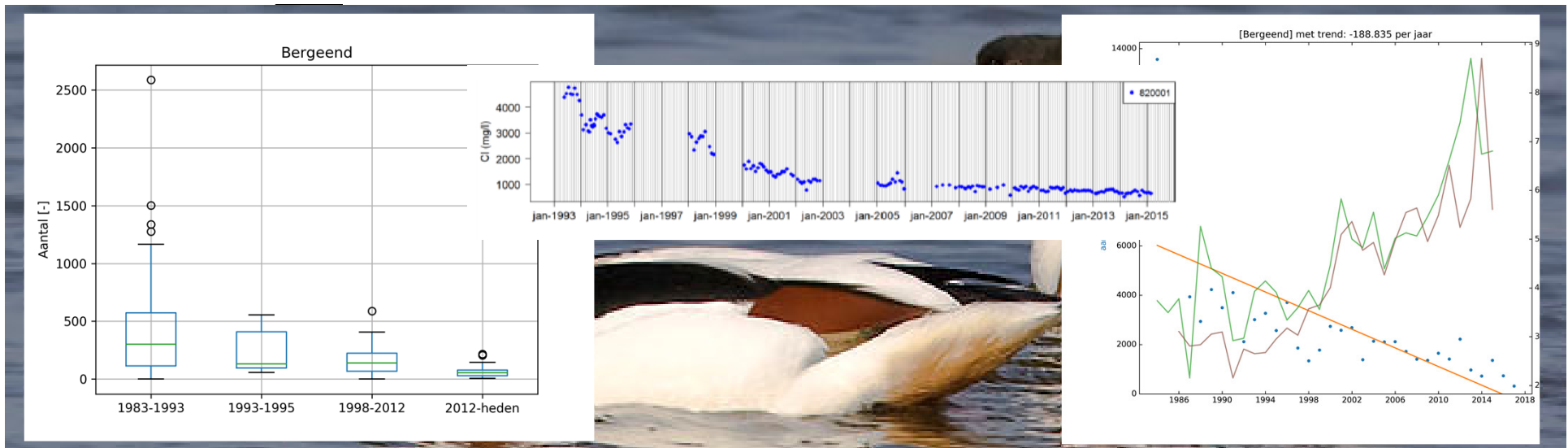
Conclusie

	Zoet	Zout "gemaal"	Zout "opening"	Onderleider
Cl-conc. (mg/L)	600 - 700	10.000	11.500	4.000 – 8.000
Peilverschil (seizoenaal; cm)	40 - 60	1	n.v.t.	40 – 60, maar eens in de ... jaar 1 m peilopzet
Peilverschil (dagelijks; cm)	0	0	30	0
Externe nutriëntbelasting	+/-	--	--	-
Lichtbeschikbaarheid	-	-	-	-
Nutriëntenhuishouding bodem	-	--	Niet van belang	--
Fytoplankton (algemeen)	-	-	-	-
Blauwalgenbloei	-	+	+	+/-
Macroalgen	+/-	-	-	-
Waterplanten	+/-	--	--	-
Terrestrische vegetatie (riet)	+	-	-	+/-
Terrestrische vegetatie (brak)	+/-	+/-	+	Eerst verlies en daarna mogelijk winst
Vissen	-	+/-	+	+
Vogels (zoet)	+	-	-	- (incl. klein risico voor lepelaars)
Vogels (zout)	-	-	+	+
Geraamde kosten (EUR; excl. BTW)	500.000	1.500.000 (+ 300.000 jaarlijks)	13.000.000	Tussen 3.000,000 en 5.500.000 (afhankelijk van variant)



Ontwikkeling vogelstanden

- Trendanalyse Markiezaatsmeer
- Vergelijking met (a) trends in Delta en Nederland & (b) abiotische condities (correlaties)
- Multiple lineaire regressie voor verklarende factoren in samenhang



Ontwikkeling vogelstanden (voorbeeld bergeend)

- Trendanalyse Markiezaatsmeer is negatief, terwijl de trend in de Delta en in Nederland positief is
- Verband met CI-concentratie en voedsel van de bergeend

Ontwikkeling vogels

- Uitleg kleuren:
 - Trendontwikkeling
 - Geen uitspraak over wel/niet halen van instandhoudingsdoelen

	MKZ (zoet)	MKZ (zout opening)	MKZ (onderleider)	Delta	Nederland
Lepelaar (broeden & foerageren)	+	+	+	+	+
Dodaars (broeden)	+	-	-		+
Kluut (broeden & foerageren)	-	+/-	+/-	-	-
Bontbekplevier (broeden & slapen)	-	+	+	-	+/-
Strandplevier (broeden)	-	+	+	-	-
Kleine zwaan (foerageren)	+	-	-	-	-
Gauwe gans (foerageren & slapen)	+	+/-	+/-	+	+
Brandgans (foerageren & slapen)	+	+/-	+/-	+	+
Krakeend (foerageren)	+	+/-	+/-	+	+
Meerkoet (foerageren)	+/-	+/-	+/-	-	+/-
Pijlstaart (slapen)	+/-	+/-	+/-	+/-	+
Wintertaling (foerageren)	+/-	+/-	+/-	+	+/-
Slobeend (foerageren)	+/-	+/-	+/-	+	+
Aalscholver (slapen)	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Smient (slapen)	-	-	-	-	-
Geoorde fuut (foerageren)	-	-	-	-	-
Fuut (foerageren)	-	-	-	-	-
Bergeend (foerageren)	-	+	+	+	+
Zilverplevier (slapen)	-	+	+	+	+
Kanoet (slapen)	+/-	+	+	+/-	+
Bonte strandloper (slapen)	-	+	+	+/-	+
Zwarte ruiter (slapen)	-	+	+	-	-

Witteveen + Bos

