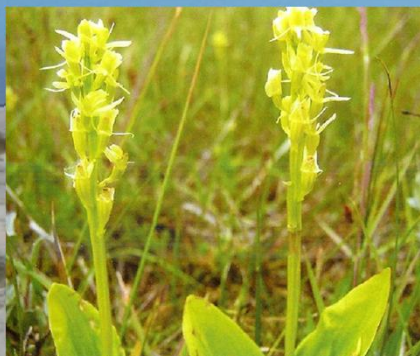




vrije Universiteit amsterdam

# Zoet/zout- en kalk-gradiënten op Borkum, Schiermonnikoog, Texel en Veermansplaat i.v.m. de levensvatbaarheid van de Groenknolorchis



*Pleter J. Stuyfzand, Ivan Estrada de Wagt, Donovan Amatirsat, Chantal van Bloemendal - Bland, Birgit Oskam, Danny van Loon, Henk Everts, Ab Grootjans*

o+bn



Ministerie van Economische Zaken,  
Landbouw en Innovatie

**KWR** Watercycle Research Institute

Zoetwaterbeheer en de rol van wetenschappelijk onderzoek, 17-5-2015

# Aanleiding en doel

## AANLEIDING

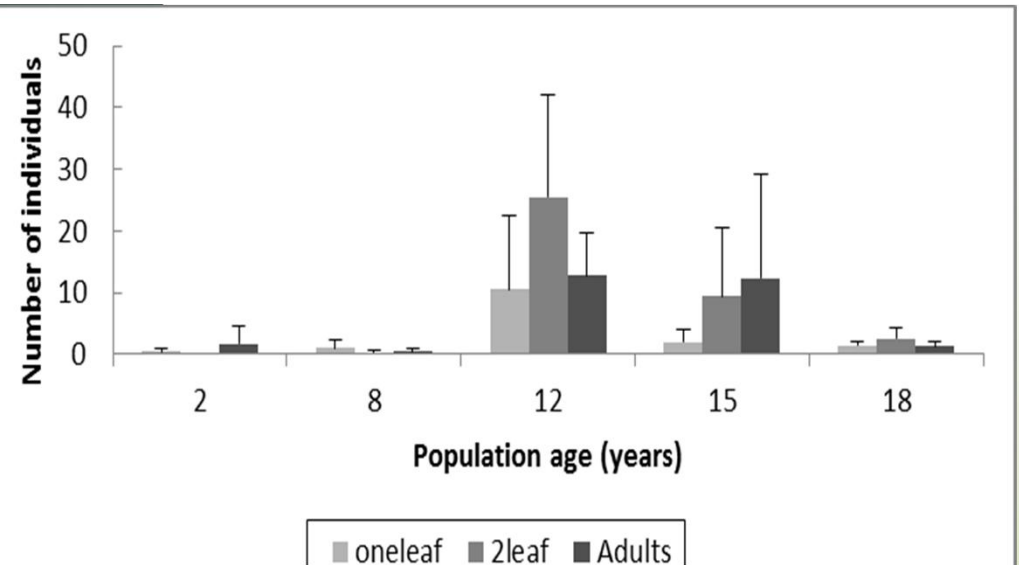
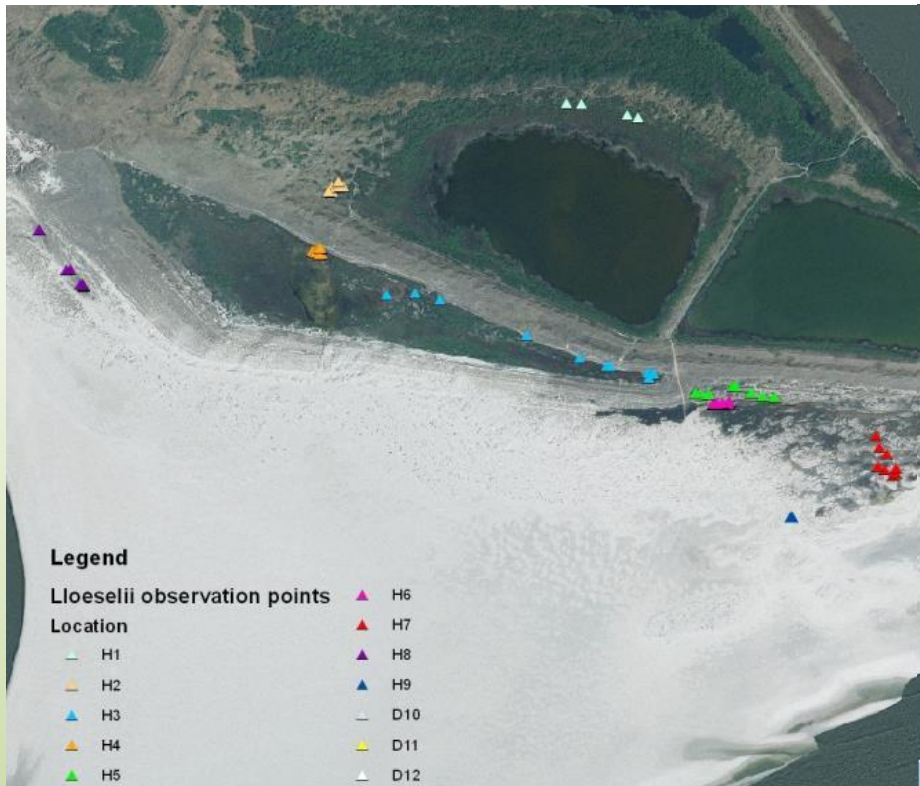
- *Groenknolorchis* (GKO) = bedreigde + beschermde orchidee (Natura 2000), pioniersoort van jonge, natte, kalkrijke duinvalleien. Zeldzaam.
- OBN wilde weten wat dynamisch kustbeheer kan betekenen (kerven zeereep, doorbreken stuifdijken, stimuleren verstuingen, vergroten getijdenampl in Grev, zandsuppleties etc.) en CC.

## DOEL

- Vastlegging van hydrol + hydrogeochem omstandigheden op 4 eilanden waar GKO in zoet/zout gradienten voorkomt
- Modelleren van effecten van ingrepen en CC op standplaats GKO

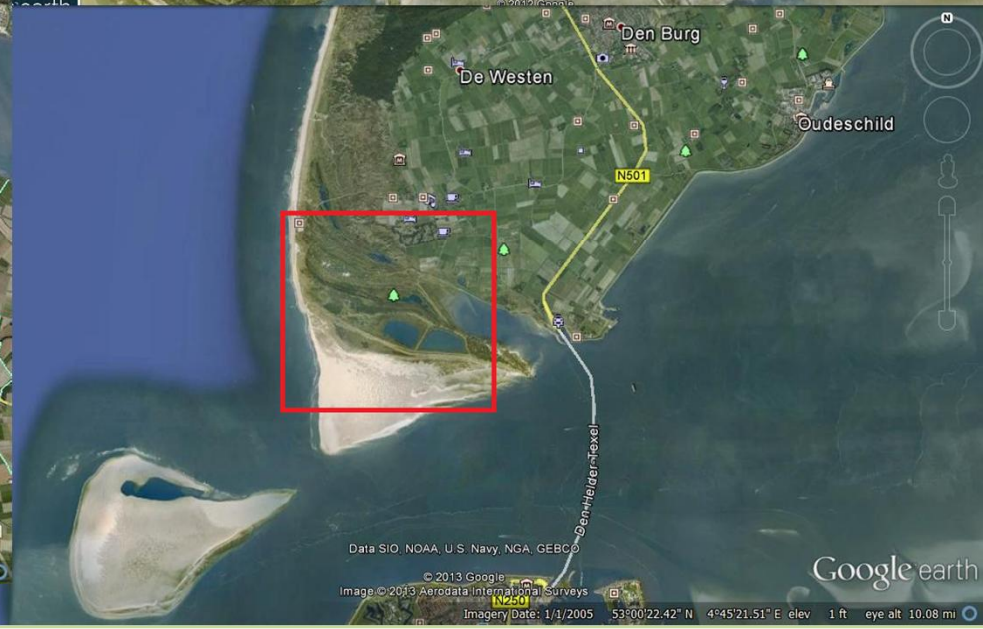
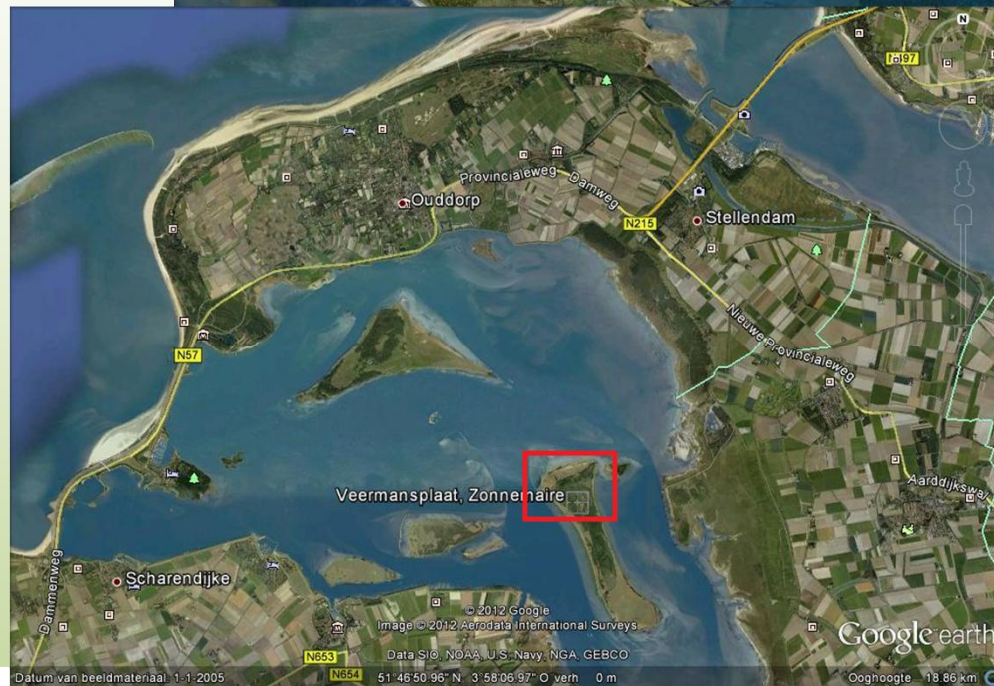
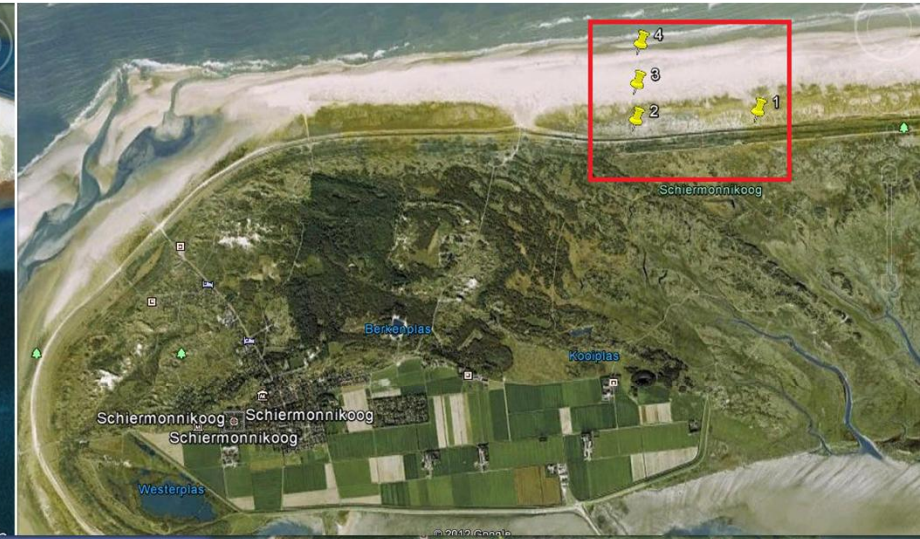


# GKO op Z-Texel (Hors) houdt het max 20 jaar vol, zoekt kalkrijke plekken met incid. inundatie



Jaar	2000	2003	2006	2009	2010
n GKO Borkum-O	2.541	3.167	11.317	759	2.980
Eiland (2010)	Texel	Vlieland	Tersch	Schier	Amel
Aantallen Groenknolorchis	3.754	312	1.443	889	244

# De 4 ei- landen



# Aanpak Hydrol/hydrogeochem. deel

- Ronselen en instrueren 3 MSc Hydrogeol. + 2 BSc AW-studenten VU
- Literatuuronderzoek en databanken (GWS, ZWS, AHN, chemie)
- Veldwerk op 4 eilanden in periode oct.2012-aug.2013
- Plaatsing 4 piezometernesten (5, 10, 15 en 20 m-NAP) via sondering op Schier, + enkele 3-5 m diepe peilbuizen op Schier, Texel, Veermansplaat.
- Bemonstering van peilbuizen, divermetingen GWT
- Plaatsing 90 ondiepe schroefboringen, waarmee 900 grw-monsters
- Lab analyse 410 monsters op 44 par: macropar, nutriënten en SEN
- Patroonanalyse
- Modellerings met HYDROLENS en DUVELCHEM



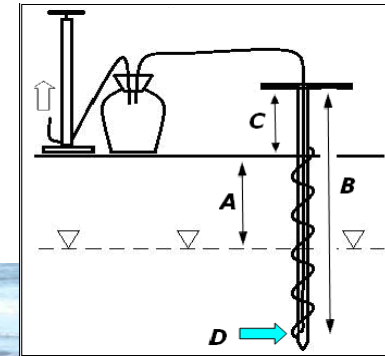
# Sampling with VU's spiral drilling equipment (hollow stem auger)

## Advantages:

1. Hand drilling feasible
2. Direct sampling possible, also of gases in unsat zone.
3. Yields detailed hydrochemical profile (e.g. each 0.1 m)

## Limitations / problems:

1. Depth <5 m BGS
2. Snap shot only (not permanent observation well)
3. Filtration of water samples can be difficult
4. Corrosion of metal parts



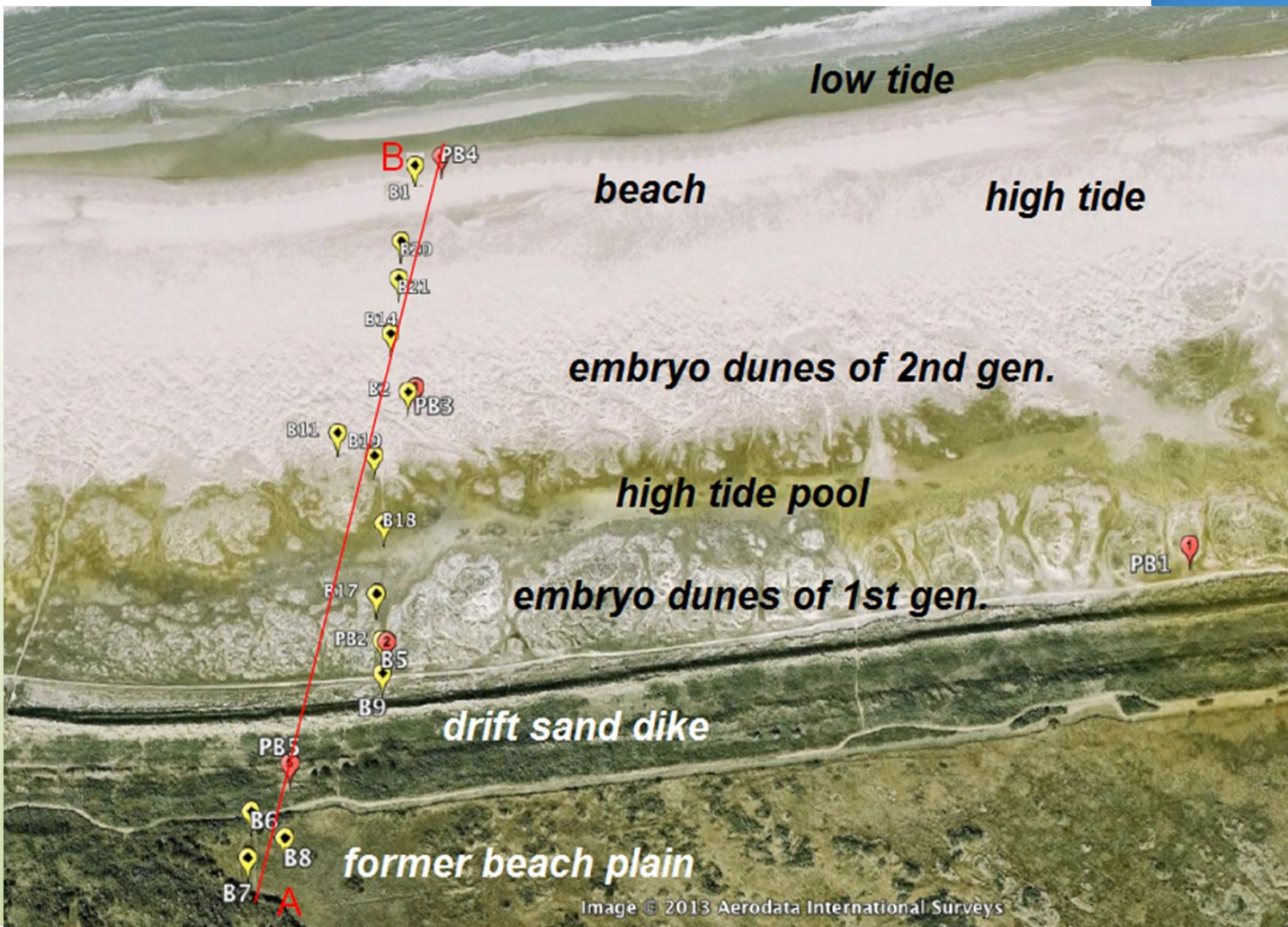
	HYDROLENS	DUVELCHEM
	Zoetwaterlens op zout	Kwaliteit ondiep duinwater
Software	EXCEL	EXCEL
Hoofd Input	Systeem: langwerpig, cirkelvormig eiland, regenwaterlens	Neerslag (P), lucht-temp, SLR
	Temp, EC, Cl van zoet en zout grondwater	Bulk regenwaterkwaliteit ##
	Nuttige neerslag (R)	Afstand kust (HWL), regio
	Breedte duinstrook	Begroeiingstype
	Doorlaatvermogen	Diepte meetpunt
	Porositeit (eff)	Start landschap (fixatie)
	Stijging zeespiegel	Huidige ontkalkingsdiepte (OD)
	Polderpeil	Kalkgehalte onder OD
	Verandering in ligging kustlijn	
Hoofd Output	Positie grondwaterspiegel	R, GWT
	Diepteligging zoet/zout	Chem: zeezouten
	Dispersieve menging zoet/zout	Chem: luchtverontreinigingscomp
	Lengte zoetwatertong onder zee	Chem: kalk-koolzuur
	Groeitijd lens	Chem: NO3, NH4, Silicaatverwerking
	Dichtheid zoet en zout grondwater	Chem: Fe, Mn, DOC, O2
	Volume zoet grondwater	Ontkalking
	Stroomsnelheid zout grondwater onder lens (incl. #)	Verzuring
	Effecten van:	Effecten van:
	Verandering in temp, R	Verandering in temp, P, grwstand
	Dichtheid zout	Verandering in begroeiing, kalk
	Kustverbreding / zeespiegelstijging	Kustverbreding / zeespiegelstijging

##: aanbevolen optie om standaard tijdreeks te importeren, met regionale verschillen

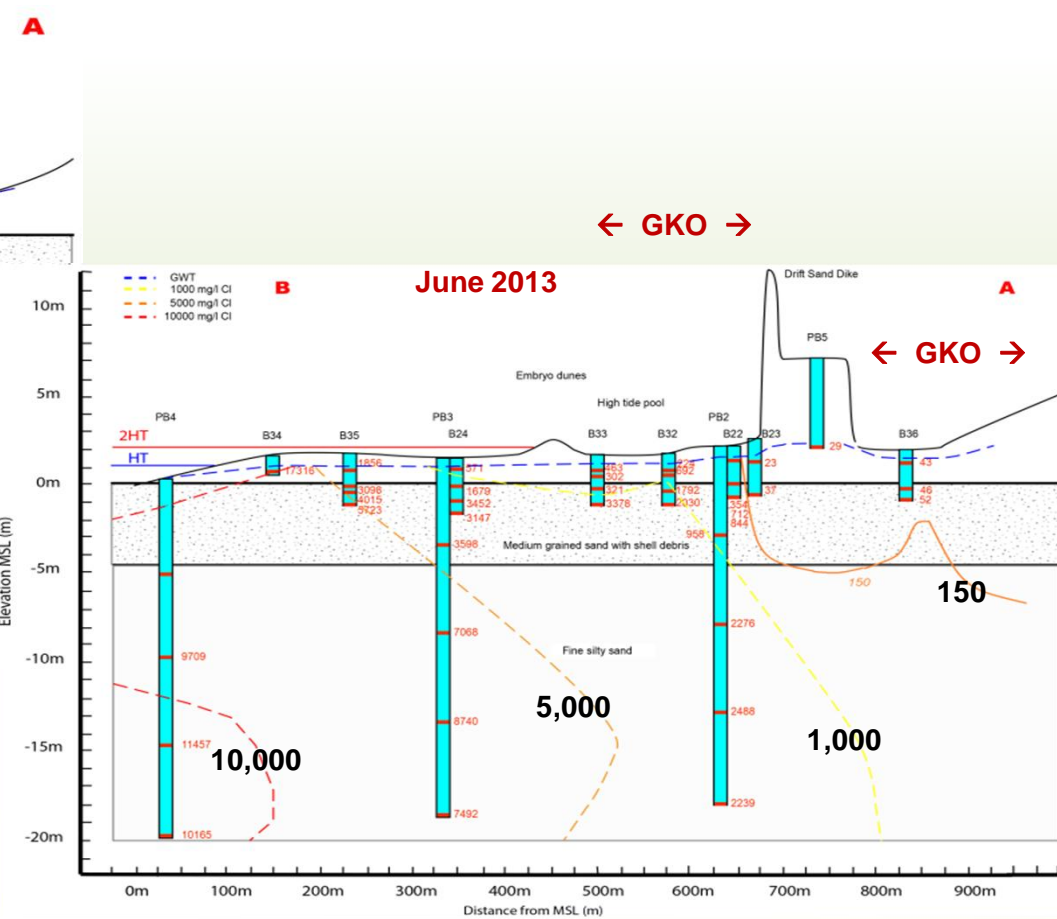
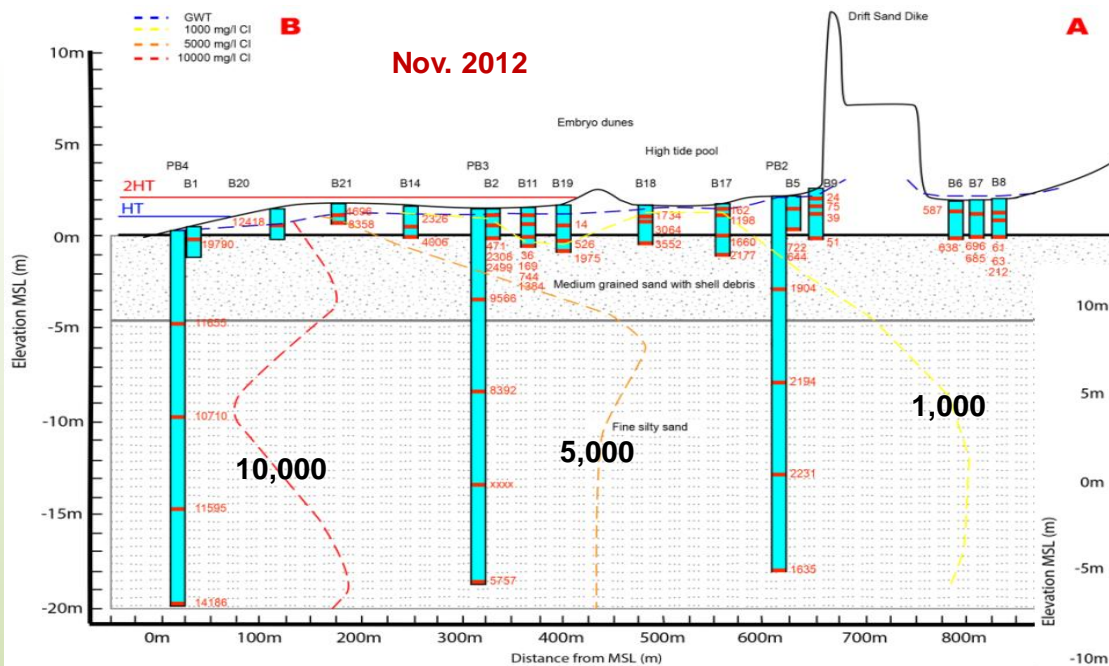
## Locatie hoofdtransect Groene strand, Schier



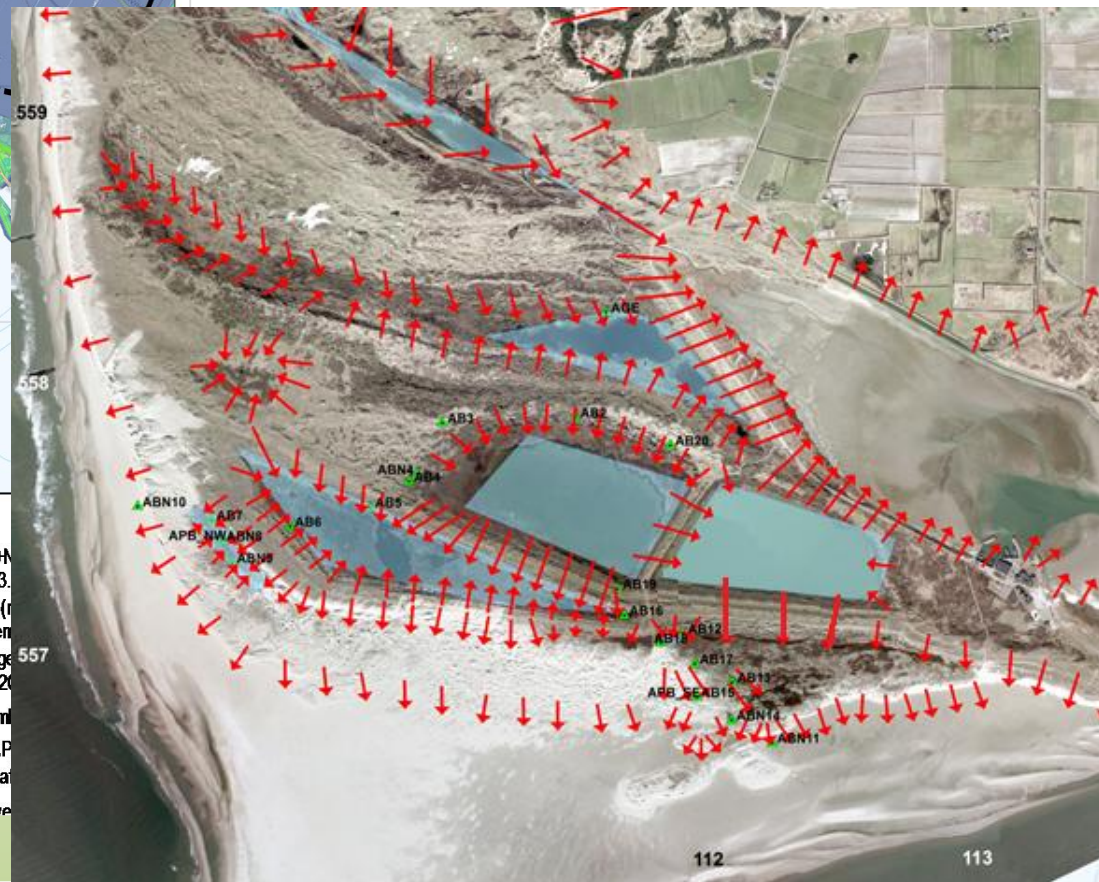
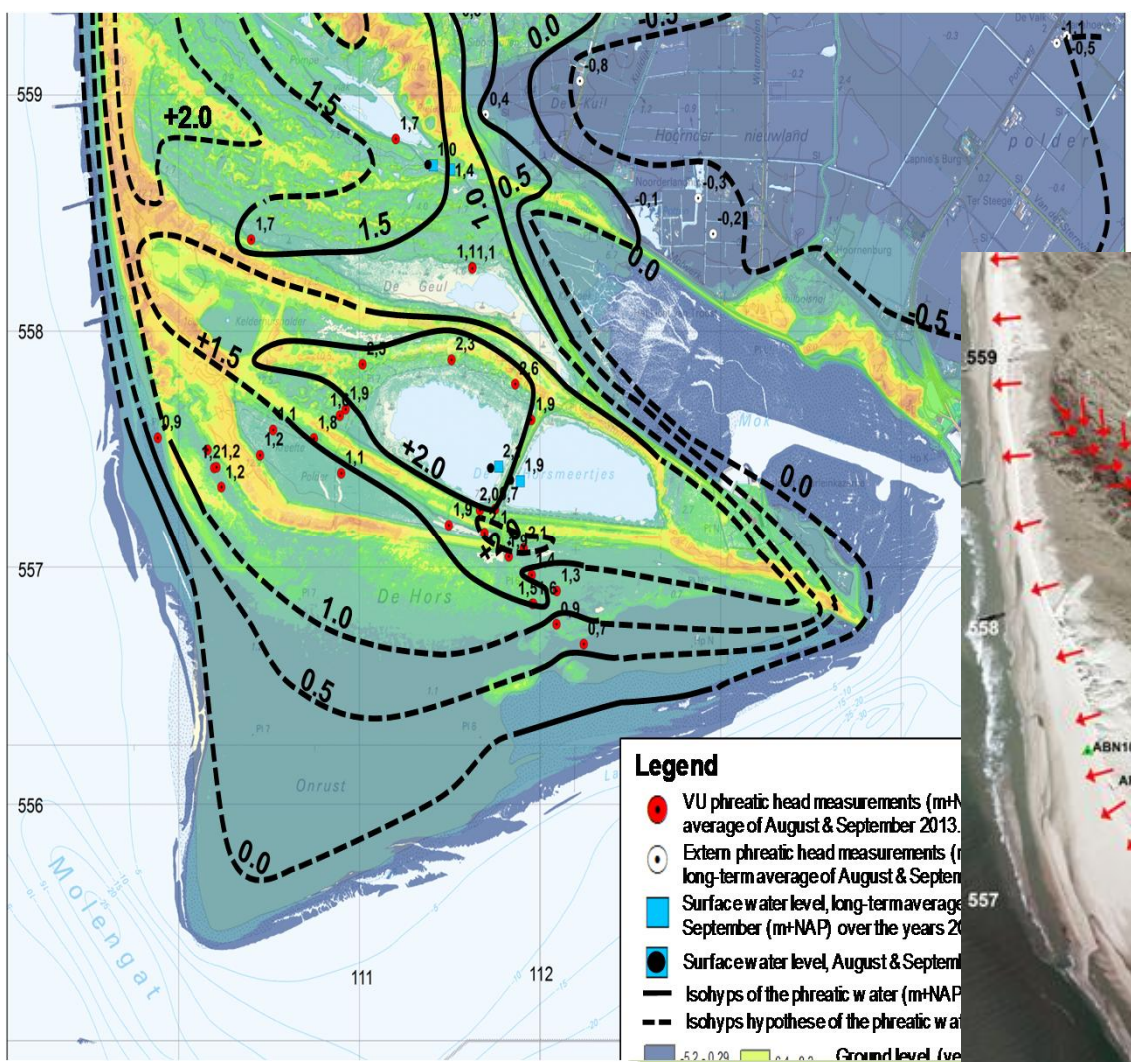




# Hoofdtransect Groene Strand, met chloride verdeling → kleine lenzen, stuifdijk belangrijk



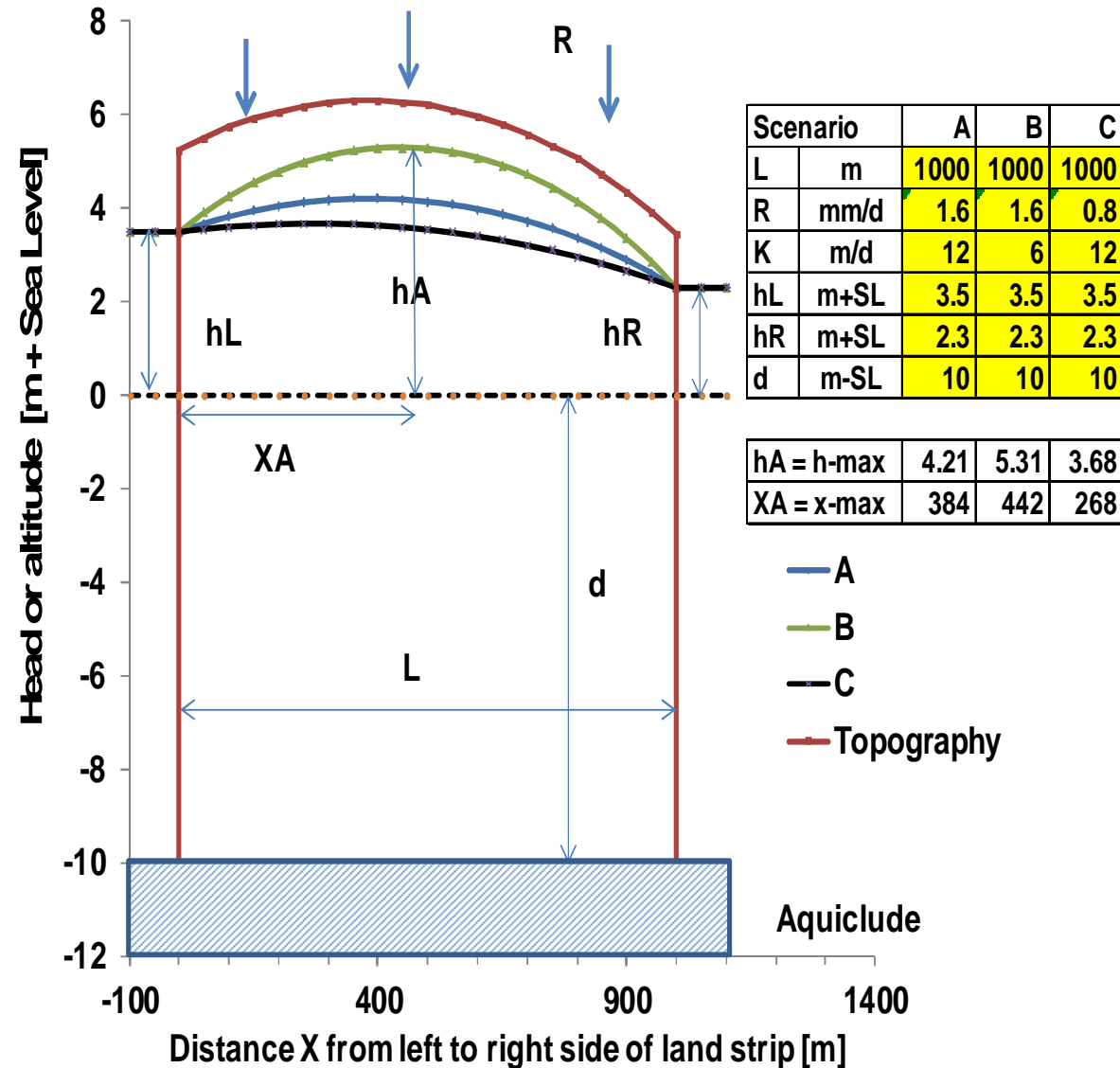
# ZW-Texel, De Hors



Berekening van grondwaterstanden onder langwerpige duinruggen.

Maar wat als we meeste voeding via duinvalleien hebben tgv waterafstoting droge duinbodem?

$$h(x) = \sqrt{\left(\frac{R}{K}\right) \cdot (L \cdot x - x^2) + \frac{x \cdot ((h_2 + d)^2 - (h_1 + d)^2)}{L + (h_1 + d)^2}} - d$$



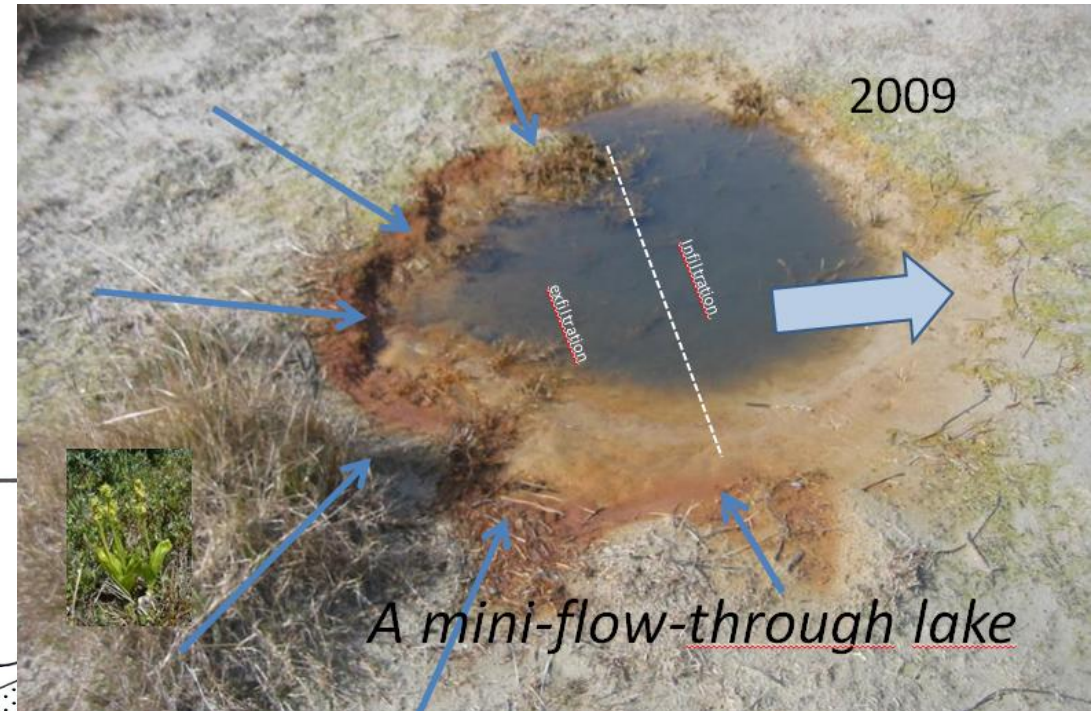
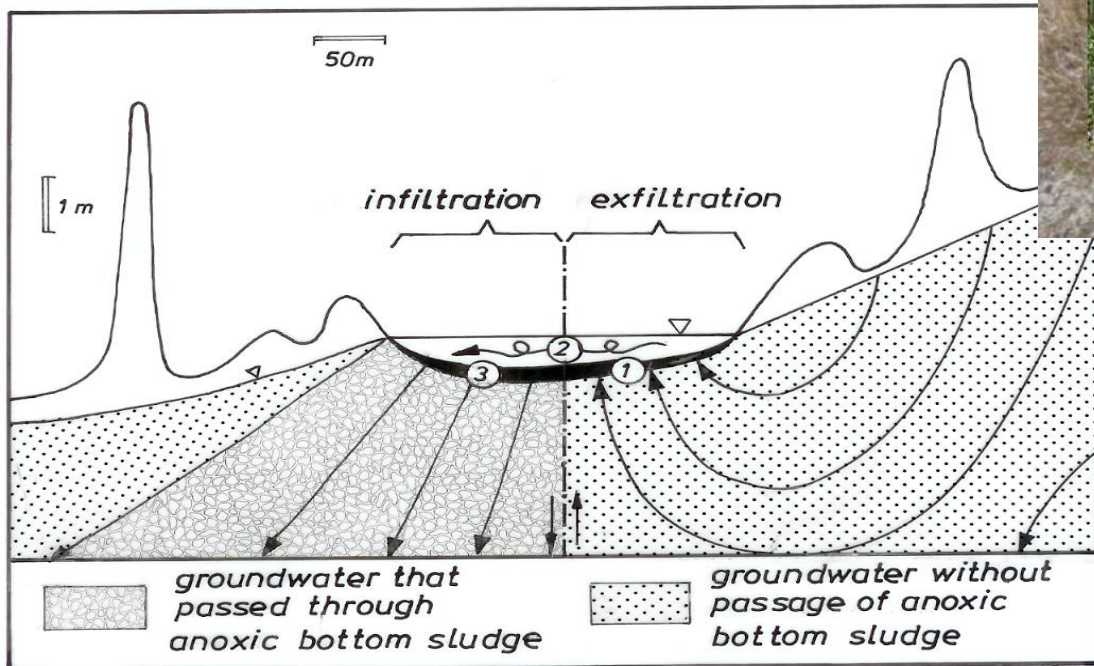
# Examples of surface runoff on dune sand



# Rietvelden aan voet van stuifdijk, kwel vanuit Horsmeer



# Principle of a flow-through lake (Stuyfzand, 1993)

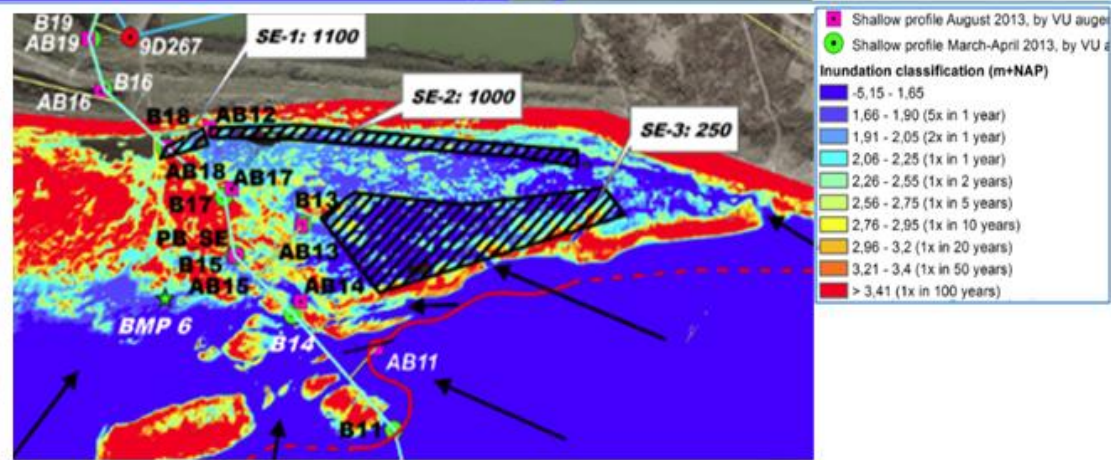
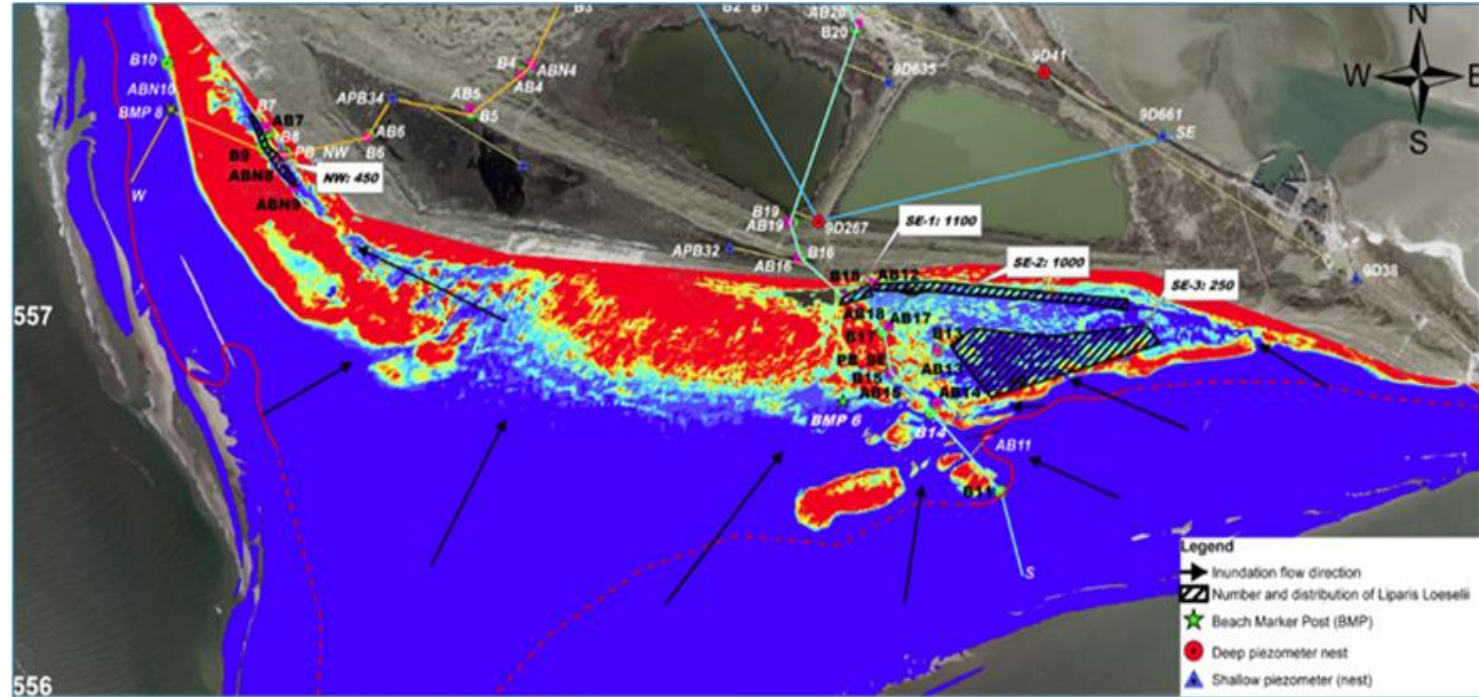


A mini-flow-through lake

picture by Ab Grootjans



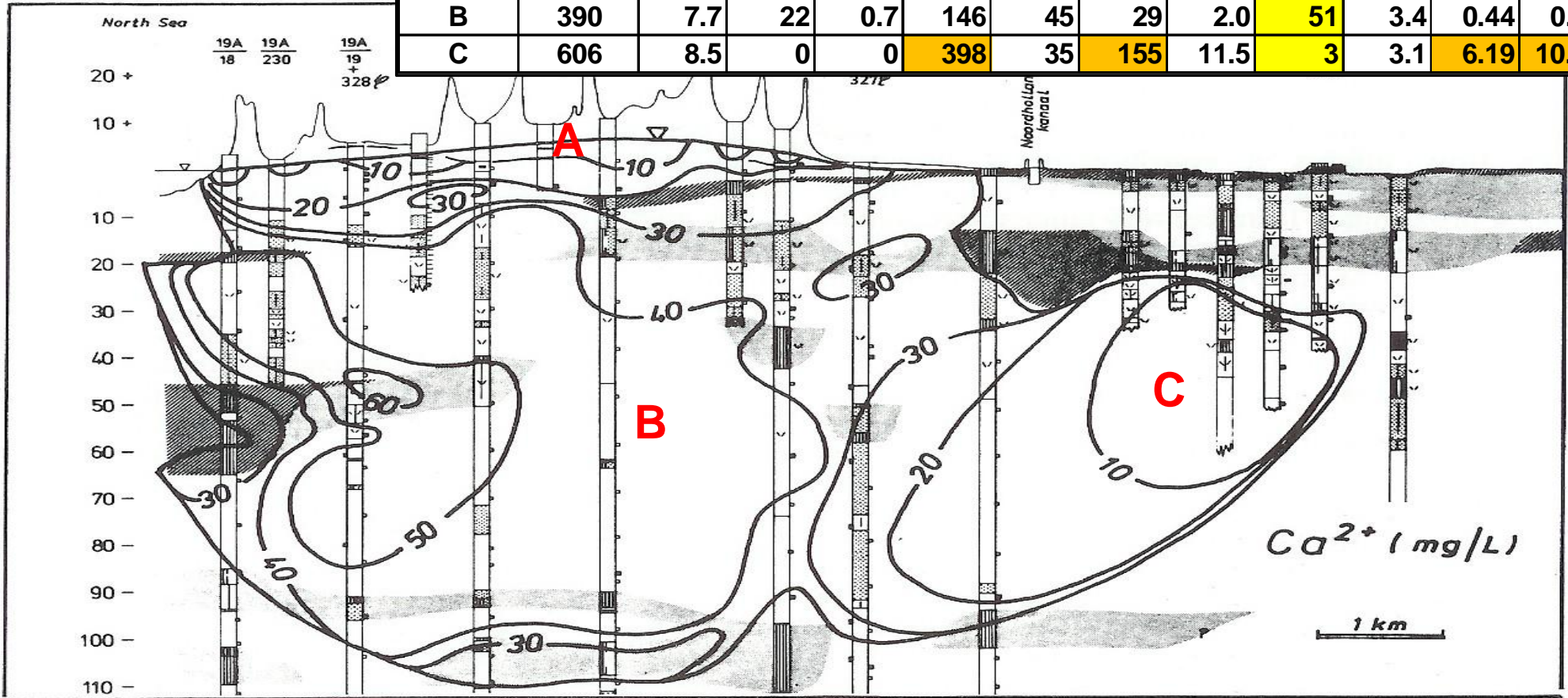
Frequentie  
zeewater-  
inundatie  
bepaalt  
zoutgehalte  
ondiepe  
grondwater,  
en nog meer...



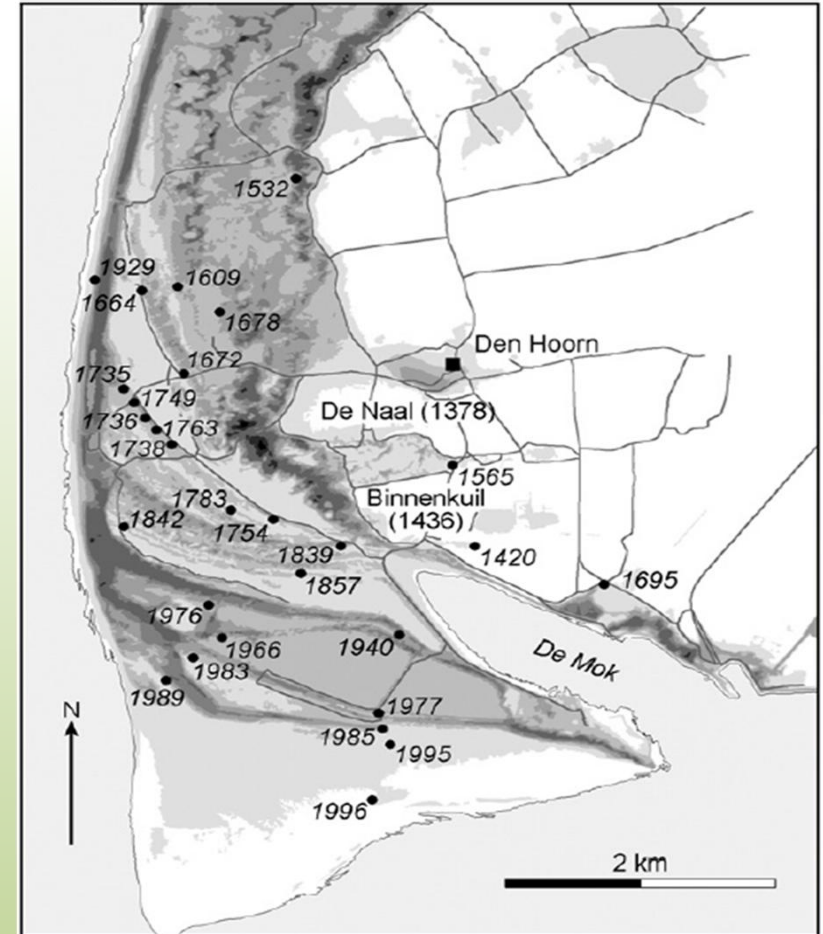
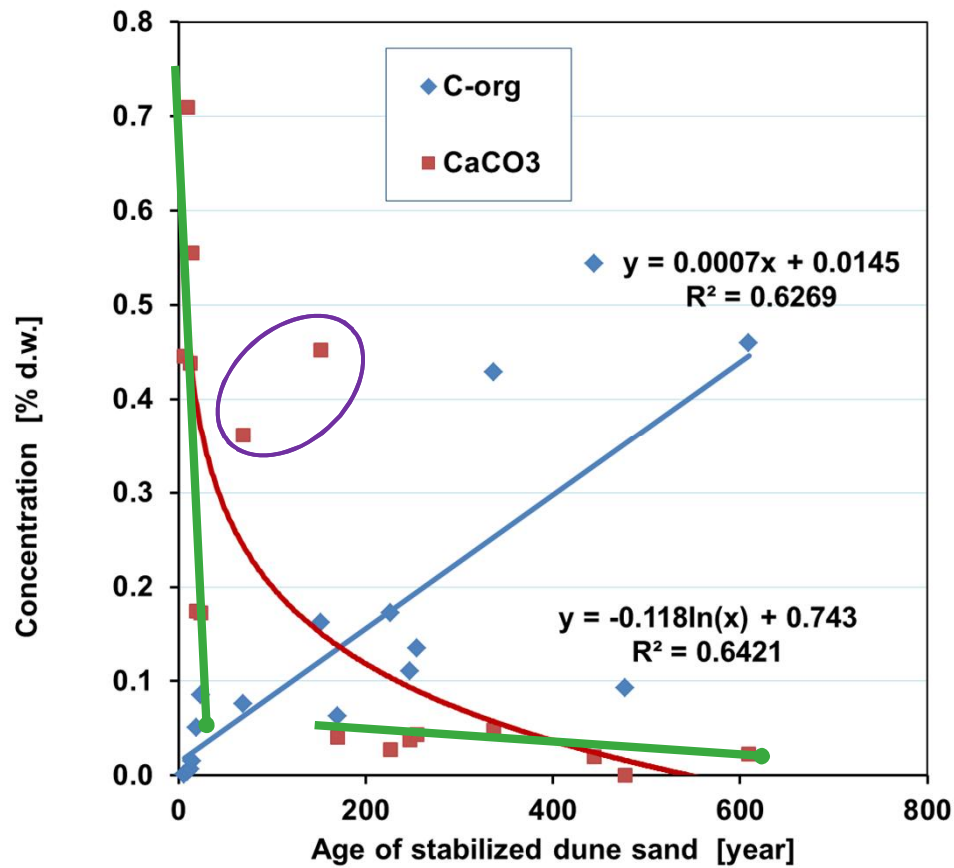


# Lage Ca concentratie niet altijd tgv ontkalking

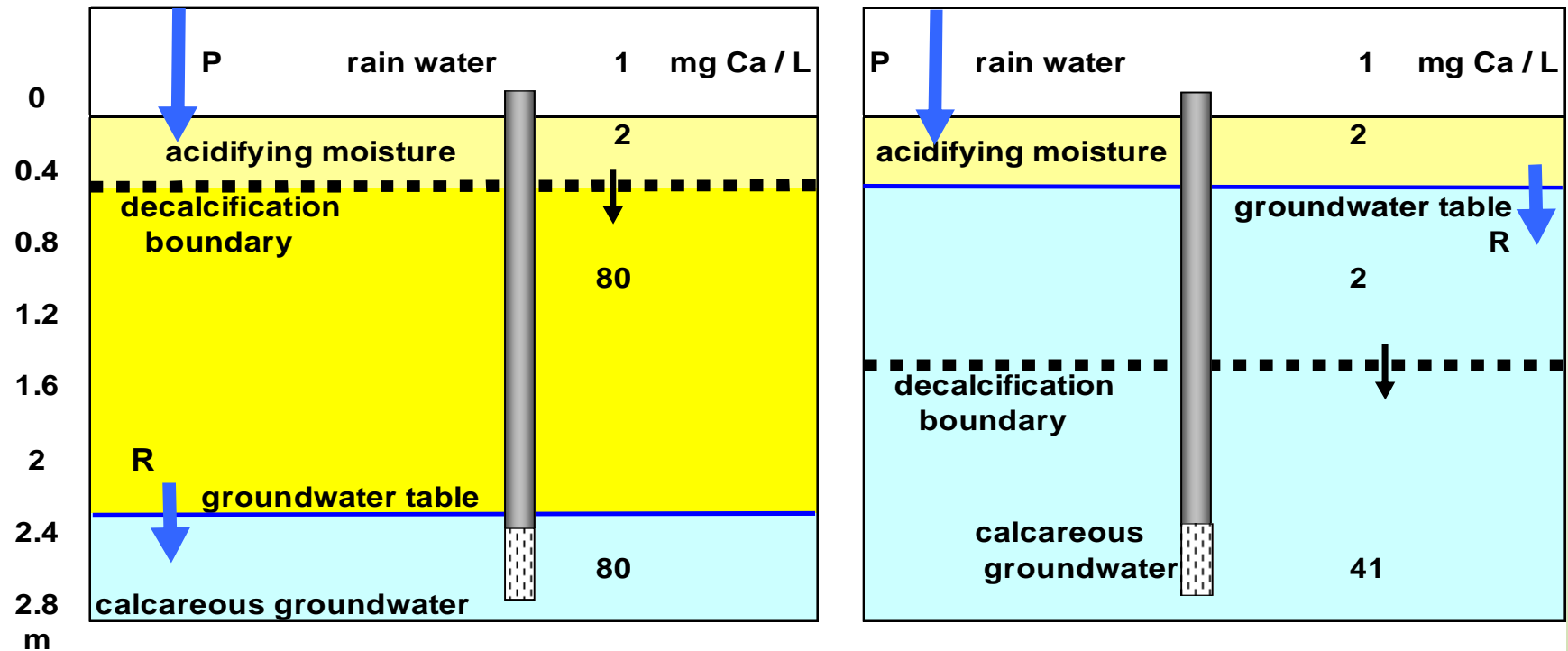
Sample No.	EC 20oC uS/cm	pH	SO4	NO3	HCO3	Cl	Na	K	Ca	Mg	NH4	PO4
A	140	4.3	16	22.6	0	19	15	1.1	2	1.6	0.05	0.04
B	390	7.7	22	0.7	146	45	29	2.0	51	3.4	0.44	0.43
C	606	8.5	0	0	398	35	155	11.5	3	3.1	6.19	10.56



# Geochemie 0.1-0.5 m als functie van ouderdom duin (via luminescentie techniek)



# Ontkalking gaat soms snel en wordt trager als onder grondwaterspiegel



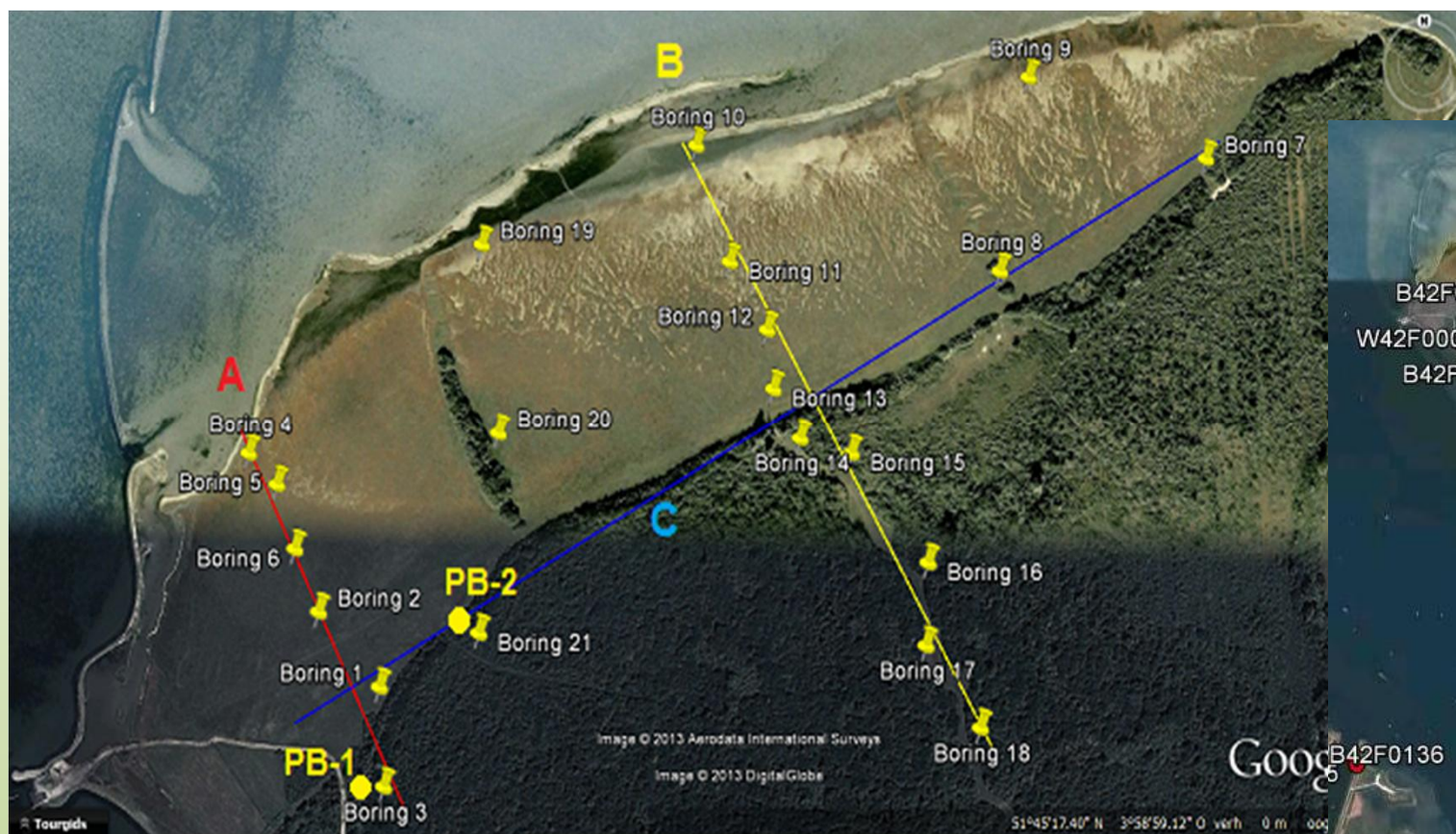
$$v_{\text{CaCO}_3} = D_C / t_{\text{DUIN}} \\ = 0.4 / 40 = 0.01 \text{ m/year}$$

$$v_{\text{CaCO}_3} = 2.5 (\text{Ca}_{\text{CO}_3} - \text{Ca}_{\text{UP}}) R / \{(1 - \epsilon) \rho_{\text{SOLID}} (\text{CaCO}_3)_0\} \\ = 2.5 \times (80 - 2) \times 0.4 / \{(1 - 0.4) \times 2.65 \times 0.5 \times 10^4\} = 0.011 \text{ m/year}$$

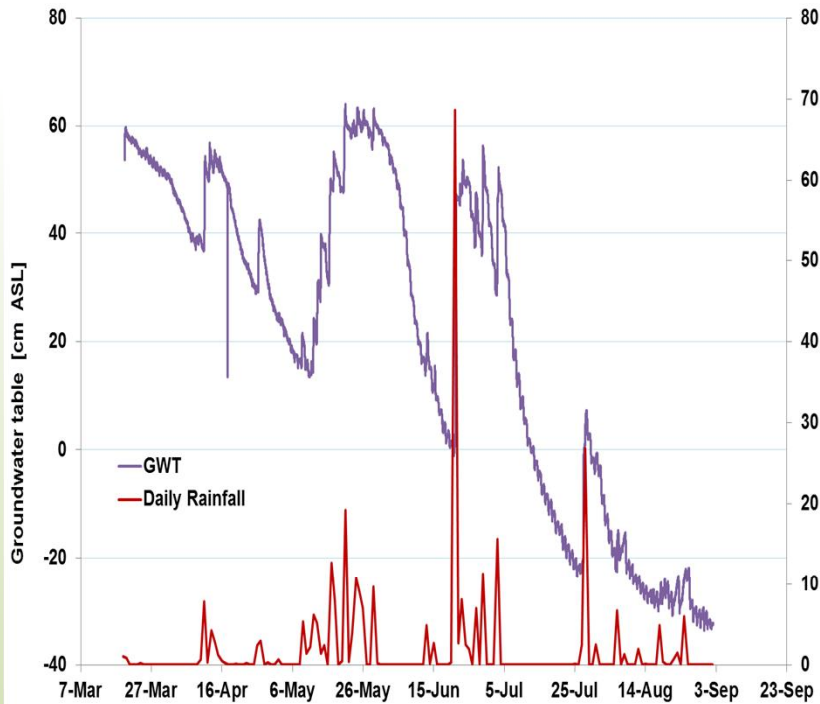
## Noordkop van Veermansplaat in maart 2013.



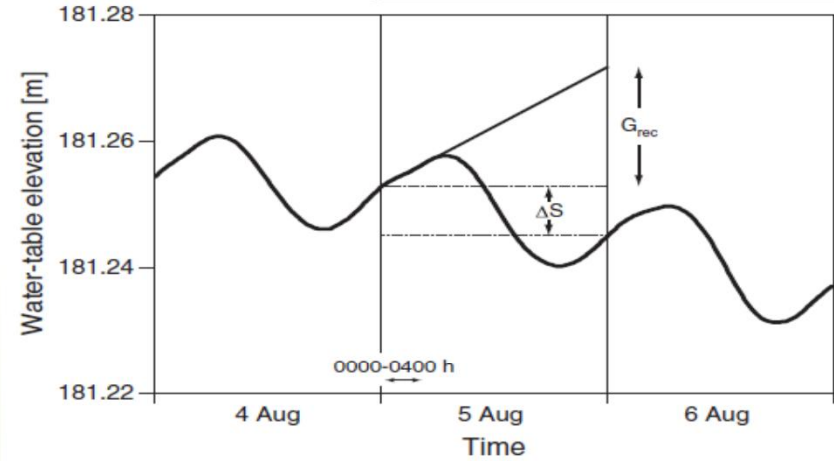
# Metingen op Veermansplaat (~4 km lang)



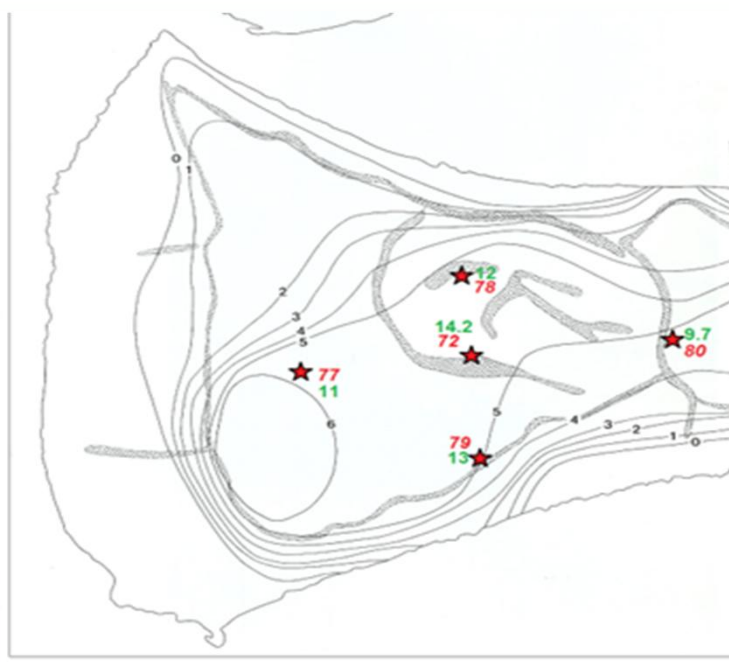
# Dagelijkse fluct → ET



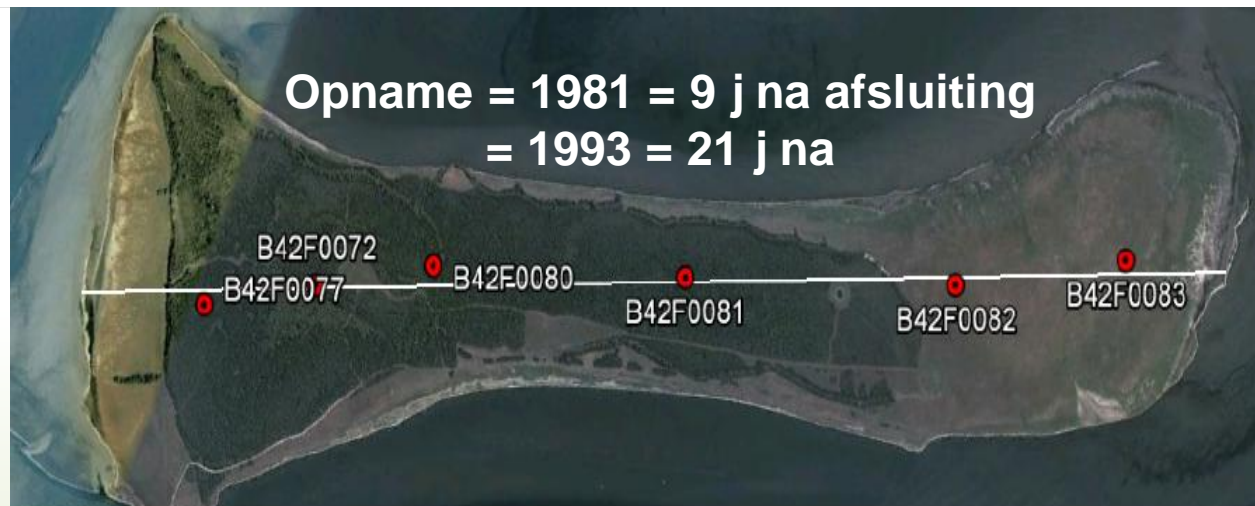
$$ET = f S_Y (G_{rec} + \Delta S)$$



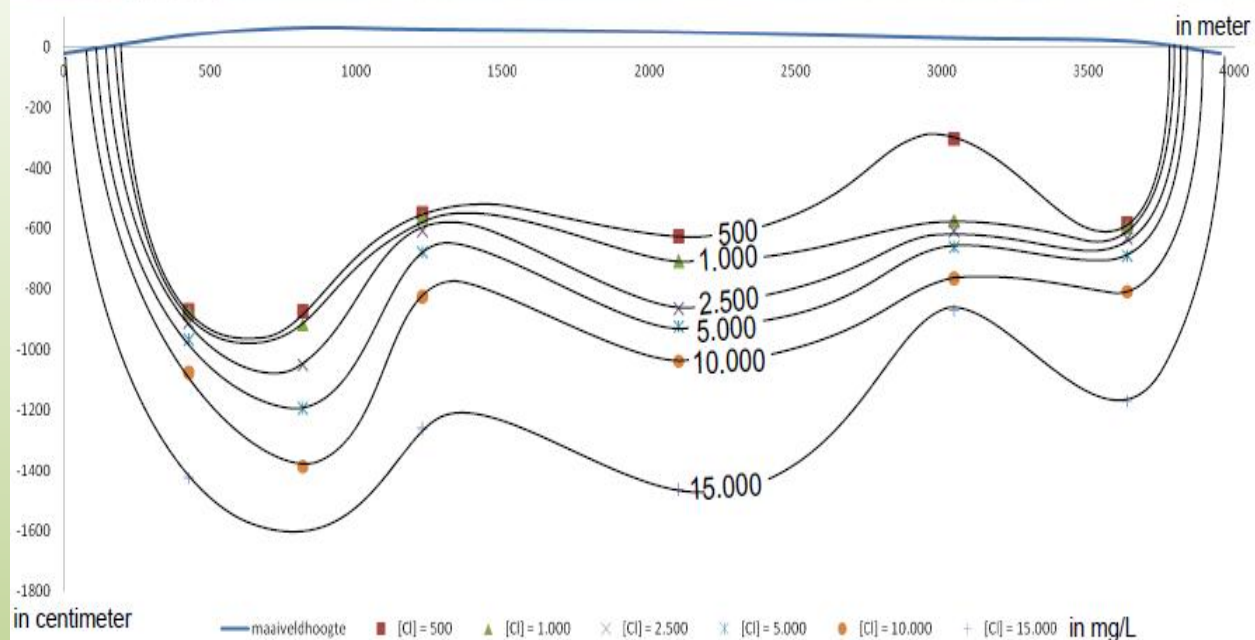
# De zoetwaterlens op Veermansplaat



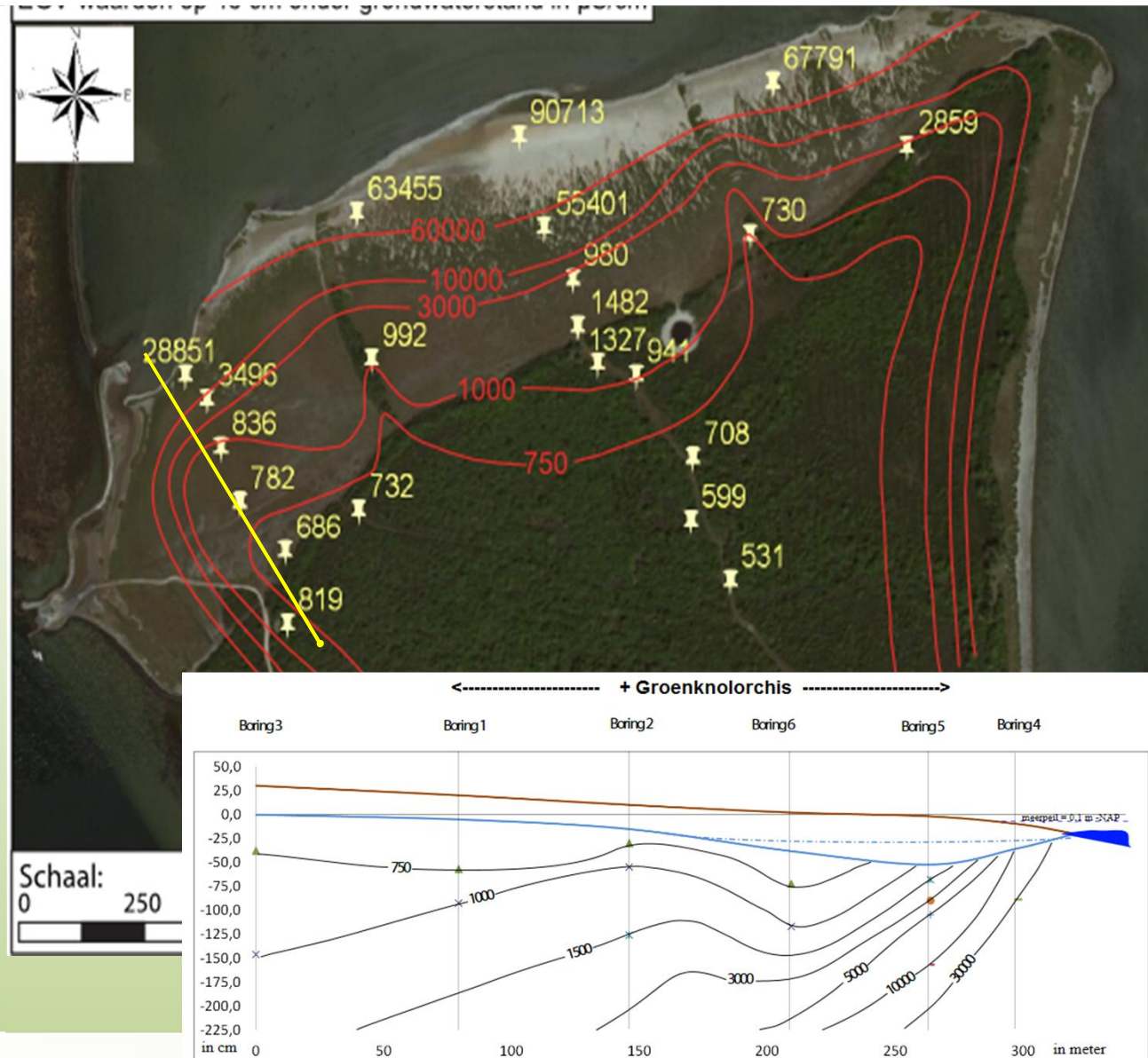
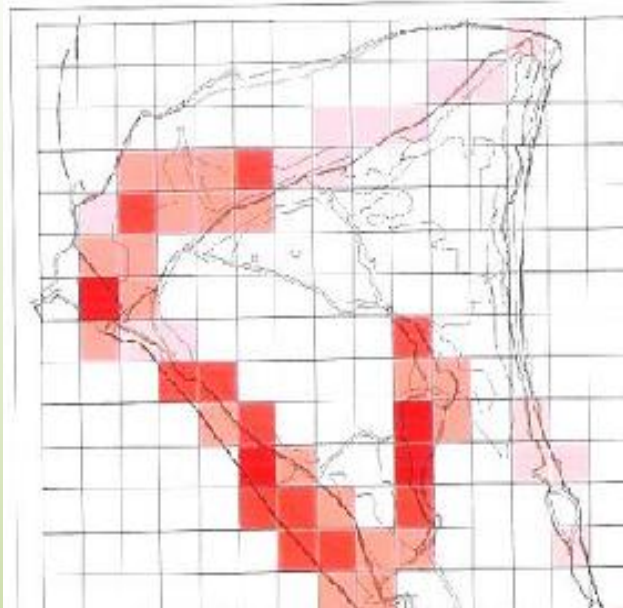
Opname = 1993 = 21 j na afsluiting



Opname = 1981 = 9 j na afsluiting  
= 1993 = 21 j na



# Voorkomen GKO op noordkop Veermansplaat

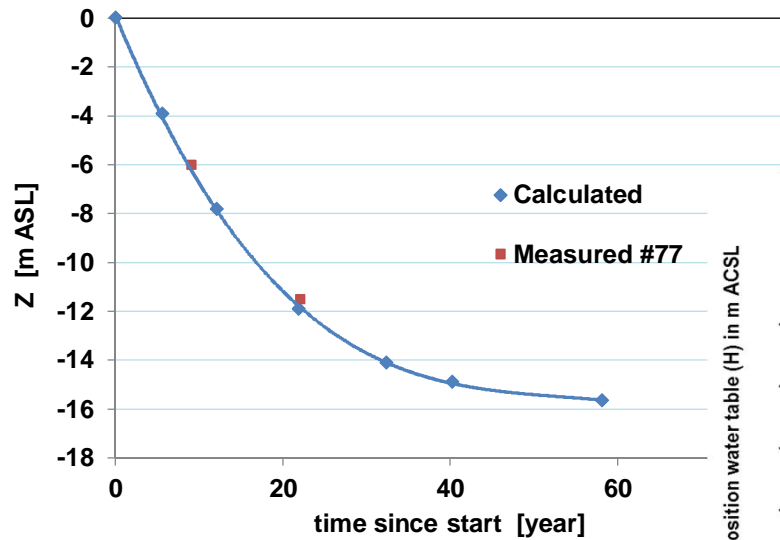




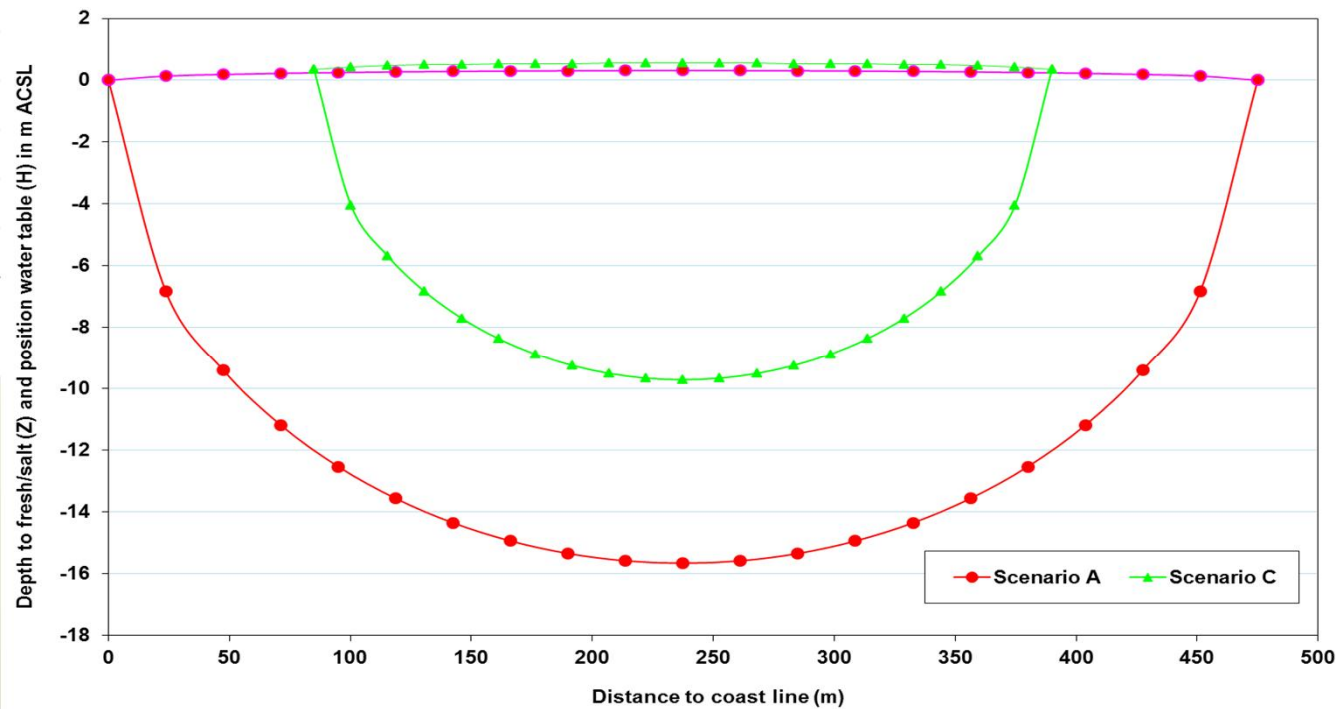
# HYDROLENS berekent dimensies zoetwaterlenzen

ELONGATE: INFINITE DUNE STRIP (either mainland or island)				yellow = fill in	white = formula or text	blue = text							
<b>Fresh</b>				<b>Salt</b>		<b>Aquifer CEC</b>							
temp =	11	oC	10	temp =	11	oC	10	Clay %	1				
EC =	750	uS/cm	500	EC =	38400	uS/cm	45500	Main land = 1	C-org %	0.1			
Cl =	35	mg/L		Cl =	16500	mg/L		Barrier Island = 2	pH	7.5			
TDS =	523	mg/kg		TDS =	26795	mg/kg		2					
$\rho$ -F =	1.0000	kg/L	1.0000	$\rho$ -S =	1.0200	kg/L	1.0239						
$\mu$ -F =	0.001271	kg m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>	0.001307	$\mu$ -S =	0.001327	kg m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>	0.001376			Clay = < 2um			
$\gamma$ =	51.0									<i>ACSL,BCSL = Above/Below Current Sea Level</i>			
				<b>Scenario</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	
<b>Dune strip</b>				$\Delta$ pol =	0	0	0	0	0	0	0	0	m BCSL
B =	2000	m	Sand Suppletion	SS =	0	0	0	0	0	0	0	0	m
R =	0.45	m/a	Sea Level Rise	SLR =	0	0.35	0.35	0.5	0.8	0.35	0.5	0.8	m ACSL
$\alpha$ =	0.02000	49.997		Slope =	0.0017	0.0017	0.0041	0.0041	0.0041	0.0070	0.0070	0.0070	-
Kh 10oC =	6	m/d		R(etreat) =	0	420	170	243	389	100	143	229	m
Kh temp =	6.2	m/d	at temp fresh	B-SLR =	2000.0	1580.0	1830.0	1757.143	1611.4	1900.0	1857.1	1771.4	m
$\epsilon$ =	0.35	porosity		$\Delta$ BL =	0	0.35	0.35	0.5	0.8	0.35	0.5	0.8	m
D =	125	m-NAP		D-S =	64.7	47.2	34.8	38.6	46.1	31.4	33.6	38.2	m
$\alpha_T$ =	0.0025	m		q-S =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m <sup>3</sup> /d m <sup>-1</sup>
c =	1500	d	1.64	v-S =	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	m/d
				H-max =	3.25	2.92	3.32	3.35	3.42	3.44	3.52	3.68	m ACSL
Iso-Cl above 50%mix	150	mg/L		Z-max =	-60.26	-47.25	-54.79	-52.44	-47.75	-56.89	-55.45	-52.57	m ACSL

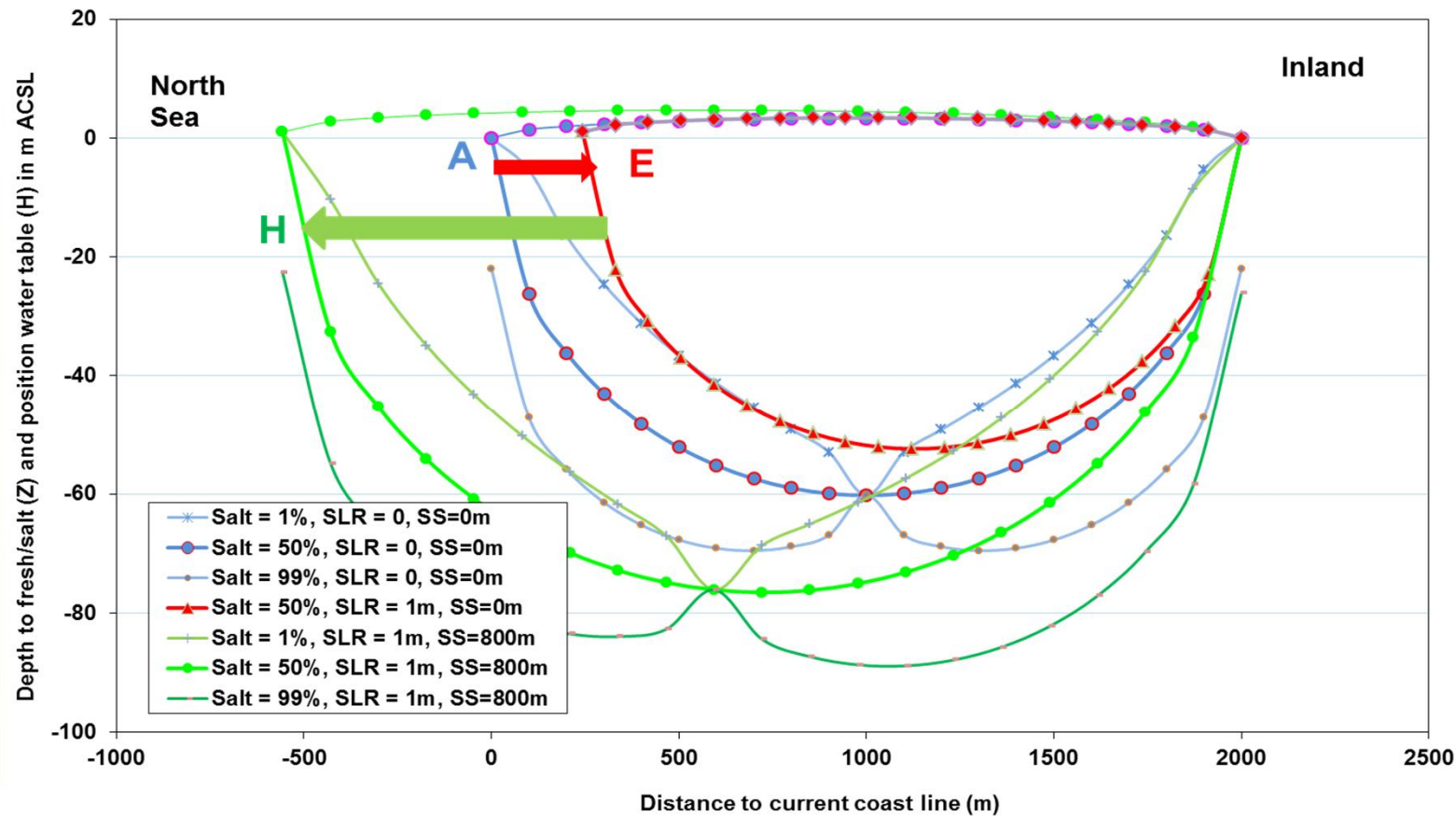
Met HYDROLENS berekende zoetwaterlens op V-plaat. Scen C = met toelating van meer getij +0.35m



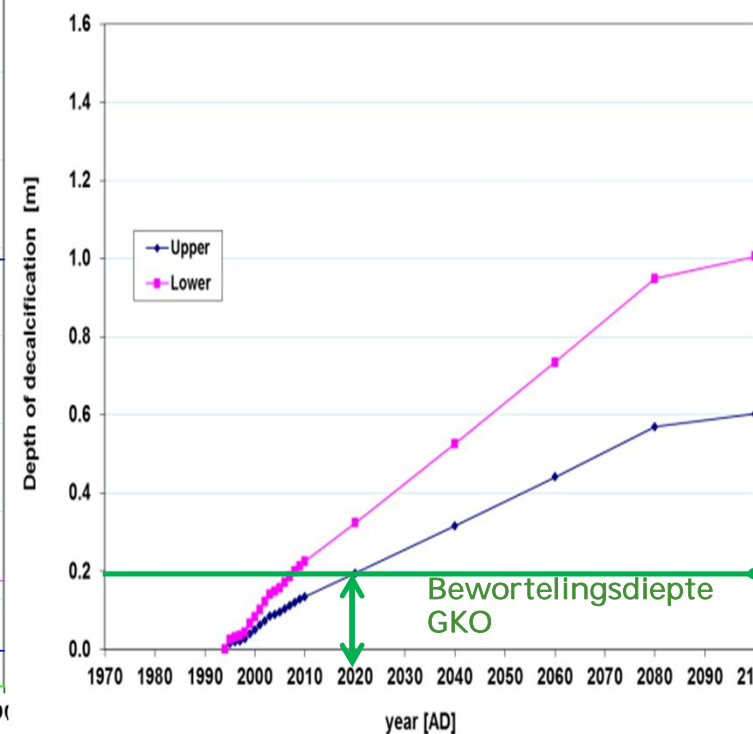
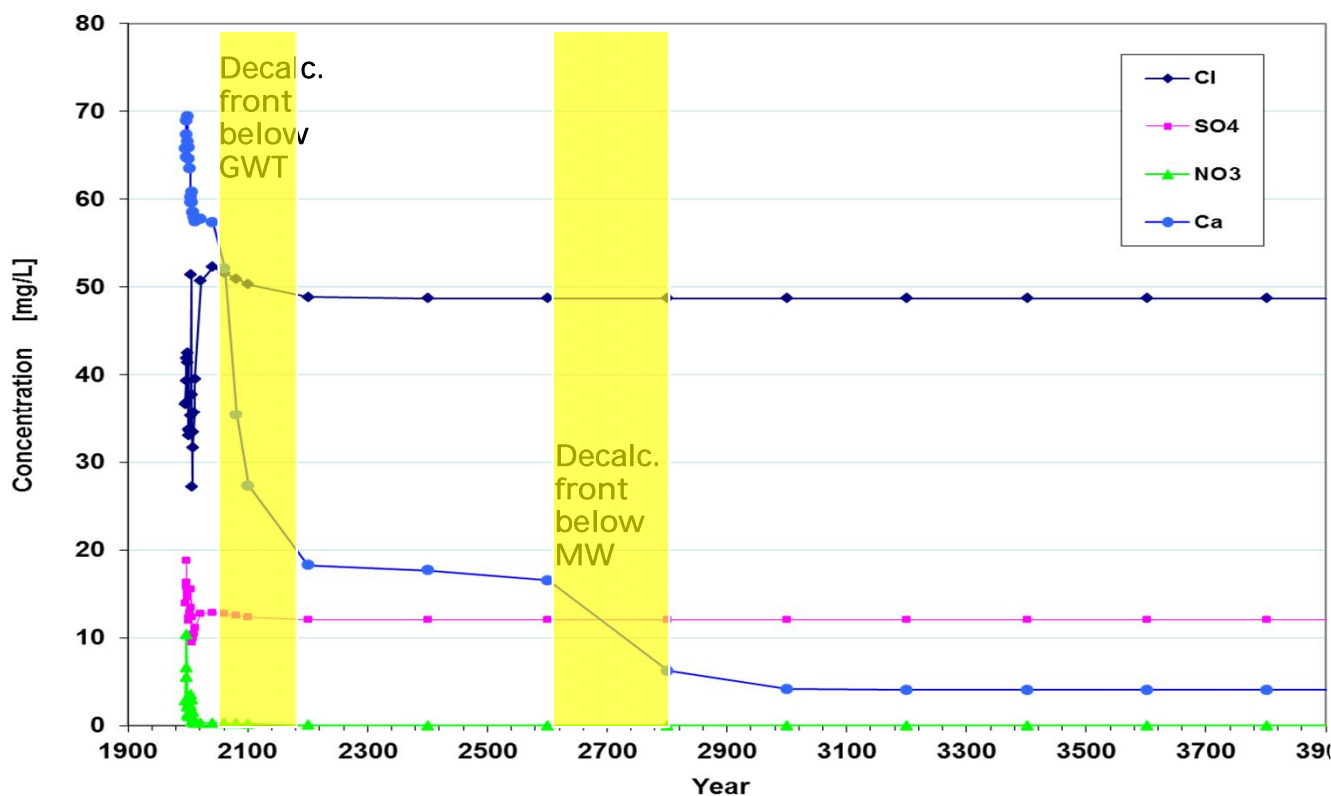
Berekende en gemeten groei van de zoetwaterlens op de Veermansplaat (start 1971)



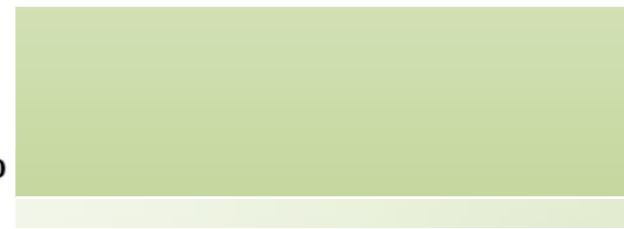
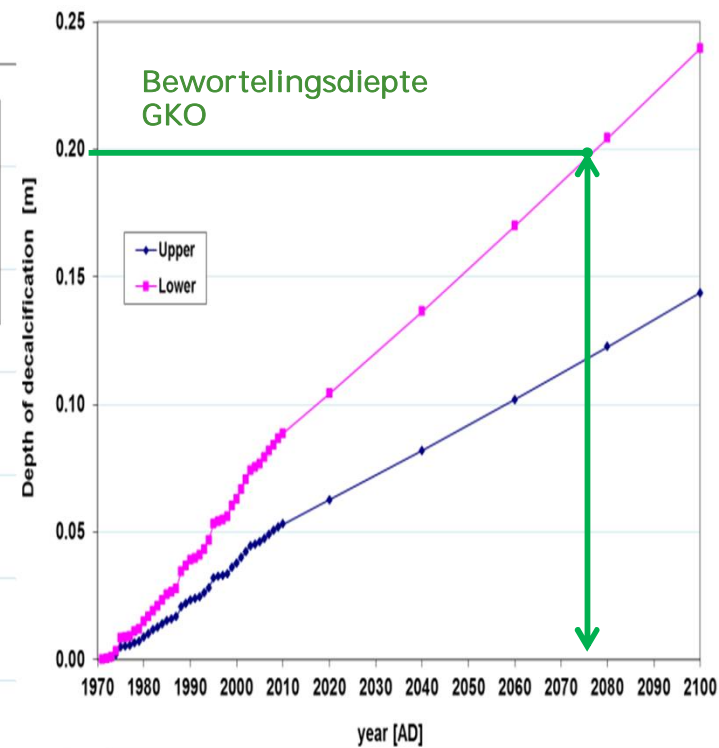
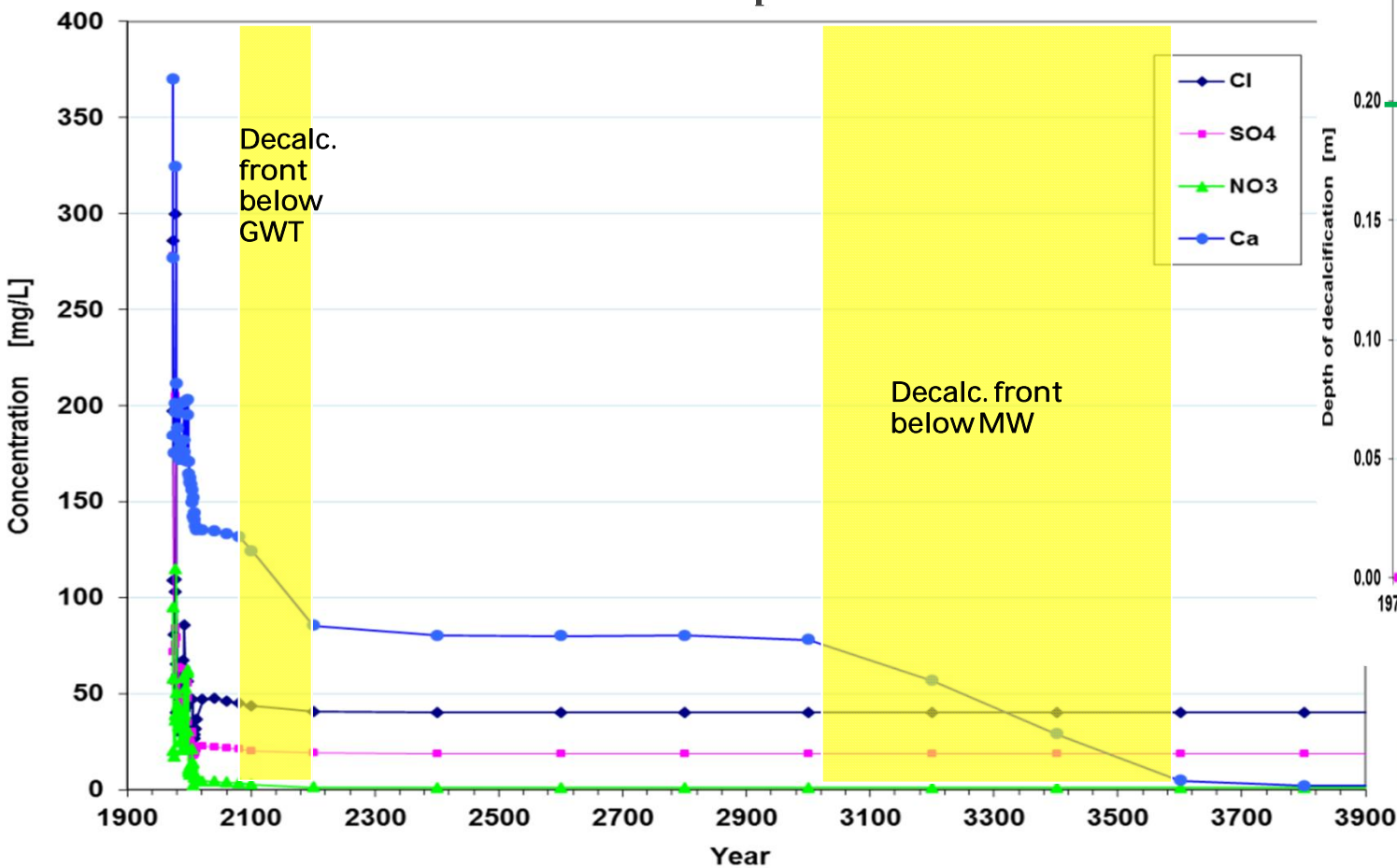
Berekende zoetwaterlens bij Groote Vlakte op Texel voor scenario A (=thans), E (+1m SLR, SS=0) en H (als E, SS=800m)



# Voorspelde ontkalking Texel, + hydrochem. veranderingen 1994-3900 na Chr. Embryoduin d.d. 1994, grondwater op 2.5 m-MV



# Voorspelde ontkalking Veermans- plaat, + hydrochem. veranderingen 1971-3900 na Chr. Grondwater op 1.5 m-MV.



To Predict effects of increased vegetation as happened in our coastal dunes

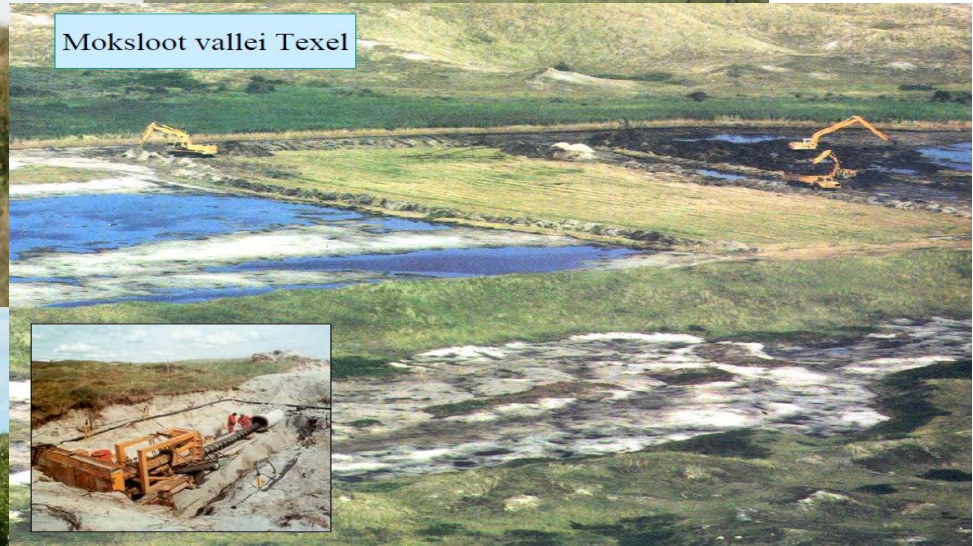
Grass encroachment

*Campylopus introflexus*

*Prunus serotina*, pines,.....

*Hippophae rhamnoides*

# To predict effects of Nature management to keep vegetation short or intruders away



# To predict effects of Carving to restore dynamics and set back natural succession





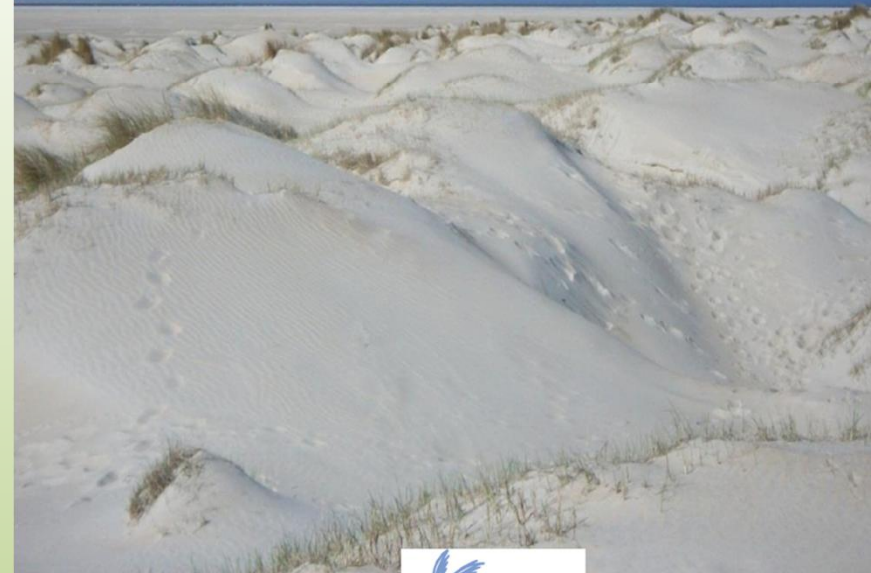
# To predict effects of coastal progradation through beach and dune nourishment



# Conclusies: 1

- Zeer lage Ca conc ook tgv verzoeting mogelijk !
- Waargenomen zoetwaterlenzen goed voorspelbaar met HYDROLENS
- Zo ook effecten CC, SS, erosie, veg-verandering
- Standplaats GKO: zoet tot licht brak (Cl <2.500 mg/L), anoxisch (geen SO<sub>4</sub>-reductie, hoog Fe, geen NO<sub>3</sub>), NH<sub>4</sub> <0,3 mg/L, SO<sub>4</sub><250 mg/L, hoog Ca en kalk(over)verzadigd.

Zoet-zout gradiënten op 4 eilanden, in hydrologisch en hydrogeochemisch perspectief



BTO 2014.221(s) | November 2014

Zoet-zout gradiënten op 4 eilanden, in hydrologisch en hydrogeochemisch perspectief

## Conclusies: 2

- peilverhoging Grevelingenmeer zou voor GKO het einde betekenen
- GKO profiteert van zoete kwel, en zal derhalve verdwijnen als de stuifdijk van Schier verdwijnt
- berekende ontkalkingsnelheid op V-plaat (kalk = ~4,9%), bedraagt gedurende de eerste 350 jaar 0,15 m/eeuw
- berekende ontkalkingsnelheid op Texel (kalk = ~0,5%), bedraagt 0,56 – 0,73 m/eeuw
- ontkalking vertraagt zodra onder GWS
- GKO dus snel bedreigd zodra duin stabiel en geen verse kalk aanvoer, op Waddeneilanden >> Veermansplaat!

# Aanbevelingen

- Terreinbeheer heeft baat bij hydrologische en hydrogeochemische berekeningen

- Zie →

<http://www.natuurkennis.nl/index.php?actie=bibliotheek&id=3>

Zoet-zout gradiënten op 4 eilanden, in hydrologisch en hydrogeochemisch perspectief

