

Seismische Karakterisatie van de Vlieland Zandsteen: Inzichten van de OBN-Survey



Rozemarijn Das
Stagiaire BUG - Exploratie

Dit is een overzicht van de bevindingen van de stage van Rozemarijn Das. De slides zijn afkomstig van de eindpresentatie, met een aantal aanpassingen (extra annotaties, bulletpoints). Voor vragen over het stageonderzoek kunt u terecht bij Anke Pots: anke.pots@ebn.nl

None of this work would have been possible without the kind permission of: EBN B.V., ONE-Dyas B.V., RockRose (NL) CS1 B.V., Tenaz Energy Netherlands B.V., Wintershall Noordzee B.V., who all provided kind permission to access to the OBN data used in this study.

ebn

Publiek energiebedrijf
van en voor Nederland

Doel van de Stage

Probleemstelling en relevantie



Wat is het seismische karakter van de Vlieland Zandsteen aan de Noordrand van de Broad Fourteens Basin?

Waarom willen we dit weten?

- Vlieland Zandsteen bepaalt of de Vlieland Subgroup zich gedraagt als...
 - ... *reservoir*
 - ... *'thief zone'*
 - ... *seal*
- OBN-survey geeft kans op nieuwe inzichten

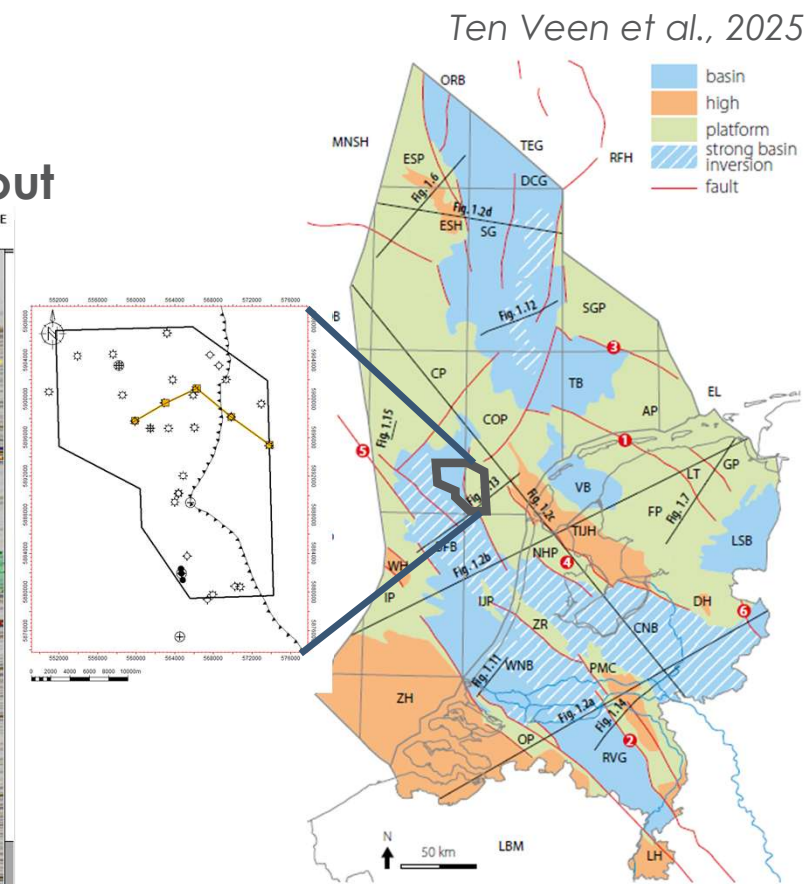
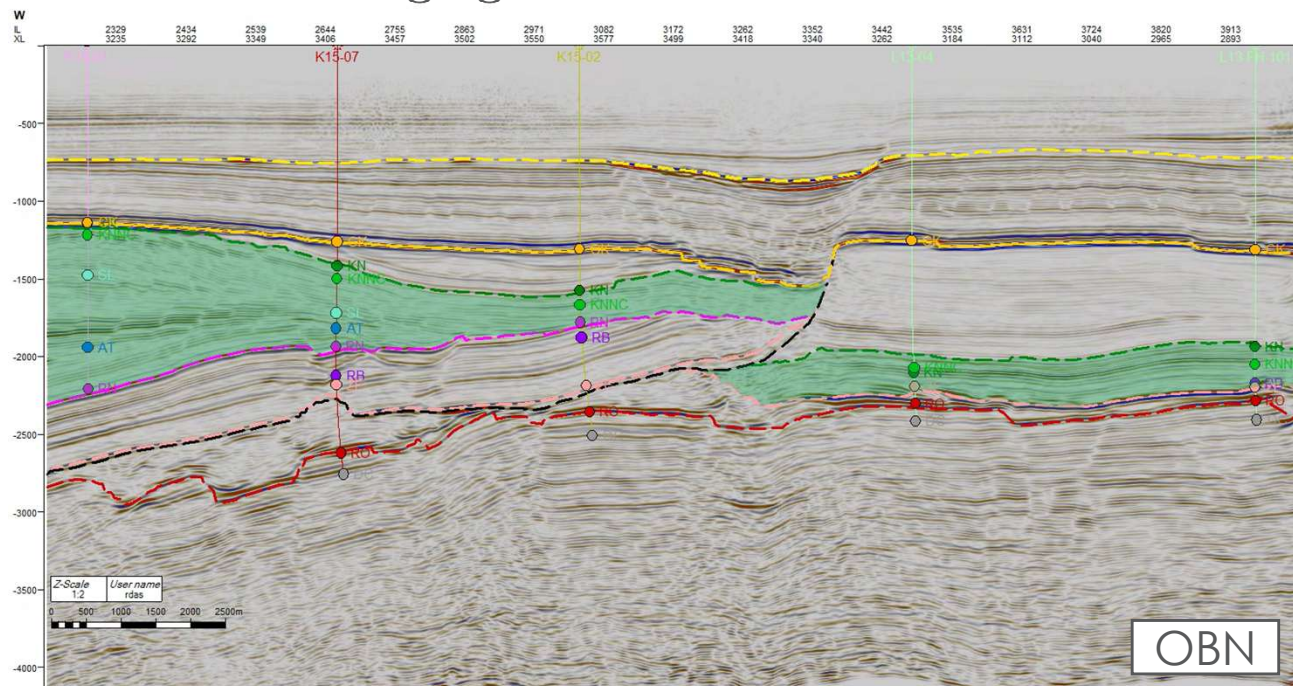
Context OBN-Survey

Nieuwe 3D seismiek in blokken K15, K18, L13, L16

De-risken van complex gebied met veel prospects

OBN = Ocean Bottom Node

- Full-azimuth, lange golflengte
- Betere imaging rondom **thrust fault** en **Zechstein zout**



Methode

Data & Context Vinden

- Literatuurstudie
 - *Structurele geologie*
 - *Bekkenstratigrafie*
- Overzicht putten
- Rondvragen EBN
 - *Aanbevelingen eerder werk / eerdere workflows*

Karakteriseren & Correleren

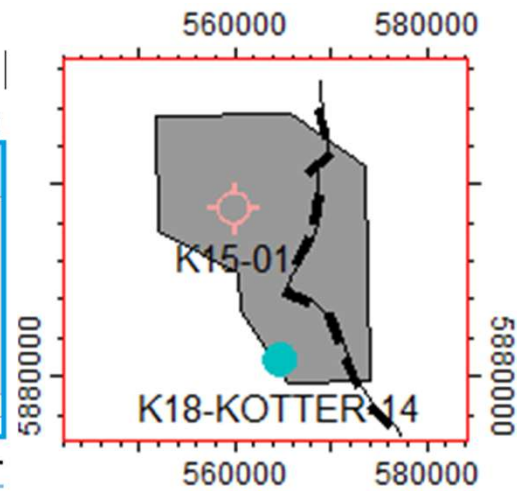
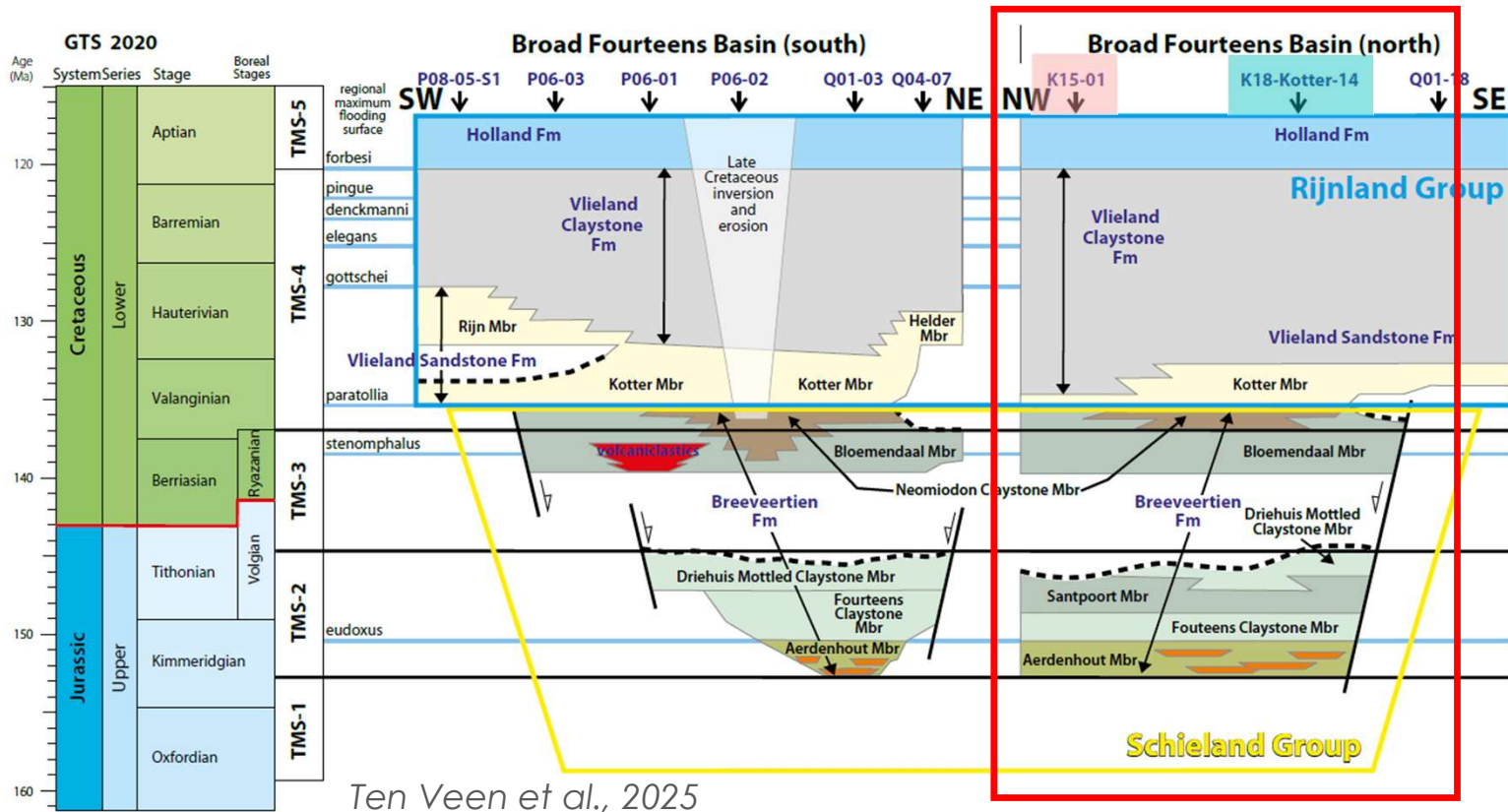
- Analyse putdata
 - *Corrigeren NLOG well-tops*
 - *Toevoegen nieuwe well-tops*
- Specificatie subcrop per put
- Synthetics

Interpreteren

- Interpreteren horizons, breuken
 - *32 x 32 grid*
 - *3D autotrack waar mogelijk*
- Surfaces maken
- GDE-kaart
 - *Voorspelde zandsteendiktes*
 - *Invloeden op dikte*

Belangrijk eerder werk

Tectono-stratigrafie (Geologie van Nederland V2, DeVli Rapport)



Belangrijk eerder werk

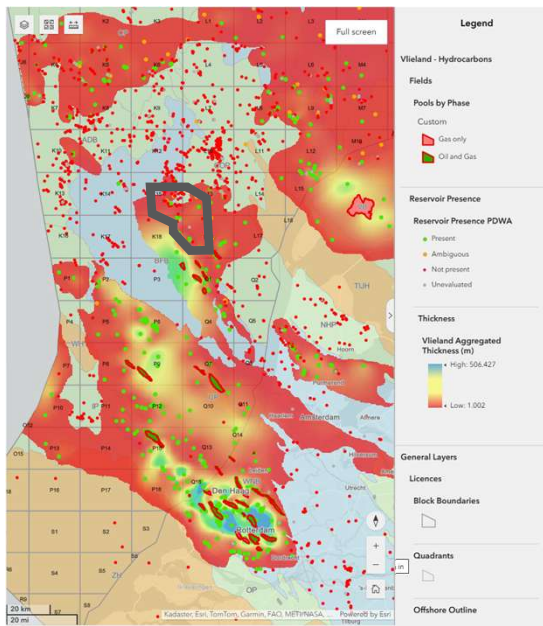
ebn

Well-top thickness, structurele geologie, paleogeografie

GEODE Atlas (EBN)

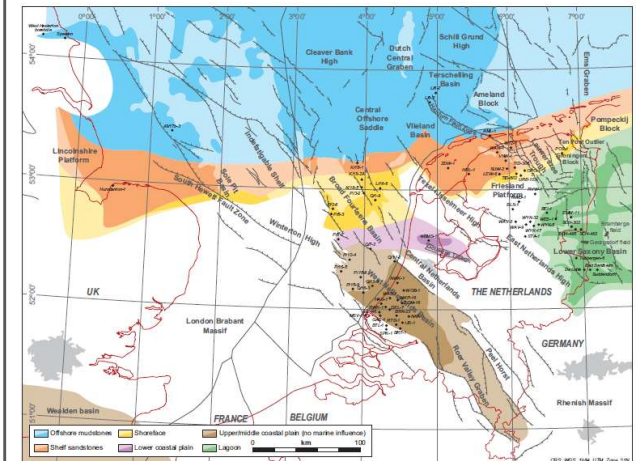
KNNS in putdata

→ regionale diktekaart



Lower Cretaceous Southern North Sea (Jeremiah et al 2010)

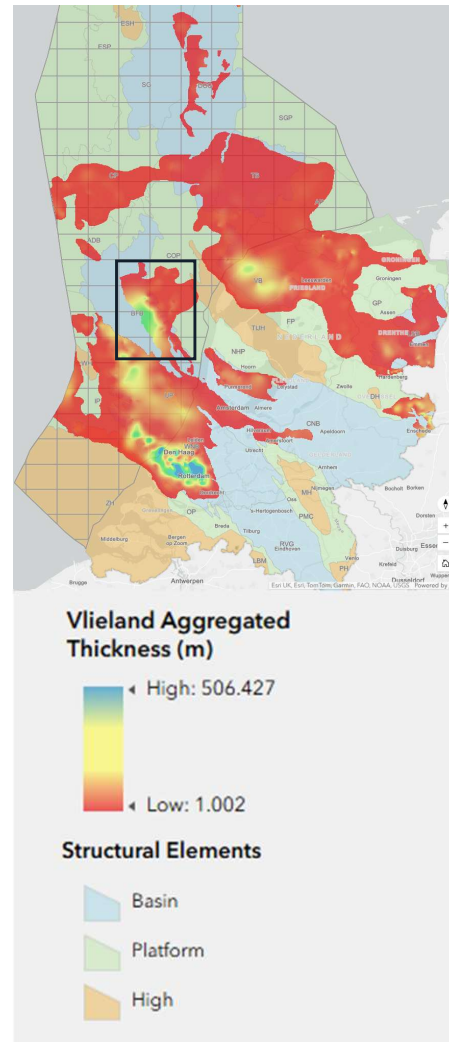
Biostratigrafie → Eustasie + tectonische context Noordzee



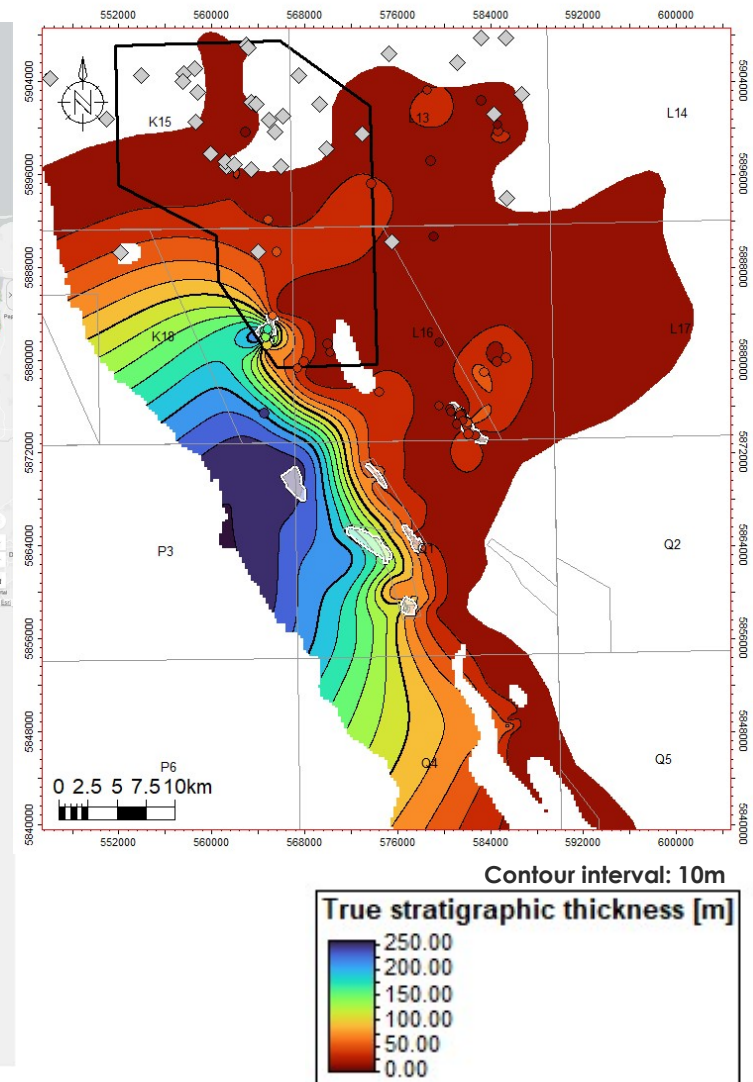
Startpunt Diktekaart

GEODE-Atlas Vlieland Play

- ▣ Verschillende basins, verschillende members
- ▣ Data voor GEODE kaart
 - NLOG well tops → dikte per put
 - DGM5-surfaces → erosievlakken Rijnland Gp.
- ▣ Randbreuk te zien op diktekaart



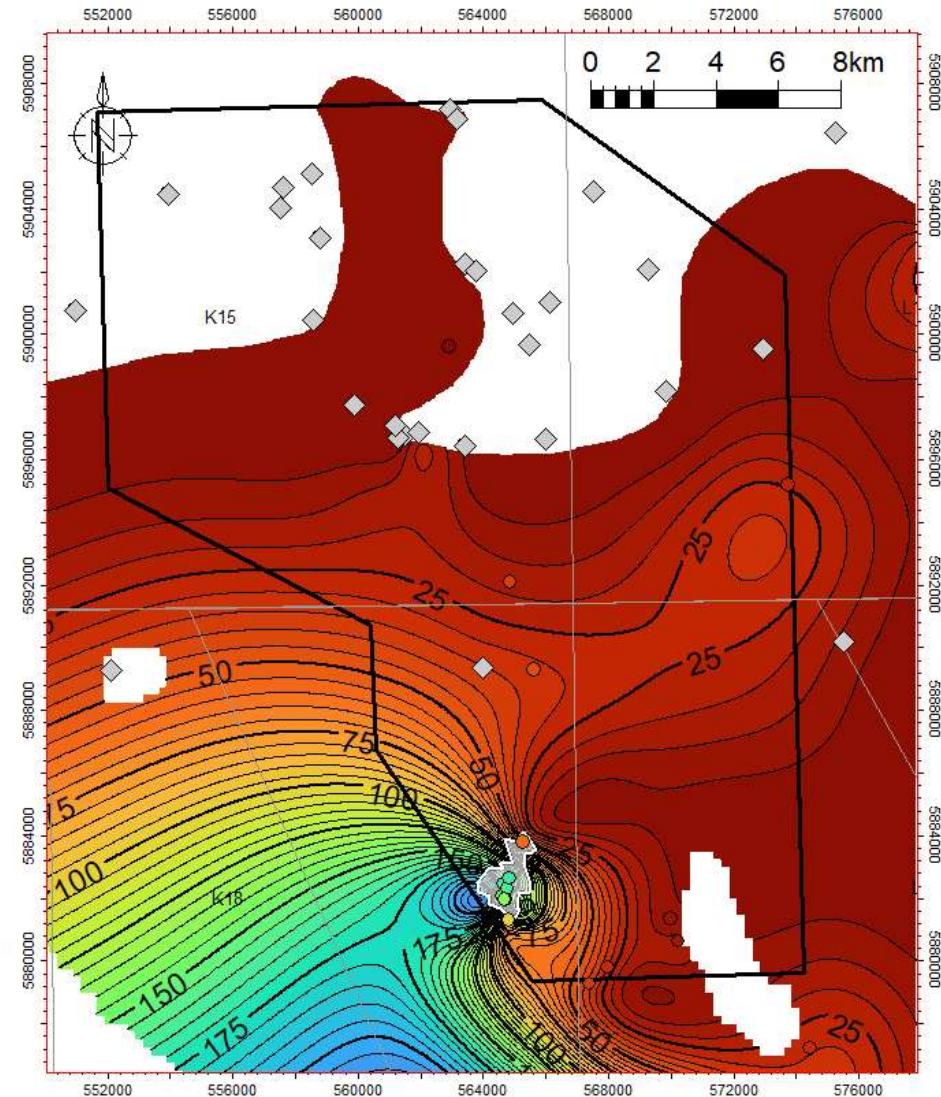
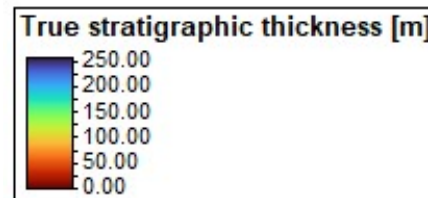
GEODE-ATLAS, 2023



Startpunt Diktekaart

GEODE-Atlas Vlieland Play

- ▣ Artefacts van regionale schaal
 - Bulls-eye geometrie
 - Randbreuk niet te zien richting het Noorden van het OBN-gebied
- ▣ **DOEL: Resolutie diktekaart verhogen**
 - **Seismische interpretatie**
 - **Putanalyse in groter detail**



Aangepast van: GEODE-ATLAS, 2023 ⁸

Resultaten



Gedetailleerde analyse putdata: voorbeeld uit de tabel

OBN?	Structure	Well	KNNC	KNNS	KNN Total	KNG	KN Total	GR?	Subcrop	Depth base KN	Well Type
OBN	Basin	K15-01	300,9	0,0	302,9	94,0	396,9	Yes	SLDBN	1528,7	Exploration
OBN	Basin	K15-02	168,4	0,0	168,4	137,0	305,4	Yes	RNMUA	2075,2	Exploration
OBN	Basin	K15-03	205,4	0,0	205,4	71,0	276,4	Yes	SLDB	1806,6	Exploration
OBN	Basin	K15-04B	279,5	0,0	279,5	115,5	395,0	Yes	SLDB	1693,3	Appraisal
OBN	Basin	K15-07	295,7	4,0	299,7	113,4	413,1	Yes	SLDBC	1944,1	Exploration
OBN	Basin	K15-08	202,3	0,0	202,3	122,5	9,0	Yes	SLDB	2296,1	Appraisal
OBN	Basin	K15-09	434,2	0,0	434,2	167,4	601,6	Yes	SLDB	2069,9	Exploration
OBN	Basin	K15-10B	217,3	0,0	217,3	118,3	335,6	Yes	TD	2334,2	Appraisal
OBN	Basin	K15-11	203,2	0,0	203,2	90,0	293,1	Yes	SLDB	2299,8	Appraisal
	Basin	K15-13	106,0	0,0	106,0		106,0	Yes	ATWDL	1116,1	Exploration

• • • •

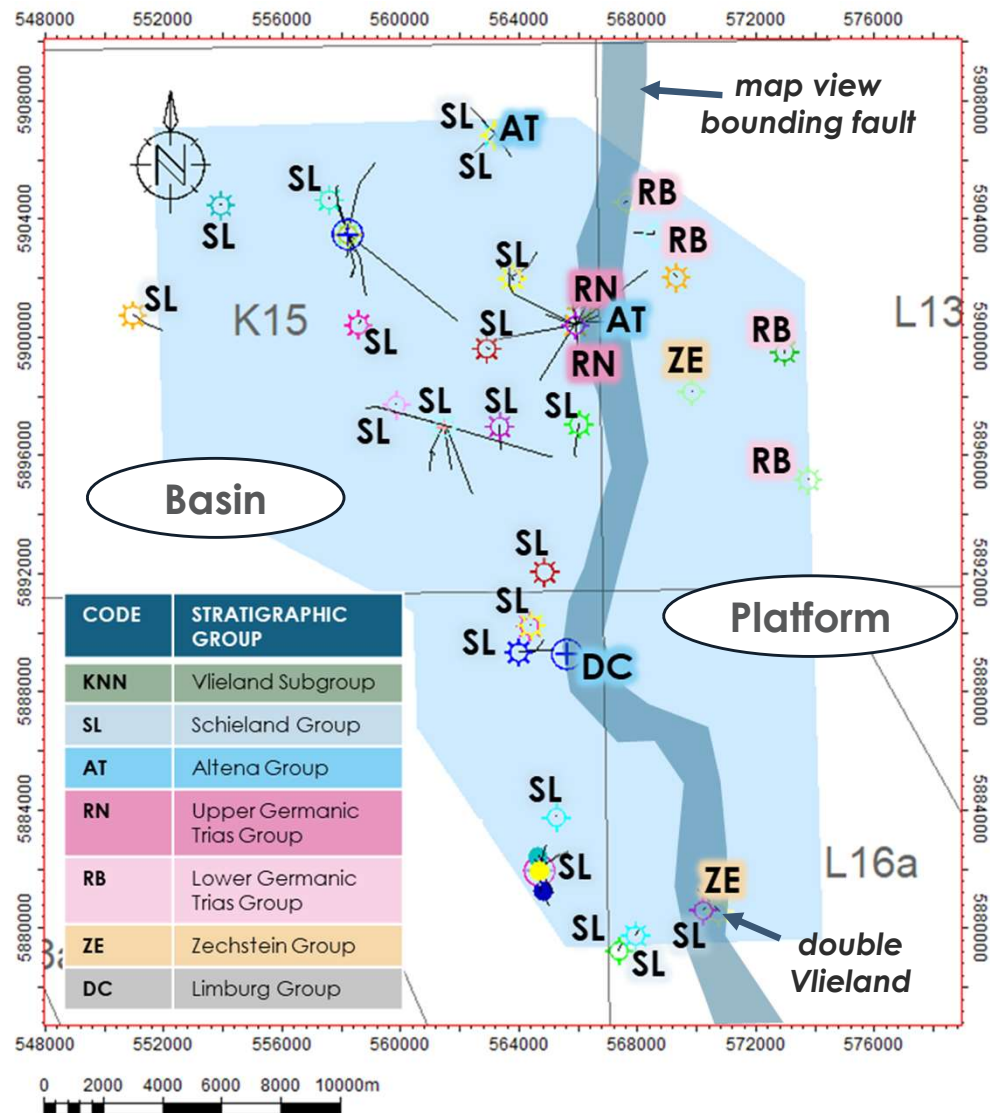
	Platform	L13-FE-101A	143,5	0,0	143,5	200,1	343,7	No	ZE	3256,3	Exploration
OBN	Platform	L13-FH-101	204,8	24,0	228,8	201,0	429,7	Yes	RBSHM	2965,9	Exploration
	Basin	L16-01	177,5	3,0	180,5	262,3	442,8	Yes	RBSM	2730,3	Exploration
	Basin	L16-02	251,0	37,4	288,5	172,3	460,8	No	SLDB	2087,9	Exploration
	Basin	L16-02A	251,0	37,4	288,5	172,3	460,8	Yes	SLDB	2087,9	Exploration
OBN	Basin	L16-03	242,6	30,0	272,6	180,7	453,3	Yes	SLDB	1920,1	Appraisal
OBN	Basin	L16-05	70,0	16,0	86,0		86,0	Yes	SLDB	1052,4	Exploration
	Platform	L16-08	379,8	29,2	409,0	192,6	601,6	Yes	SLDB	2987,4	Exploration
OBN	Platform	L16-14	116,9	12,0	128,9	98,5	227,4	Yes	ZE	3121,7	Exploration
	Platform	L16-16A	242,5	0,0	242,5	207,8	450,4	Yes	RBSH	3147,1	Exploration

- ❑ 75 exploratie/evaluatieputten in totaal (waarvan 38 door KNNS)
- ❑ 41 putten in OBN gebied (waarvan 15 door KNNS)

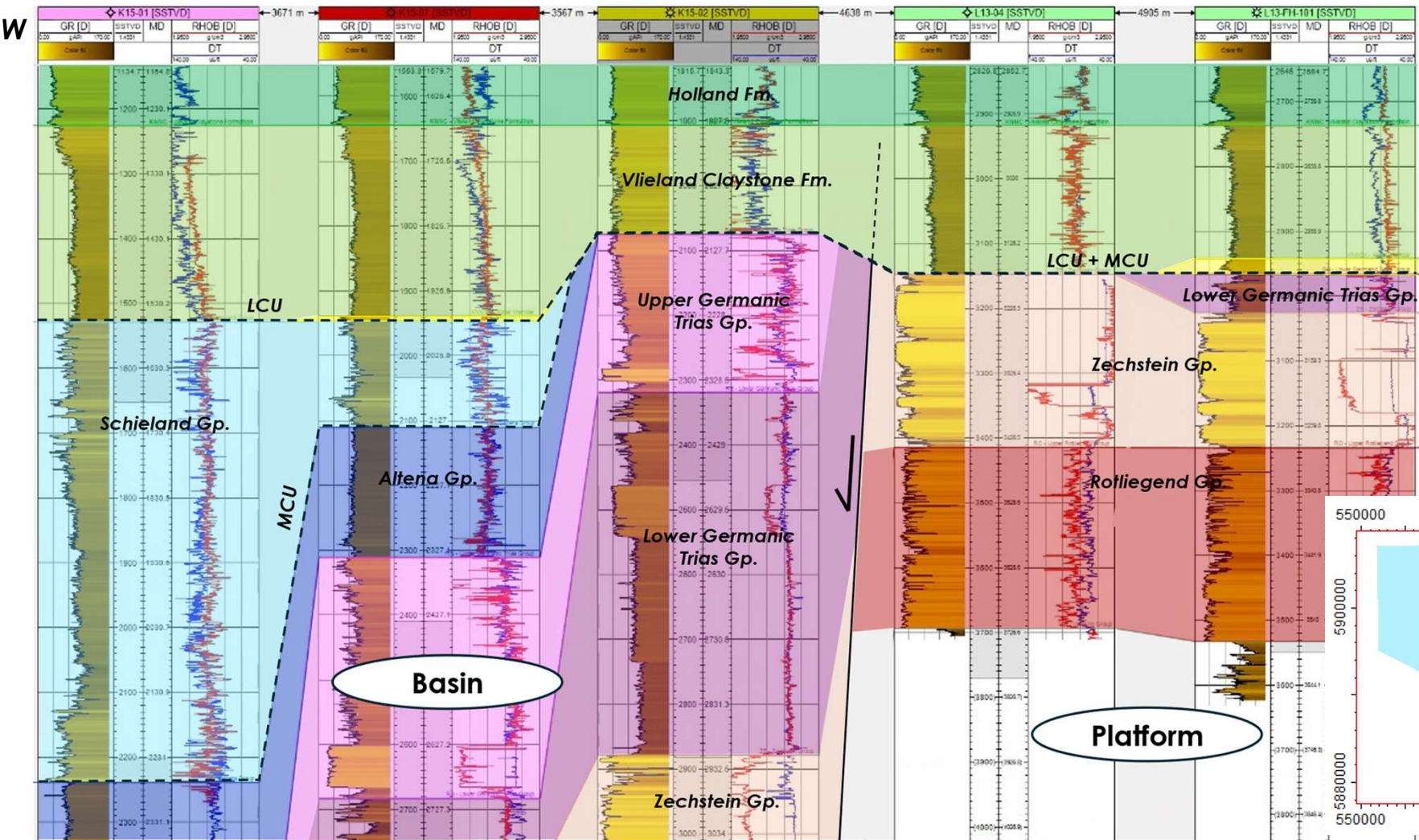
Resultaten

Subcrop-kaart

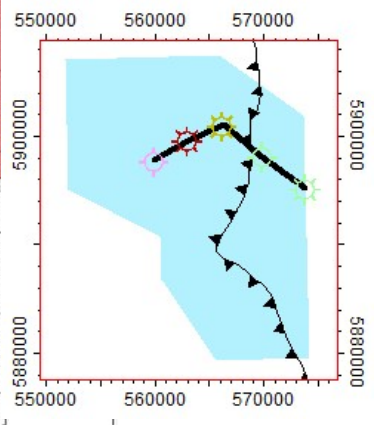
- Per put(groep) de subcrop
- Tweedeling basin / platform
 - Schieland in basin, soms Altena of Boven Trias
 - Onder Trias en jonger op het platform



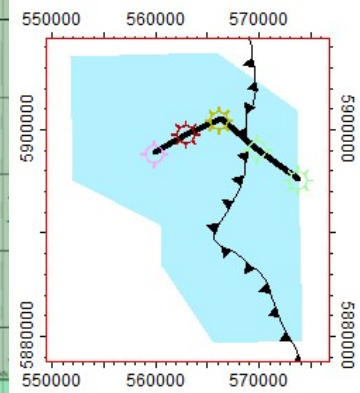
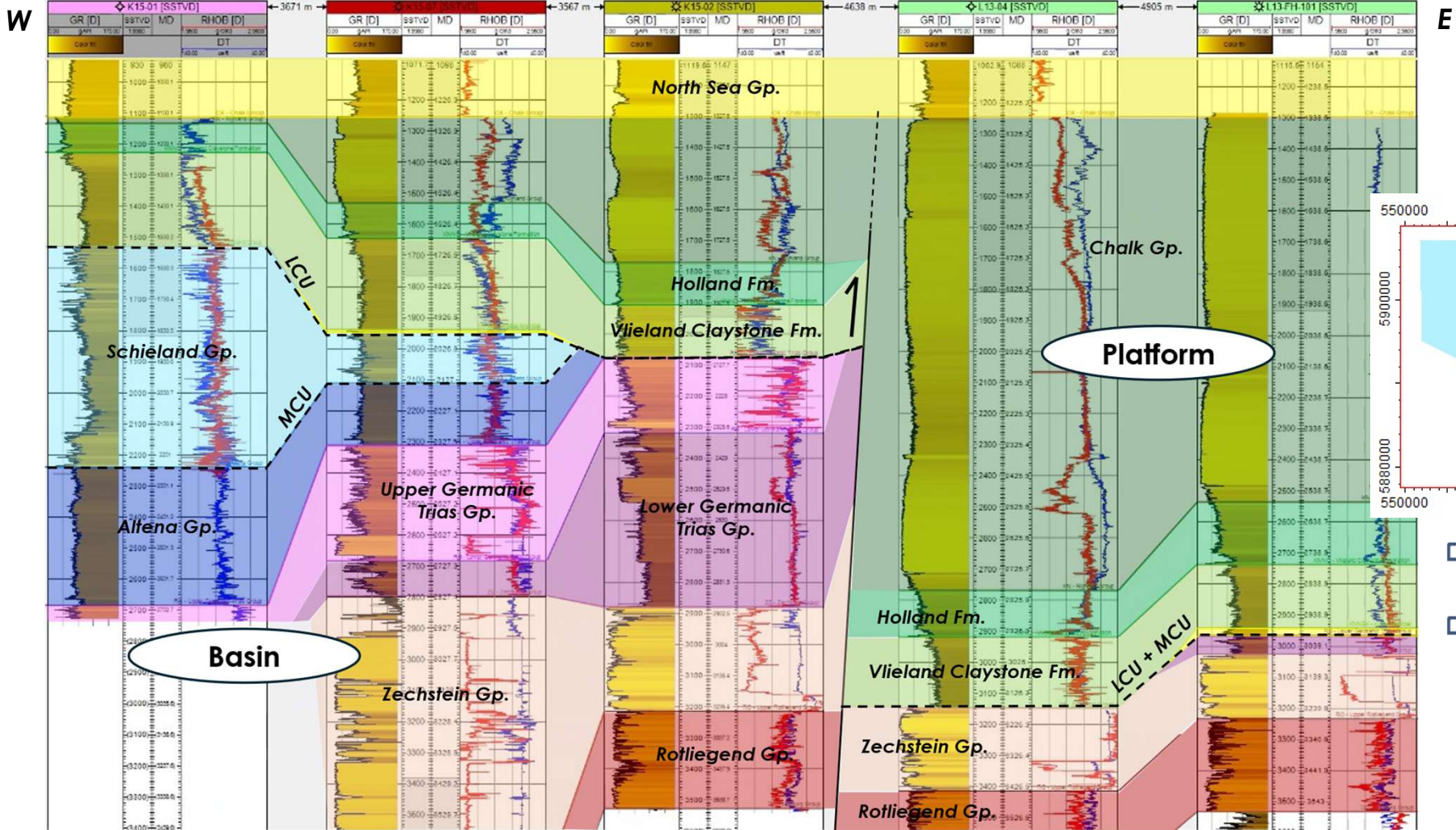
Resultaten Well panel dwars op de randbreuk - flattened op Top Vlieland



- Trias en Jura dikker in basin
- Erosie / non-depositie op het platform
- Cimmerian Unconformities groeperen op het platform
- Randbreuk = normal fault



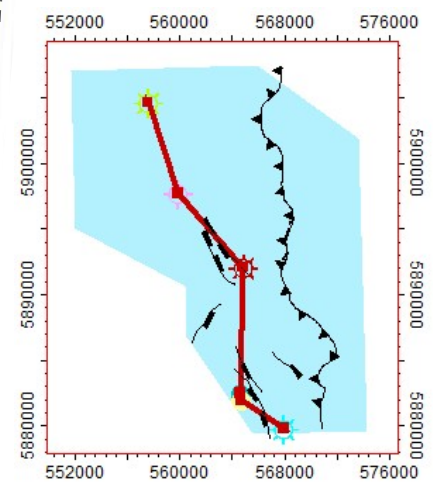
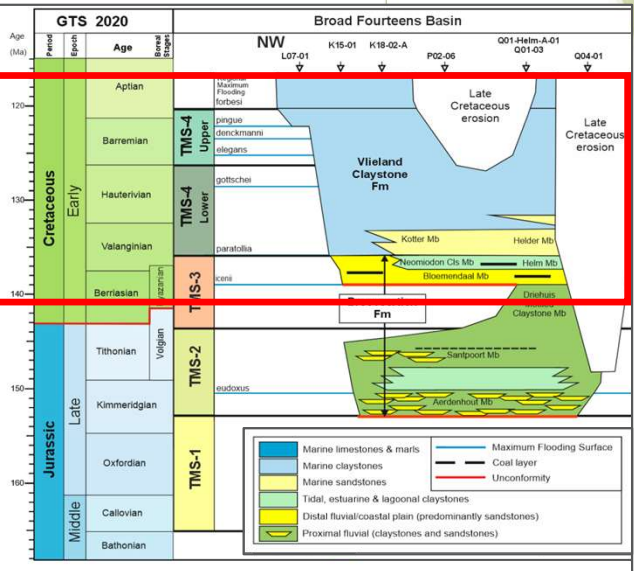
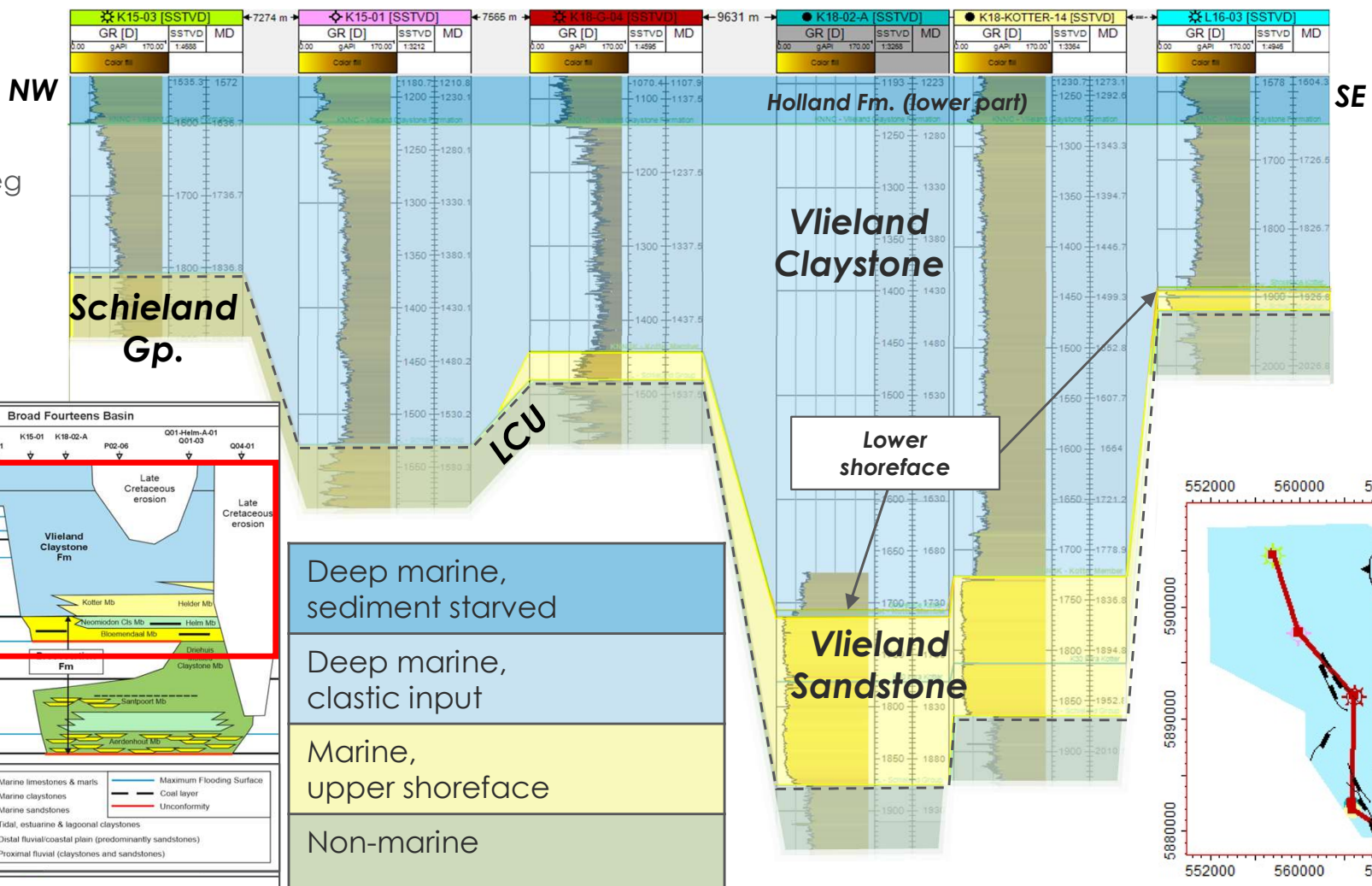
Resultaten Well panel dwars op de randbreuk - flattened op Top Chalk



- Normal fault → inversie
- Meer accomodatie & minder diepe erosie van Chalk op platform

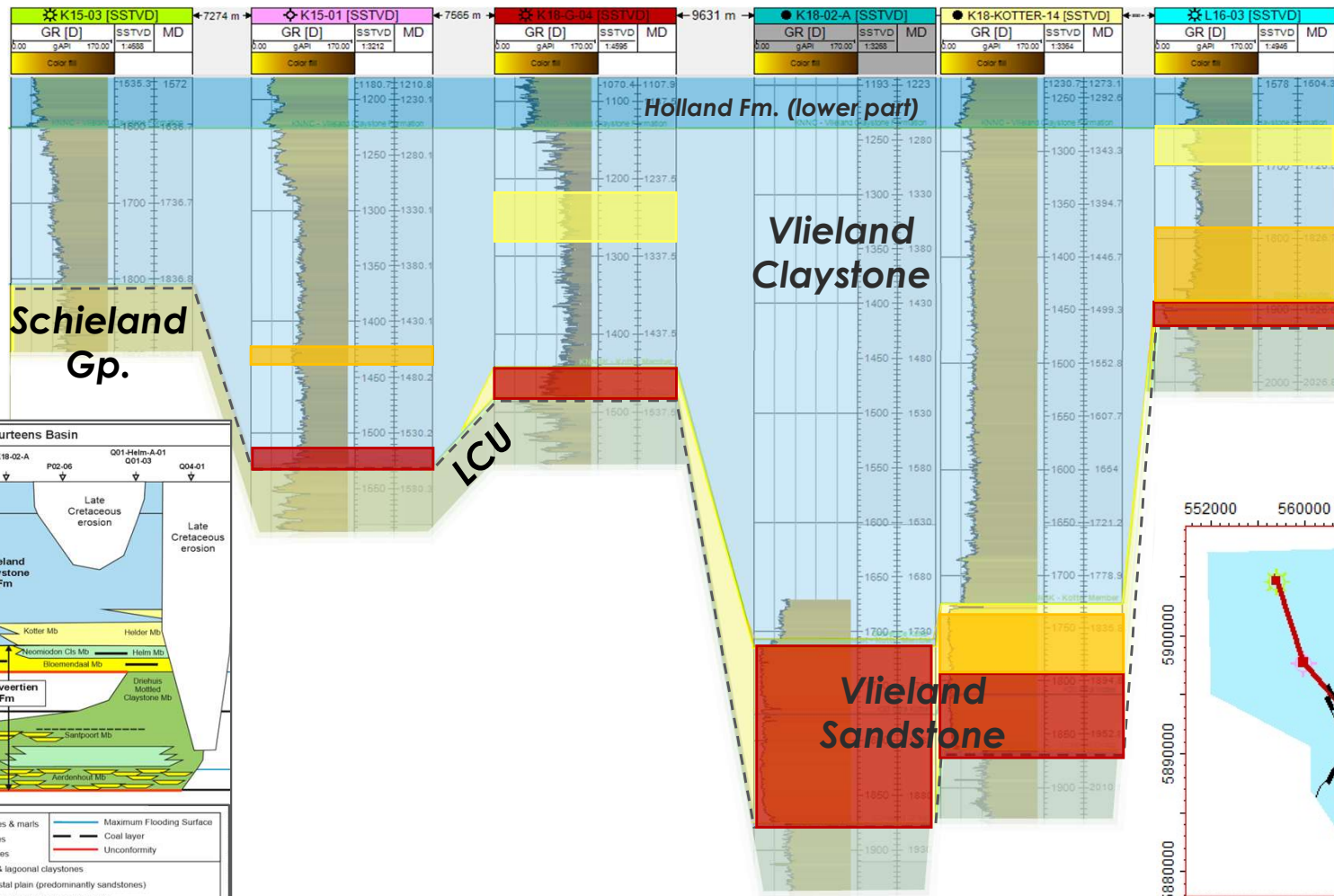
Resultaten Well panel parallel aan transgressierichting: facies

- Dikkere zanden richting SSE conform de Vroeg Krijt transgressie
- Heel Vlieland dunner op een lokaal hoog (L16-03)

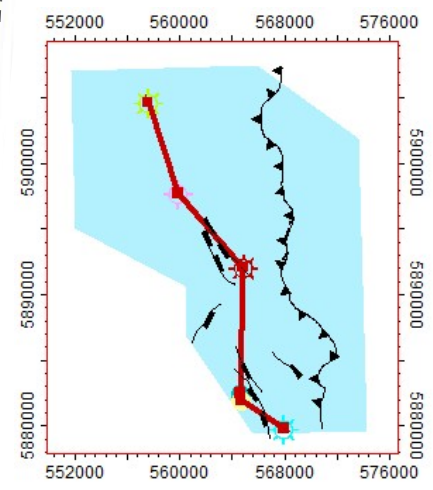
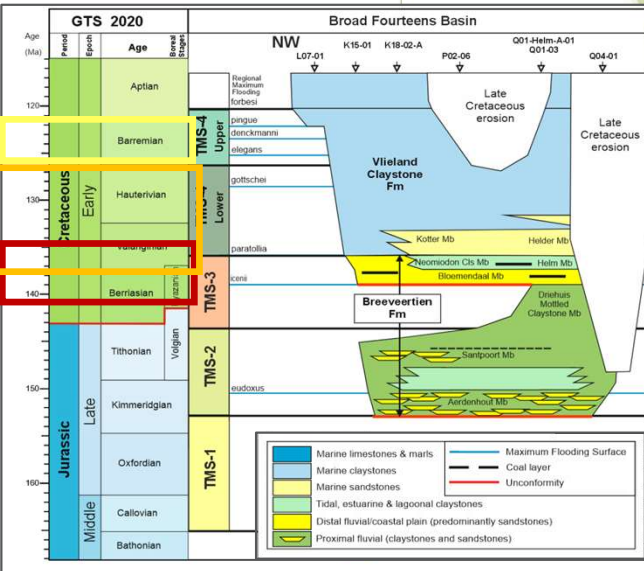


Resultaten Well panel parallel aan transgressierichting: biostratigrafie

- Onderste Vlieland (zand of klei) is van hetzelfde tijdvak
- Record van volledige Vlieland in putten lijkt compleet



Bouroullec et al., 2024



Resultaten

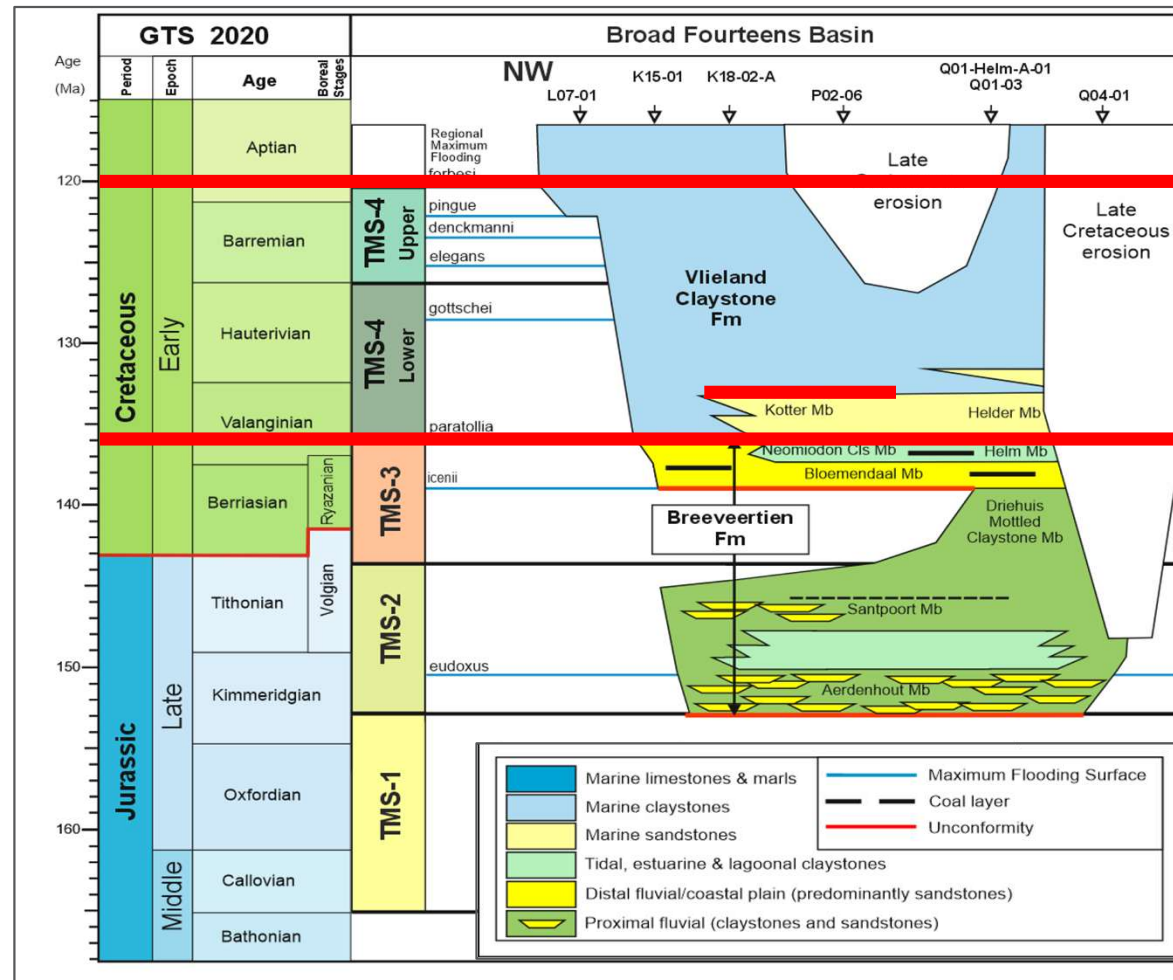
Seismische karakterisatie

Horizons:

- Top Vlieland
- Top Vlieland Zandsteen
- Base Vlieland

Top en Base Vlieland zijn time-surfaces (zie vorige slide)

Top Zandsteen kan gebruikt worden voor zandsteendikte (i.c.m. Base Vlieland)

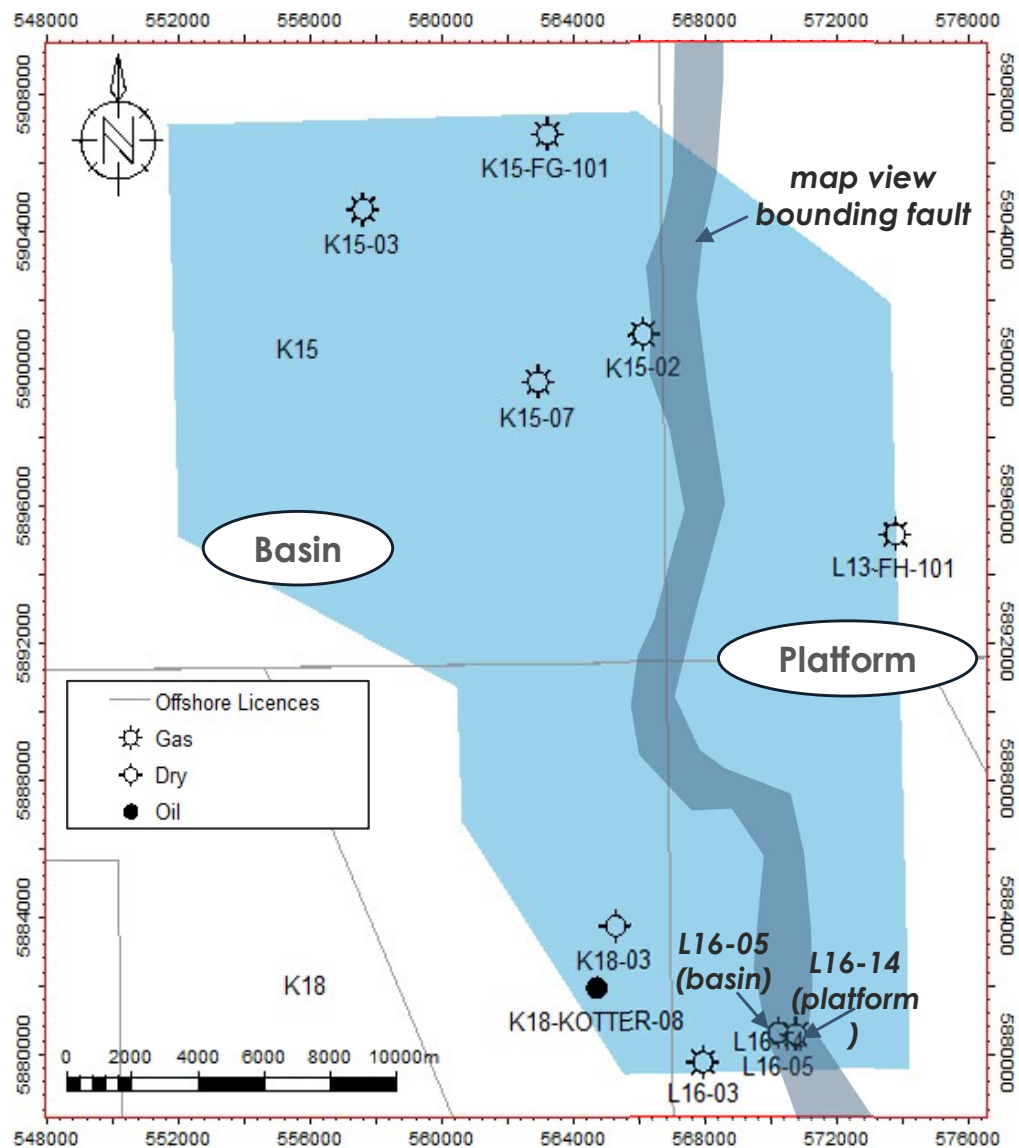


Bouroullec et al., 2024

Resultaten

Seismische karakterisatie

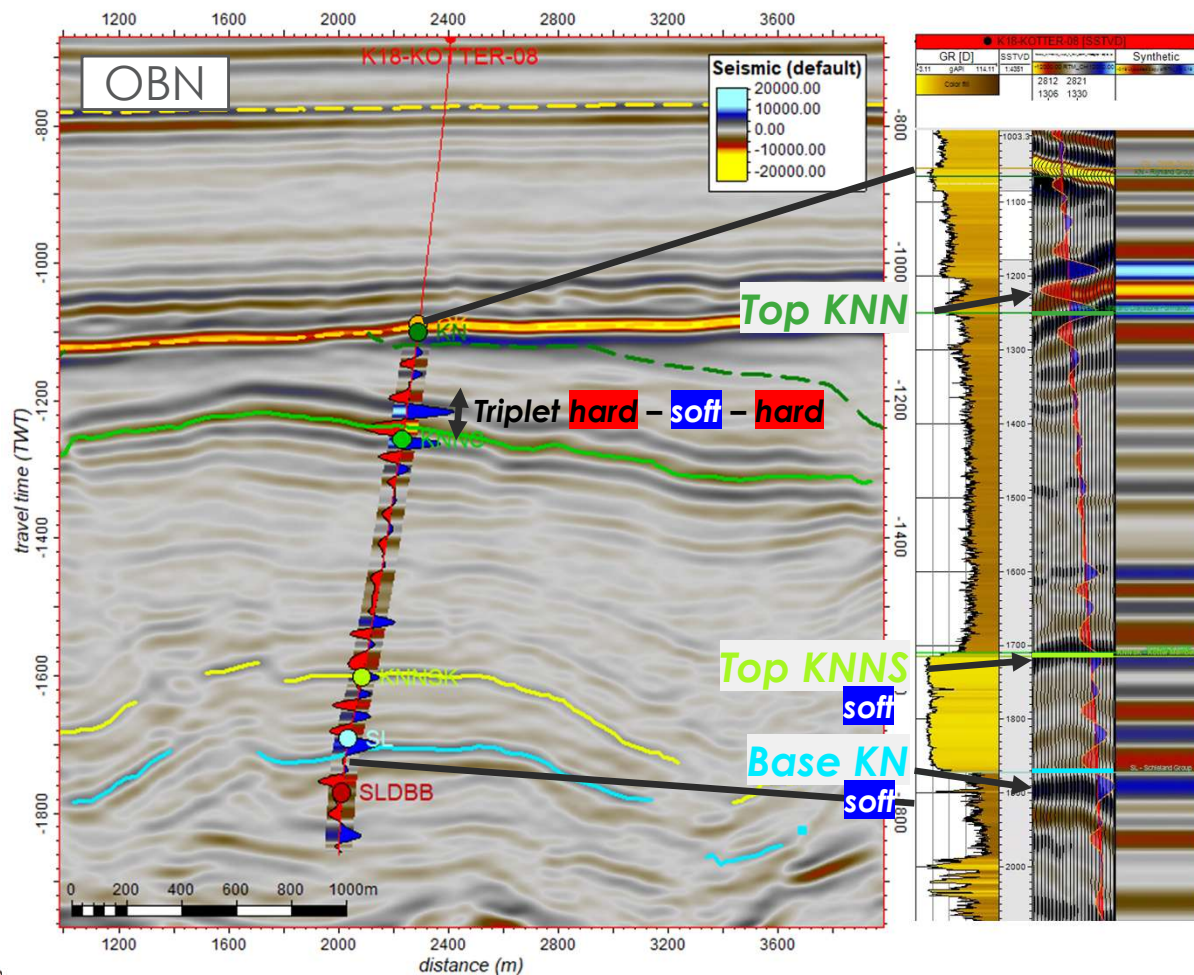
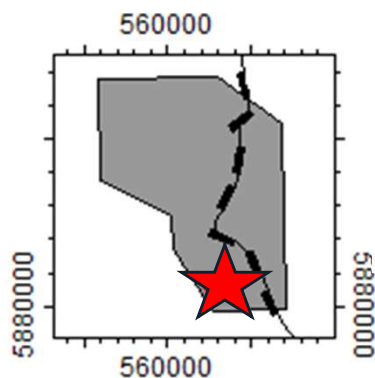
- Tien synthetics, berekend met met Sonic en Density
- Selectie van putten is representatie van verschillende:
 - Zandsteendiktes
 - Plekken
 - Subcrop



Resultaten

Seismische karakterisatie: Synthetic K18-KOTTER-08

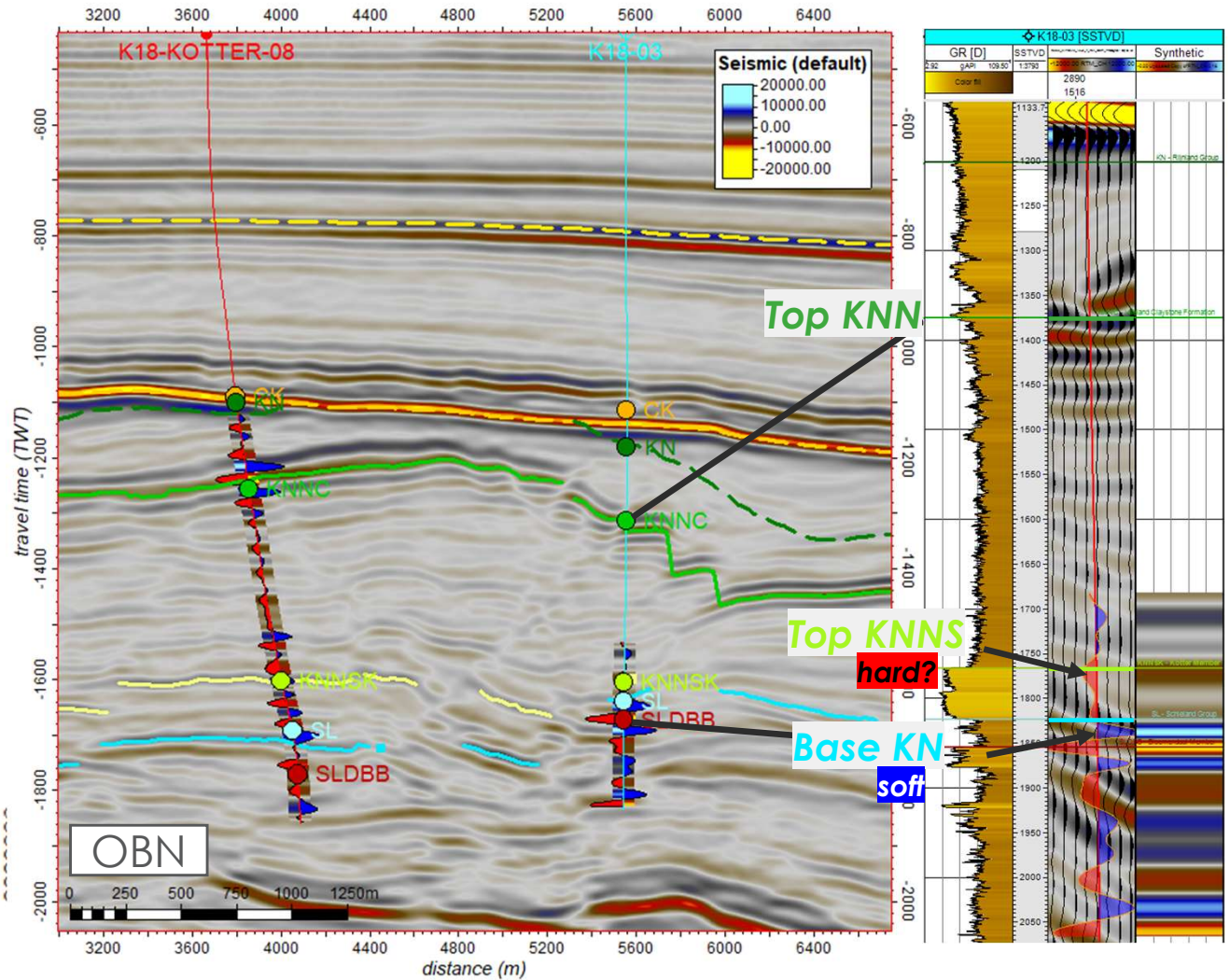
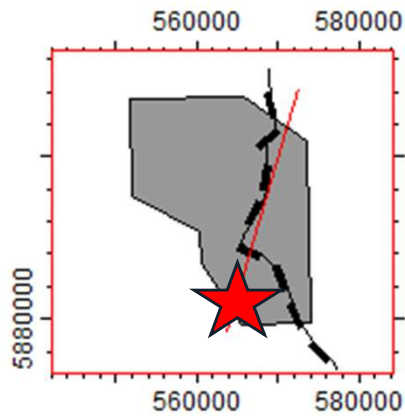
- ▣ In Kotter veld
- ▣ 160m zand
- ▣ Top Vlieland = onderste hard kick in triplet
- ▣ Top Vlieland Zandsteen = soft kick
- ▣ Base Vlieland = soft kick



Resultaten

Seismische karakterisatie: Synthetic K18-03

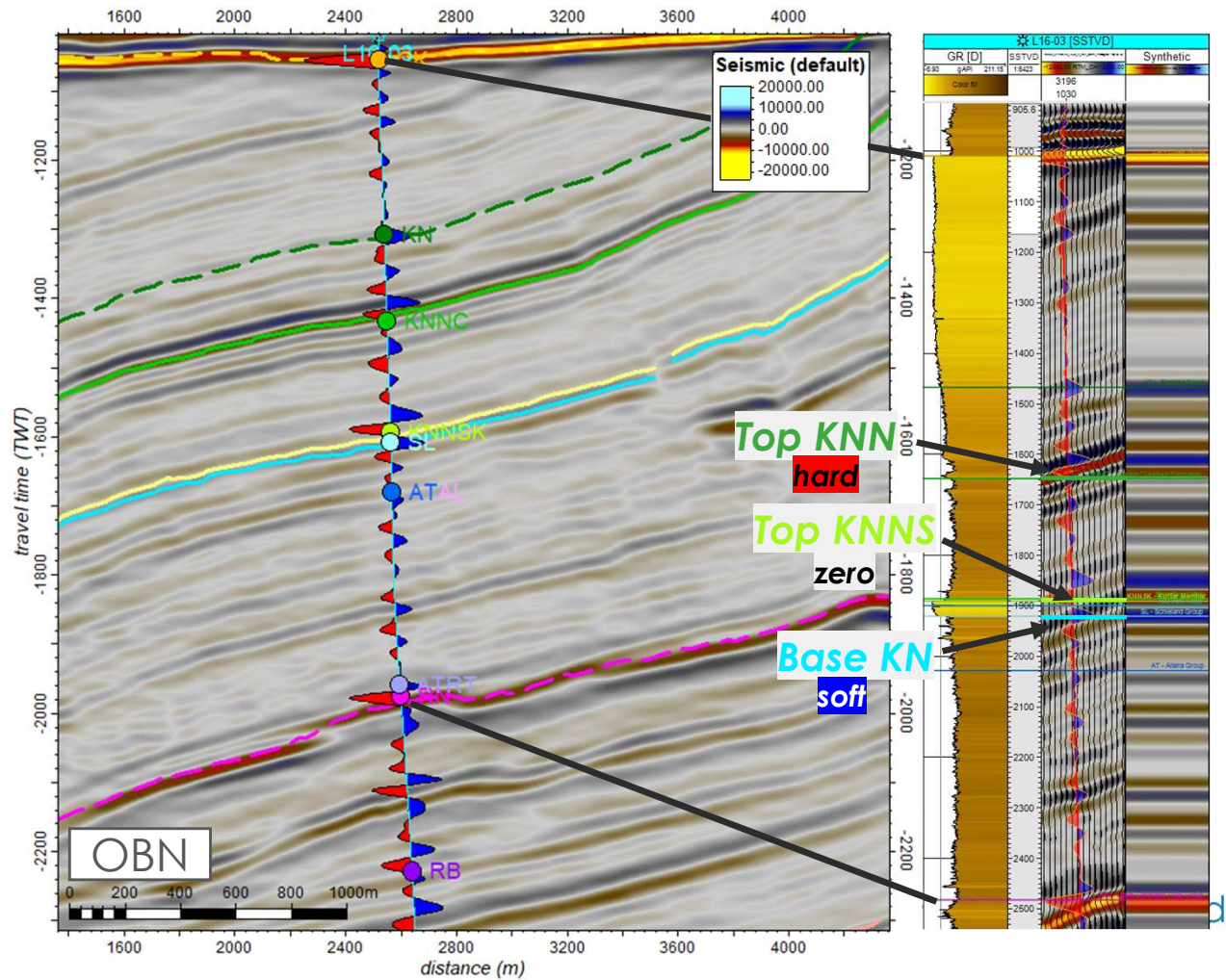
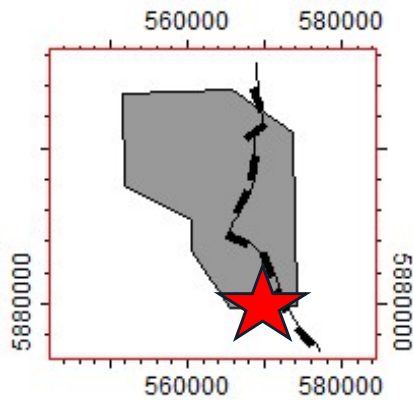
- Dry well
- 60m zand
- Top Vlieland Zandsteen = vage hard kick



Resultaten

Seismische karakterisatie: Synthetic L16-03

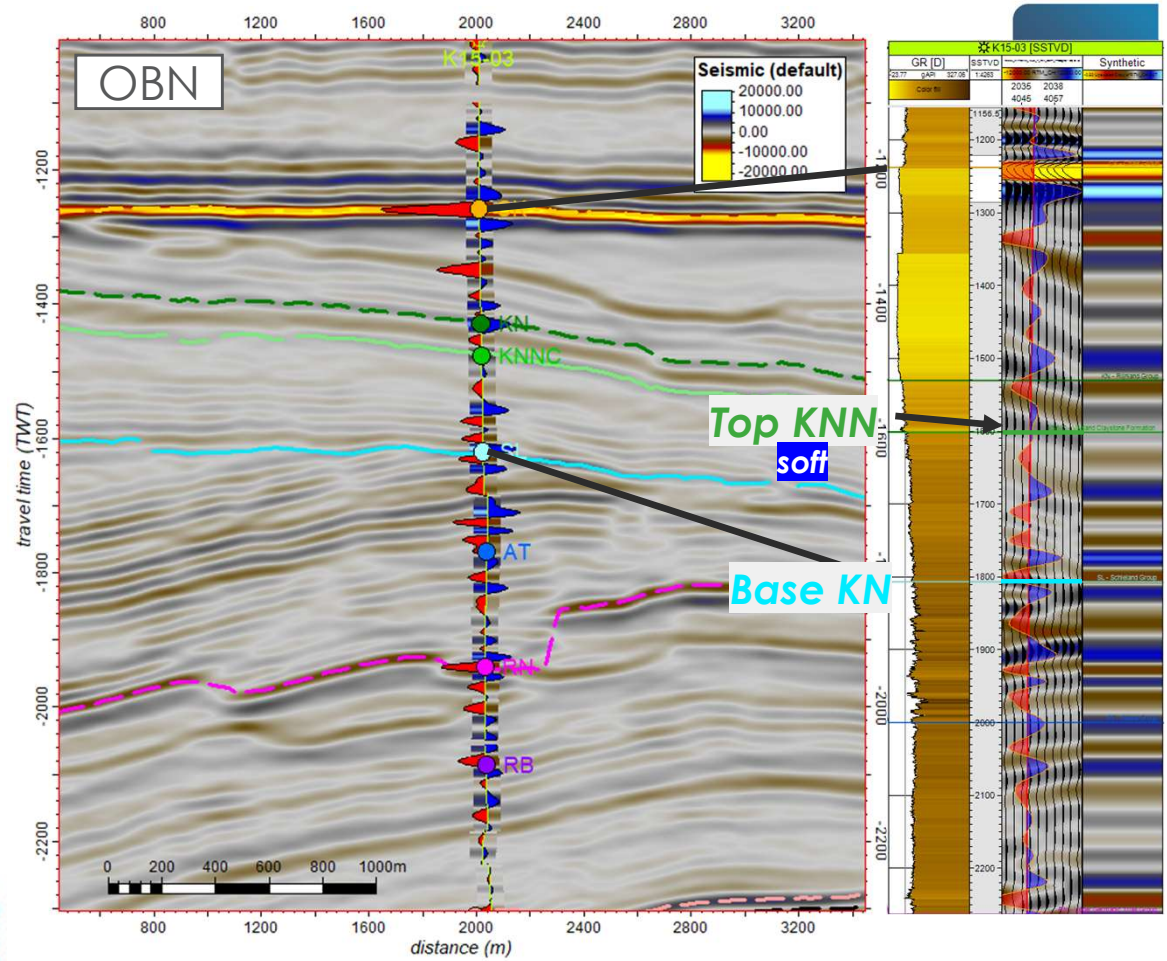
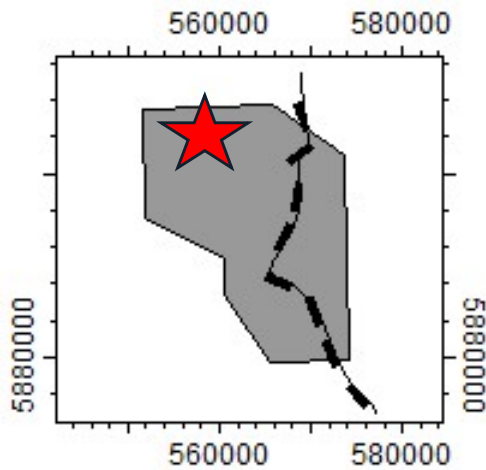
- ▣ 30m zand
- ▣ Top Vlieland = onderste hard kick in triplet
- ▣ Top Vlieland Zandsteen = zero crossing (?)
- ▣ Base Vlieland = soft kick



Resultaten

Seismische karakterisatie:
Synthetic K15-03

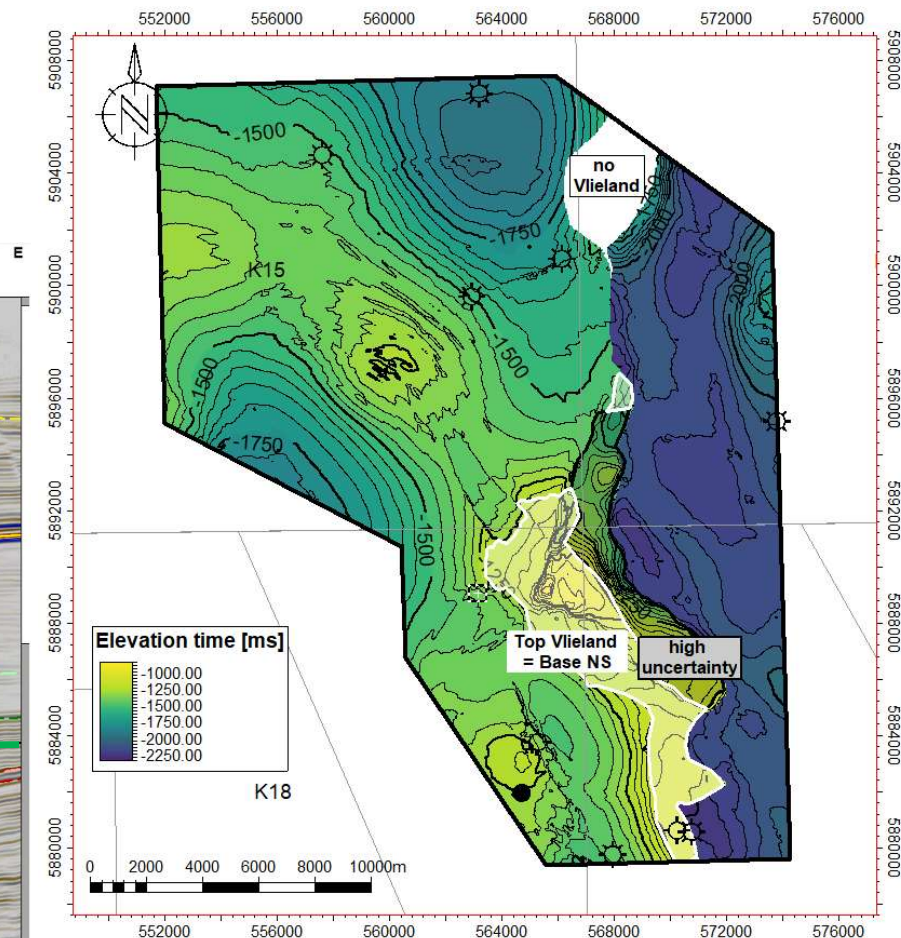
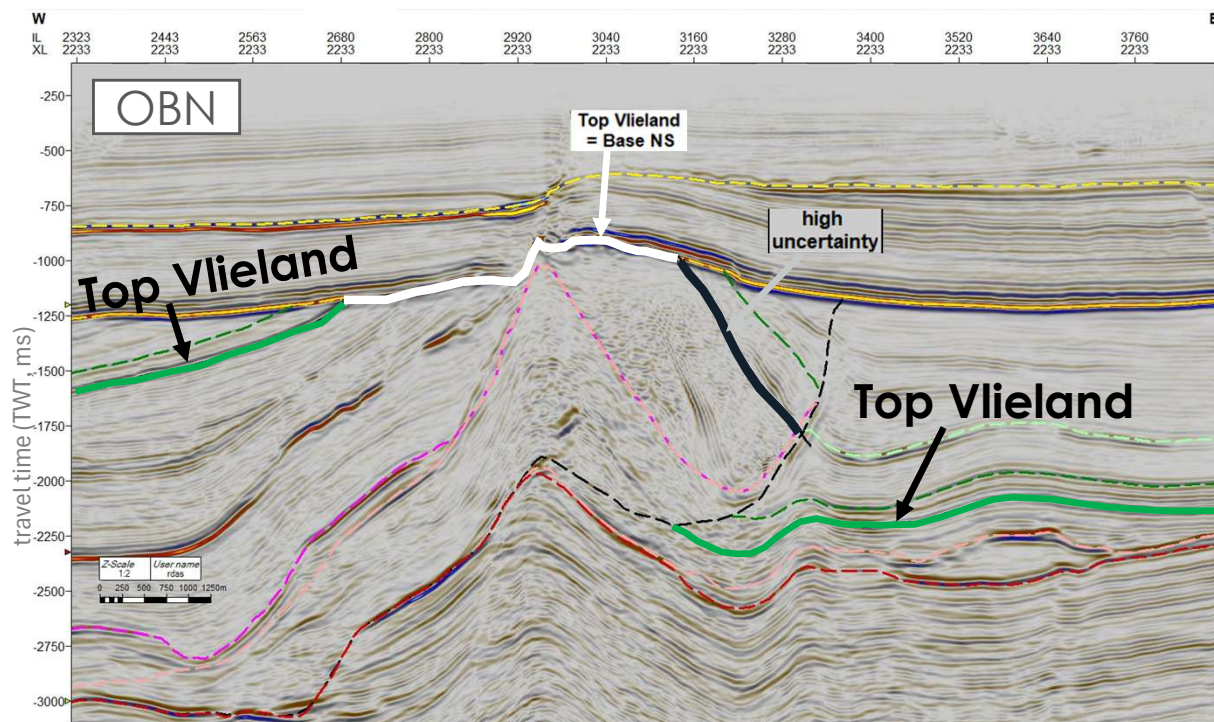
- Geen zand
- Top Vlieland = lange soft kick
- Base Vlieland = hoekdiscordantie



Resultaten

Kaart Top Vlieland Subgroep

- Vaak goed te volgen
- Rondom breuk en zoutdome: **afgesneden** en **hoge dip**



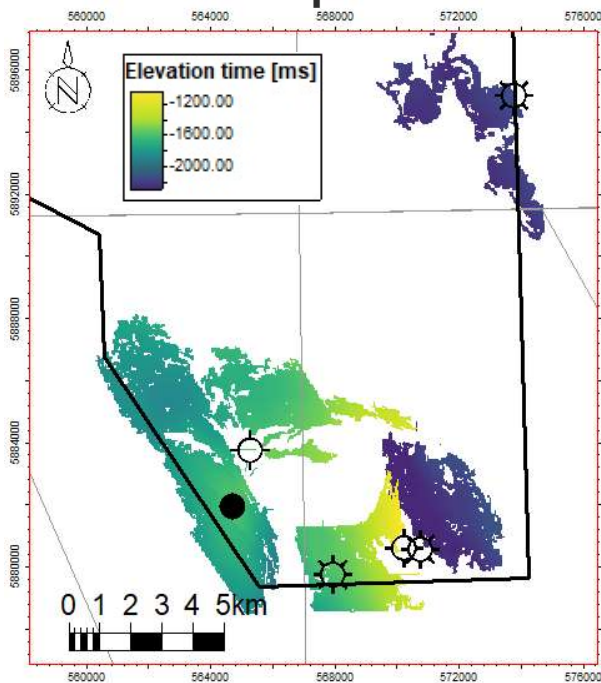
Resultaten

Top Vlieland Zandsteen

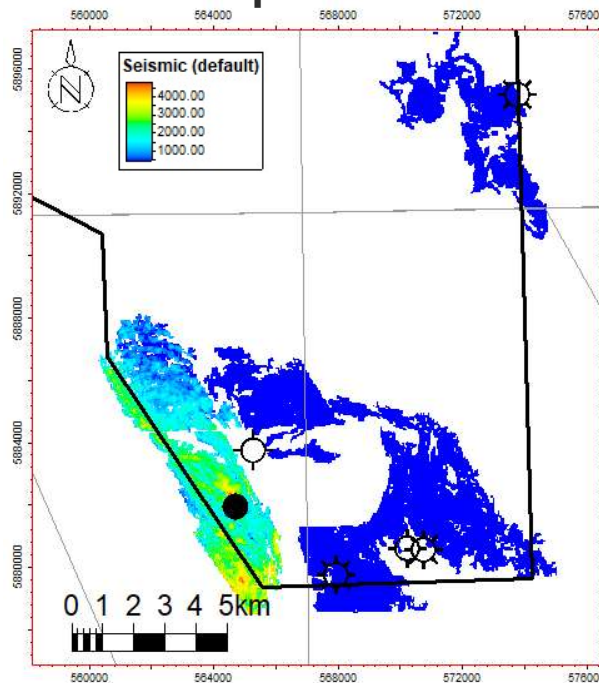


- Seismische interpretatie vanaf putten met synthetics
- Interpretatie stopt op:
 - Breuken
 - Verandering karakter
 - Dikte onder resolutie
- Amplitudes: hoger rondom Kotter veld, lager richting het Noorden → meer klei?

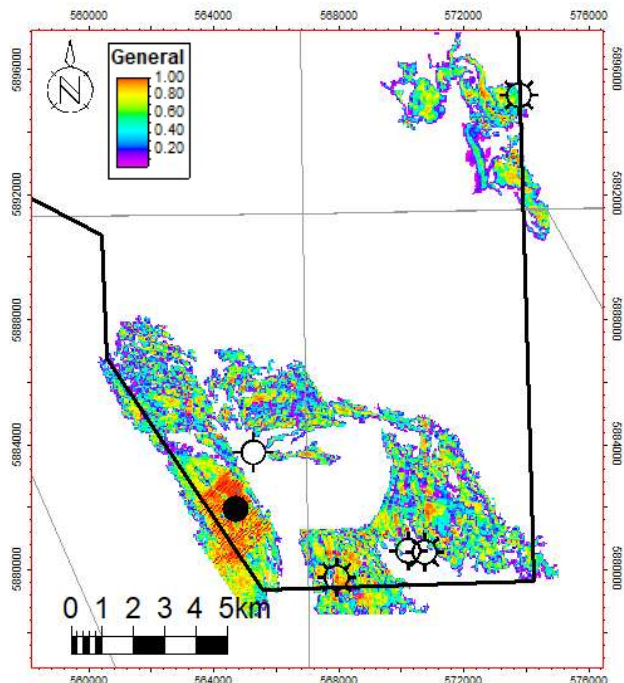
Diepte



Amplitude

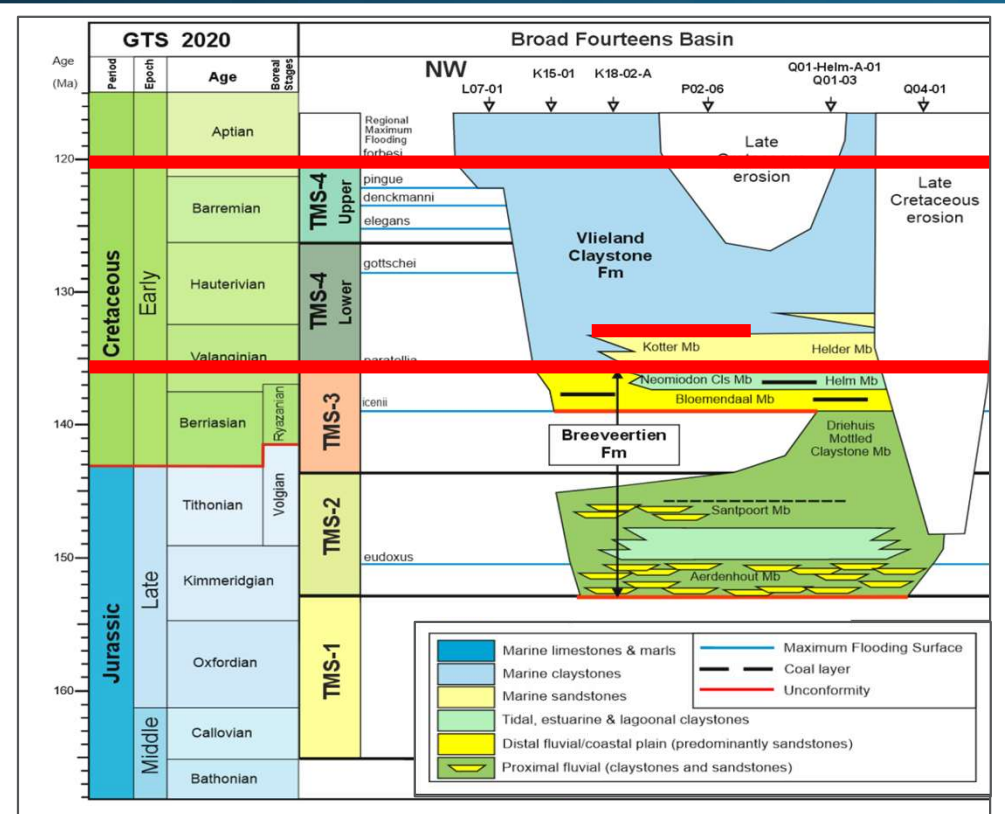


Horizon onzekerheid



Overzicht Resultaten

- Voorkomen Vlieland Zandsteen: tektoniek en transgressie
- Top Vlieland
 - Hard kick in triplet
 - Dunner pakket: soft kick
- Top Vlieland Zandsteen
 - Veranderlijk seismisch karakter
 - Nog steeds vaak onder resolutie
- Base Vlieland
 - Basin: hoekdiscordantie / soft kick
 - Platform: parallel aan Top Vlieland (aanname)

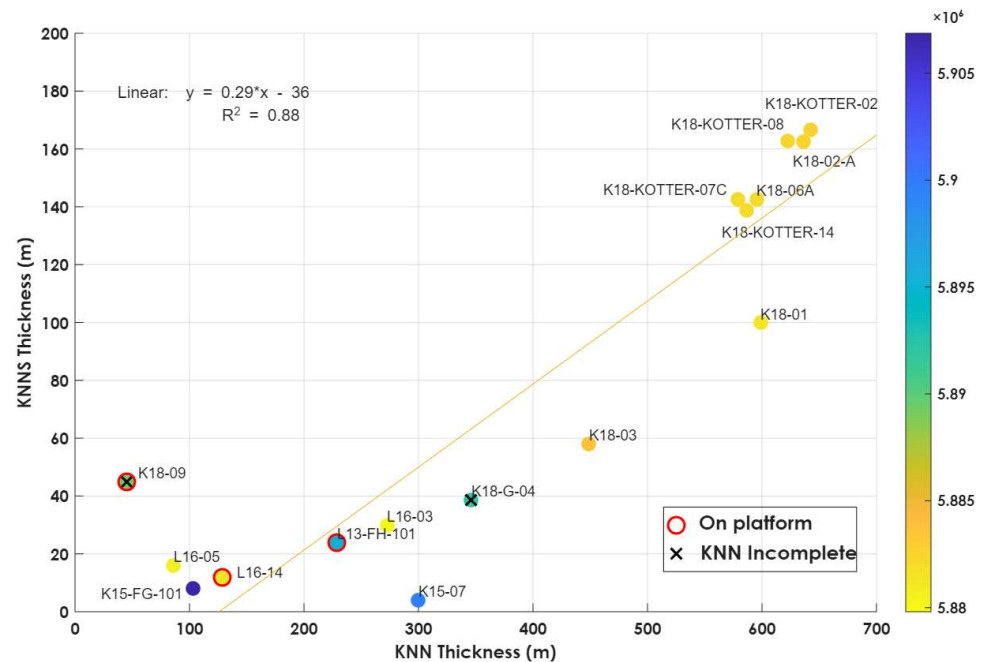
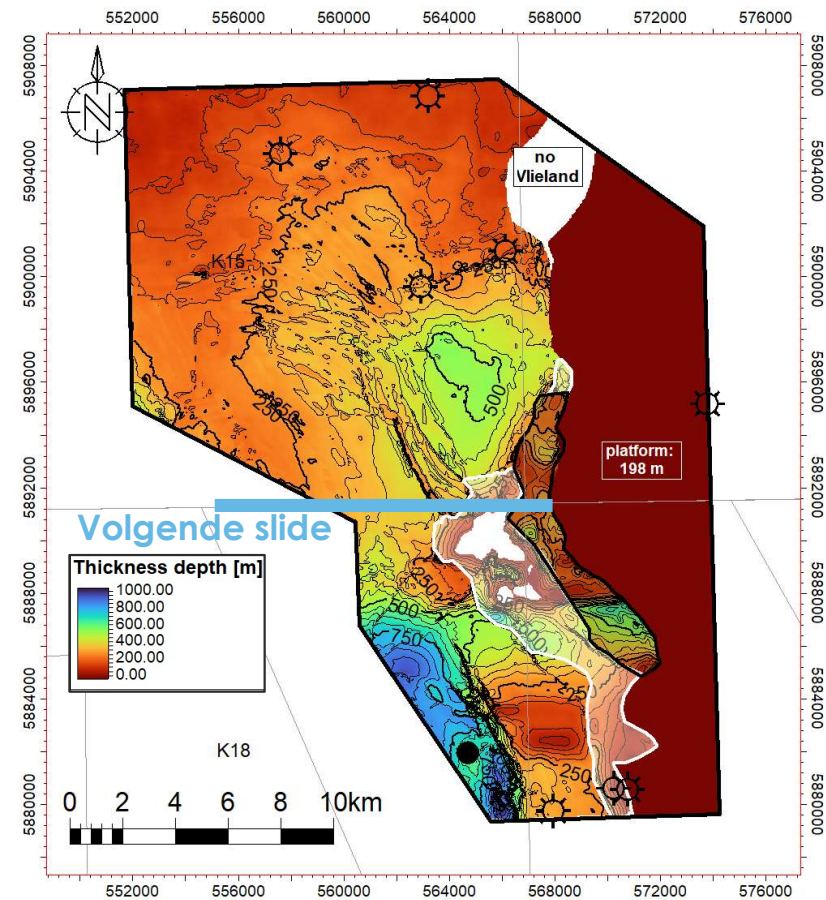


Bouroullec et al., 2024

Discussie: Proxy Vlieland Zandsteen Dikte



Diktes Vlieland Subgroep (KNN) vs. Vlieland Zandsteen (KNNS)

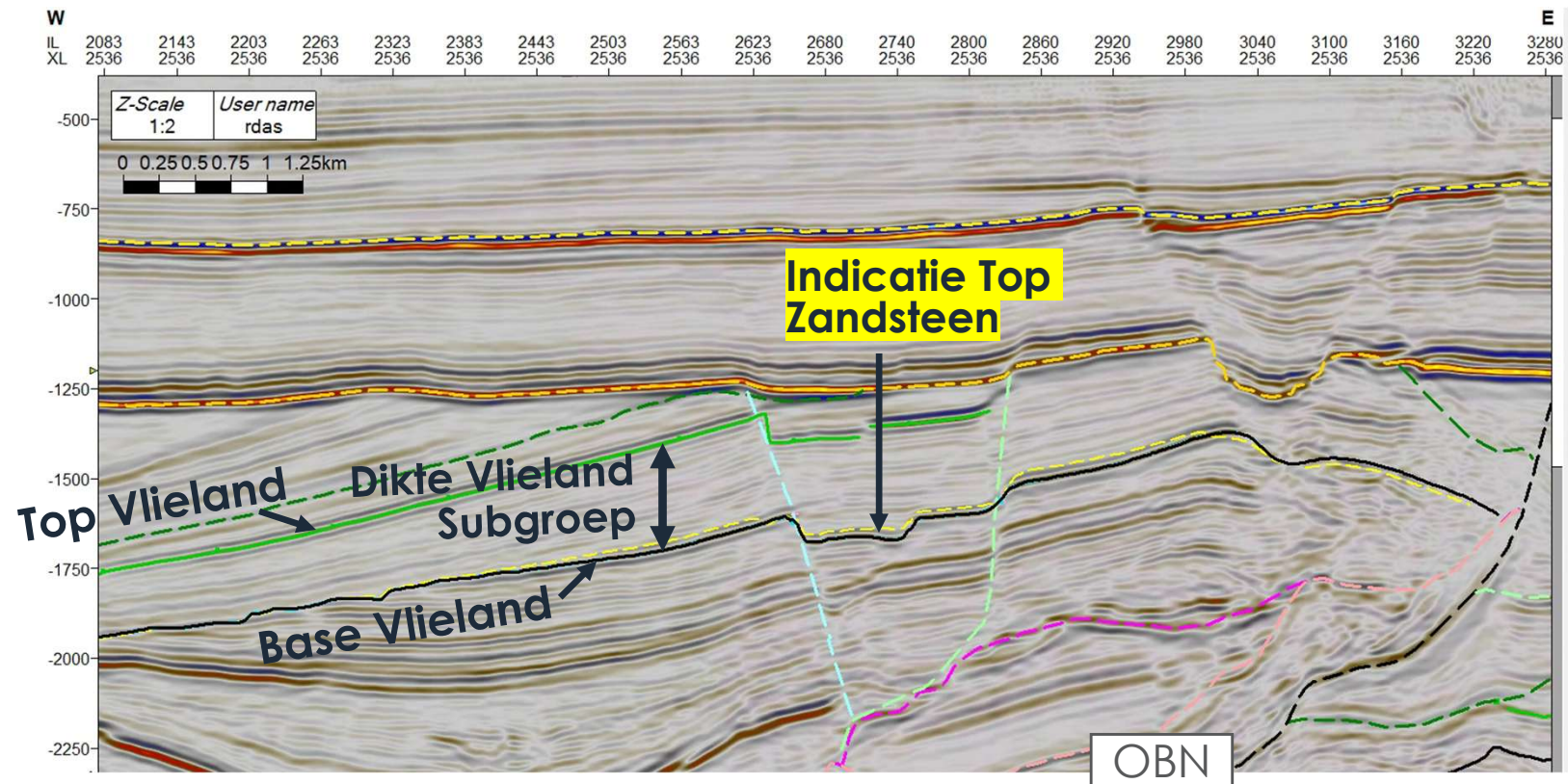


- Dikker KNN geassocieerd met dickere KNNS
- Lage KNN & KNNS dikte op platform of in het Noorden
- Relatie is empirisch → **aanbeveling: causaal verband onderzoeken, populaties onderscheiden**

Discussie: Verdere Karakterisatie

Doorwerken met empirische relatie

- Indicatie Top KNNS surface berekend met lineaire vergelijking (Zie vorige slide)



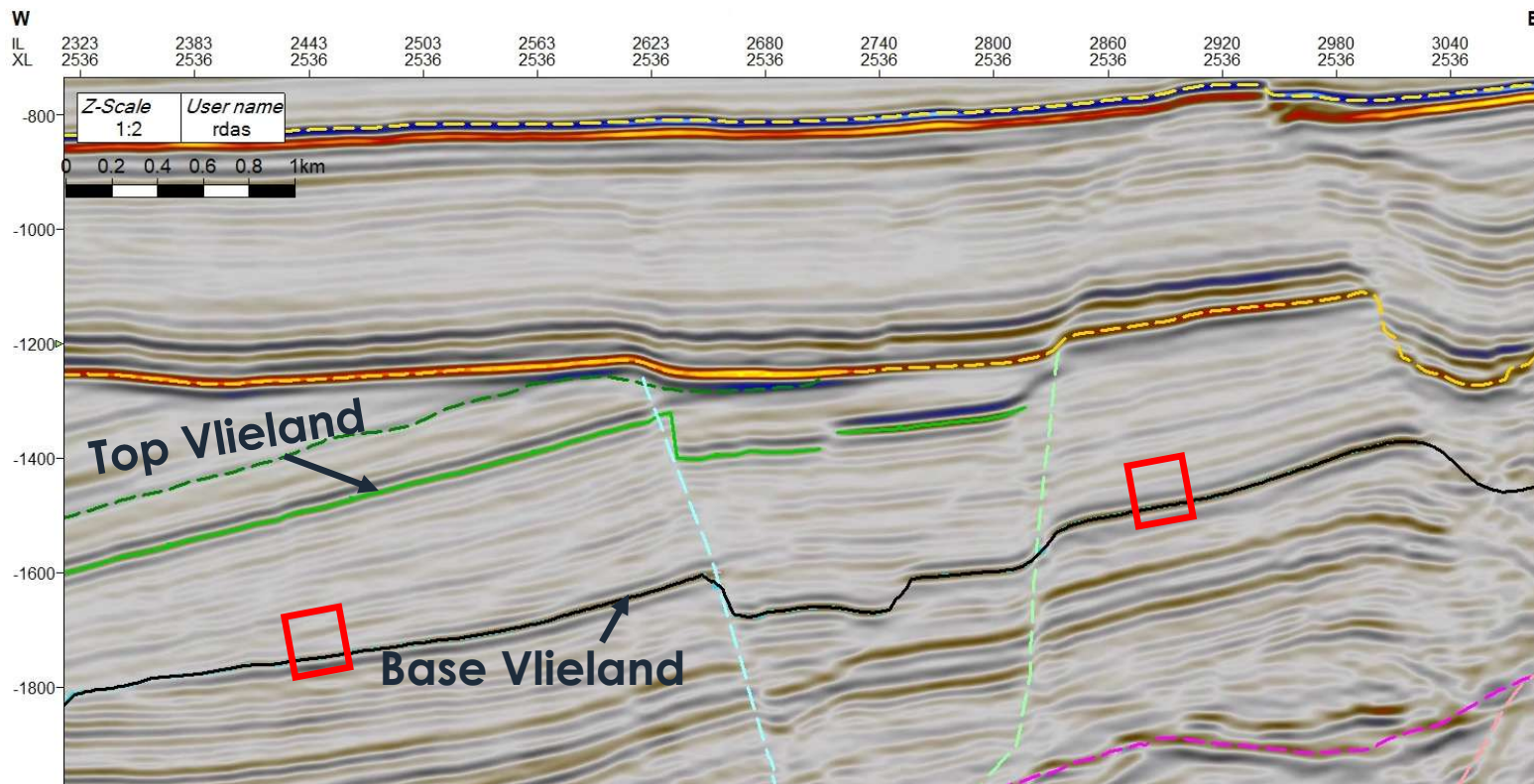
Discussie: Verdere Karakterisatie



Doorwerken met empirische relatie

- Inspectie van reflectors boven Base Vlieland

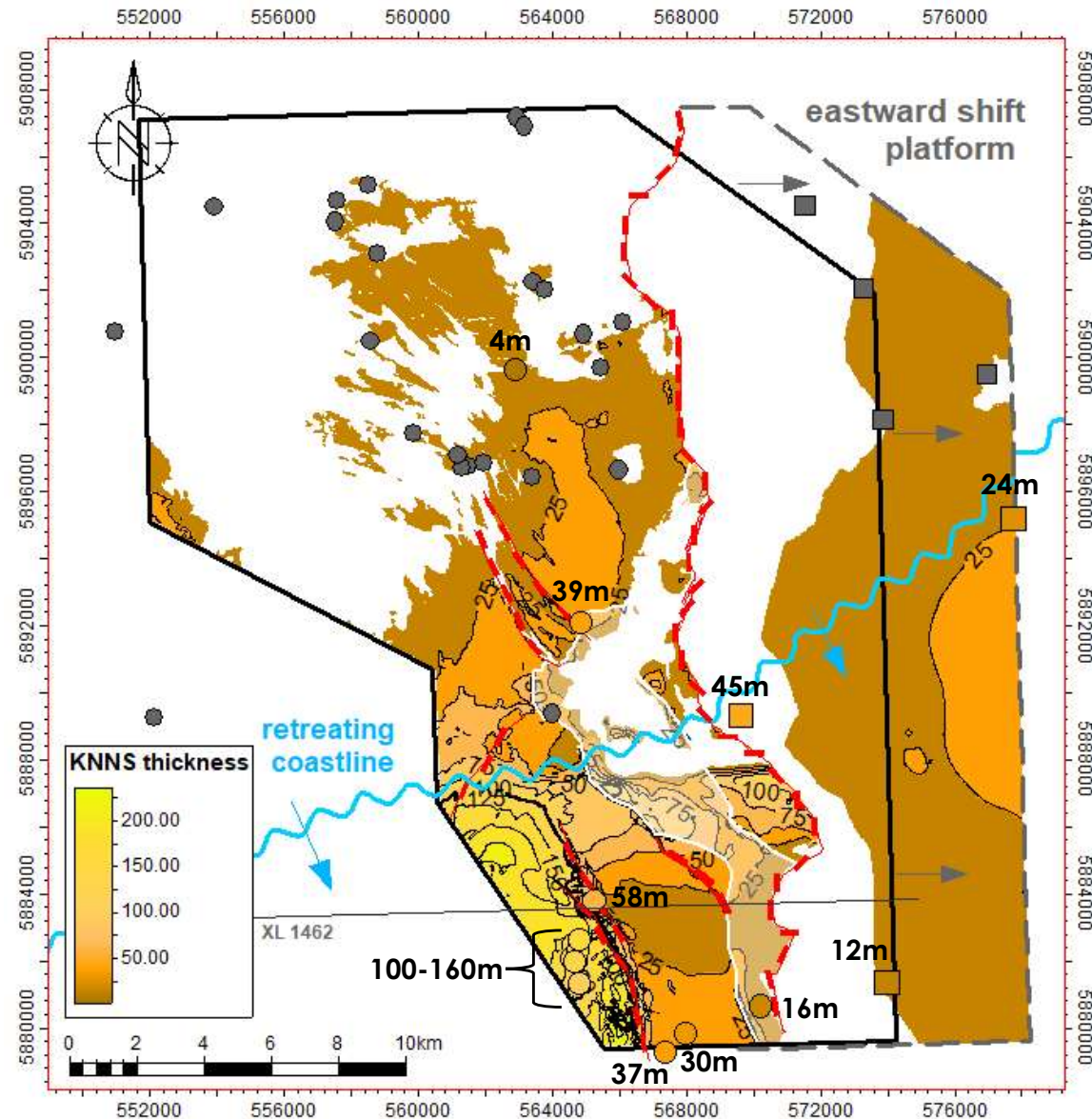
→ verandert van duidelijke peak (Oost) naar low-amplitude reflectors (West)



Discussie: GDE

Diktekaart Vlieland Zand

- Verdubbeling platform & basin
 - visualisatie platform door 4 km translatie Oostwaarts, putten (□) mee
- Dikteverdeling door
 - Breuken
 - 'Kleine' breuken belangrijker dan randbreuk BFB → **aanbeveling: antithetic breuken in kaart brengen**
 - Transgressie
 - Ook op lokale schaal? (Zie amplitudekaart Top KNNS)
- Sidenotes:
 - Dit is 'bruto' dikte
 - Toepasbaarheid lineair verband
 - Platformdiktes veel minder betrouwbaar



Conclusies

- ❑ Vlieland Zandsteen dikte beïnvloed door transgressie & breuken

- ❑ Top Vlieland Zandsteen horizon is moeilijk te volgen door
 - Veranderend karakter
 - Breuken
 - Onder resolutie

- ❑ Proxy voor Vlieland Zandsteen
 - Lineair verband uit putten + Vlieland dikte seismiek + well tops

Bedankt voor uw aandacht

ebn