

› GEOTHERMIE IN DE ZANDEN VAN BRUSSEL

Johan ten Veen

TNO innovation
for life

Kees Geel, Harald de Haan, Sander Houben, Andreas Kruisselbrink,
Jurgen Foeken, Hans Veldkamp, Lies Peters

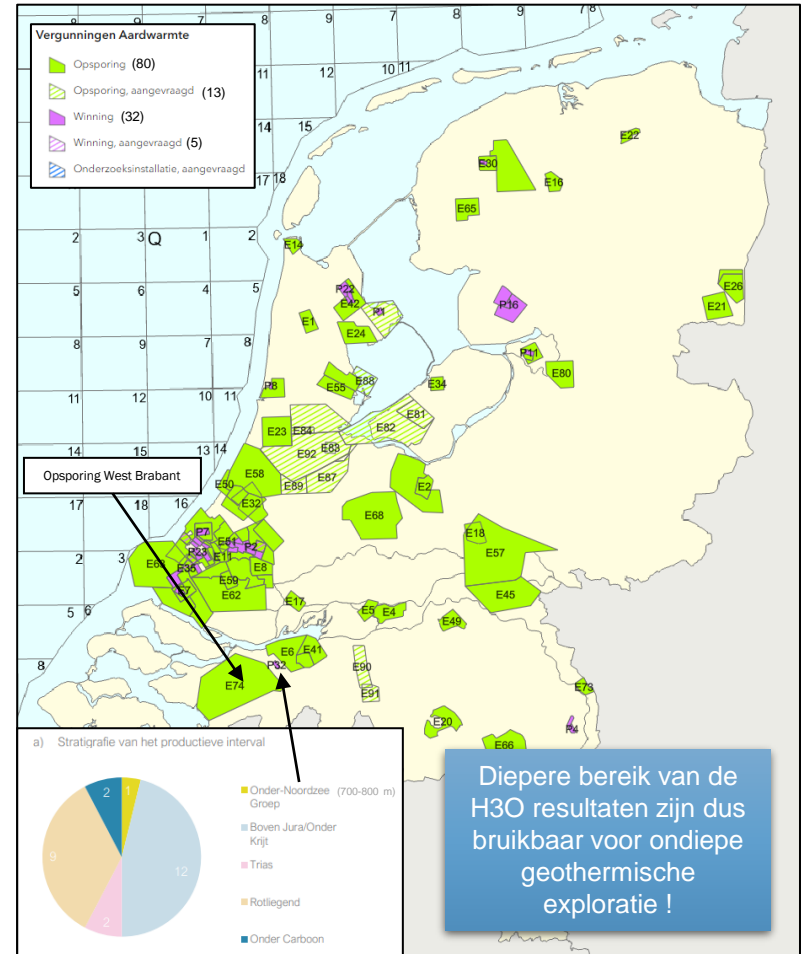
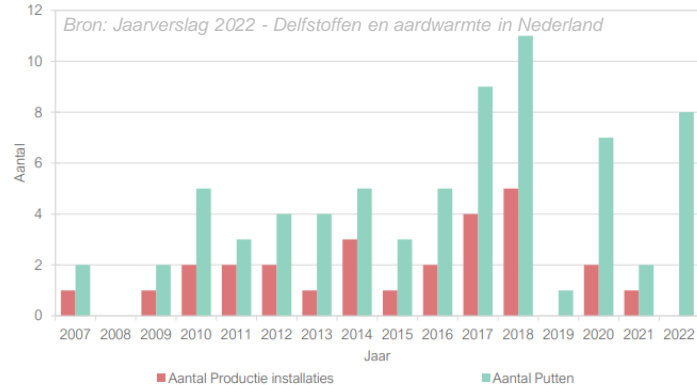
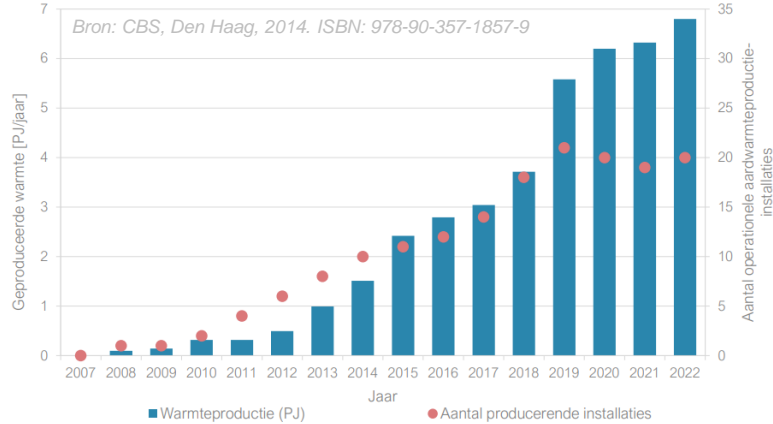
WARMINGUP
Innovatief Bureau Waterstofopslag



Webinar H3O-De Voorkepen, 28 september 2023

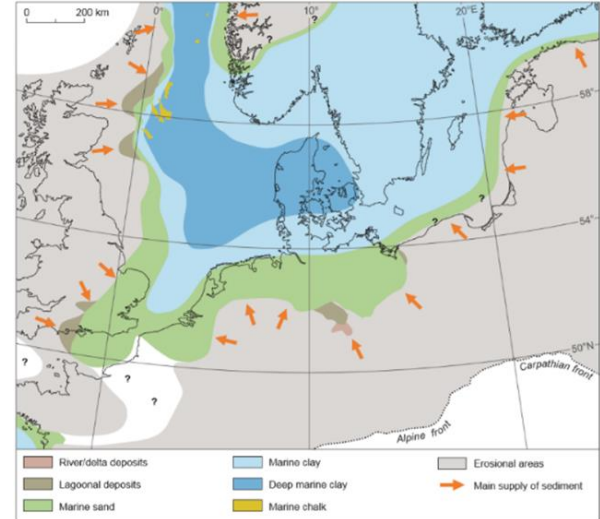
GEOTHERMIE IN NEDERLAND

STATUS 1-1-2023



› GEOTHERMIE EN HET ZAND VAN BRUSSEL

- › Dieptebereik 200 – 1500 m, dikte 150 – 200 m
- › Temperatuur: 20 ~ 55 °C
- › Eocene ouderdom
- › Sequentie van ondiep mariene zanden die geleidelijk schoner worden naar de top
- › Onconsolideerd zand met harde calciëc-gecementeerde lagen
- › Fijn zand (diameter ~100 – 120 µm)
- › Eigenschappen grotendeels onbekend (te diep voor grondwater, te ondiep voor olie & gas)



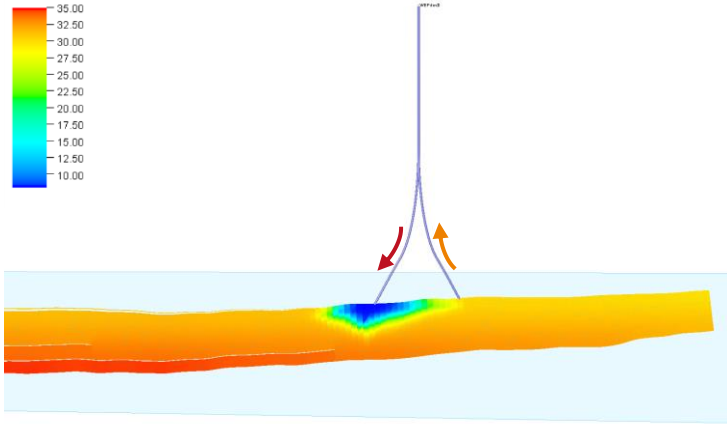
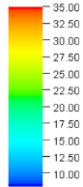
Paleogeografische reconstructie en verdeling van sedimenttype in NW Europa tijdens het Midden-Eoceen (vroeg-Lutetiaan). Zand van Brussel in groen. Aangepast aan Gibbard en Lewin (2016).

→ 1 geothermisch doublet produceert nu uit het Zand van Brussel

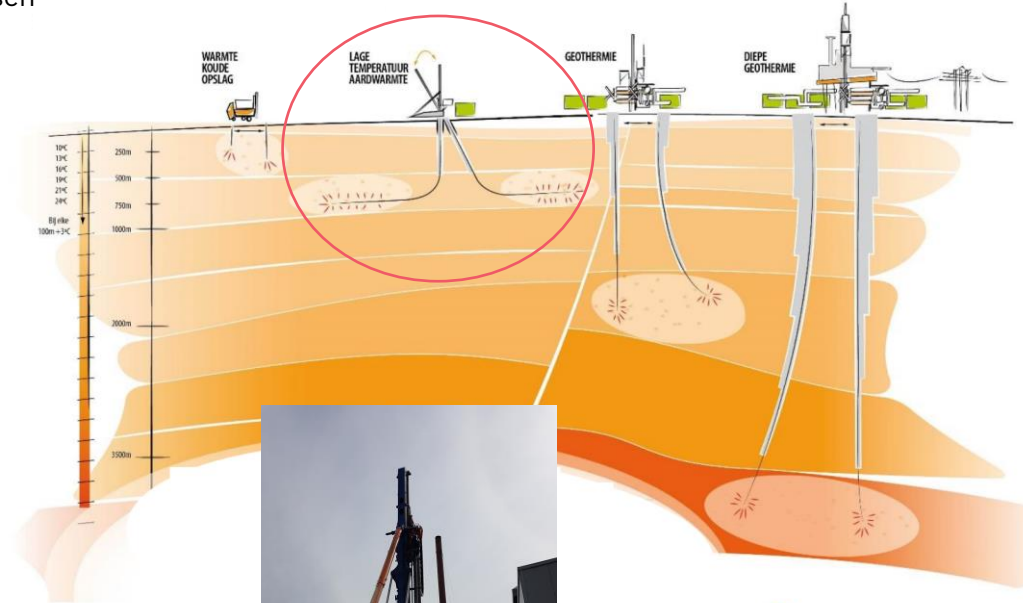
WELL DESIGN ONDIEPE GEOTHERMIE ZEVENBERGEN

Bij geringe diepte (< ~800 m) is de normale afstand tussen producer en injector onvoldoende en zal “te snel” koud water geproduceerd worden

Temperature (TEMP)
Relative temperature [degC]



Op een diepte van 500-1250 meter is de temperatuur van het grondwater 20-45 graden. Door Lage Temperatuur Aardwarmte (LTA) te combineren met een warmtepomp kan de temperatuur verhoogd worden naar 70 graden.



 Visser & Smit Hanab
brengt energie

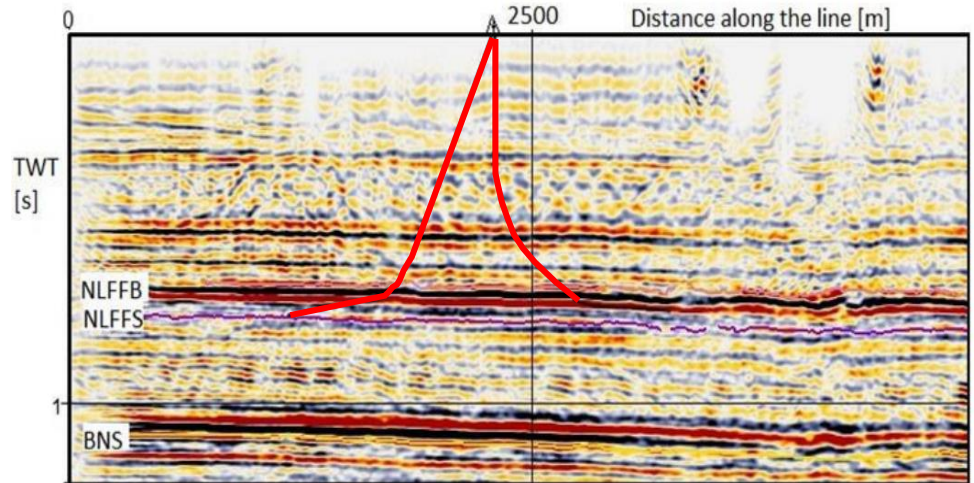
› WERKT AARDWARMTE UIT HET ZAND VAN BRUSSEL?

- › Aanleg doublet was lastig:
 - › Horizontaal boren beïnvloed door gecementeerde intervallen
 - › Verticale permeabiliteit lager dan verwacht
- › Warming^{UP} en SCAN zetten in op meer kennis over eigenschappen en potentie van het Zand van Brussel

WARMINGUP
Innovatief Duurzaam Warmtecollectief

scan ↑

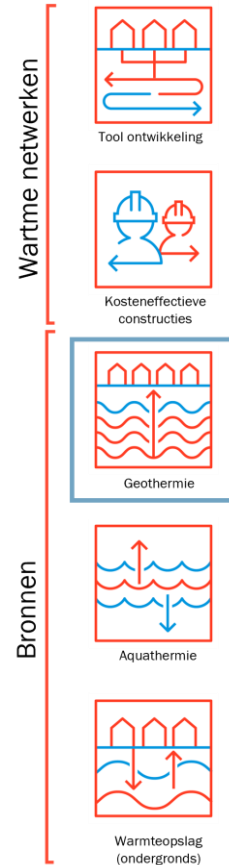
- › Grote rol voor H30 projecten



WARMINGUP

Innovatief Duurzaam Warmtecollectief

- › Kennisontwikkeling voor collectieve verwarmings systemen
- › 38 participanten
- › 25 projecten in 5 thema's
- › Thema 4: Geothermie
- › Ter promotie van marginale aquifers, zoals;
 - › **Het Zand van Brussel**
 - › Laag permeabele Slochteren zandsteen
 - › Formatie van Breda (s.l.)



Partners geothermie

TNO



ebn

Huisman

VATTENFALL

ennatuurlijk



hvc.
energie en hergebruik

Aardyn
Geothermie ontwikkeling Nederland

Eneco

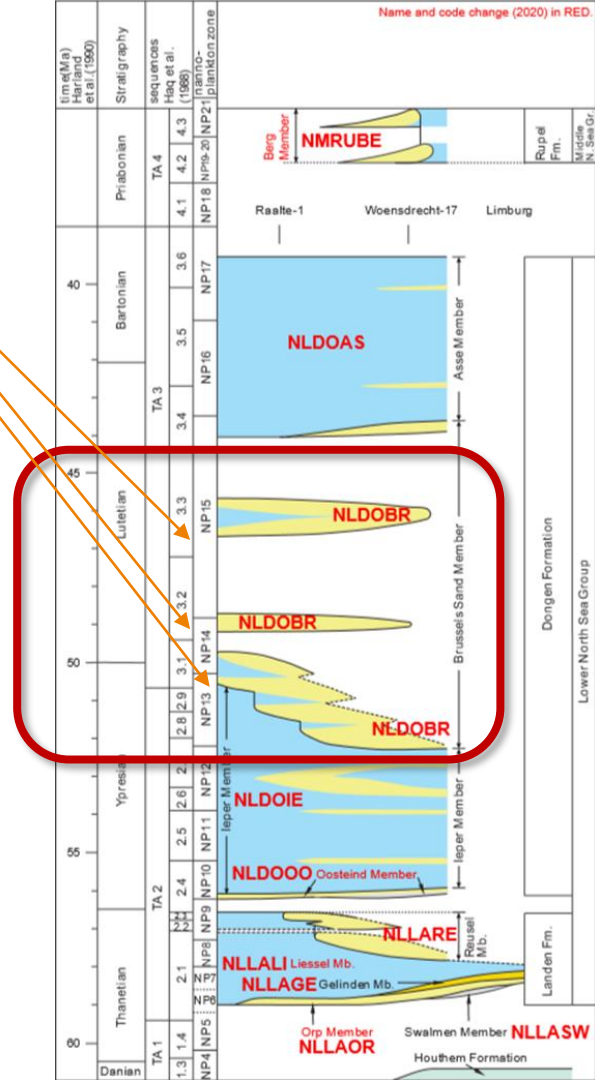
Gemeente Breda

Provincie Noord-Brabant

ecw energy
solid solutions for a sustainable future

STRATIGRAFIE BRUSSEL ZAND

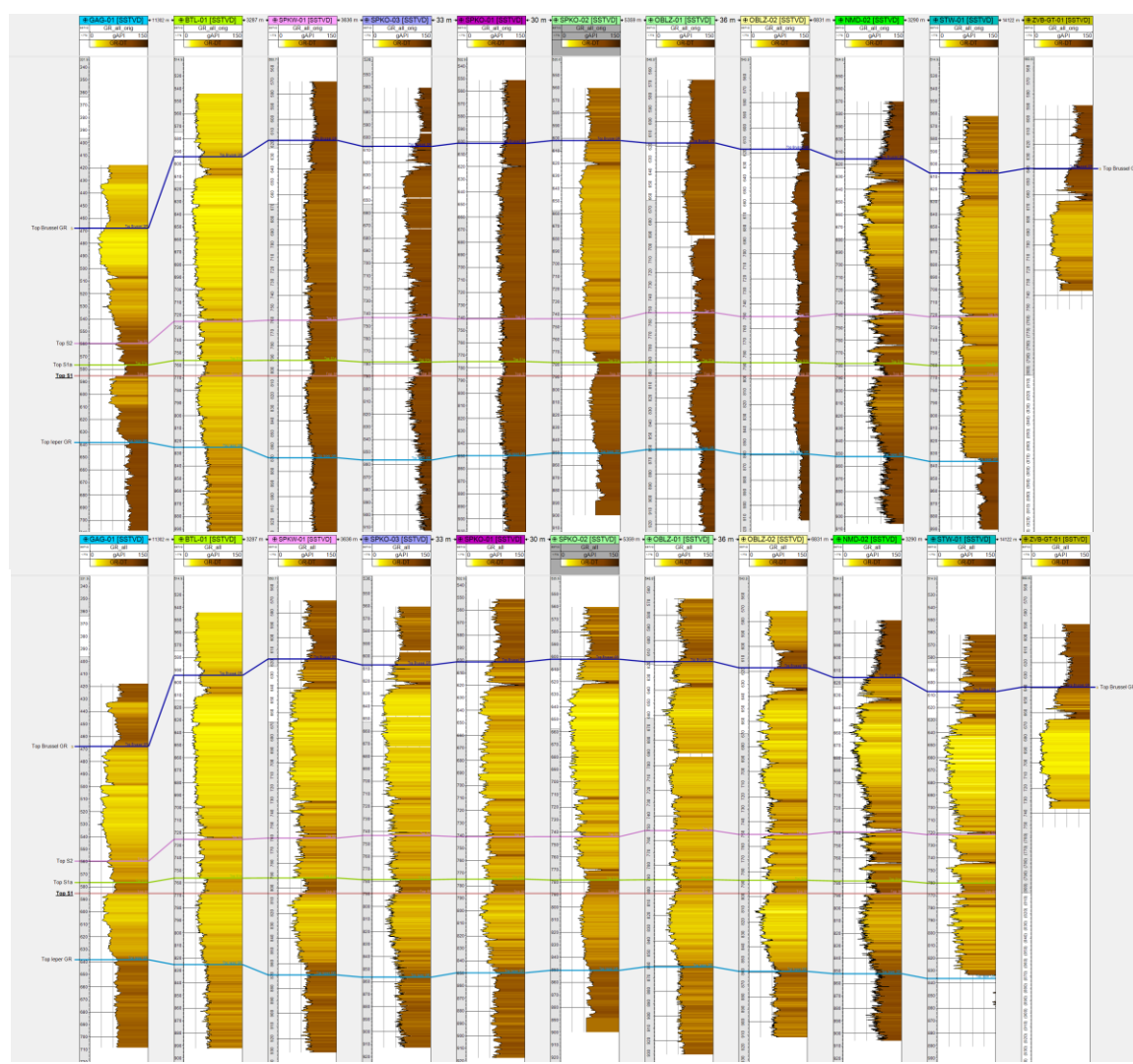
- › Probleem met officiële stratigrafie omdat de basis van het laagpakket op 3 verschillende zanden werd gelegd (S1-S3)
- › Dit resulteerde in “bulls eyes” in kaartbeeld
- › Dit is opgelost in het WarmingUp project:
 - › In Nederland is er een basaal zandig interval (sequentie S1) dat voorkomt onder de formele basis van het laagpakket, dus boven in het Laagpakket van Ieper
 - › S1 wordt nu tot Laagpakket van Brussel gerekend
 - › Klei S1A tussen S1 en S2
 - › Herinterpretatie van groot aantal boringen
 - › Seismische interpretatie
- › Inzichten (deels) meegenomen in H3O-de Voorkempen



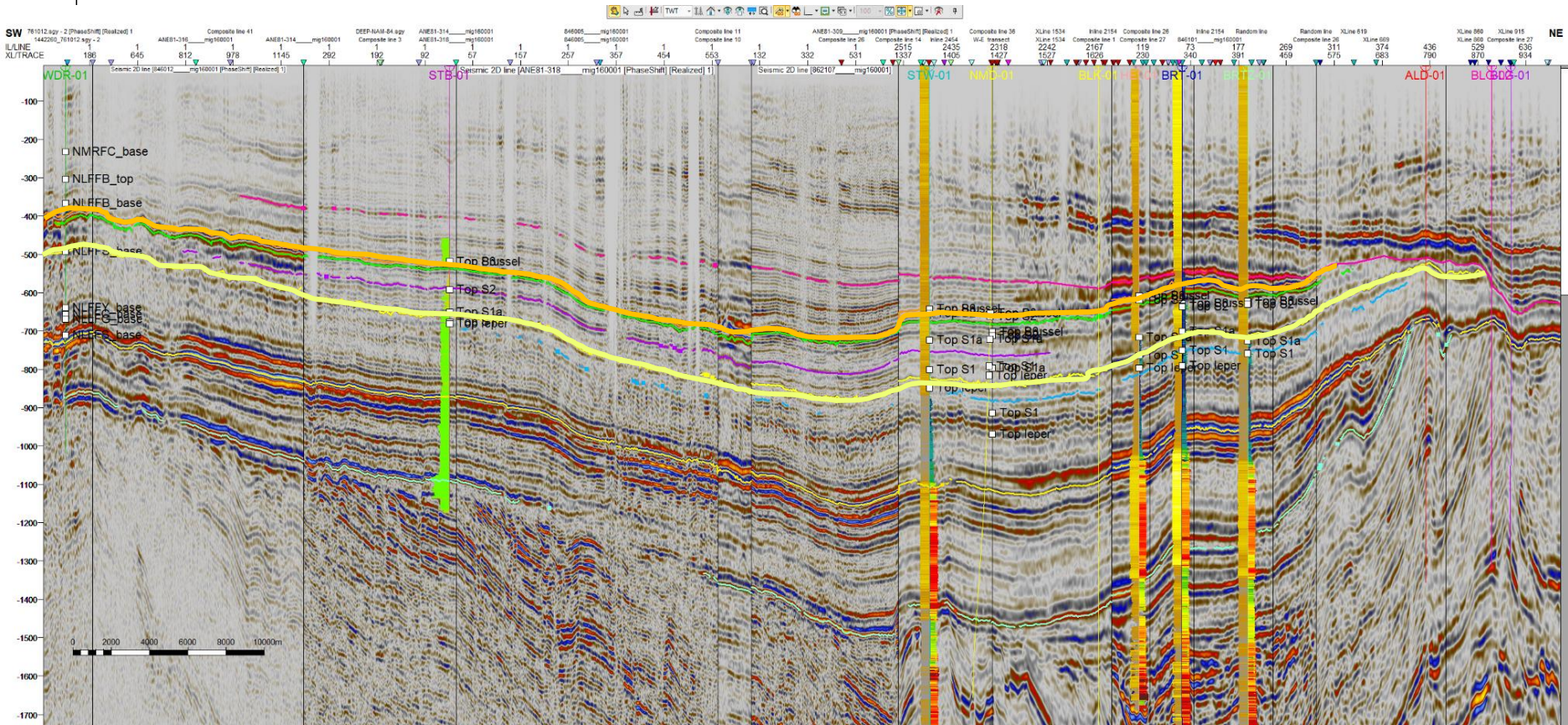
GR CORRECTIE

WARMINGUP
Innovatief Duurzaam Warmtecollectief

- › Correctie van log shifts
- › Variatie in Gamma-Ray wordt genormaliseerd voor betere put correlatie
- › Coarsening/fining trends
- › Met name S1A blijkt goed correlatie niveau
- › S1 heeft eenduidig logpatroon en dikte
- › Meer variatie in S2 en S3

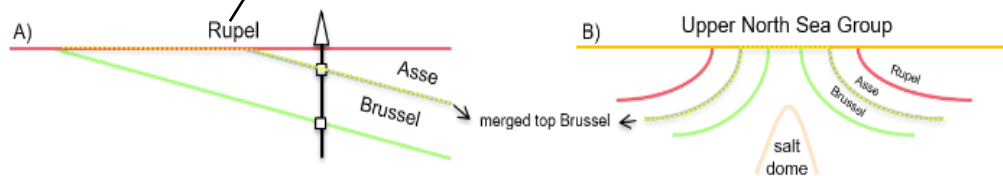
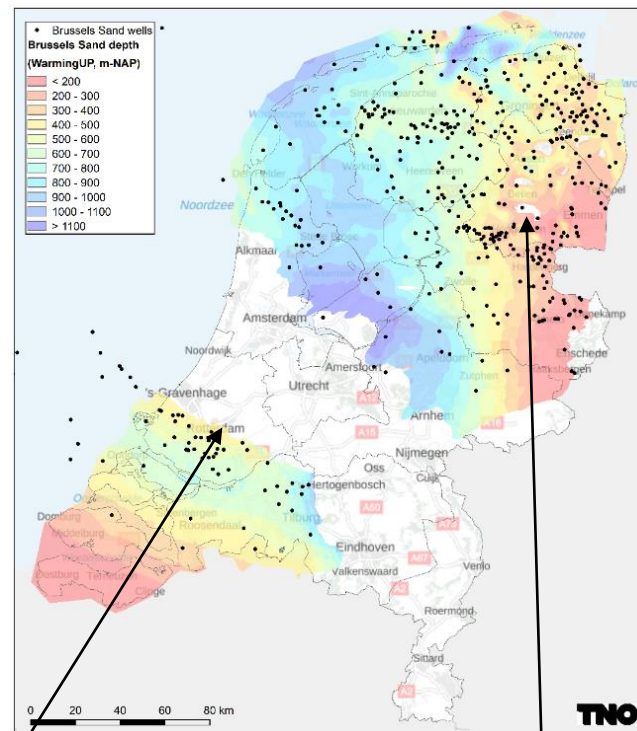
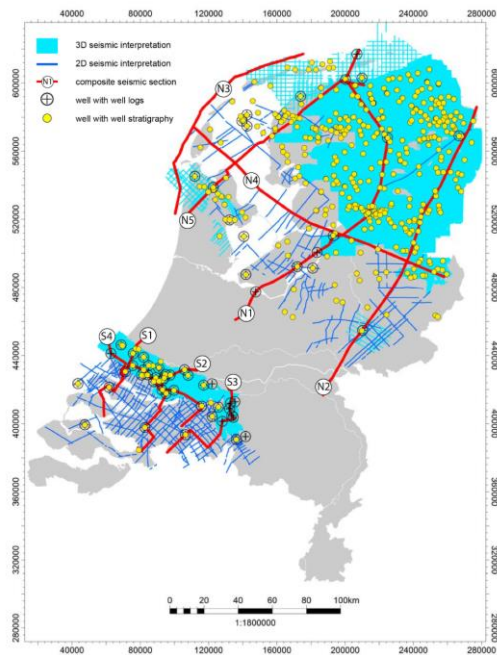


SEISMISCHE INTERPRETATIE



MODELLERING WARMING^{UP}

Overzicht boringen en seismiek



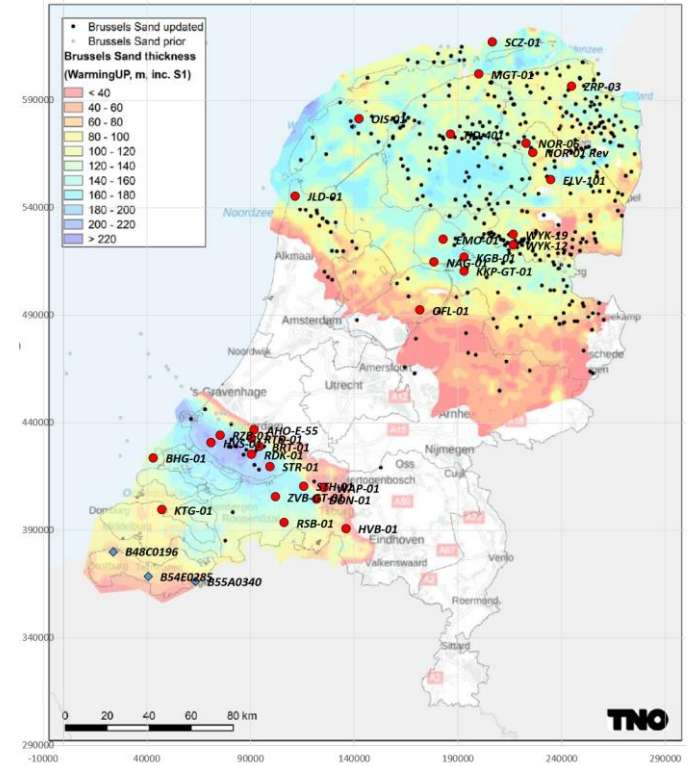
RESERVOIR EIGENSCHAPPEN

- › 700 boringen door Brussel zand; well logs beschikbaar op nlog.nl
- › Voor enkele boringen permeabiliteit uit pomp testen beschikbaar
- › Analyse van kernmonsters
- › Eerdere studies (1980's, vnl door TNO & RGD)
- › Voor selectie van putten met logs is een formatie evaluatie gedaan:
 - › Net to gross NG
 - › Shale content VSH
 - › Effective porosity PHIE
 - › Permeability K
 - › Transmissivity K^*H

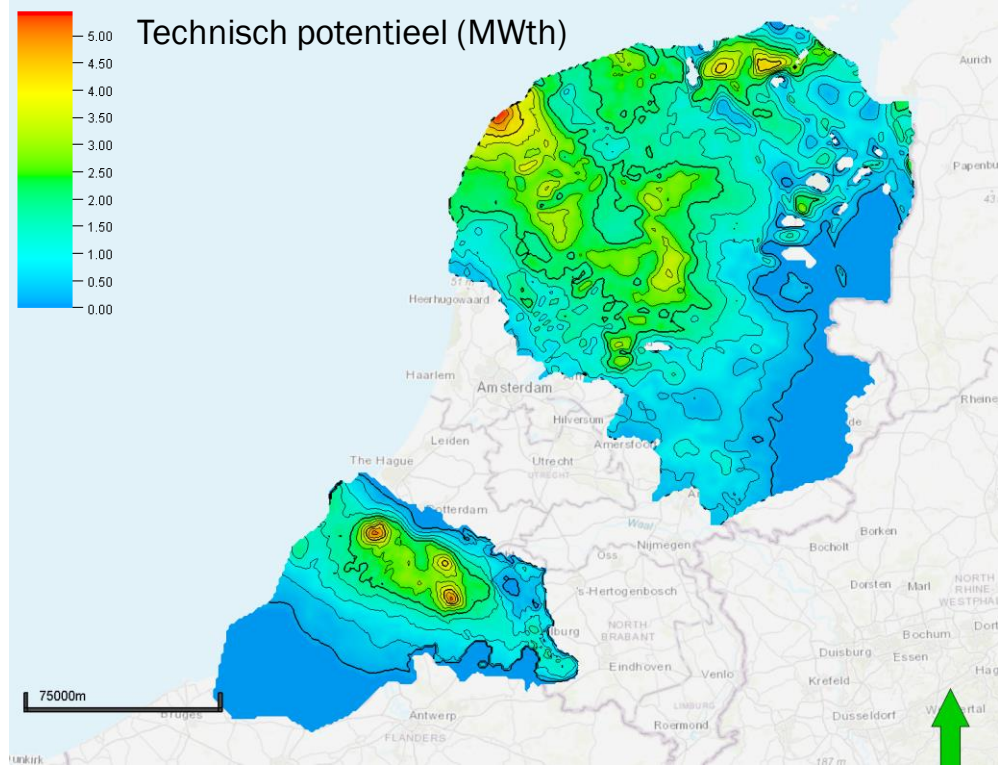
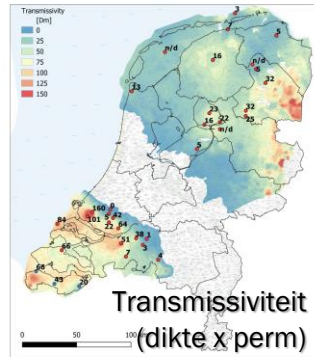
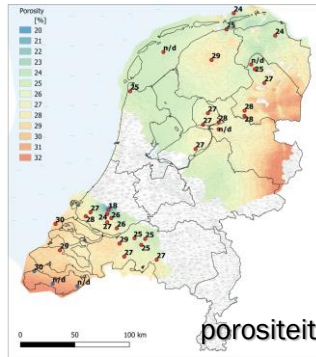
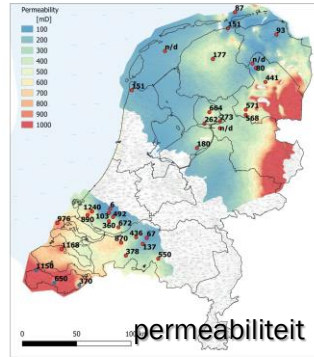
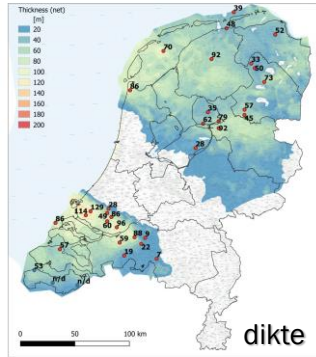


RAL-01 (1943)

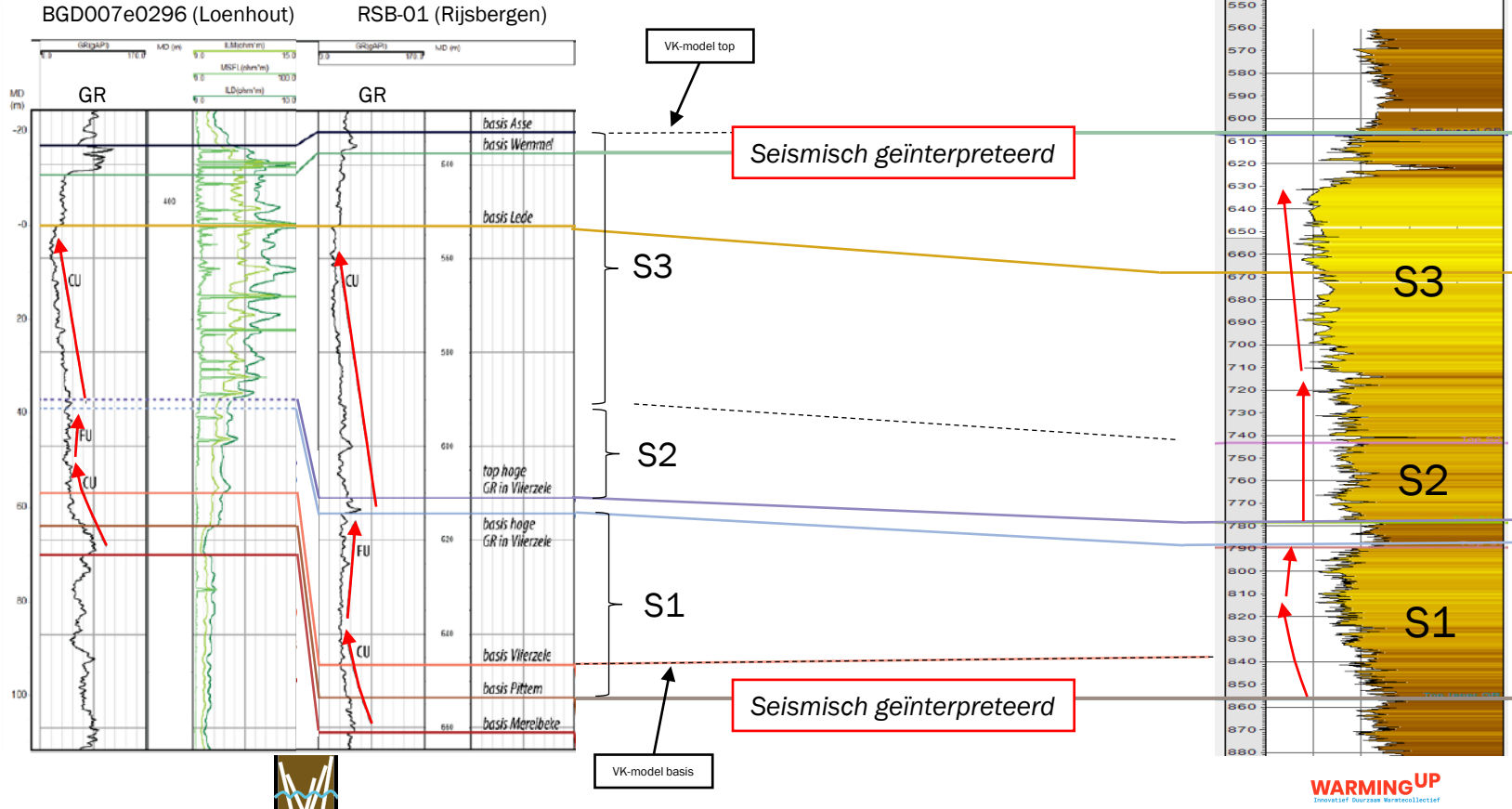
Selection of wells for log evaluation Brussels and Roer Valley Graben Tertiary sands



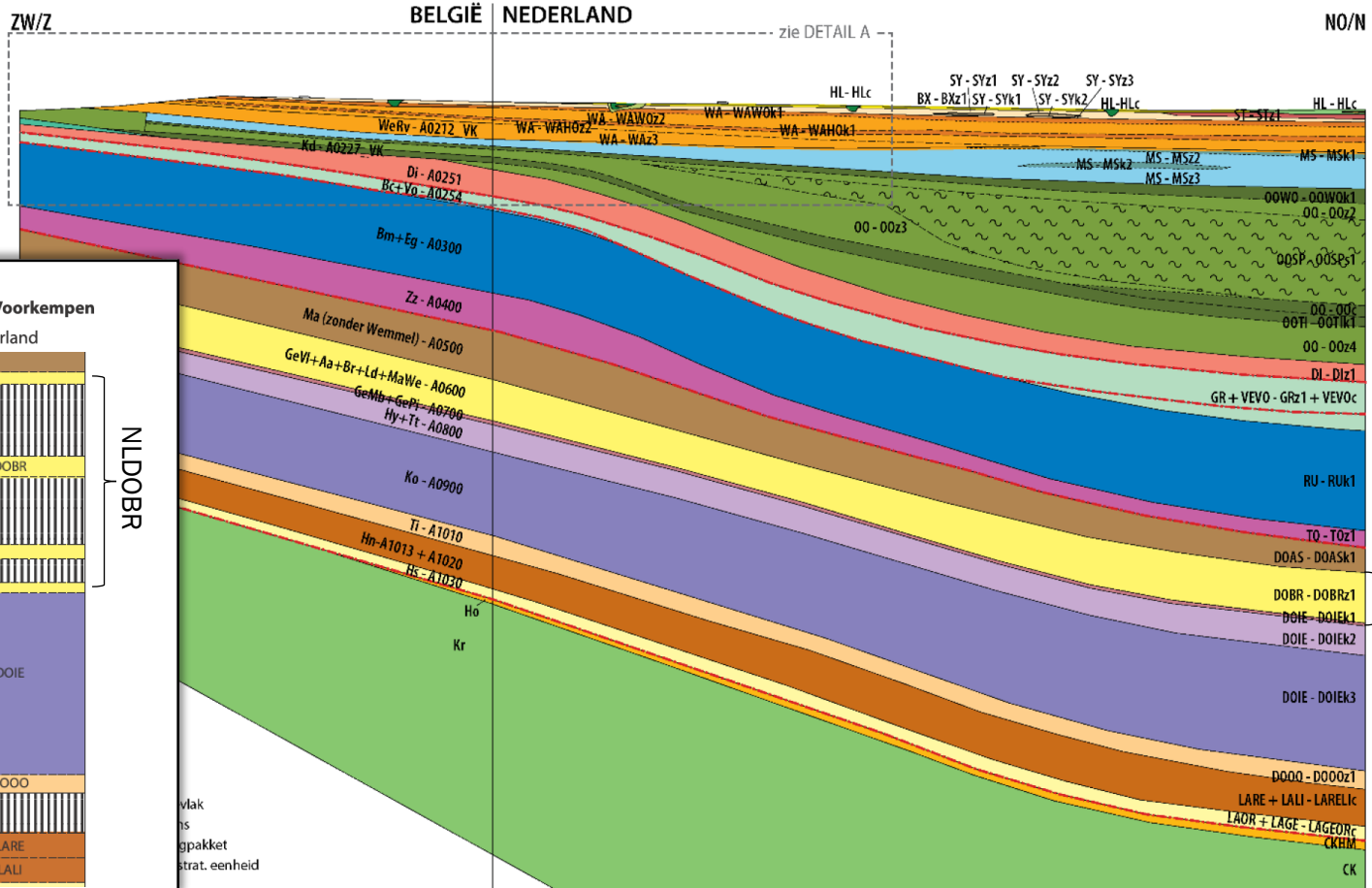
RESULTATEN WARMING UP



CORRELATIE H30 - VK EN WARMING^{UP}



CORRELATIEPROFIEL H30-DE VK MET MODELEENHEDEN



Chrono-lithostratigrafische correlatietabel H30 - De Voorkempen

Chronologie	België	Nederland
Lutetiaan	MaAs MaWe	
Ypresiaan	Br	NLDOBR
	AaOe	
	GeVI GePI GeMh	
	HyEg	
	TiKo	
	KoAa	NLDOIE
	KoOr	
	KoMh	
	TiKn	NLDOOO
Thanetiaan	HnGr, HnLi, HnHa HnWa, HnBe	NLLARE NLLALI

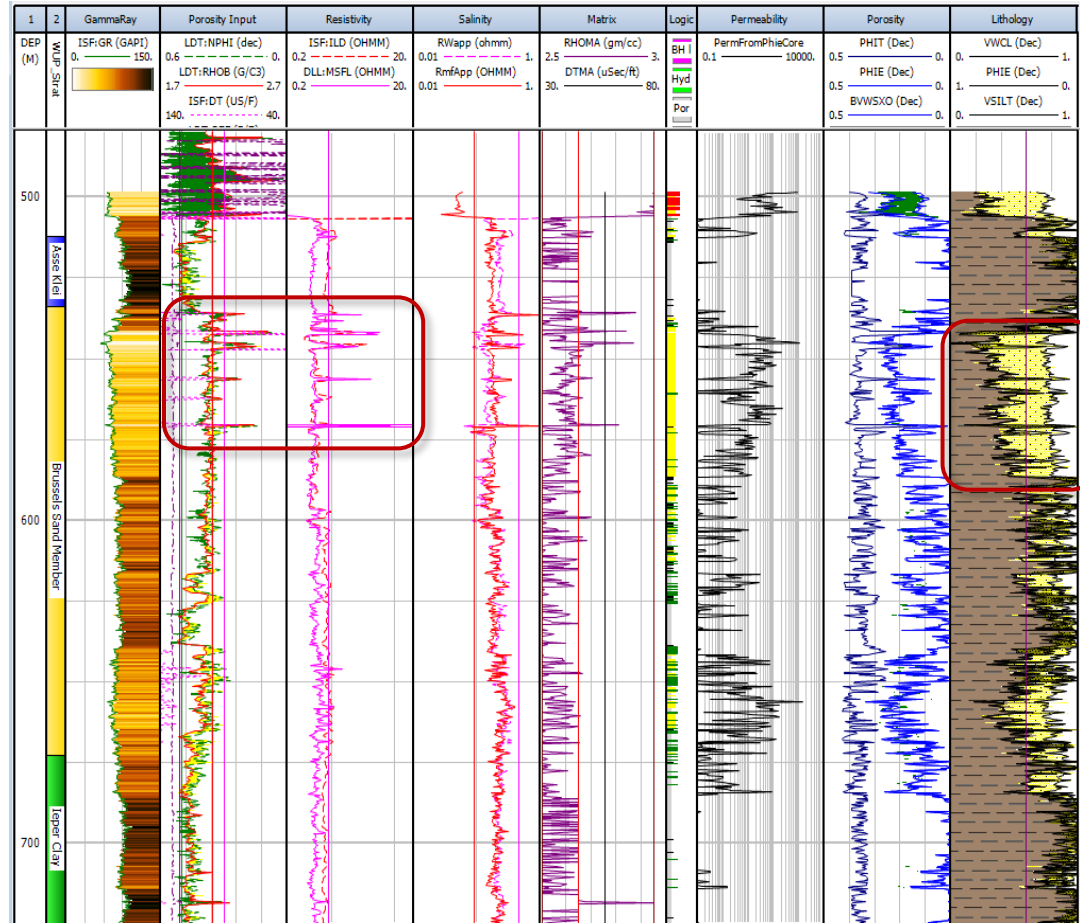
NLDOBR

vlak
ns
gpakket
strat. eenheid

NO/N

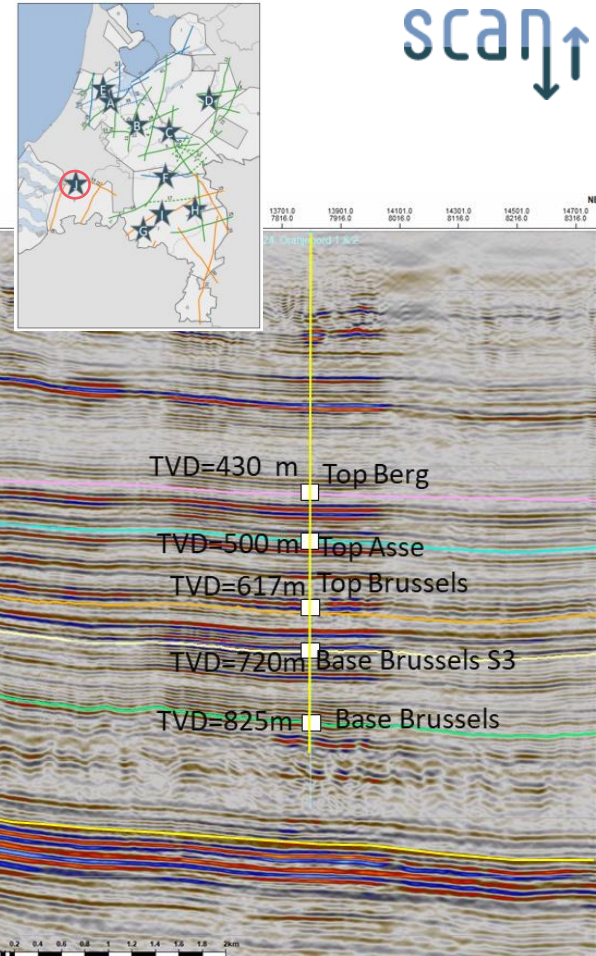
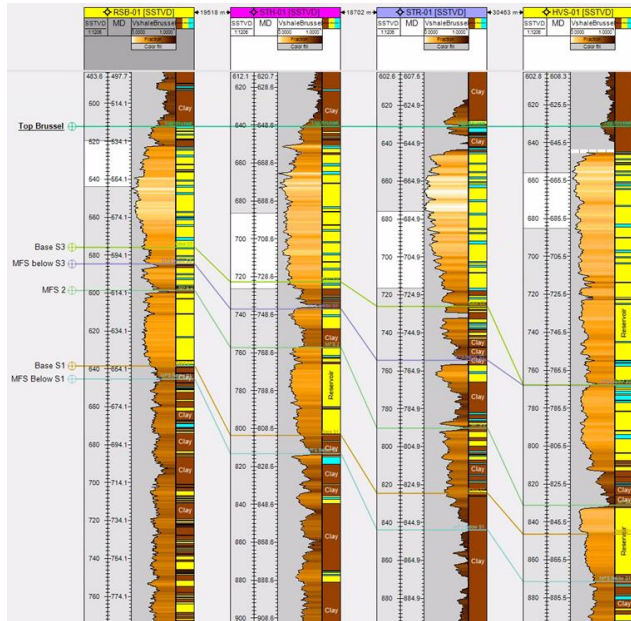
UITDAGINGEN: CALCIET CEMENT → TIGHT STREAKS

- › Tight streaks → lage verticale permeabiliteit
- › Belangrijk in de bovenste 50 m (20-200 cm dik en 5-6 gespatieerd)
- › In Vlaanderen bekend als bouwsteen (“Ledesteen”)



SCAN BORING WEST BRABANT NOORD

- SCAN boring (2024?) onderzoekt zowel Zand van Brussel (600-825 m) en Berg zand reservoir
- Gebruik gemaakt van nieuwe putcorrelaties en dieptekaarten van Warming^{UP}



› SAMENVATTING

- › WarmingUp heeft tot meer begrip over het Zand van Brussels geleid, door:
 - › Seismische interpretatie
 - › Biostratigraphische (her)interpretatie
 - › Stratigraphisch modellering
 - › Petrofysische evaluatie
 - › Reservoir modellering
- › Resultaten zijn in ThermoGIS verwerkt (zie thermogis.nl)
- › Een gedetailleerde karakterisatie van het Brussel Zand is uitgevoerd om de performance van een geothermisch doublet in Zwijndrecht (ten zuiden Rotterdam) te voorspellen
- › Toekomstige SCAN boring in West Brabant Noord zal (nog) meer inzichten geven in lithologische opbouw en potentie
- › De (diepere) resultaten van H30 projecten zijn een goede basis voor onderzoek naar ondiepe geothermische toepassing

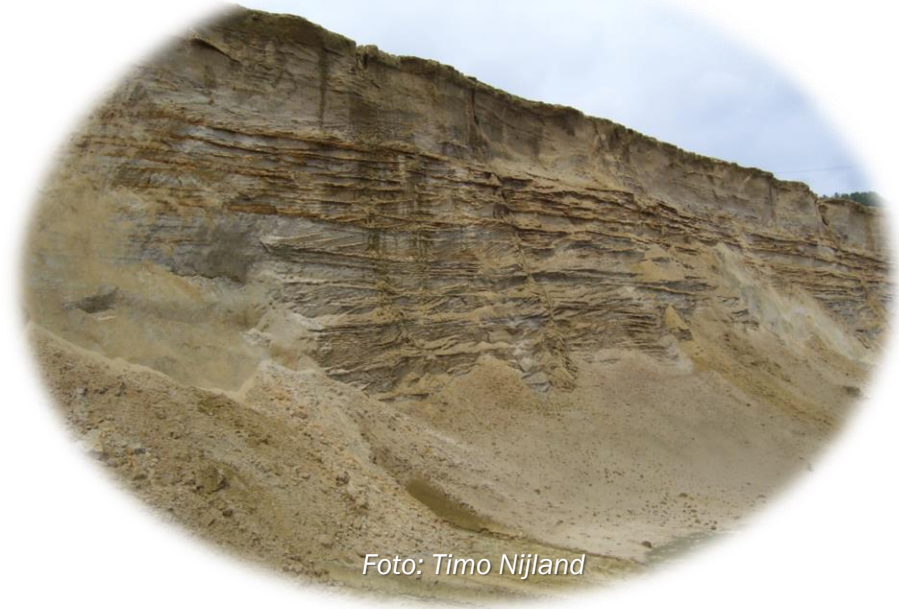


Foto: Timo Nijland