

## Grensoverschrijdende modellering van de ondergrond: het project H3O - De Kempen

Ronald Vernes (TNO) en Jef Deckers (VITO)

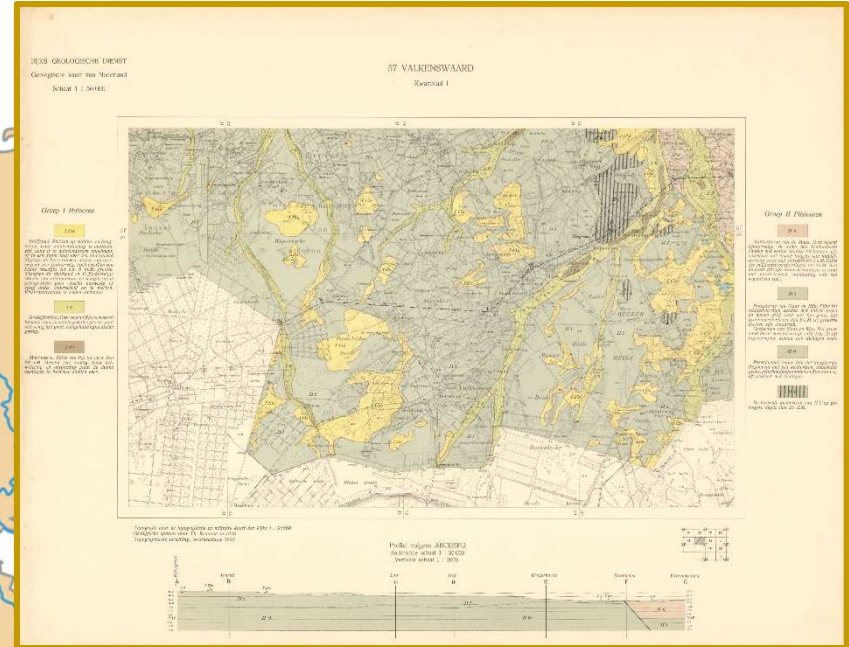
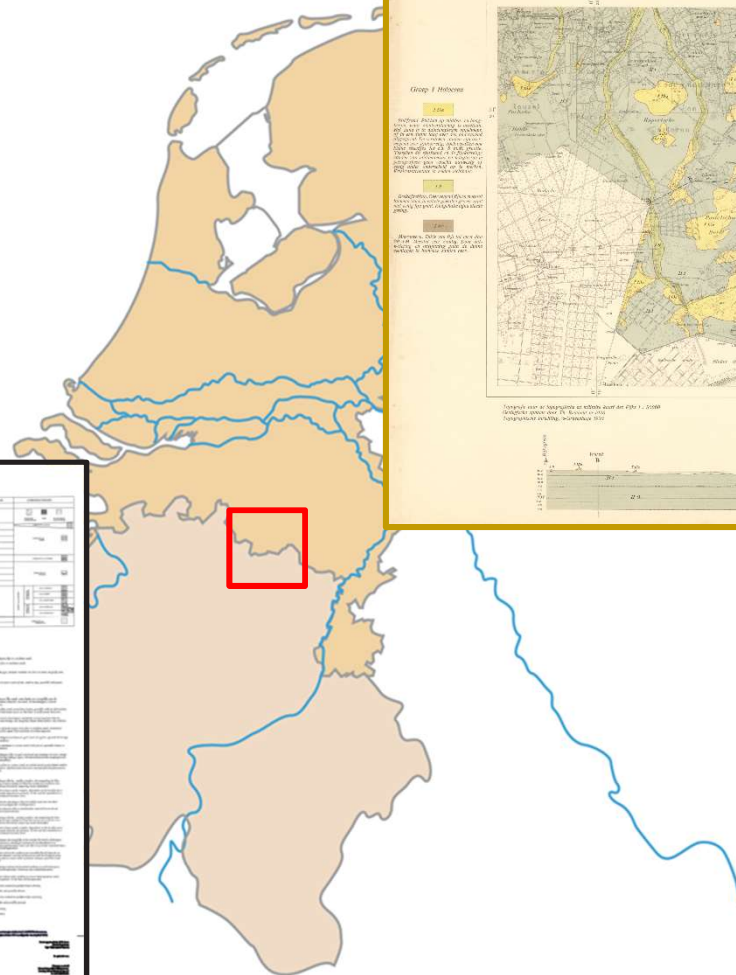
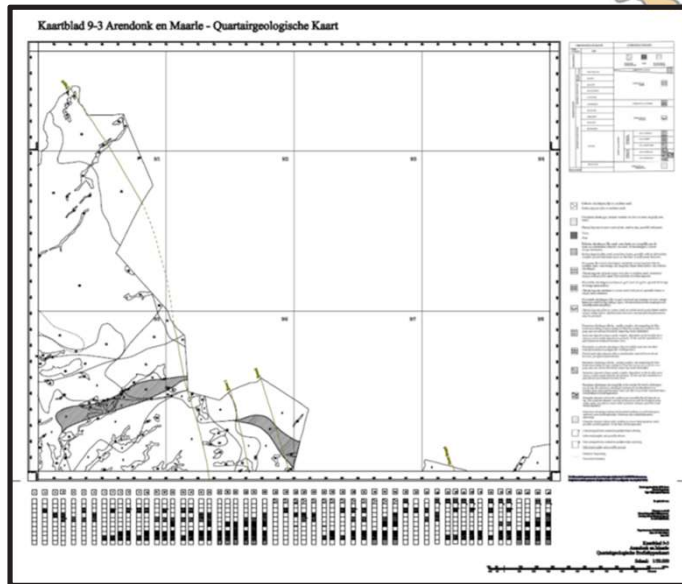




# Opzet presentatie

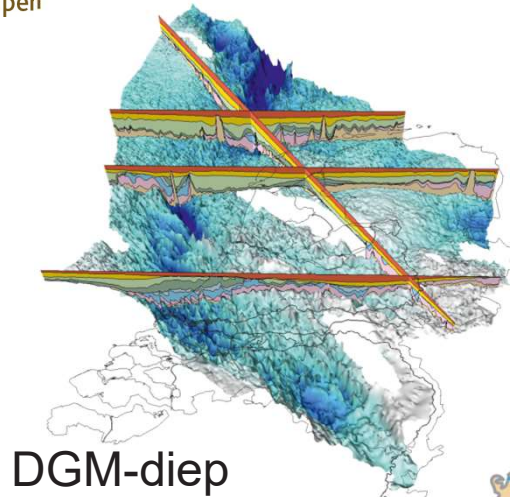
- » Achtergrond
- » Projectorganisatie
- » Uitvoering
- » Belangrijkste resultaten
- » Modellen in 3D viewer
- » Conclusies

# Geologische karteringen in de grensstreek

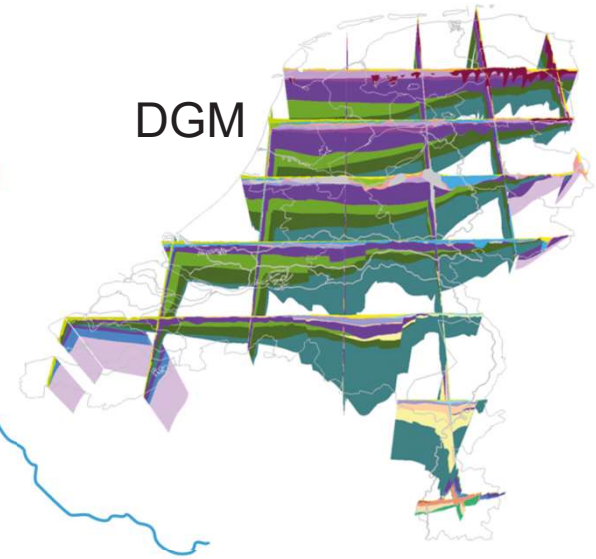




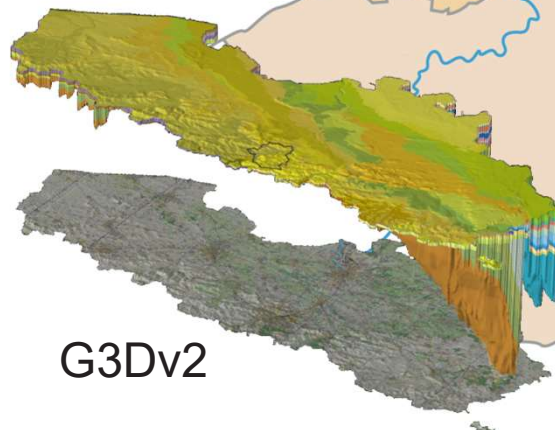
# Bestaande (hydro)geologische modellen



DGM-diep



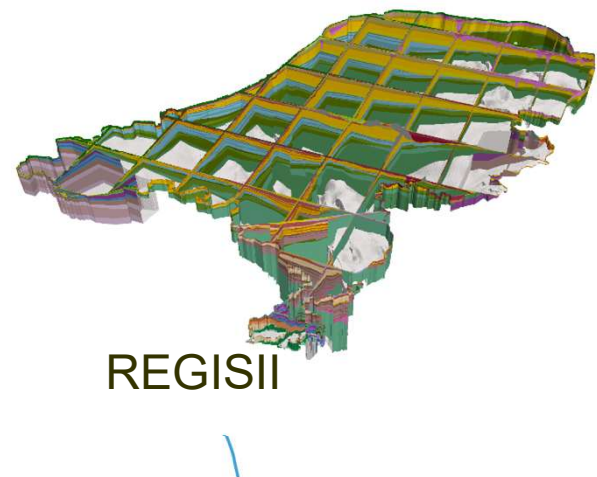
DGM



G3Dv2



HCOV-model



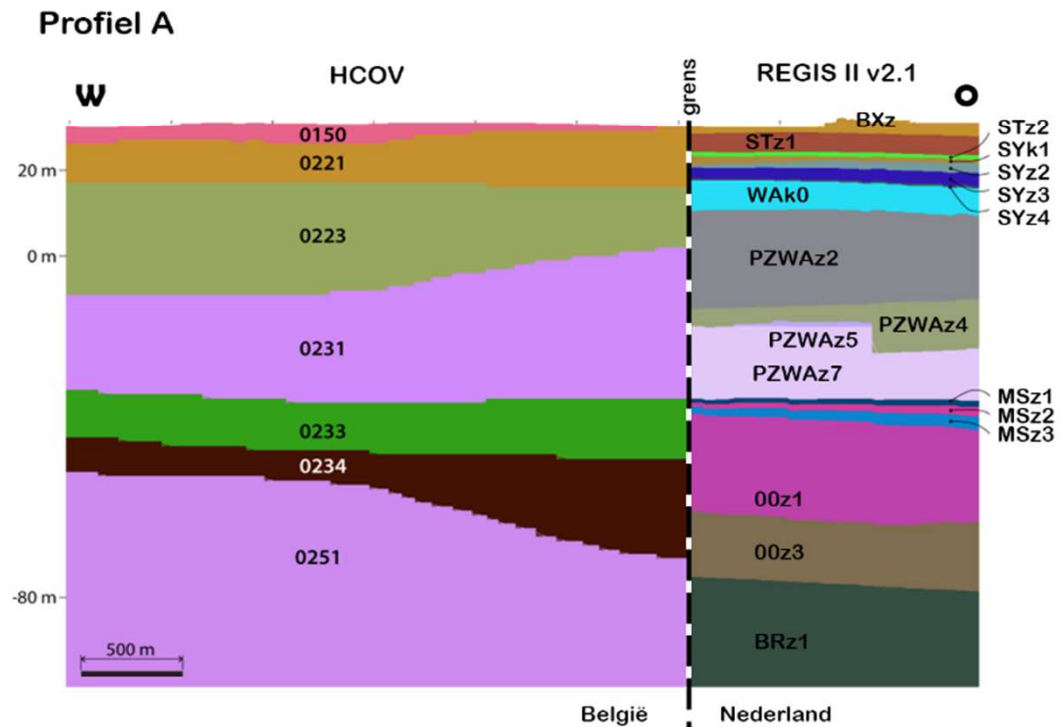
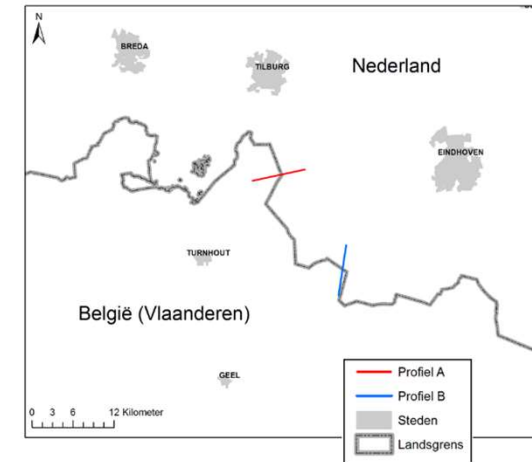
REGISII



# Aansluitingsproblemen van deze modellen aan de grens

Door verschillen in:

- » Stratigrafische indelingen
- » Coördinatenstelsels en referentieniveaus
- » Detail modellen
- » Diepteligging en dikte
- » Locatie breuken







## Doelstelling van de opdrachtgevers

*“Het verhelpen van aansluitproblemen tussen de bestaande geologische en hydrogeologische lagenmodellen van Nederland en Vlaanderen.”*

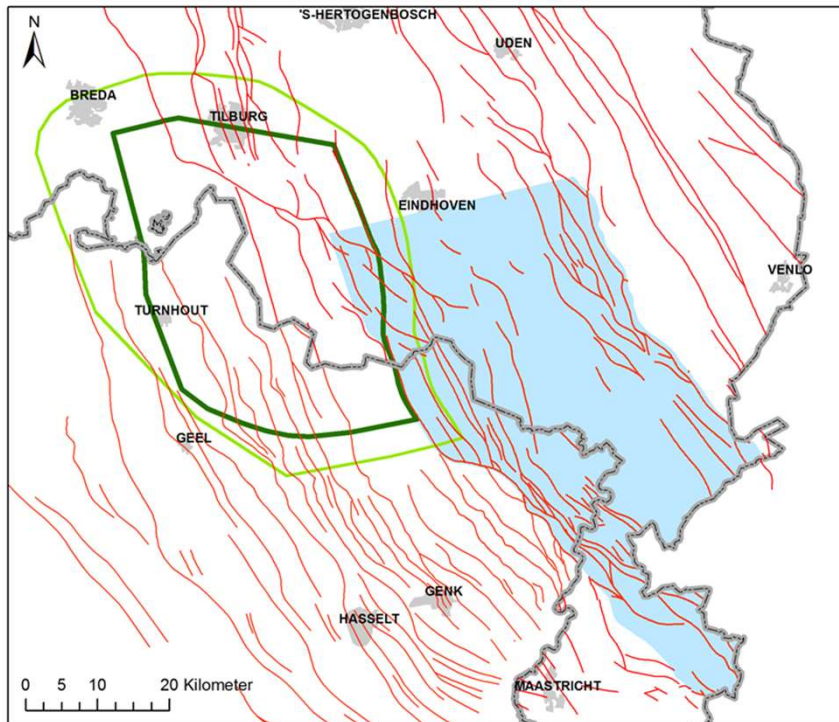


Provincie Noord-Brabant





# Specifieke doelstelling H3O-De Kempen



- Breuken basis Cenozoïcum
- ▭ Modelgebied H3O-De Kempen
- ▭ Inventarisatiegebied H3O-De Kempen
- ▭ Modelgebied H3O-De Roerdalslenk
- Landsgrens
- Steden

- » Eén grensoverschrijdend 3D geologisch lagenmodel
- » En één grensoverschrijdend 3D hydrologisch lagenmodel
- » Van het Cenozoïcum
- » Van de grensstreek van Midden-Brabant / De Kempen in Zuidoost-Nederland en Vlaanderen
- » Op basis van bestaande gegevens
- » Referentiemodel



## Het uitvoerende team

### TNO-GDN

- » Marcel Bakker
- » Hans Doornenbal
- » Maryke den Dulk
- » Jenny Hettelaar
- » Patrick Kiden
- » Andreas Kruisselbrink
- » Armin Menkovic
- » Dirk Munsterman
- » Reinder Reindersma
- » Johan ten Veen
- » Tamara van de Ven
- » Ronald Vernes
- » Nora Witmans

### VITO

- » Jef Deckers
- » Katleen Van Baelen
- » Tom Van Haren
- » Timothy Lanckacker
- » Bernd Rombaut
- » Katleen Van Baelen

### BGD/KBIN

- » Frieda Bogemans
- » Marleen De Ceukelaire
- » Michiel Duser
- » Vanessa Heyvaert
- » Bruno Meyvis
- » Jan Walstra



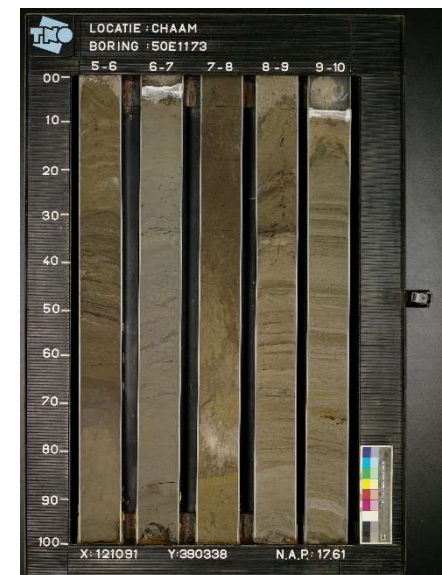
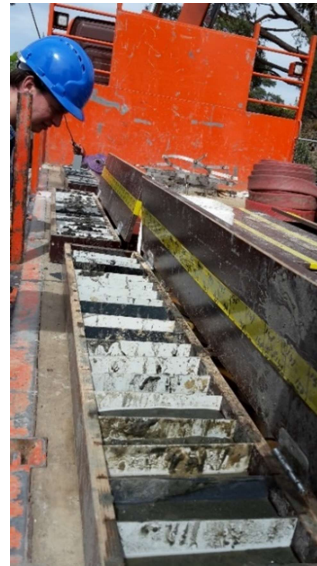


# Begeleidingscommissie

- » Ronald van Balen (Vrije Universiteit Amsterdam)
- » Koen Beerten (Studiecentrum voor Kernenergie)
- » Hugo van den Berg (Brabant Water)
- » Mieke de Boer en Marten Biet (Provincie Noord-Brabant)
- » Rik Houthuys (-)
- » Marijke Huysmans (Vrije Universiteit Brussel)
- » Kees Kasse (Vrije Universiteit Amsterdam)
- » Sjoerd Kluiving (Vrije Universiteit Amsterdam)
- » Simon Six (De Watergroep)
- » Jef Vandenberghe (Vrije Universiteit Amsterdam)
- » Noel Vandenberghe (Katholieke Universiteit Leuven)
- » Caroline Vlieghe (Provinciale Intercommunale Drinkwatermaatschappij der Provincie Antwerpen)
- » Laurent Wouters (Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen)



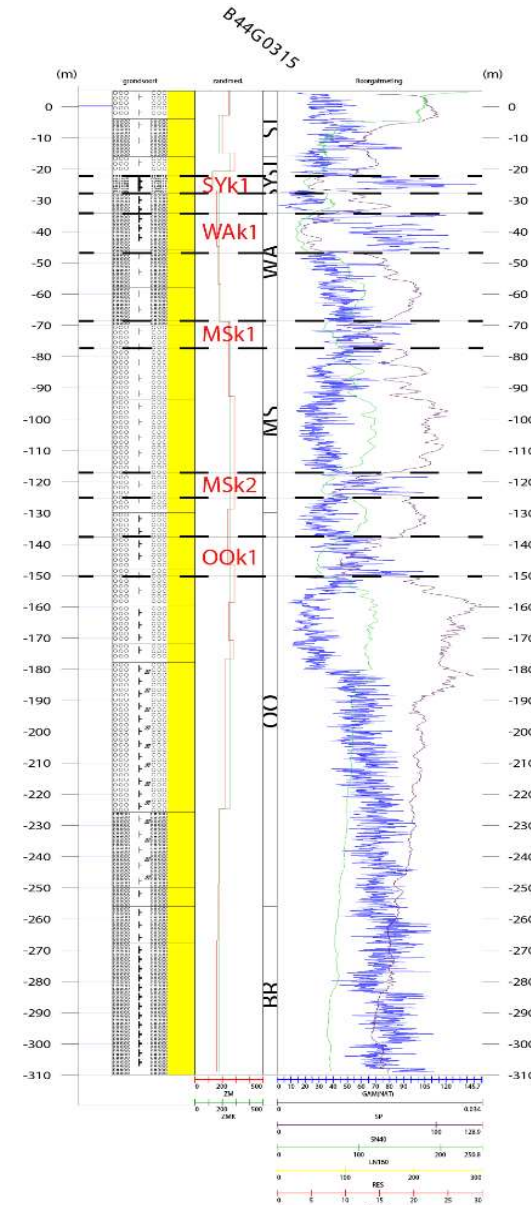
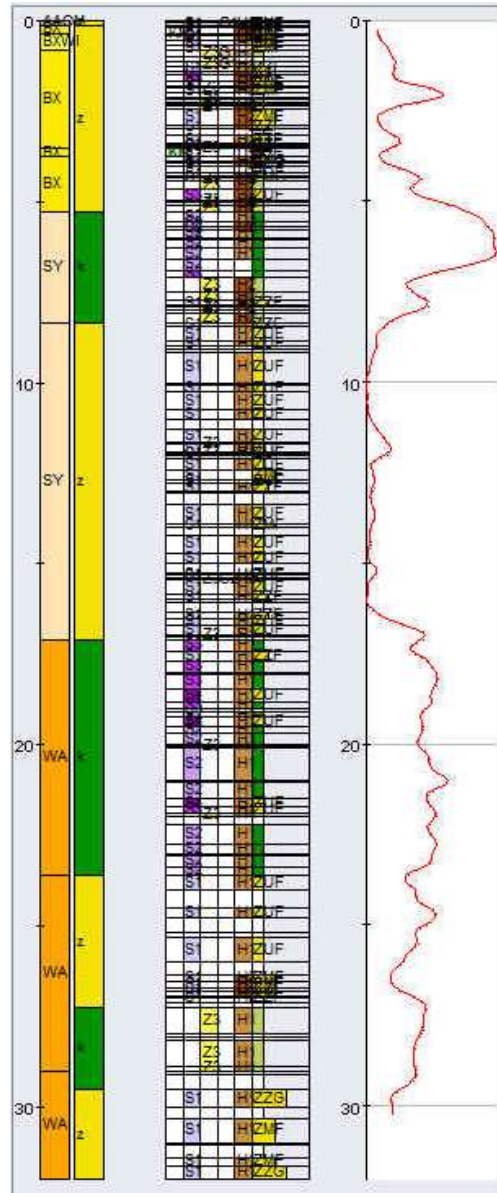
# Gebruikte gegevens: boringen (1)



27/11/2017  
© 2013, H3O



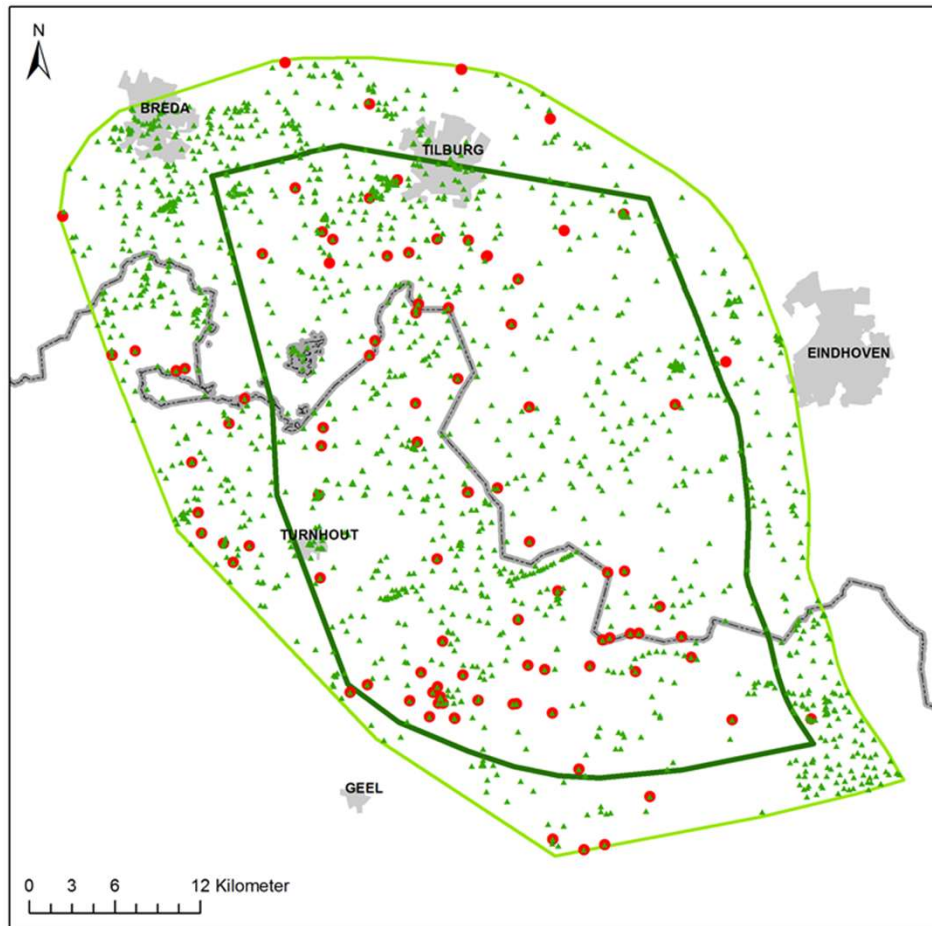
# Gebruikte gegevens: boringen (2)



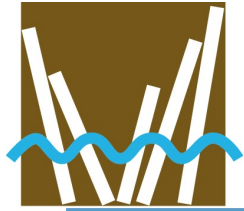
27/11/2017  
© 2013, H3O



## Gebruikte gegevens: boringen (3)



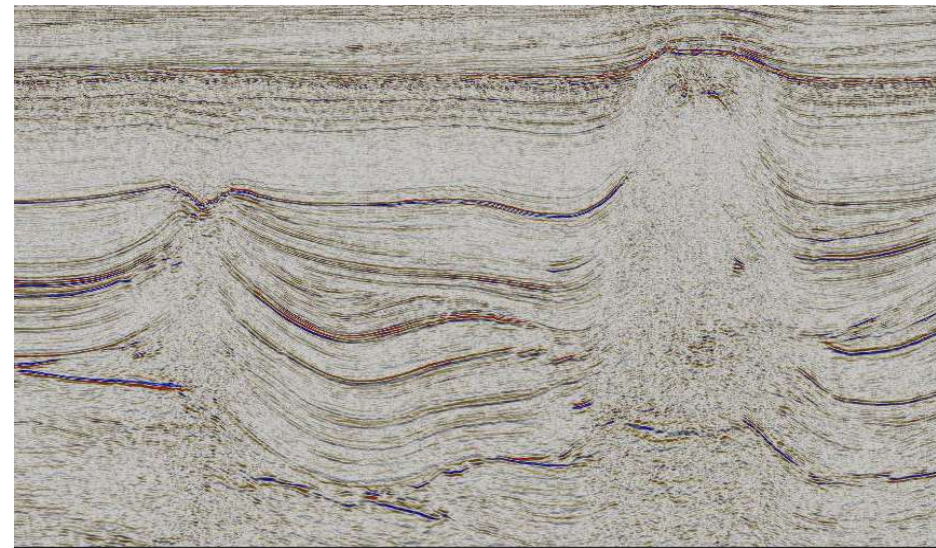
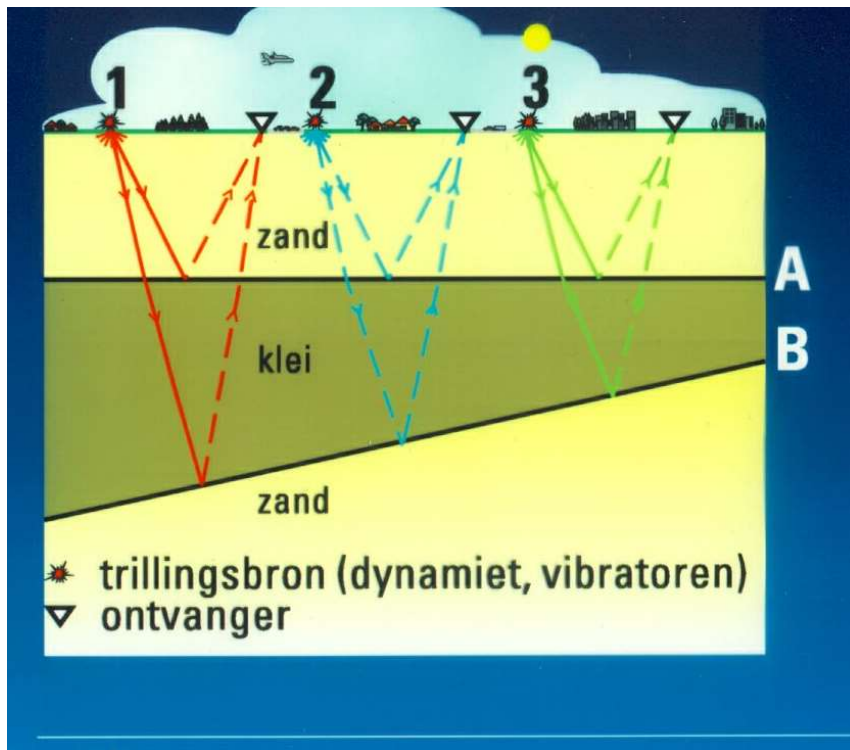
- » Grote aantallen beschikbaar
- » MAAR ook grote verschillen in kwaliteit -> selectiesets nodig
- » Bij voorkeur met boorgatmeting



# Gebruikte gegevens: seismiek (1)

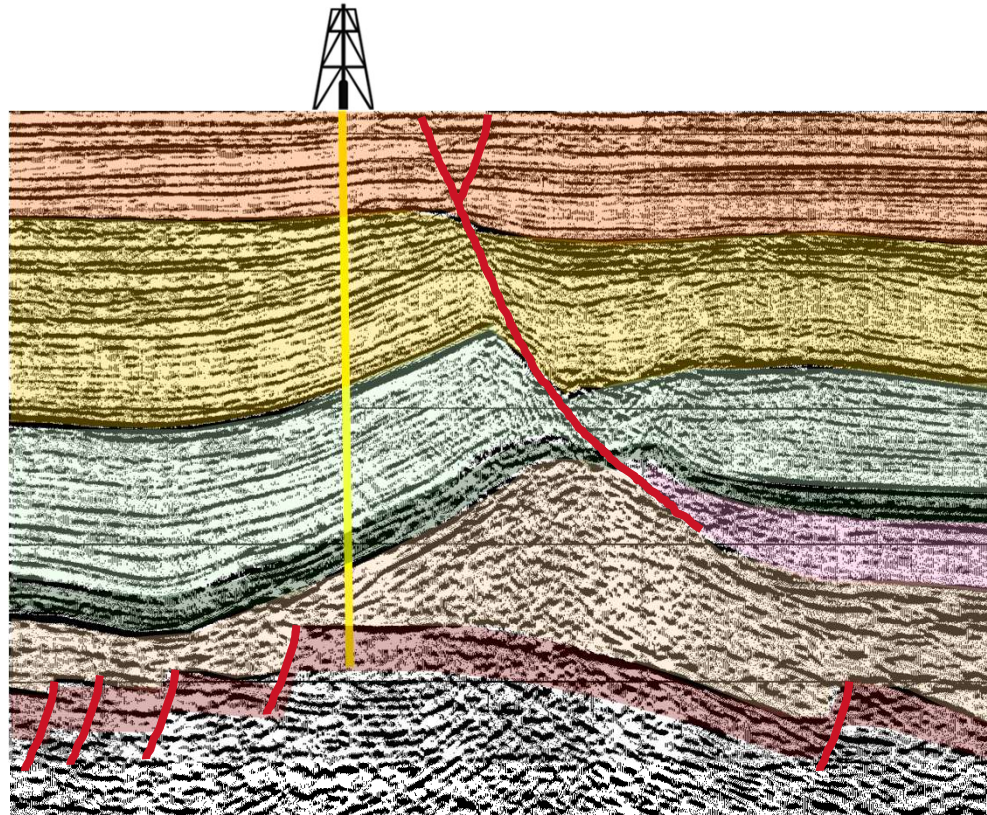
H3O

Het verkrijgen van seismiek wordt "schieten" genoemd. In feite werkt het schieten van seismiek net als het maken van een echogram van het menselijk lichaam; geluidsgolven worden door een medium gestuurd en gedragen zich anders als ze zones van verschillende seismische snelheid tegenkomen





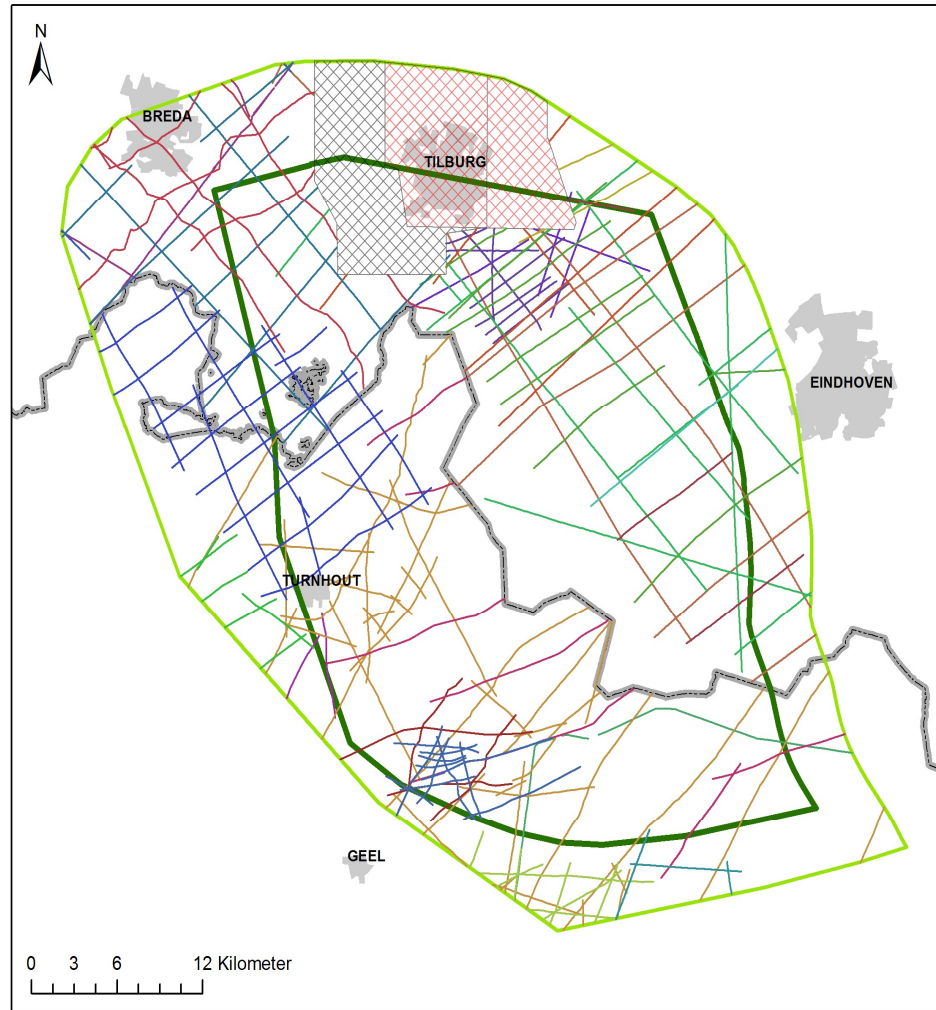
## Gebruikte gegevens: seismiek (2)



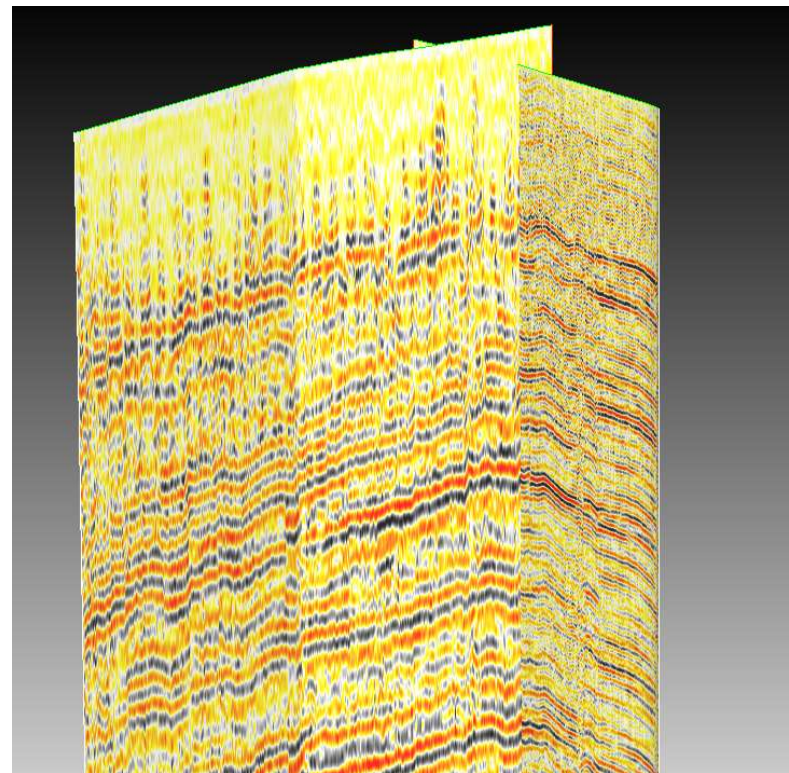
**De opeenvolging kan alleen bewezen  
worden a.d.h.v. boringen !**



## Gebruikte gegevens: seismiek (3)



- » Lokaal beperkte dekking
- » Grote verschillen in kwaliteit en detail







# Vertaaltabel (hydro)geologische eenheden



Formatie van Brussel

Formatie van Dongen,  
Brussels Zand



*Bron: Nikki Trabucho*

*Bron: [www.schrijf.be](http://www.schrijf.be)*



## Correlaties tussen landen

» Overeenstemmen stratigrafie & hydrostratigrafie:

Nederlandse stratigrafische eenheid (formatie - laagpakket)	Belgische stratigrafische eenheid (formatie - lid)
Waalre - ongedifferentieerd	Weelde
	Malle
	Merksplas

Nederlandse stratigrafische eenheid (formatie - laagpakket)	Belgische stratigrafische eenheid (formatie - lid)
Stramproy	Mol
Kiezeloöliet	

» Selectie stratigrafie & hydrostratigrafie:

- Ondiep (Pliocen tot recent): Nederlandse stratigrafie
- Diep (Mioceen tot Paleocen): Belgische stratigrafie



# Correlaties tussen landen

» Correlatietabel:

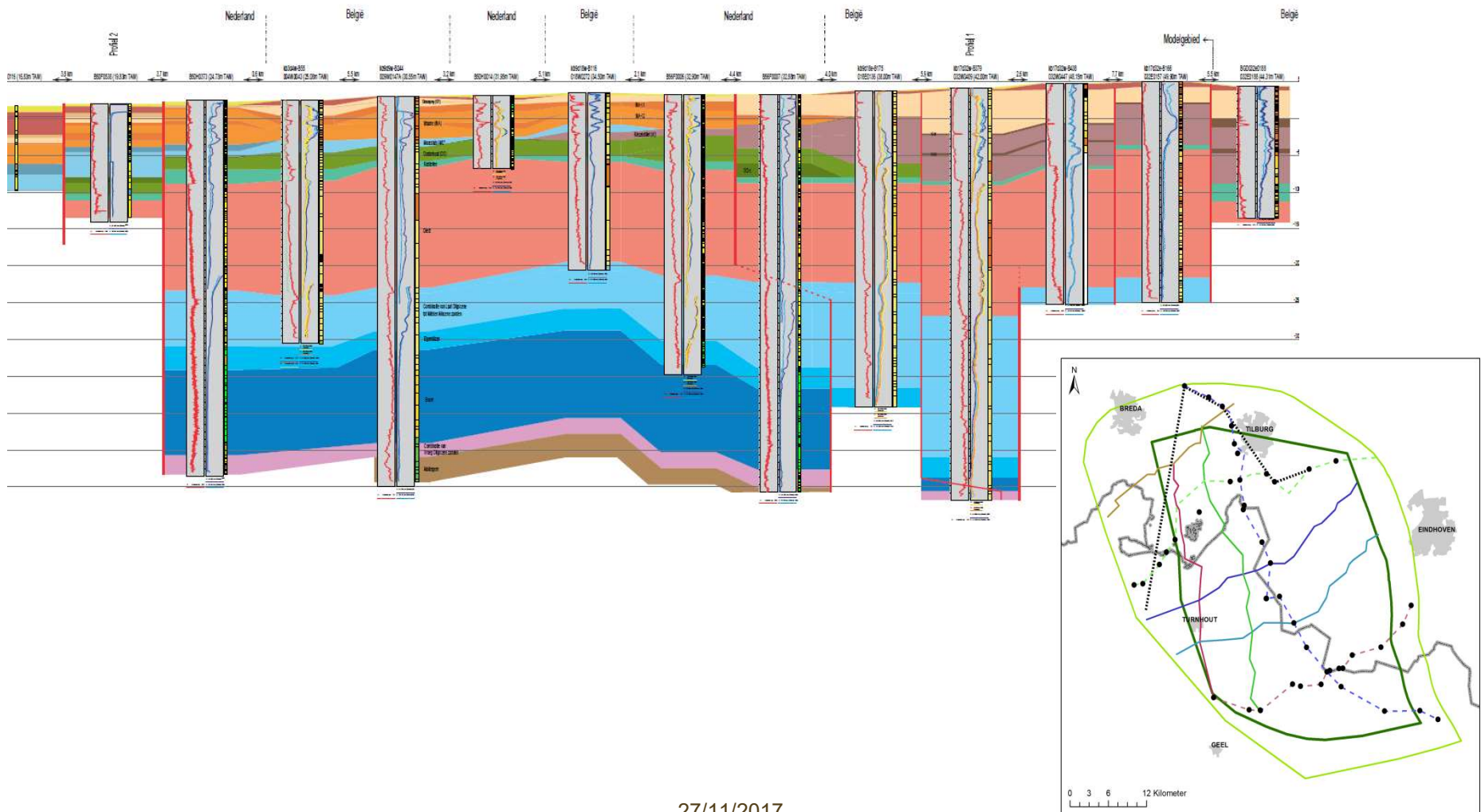
Nederlandse stratigrafische eenheid (formatie - laagpakket)	Nederlandse hydrogeologische eenheid (cf. REGIS II v2.2)	Vlaamse stratigrafische eenheid (formatie - lid)	Vlaamse hydrogeologische eenheid (cf. Meyus et al., 2000)	Resultaat: H3O lithostratigrafie	Resultaat: H3O hydrogeologie	
Antropogeen - opgebrachte grond Boxtel - Singraven	HLc	(Antropogeen) (Singraven)	0110 / 0140	Ophogingen Alluviale deklagen Zandige deklagen	HLc Boxtel - Singraven	
Boxtel - Kootwijk	BXc2	Hechtel - Kalmthout	0151	Zandige deklagen	BXc2 Boxtel - Kootwijk	
Boxtel - Wierden / Boxtel - Delwijnen	BXc2	Gent - Wildert	0151	Zandige deklagen	BXc2 Boxtel - Wierden / Boxtel - Delwijnen	
Boxtel - Liempde	BXL/Mk1	Gent - Sint-Lenaarts	0150	Zand-lemige deklagen + Lemige deklagen	BXL/Mk1 Boxtel - Liempde	
Boxtel - Best	BXc2		/	/	BXc2 Boxtel - Best	
Boxtel - ongedifferentieerd	BXc4	(Complex van Meer) / (hierwerkt Maas - Rijn)	0151	Zandige deklagen	BXc4 Boxtel - ongedifferentieerd	
Sterksel - ongedifferentieerd	STz1	Sterksel - ongedifferentieerd	0170	0171	Atzettingen Hoofdterras	STz1 Sterksel - ongedifferentieerd
Stramproy - ongedifferentieerd	STk1 STz2 SYz1 SYk1 SYz2 SYk2	Ravels + Mol partim (Stramproy)	0230	0232	Zand van Mol	STk1 STz2 SYz1 SYk1 SYz2 SYk2 Stramproy - ongedifferentieerd
Waalre - ongedifferentieerd	PZWA21 WAK1 PZWA22 WAK2 PZWA23 WAK3 PZWA24	Weelde Malle Merksplas	0220	0221-0223	Klei van Turnhout + Zand van Beense + Klei van Rijkveersel	WAK1 PZWA22 WAK2 PZWA23 WAK3 PZWA24 Waalre - ongedifferentieerd
Maassluis	MSz1 MSk1 MSz2 MSk2 MSz3	/	/	/	/	MSz1 MSk1 MSz2 MSk2 MSz3 Maassluis
Kiezeloöliet - onbenaemd	Kz1	/	0230	0231	Zanden van Brasschaat en/of Merksplas	Kz1 Kiezeloöliet - onbenaemd
Kiezeloöliet - Brunsum	Kk1 Kk2 Kk3	Mol	0233 / 0234	0233 / 0234	Zandige top van Lillo / Zand van	Kk1 Kk2 Kk3 Kiezeloöliet - Brunsum
Kiezeloöliet - Waubach	OOz1	/	0230	0232	Zand van Mol	OOz1 Kiezeloöliet - Waubach
Oosterhout - Wouw	OOk1 OOz2	Lillo - ongedifferentieerd + Poederlee + Kattendijk + Kasterlee (zand)	0240	0241	Kleilig deel van Lillo en/of van de overgang Lillo-Kattendijk	OOk1 OOz2 Oosterhout - Wouw
Oosterhout - ongedifferentieerd	OOc		0230 / 250	0234 / 251	Zand van Kattendijk en/of onderste zandlaag van Lillo / Zand van Poederlee en/of zandige top van Kasterlee	OOc Oosterhout - ongedifferentieerd
Breda - ongedifferentieerd	Niet gedefinieerd	Kasterlee (k/le)	0240	0242	Kleilige overgang tussen de zanden van Kasterlee en Diest	0242 Kasterlee (k/le)
Breda - Vrijheerenberg	BRz2	Diest	0252	0252	Zand van Diest	0252 Diest
Breda - Heksenberg	BRz3	Berchem / Bolderberg - Genk	0253	0254	Zand van Bolderberg + Zanden van Berchem en/of Voort	0254 Vrijheerenberg
Breda - Kakert	BRz4	Berchem / Bolderberg - Houthalen	0253	0254	Zand van Bolderberg + Zanden van Berchem en/of Voort	0253 Bolderberg - Genk
Veldhoven - Someren	VEsOc	Voort - Someren	0250	0254	Zanden van Berchem en/of Voort	0253 Bolderberg - Houthalen
Veldhoven - Klei van Veldhoven	VEVik1	Voort - Veldhoven	0254	0255	Klei van Veldhoven	0254 Voort - Someren
Veldhoven - Voort	VEVoc	Voort - Voort	0255	0256	Zanden van Berchem en/of Voort	0255 Voort - Veldhoven
Rupel - Steensel	RUZ1	Eigenbilzen	0256	0256	Zand van Eigenbilzen	0256 Voort - Voort
Rupel - Rupel Klei	RUBOK1	Boom - Boeretang Boom - Pulte	0300	/	/	0256 Eigenbilzen
Rupel - Vessem	RUZ2	Blizzen - Berg	0301	0302	Kleilig deel van Eigenbilzen	0301 Boom - Boeretang
Tongeren - Klimmen	TOz2	Sint-Hubrechts-Hem - Neerpepen	0302	0302	Klei van Pulte	0302 Boom - Pulte
Tongeren - Zelzate - Ruisebroek	TOz3	Sint-Hubrechts-Hem - Grimmertingen	0303	0303	Klei van Terhagen	0303 Boom - Pulte
Tongeren - Zelzate - Bassevelde	TOz3	Zelzate - Ruisebroek	0304	0304	Klei van Terhagen	0303 Boom - Pulte
Dongen - Asse	DOz1	Zelzate - Bassevelde	0304	0304	Klei van Balsele-Waas	0304 Boom - Balsele-Waas
Dongen - Brussel	DOz2	Maldegem - ongedifferentieerd	0430	0431	Zand van Berg	0431 Blizzen - Berg
Gentbrugge-Pittem	DOz2	Maldégem - Wommel	0450	0451	Zand van Neerpepen	0451 Sint-Hubrechts-Hem - Neerpepen
Gentbrugge-Vierzele	DOz2	Lede	0452	0452	Zand-klei van Grimmertingen	0452 Sint-Hubrechts-Hem - Grimmertingen
Tielt - Egem	DOz2	Brussel	0430	0435	Zand van Ruisebroek	0435 Zelzate - Ruisebroek
Tielt - Egemkapel	DOIEK1	Gentbrugge-Vierzele	0450	0453	Kleilig zand van Bassevelde	0453 Zelzate - Bassevelde
Tielt - Kortemark	DOIEK1	Gentbrugge-Pittem	0500	/	/	0500 Maldegem - ongedifferentieerd
Kortrijk - Aalbeke	DOIEK1	Gentbrugge - Merelbeke	0610	0611	Barloon Aquilardstelsysteem (ongedifferentieerd)	0611 Maldégem - Wommel
Kortrijk - Roubax	DOIEK1	Tielt - Egem	0612	0612	Zand van Wommel	0612 Lede
Kortrijk - Mons-en-Pévèle	DOIEK1	Tielt - Egemkapel	0620	0620	Zand van Brussel	0620 Brussel
Kortrijk - Orchies	DOIEK1	Tielt - Egemkapel	0640	0640	Zandige afzettingen van het Onder-Panissetaan	0640 Gentbrugge-Vierzele
Kortrijk - Mont-Hinbu	DOIEK1	Tielt - Egemkapel	0701	0701	Klei van Pitterem	0701 Gentbrugge-Pittem
Tienen - ongedifferentieerd	DOz4	Tienen - ongedifferentieerd	0702	0702	Klei van Merelbeke	0702 Gentbrugge - Merelbeke
Hannut - Grandgise	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	0800	/	/	0800 Tielt - Egem
Hannut - Lincert	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	0910	/	/	0910 Tielt - Egemkapel
Hannut - Halen	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	0921	0921	Silt van Kortemark	0910 Tielt - Kortemark
Hannut - Waterschei (Hannut - Maaseik)	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	0922	0922	Klei van Aalbeke	0921 Kortrijk - Aalbeke
Heers - Gelinden	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	0923	0923	Klei van Moen	0922 Kortrijk - Roubax
	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	0924	0924	Zand van Mons-en-Pévèle	0923 Kortrijk - Mons-en-Pévèle
	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	0925	0925	Klei van Sint-Maur	0924 Kortrijk - Orchies
	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	1010	1012	Klei van Mont-Hinbu	0925 Kortrijk - Mont-Hinbu
	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	1013	1013	Zandige afzettingen van Loksbergen en/of Doornaal	1012 Tienen - ongedifferentieerd
	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	1014	1014	Zand van Grandgise	1013 Hannut - Grandgise
	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	1021	1021	Kleilig deel van Lincert	1014 Hannut - Lincert
	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	1022	1022	Siltige afzetting van Halen	1021 Hannut - Halen
	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	1023	1023	Klei van Waterschei	1022 Hannut - Waterschei
	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	1023	1023	Slecht doorlatend deel van de Mergels van Gelinden	1022 Hannut - Maaseik
	nog in te delen	Tienen - ongedifferentieerd	1023	1023	Slecht doorlatend deel van de Mergels van Gelinden	1023 Heers - Gelinden





# Correlaties tussen landen

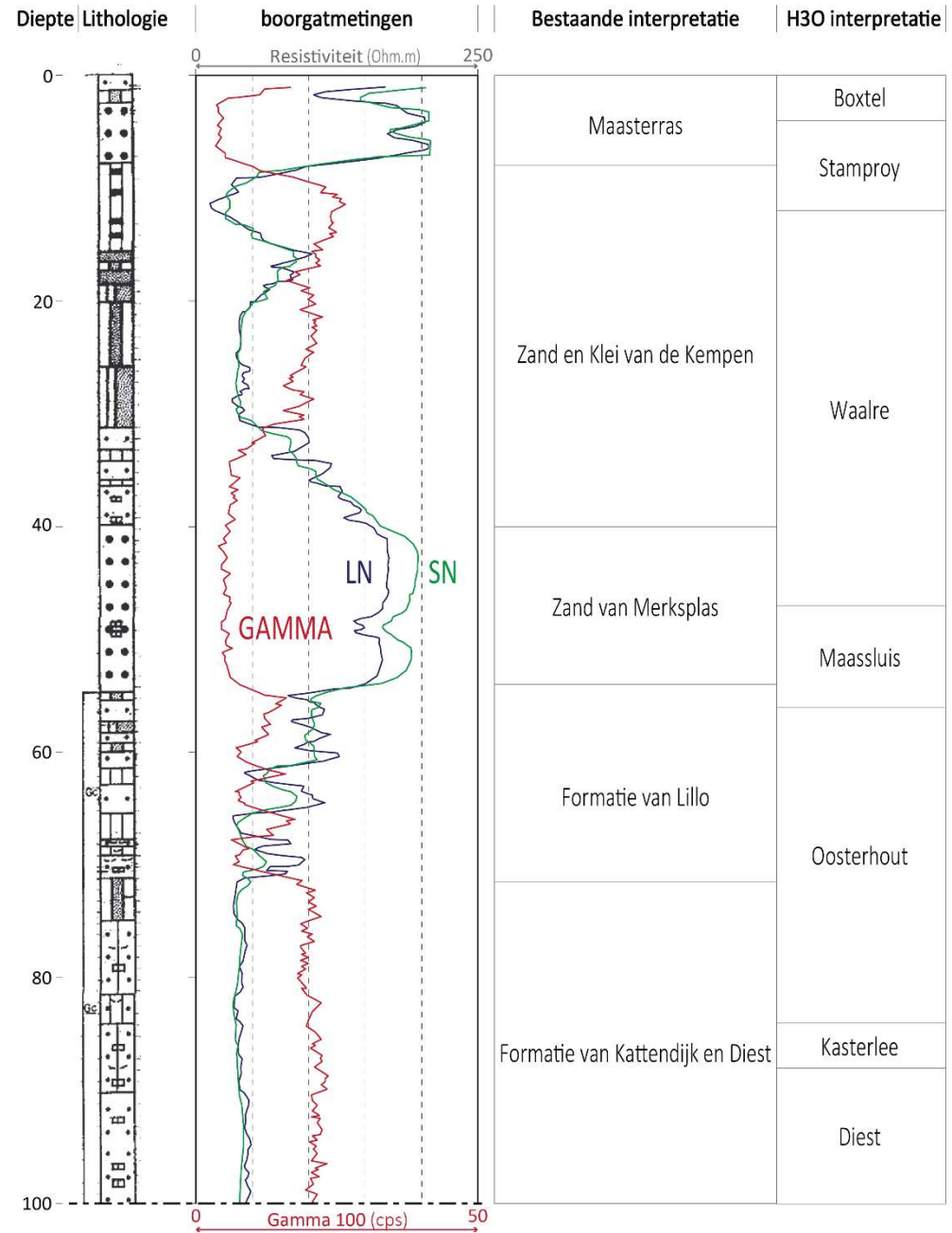
» Correlatieprofielen tussen boringen





# (Her)interpretaties

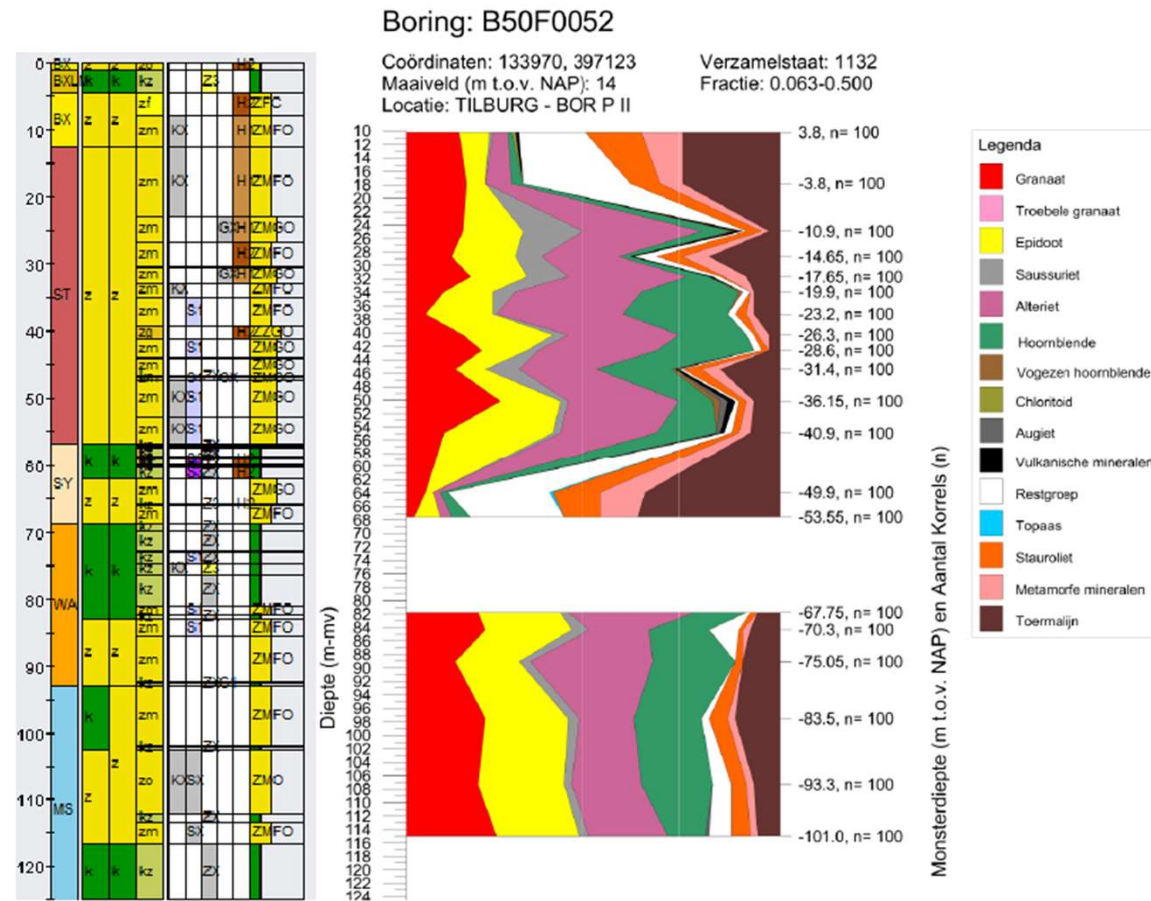
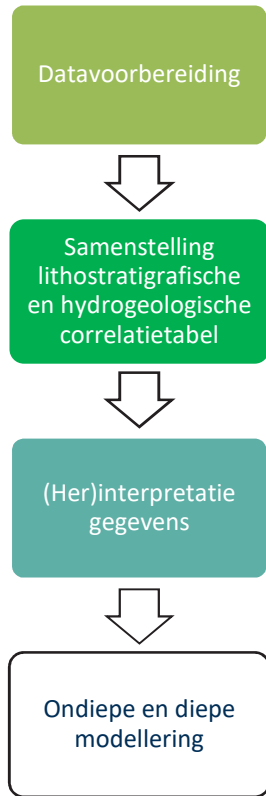
» Boorinterpretaties:





# (Her)interpretaties

» Boorinterpretaties:

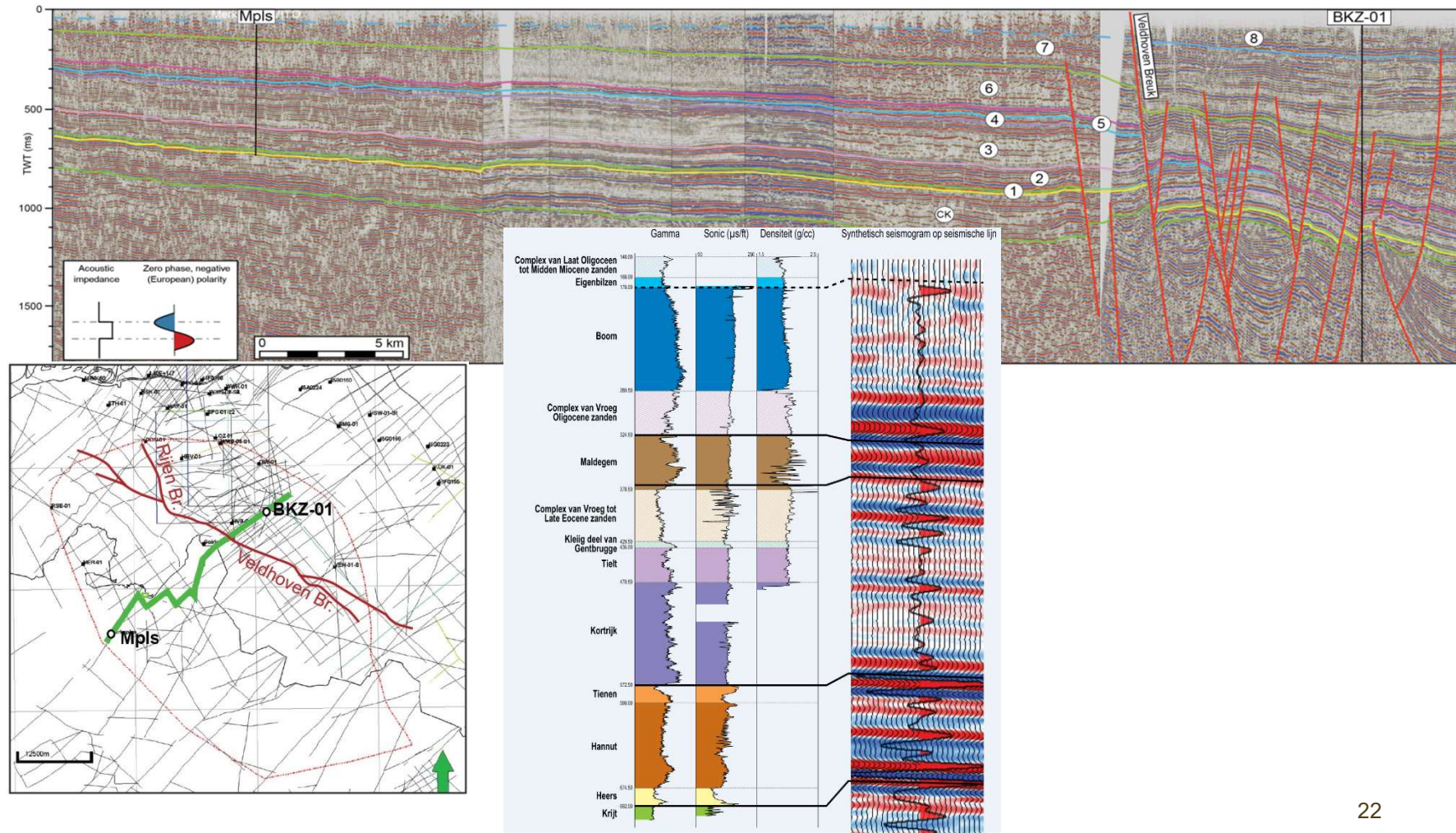






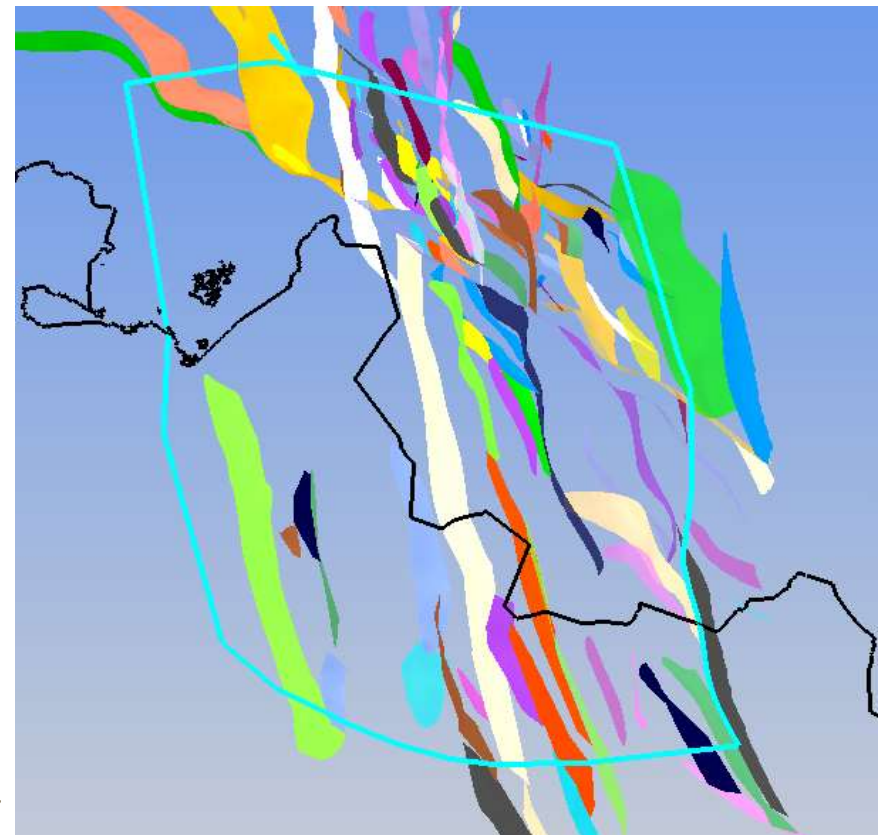
# (Her)interpretaties

» Seismische interpretatie (laagvlakken en breuken)



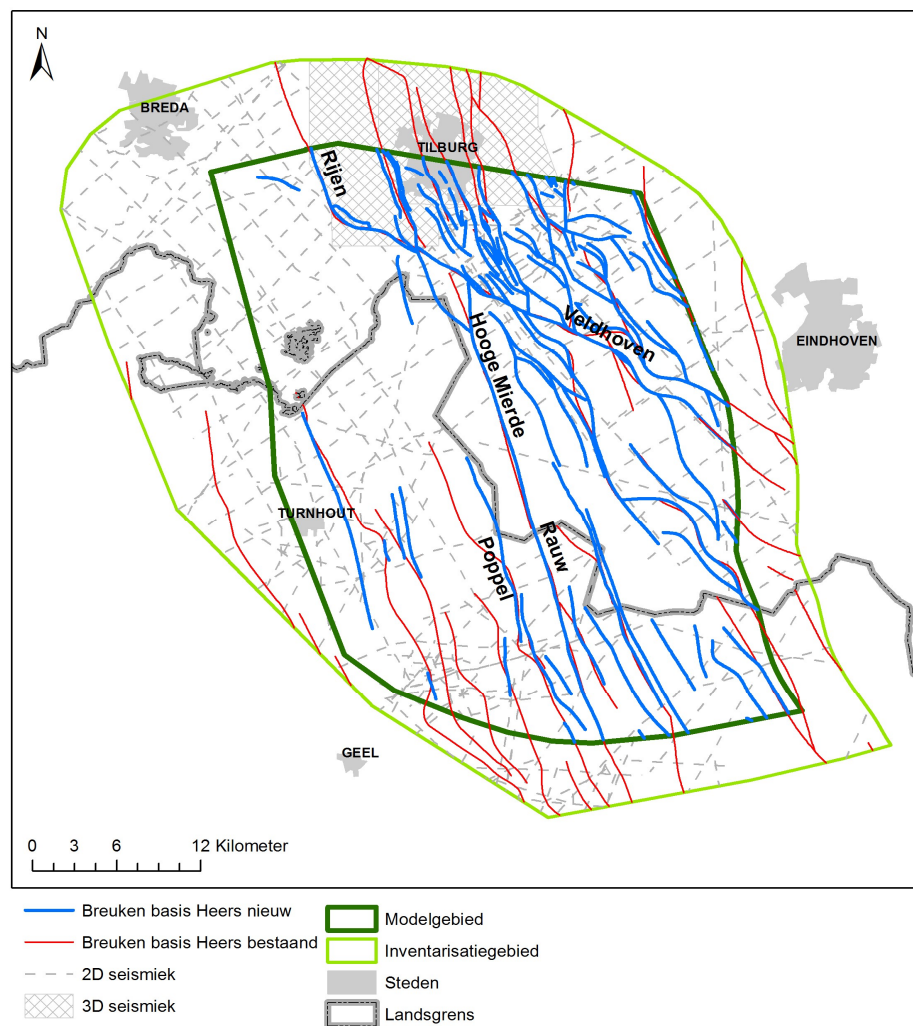


# Modellering breukvlakken





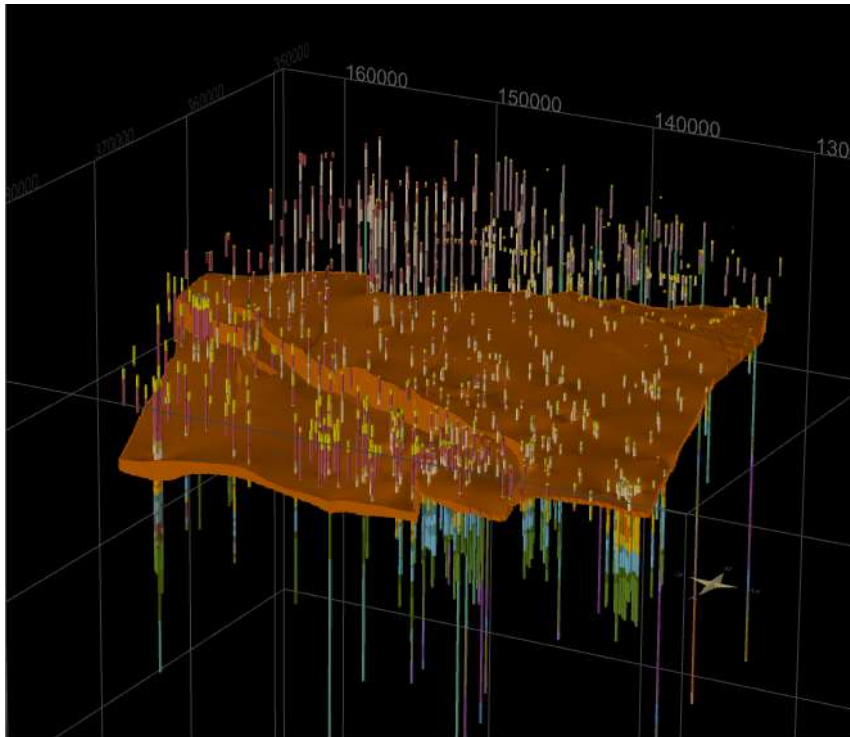
# Modellering breukvlakken



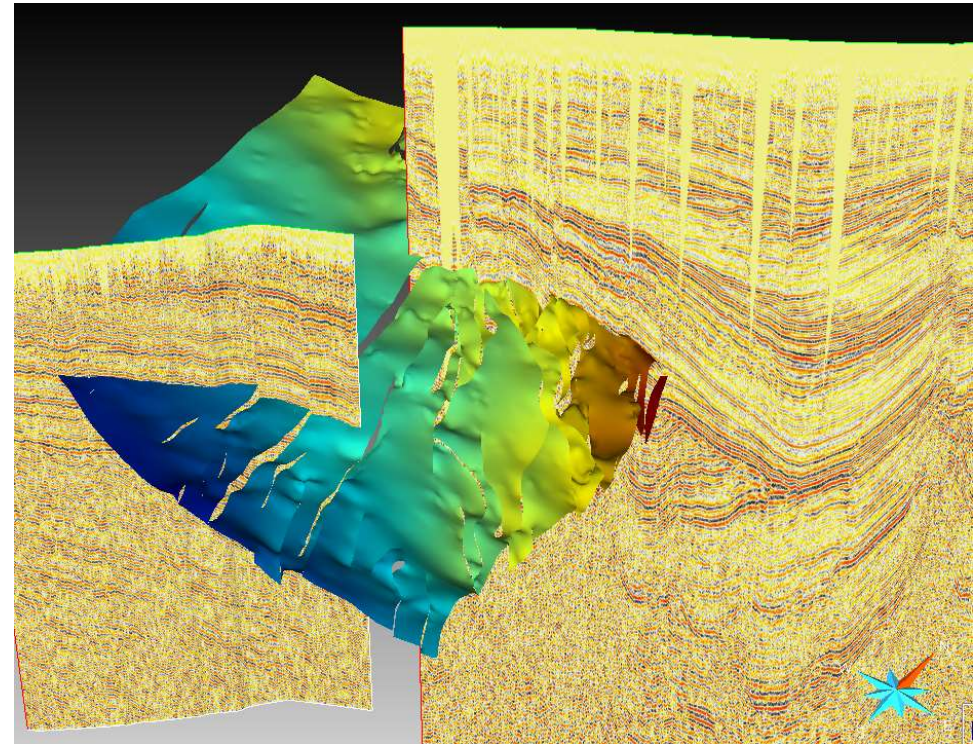


# Modellering laagvlakken

Ondiepe bereik:  
Voornamelijk o.b.v. boringen



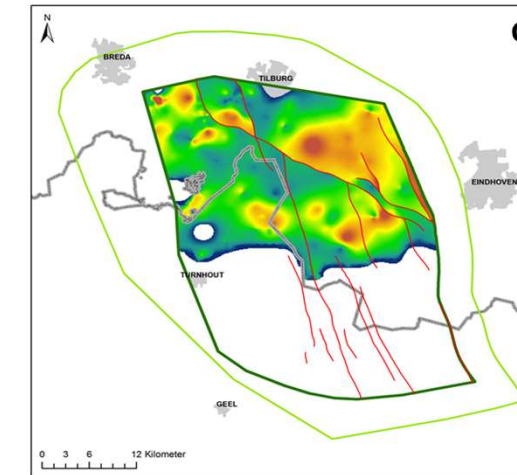
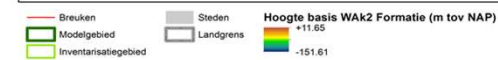
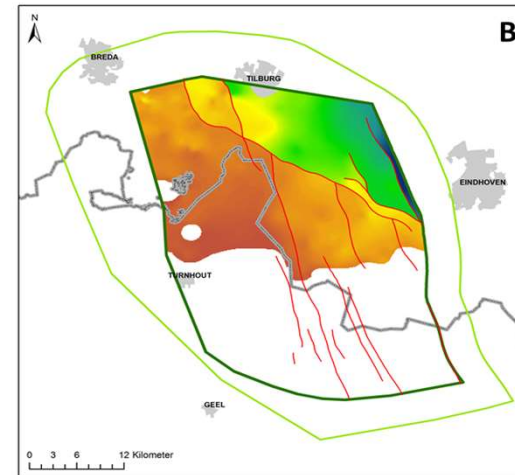
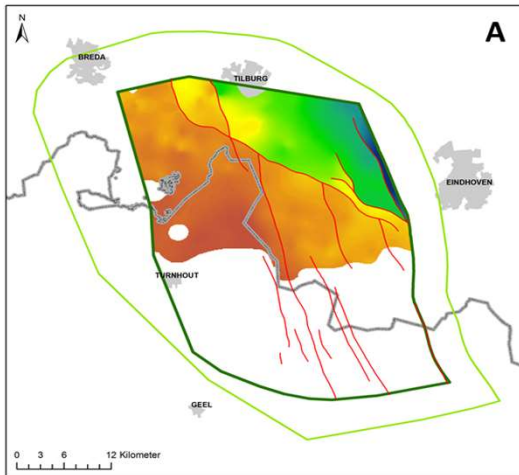
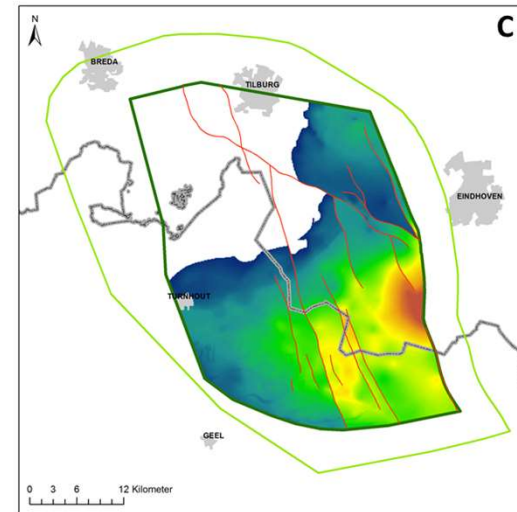
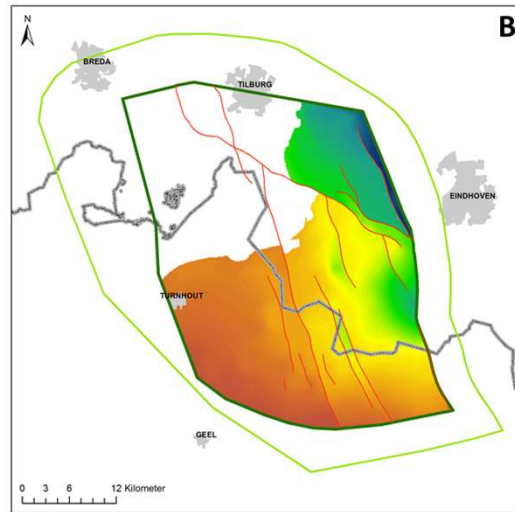
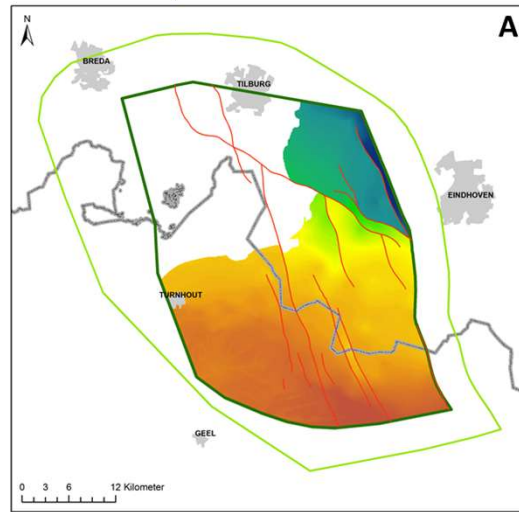
Diepe bereik:  
Voornamelijk o.b.v. seismiek





H3O - De Kempen

# Modellering laagvlakken

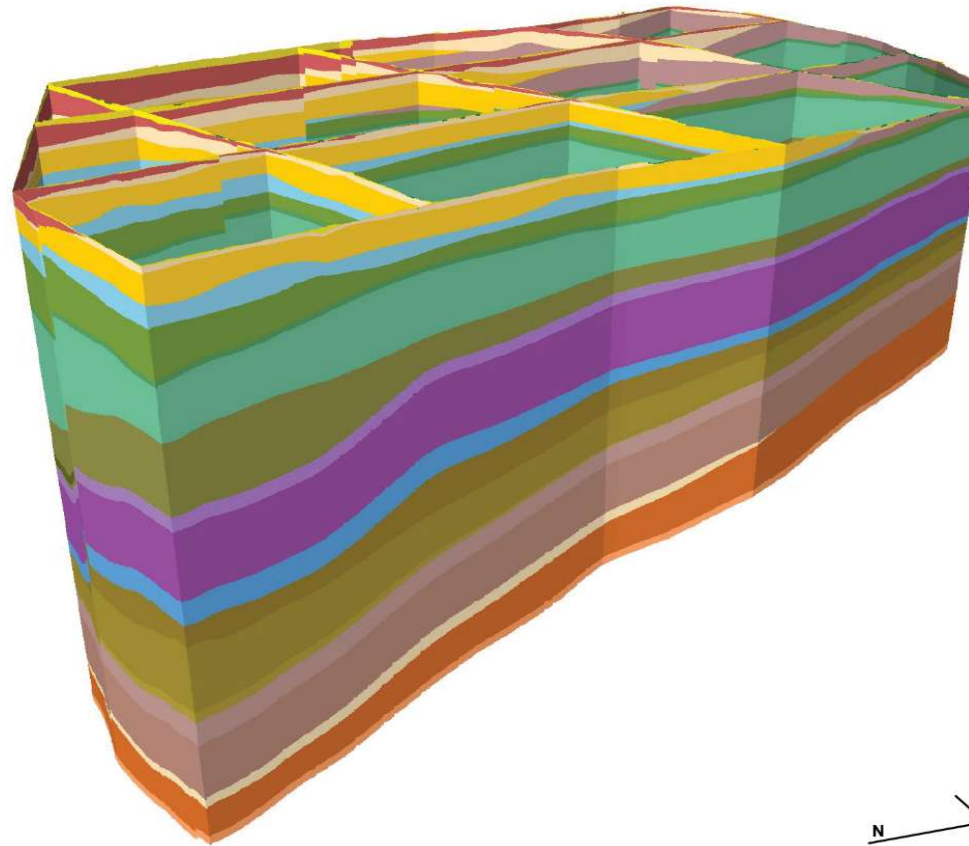






# Modellering

» Geologisch model



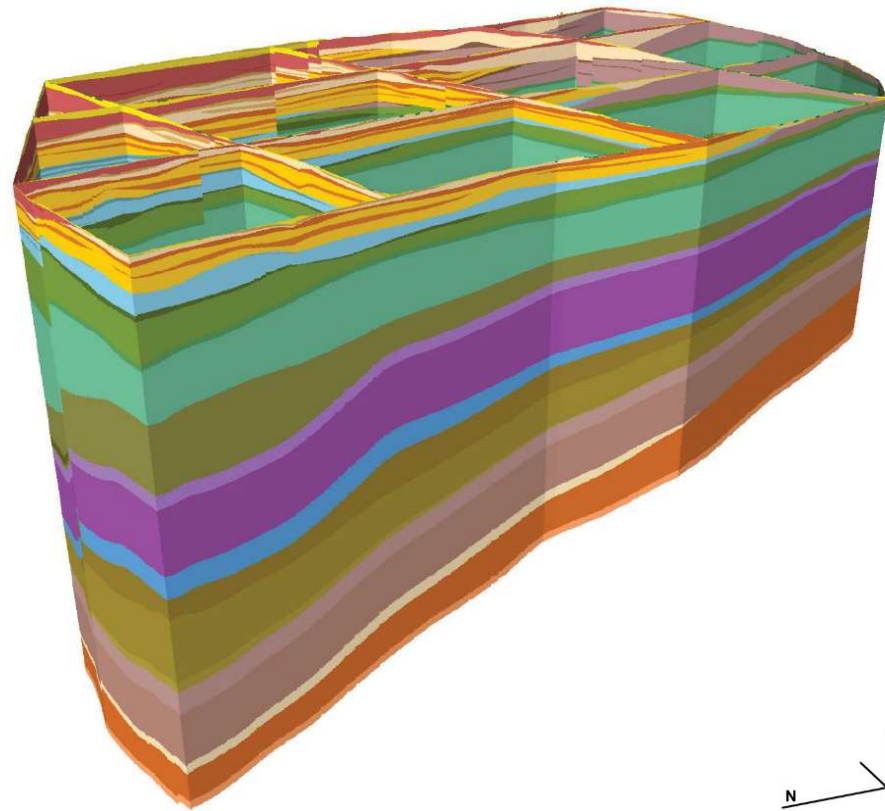
 Holoceen	 Formatie van Maassluis	 Laat Oligocene tot	 Vroeg Oligocene zanden	 Formatie van Kortrijk
 Formatie van Boxtel	 Kiezelooliet Formatie	 Midden Mioocene zanden	 Formatie van Maldegem	 Formatie van Tienen
 Formatie van Sterksel	 Formatie van Oosterhout	 Lid van Veldhoven	 Vroeg tot Laat Eocene zanden	 Formatie van Hannut
 Formatie van Stramproy	 Formatie van Kasterlee	 Formatie van Eigenbilzen	 Formatie van Gentbrugge	 Formatie van Heers
 Formatie van Waalre	 Formatie van Diest	 Formatie van Boom	 Formatie van Tielt	





# Modellering

## » Hydrogeologisch model

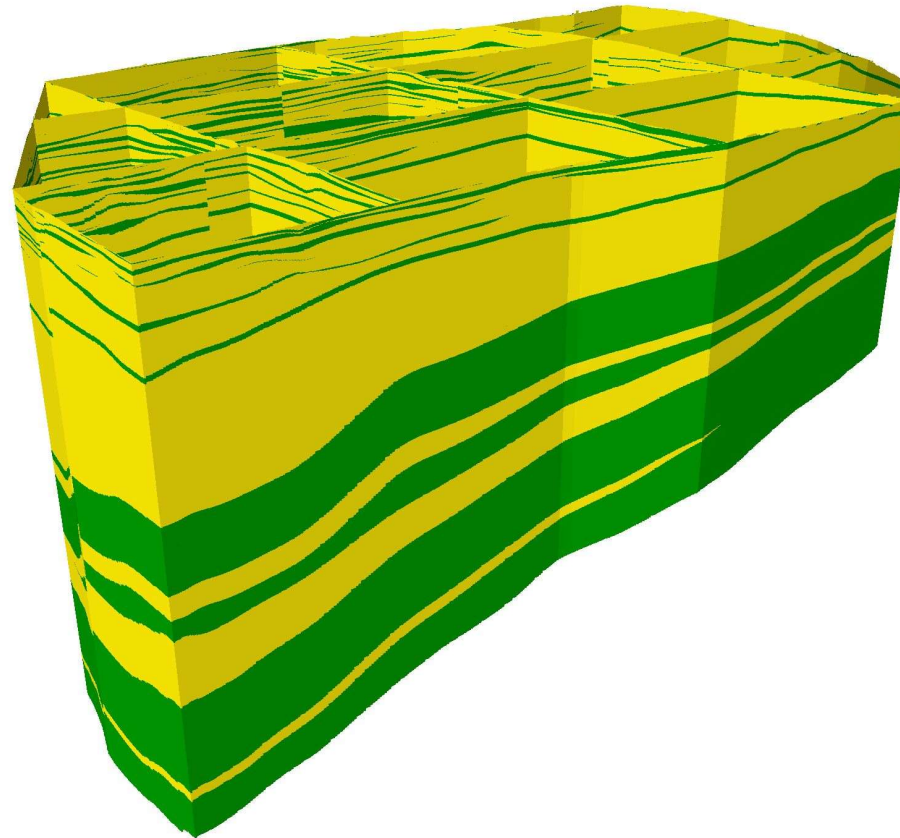


<span style="color: green;">■</span> Holoceen	<span style="color: gold;">■</span> SYK2	<span style="color: brown;">■</span> Kiezelooid Formatie	<span style="color: olive;">■</span> Laet Oligocene tot	<span style="color: olive;">■</span> Formatie van Gentbrugge
<span style="color: yellow;">■</span> Formatie van Boxtel	<span style="color: orange;">■</span> Formatie van Waalre	<span style="color: brown;">■</span> Klk1	<span style="color: olive;">■</span> Midden Miocene zanden	<span style="color: brown;">■</span> Formatie van Tiel
<span style="color: yellow;">■</span> BXLMk1	<span style="color: orange;">■</span> WAk1	<span style="color: brown;">■</span> Klk2	<span style="color: olive;">■</span> Lid van Veldhoven	<span style="color: brown;">■</span> Formatie van Kortrijk
<span style="color: yellow;">■</span> BXk2	<span style="color: orange;">■</span> WAk2	<span style="color: green;">■</span> Formatie van Oosterhout	<span style="color: purple;">■</span> Formatie van Eigenbilzen	<span style="color: brown;">■</span> Formatie van Tienen
<span style="color: red;">■</span> Formatie van Sterksel	<span style="color: orange;">■</span> WAk3	<span style="color: green;">■</span> OOK1	<span style="color: purple;">■</span> Formatie van Boom	<span style="color: brown;">■</span> Formatie van Hannut
<span style="color: red;">■</span> STk1	<span style="color: cyan;">■</span> Formatie van Maassluis	<span style="color: green;">■</span> OOC	<span style="color: blue;">■</span> Vroeg Oligocene zanden	<span style="color: orange;">■</span> Formatie van Heers
<span style="color: orange;">■</span> Formatie van Stramproy	<span style="color: teal;">■</span> MSk1	<span style="color: green;">■</span> Formatie van Kasterlee	<span style="color: olive;">■</span> Formatie van Maldegem	
<span style="color: orange;">■</span> SYk1	<span style="color: teal;">■</span> MSk2	<span style="color: green;">■</span> Formatie van Diest	<span style="color: olive;">■</span> Vroeg tot Laet Eocene zanden	



# Modellering

- » Zandige en kleiige hydrogeologische eenheden





# DEMO MODELLEN MET SUBSURFACEVIEWER





## Algemene conclusies

- » Werkbare correlatie tussen NL- en BE-eenheden
- » Eén breukvlakkenmodel van het hele modelgebied
- » Eén geologisch en één hydrogeologisch model van het Cenozoïcum van het hele modelgebied
- » Geen aansluitingsproblemen meer langs de grens
- » Voor Nederland nu meer detail in het diepe bereik (Neogeen en Paleogeen)
- » Voor België nu meer detail in het ondiepe bereik (Quartair en Plioceen)

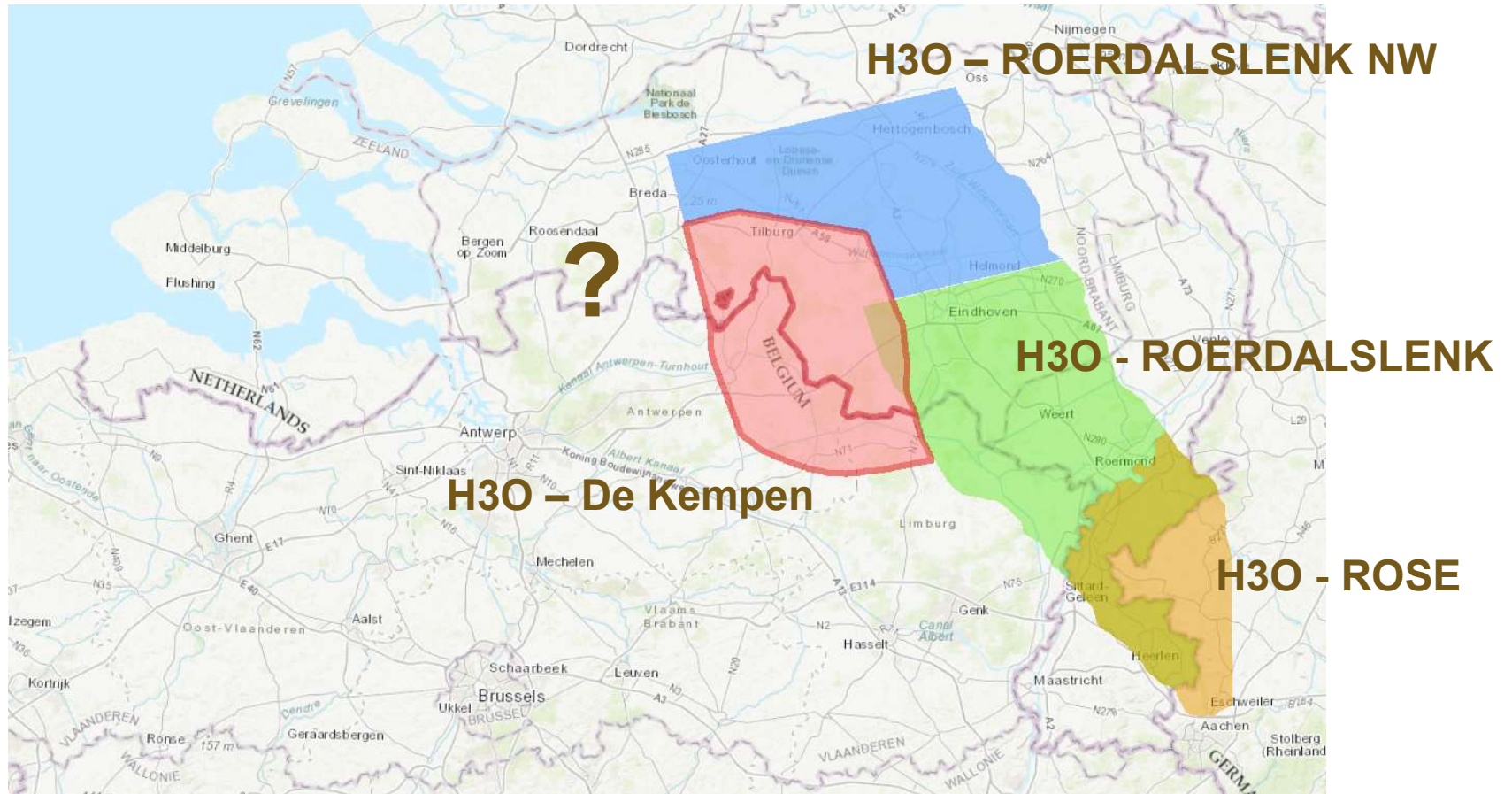


## Publicatie resultaten

- » Afronding en afsluiting project
- » Publicatie resultaten
- » In Nederland door TNO, Geologische Dienst van Nederland via:
  - Downloadmogelijkheid vanaf website
- » In België door Vlaams Planbureau Omgeving en de Vlaamse Milieumaatschappij via:
  - DOV - Databank Ondergrond Vlaanderen



# En nu? H30?







## Een woord van dank

- » Aan onze opdrachtgevers
- » Aan de Begeleidingscommissie
- » Aan de collega's



**Zijn er vragen?**