



GEBRUIK BOORGATMETINGEN BIJ OPMAAK G3Dv3-H3Dv2

Roel De Koninck

MODELLERING LEDEN NEOGEEN EN PALEOGEEN

- Belangrijke uitbreiding van Neogeen en Paleogeen in G3Dv3 vs. G3Dv2:
 - Van Formatie naar Lid

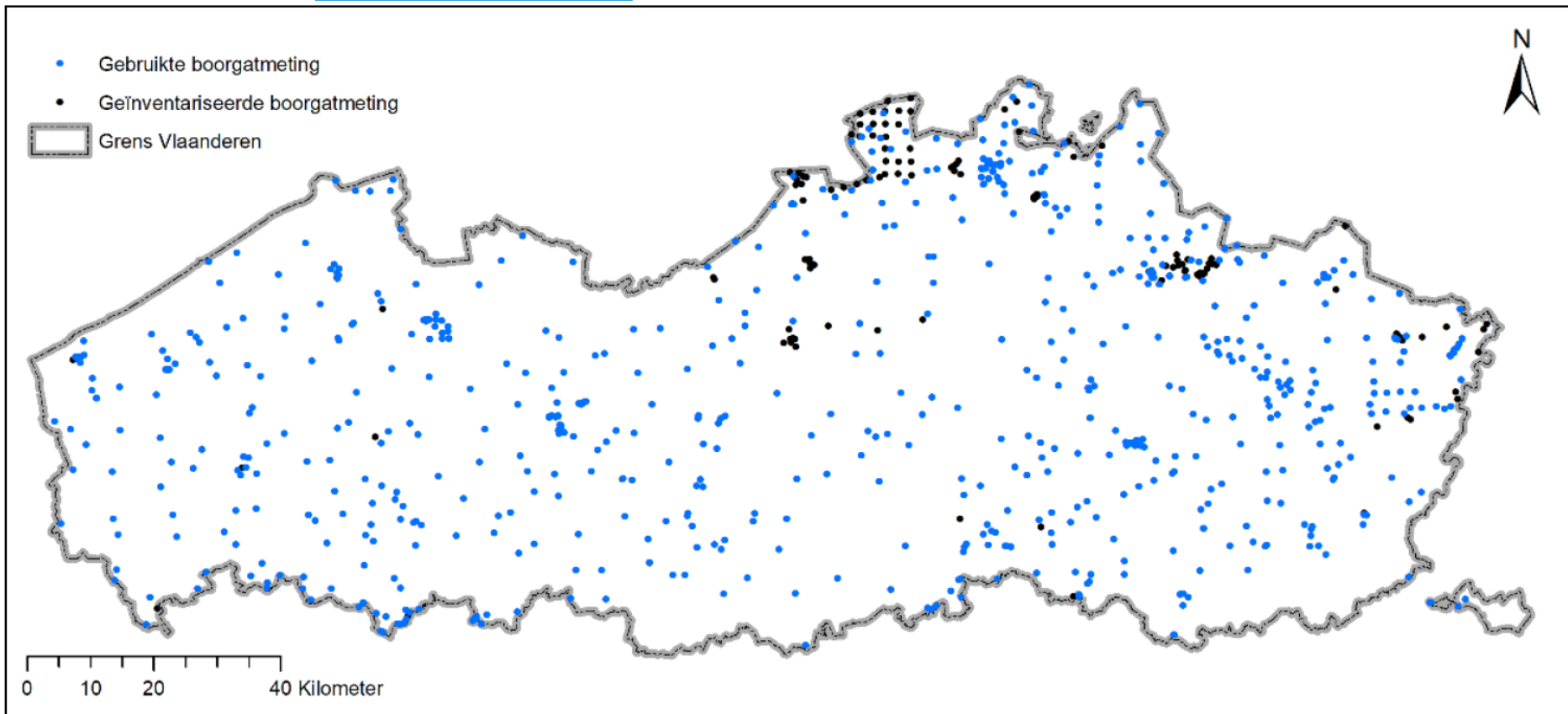
- Specifieke aandachtspunten:
 - Minder interpretaties in DOV, vaak ook minder consistent
 - Dikte is dikwijls gering, dus kleine afwijkingen kunnen grote effecten hebben (op voorkomen bijvoorbeeld).

- Betrouwbare gegevens nodig:
 - Geofysische boorgatmetingen

WAT ZIJN BOORGATMETINGEN?

- Continue meting van verschillende gesteenteparameters via een boorgat:
 - Bij voorkeur in openstaand boorgat (voor aanbrengen eventuele casing)
 - Meestal kort na het boren, maar ook registratie mogelijk tijdens boring (LWD, minder gebruikelijk)
- Heel veel zaken kunnen gemeten worden, maar meestal worden slechts een beperkt aantal metingen uitgevoerd:
 - Gammastraling (indicatie kleigehalte: hogere gamma = meer kleimineralen)
 - Resistiviteit (indicatie lithologie: zand hoge waarden, klei lage waarden)
 - Caliper (geometrie van het boorgat (gladde wand, uitgespoeld,...))
 - Spontane Potentiaal (permeabiliteit)



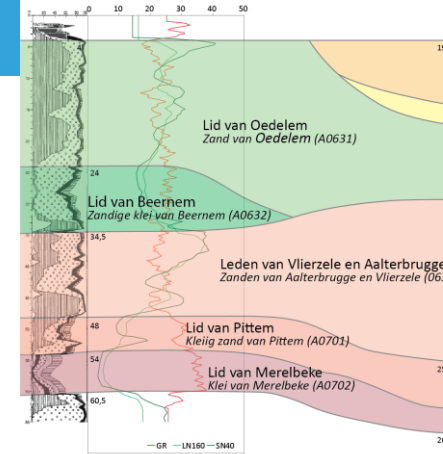


BOORGATMETINGEN INTERPRETEREN: PRAKTISCH

- Gammastraling is frequentst gemeten.
- Voor indeling op lidniveau vaak moeilijk om enkel op basis hiervan onderscheid éénduidig te maken.
- Resistiviteitsmetingen hebben een grote meerwaarde:
 - Onderscheid tussen verschillende leden vaak wel goed te maken op combinatie van resistiviteit en gamma, in veel gevallen is resistiviteit het meest betrouwbare criterium.

AANPAK

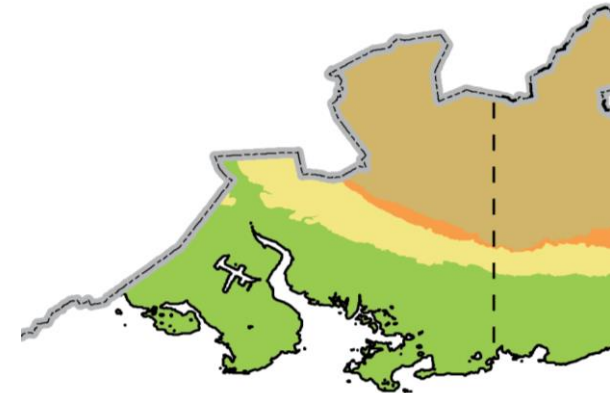
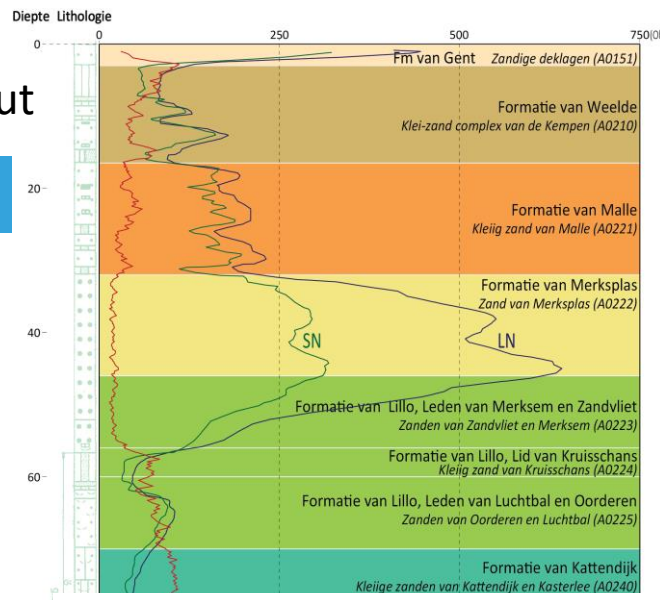
- Interpretaties op lidniveau, van zowel top als basis
- Geometrische correlatie over een groot stratigrafisch bereik
- Zoveel mogelijk startend vanuit goed gedocumenteerde data:
 - Typeboringen (officiële typesecties waar leden gedefinieerd zijn)
 - Boringen met uitgebreide lithologische analyses
 - (Bio)stratigrafische controle
- Vanuit deze ‘type-boorgatmetingen’ met kenmerkende signatuur ruimtelijk doorcorreleren naar andere regio’s → inzicht in ruimtelijke variatie en trends.



Kalmthout

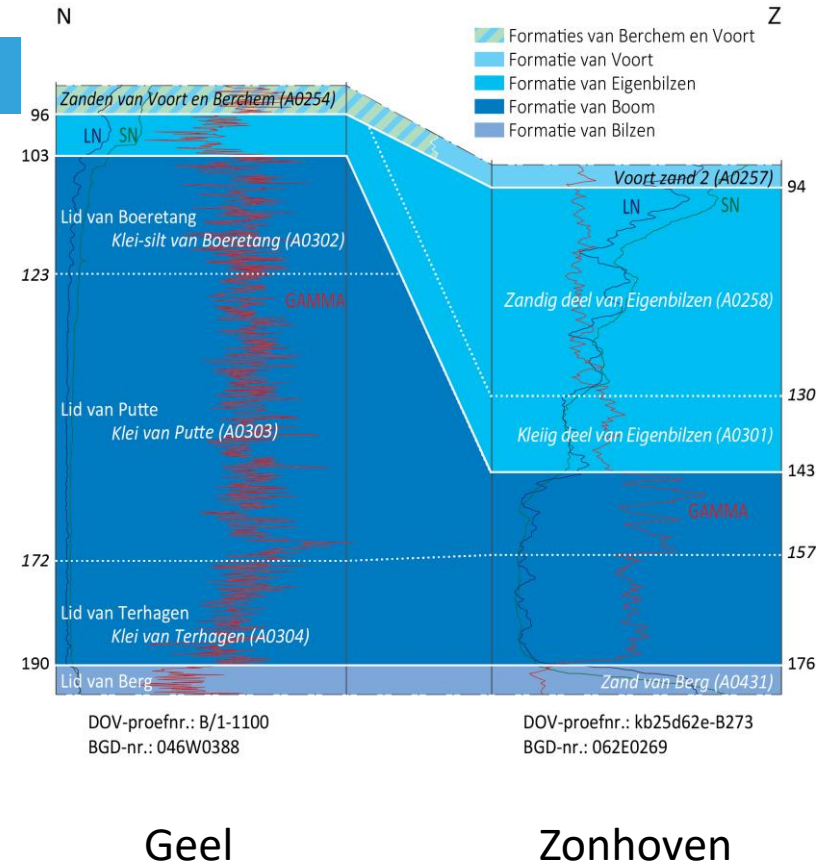
ENKELE VERNIEUWDE INZICHTEN

- *Basis Formatie van Merksplas op basis van logcorrelaties hoger gelegd dan algemeen aangenomen, aan basis meest grove sequentie → hermodellering.*
- *Grens Lillo – Kattendijk beter vast te leggen op boorgatmetingen*
- *Interne opdeling Formatie van Lillo regionaal gedeeltelijk mogelijk.*



RELATIE BOOM - EIGENBILZEN

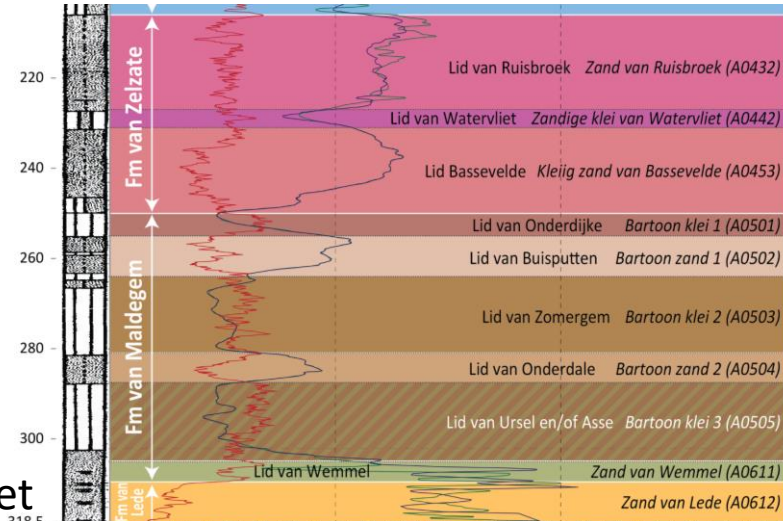
- Formaties van Boom en Eigenbilzen zijn grotendeels geometrisch equivalent.
- Richting Zuid(oost)en: verdikking Eigenbilzen en verdunning Boom
- Duidelijk uit correlaties dat hoe zuidoostelijker, hoe sneller en langer er meer zandige (Eg) dan kleiige influx (Bm) optrad.



ZELZATE - MALDEGEM

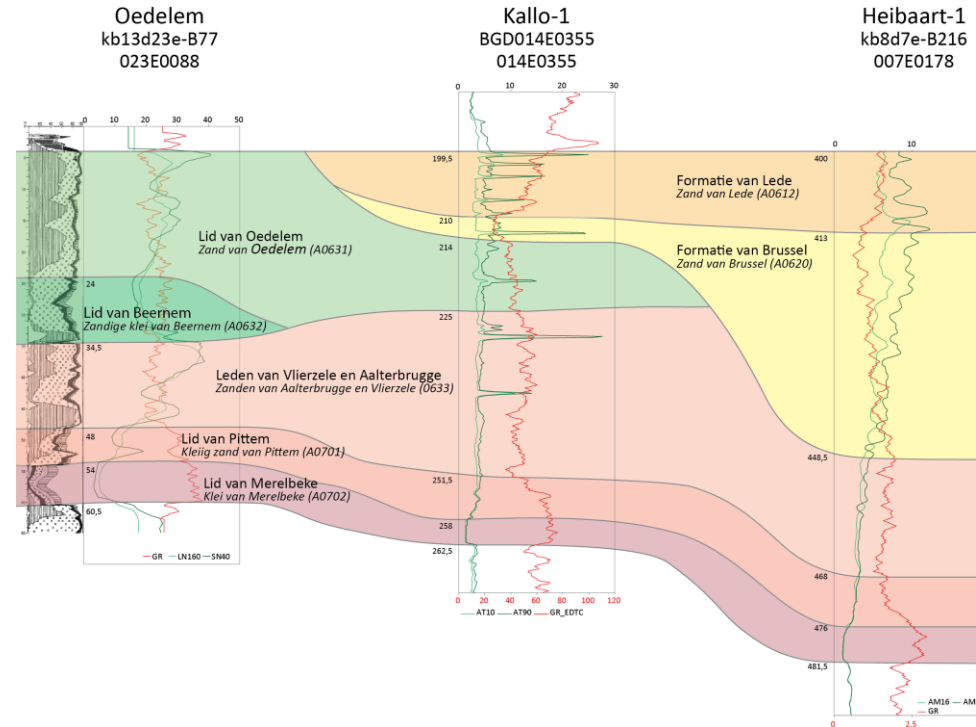
- Afwisseling zand- en kleilagen
- Onderscheid op gamma + resistiviteit meestal duidelijk: grote meerwaarde voor dunne leden
- Uitzonderingen:
 - Top Ruisbroek in het oosten
 - Ruisbroek-Bassevelde bij ontbreken Watervliet
 - Basis Bassevelde wanneer Lid van Onderdijke ontbreekt
 - Onderscheid leden van Ursel, Asse en Wemmel:
 - Boorbeschrijving: Ursel en Asse vaak samengenomen (klei)
 - \updownarrow
 - Boorgatmetingen: onderscheid Ursel-Asse duidelijker dan onderscheid Asse-Wemmel

Brasschaat



DIK ZANDIG PAKKET TUSSEN FORMATIE VAN MALDEGEM EN KLEI VAN MERELBEKE

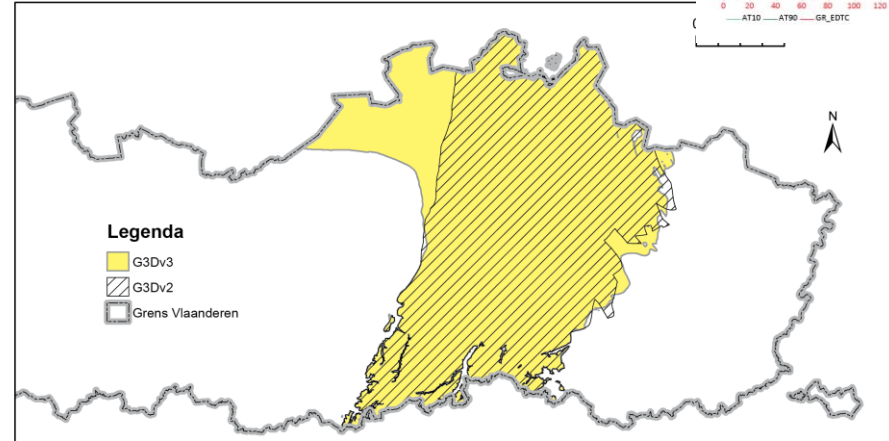
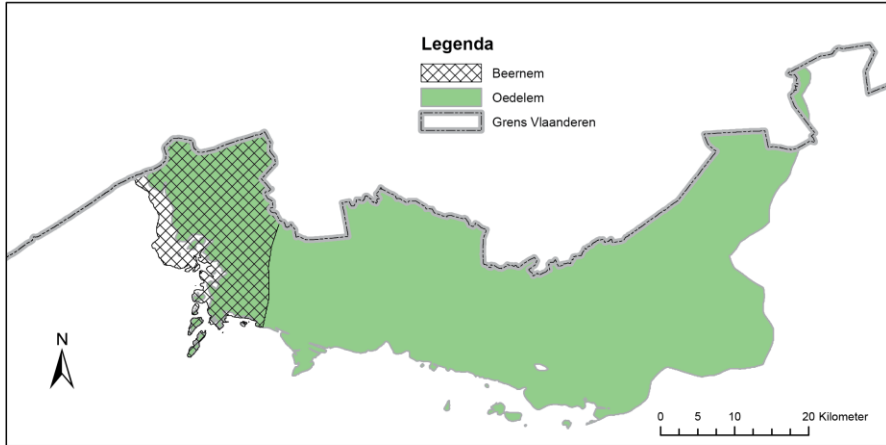
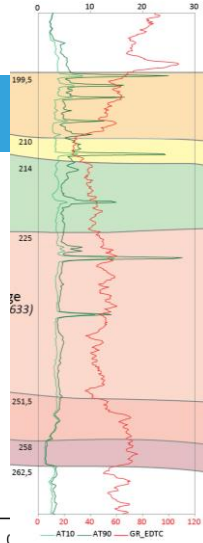
- Formatie van Aalter in het westen
 - Formatie van Lede meer centraal
 - Formatie van Brussel in het oosten
 - Formatie van Gentbrugge onderaan
- Onderlinge relaties en ruimtelijke verbreding niet overal duidelijk
 - Sterke verdikking buiten typelocaties bemoeilijken herkennen verschillende Formaties/Leden weg van de typegebieden.
 - Grootschalige logcorrelaties scheppen meer duidelijkheid.



RELATIE FORMATIES VAN AALTER EN BRUSSEL

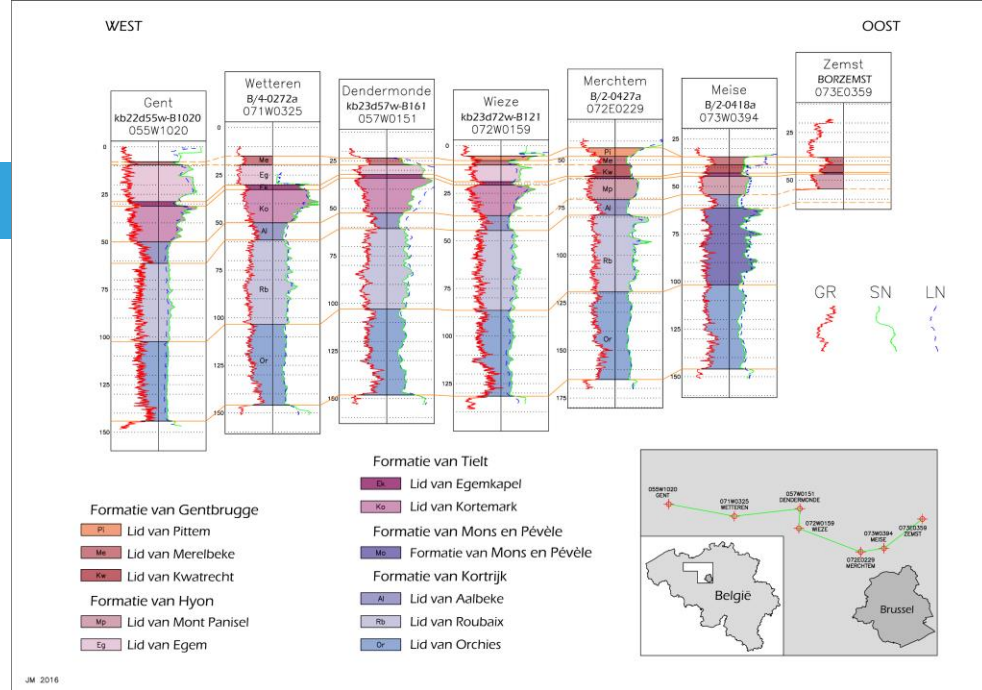
- Verbreiding Aalter: meer oostelijk – tot regio Antwerpen
- Verbreiding Brussel: meer westelijk – tot regio Antwerpen
- Verschillende boorgatmetingen met Br op Aa
- Situatie in boring Kallo was gekend (puntwaarneming), maar is bevestigd door logcorrelatie richting oosten en westen.

Kallo-1
BGD014E0355
014E0355



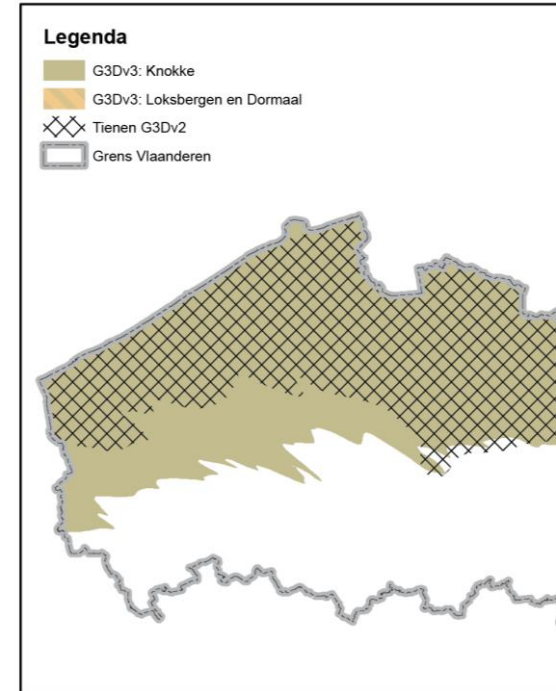
HERZIENING STRATIGRAFIE DOOR NCS

- Actieve bijdrage VLAKO in NCS bij totstandkoming
- Nieuwe definities zijn deels gestoeld op boorgatmetingen:
 - Referentie-logs en logcorrelaties gedefinieerd
- Nog niet alles is duidelijk, logcorrelaties kunnen inzicht ook in de toekomst verruimen:
 - Bijvoorbeeld: onlap van Formatie van Tielt op Formatie van Kortrijk.

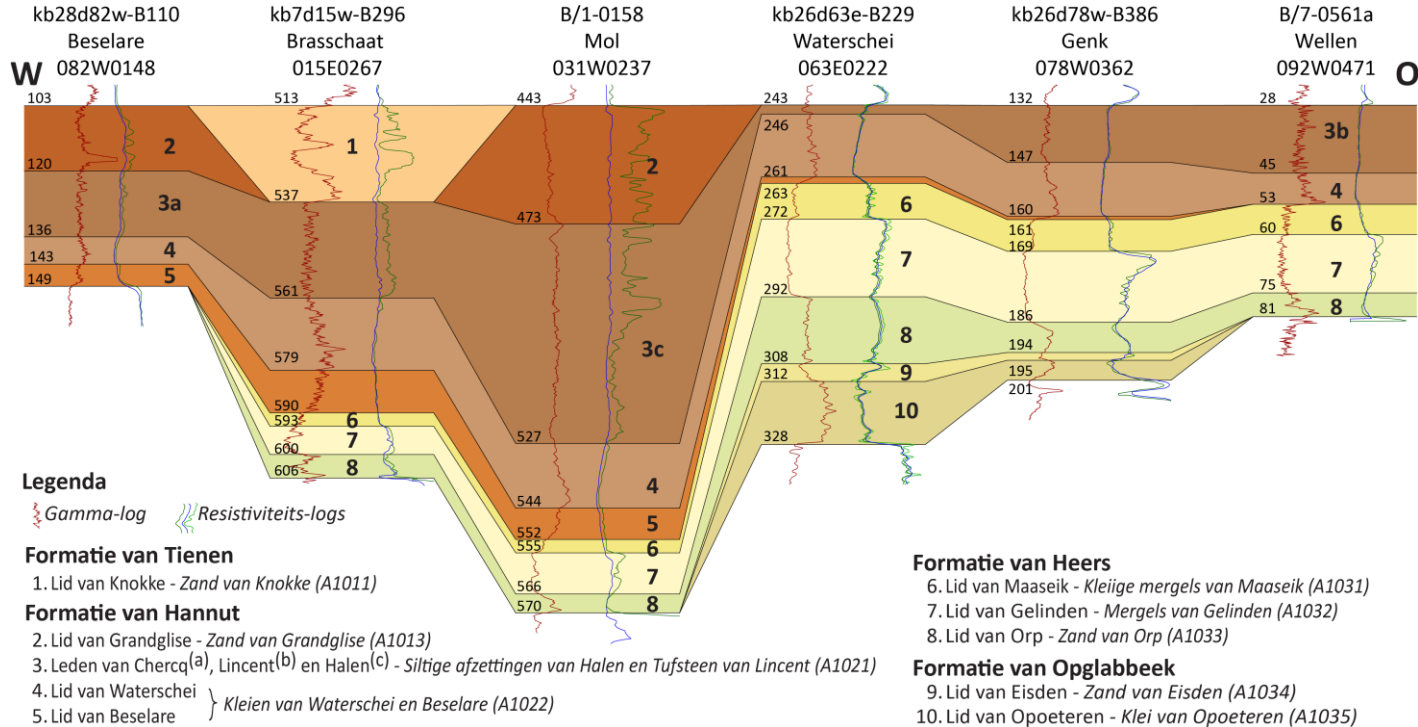


ZUIDWEST VLAANDEREN

- Traditioneel is bepaling stratigrafie Paleoceen moeilijk in de regio:
 - Gebruik term ‘Groep van Landen’ waar onderscheid Tienen-Hannut niet gemaakt kan worden.
- O.b.v. boorgatmetingen betere interpretaties mogelijk en onderscheid tussen de Formaties van Tienen en Hannut duidelijker: meer zuidwaartse verbreiding van Tienen.



NIEUWE INZICHTEN OP BASIS VAN GROOTSCHALIGE CORRELATIES



NIUWE INZICHTEN OP BASIS VAN BOORGATMETINGEN

- Invoer nieuw lid onderaan Formatie van Hannut: Lid van Beselare
- grijsgroene kalkhoudende zandige tot zeer zandige klei
- maximale dikte van ongeveer 20 m in de boring Doel

082W0148 - BESELARE

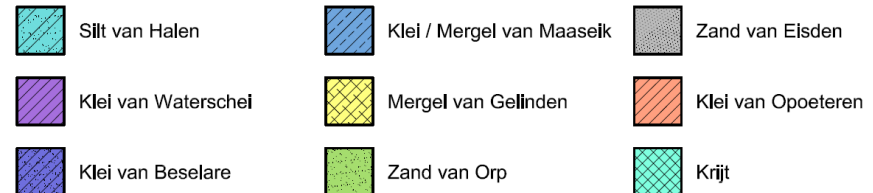
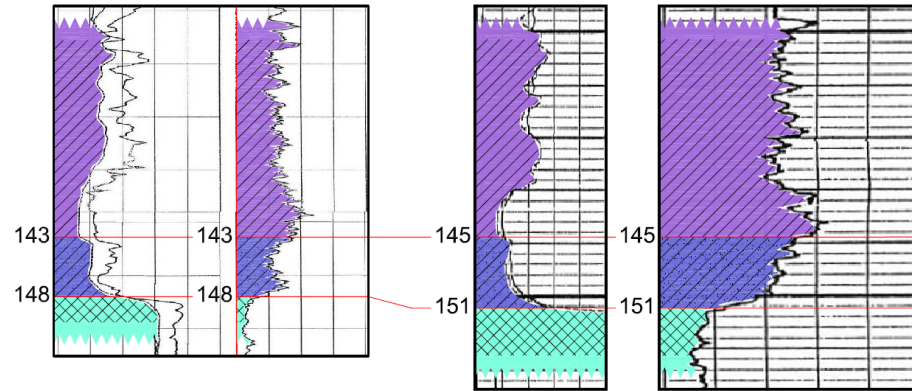
081E0143 - BOEZINGE

Elektrische Resistiviteit

Natuurlijke Gammastraling

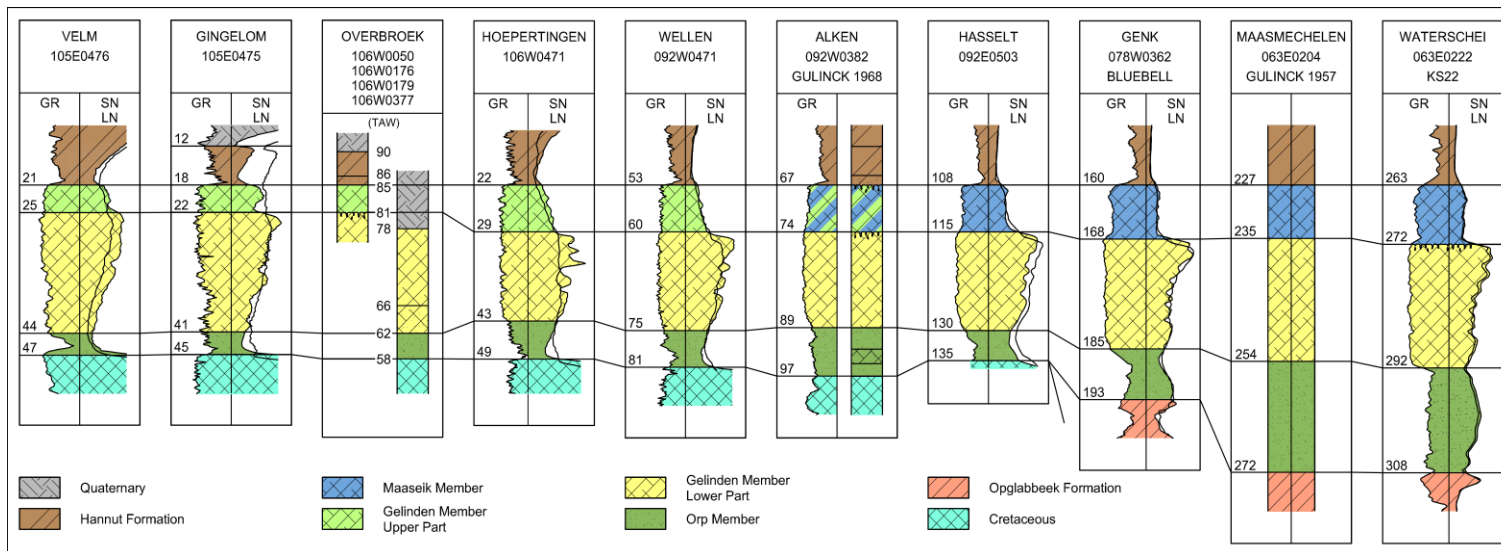
Elektrische Resistiviteit

Natuurlijke Gammastraling



NIEUWE INZICHTEN OP BASIS VAN BOORGATMETINGEN

- Herpositionering Lid van Maaseik van Formatie van Hannut naar Formatie van Heers



typesecties



BORING MOLENBEERSEL

- Op basis van (onder andere) logcorrelaties werd een herziene stratigrafische interpretatie opgesteld.
- Als gevolg daarvan is de aan deze boring gekoppelde seismische interpretatie vernieuwd.
- Betere aansluiting met seismische markers:
 - Belangrijk voor oa. snelheidsmodellering

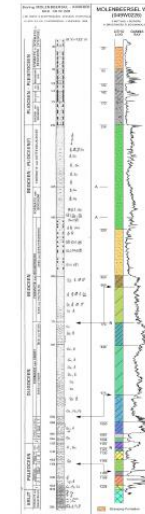
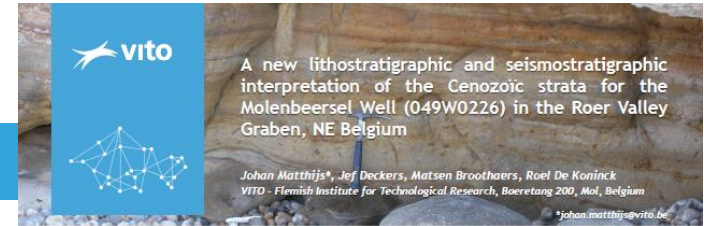


Figure 2: The Molenbeersel Well (049W0226), a new lithostratigraphic interpretation.

INTRODUCTION
VITO constructed a 3D model for the subsurface of Flanders. Flemish Government made it available through <http://www.vlaanderen.be>. Geologically the model's most north-eastern part belongs to the Roer Valley Graben, a tectonically active area known for its major subsidence since the beginning of the Cenozoic era (Figure 1). Few boreholes reach the base of the Paleogene strata. Therefore the area was modeled using seismic survey data. In order to have a good time/depth conversion a new lithostratigraphic and seismostratigraphic interpretation of the Molenbeersel Well and the FLM-8412 and VITO-LW-0711 seismic lines, passing through the borehole, was necessary.

DATA
The classic lithostratigraphic interpretation of the Molenbeersel Well is given in Demitthenaere & Laga (1988) (Figure 2). It was based on cuttings and several geophysical measurements. Unfortunately, only 15 meters within the Cenozoic were corred. VITO's new interpretations were based on a correlation with geophysical well logs inside Miocene, Pliocene and just outside of the graben (Paleocene, Oligocene). Three well geophone surveys were performed at the Molenbeersel borehole. The combination of the acoustic velocity and density logs resulted in a synthetic seismogram which can readily be compared with the actual seismic sections. Two lithostratigraphic horizons, the bases of the Oplabbek and the Sint-Hubrechts-Hern Formations, are easily recognizable on the seismic survey data as they both represent an angular unconformity. This made a good time/depth control possible. A small difference was observed between the two-way time/depth calculated from the well geophone survey and acoustic velocity log and the two-way time/depth from the seismic sections at the well site. Nevertheless the research resulted in a new seismostratigraphic interpretation firmly coupled to the new lithostratigraphic interpretation of the Molenbeersel Well.

RESULTS
Most of the classic lithostratigraphic interpretations remain at approximately the same depth (Figure 2). Three get attributed a considerable different depth (Heers, Voort, Bolderberg Formations). The Middle to Upper Miocene section remains somewhat problematic as no stratigraphic correlation with boreholes nearby was possible. The 2 horizons (A) within this section are thus abandoned (Berchem, Dieff/Kattendijk Formations). The glauconiferous sands on top of the Bolderberg Formation are incorporated in the Upper Part of the undifferentiated Breda Formation. Two interpretations (W), the Someren Sand, on top of the Widdowson Clay, and the Haasels Member of the Hannut Formation are newly introduced. One seismic horizon of Demitthenaere & Laga (1988) remains approximately the same (Londen Formation), 3 horizons get attributed another lithostratigraphic interpretation (Clastic Tertiary, Miocene, Molenberg Formation), 5 seismic horizons get another depth (Top and Base Boom, Base Voort, Top Hekeberg Formations, Pliocene) and 4 are newly (H) introduced (Heers, Sint-Hubrechts-Hern Formations, Widdowson, Someren Members) (Figure 3).

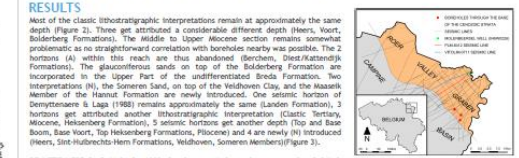


Figure 3: A comparison between the classic seismostratigraphic interpretation of the FLM-8412 seismic line by Demitthenaere & Laga (1988) on the left and the new seismostratigraphic interpretation by Deckers, Matthijs, Broothaers & De Koninck (2011) on the right.



Figure 1: Location of the Molenbeersel Well (049W0226) and the seismic lines FLM-8412 and VITO-LW-0711 in the Roer Valley Graben.

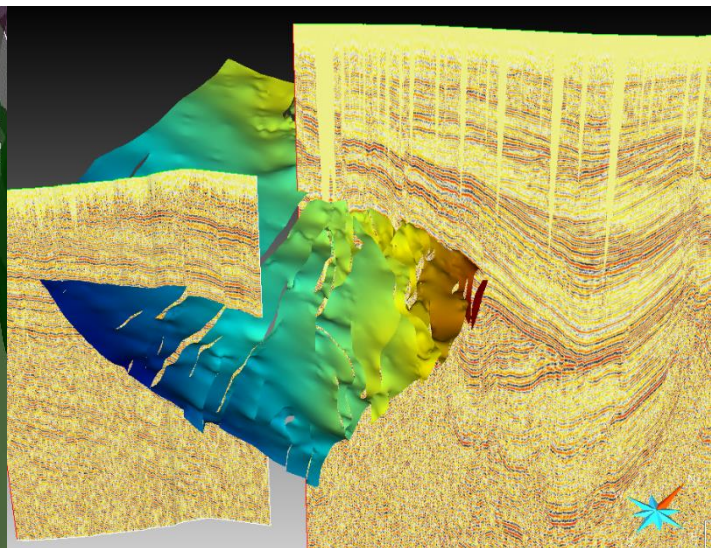
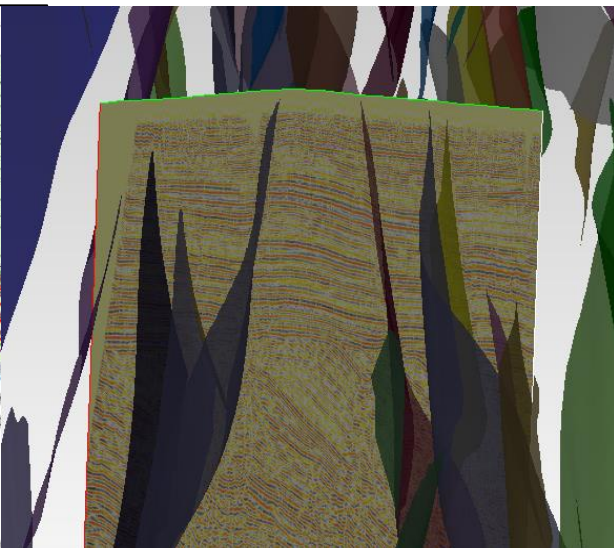
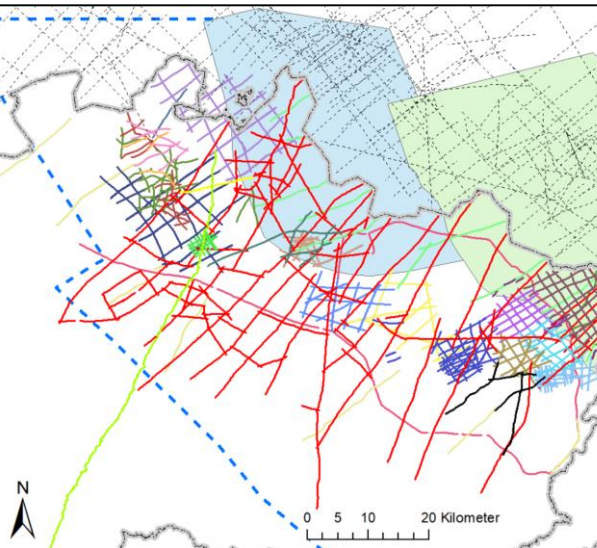
The background image shows a cityscape with a prominent tall, curved apartment building on the left. In the foreground, there is a green park area with a pond that reflects the buildings and the sky. The sun is visible in the sky, creating a bright glow.

NIEUWE INZICHTEN IN DE OPBOUW VAN DE ONDERGROND OP BASIS VAN SEISMISCHE DATA

Bernd Rombaut

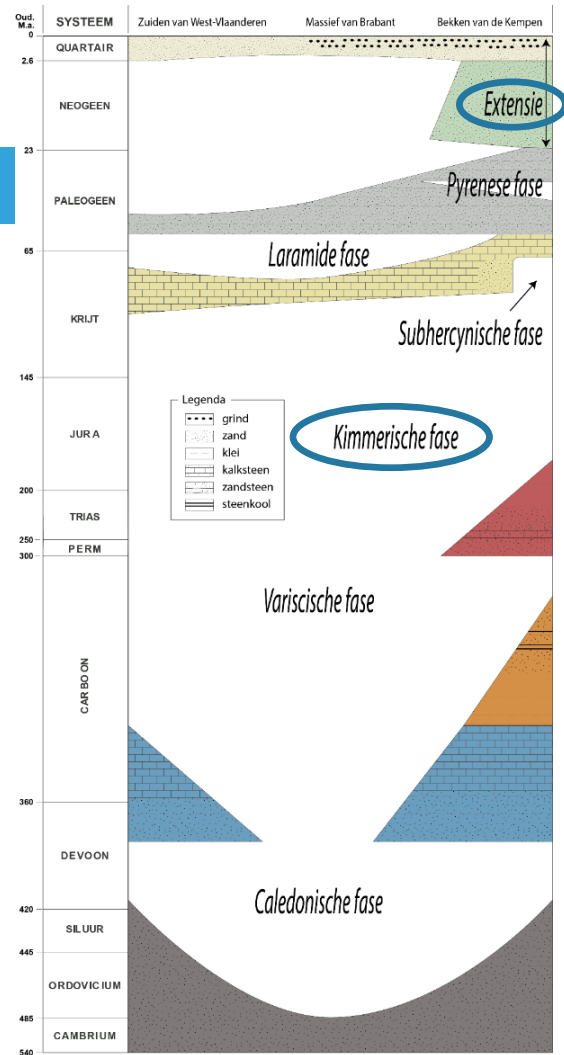
INLEIDING

- Gebruik seismiek in het oosten van Vlaanderen resulterende in
 - Nieuw 3D breukenmodel
 - Nieuw 3D lagenmodel



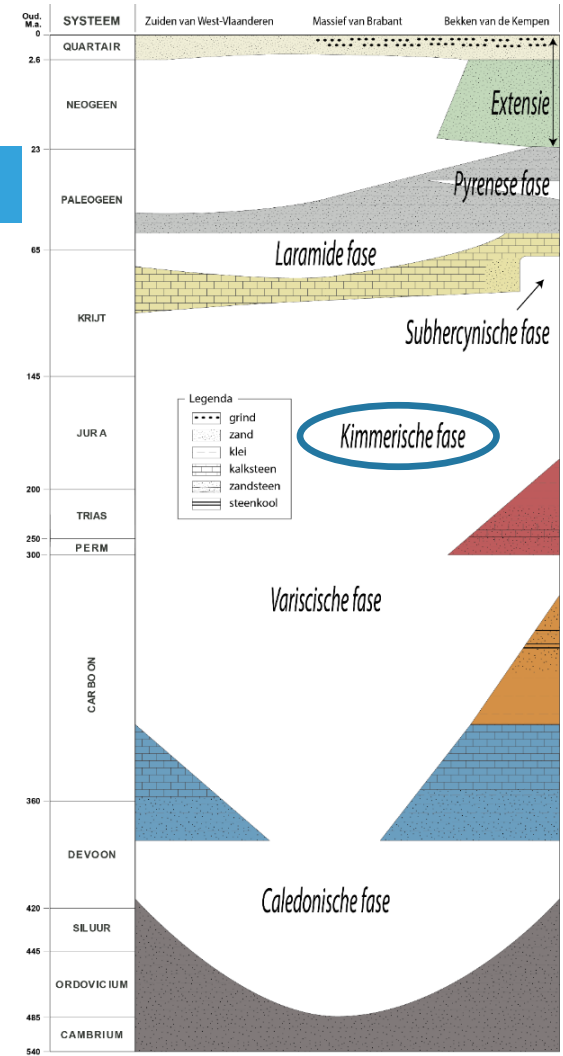
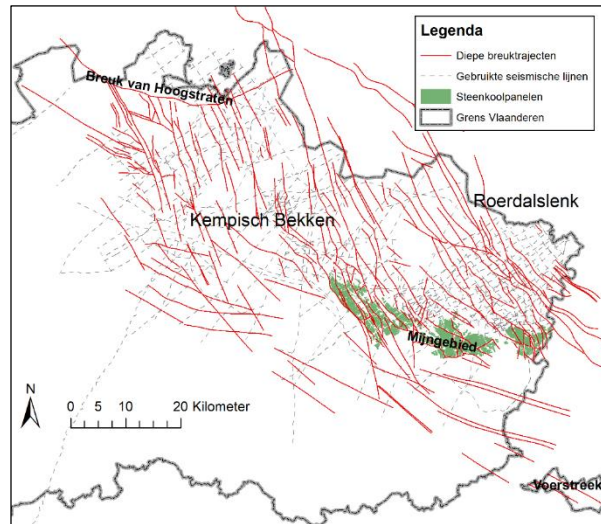
3D BREUKENMODEL

- Meerdere belangrijke tektonische fases in Vlaanderen doorheen de tijd
- De fases met de grootste en meest wijdverspreide breukwerking in het oosten van Vlaanderen in lagen van Carboon tot recent zijn:
 - Kimmerische extensiefase(s) tijdens het Jura en Vroeg Krijt breken vroeg Mesozoïsche en onderliggende lagen op
 - Cenozoïsche extensiefase



3D BREUKENMODEL: KIMMERISCHE FASE(S)

- Hoofdzakelijk op basis van seismische data
- Lokaal aanvullende data gebruikt:
 - Verloop koollagen mijngebied (breukenkaart Delmer, 1962)
 - Gravimetrische data (vooral in (Z)W): Dinantiaan veel denser dan Westfaliaan/Namuriaan



3D BREUKENMODEL: KIMMERISCHE FASE(S)

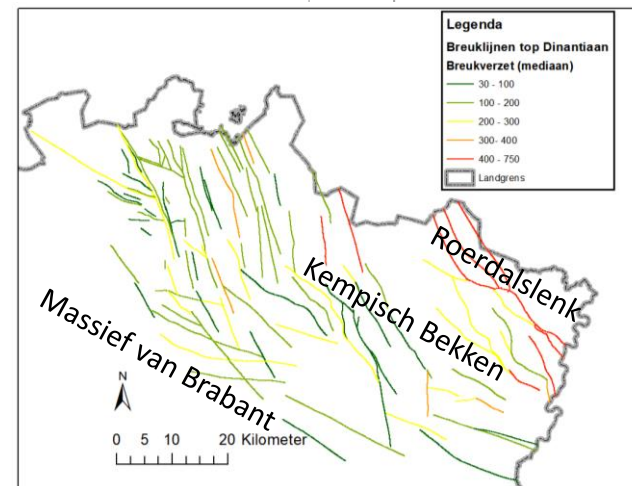
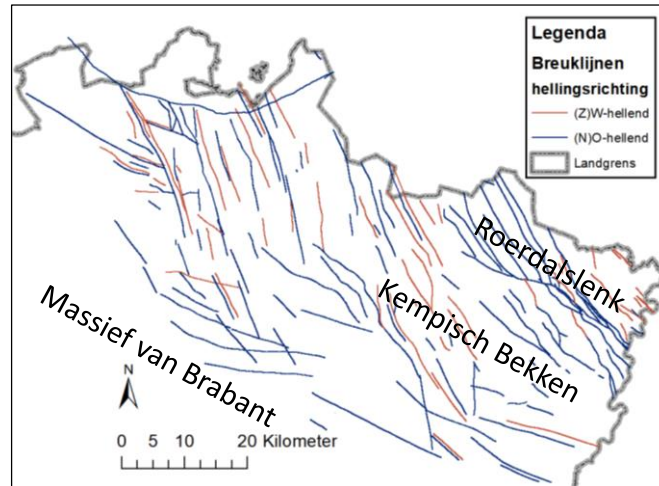
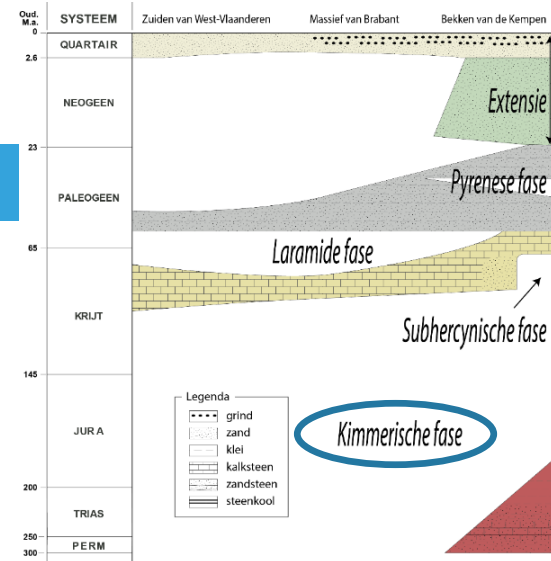
Algemene bevindingen

→ Twee dominante richtingen

- WNW-OZO dominant tegen het Massief van Brabant
- NW-ZO tot NNW-ZO dominant in het noorden

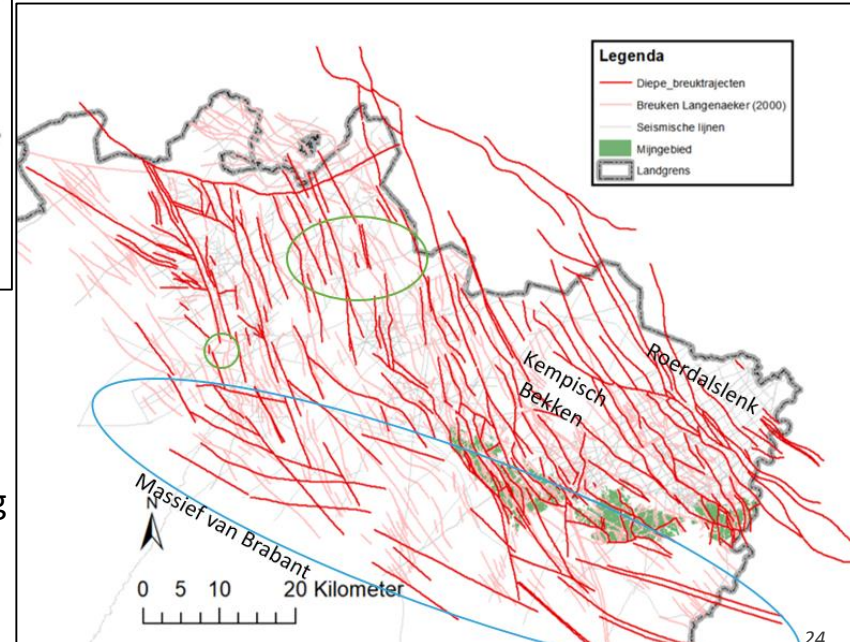
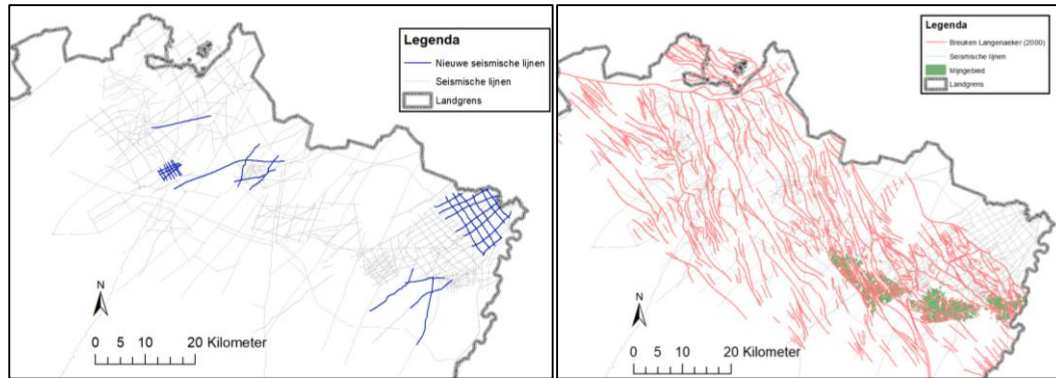
→ Dominant (N)O-hellende normaalbreuken

→ Tot meerdere honderden meters verzet op beide richtingen



3D BREUKENMODEL: KIMMERISCHE FASE(S)

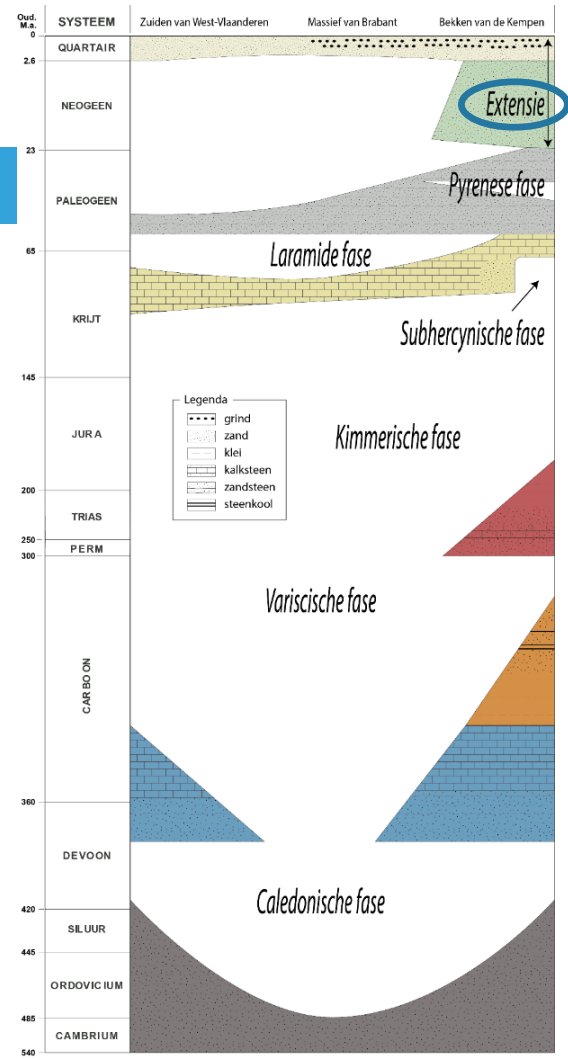
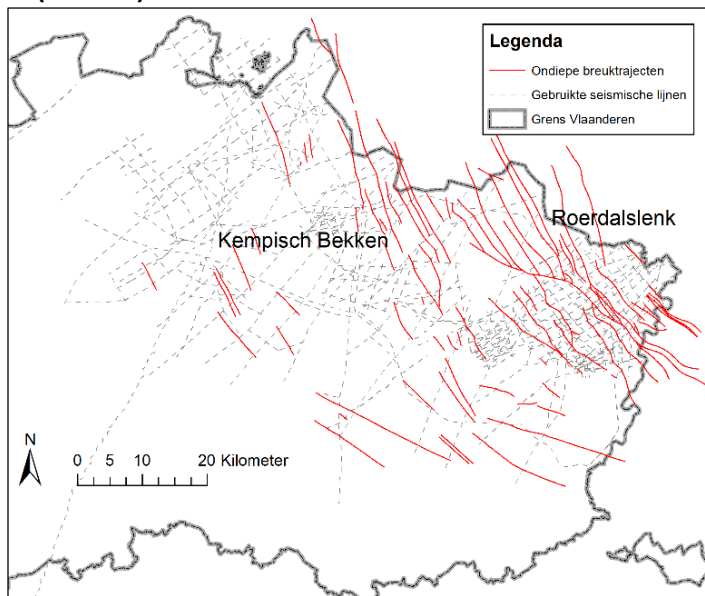
- G3Dv3 vs Langenaeker (2000): veel gelijkenissen maar ook duidelijke verschillen



- Gebruik nieuwe seismiek
- Nu breuken gemodelleerd vastgesteld op meerdere locaties
 - Minimum 20ms (30-40m) Mesozoïcum
 - Minimum 30ms (50-60m) Paleozoïcum
- Meer opsplitsing tussen WNW-OZO en (N)NW-(Z)ZO richting
- WNW-OZO trend in zuiden parallel aan Massief van Brabant

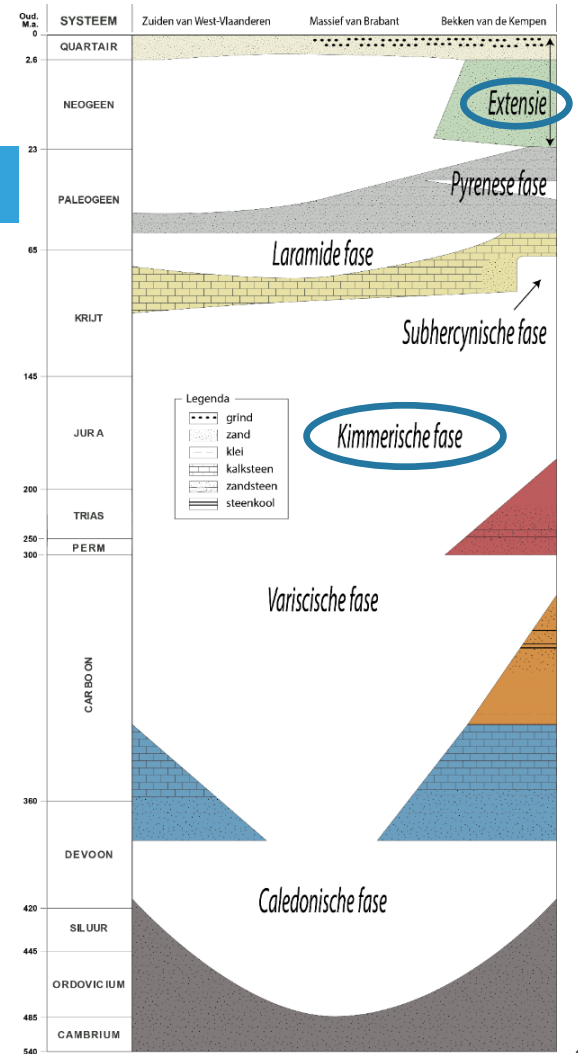
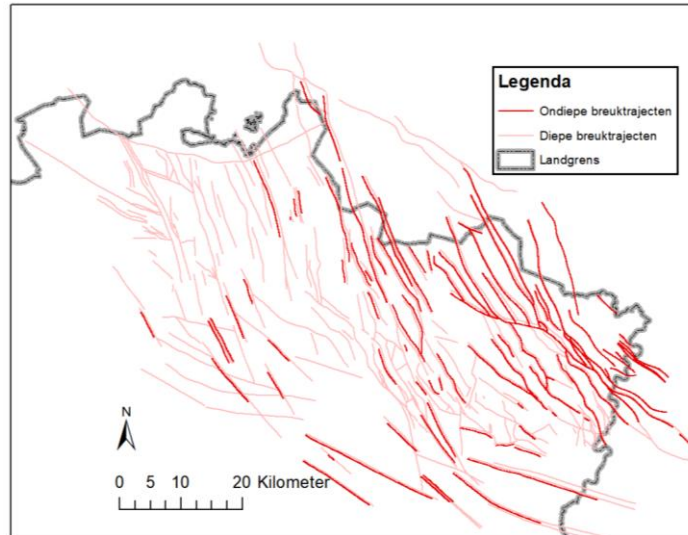
3D BREUKENMODEL: CENOZOÏSCHE EXTENSIE

- Hoofdzakelijk op basis van seismiek (minimum 10ms)
 - Lokaal aanvullende data gebruikt
- Boringen
→ Topografische data (DHM)



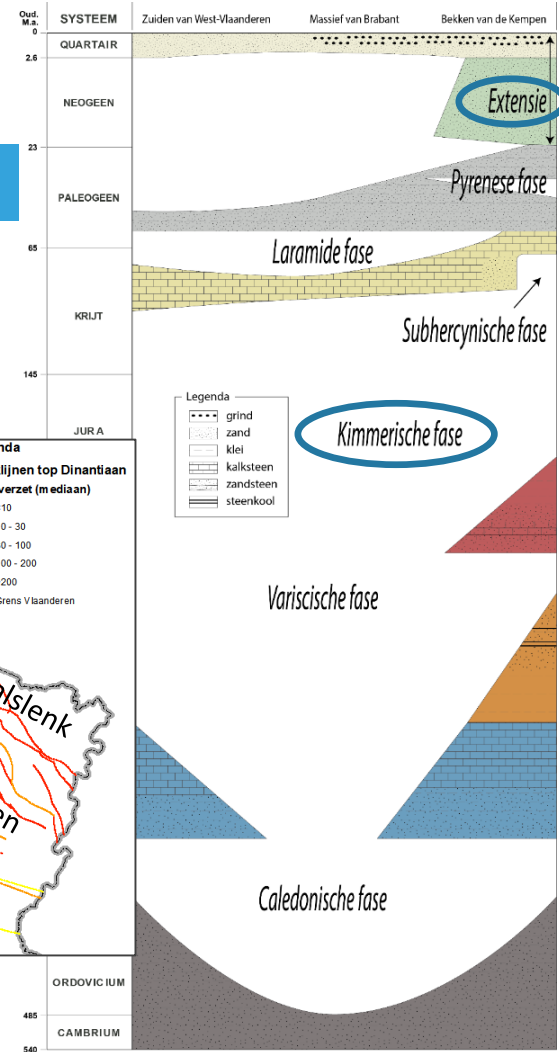
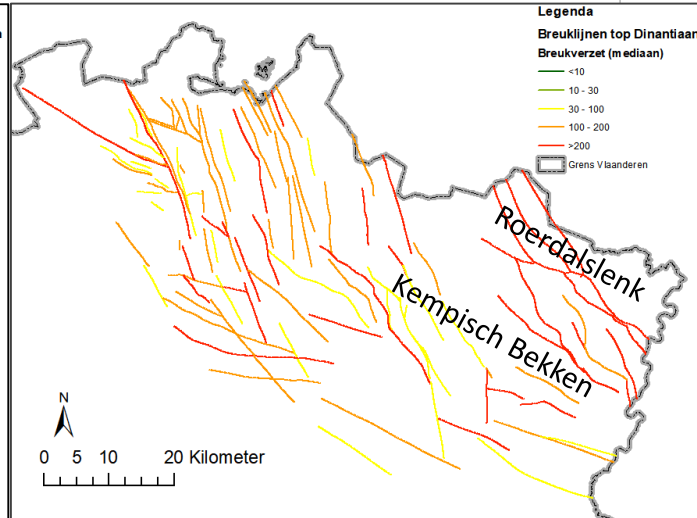
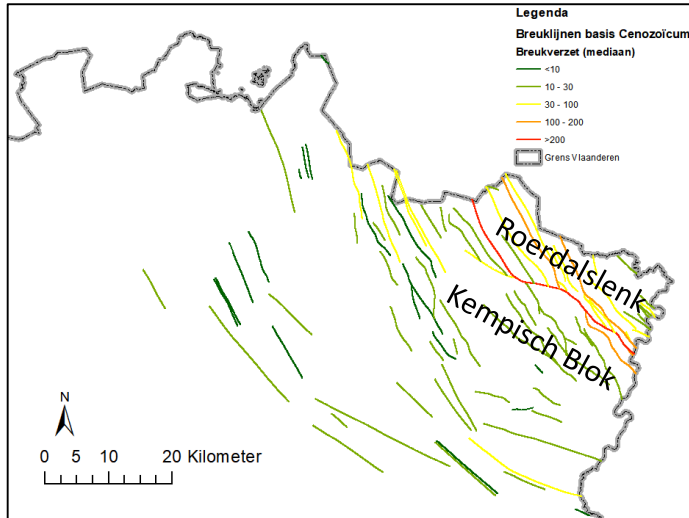
3D BREUKENMODEL: CENOZOÏSCHE EXTENSIE

- Vergelijking diepe met ondiepe breuktrajecten
- Bepaalde breuken gereactiveerd
- Minder breuken actief
- Breuken hebben kortere lengte
- Toename aantal breuken richting de Roerdalslenk



3D BREUKENMODEL: CENOZOÏSCHE EXTENSIE

- Vergelijking diepe met ondiepe breuktrajecten
→ Kleinere verzetten dan bij Kimmerische fase



3D BREUKENMODEL: CENOZOÏSCHE EXTENSIE

■ G3Dv3 vs G3Dv2

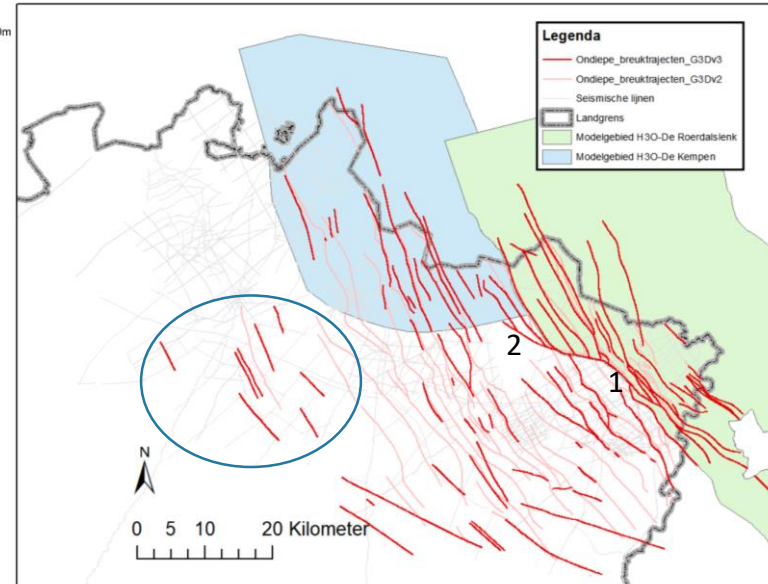
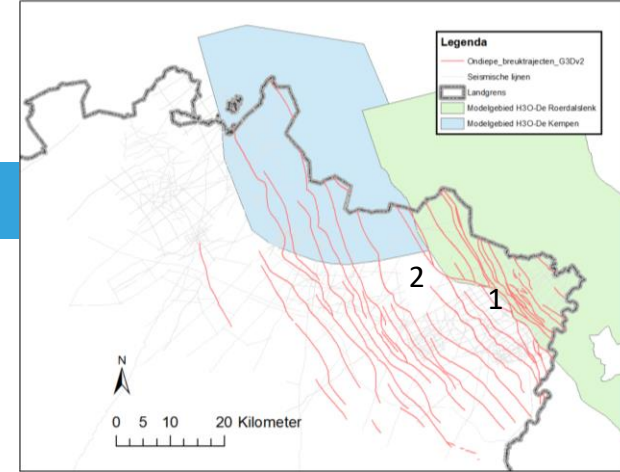
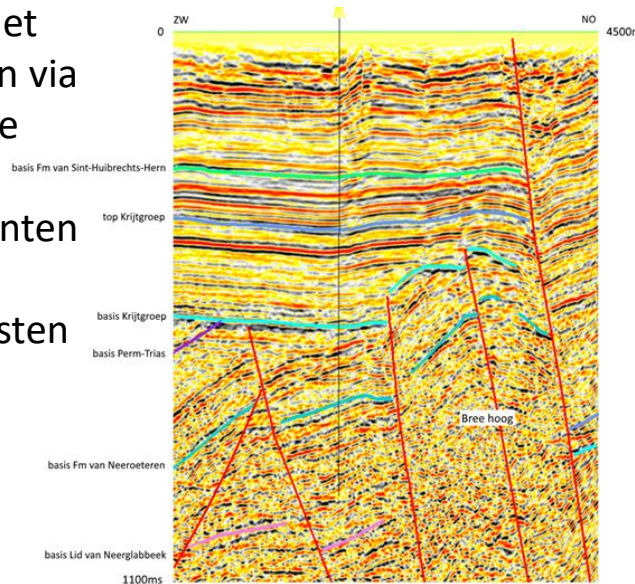
→ Randbreuken Roerdalslenk gelijkaardig

1. Breuk van Bree niet meer actief in Cenozoïcum
2. Breuk van Grote Brogel heeft nu een westelijke extensie

→ Nu ook aansluiting met Nederlandse breuken via grensoverschrijdende H3O-projecten

→ Kortere breuksegmenten op Kempisch Blok

→ Meer breuken in westen



3D LAGENMODEL

- Kapstokvlakken hoofdzakelijk op basis van seismiek

→ Cenozoïcum

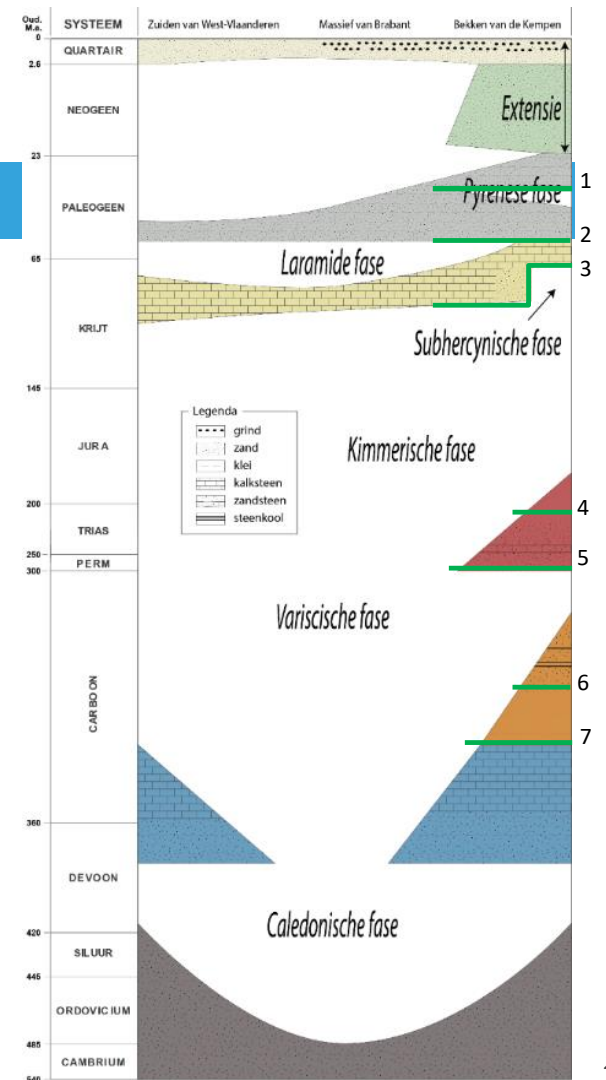
1. Basis Formatie Sint-Huibrechts-Hern: hoekdiscordantie
2. Basis Paleogeen: zwakke hoekdiscordantie, belangrijke lithologische overgang

→ Mesozoïcum

3. Basis Krijtgroep: sterke hoekdiscordantie
4. Basis Jura: belangrijke lithologische overgang
5. Basis Perm-Trias: lokaal sterke hoekdiscordantie

→ Paleozoïcum

6. Basis Westfaliaan
7. Basis Namuriaan: lokale hoekdiscordantie, belangrijke lithologische overgang



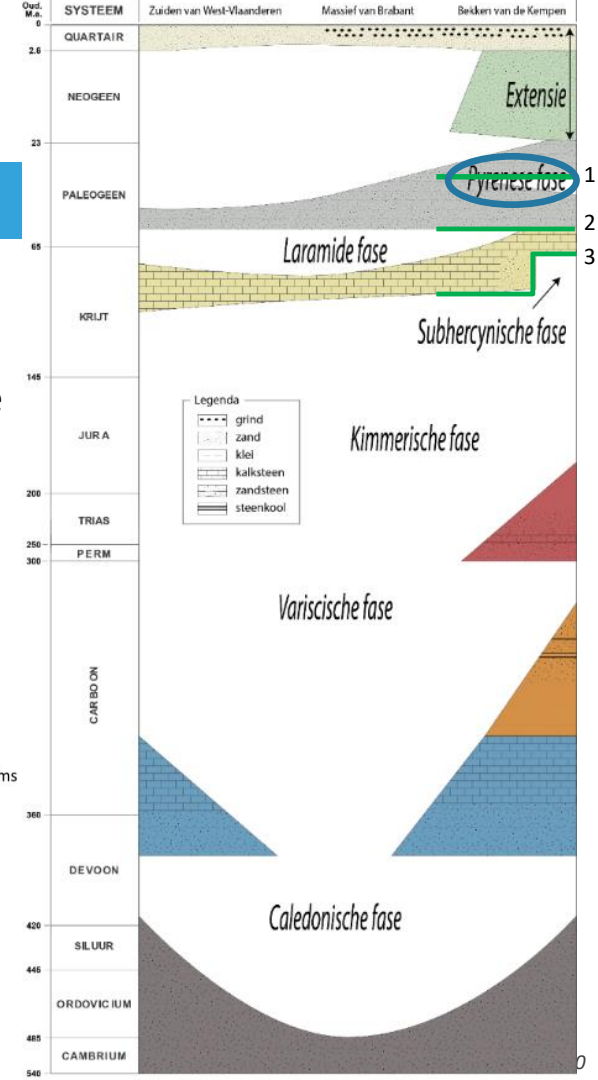
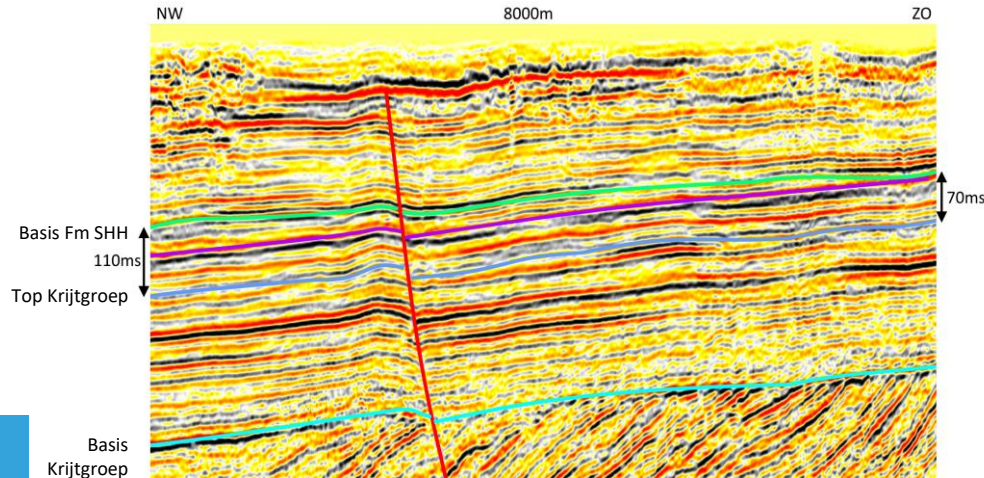
3D LAGENMODEL: CENOZOÏCUM EN KRIJTGROEP

→ Cenozoïcum

1. Basis Formatie Sint-Huibrechts-Hern: hoekdiscordantie
2. Basis Paleogeen: zwakke hoekdiscordantie, belangrijke lithologische overgang

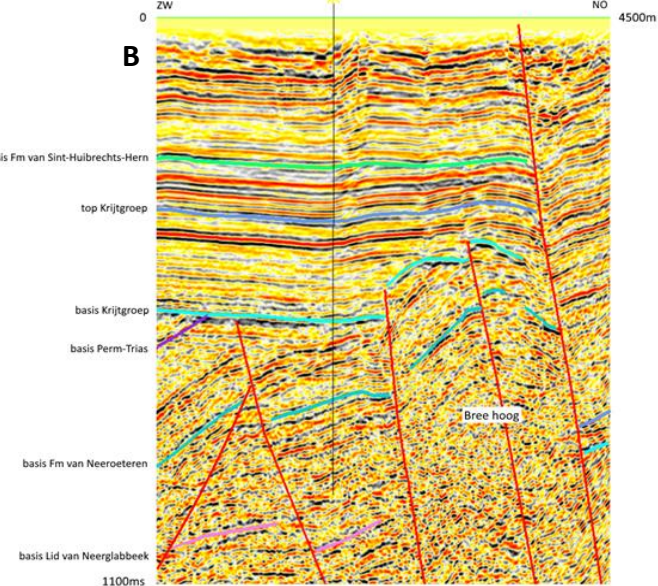
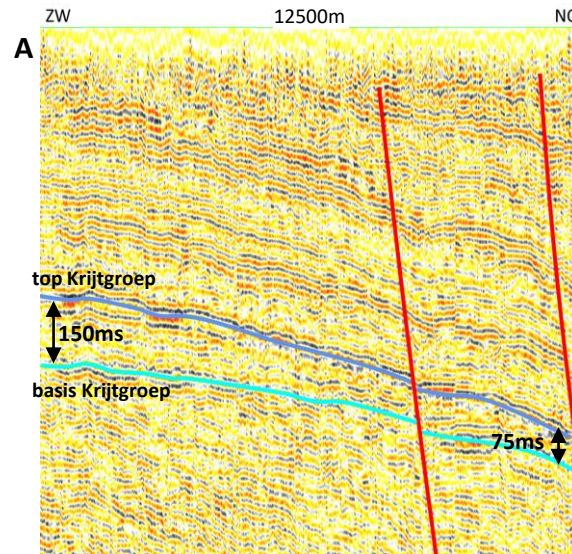
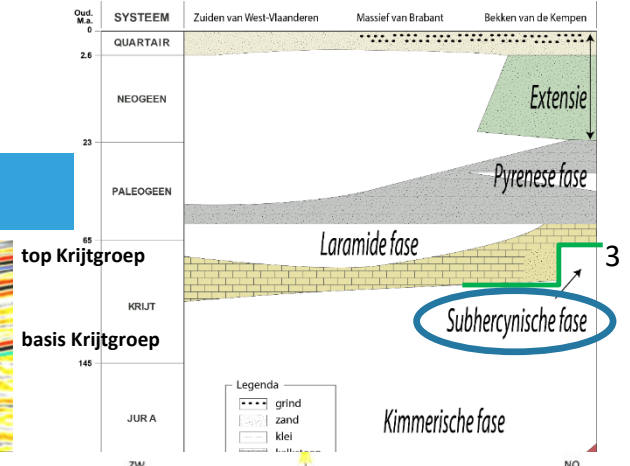
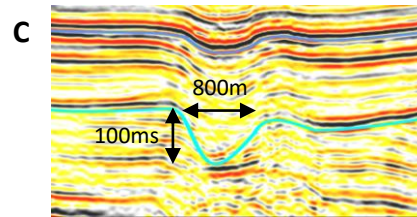
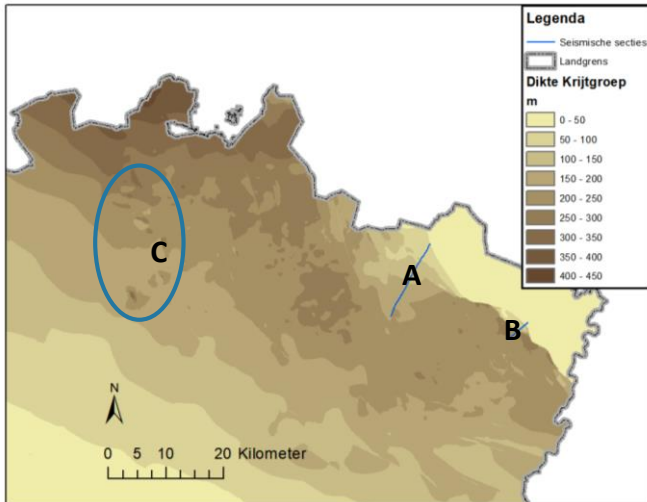
→ Mesozoïcum

3. Basis Krijtgroep: sterke hoekdiscordantie



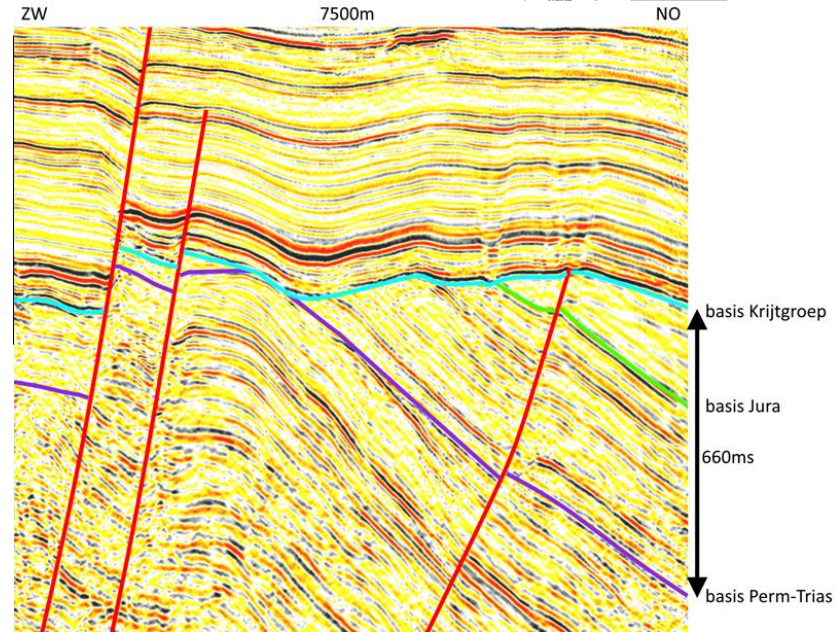
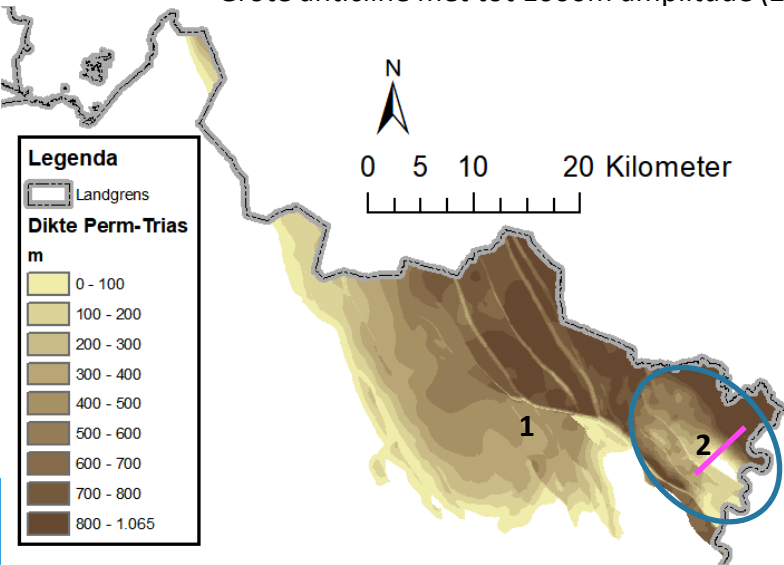
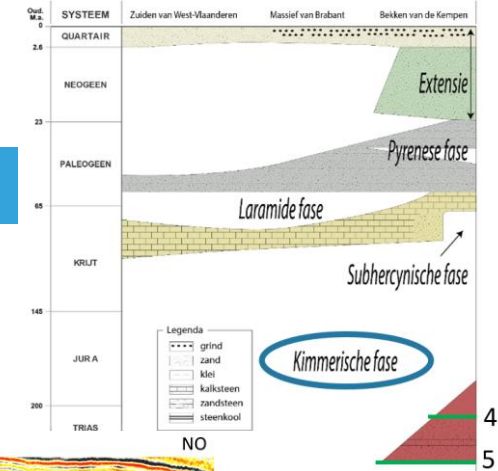
3D LAGENMODEL: KRIJTGROEP

- Opvallendheden
 - Subhercynische fase: geleidelijke (A) vs plotse (B) verdunning
 - Karst in Dinantiaan leidt tot lokale depocenters Krijt



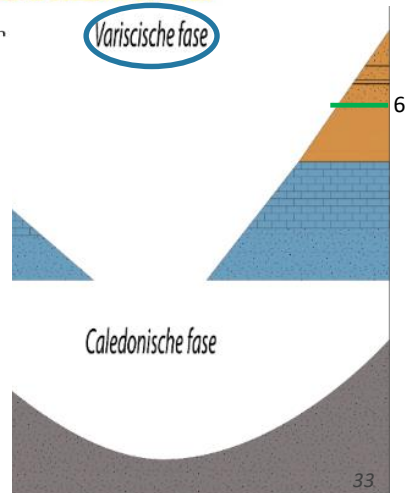
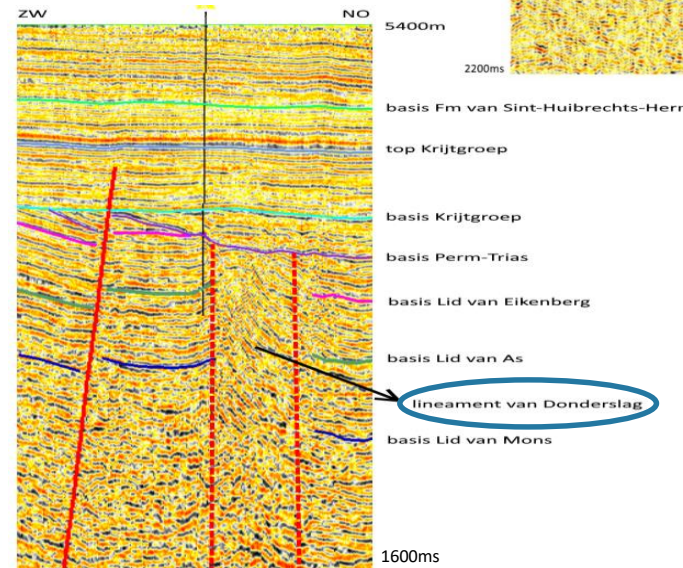
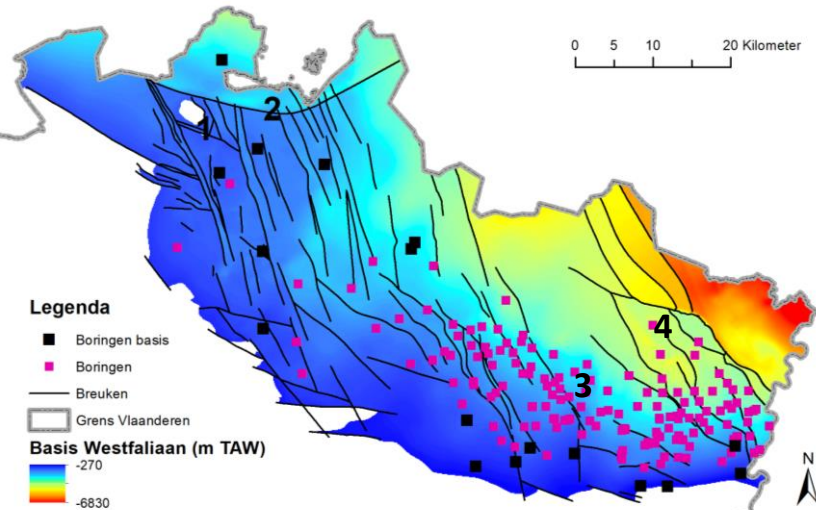
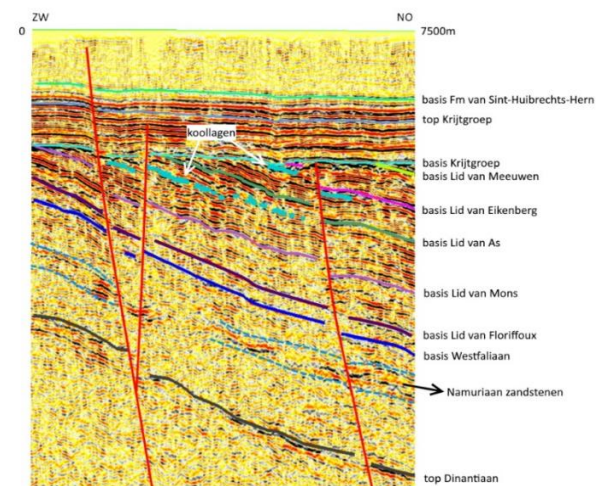
3D LAAGVLAKKEN: PERM-TRIAS EN JURA

- Vergelijking met Langenaeker (2000)
 - Kempisch Bekken: weinig verschil behalve NW-hoek
 - Roerdalslenk: grote verschillen
 - Onzekerheid ten noorden van de Breuk van Grote Brogel (1)
 - Nieuwe data in zuiden leidt tot nieuwe inzichten: Grote anticline met tot 1000m amplitude (2)



3D LAAGVLAKKEN: WESTFALIAAN

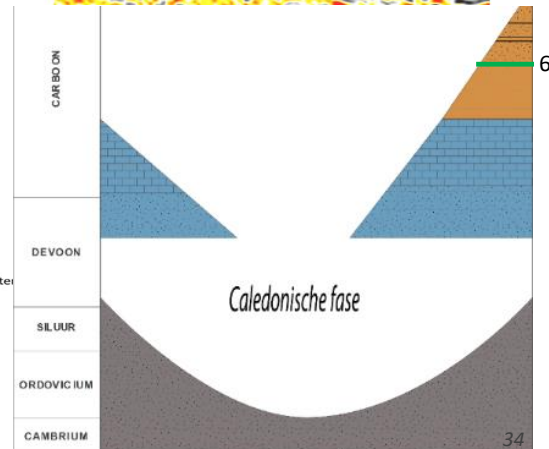
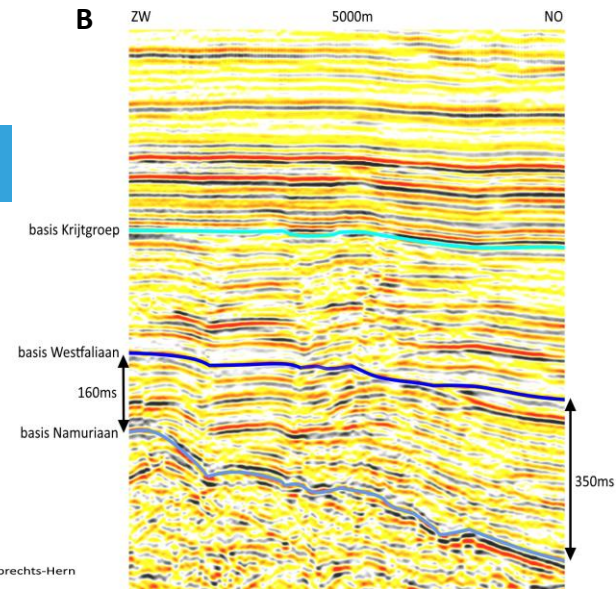
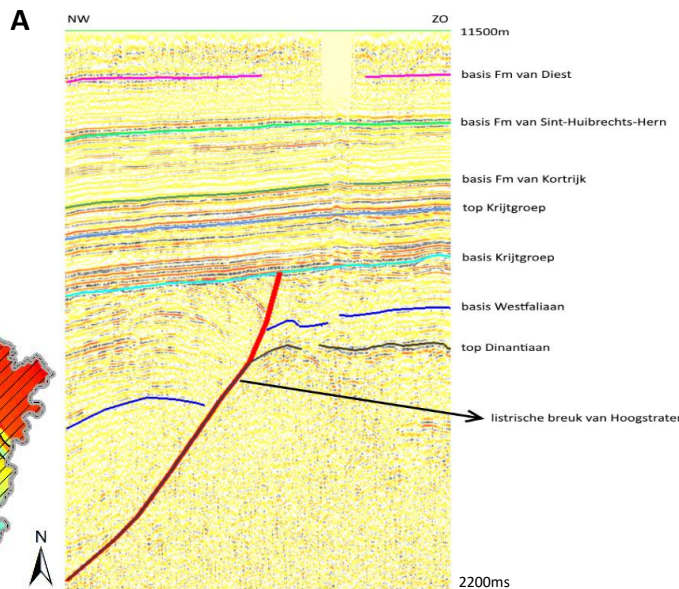
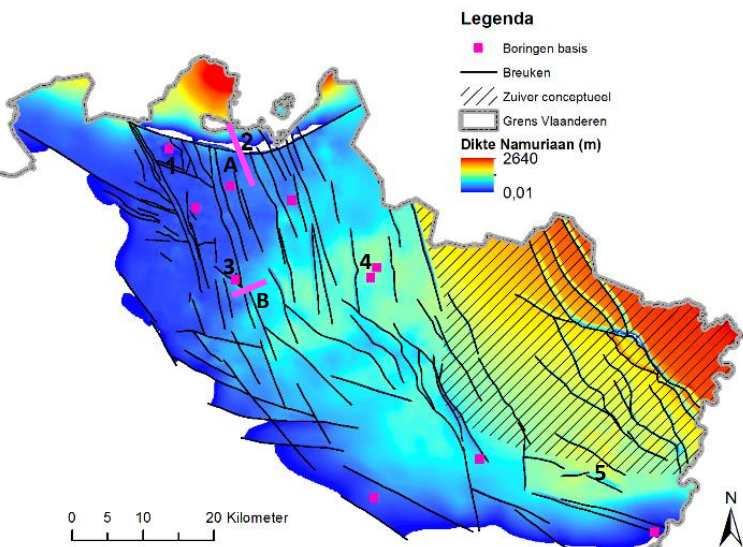
- Meerdere Westfaliaanlagen seismisch geïnterpreteerd
→ Vaak moeilijk vervolgbaar: lateraal variabel seismisch facies
- Variscische structuren
→ (N)NO-(Z)ZW lineamenten van Donderslag (3) en Gruitrode (4) als anticlines in model
- Voor eerste keer gebiedsdekkend model Carboon



3D LAAGVLAKKEN: NAMURIAAN

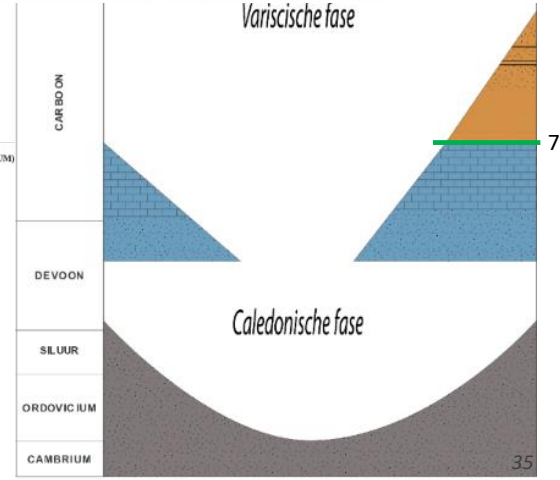
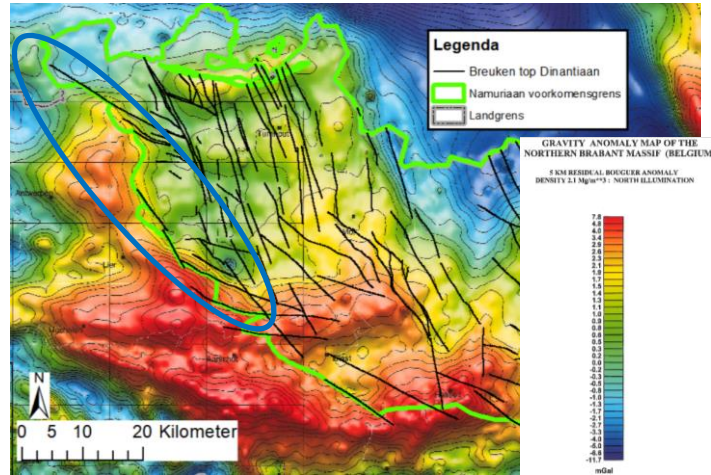
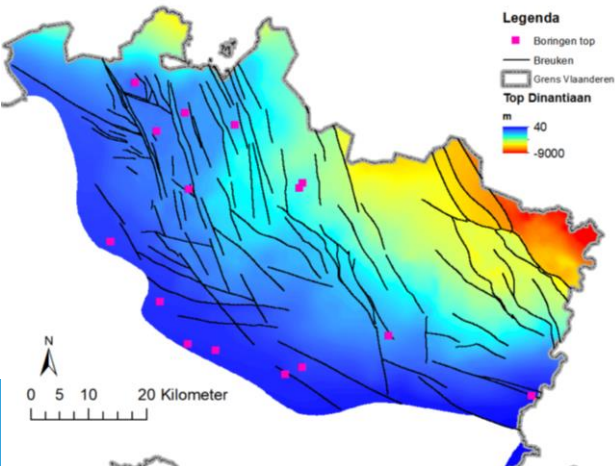
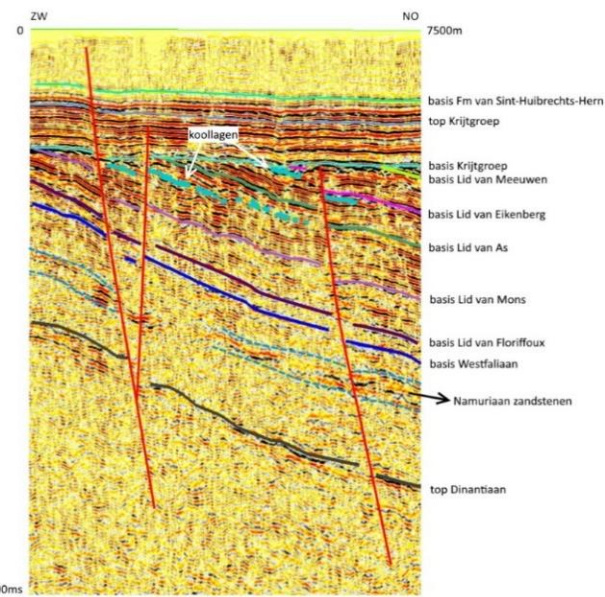
■ Diktetrends Namuriaan

- Sterke verdikking over listrische breuk van Hoogstraten richting noorden (A)
- Meer geleidelijke verdikking richting oosten (B)
- In Mol (4) en Genk (5) regio meer kennis van dikteverloop dankzij nieuwe data
- Dikte in NO conceptueel



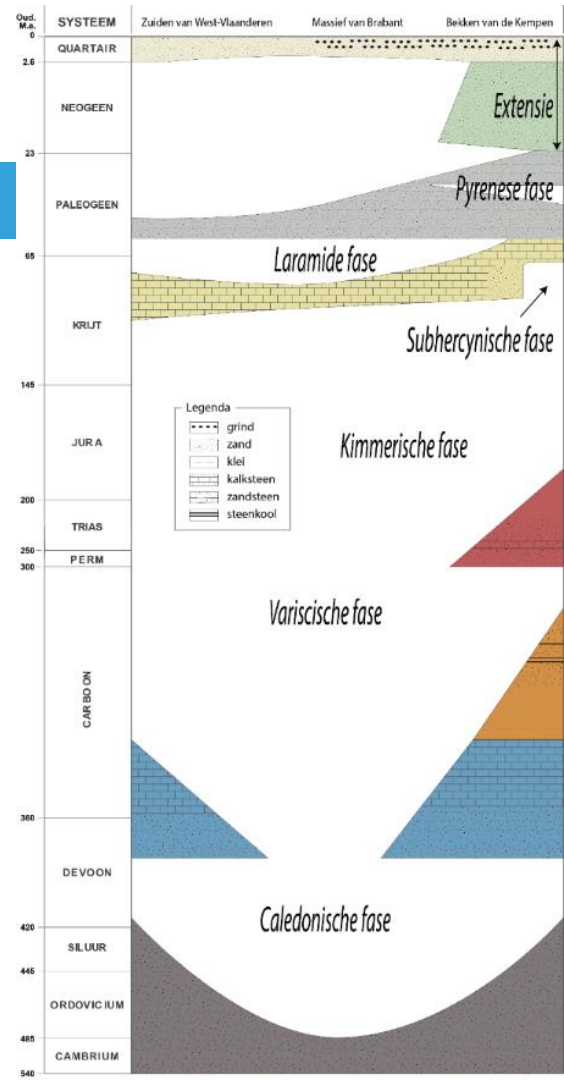
3D LAAGVLAKKEN: NAMURIAAN

- Dikke zandstenen in Namuriaan waar het zelf dik is
 - Verwarring met top Dinantiaan mogelijk
- Relatie met graviteitsanomaliekaart
 - Voorkomen Namuriaan in ZW
- Top dinantiaan
 - Vaak onderste relatief goed vervolgbare niveau
 - Belangrijk voor geothermie



CONCLUSIES EN VERVOLGSTAPPEN

- Op basis van seismiek nieuwe inzichten in
 - Expressie van en verhoudingen tussen tektonische fases
 - Breukverloop (lengte, hellingsrichting en oriëntatie) en breukverzetten op verschillende niveaus
 - Diktetrends van verschillende eenheden
 - Helling van lagen in verschillende breukblokken
 - Seismisch facies van en seismische contrasten tussen bepaalde lithologische pakketten (bvb. Namuriaan zandstenen)
 - De link van dichtheidscontrasten in Carboon met graviteitsanomalieën
- Vervolgstappen
 - Westfaliaan C en D onderverdelen en modelleren
 - Meer kennis verwerven over (post-)Variscische tektonische fase(s)
 - Potentieel (geothermisch) reservoir Neeroeteren zandsteen beter in kaart brengen



A photograph of a modern cityscape with several high-rise apartment buildings. The sun is low in the sky, creating a bright lens flare and casting long shadows. In the foreground, there is a green lawn and a small pond reflecting the buildings and sky.

SCRIPTING IN G3DV3 EN H3DV2

Katrijn Dirix en Lorenz Hambsch

CONTEXT

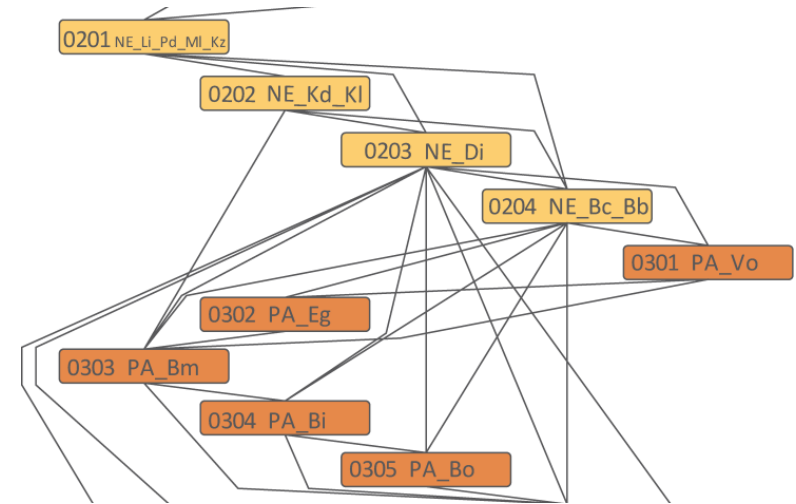
CONTEXT

- Nieuwe modellen G3Dv3 en H3Dv2:

- 117 geologische eenheden:
 - formaties en leden
 - complexe onderlinge relaties

- 133 hydrogeologische eenheden:
 - hoofd- basis- en subeenheden
 - gebaseerd op geologische eenheden MAAR vertaling is niet altijd eenduidig

- Complexe laag-breukcontacten



G3DV3 VERSUS H3D

G3D		H3D		
Formatie G3D	Lid G3D	Hoofdeenheid	Subeenheid	Basiseenheid
Bilzen	Berg	A0400	A0430	A0431
Borgloon	Kerkom			A0433
	Alden Biesen			A0434
	Henis en Boutersem		A0442	
Zelzate	Ruisbroek		A0430	A0432
	Watervliet		A0440	A0441
	Bassevelde		A0450	A0453
Sint-Huibrechts-Hern	Neerrepen			A0451
	Grimmertingen			A0452

G3DV3 VERSUS H3D

G3D	H3D	
Ld. v. Brunssum (Kiezeloöliet Fm)	A0233	Kiezeloöliet klei 1
	A0234	Kiezeloöliet zand 2
	A0235	Kiezeloöliet klei 2
	A0236	Kiezeloöliet zand 3
	A0237	Kiezeloöliet klei 3
Ld. v. Waubach (Kiezeloöliet Fm)	A0238	Kiezeloöliet zand 4

CONTEXT

- Groot aantal modelproducten:

- 100 x 100 m raster files van toppen, basissen en diktes + figuren
- Shapefiles van geologische voorkomensgebieden, breuk-snijlijnen, isopachen, isohypsen, gebruikte boringen
- > 1500 kaarten dienden geproduceerd te worden, elk voorzien van metadata-file

Modelconsistentie

Reproduceerbaarheid



G3D-H3D relaties

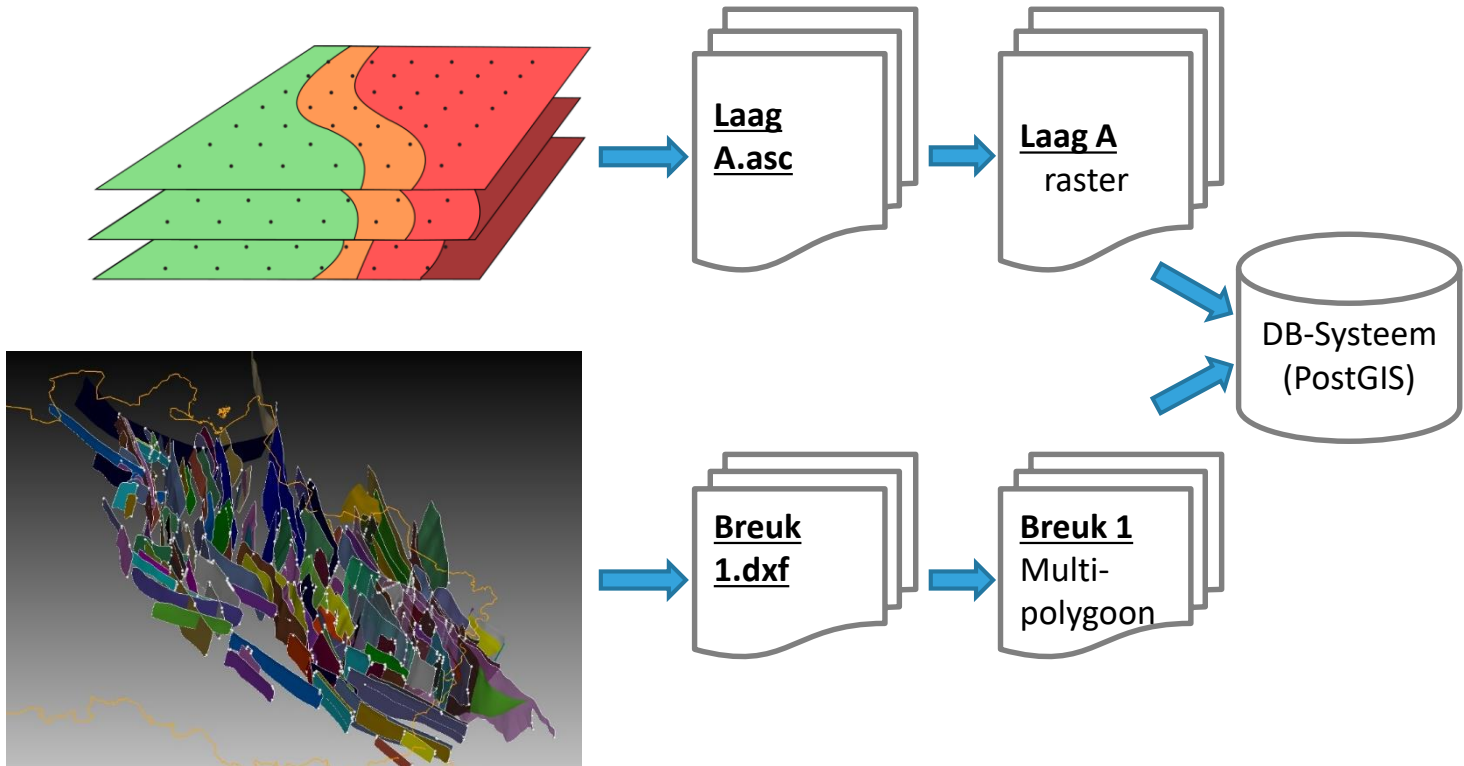
Introductie scripting in modelleer-workflow

WORKFLOW MODELLING

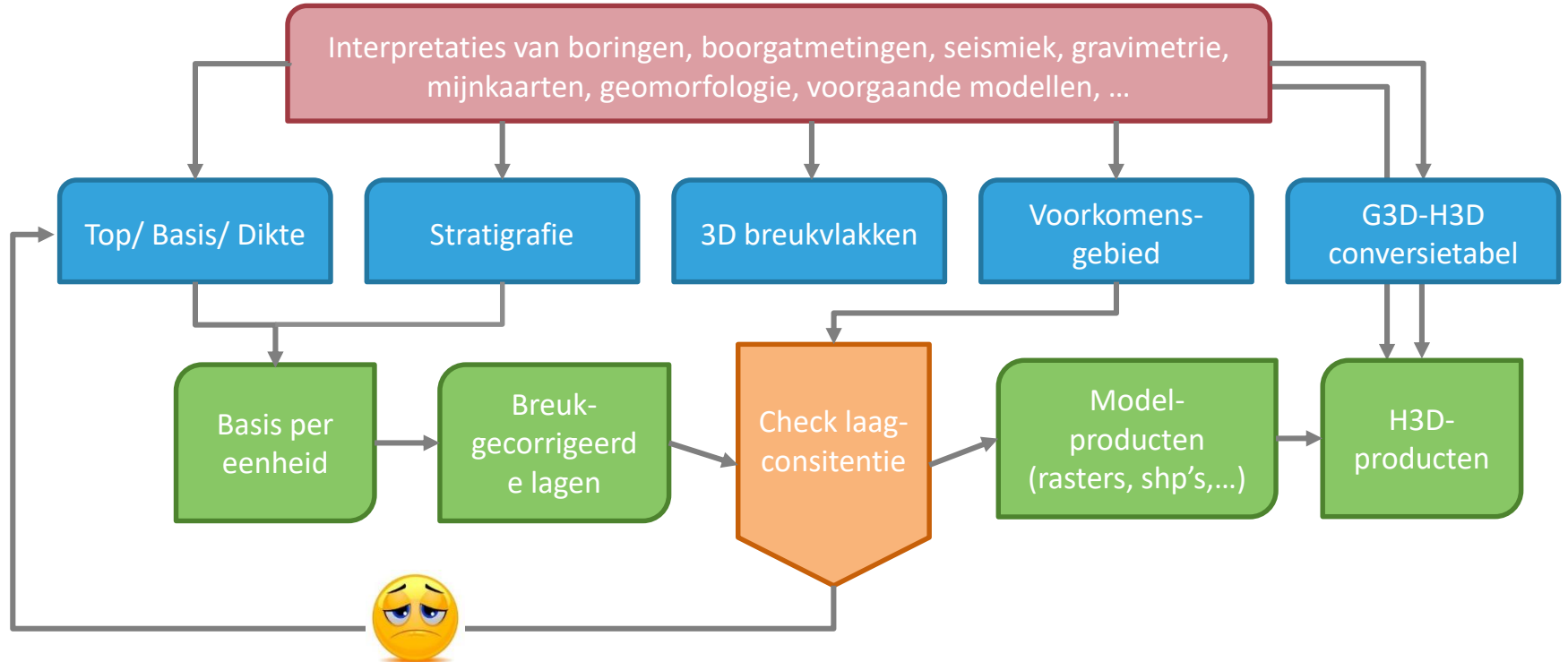
MODELLEER-TAKEN

- **Combineer** input data in gestandaardiseerde formaten
- **Transformeer stratigrafie** (grensoverschrijdende projecten, H3D vs G3D)
- **Remodelleer** input eenheden
- **Combineer rasterlagen** van eenheden van verschillende projecten
- **Modelleer eenheden** binnen bestaande lagen van G3Dv2
- **Modelleer 3D breukvlakken** (en breid bestaande breukvlakken uit)
- **Zorg voor aansluiting breuk-breuk contacten** van verschillende modelgebieden
- Zorg voor correcte **laag-breuk** contacten
- Verzeker algemene **modelconsistentie**
- **Stockeer het model**
- **Leid uniforme modelproducten af**

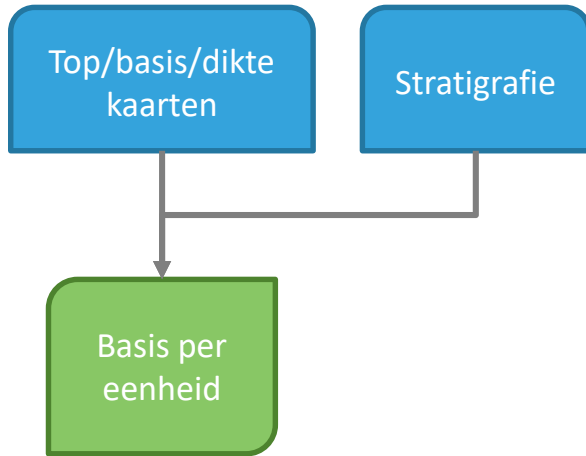
DATA STOCKAGE



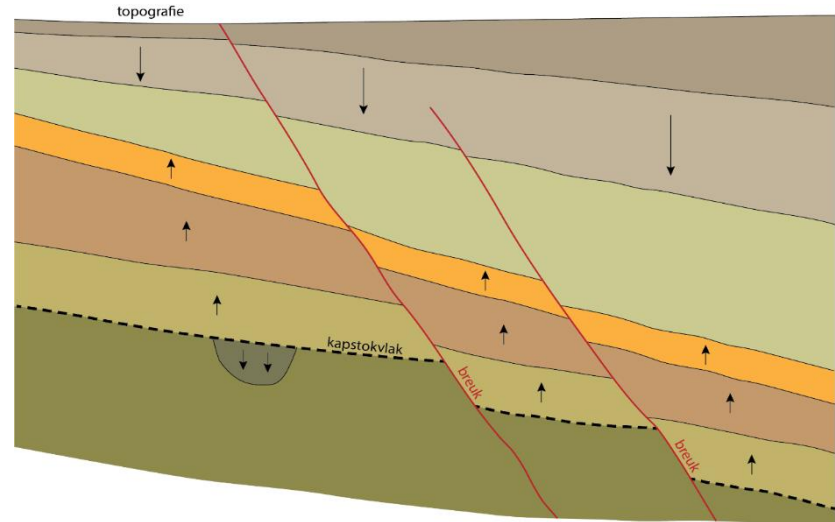
WORKFLOW MODELLERING



WORKFLOW MODELLERING



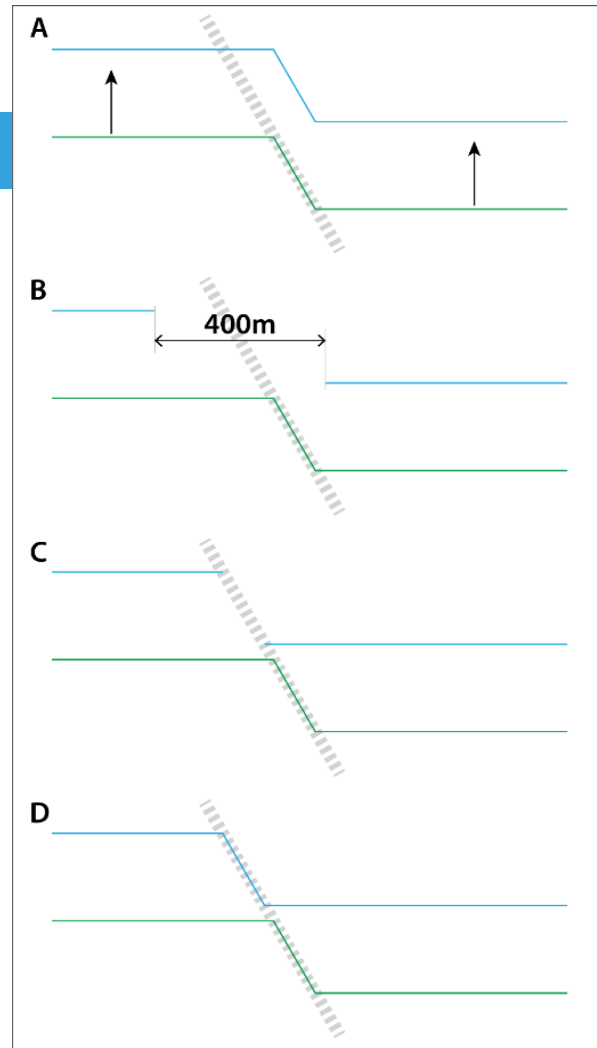
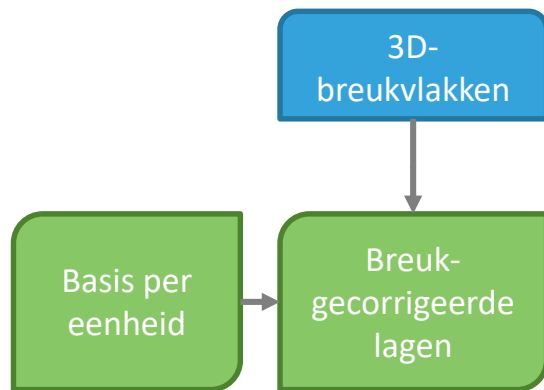
- Lagen worden manueel gemodelleerd als toppen of basissen of diktes
- Stratigrafie = Tabel met stratigrafische positie van gemodelleerde lagen
- Logische regels + stratigrafie om gemodelleerde input om te zetten naar een basis voor iedere laag
- Basissen gestockeerd in db



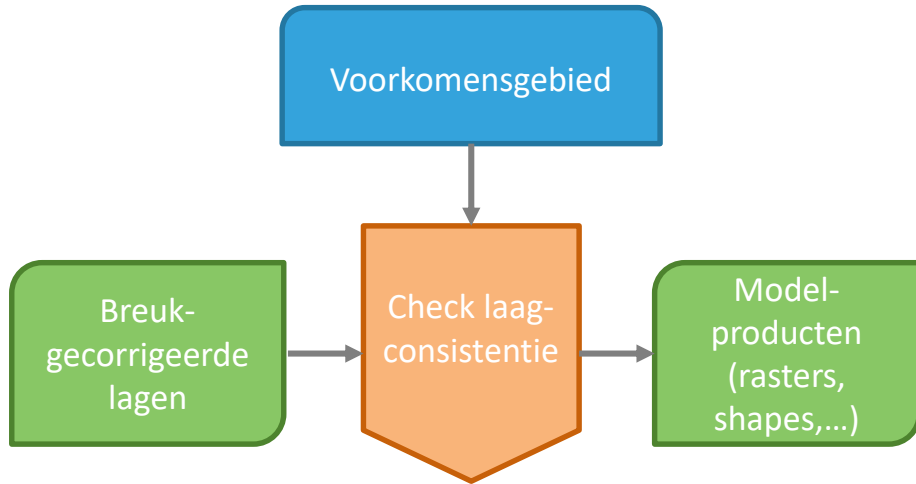
WORKFLOW MODELLERING

In veel basislagen (vb H3O-projecten) waren de breuken verticaal

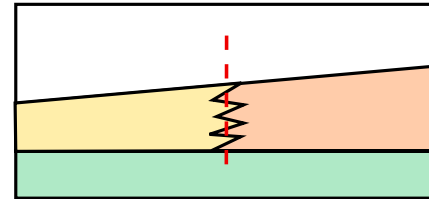
➔ werden automatisch scheefgesteld op basis van de gemodelleerde 3D-breukvlakken



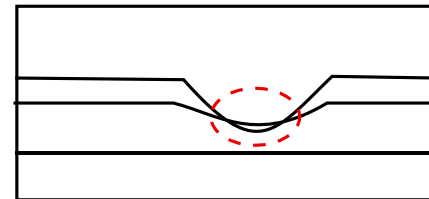
WORKFLOW MODELLERING



- Geologisch voorkomings gebied voor correcte ruimtelijke verbreiding lagen



- Laagconsistentie check o.b.v. stratigrafische kolom om fouten in volgorde te detecteren



WORKFLOW MODELLERING

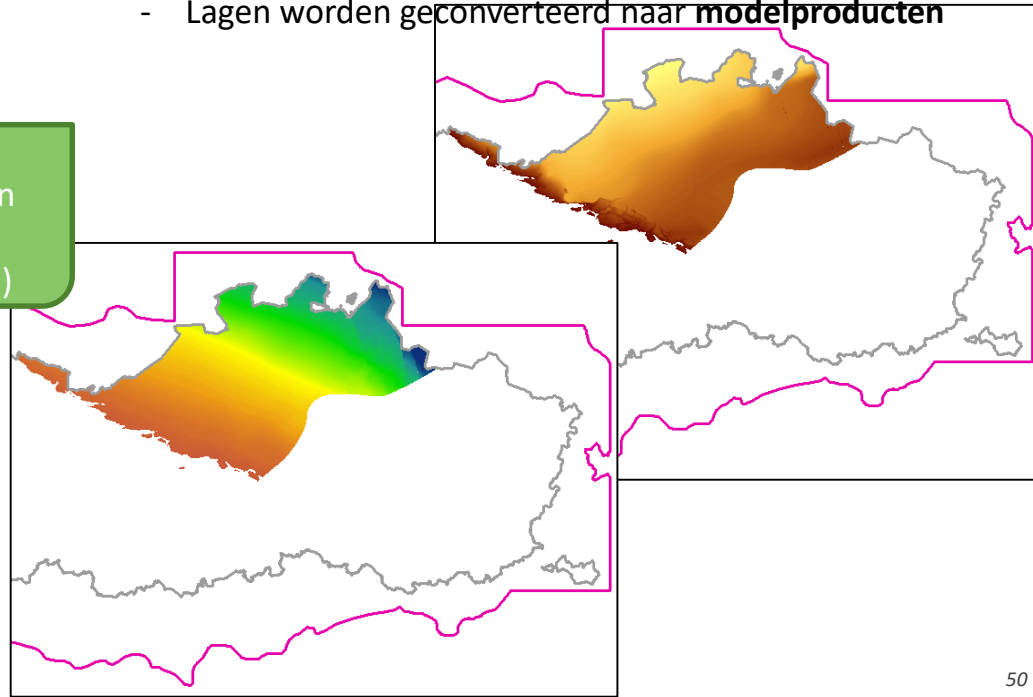
Voorkomingsgebied

Breuk-gecorrigeerde lagen

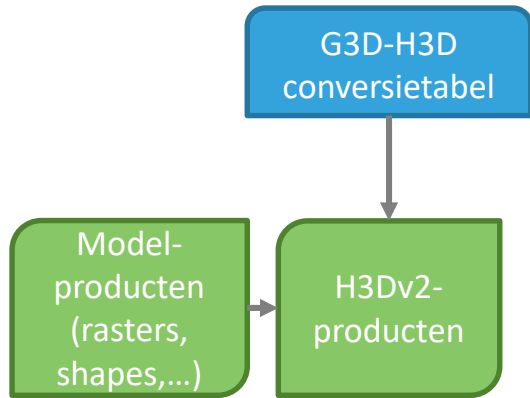
Check laag-consistentie

Model-producten
(rasters, shapes,...)

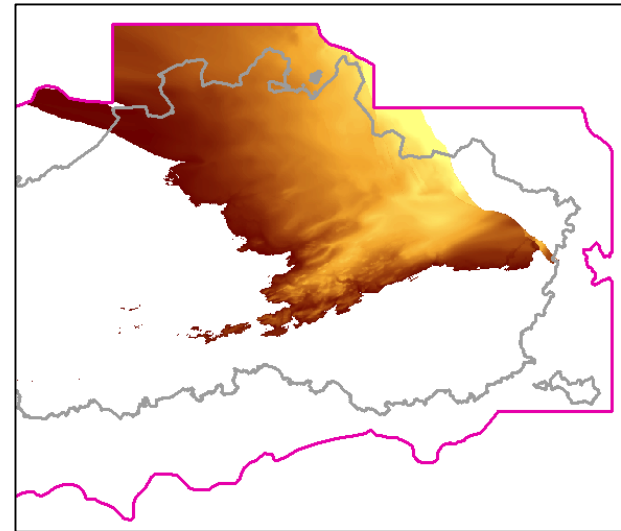
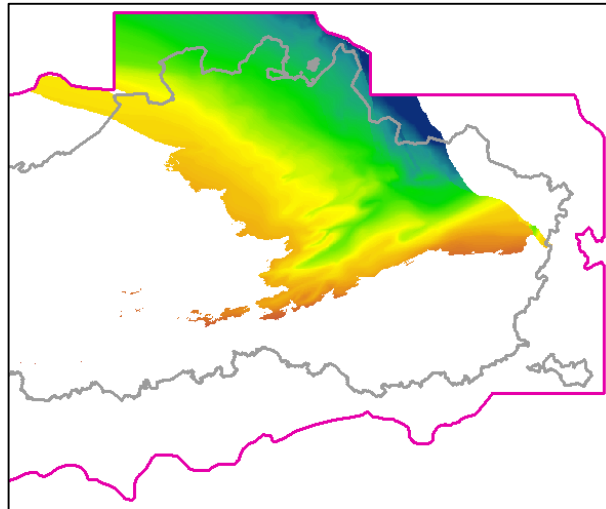
- Stratigrafietabel en ruimtelijk correcte basislagen = input voor **afleiden toppen en diktes** per eenheid
- Lagen worden geconverteerd naar **modelproducten**



WORKFLOW MODELLERING



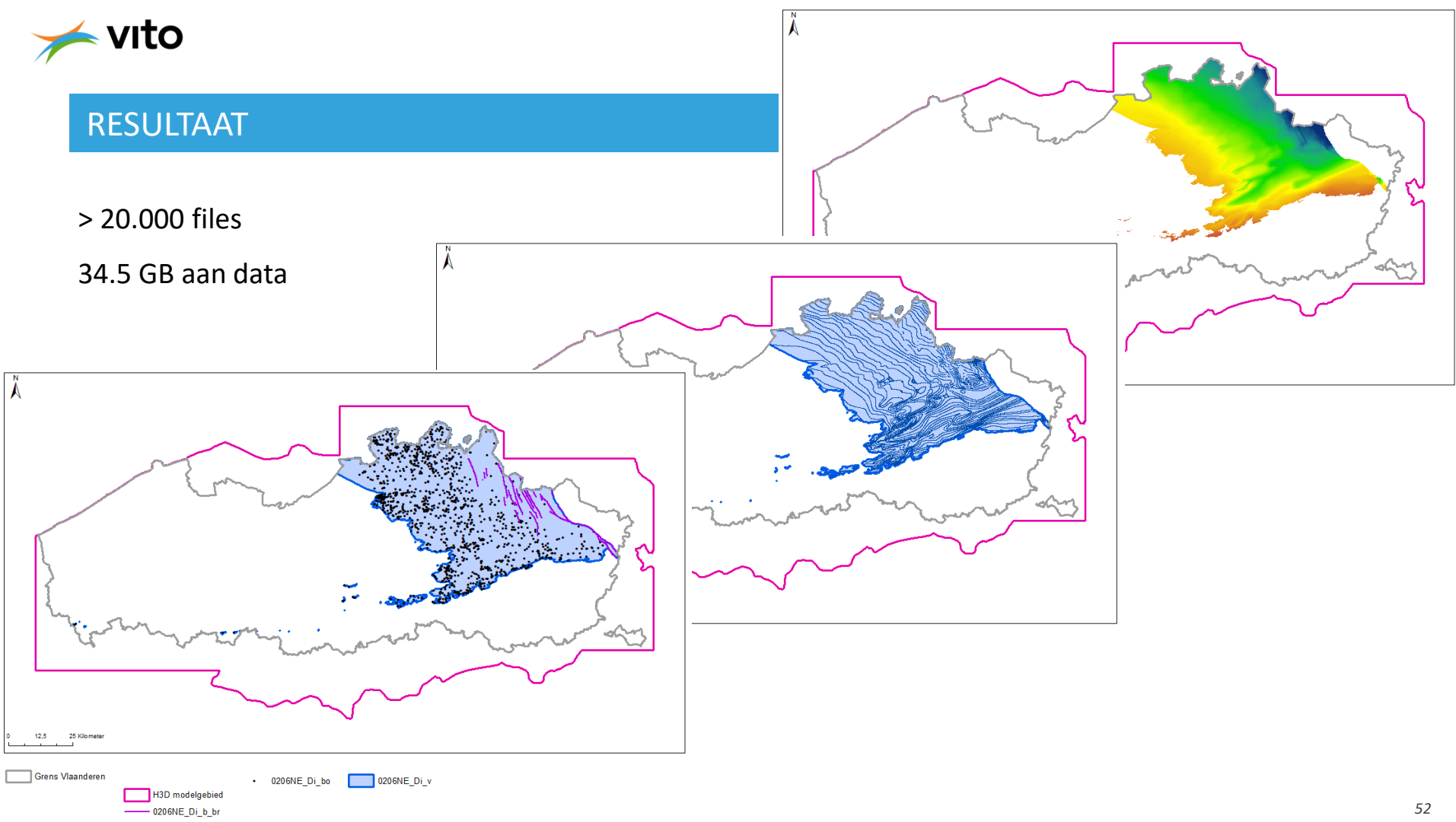
- H3D-eenheden worden grotendeels afgeleid van G3D-eenheden
- Conversiescript doet omzetting rechtstreeks op G3D modelproducten



RESULTAAT

> 20.000 files

34.5 GB aan data



GEBRUIKTE TOOLS



SQLAlchemy

Databank Ondergrond Vlaanderen

Psycopg2



ArcGIS



CONCLUSIES - TOEVOEGING SCRIPTING AAN MODELLEERPROCES

- Efficiëntiewinst => tijd bespaard via scripting genereert meer tijd voor geologie
- Verzekering consistente relaties tussen G3Dv3 en H3Dv2
- Verbetering reproduceerbaarheid
- Betere foutcontrole en -correctie
- Belang van iteratief modelleerproces