

# NL3D

---

## Inleiding

NL3D (Nederland in 3D) geeft een gedetailleerd driedimensionaal beeld van de ondergrond. In het model is de ondergrond opgedeeld in voxels (blokken) van 250 bij 250 meter in de horizontale richtingen en 1 meter in de verticaal. Aan elke voxel zijn de volgende eigenschappen gekoppeld: de geologische eenheid waarin de voxel zich bevindt, de meest representatieve lithoklasse voor de voxel (veen, klei, kleilig zand en zand in verschillende korrelgrootteklassen) en de kans op voorkomen van elke lithoklasse. Er is gemodelleerd van 50 m onder NAP tot aan de top van de Vaalserberg (325 m boven NAP).

Dit document geeft een korte beschrijving van de werkwijze waarmee het model is gemaakt, bespreekt de belangrijkste resultaten in een drietal west-oost verlopende dwarsprofielen en schetst de belangrijkste verschillen met GeoTOP.

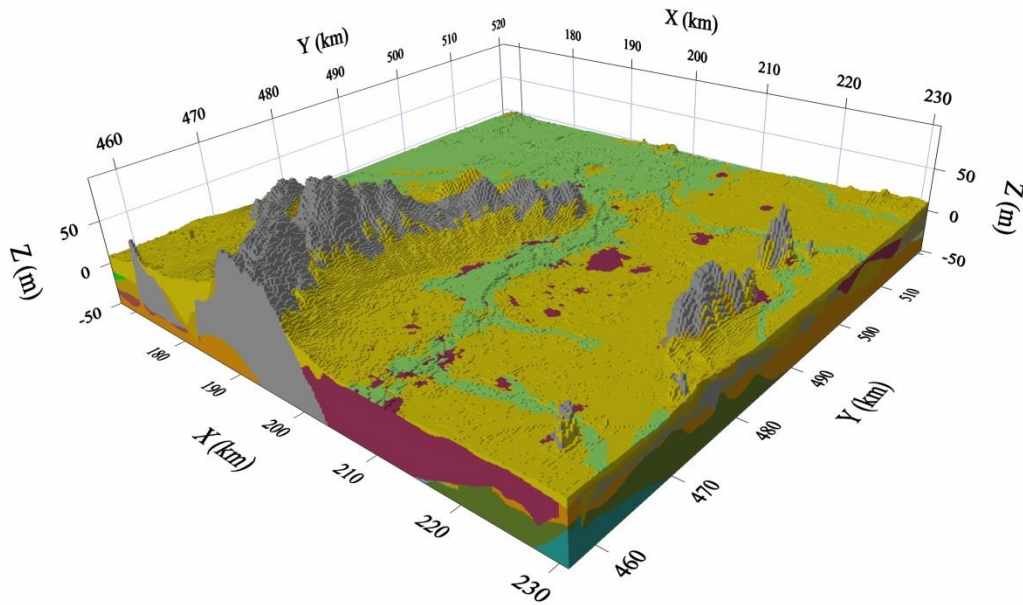
## Werkwijze

### Boringen

Om NL3D te construeren zijn alle boringen uit de DINO database gebruikt, exclusief die met een slechte kwaliteit van de beschrijving. Boringen met een slechte kwaliteit zijn o.a. de boringen die in de eerste 30 meter een intervaldikte hebben van meer dan 7 meter of een gemiddelde intervaldikte van meer dan 3.5 meter. Deze boringen bevatten te weinig voor het model relevante gegevens. In het model zijn ruim 370.000 boringen uit DINO betrokken. Als aanvulling op deze grote landelijke dataset zijn ook circa 126.000 boringen van de Universiteit Utrecht in het model meegenomen. Deze boringen bevinden zich vooral in het rivierengebied van Rijn, Waal, Maas en IJssel.

### Geologisch raamwerk

Om alle voxels van het model in de juiste geologische eenheid te kunnen plaatsen hebben we gebruik gemaakt van het ondergrondmodel DGM. DGM is een gestapeld 3D lagenmodel, bestaande uit de top en basis van geologische eenheden (formaties) tot een diepte van ongeveer 500 meter. Dit dieptebereik omvat formaties uit het Kwartair (Holoceen en Pleistoceen), het Neogeen en het Paleogeen (Plioceen tot en met Paleoceen). De holocene formaties worden daarbij als één laageenheid beschouwd (Figuur 1).



*Figuur 1: 3D ondergrondmodel van het IJsseldal en de oostelijke Veluwe gezien vanuit het zuidoosten. Kenmerkend voor dit gebied zijn de heuvelruggen (stuwwallen) van de Veluwe en Salland Deze zijn in grijs weergegeven. Tussen de stuwwallen liggen rivierafzettingen (oranje en paarsrood) met daarop een dun dek van fijn zand (lichtgeel). De loop van de rivier de IJssel en de sedimenten van de riviervlakte en de beekdalen zijn in lichtgroen weergegeven. In de bodem op de voorgrond zijn nog oude mariene eenheden uit het Neogeen zichtbaar (blauw en olijfgroen).*

## Maaiveld- en waterbodemhoogte

De bovenkant van het model NL3D wordt gevormd door een combinatie van maaiveld (op het land) en waterbodem (waaronder het IJsselmeer, de Waddenzee en de grote rivieren). Het maaiveld is afgeleid uit het Actuele Hoogtebestand van Nederland (AHN) waarbij de bebouwing is weggelaten. De waterbodems zijn afgeleid uit bathymetrische metingen van Rijkswaterstaat en diverse provincies en waterschappen.

## Data-extractie

Alle DINO-boringen van voldoende kwaliteit zijn uit de database geëxtraheerd en gecombineerd met de boringen van de Universiteit Utrecht. De boringen worden door middel van het snijden met de grensvlakken uit DGM voorzien van een stratigrafische indeling. Vervolgens hebben we de lithologische intervallen van een lithoklasse voorzien: veen, klei, kleig zand, zand in drie korrelgrootteklassen, grind en kalksteen.

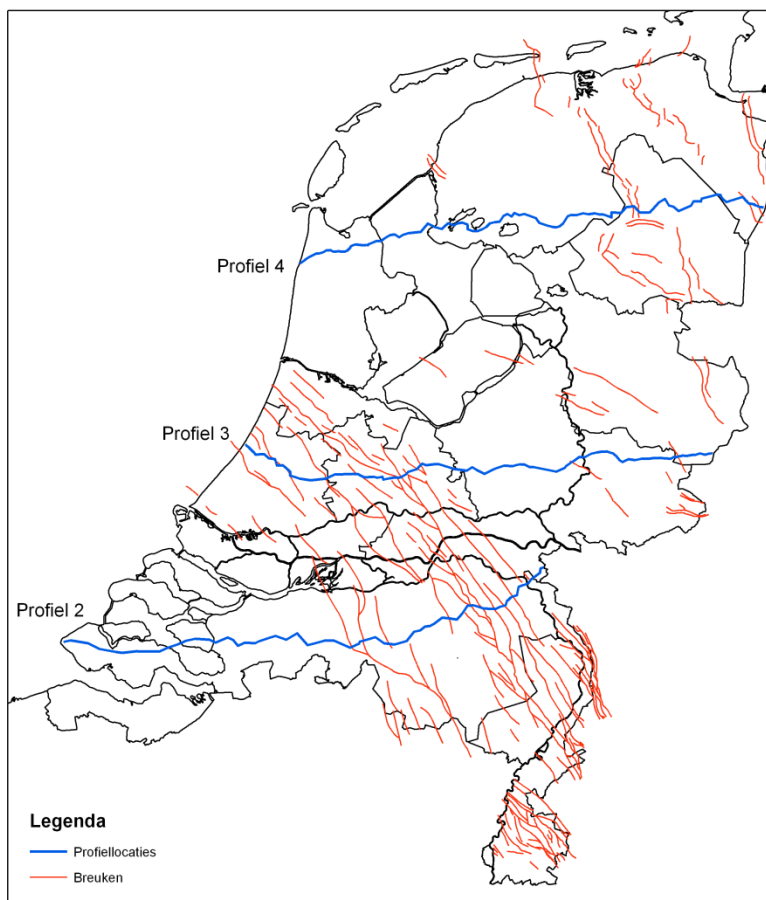
## 3D lithoklasse modellering

Vervolgens hebben we met behulp van stochastische interpolatietechnieken, per geologische eenheid de voxels voorzien van een lithoklasse. Interpoleren wil zeggen we dat voor de voxels die niet door een boring worden doorsneden een schatting maken van de lithoklasse op basis van de in

de omgeving liggende boringen. Uiteindelijk weten we van elke voxel tot welke geologische eenheid hij behoort en hebben we voor elke voxel een schatting van de representatieve lithoklasse.

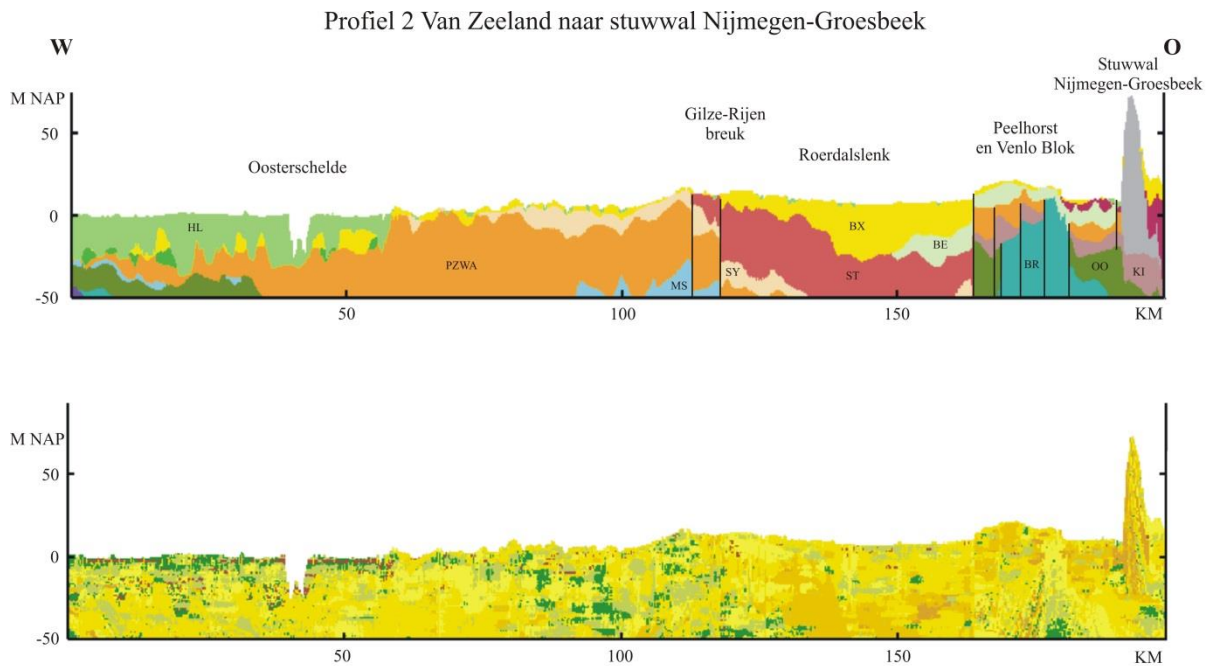
## Resultaten

Als toelichting voor het verkrijgen van een globaal inzicht in de bouwstenen (celvullingen) van het NL3D model is een drietal, west-oost gerichte doorsneden gemaakt over een lengte van ongeveer 200 km. Elke doorsnede bestaat uit twee onderdelen. Het bovenste profiel laat de lithostratigrafie (formaties) van de cellen zien en het onderste profiel geeft de opvulling van de cellen met de lithoklassen. De ligging van de profielen is weergegeven in Figuur 2.

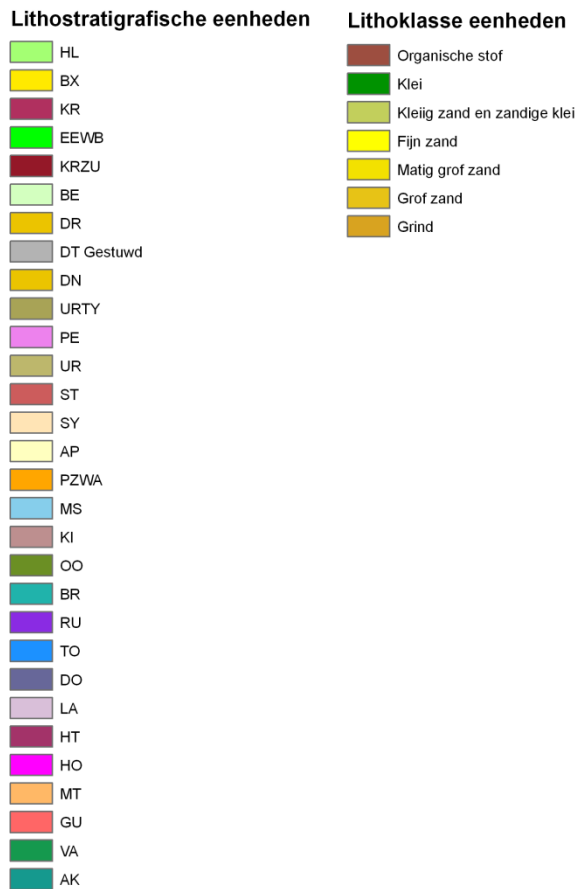


*Figuur 2: Locatie van de drie besproken profielen 2, 3 en 4.*

## Profiel 2 - Van de kust in Zeeland naar de stuwwal van Nijmegen-Groesbeek



Figuur 3: Profiel 2.



Figuur 4: Legenda bij de profielen. De relevante codes worden in de tekst verklaard.

Het traject van ca. 110 - 200 km op het rechterdeel van het profiel toont het tektonische dalingsgebied van de Roerdal Slenk en de ten oosten daarvan gelegen, door breuken gescheiden, getrapte blokken bekend als de Peelhorst en het Venlo Blok. Ruwweg is er een tweedeling te zien in de fijne zanden en kleien van de neogene mariene afzettingen (Formatie van Breda - BR en Formatie van Oosterhout - OO), met daarboven voorkomende grovere rivierzanden. Van onder naar boven bestaan de rivierzanden uit Rijn- en Maasafzettingen (Kiezeloöliet Formatie - KI) van pliocene ouderdom, gevolgd door vroeg-pleistocene Rijn- en Maasafzettingen (Formatie van Waalre - WA). Lateraal daarvan ligt rivierzand van oostelijke herkomst (Formatie van Peize - PZ) die intervingeren met de sedimenten van de Formatie van Waalre. Deze vaak moeilijk van elkaar te onderscheiden afzettingen zijn samengenomen in één lithostratigrafische eenheid met de code PZWA.

De grof grind en zand bevattende rivierafzettingen van de Maas op de Peelhorst en het Venlo Blok zijn onderdeel van de Formatie van Beegden (BE). De laat-pleistocene grove, grindhoudende afzettingen van de Rijn in het oosten zijn ondergebracht in de Formatie van Kreftenheye (KR). De gesimuleerde dominantie van grof zand met grind in de stuwwal van Nijmegen-Groesbeek, uiterst rechts op het profiel, is een goede benadering van de werkelijke opbouw. Evident is ook het voorkomen van fijn zand aan de bovenkant van de Formatie van Breda, dicht onder het maaiveld langs de breukzone bij Mill in de Peelhorst.

In de opvulling van de Roerdal Slenk komen de lemige, fijne en matig grove zanden van de Formatie van Bostel (BX) boven de grovere midden-pleistocene rivierzanden afgezet door de Rijn (Formatie van Sterksel - ST) goed tot uiting.

Het traject door het westen van Noord-Brabant (60 - 100 km) toont de zeer ondiep voorkomende fijne zanden en kleien van de Formatie van Stramproy (SY) en de zand/klei afwisselingen in de Peize/Waalre eenheid (PZWA). Direct naast de westelijke randbreuk (Gilze-Rijen breuk) van de Roerdal Slenk komen de mariene kleien en zanden van de Formatie van Maassluis (MS) nog net in het bereik van het profiel.

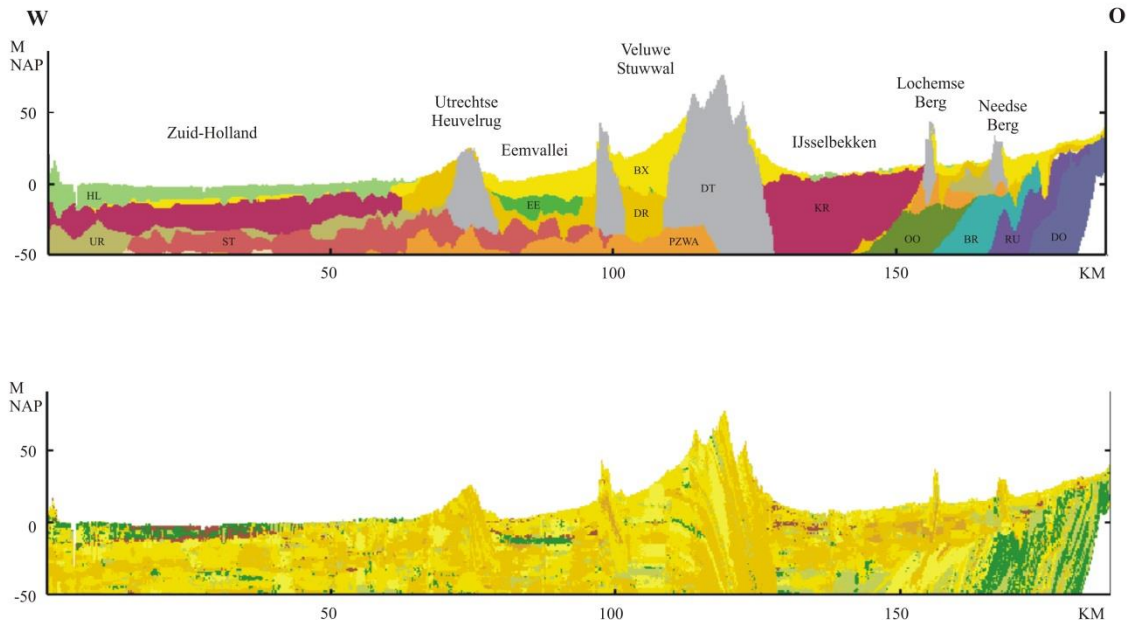
Het linkerdeel van het profiel, het traject 0 - 60 km, toont de kleien en de relatief fijne zanden in de geulopvullingen van de mariene holocene afzettingen in Zeeland. Aan de top komt lokaal veen voor van het Hollandveen Laagpakket, onderdeel van de Formatie van Nieuwkoop (NI). Al deze afzettingen zijn hier samengenomen in de eenheid Holoceen (code HL) die in dit model niet is onderverdeeld op Formatie-niveau. In het GeoTOP model Zeeland wordt wel een nadere indeling van de holocene formaties gegeven .

De suggestie van veen in de geulafzettingen is een tekortkoming van dit model. De GeoTOP modellen geven een beter beeld van de veenvoorkomens in dit gebied.

Uiterst links in het profiel, onder de fijne, deels kleiige zanden van de Formatie van Maassluis (MS) en de Formatie van Oosterhout (OO) wordt nog net het niveau bereikt van de hier hoog voorkomende neogene mariene kleien van de Formatie van Breda (BR) en de Formatie van Rupel (RU).

## Profiel 3 - Van de kust in Zuid-Holland door Utrecht en Gelderland naar de grens met Duitsland

Profiel 3 Van Zuid-Holland door Utrecht en Gelderland naar de grens met Duitsland



Figuur 5 Profiel 3. Zie voor de legenda's Figuur 4.

Van oost naar west gaand, is te zien hoe de paleogene en neogene formaties (respectievelijk Dongen - DO, Rupel - RU, Breda - BR, Oosterhout - OO) naar het westen hellen en onder elkaar wegduiken.

De overwegend kleiige, in zee gevormde afzettingen van deze formaties kennen een aantal niveaus met (kleiig) fijn zand en gaan uiteindelijk over in een bijna geheel zandig pakket. Die trend komt zeer duidelijk in het rechter deel van profiel met de lithoklassen tot uiting. De twee "torens" in dit deel van de sectie zijn de heuvelruggen van de Needse Berg en Lochemse Berg in Salland. Het grijze vlak (code DT) onder deze twee "bergen" omvat de sedimenten die door het landijs zijn opgeduwd. De overwegend grove zanden, rivierafzettingen van de Formaties van Peize (PZWA) en Urk (UR), liggen min of meer horizontaal over de fijnkorrelige, door tektonische bewegingen scheefgestelde, oudere mariene eenheden.

Tussen de Veluwe stuwwal en de Sallandse Heuvelrug, ligt een breed dal, het IJsselbekken, dat in de voorlaatste ijstijd door een gletsjertong tot een diepte van ca 70 m -NAP is uitgeslepen (Figuur 1). De opvulling van het dal bestaat overwegend uit zand dat door de Rijn is aangevoerd (Formatie van Kreftenheye, KR). In de diepere delen (30 - 50 m NAP), en in mindere mate ook aan de bovenzijde (0 - 5 m -NAP) van de opvulling van het bekken komen kleilagen en kleiig zand voor. De verschillende lithoklassen van de celvullingen geven een beeld van de korrelgrootteverdelingen in de bekkensedimenten. Lokaal voorkomende veenlagen aan de bovenzijde van de afzettingen van de Formatie van Kreftenheye en in de Formatie van Boxtel (BX), onder meer aan de voet van de Veluwe stuwwal worden eveneens goed gesimuleerd. De interne opbouw van de Veluwe stuwwal en de

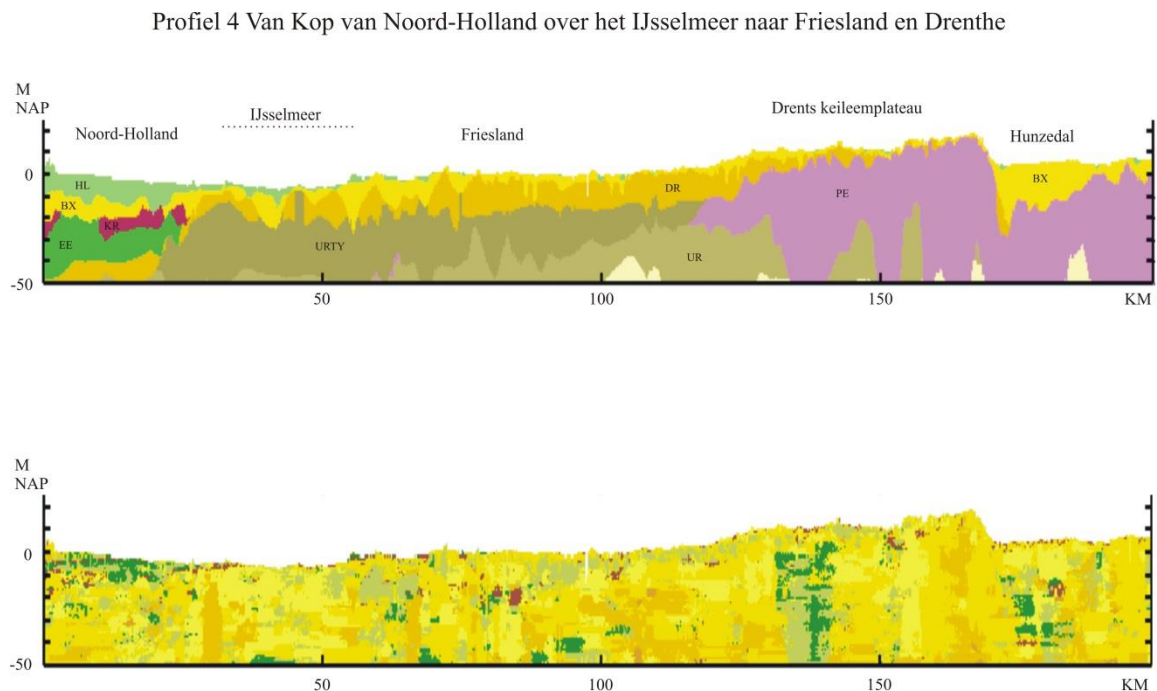
stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug, met de door het ijs scheeftgestelde lagen (DT), komt in het lithologisch profiel tot uiting.

Verder naar het westen wordt het ook door stuwwallen begrensde bekken van de Eemvallei doorsneden. De bekkenopvulling bestaat uit mariene kleien (Eem Formatie - EE) en fijn zand (Formatie van Boxtel - BX). De begrenzing van het bekken wordt aan weerszijden gevormd door overwegend grove rivierzanden van de door een gletsjer opgedrukte lagen in de stuwwallen.

In het laatste deel van het profiel, door het westen van de provincie Utrecht en door Zuid-Holland, valt direct de wig van het veen- en kleipakket van de holocene (code HL) deklaag op. De onderliggende Formaties van Kreftenheye (KR) en Urk (UR) bestaan overwegend uit (grof) rivierzand afgezet door voorlopers van de huidige Rijn. In de Urk en vooral in de daar weer onderliggende afzettingen van Formatie van Sterksel (ST) kunnen kleilagen voorkomen in geulopvullingen met een in het algemeen vrij geringe verbreiding.

In de duinen langs de Noordzeekust is in de simulatie veel veen te zien. Dit is een tekortkoming in het huidige model. In GeoTOP wordt dit door meer sturing op de geologische details verholpen.

## Profiel 4 - Kop van Noord-Holland – IJsselmeer - Friesland – Drenthe



Figuur 6 Profiel 4. Zie voor legenda's Figuur 4.

In het traject 0 - 50 km, op de linkerhelft van het profiel, komt de samenstelling van de deklaag (holocene afzettingen- HL) goed tot uiting in de lithoklassenvulling (profiel 4B). De lithoklassen klei en kleig zand domineren het profiel. De verbreiding van het veen dicht aan het maaiveld, wordt in het model goed gesimuleerd. Het model laat duidelijk de sterk wisselende lithologiën in de afzettingen van de Formaties van Boxtel, Kreftenheye, Eem en Drenthe onder de holocene afzettingen van Noord-Holland zien. Verder oostelijk, onder het IJsselmeer en in Friesland stuiten we op deze

diepten (20 tot 50 meter) in de hoofdzakelijk (grof-)zandige afzettingen van de Formatie van Urk (UR). In het bereik van ca 30-45 meter zijn kleiige geulovullingen zichtbaar. Ook is er schijnbaar veel veen aanwezig, hier schiet het model mogelijk tekort.

In het traject 120 - 175 km, op de rechterhelft van het profiel, wordt de opbouw van de bodem gedomineerd door de Formatie van Peelo (PE) met relatief dunne bedekkingen van de Formaties van Drente en Boxtel. Het voorkomen van de relatief fijnkorrelige afzettingen van de keileem (Formatie van Drente - DR) in het traject 100- 150 km wordt door het model consistent gesimuleerd.

De basis van de Formatie van Peelo reikt, in de diepere geulstructuren, tot ver beneden 50 meter onder NAP, maar het sterk getande verloop van het grensvlak met de Formatie van Urk is ook in dit afgeknotte profiel zichtbaar.

De modellering van de lithoklassen in de grote geulvullingen duidt op de contrasten in de korrelgrootten van de sedimenten, variërend tussen dikke kleilagen ("potklei"), kleiig zand en hoofdzakelijk fijn zand. Het in westelijke richting uitwijken van de fijne zanden van de Formatie van Peelo tussen de grovere zanden van de beide laagpakketten van de Formatie van Urk (URTY en UR) komt goed tot uiting.

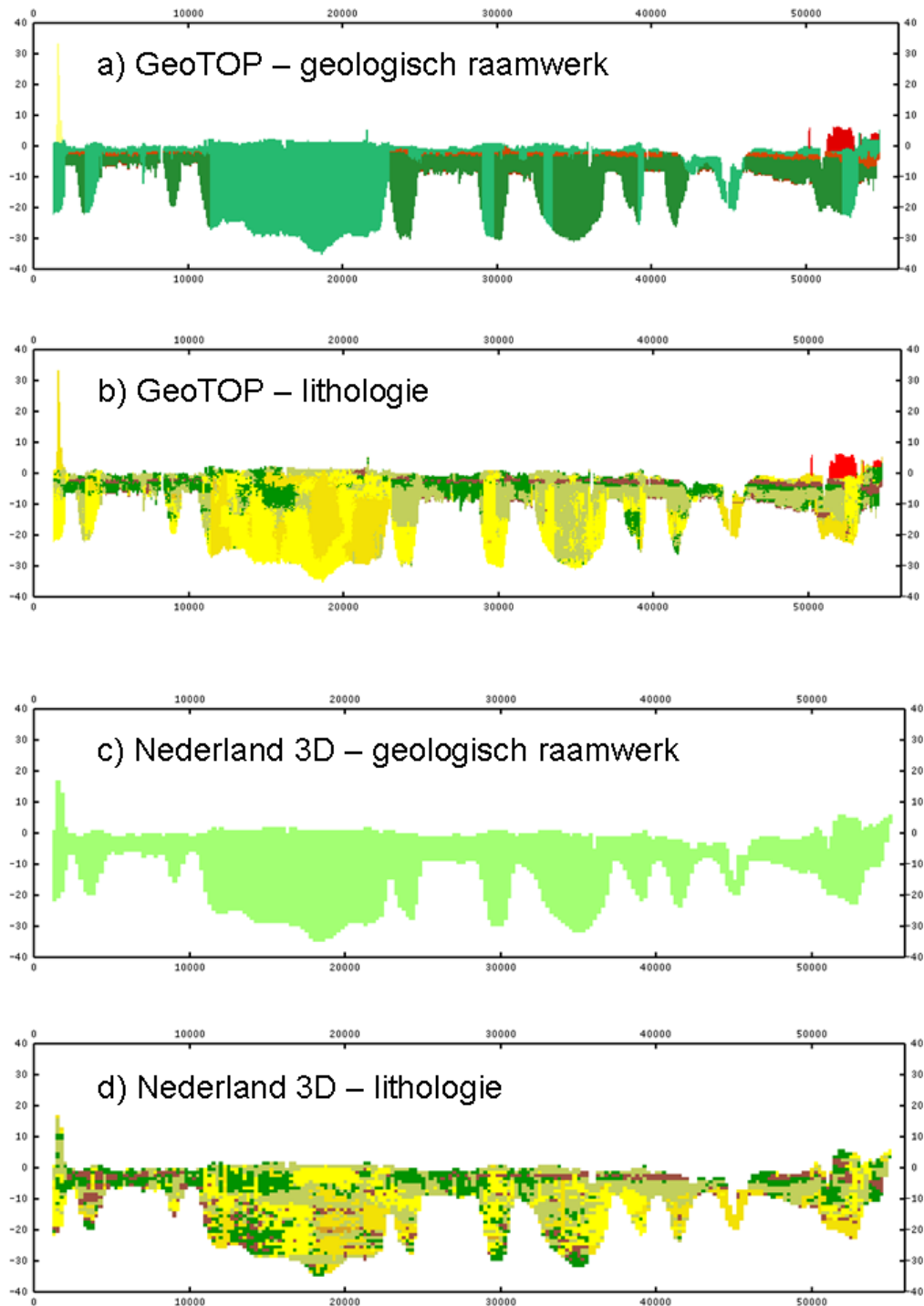
Aan de rechterzijde is de overwegend uit fijn zand en matig grof zand opgebouwde vulling van het Hunzedal (Formatie van Boxtel, BX) goed te herkennen. Met name in de gebieden waar het contrast met de kleien en fijne zanden van de onderliggende Peelo-geulvullingen groot is.

## **Verschillen tussen NL3D en GeoTOP**

Er zijn twee belangrijke verschillen tussen NL3D en het GeoTOP model. Ten eerste zijn de afmetingen van de voxels bij NL3D groter dan bij GeoTOP, er is in NL3D dus minder detail zichtbaar. Ten tweede is de mate van geologische sturing die we aan het model hebben toegevoegd bij NL3D minder dan bij GeoTOP.

Figuur 7 illustreert beide verschillen aan de hand van een dwarsdoorsnede door de Provincie Zeeland. De doorsnede begint links op het westelijke puntje van Walcheren en loopt ruwweg naar het oosten tot aan de Brabantse Wal. Het profiel is circa 55 kilometer lang en loopt van ruim 30 meter boven NAP (de duinen links in beeld) tot ruim 30 meter onder NAP.





*Figuur 7: De belangrijkste verschillen tussen NL3D en GeoTOP geïllustreerd aan de hand van een dwarsdoorsnede door de Provincie Zeeland.*

Het geologisch raamwerk van GeoTOP laat de Holocene laagpakketten zien met getijdegeul- en getijdeplaatafzettingen in groen, markante veenlagen in bruin, de duinen in geel en antropogene ophogingen in rood. In het overeenkomstige raamwerk van NL3D zijn al deze laagpakketten samengevat in één Holoceen pakket (lichtgroen).

In het lithologische model van GeoTOP zien we het zand geconcentreerd in de getijdegeulen, en kleiige afzettingen op de getijdeplaten. Ook is het veen duidelijk geconcentreerd in de twee markante veenlagen (Basisveen en Hollandveen).

In het lithologische model van NL3D zien we duidelijke overeenkomsten met GeoTOP in de bovenste 10 meter (gerekend vanaf maaiveld). Hier zien we ook de verdeling van zand in de getijdegeulen en kleiige afzettingen op de getijdeplaten, en is het veen duidelijk geconcentreerd in het Hollandveen Laagpakket. Deze overeenkomst komt zonder geologische sturing tot stand en is het resultaat van het grote aantal boringen in de ondiepe ondergrond (23.000 in de hele Provincie Zeeland). Dieper in het profiel neemt de boordichtheid echter snel af en wordt de geologische sturing belangrijker. In GeoTOP zien we ook dieper in het model een vooral zandige opvulling van de getijdegeulen. In NL3D komen in de getijdegeulen echter ook venen en kleien voor als een artefact van de rekenmethode.

Samenvattend kunnen we concluderen dat NL3D in de bovenste 10 meter ook zonder geologische sturing een betrouwbaar beeld geeft van wat we in de ondergrond kunnen verwachten. Op grotere diepten blijft een sterke geologische sturing echter onontbeerlijk om tot een goed resultaat te komen.