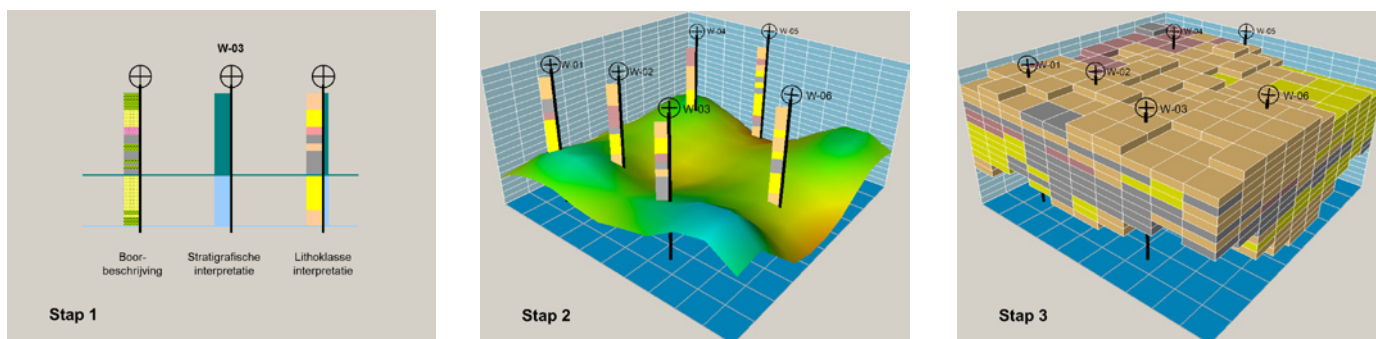


GEOTOP

DE BOVENSTE 30 METER VAN DE NEDERLANDSE ONDERGROND IN BEELD



Figuur 1. Van boring naar model. De modellering in drie stappen:

Stap 1: Interpreteren van de boringen

Stap 2: Modelleren van grensvlakken

Stap 3: Modelleren van lithoklassen

TNO innovation
for life

INTRO

Voor een duurzaam gebruik en beheer van de ondergrond is informatie over de opbouw en eigenschappen van de ondergrond essentieel. De Geologische Dienst Nederland levert deze informatie in de vorm van computermodellen. Het model GeoTOP geeft een gedetailleerd driedimensionaal beeld van de ondergrond tot een diepte van 30 meter onder maaiveld: het deel van de bodem dat door ons het meest intensief wordt benut. Dit productblad verstrekt algemene informatie over de GeoTOP modellering en de gehanteerde werkwijze. Er wordt ingegaan op het raamwerk van de lithostratigrafie, de indeling in lithoklassen en de koppeling met fysisch-chemische parameters.

Ook wordt een voorbeeld gegeven van de onzekerheden in het model. Modelresultaten van GeoTOP en nadere info over de deelmodellen Zeeland, Zuid-Holland, Noord-Holland en het Rivierengebied vindt u op de website www.DINOloket.nl.

VAN BORING NAAR 3D-MODEL

In GeoTOP wordt de ondergrond onderverdeeld in miljoenen voxels van 100 bij 100 meter in de horizontale richtingen en 50 centimeter verticaal. Aan elke voxel worden parameters gekoppeld. Dit zijn geologische kenmerken, zoals stratigrafische eenheid en lithoklasse, maar ook fysische en chemische parameters, zoals doorlatendheid en chloridegehalte. Door gebruik te maken van een geologisch model als basis voor de fysische en chemische parameterisatie wordt een betrouwbaar beeld verkregen van de

ruimtelijke variabiliteit van de parameters. Uitgangspunt voor het GeoTOP-model zijn de boringen in de DINO-databank. Vrijwel alle gegevens van ongeveer 425.000 boringen worden in de modellering gebruikt. Elke boring geeft gedetailleerde informatie over de opbouw van de ondergrond op één specifieke locatie. Met behulp van interpolatietechnieken kunnen we de boringen vertalen naar de voxels van 100 bij 100 meter horizontaal en 50 centimeter verticaal. In de nabije toekomst worden ook gegevens uit sonderingen bij de modellering gebruikt waardoor de gegevensdichtheid sterk toeneemt.

De eerste stap in de modellering is de geologische schematisering (Figuur 1). Dit omvat het onderverdelen van de boringen in eenheden met uniforme sedimentkarakteristieken door middel van een indeling in lithostratigrafische en lithoklasse eenheden.

In de tweede modelleerstep worden grensvlakken geconstrueerd. Deze vlakken vormen de boven- en onderkant van de

Geologische eenheden

- Antropogeen opgebrachte grond
- Formatie van Nieuwkoop, Hollandveen Laagpakket
- Formatie van Echteld
- Formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden
- Formatie van Boxtel
- Formatie van Kreftenheye
- Formatie van Drente
- Gestuwde afzettingen
- Formatie van Urk
- Formatie van Sterksel
- Formatie van Peize-Waalre
- Stroombaan generaties, Formatie van Echteld

Lithoklassen

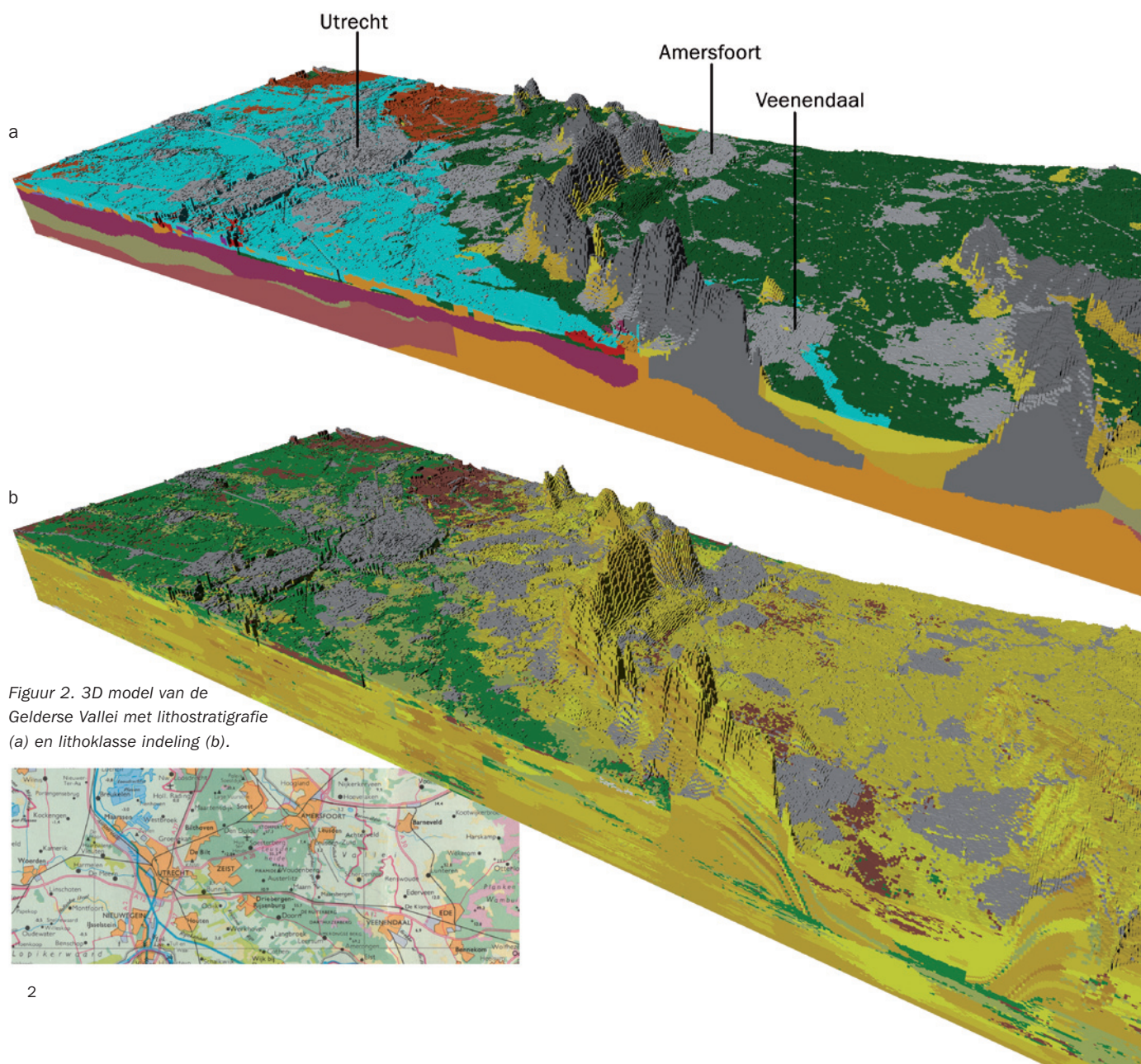
- Antropogeen
- Veen
- Klei
- Zandige kleien en kleilig zand
- Fijn zand
- Middenkorrelig zand
- Grof zand
- Grind

lithostratigrafische eenheden. Elke voxel in het model kan nu eenvoudig aan de juiste lithostratigrafische eenheid worden gekoppeld. In de derde en laatste stap worden stochastische interpolatietechnieken gebruikt om de voxels ook aan een lithoklasse te koppelen.

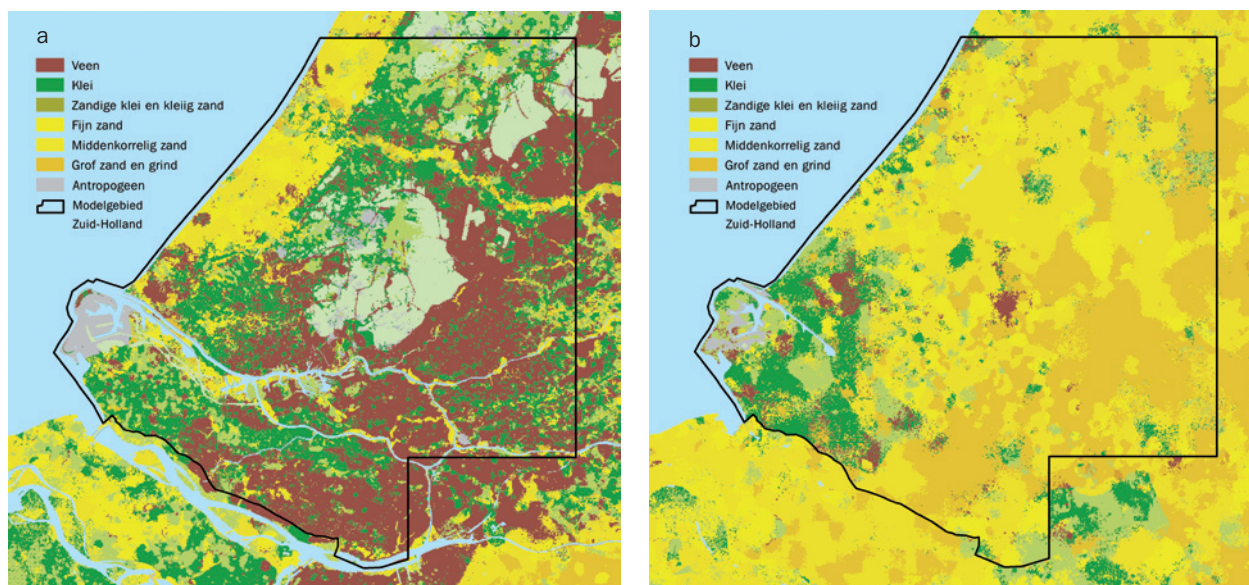
LITHOSTRATIGRAFIE EN LITHOKLASSE

Lithostratigrafie betekent het rangschikken van gesteentelagen in eenheden zoals formaties en laagpakketten op basis van lithologische kenmerken, verbreiding en positie. Lithologische kenmerken

worden in GeoTOP weergegeven door middel van lithoklassen, waarin lithologie en zandkorrelgrootteklassen zijn gecombineerd in één legenda. Invullingen van de lithostratigrafische eenheden en de lithoklassen worden geïllustreerd in het GeoTOP model van de Gelderse Vallei



Figuur 2. 3D model van de Gelderse Vallei met lithostratigrafie (a) en lithoklasse indeling (b).

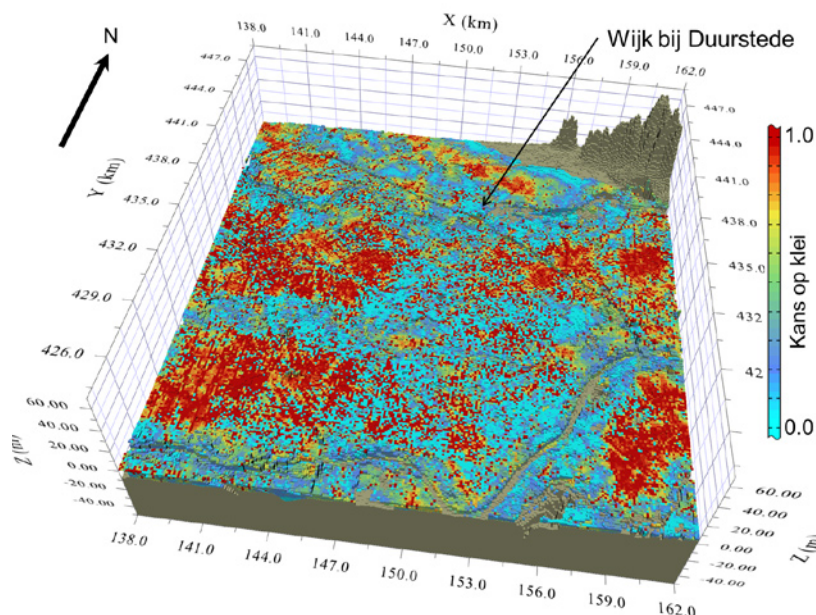


Figuur 3. Lithologische variatie op diepten van 5 (a) en 20 m (b) onder NAP in Zuid-Holland.

(Figuur 2). In het lithoklassenmodel is onder meer de opbouw met grof zand en grind van de gestuwde lagen rond de vallei zichtbaar. Ook de scheefstelling door het ijs van de oorspronkelijk vrijwel horizontaal afgezette sedimenten komt goed tot uiting in het 3D model. Het model kan gesneden worden met vlakken op bepaalde diepten, waardoor inzicht wordt verkregen in de variatie in lithologie op die diepten. Als voorbeeld zijn twee doorsneden afgebeeld van de bodem in Zuid-Holland waaruit duidelijk de verschillen in grondsoort en korrelgrootte van de laat-pleistocene en holocene afzettingen valt af te lezen (Figuur 3).

ONZEKERHEID

Het gebruik van stochastische interpolatietechnieken in de modellering maakt het mogelijk om voor elke voxel een kans op een bepaalde lithoklasse te berekenen. Deze kansen zijn een maat voor de onzekerheid in het model. Figuur 4 laat dit zien voor de komafzettingen van de Rijn in de Formatie van Echteld nabij Wijk bij Duurstede. De kleuren geven aan wat de kans is dat een voxel de lithoklasse ‘klei’ bevat. Op enige afstand van de rivierlopen is de kans hoog (rood is een kans van 100%). Naarmate we dichterbij de rivierlopen komen laten de groene en blauwe kleuren zien dat de kans snel terugloopt. Hier is de kans op kleilig zand en zand veel groter. Dit patroon, waar zand in en nabij de rivierlopen wordt afgezet en klei in de komgebieden, is kenmerkend voor de holocene rivierafzettingen in Nederland.



Figuur 4. Kans op het voorkomen van klei in de komgebieden ten zuiden van Wijk bij Duurstede.

FYSISCHE EN CHEMISCHE PARAMETERS

Fysische en chemische parameters worden ook in GeoTOP opgenomen. Het meetprogramma is zo ingericht dat de resultaten gekoppeld kunnen worden aan de stratigrafische eenheden en lithoklassen in het model. Zo ontstaat een gedetailleerd driedimensionaal beeld van de ruimtelijke variabiliteit van de parameterwaarden in de ondergrond. Voorbeelden van parameters zijn de horizontale en verticale doorlatendheid, van belang voor grondwaterstudies, en reactiviteit van het sediment, van belang voor het modelleren van vervuilingpluimen. De keuze van parameters is afgestemd op de wensen en behoeften van de huidige en potentiële gebruikers van GeoTOP.

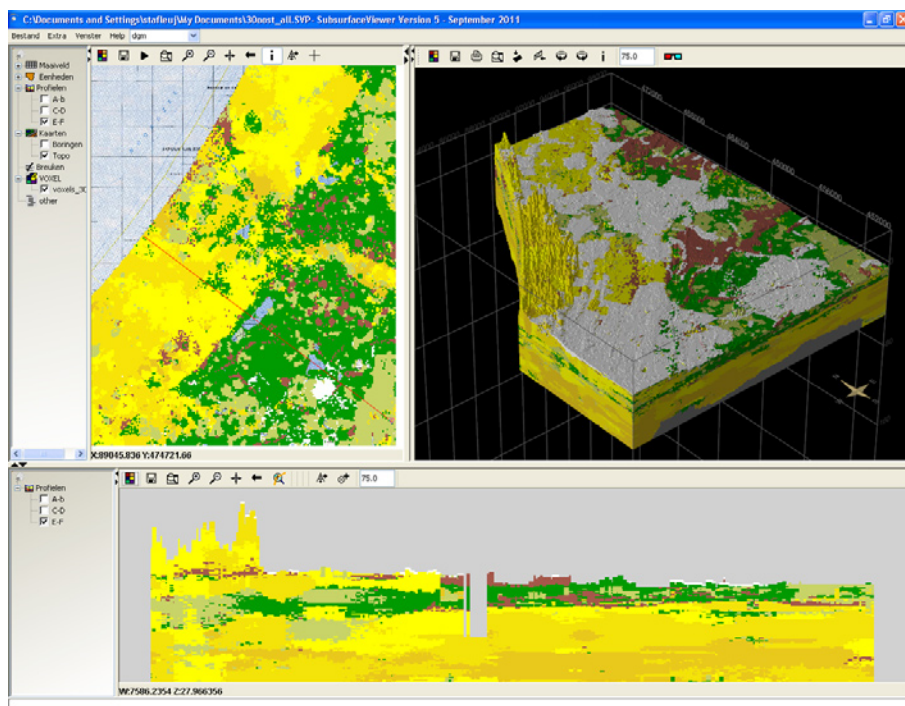
MODELLEN WWW.DINOloket.nl

VISUALISATIE GEOTOP

TNO heeft samen met INSIGHT Geological Software Systems GmbH een viewer ontwikkeld waarin het model gevisualiseerd kan worden. De viewer en de bijbehorende datasets kunnen door de gebruiker gratis worden gedownload. Met de viewer kunnen kaarten, dwarsdoorsneden en volledige 3D-beelden van de ondergrond worden gemaakt (Figuur 5).

MODELRESULTATEN

De modelresultaten van GeoTOP worden via www.DINOloket.nl ter beschikking gesteld. Op dit moment kan het model in de vorm van 2D ArcGIS kaarten worden gedownload. Voorbeelden van deze kaarten zijn de geologische oppervlaktekaart, cumulatieve veendiktekaarten en het lithostratigrafisch lagenmodel van het Holoceen. Doorsneden op elke gewenste diepte tot ongeveer 30 meter onder maaiveld kunnen worden gedownload. In de toekomst zullen de 3D modelresultaten direct in de DINO database worden opgeslagen, waardoor gebruikers de modelresultaten in zelf gekozen deelgebieden kunnen downloaden.



Figuur 5. Schermafbeeldingen (Zuid-Holland) van de gratis te downloaden SubsurfaceViewer.

TNO.NL

CONTACT

Geologische Dienst Nederland - TNO
Afdeling Geomodellering

Jan Stafleu
jan.stafleu@tno.nl
T 088 86 64 667

Denise Maljers
denise.maljers@tno.nl
T 088 86 64 884.