

TNO-rapport**TNO 2022 R10287****Totstandkomingsrapport Kleine Release
GeoTOP Zuid-Holland****Geologische Dienst Nederland**Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrechtwww.tno.nl

T +31 88 866 42 56

Datum	14 februari 2022
Auteur(s)	J. Stafleu
Aantal pagina's	16
Aantal bijlagen	0
Opdrachtgever	De directeur Geologische Dienst Nederland
Projectnaam	GIP Ondiepe Kartering 2021
Projectnummer	060.47569

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2022 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Doel van het rapport	3
1.2	Dekkingsgebied en modelgebieden	3
2	Herberekening van de meest waarschijnlijke lithoklasse	5
2.1	Meest waarschijnlijke lithoklasse	5
2.2	GeoTOP Zuid-Holland	5
2.3	GeoTOP Zeeland.....	7
2.4	Analyse lithoklasseverhoudingen	7
2.5	Herberekening	9
2.6	Resultaten.....	10
3	Kansverdeling en modelonzekerheid van lithoklasse in de Basisveen Laag .	12
3.1	Kansverdeling	12
3.2	Herberekening	12
3.3	Resultaten.....	13
4	Gewijzigde bestanden	14
4.1	Basisgegevens	14
4.2	Lagenmodel	14
4.3	Voxelmodel	14
5	Literatuuropgave	15
6	Ondertekening	16

1 Inleiding

1.1 Doel van het rapport

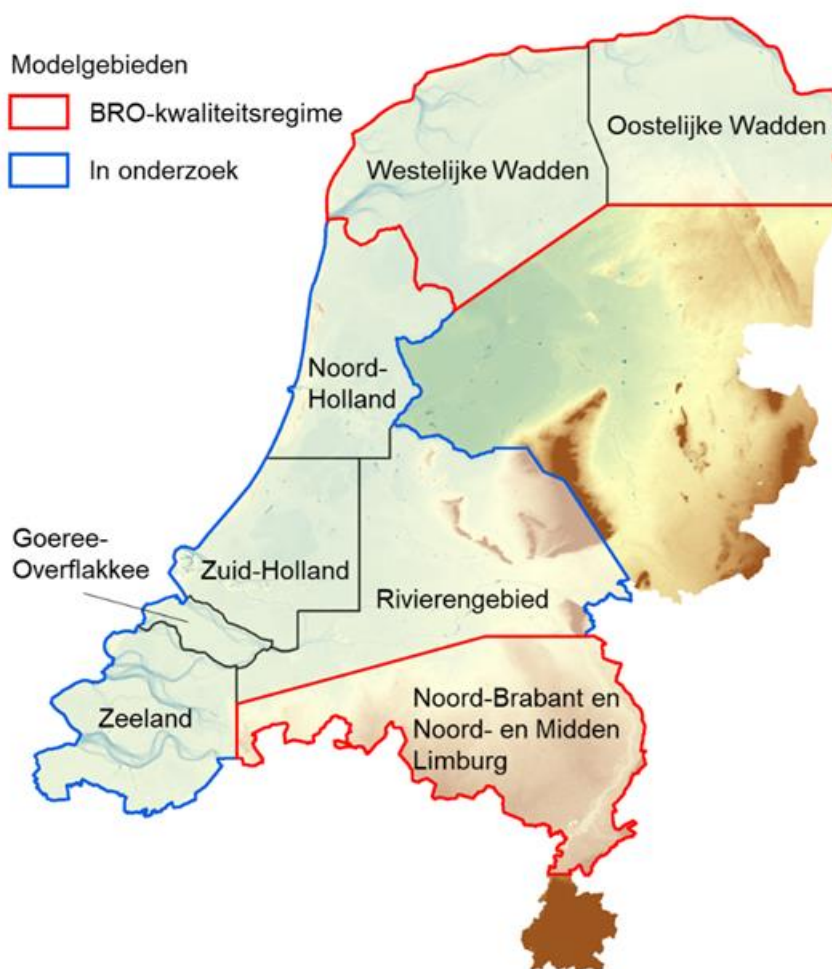
Dit rapport geeft een beschrijving van de totstandkoming van een zogenaamde *kleine release* van het BRO-GeoTOP model. In een kleine release worden een of twee belangrijke aspecten van een BRO-model verbeterd. Deze kleine release betreft de herberekening van de *meest waarschijnlijke lithoklasse* geologische ondergrondmodel GeoTOP v1.4.1, modelgebied Zuid-Holland. Daarnaast is, eveneens in het modelgebied Zuid-Holland, een fout in de berekening van de *kansen op lithoklasse* en de *modelonzekerheid van lithoklasse* in de Basisveen Laag hersteld. Dit rapport beschrijft alleen de twee herberekeningen; een volledige beschrijving van de totstandkoming van het model is te vinden in TNO-rapport *R11655 Totstandkomingsrapport GeoTOP* (Stafleu et al., 2019).

1.2 Dekkingsgebied en modelgebieden

Een belangrijk aspect van GeoTOP is dat het is opgedeeld in **modelgebieden**. GeoTOP wordt niet in één keer landelijk samengesteld maar regio-gewijs ontwikkeld. GeoTOP bestrijkt momenteel (stand februari 2022) circa 70% van het vasteland van Nederland verdeeld over acht modelgebieden (Figuur 1.2.1). Van deze modelgebieden hebben er drie het voor de BRO ontwikkelde kwaliteitstoetsingsproces doorlopen. Dit zijn in het noorden de modelgebieden *Westelijke Wadden* en *Oostelijke Wadden*, en in het zuiden *Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg*. Deze drie gebieden beslaan samen circa 36% van Nederland. Voor bestuursorganen geldt voor deze modelgebieden verplicht gebruik en een terugmeldingsplicht. De overige vijf modelgebieden hebben het voor de BRO ontwikkelde kwaliteitstoetsingsproces niet doorlopen, waardoor de kwaliteit van deze 'historische' modelgebieden minder goed bekend is. Het betreft de modelgebieden *Zeeland*, *Goeree-Overflakkee*, *Zuid-Holland*, *Rivierengebied* en *Noord-Holland*. Deze modelgebieden zijn in hun geheel "in onderzoek" geplaatst waardoor het verplicht gebruik en de terugmeldingsplicht vervallen.

Op GeoTOP is **versiebeheer** van toepassing. Het versiebeheer geldt zowel voor individuele modelgebieden als voor GeoTOP als geheel. De in de BRO uitgeleverde actuele versie van GeoTOP omvat alle op dat moment actuele modelgebieden.

Met de kleine release van GeoTOP Zuid-Holland ontstaat daarom zowel een nieuwe versie van GeoTOP Zuid-Holland, namelijk versie 1.2 (vervangt versie 1.1), als van GeoTOP, namelijk versie 1.4.1 (vervangt versie 1.4). Omdat modelgebied Zuid-Holland niet in zijn geheel opnieuw is samengesteld blijft het "in onderzoek".



Figuur 1.2.1: De acht modelgebieden van GeoTOP v1.4.1 waarvan er drie, namelijk Westelijke Wadden, Oostelijke Wadden en Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg, het voor de BRO ontwikkelde kwaliteitstoetsing-proces hebben doorlopen. De kleuren geven de hoogteligging van maaiveld en waterbodemeer.

Tabel 1.2.1 geeft de samenstelling van de huidige versie van het GeoTOP model weer.

Tabel 1.2.1: De samenstelling van GeoTOP v1.4.1 in acht modelgebieden.

Model	Versie	Modelgebied	Versie	Jaar van oplevering	BRO-kwaliteitsregime?
GeoTOP	v1.4.1	Westelijke Wadden	v1.0	2014	Ja
		Oostelijke Wadden	v1.0	2016	Ja
		Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg	v1.0	2020	Ja
		Zeeland	v1.2	2008	Nee
		Goeree-Overflakkee	v1.1	2008	Nee
		Zuid-Holland	v1.2	2021	Nee
		Noord-Holland	v1.0	2011	Nee
		Rivierengebied	v1.0	2011	Nee

2 Herberekening van de meest waarschijnlijke lithoklasse

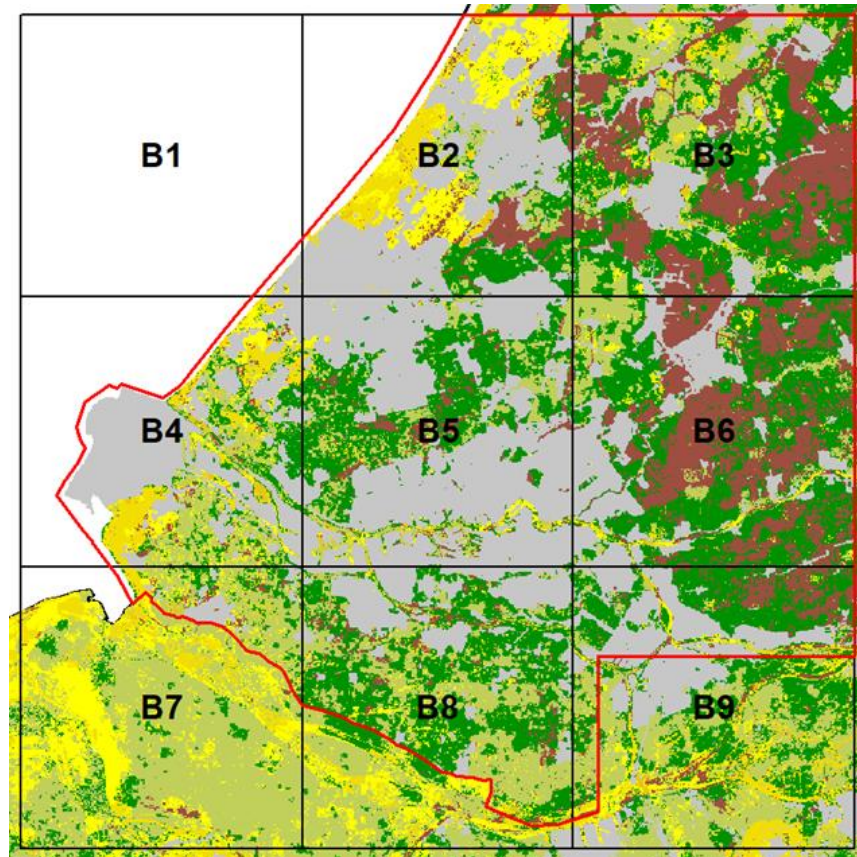
2.1 Meest waarschijnlijke lithoklasse

In GeoTOP wordt de ruimtelijke verdeling van lithoklassen van een bepaalde geologische eenheid geschat met behulp van een stochastisch rekenproces dat resulteert in 100 statistisch gezien even waarschijnlijke realisaties. Omdat het in veel toepassingen niet nodig is om met 100 verschillende modeluitkomsten te werken worden ze samengevat in één meest waarschijnlijke lithoklasse. Ook in de visualisaties op BROloket en DINOloket wordt de meest waarschijnlijke lithoklasse getoond. De meest waarschijnlijke lithoklasse wordt berekend met het zogeheten Soares-algoritme. Een uitleg van dit algoritme wordt gegeven in het Totstandkomingsrapport GeoTOP (Stafleu et al., 2019) en in een kort document op DINOloket (TNO – Geologische Dienst Nederland, 2014a). Van belang zijn de volgende begrippen:

- De *geregulariseerde boorbeschrijvingsintervallen* – boorbeschrijvingsintervallen onderverdeeld naar trajecten met een maximale dikte van 0,5 m. Deze intervallen, met als attribuut de geologische eenheid en de lithoklasse, worden gebruikt in de berekening van de 100 realisaties, de *estimate* en het *target histogram*.
- de *estimate* – de ruimtelijke kansverdeling van de lithoklassen, uitgedrukt als de kans op veen, klei, kleilig zand/zandige klei, fijn zand, midden zand en grof zand, voor elke voxel van een geologische eenheid. De *estimate* wordt berekend uit de 100 realisaties van lithoklasse.
- het *target histogram* – de globale verhoudingen van de lithoklassen van de geologische eenheid. Het *target histogram* wordt berekend uit de geregulariseerde boorintervallen.
- het Soares-algoritme *conditioneert* de *estimate* aan het *target histogram*. Dat wil zeggen dat er voor elke voxel in de *estimate* een meest waarschijnlijke lithoklasse wordt bepaald zodanig dat de verhoudingen van de lithoklassen gelijk zijn aan die van het *target histogram*.

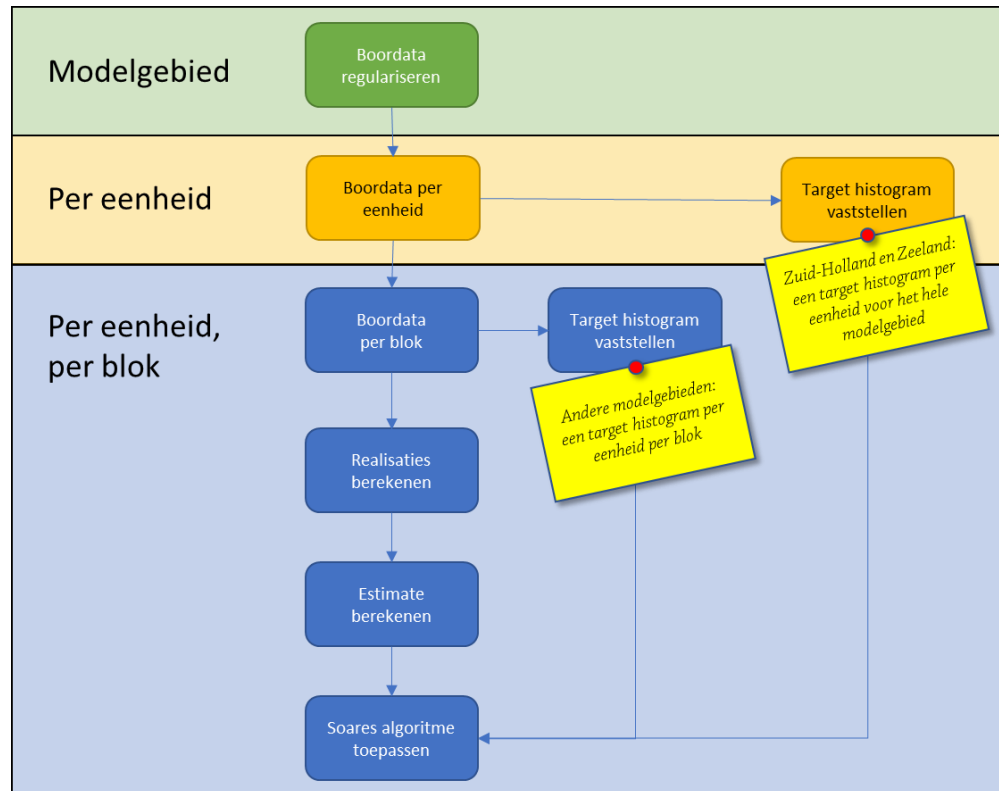
2.2 GeoTOP Zuid-Holland

In GeoTOP worden de realisaties en daarmee de *estimate* niet voor het hele modelgebied in één keer berekend, maar in (deel)blokken. GeoTOP Zuid-Holland is opgedeeld in negen blokken (Figuur 2.2.1).



Figuur 2.2.1: Bovenaanzicht van de meest waarschijnlijke lithoklasse in modelgebied GeoTOP Zuid-Holland (rood omlijnd) met de negen blokken (zwart, B1 t/m B9).

In GeoTOP Zuid-Holland is het *target histogram* van een geologische eenheid echter voor het hele modelgebied berekend (Figuur 2.2.2). Dit heeft tot gevolg dat de verhoudingen van de lithoklassen in de geregulariseerde boorintervallen van een blok kunnen afwijken van de verhoudingen volgens het *target histogram*. Omdat het *target histogram* in de conditionering hard wordt opgelegd, ontstaat een verschil tussen de boorbeschrijvingsintervallen en de meest waarschijnlijke lithoklasse van een blok.



Figuur 2.2.2: De relevante stappen in het modelleerproces, met de verschillende niveaus waarop de stappen worden uitgevoerd.

2.3 GeoTOP Zeeland

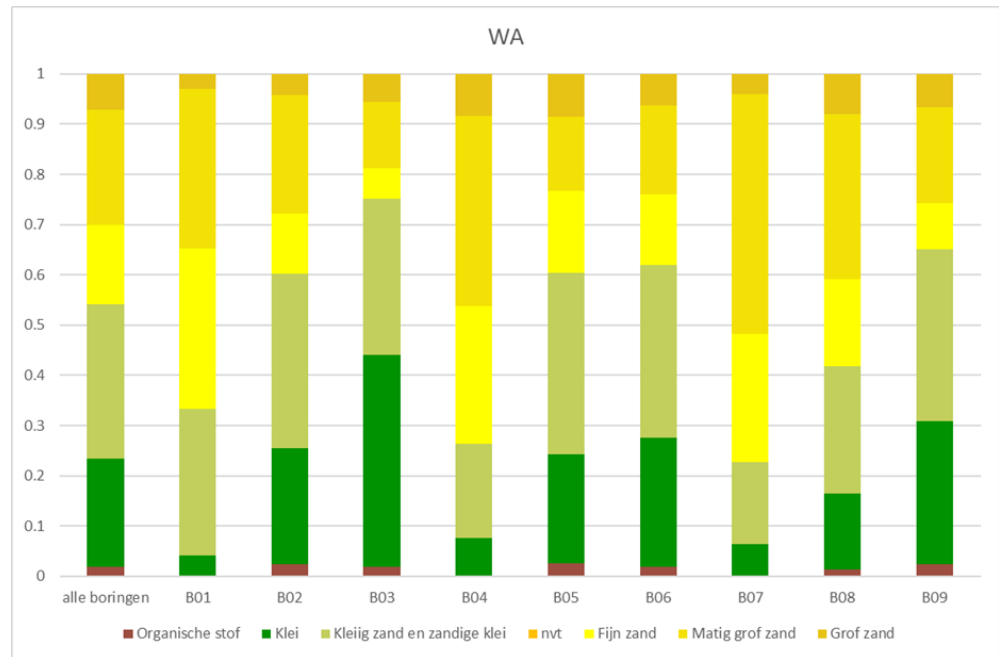
Voor modelgebied Zeeland geldt hetzelfde als voor Zuid-Holland. Van dit modelgebied zal in 2022 echter een geheel herziene versie beschikbaar komen. Om die reden is het modelgebied niet in deze kleine release meegenomen.

2.4 Analyse lithoklasseverhoudingen

Figuur 2.3.1 toont histogrammen met lithoklasseverhoudingen van de Formatie van Waalre (WA) in Zuid-Holland op basis van de geregulariseerde boorbeschrijvingsintervallen. Geheel links staat het histogram van alle boringen in het modelgebied, gevolgd door de histogrammen van de negen blokken (B01 t/m B09).

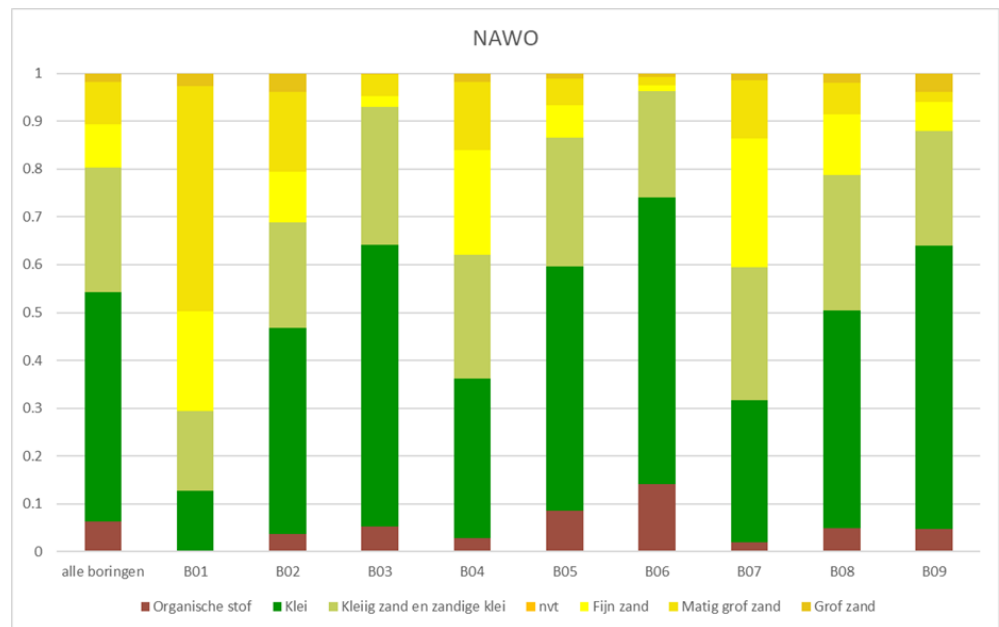
Het histogram *alle boringen* is tevens het *target histogram* voor het Soares-algoritme geweest en is toegepast op alle blokken. Omdat het *target histogram* hard wordt opgelegd, is het histogram van de meest waarschijnlijke lithoklasse voor elk van de blokken gelijk aan dat van het *target histogram*.

Figuur 2.4.1 laat duidelijk zien dat de data van een individueel blok kan afwijken van de data van het modelgebied als geheel. Voorbeelden zijn B01 en B03. Dit illustreert de noodzaak om een *target histogram* per blok te gebruiken.



Figuur 2.4.1: Histogrammen op basis van geregulariseerde boorintervallen voor de Formatie van Waalre (WA) in Zuid-Holland.

Figuur 2.4.2 laat een vergelijkbaar beeld zien voor het Laagpakket van Wormer (NAWO).



Figuur 2.4.2: Histogrammen op basis van geregulariseerde boorintervallen voor het Laagpakket van Wormer (NAWO) van de Formatie van Naaldwijk in Zuid-Holland.

2.5 Herberekening

De herberekening van de meest waarschijnlijke lithoklasse is als volgt uitgevoerd:

- 1 Berekening van het *target histogram* per geologische eenheid en per blok.
Voorbeelden zijn de histogrammen B01 t/m B09 in eenheid WA en NAWO zoals weergegeven in Figuur 2.4.1 en 2.4.2.
- 2 Toepassen van het Soares-algoritme per geologische eenheid en per blok, met als input de 100 realisaties van lithoklasse en het *target histogram*.

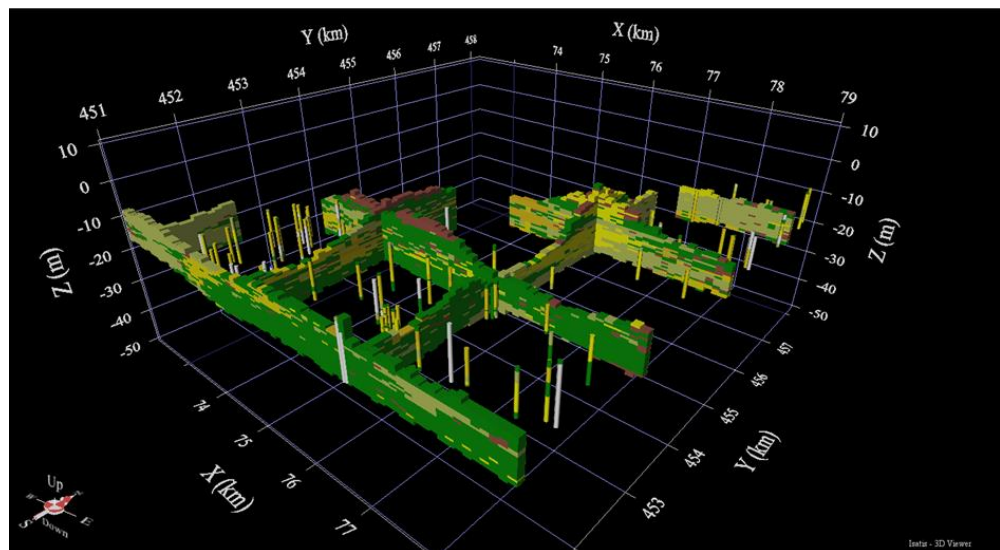
Ad 1 – De berekening is met behulp van een Python-script uitgevoerd op een bestand met de geregulariseerde boorbeschrijvingsintervallen.

Ad 2 – De berekening is uitgevoerd met de functie *Facies Simulation Post-processing* van het softwarepakket Isatis® van de firma Geovariances. Met dit softwarepakket zijn ook de realisaties berekend zijn.

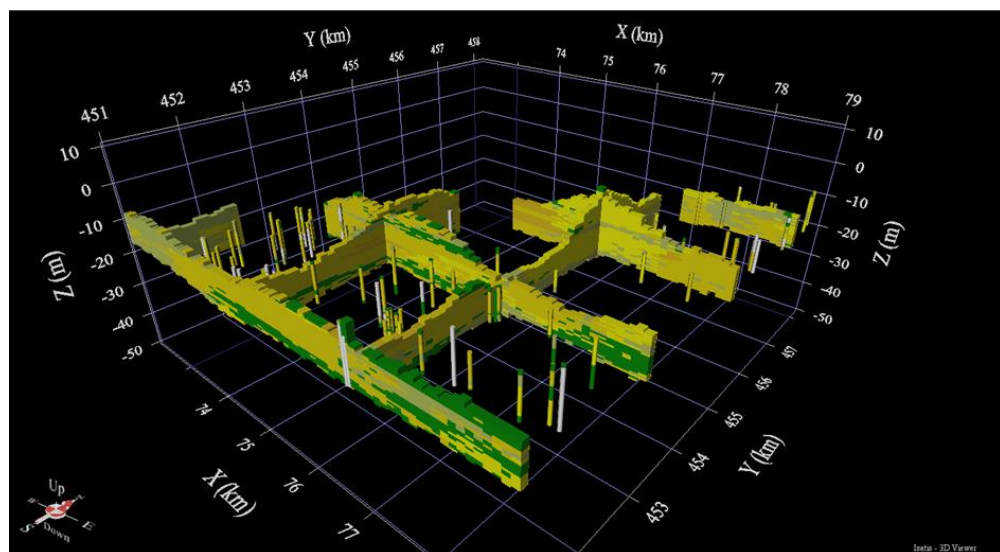
Voor zowel de geregulariseerde boorbeschrijvingsintervallen als de 100 realisaties geldt dat ze niet zijn opgenomen in de BRO. Ze worden door TNO echter wel gearhiveerd en waren daarmee beschikbaar voor de herberekening.

2.6 Resultaten

Figuur 2.6.1 en 2.6.2 tonen de meest waarschijnlijke lithoklasse van eenheid NAWO in blok B01 met een *target histogram* op basis van alle boringen in het modelgebied resp. de boringen in het blok. In Figuur 2.6.1 is te zien dat de boringen overwegend zandig zijn, terwijl in de voxels juist klei overheerst. Verder zijn er verhoudingsgewijs circa 100 keer meer voxels met veen dan er veen-intervallen in de boorbeschrijvingen zijn. Dit is het gevolg van het *target histogram* van het modelgebied dat veel meer klei en veen bevat dan het histogram van blok B01. In Figuur 2.6.2 komen de voxels wel overeen met het beeld dat de boorbeschrijvingen geven, omdat hier het *target histogram* gelijk is aan dat van de boorbeschrijvingen in het blok.

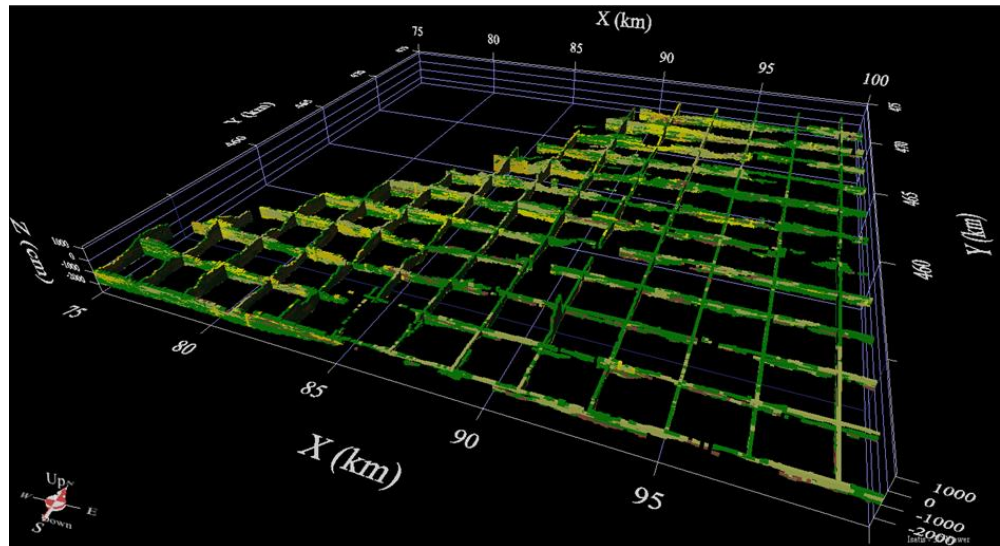


Figuur 2.6.1: Blok B01 met een fence-diagram door eenheid NAWO met de meest waarschijnlijke lithoklasse met een target histogram gebaseerd op alle boringen in modelgebied Zuid-Holland. Legenda als in Figuur 2.4.1 en 2.4.2.

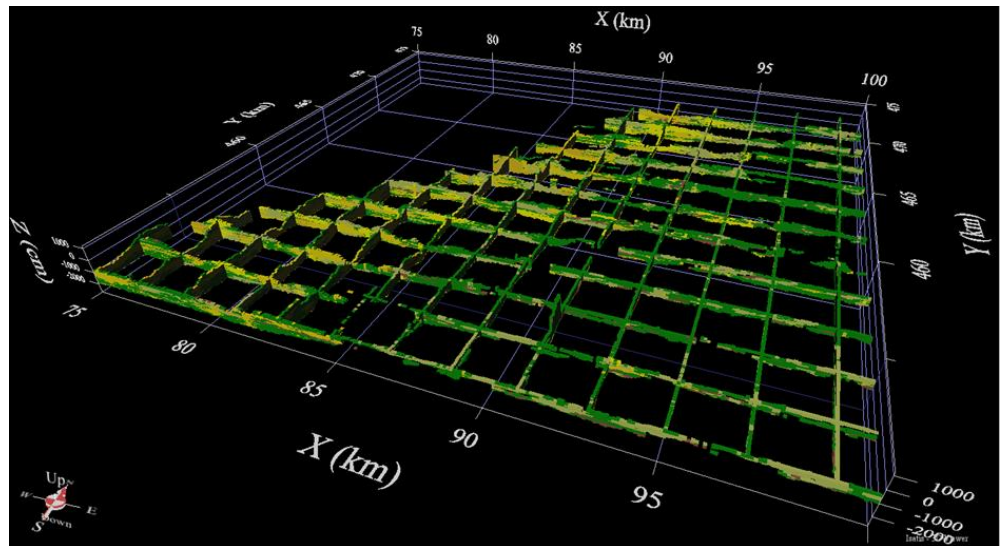


Figuur 2.6.2: Blok B01 met een fence-diagram door eenheid NAWO met de meest waarschijnlijke lithoklasse met een target histogram gebaseerd op de boringen in blok B01. Legenda als in Figuur 2.4.1 en 2.4.2.

Figuur 2.6.3 en 2.6.4 tonen de meest waarschijnlijke lithoklasse van eenheid NAWO in blok B02 met een *target histogram* op basis van alle boringen resp. de boringen in het blok. De verschillen zijn nu veel kleiner dan in blok B01, omdat het *target histogram* van blok B01 niet veel afwijkt van het *target histogram* van het hele modelgebied.



Figuur 2.6.3: Blok B02 met een fence-diagram door eenheid NAWO met de meest waarschijnlijke lithoklasse met een target histogram gebaseerd op alle boringen in modelgebied Zuid-Holland. Legenda als in Figuur 2.4.1 en 2.4.2.



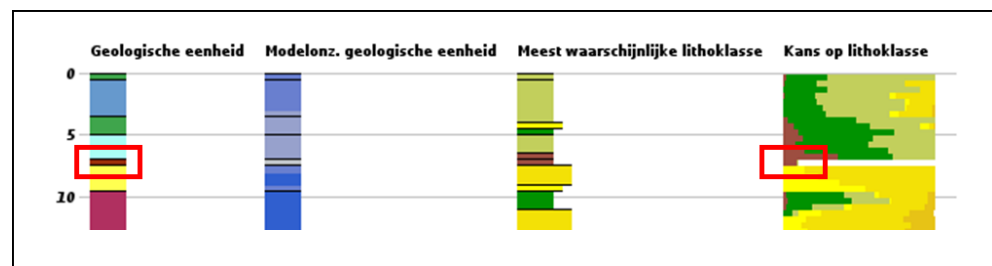
Figuur 2.6.4: Blok B02 met een fence-diagram door eenheid NAWO met de meest waarschijnlijke lithoklasse met een target histogram gebaseerd op de boringen in blok B02. Legenda als in Figuur 2.4.1 en 2.4.2.

3 Kansverdeling en modelonzekerheid van lithoklasse in de Basisveen Laag

3.1 Kansverdeling

Voor alle eenheden in GeoTOP Zuid-Holland zijn de realisaties in een tweetrapsraket berekend: eerst 10 realisaties zand vs. niet-zand, en vervolgens voor elk van die 10 realisaties weer 10 realisaties om van de zandige voxels de korrelgrootte te schatten (fijn, midden of grof zand) en van de niet-zandige voxels te bepalen of het om veen, klei of kleilig zand/zandige klei gaat.

Bij het berekenen van de Basisveen Laag (NIBA) zijn echter alleen 10 realisaties berekend om te schatten of de lithoklasse veen, klei of kleilig zand/zandige klei is. Dit is gedaan omdat in de Basisveen Laag geen zand in de boorbeschrijvingen is aangetroffen. Vervolgens is bij het berekenen van de kans op lithoklasse (de *estimate*) wel gedeeld door 100 in plaats van door 10 zodat alle kansen een factor 10 te laag zijn (minimale kans 0, maximale kans 0,1; Figuur 3.1.1).



Figuur 3.1.1: Voorbeeld van een virtuele boorbeschrijving ('appelboor') met de Basisveen Laag op BROloket. De Basisveen Laag is de bruine eenheid in de boorkolom links, aangegeven met een rood kader. In de rechterkolom is, eveneens in een rood kader, te zien dat de kans op de lithoklasse 'veen' 0,1 (10%) is in plaats van 1 (100%).

3.2 Herberekening

De fout in de kansverdeling van de Basisveen Laag is voor GeoTOP Zuid-Holland opgelost door:

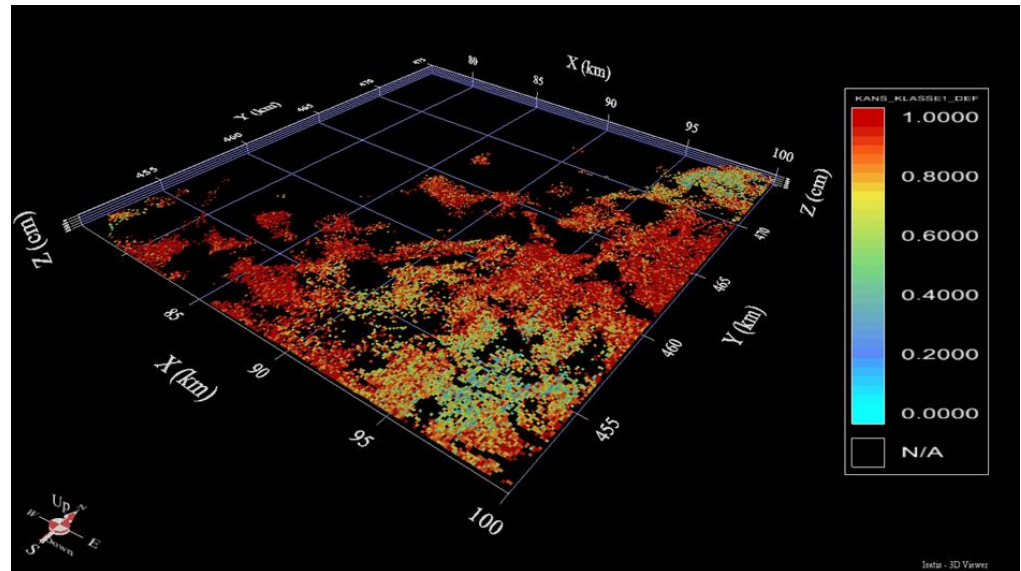
- 1 De *kansen* voor NIBA met 10 te vermenigvuldigen.
- 2 De *modelonzekerheid van lithoklasse*¹ opnieuw te berekenen op basis van de nieuwe kansen.

Verder is er bij de berekening van de *meest waarschijnlijke lithoklasse* (zie hoofdstuk 2) rekening gehouden met het kleinere aantal realisaties van NIBA.

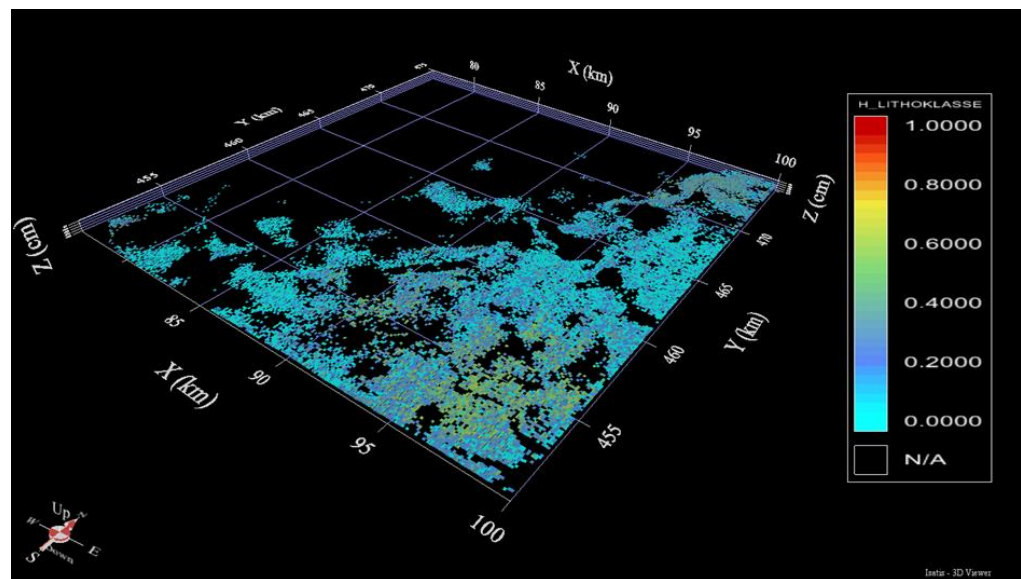
¹ De betekenis en berekening van het attribuut *modelonzekerheid van lithoklasse* wordt uitgelegd in het Totstandkomingsrapport (Stafleu et al., 2019) en in een kort document op DINOloket (TNO – Geologische Dienst Nederland, 2014b).

3.3 Resultaten

Figuur 3.3.1 toont een 3D-aanzicht van de eenheid NIBA met als attribuutwaarde *kans op organisch materiaal (veen)*. Figuur 3.3.2 laat in hetzelfde aanzicht de herberekende *modelonzekerheid van lithoklasse* zien.



Figuur 3.3.1: Herberekende *kans op organisch materiaal (veen)* in eenheid NIBA (blok B02).



Figuur 3.3.2: Herberekende *modelonzekerheid van lithoklasse* in eenheid NIBA (blok B02).

4 Gewijzigde bestanden

Dit hoofdstuk geeft een kort overzicht van de bestanden die in de ZIP-file van het BRO model GeoTOP versie 1.4.1 zijn opgenomen. Bij elk bestand is aangegeven of het ten opzichte van de voorgaande versie 1.4 gewijzigd is.

De ZIP-file kent de volgende hoofdcomponenten:

- Basisgegevens;
- Lagenmodel;
- Voxelmanmodel.

4.1 Basisgegevens

4.1.1 *Model, modelgebied en modelsamenstelling*

De actuele versie van het BRO-model GeoTOP is gewijzigd van 1.4 naar 1.4.1. De actuele versie van het modelgebied Zuid-Holland is gewijzigd van 1.1 naar 1.2. GeoTOP versie 1.4.1 is samengesteld uit de acht modelgebieden zoals aangegeven in Tabel 1.2.1.

4.1.2 *Boringen, boorbeschrijvingen en interpretaties*

Geen wijzigingen.

4.1.3 *Referentielijsten*

Geen wijzigingen.

4.2 Lagenmodel

Geen wijzigingen, behoudens het aanpassen van het versienummer van GeoTOP.

4.3 Voxelmanmodel

4.3.1 *CSV-bestanden (3D)*

De negen bestanden van modelgebied Zuid-Holland zijn gewijzigd. Het betreft de attributen:

- Meest waarschijnlijke lithoklasse (voor alle eenheden).
- De verschillende kansen op lithoklasse (alleen voor eenheid NIBA, volgnummer 1130 in het voxelmodel).
- Modelonzekerheid van lithoklasse (alleen voor eenheid NIBA, volgnummer 1130 in het voxelmodel).

4.3.2 *Doorsnedekaarten (2D)*

De horizontale doorsnedekaarten van de meest waarschijnlijke lithoklasse zijn gewijzigd. De wijzigingen beperken zich tot modelgebied Zuid-Holland.

De horizontale doorsnedekaarten van de geologische eenheid zijn ongewijzigd.

5 Literatuuropgave

Stafleu, J., Maljers, D., Busschers, F., Gunnink, J., Schokker, J. & Hummelman, J., 2019. Totstandkomingsrapport GeoTOP. TNO Rapport 2019 R11655, 132 pp. Beschikbaar op BROloket: <https://www.broloket.nl/toelichting/geotop>

TNO – Geologische Dienst Nederland, 2014a. Berekenen van de meest waarschijnlijke lithoklasse in GeoTOP. Beschikbaar op DINOloket: <https://www.dinoloket.nl/meer-weten>

TNO – Geologische Dienst Nederland, 2014b. Modelonzekerheid in GeoTOP. Beschikbaar op DINOloket: <https://www.dinoloket.nl/meer-weten>

6 Ondertekening

Naam en paraaf tweede lezer

Dr. F.S. Busschers

Ondertekening

Autorisatie vrijgave

Dr. J. Stafleu
Auteur

Drs. D. Maljers
Research Manager