

**Geologische Dienst Nederland**Princetonlaan 6  
3584 CB Utrecht  
Postbus 80015  
3508 TA Utrecht[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 42 56

**TNO-rapport****TNO 2021 R11463****Conceptueel model DGM+/GeoTOP Zeeland en  
Goeree-Overflakkee**

|                 |   |
|-----------------|---|
| Datum           | 14 juni 2021  |
| Auteur(s)       | J.C. Stam<br>R. de Bruijn<br>P. Kiden<br>A. Menkovic<br>K. Koster<br>F. Busschers<br>J. Stafleu |
| Exemplaarnummer |   |
| Oplage          |   |
| Aantal pagina's | 33 (inclusief bijlagen)   |
| Aantal bijlagen | 1   |
| Opdrachtgever   | Geo Informatie Programma  |
| Projectnaam     | DGM+ lagenmodel   |
| Projectnummer   | 060.45769/01.02.01  |

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.

© 2021 TNO

# Inhoudsopgave

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Modelgebied</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>3</b> | <b>Geologische ontwikkeling</b> .....                                | <b>6</b>  |
| 3.1      | Inleiding .....  | 6         |
| 3.2      | Formaties van Dongen, Tongeren, Rupel, Breda en Oosterhout.....      | 6         |
| 3.3      | Formaties van Maasluis, Waalre en Stramproy .....                    | 7         |
| 3.4      | Eem Formatie, formaties van Koewacht, Kreftenheye en Boxtel.....     | 7         |
| 3.5      | Formaties van Naaldwijk en Nieuwkoop.....                            | 9         |
| 3.6      | Kreekrak Formatie .....  | 11        |
| 3.7      | Antropogene afzettingen .....  | 12        |
| <b>4</b> | <b>Modeleenheden</b> .....   | <b>13</b> |
| 4.1      | Overzicht alle modeleenheden Zeeland en Goeree-Overflakkee .....     | 13        |
| 4.2      | Nieuw gemodelleerde eenheden .....                                   | 15        |
| 4.3      | Eenheden in modelgebied die niet apart worden gemodelleerd .....     | 15        |
| 4.4      | Verbreiding en interpretatie eenheden .....                          | 15        |
| <b>5</b> | <b>Verschillen met de stratigrafische nomenclator</b> .....          | <b>20</b> |
| <b>6</b> | <b>Verschillen met vorig conceptueel model</b> .....                 | <b>22</b> |
| <b>7</b> | <b>Verschillen met conceptueel model aansluitende gebieden</b> ..... | <b>24</b> |
| <b>8</b> | <b>Literatuurlijst</b> .....   | <b>28</b> |
| <b>9</b> | <b>Ondertekening</b> .....   | <b>29</b> |
|          | <b>Bijlage(n)</b>  |           |
|          | A. Profielen modelconcept  |           |

# 1 Inleiding

Dit document bevat de toelichting op de keuzes die gemaakt zijn voor het modelleren van het GeoTOP modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee. Dit modelgebied maakt deel uit van de landelijke lagenmodellering van DGM+ gedraaid zoals dat ook bij het maken van modelgebied Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg is gedaan, met in aanvulling daarop een aantal nieuw geïntroduceerde modeleenheden.

## 2 Modelgebied

Het nieuwe modelgebied 'Zeeland en Goeree-Overflakkee' beslaat de oudere afzonderlijke GeoTOP modelgebieden 'Zeeland' en 'Goeree-Overflakkee'. Voor deze gebieden bestaat het GeoTOP ondergrondmodel al, maar voldoet de reeds publiekelijk beschikbare versie nog niet aan het BRO kwaliteitsregime. Ze staan daarom nu aangemerkt als 'in onderzoek'. Met de hernieuwde publicatie van de samengevoegde gebieden, die vooraf aan een grondige kwaliteitscontrole door interne en externe personen wordt onderworpen, zal aan het kwaliteitsregime worden voldaan.

Het nieuwe modelgebied grenst aan modelgebieden 'Zuid-Holland', 'Rivierengebied' en 'Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg' (zie figuur 1). Het oorspronkelijke model van Goeree-Overflakkee bevatte enkele aansluitingsfouten met dat van Zuid-Holland. Voor de noordelijke gebiedsgrens van modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee zijn deze aansluitingsfouten weggewerkt: de noordgrens van het nieuwe modelgebied komt overeen met de zuidgrens van modelgebied Zuid-Holland.

Er is voor gekozen om de twee oorspronkelijke gebieden samen te voegen, omdat Goeree-Overflakkee een naar verhouding klein modelgebied is, dat wat betreft geologie veel lijkt op Zeeland. De geologie op de overgang naar het Rivierengebied en Zuid-Holland is wel complex, omdat de Maas en Rijn hier invloed hebben op de geologie, hetgeen in het zuidelijke deel van het modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee niet het geval is.

Er is in dit document alleen een vergelijking gemaakt met reeds afgeronde modellen en derhalve is *H30 de Voorkempen* buiten beschouwing gelaten. Dat model is nog in ontwikkeling en daarom zijn vergelijkingen prematuur.



Figuur 1 Ligging van modelgebied GeoTOP Zeeland en Goeree-Overflakkee ten opzichte van de aansluitende GeoTOP modelgebieden Zuid-Holland (okergeel), Rivierengebied (groen) en Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg (geel).

## 3 Geologische ontwikkeling

### 3.1 Inleiding

Voor DGM+/GeoTOP Zeeland zijn drie conceptuele profielen opgesteld waarin de geologische verscheidenheid van het gebied zo goed mogelijk is weergegeven (zie het overzichtsfiguur en profielen in bijlage A).

- Het eerste profiel geeft schematisch de situatie weer in een ZO-NW lijn van de Brabantse Wal naar de kop van Schouwen-Duiveland en omvat zowel het paleo-Scheldedal als het kustcomplex.
- Het tweede profiel geeft schematisch de situatie weer in een N-Z lijn voor de Brabantse Wal door het paleo-Scheldedal.
- Het derde profiel geeft schematisch de situatie weer in een N-Z lijn van Koewacht naar Goes en bevat onder andere de pre-pleistocene afzettingen.

Hieronder wordt iedere geologische eenheid kort beschreven. Alle beschrijvingen zijn specifiek toegespitst op het modelgebied DGM+/GeoTOP Zeeland en Goeree-Overflakkee.

### 3.2 Formaties van Dongen, Tongeren, Rupel, Breda en Oosterhout

In het zuidelijk deel van DGM+/GeoTOP Zeeland en Goeree-Overflakkee, ruwweg ten zuiden van de lijn Middelburg - Kapelle, wordt de stratigrafische basis van het model gevormd door de formaties van Dongen (NLDO), Tongeren (NMTO), Rupel (NMRU), Breda (NUBR) en Oosterhout (NUOO). Als gevolg van opheffing in het zuiden en de tektonische daling van het Noordzeebekken tonen deze formaties een sterke noordwaarts gerichte helling. De bovenzijde van de paleogene lagen (NLDO, NMTO, NMRU) is een erosieve discordantie, de opheffing is progressief en zorgt dus voor steilere hellingen in de oudere pakketten. Hierdoor wordt de stratigrafische basis van DGM+/GeoTOP Zeeland en Goeree-Overflakkee in noordwaartse richting steeds jonger.

De mariene en ondiep mariene afzettingen van de formaties van Dongen en Tongeren bestaan overwegend uit glauconiethoudende, kleiige, vaak glimmerrijke, matige grove tot zeer fijne zanden en kleilagen. De ondiep mariene Rupel Formatie wordt gekenmerkt door donkerbruine tot grijze glimmerhoudende klei met plaatselijk zandinschakelingen. De Formatie van Breda (eveneens ondiep marien) bestaat uit glauconiethoudende matig grove tot zeer fijne zanden. De Formatie van Oosterhout wordt gedomineerd door glauconiethoudende matig grove zanden met plaatselijk schelpenbanken ('*craggs*'). Aan de top van de formatie komt vaak een kleiige eenheid voor (NUOOk1; codering in overeenstemming met REGIS II v2.2). Als deze laatste afwezig is, is het moeilijk om de sterk gelijkende afzettingen van de Formatie van Maassluis (NUMS) en Formatie van Oosterhout van elkaar te onderscheiden. De zandige sedimenten van de Formatie van Oosterhout bevatten in het algemeen meer glauconiet en schelp(fragment)en.

De paleo- en neogene eenheden worden herkend op basis van handmatige labeling waarbij er boringen worden toegevoegd aan de reeds bestaande DGM v2.2 set waarmee een uitgebreidere DGMplus v2.3 dataset ontstaat. Binnen de paleogene eenheden (NLDO, NMTO, NMRU) en binnen de Formatie van Breda worden geen laagpakketten gemodelleerd omdat deze slechts zeer beperkt binnen het GeoTOP bereik (tot -50 m -NAP) voorkomen is de prioriteit aan andere laagpakketten gegeven. De kleilaag aan de top van de Formatie van Oosterhout is een belangrijke waterscheidende laag voor het modelgebied en derhalve wordt deze kleilaag

overeenkomstig met REGIS II v2.2 (hierna te noemen REGIS) als Oosterhout klei 1 (NUOOk1) gemodelleerd. De dataset hiervan wordt op automatische wijze samengesteld met behulp van de REGIS en H3O interpretaties.

*\* In het model wordt de Formatie van Breda gezamenlijk gemodelleerd met de in Limburg voorkomende Formatie van Ville, omdat deze in een overgangsgebied intercaleren en daardoor niet goed te onderscheiden en te modelleren zijn. De Formatie van Ville valt in zijn geheel buiten het modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee.*

### 3.3 Formaties van Maasluis, Waalre en Stramproy

De ondiep mariene Formatie van Maasluis (NUMS) bevat vaak minder glauconiet dan de Formatie van Oosterhout en bevat ook minder en ook andere schelpen (Maasluis vaak koudere soorten). De kleilaag aan de top van de Formatie van Maasluis wordt overeenkomstig met REGIS als de NUMSk1 gemodelleerd.

Op de Formatie van Maasluis liggen vroeg pleistocene fluviatiele en estuariene afzettingen van de Formatie van Waalre (NUPZWA\*). De basis van de Formatie van Waalre vertoont over Tholen - Kamperland een ingesneden basis, dit is de voortzetting van het zgn. 'Dal van Halsteren' (zie Figuur 2) dat ook is gekarteerd in West-Brabant. Ten noorden van deze dalstructuur komt de top van de Maasluis weer omhoog en dipt dan geleidelijk weg. De Formatie van Waalre vormt ook het fundament van de Brabantse Wal.

In Zeeland en Goeree-Overflakkee wordt de Formatie van Waalre gedomineerd door getijdeafzettingen bestaande uit matige grove en fijne veelal glimmerrijke zanden met getijdeklei laminaties. In de Formatie van Waalre zijn twee tot drie kleiniveaus zichtbaar (NUWak1, NUWak2 en NUWak3 van REGIS). De laagpakketten van Tegelen, Hoogerheide en Woensdrecht worden om budgettaire redenen nog niet gemodelleerd.

Zeer plaatselijk komt op de Brabantse Wal de vroeg pleistocene Formatie van Stramproy voor (NUSY). In dit gebied bestaat de formatie uit grijswit en bruingrijs tot groengrijs matig fijn kwartsrijk zand dat veelal kalkloos is en in tegen stelling tot de Formatie van Waalre geen glimmers bevat.

*\* In het model wordt de Formatie van Waalre gezamenlijk gemodelleerd met de noordelijker voorkomende Formatie van Peize omdat deze in een overgangsgebied intercaleren en daardoor niet goed te onderscheiden en te modelleren zijn. De Formatie van Peize valt in zijn geheel buiten het modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee.*

### 3.4 Eem Formatie, formaties van Koewacht, Kreftenheye en Boxtel

De vroeg pleistocene Formatie van Waalre wordt, indien niet later geërodeerd, bedekt door de laat pleistocene Eem Formatie (NUEE). Tussen beide formaties is een tijdshiaat aanwezig van minimaal 1,5 miljoen jaar.

De Eem Formatie is een schelprijk, grijs, matig fijn tot zeer grof zandig pakket. Plaatselijk is de afzetting kleilig. De Eem Formatie wordt op veel plaatsen bedekt door de Formatie van Koewacht (NUKW) die bestaat uit afzettingen van de rivier de Schelde. Deze midden pleistocene tot laat pleistocene formatie bestaat voornamelijk uit groengrijze tot lichtbruine, matig fijn tot matig grove zanden. Deze zanden worden over het algemeen fijner naar boven toe. Vooral in centraal Zeeuws-Vlaanderen en het zuidelijke deel van Walcheren en Zuid-Beveland kunnen in de bovenste ca. 5

meter ook (humeuze) leemlagen en veenlagen voorkomen. Grovere geulzanden, eventueel met fijn grind, komen ook voor, vaak aan de basis van de eenheid.

De Formatie van Koewacht is deels ouder dan de Eem Formatie en kan dus plaatselijk onder deze laatste voorkomen of ermee vertanden. Aangezien de Eem Formatie het oudere (midden-pleistocene) deel van de Formatie van Koewacht gedeeltelijk herwerkt kan hebben, en het jongere (laat-pleistocene) deel van de Formatie van Koewacht de Eem Formatie herwerkt heeft of ermee vertand is, is in die gevallen het onderscheid tussen deze twee formaties veelal moeilijk te maken. Daarom wordt in dit conceptueel model op pragmatische wijze de Eem Formatie overal onder de Formatie van Koewacht weergegeven. Als de Eem Formatie volgens dit principe wordt gemodelleerd kan ze dus ook het midden-pleistocene deel van de Formatie van Koewacht bevatten.

Direct ten westen van de Brabantse Wal vormen de jongste (< 30 kyr) laat-pleistocene afzettingen van de Schelde de opvulling van een diep ingesneden rivierdal. De geulzanden zijn in dit gebied vaak vrij grof. Zij bevatten onderaan dikwijls aanzienlijke hoeveelheden opgenomen schelpmateriaal uit Neogene en oudere mariene afzettingen die stroomopwaarts door de rivier worden aangesneden.

In en op de flanken van het dal komt op de geulzanden een klei voor die dikwijls siltig en kalkloos is en plaatselijk wordt bedekt door een dunne laag eolisch zand (het equivalent van het Laagpakket van Delwijnen; NUBXDE). Deze kleiige laag wordt geïnterpreteerd als een overstromingsvlakte-afzetting, waarschijnlijk daterend uit het Laat Glaciaal en/of Vroeg Holoceen, en is mogelijk een genetisch equivalent van de Laag van Wijchen, zoals onderscheiden in de Formaties van Kreftenheye en Beegden. Klassieke Wijchenkenmerken zoals kalkloosheid, blauw/groene kleur en een eolische kop, zijn vaak maar, net als in het Rijn-Maas rivierengebied, niet altijd aanwezig of herkenbaar door laterale faciesvariatie en verschillen in boorkwaliteit. Deze kleiige laag aan de top van de Formatie van Koewacht wordt gemodelleerd als eenheid NUKW1. De rest van de formatie wordt als NUKW2 gemodelleerd

De geulzanden kunnen met name direct naast de Brabantse Wal worden bedekt door de Formatie van Bortel ongedifferentieerd (NUBX) of door het Laagpakket van Wierden (NUBXWI).

Op de Brabantse Wal en plaatselijk op de Formatie van Koewacht, waarschijnlijk in directe samenhang met de dunne eolisch laag eerder genoemd, liggen laatglaciale tot vroeg-holocene rivierduinafzettingen die behoren tot de Formatie van Bortel, Laagpakket van Delwijnen (NUBXDE). Als de top van de rivierduinafzettingen later is verstoven, wat zich uit door de aanwezigheid van 'vuil' zand boven een begraven bodemniveau, wordt het Laagpakket van Delwijnen nog bedekt door stuifzand van het Laagpakket van Kootwijk (NUBXKO).

Ten westen van het laat pleistocene rivierdal zijn de afzettingen van de Formatie van Waalre veel minder diep ingesneden. Dit lokale, noord-zuid lopende hoog wordt ook wel de Rug van Rilland genoemd (zie Figuur 2). Ten westen hiervan komen er laat-pleistocene (> 30 kyr) en mogelijk midden-pleistocene afzettingen van de Formatie van Koewacht voor, waarop vaak wat dikkere afzettingen van de Formatie van Bortel (NUBX) en het Laagpakket van Wierden (NUBXWI) liggen.

De Formatie van Kreftenheye (NUKR) komt alleen voor in een oost-west lopende strook in het noordelijke deel van het onderzoeksgebied. Deze formatie bestaat uit



grijs-bruine, zeer grove en matig grove zanden. De zanden zijn vaak kalkrijk alhoewel de top ontkalkt kan zijn. Kenmerkend voor de zanden is dat ze vaak als bont omschreven worden, een eigenschap die kan worden gerelateerd aan de aanwezigheid van bonte zandkorrels en/of grind met een bron in de Duitse Middelgebergtes.

In het gebied bevat de Formatie van Kreftenheye bevat mariene schelpen. Deze schelpen zijn omgewerkt en hebben hun origine in (geërodeerde) mariene en estuariene afzettingen van de Eem Formatie (NUEE). In het gebied is de Formatie van Kreftenheye nagenoeg overal van Weichselien Vroeg Pleniglaciale tot Midden Pleniglaciale ouderdom (~80-30 kyr). Het jongere deel van de Formatie van Kreftenheye (< 30 kyr), inclusief de Laag van Wijchen, ligt (net) ten noorden van het gebied.

De Formatie van Koewacht (NUKW) is plaatselijk aanwezig op de Formatie van Kreftenheye. De aansluiting van het jongste deel van de Formatie van Koewacht, zijnde het deel wat de kleiige laag NUKW1 aan de top heeft direct ten westen van de Brabantse Wal, op het jongste deel van de Formatie van Kreftenheye kon echter nog niet verder uitgekarteerd worden.

De Formatie van Boxtel (NUBX), hoofdzakelijke bestaande uit wind-, beek- en meerafzettingen, bedekt, indien niet later versneden, nagenoeg overal de oudere eenheden. In het overwegend zandige, ongedifferentieerde deel van de Formatie van de Boxtel komen lokaal leem- en veenlagen voor. Deze worden niet als aparte eenheden in de DGM+ lagenmodellering meegenomen, maar komen wel tot uiting in het lithoklassemodel van GeoTOP. De top van de Formatie van Boxtel wordt in het algemeen gevormd door dekzand (Laagpakket van Wierden, NUBXWI) of rivierduinen (NUBXDE). Deze zanden zijn soms verstoven in het Holoceen (Laagpakket van Kootwijk, NUBXKO). De overige, dikwijls begraven beekafzettingen worden in gerekend tot de Formatie van Boxtel (NUBX).

### **3.5 Formaties van Naaldwijk en Nieuwkoop**

In DGM+/GeoTOP Zeeland en Goeree-Overflakkee worden de formaties van Koewacht, Boxtel en plaatselijk oudere formaties, bedekt door een 5 tot 20 m dikke holocene kustsequentie. Op plaatsen van diepe geulinsnijdingen kan de dikte 20 tot 60 m bedragen. Aan de basis van deze sequentie komt de Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag (NUNIBA) voor. De Basisveen Laag bestaat uit een 0,1 tot 1 m dikke veenlaag.

Op de locatie van het jonge Scheldedal aan de voet van de Brabantse Wal is de holocene opeenvolging complexer in verband met het voorkomen van de Formatie van Kreekrak; deze opeenvolging wordt daarom onder 'Formatie van Kreekrak' hieronder apart besproken.

Buiten het jongste laat pleistocene Scheldedal kan onder -8 m +NAP de Basisveen Laag direct bedekt zijn door het Laagpakket van Wormer, Laag van Velsen (NUNAWOVE). De NUNAWOVE is een vroeg-holocene humeuze verdrinkingsklei. De NUNAWOVE wordt stratigrafisch bedekt door de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer (NUNAWO). De NUNAWO bestaat uit geul- en plaatafzettingen. Grote geulsystemen bestaan uit schelphoudende, matig fijne en matig grove zanden (op diepte zelfs grove zanden) met kleilaminaties en kunnen

lokaal diep insnijden in oudere afzettingen. Lateraal van de geulen komen vaak kalkrijke kleien of zeer fijne zanden voor (plaat- of kleinere geulafzettingen).

De NUNAWO wordt bedekt door de Formatie van Nieuwkoop, Hollandveen Laagpakket (NUNIHO). Dit veenpakket reflecteert de fase van volledige kustsluiting rond 5000 BP. NIHO bestaat typisch uit een 1 tot 3 m dik veenpakket en komt buiten de grote geulen van de Formatie van Naaldwijk Formatie, Laagpakket van Walcheren (NUNAWA) in zeer grote gebieden van DGM+/GeoTOP Zeeland en Goeree-Overflakkee voor. De continuering van dit veenpakket op pleistocene afzettingen buiten het NUNAWO voorkomen wordt ook tot de NUNIHO gerekend.

Het Hollandveen Laagpakket wordt grotendeels bedekt door de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren (NUNAWA). Dit betreft de geul- en plaatafzettingen die werden gevormd na opening van de kust na ruwweg 3000 BP. Het kenmerk van dit pakket zijn de zeer diepe insnijdingen van o.a. de Wester- en Oosterschelde. De afzettingen van deze diepe, recente getijdegeulen worden als aparte geullichamen gemodelleerd omdat deze zandiger zijn dan de plaatafzettingen. De geulen kartering richt zich hier specifiek op de zandige invulling van de NUNAWA, indien de top van de geul kleilig is zal deze tot de moedereenheid NUNAWA gerekend worden. Hierbij worden de geulen die in de afgelopen ca. 500 jaar nog actief waren tot de Generatie A gerekend worden en de andere geulen tot Generatie B (NUNAWAga resp. NUNAWAgb). De samenstelling van het laagpakket vertoont grote overeenkomsten met de NUNAWO en vaak wordt de stratigrafische positie t.o.v. de NUNIHO gebruikt voor het onderscheid.

In de kustzone worden de laagpakketten van Zandvoort (NUNAZA) en Schoorl (NUNASC) onderscheiden. Het Laagpakket van Zandvoort bestaat uit strand- en vooroeverafzettingen die in dit gebied zijn afgezet na 5000 BP. De zanden zijn matig grof tot zeer grof, grijs tot bruingrijs, kalkrijk en schelphoudend. Kenmerkend voor het onderscheid tussen de NUNAZA en NUNASC en de andere holocene eenheden is dat ze nagenoeg geen klei bevatten.

In het model wordt er onderscheid gemaakt tussen de jongeren (NUNAZA1) en de oudere (NUNAZA2) afzettingen die die bedekt kunnen worden door het Hollandveen Laagpakket. Zeer lokaal kan er nog een dun laagje NUNAWO op de NUNAZA2 liggen, deze is te dun en fragmentarisch om afzonderlijk te modelleren en wordt in het model samengenomen met de NUNAZA2. In de kustzone komt het Laagpakket van Walcheren ook voor boven het Laagpakket van Zandvoort. Het deel van het Laagpakket van Walcheren boven het deel onder het Laagpakket van Zandvoort worden in het model respectievelijk aangeduid als NUNAWA1 en NUNAWA2.

De jonge afzettingen van Het Laagpakket van Zandvoort worden bedekt door de jonge duinafzettingen van het Laagpakket van Schoorl. Deze eenheid bestaat uit goed gesorteerde, zeer fijn tot matig fijne, lichtgeel, kalkrijk tot kalkloze zanden van eolische origine. Lokaal kunnen er veenlaagjes aanwezig zijn binnen het Laagpakket van Schoorl.

### 3.6 Kreekrak Formatie

De Kreekrak Formatie (NUKK) is op twee niveaus in de Holocene stratigrafische opeenvolging te onderscheiden. Het onderste niveau is als NUKK2 gelabeld en het bovenste, jongere niveau als NUKK1.

#### NUKK2

Binnen het laat-pleistocene Scheldedal ten westen van de Brabantse Wal komen laatglaciale en vroeg- tot midden-holocene fijn-klastische en organisch-rijke fluviaatle Schelde-afzettingen voor van de Kreekrak Formatie (NUKK2). Deze formatie bestaat voornamelijk uit (sterk) humeuze klei en gyttja waarin één of meerdere (kleiige) veenlagen kunnen voorkomen, alsook dunne lenzen humeus en siltig/kleiig fijn zand. De dikte varieert van 0,1 m tot ongeveer 8 m, met een gemiddelde van 1 tot 2 m. De formatie komt voor boven de NUNIBA, NUKW1, NUKW2, NUBX (NUBXWI, NUBXDE), NUPZWA en onder de Formatie van Naaldwijk (NUNAWO en NUNAWA). De geulen uit de laatstgenoemde formatie kunnen de NUKK2 dikwijls sterk insnijden en eroderen, waardoor de huidige verbreiding plaatselijk sterk versnipperd is.

De relatie van de NUKK2 met omliggende eenheden is dikwijls complex en vooral in slecht beschreven boringen is het onderscheid soms moeilijk. Zo gaan de onderste zoete Schelde-afzettingen van de NUKK2 naar boven toe vaak geleidelijk over in de bovenliggende mariene Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer (NUNAWO). Het onderscheid tussen beide kan, indien beschreven, gemaakt worden op basis van de aanwezigheid van zoetwaterindicatoren als vivianiet, zoetwaterschelpen, voorkomen van gyttja en het organisch gehalte van de afzettingen (met als proxy de al dan niet bruine kleur).

De Basisveen Laag (NUNIBA) kan zowel onder als boven als ingeschakeld in de NUKK2 voorkomen. De NUNIBA kan in het Scheldedal dun of plaatselijk afwezig zijn vanwege doorgaande vroeg-holocene activiteit van de Schelde. Als meerdere (kleiige) veenlagen in de NUKK2 voorkomen worden deze als onderdeel van de NUKK2 te modelleren. Uit paleobotanisch onderzoek in het Scheldedal bij Kreekrak en Ossendrecht (zie o.a. De Jong, 1966, 1967, 1970; Veldkamp, 1997) blijkt dat de diepere veenlagen in de NUKK2 kwelvenen zijn, en de bovenste veenlaag een verdrinkingsveen is, waarboven de afzettingen een geleidelijke verzilting vertonen richting NAWO. Omdat deze intercalaties zeer moeilijk te modelleren zijn is ervoor gekozen om de NUKK2 alleen boven de NUNIBA te modelleren waarbij de NUNIBA die ingeschakeld of boven de NUKK2 ligt, in de NUKK2 opgenomen wordt.

Naar het noorden gaat de Kreekrak Formatie over in het Laagpakket van Velsen (NUNAWOVE) (overgang niet zichtbaar in profiel) in een complex overgangsg gebied.

#### NUKK1

Hoger in de holocene sequentie komt een jonge Schelde-afzetting voor die deels is ingeschakeld in de NUNIH0. Dit bovenste deel van de Formatie van Kreekrak (NUKK1, zie Profiel 1) komt voor in een deel van Tholen en lokaal ook in oostelijk Zuid-Beveland. Ze bestaat voornamelijk uit humeuze kleien en gyttja's en is in minder goed beschreven boringen soms moeilijk te onderscheiden van omliggende afzettingen. De NUKK1 wordt boven het niveau van het NUNIH0 laagpakket gemodelleerd.

### 3.7 Antropogene afzettingen

Net als in onder andere Noord-Brabant en Limburg zijn door de mens ten behoeve van de landbouw esdekken (NUAAES) aangelegd op de pleistocene zandgronden. De esdekken worden dan ook alleen gemodelleerd op de Brabantse Wal. Verspreid over het gehele studiegebied is door de mens veelal zandige grond opgebracht ten behoeve van bedijking, bebouwing en infrastructuur (NUAAOP).



Figuur 2 Topografische kaartje met aanduiding van de ligging van het 'Dal van Halsteren' en de 'Rug van Rilland'.

## 4 Modeleenheden

### 4.1 Overzicht alle modeleenheden Zeeland en Goeree-Overflakkee

De volgende modeleenheden komen voor in modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee. De volgordelijkheid is conform de modelvolgorde van de eenheden, waarbij opgemerkt moet worden dat de kleilagen in hun geheel binnen de moedereenheid vallen. Moedereenheid NUPZWA kan bijvoorbeeld zowel onder als boven kleilaag NUWak2 voorkomen.

| Eenheid   | Omschrijving  |
|-----------|---|
| NUAAOP    | Antropogene afzettingen, Opgebrachte grond                        |
| NUAAES    | Antropogene afzettingen, Esdekken                                 |
| NUNASC    | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Schoorl                    |
| NUNAWA1   | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren 1                |
| NUNAZA1   | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Zandvoort 1                |
| NUNAWAga  | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren, geulgeneratie a |
| NUNAWAgb  | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren, geulgeneratie b |
| NUNAWA2   | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren 2                |
| NUKK1     | Formatie van Kreekak  |
| NUNIHO    | Formatie van Nieuwkoop, Hollandveen Laagpakket                    |
| NUNAZA2   | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Zandvoort 2                |
| NUNAWO    | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer                     |
| NUNAWOVE  | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer, Laag van Velsen    |
| NUKK2     | Formatie van Kreekak  |
| NUNIBA    | Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag                            |
| NUBXS1    | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Singraven                     |
| NUBXDEKO* | Formatie van Boxtel Delwijnen                                     |
| NUBXWIKO* | Formatie van Boxtel Wierden                                       |
| NUBX      | Formatie van Boxtel   |
| NUKR1     | Formatie van Kreftenheye  |
| NUKW1     | Formatie van Koewacht 1   |
| NUKW2     | Formatie van Koewacht 2   |
| NUEE      | Eem Formatie  |
| NUSY      | Formatie van Stramproy  |
| NUWak1    | Formatie van Waalre 1 <sup>e</sup> kleilaag (bovenste)            |
| NUWak2    | Formatie van Waalre 2 <sup>e</sup> kleilaag (middelste)           |
| NUWak3    | Formatie van Waalre 3 <sup>e</sup> kleilaag (onderste)            |
| NUPZWA    | Formatie van Peize en Formatie van Waalre                         |
| NUMSk1    | Formatie van Maassluis 1 <sup>e</sup> kleilaag                    |
| NUMS      | Formatie van Maassluis  |
| NUOOk1    | Formatie van Oosterhout 1 <sup>e</sup> kleilaag                   |
| NUOO      | Formatie van Oosterhout   |

|        |  |
|--------|--|
| NUBRVI | Formatie van Breda en Formatie van Ville |
| NMRU   | Rupel Formatie                           |
| NMTO   | Formatie van Tongeren                    |
| NLDO   | Formatie van Dongen                      |

*\* NUBXKO wordt apart gemodelleerd maar in een later stadium samengevoegd met onderliggende eenheid NUBXDE dan wel NUBXWI, tot resp. NUBXDEKO en NUBXWIKO.*

#### 4.2 Nieuw gemodelleerde eenheden

| Eenheid  | Nieuw in landelijke DGM+ modellering of nieuw in dit modelgebied |
|----------|--|
| NUKK1    | Nieuw in de landelijke modellering                               |
| NUKK2    | Nieuw in de landelijke modellering                               |
| NUNAZA1  | Nieuw in dit modelgebied   |
| NUNAZA2  | Nieuw in de landelijke modellering                               |
| NUNAWO   | Nieuw in dit modelgebied   |
| NUNAWOVE | Nieuw in dit modelgebied   |
| NUBXDEKO | Nieuw in dit modelgebied   |
| NUBXWIKO | Nieuw in dit modelgebied   |
| NUKW1    | Nieuw in de landelijke modellering                               |
| NUKW2    | Nieuw in de landelijke modellering                               |
| NUWAK1   | Nieuw in dit modelgebied   |
| NUWAK2   | Nieuw in dit modelgebied   |
| NUWAK3   | Nieuw in de landelijke modellering                               |
| NUMSk1   | Nieuw in de landelijke modellering                               |
| NUOOK1   | Nieuw in de landelijke modellering                               |

#### 4.3 Eenheden in modelgebied die niet apart worden gemodelleerd

| Eenheid | Toelichting  |
|---------|--|
| NUMSk2  | Ligt te diep om als sturing voor GeoTOP lithoklassemodel te dienen |
| NUOOC   | Ligt te diep om als sturing voor GeoTOP lithoklassemodel te dienen |
| NUBRk1  | Ligt te diep om als sturing voor GeoTOP lithoklassemodel te dienen |
| NMRUBO  | Niet in deze release vanwege beperkt budget                        |
| NMRUBE  | Niet in deze release vanwege beperkt budget                        |
| NMRURA  | Niet in deze release vanwege beperkt budget                        |
| NMTORU  | Niet in deze release vanwege beperkt budget                        |
| NMTOWA  | Niet in deze release vanwege beperkt budget                        |
| NMTOBA  | Niet in deze release vanwege beperkt budget                        |
| NLDOIE  | Niet in deze release vanwege beperkt budget                        |
| NLDOAS  | Niet in deze release vanwege beperkt budget                        |
| NLDOBR  | Niet in deze release vanwege beperkt budget                        |
| NLDOOO  | Niet in deze release vanwege beperkt budget                        |

#### 4.4 Verbreiding en interpretatie eenheden

| Eenheid | Omschrijving                                   | Verbreiding | Labeling    | Afwezigheidsinformatie |
|---------|--|-------------|-------------|------------------------|
| NUAAOP  | Antropogene afzettingen, Opgebrachte grond     | Actueel     | Automatisch | Meenemen               |
| NUAAES  | Antropogene afzettingen, Esdekken              | Actueel     | Automatisch | Negeren                |
| NUNASC  | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Schoorl | Actueel     | Automatisch | Meenemen               |
| NUNAWA1 | Formatie van Naaldwijk,                        | Potentieel  | Automatisch | Meenemen               |

|          |   |                    |                         |          |
|----------|---|--------------------|-------------------------|----------|
|          | Laagpakket van Walcheren 1  |                    |                         |          |
| NUNAZA1  | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Zandvoort 1                | Actueel            | Automatisch             | Meenemen |
| NUNAWAga | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren, geulgeneratie a | Actueel            | Automatisch             | Meenemen |
| NUNAWAgb | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren, geulgeneratie b | Actueel            | Automatisch             | Meenemen |
| NUNAWA2  | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren 2                | Potentieel         | Automatisch             | Meenemen |
| NUKK1    | Formatie van Kreekrak   | Potentieel         | Handmatig               | Meenemen |
| NUNIHO   | Formatie van Nieuwkoop, Hollandveen Laagpakket                    | Actueel            | Automatisch             | Meenemen |
| NUNAZA2  | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Zandvoort 2                | Actueel            | Automatisch             | Meenemen |
| NUNAWO   | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer                     | Potentieel         | Automatisch             | Negeren  |
| NUNAWOVE | Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer, Laag van Velsen    | Potentieel         | Automatisch             | Meenemen |
| NUKK2    | Formatie van Kreekrak   | Potentieel         | Handmatig & Automatisch | Meenemen |
| NUNIBA   | Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag                            | Actueel            | Automatisch             | Meenemen |
| NUBXKO*  | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Kootwijk                      | Actueel            | Automatisch             | Meenemen |
| NUBXDE*  | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen                     | Actueel/Potentieel | Automatisch             | Meenemen |
| NUBXWI*  | Formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden                       | Actueel            | Automatisch             | Meenemen |
| NUBX     | Formatie van Boxtel   | Potentieel         | Handmatig               | Meenemen |
| NUKR1    | Formatie van Kreftenheye  | Potentieel         | Handmatig               | Meenemen |
| NUKW1    | Formatie van Koewacht 1   | Potentieel         | Automatisch             | Meenemen |
| NUKW2    | Formatie van Koewacht 2   | Potentieel         | Handmatig               | Meenemen |
| NUEE     | Eem Formatie  | Potentieel         | Handmatig               | Meenemen |



|        |   |            |                         |          |
|--------|---|------------|-------------------------|----------|
| NUSY   | Formatie van Stramproy                                  | Potentieel | Handmatig               | Meenemen |
| NUWak1 | Formatie van Waalre 1 <sup>e</sup> kleilaag (bovenste)  | Potentieel | Automatisch             | Meenemen |
| NUWak2 | Formatie van Waalre 2 <sup>e</sup> kleilaag (middelste) | Potentieel | Automatisch             | Meenemen |
| NUWak3 | Formatie van Waalre 3 <sup>e</sup> kleilaag (onderste)  | Potentieel | Handmatig & Automatisch | Meenemen |
| NUPZWA | Formatie van Peize en Formatie van Waalre               | Potentieel | Handmatig               | Meenemen |
| NUMSk1 | Formatie van Maassluis 1 <sup>e</sup> kleilaag          | Potentieel | Handmatig & Automatisch | Meenemen |
| NUMS   | Formatie van Maassluis                                  | Potentieel | Handmatig               | Meenemen |
| NUOOK1 | Formatie van Oosterhout 1 <sup>e</sup> kleilaag         | Potentieel | Handmatig & Automatisch | Meenemen |
| NUOO   | Formatie van Oosterhout                                 | Potentieel | Handmatig               | Meenemen |
| NUBRVI | Formatie van Breda en Formatie van Ville                | Potentieel | Handmatig               | Meenemen |
| NMRU   | Rupel Formatie  | Potentieel | Handmatig               | Meenemen |
| NMTO   | Formatie van Tongeren                                   | Potentieel | Handmatig               | Meenemen |
| NLDO   | Formatie van Dongen                                     | Potentieel | Handmatig               | Meenemen |

\* *NUBXKO wordt apart gemodelleerd maar in een later stadium samengevoegd met onderliggende eenheid NUBXDE dan wel NUBXWI, tot resp. NUBXDEKO en NUBXWIKO.*

Bovenstaande tabel geeft voor elk van de te modelleren eenheden weer of dat:

- De verbreiding potentieel dan wel actueel wordt gekarteerd
- De boringen handmatig dan wel automatisch worden gelabeld.
- Afwezigheidsinformatie meegenomen dan wel genegeerd wordt.

#### Verbreiding: potentieel of actueel

Eenheden kunnen nooit buiten de gekarteerde verbreiding voorkomen. De verbreiding van een eenheid kan actueel of potentieel zijn gekarteerd zijn. Voor eenheden met een actuele verbreiding is het mogelijk voorkomen van deze eenheid zo goed mogelijk gekarteerd op basis van de huidige kennis en boringen. Voor eenheden met een potentiële verbreiding ligt de grens tussen waar de eenheid nog wel en waar zeker niet meer voorkomt binnen de gekarteerde potentiële verbreiding. Er kan ook sprake zijn van eenheden die deels actueel en deels potentieel gekarteerd zijn.

Er zijn enkele eenheden in het modelgebied waarvan de verbreiding actueel wordt gekarteerd, zoals is aangegeven in bovenstaande tabel

De antropogene ophooglaag en de esdekken zijn beide door de mens aan het oppervlak aangebracht. Het voorkomen van deze beide eenheden kan op basis van bestaand kaartmateriaal zoals topografische, geomorfologische en/of bodemkundige en het AHN2 op de voor DGM+ en GeoTOP wenselijke schaal van 100 x 100 m worden gekarteerd. Ook voor zandige geulafzettingen wordt de actuele verbreiding gebruikt. Geullichamen in de Nederlandse ondergrond vormen grillige, zandige

structuren die aaneengesloten linten vormen en elkaar kunnen doorsnijden. De begrenzing van geulen wordt in het Nederlandse kustgebied in detail vastgelegd in profieltypekartering. Binnen de gekarteerde geulbegrenzing wordt er vanuit gegaan dat er altijd zandige geulafzettingen voorkomen.

De verbreidingen van de eenheden NUNIHO, NUNIBA, NUNAZA1, NUNASC, NUNAZA2 zijn ook zeer actueel gekarteerd in de profieltypekartering. Deze verbreidingen zijn binnen DGM+ grotendeels overgenomen, echter kan het zo zijn dat tijdens het consistent maken van het lagenmodel het gemodelleerde voorkomen kleiner wordt dan de gekarteerde verbreiding. De NUBXDE is actueel gekarteerd voor het deel gelegen op de Brabantse Wal terwijl het voorkomen in het Scheldedal potentieel gekarteerd is.

#### Afwezigheidsinformatie: negeren of meenemen

Tijdens de lagenmodellering in Isatis kan afwezigheidsinformatie juist wel of juist niet worden meegenomen. Het meenemen van afwezigheidsinformatie houdt in dat er tijdens de modellering van een eenheid rekening gehouden wordt met de boringen waarin deze eenheid niet is aangetroffen (afwezigheidsboringen). Het doel hiervan is om de continuïteit van de gemodelleerde lagen niet te overschatten en zo goed mogelijk aan te laten sluiten bij de boorinformatie.

Het kan ook zijn dat de afwezigheidsinformatie wordt genegeerd omdat het niet kunnen onderscheiden van een eenheid niet per se hoeft te betekenen dat deze eenheid daar niet voorkomt. Hierbij speelt met name boorkwaliteit een belangrijke rol. Voor de pleistocene kleilagen wordt geen afwezigheidsinformatie meegenomen als de boring eindigt in de moedereenheid, zonder daarbij een dieper gelegen kleilaag te hebben aangeboord.

#### Stratigrafische interpretatie: handmatig of automatisch

In het algemeen geldt dat diepere eenheden op basis van handmatig gelabelde diepe boringen worden gekarteerd. Het aantal boringen dat grotere diepte bereikt is beperkt en de kwaliteit van de boorbeschrijving hiervan is sterk wisselend. In detail beschreven boringen van goede kwaliteit (DGM+ v2.3 selectieset) worden daarom zorgvuldig en met de hand geïnterpreteerd. Voor enkele kleilagen (NUWak3, NUMSk1, NUOOk1, geldt dat de handmatige interpretaties van de H3O projecten en REGIS worden aangevuld met automatisch gelabelde intervallen.

In het ondiepe bereik (eenheden van holocene of soms laat glaciële ouderdom) zijn veel meer boringen beschikbaar en is vaak sprake van sterk contrasterende lithologiën tussen verschillende stratigrafische eenheden. Om van de gehele dataset gebruik te kunnen maken, worden de grenzen tussen eenheden op basis van deze contrasten automatisch in de boringen opgespoord.

De Kreekrak Formatie vormt hierop de uitzondering. Dit is een ondiepe eenheid die deels handmatig is geïnterpreteerd. Dit wordt gedaan om twee redenen:

- de eenheid is niet eerder in 3D gekarteerd. Om grip te krijgen op de verbreiding, precieze stratigrafische positie (bijvoorbeeld intercalatie met andere eenheden, die in het model door vereenvoudiging wegvalt) en kenmerken van de eenheid in boorbeschrijvingen is eerst een aanzienlijke set boringen handmatig geïnterpreteerd.
- de lithologie van deze eenheid contrasteert weinig met boven- en onderliggende eenheden. Er wordt daarom in groot detail naar de

boorbeschrijvingen gekeken, waarbij zowel de boorbeschrijving zelf als de relatie tot omliggende boringen wordt beschouwd.

In Zeeland en Goeree-Overflakkee is in het verleden een groot aantal boringen van handmatige stratigrafie voorzien, ook in het Holocene traject. Er is desondanks voor gekozen om in het Holocene traject toch gebruik te maken van automatische labelling. Dit zorgt ervoor dat ook nieuw toegevoegde boringen zonder handmatige labelling gebruikt kunnen worden in het model en dat de interpretaties consistent zijn met die van de Holocene eenheden elders in Nederland. De kwaliteit van de automatische scripting voldoet voor het modelgebied.

## 5 Verschillen met de stratigrafische nomenclator

Onderstaande tabel vat de verschillen tussen het modelconcept en de stratigrafische nomenclator (TNO, 2013; Van Adrichem Boogaert et al., 1993-1997) samen. Merk op dat die niet in alle gevallen gelijk is aan de nieuwe stratigrafische nomenclator, die in 2020 beschikbaar is gekomen (TNO-GDN, 2020). De kleilagen (NUWAK1, NUWAK2, NUWAK3, NUMSk1, NMOOK1) zijn hier buiten beschouwing gelaten omdat dit geen stratigrafische eenheden zijn.

| Modeleenheid                                 | Geologische eenheid  | Verschil met nomenclator  |
|--|--|---|
| NUNAWAga,<br>NUNAWAgb,<br>NUNAWA1<br>NUNAWA2 | Formatie van Naaldwijk,<br>Laagpakket van<br>Walcheren                         | Het Laagpakket van Walcheren uit de nomenclator wordt in het model opgesplitst in het deel boven het Laagpakket van Zandvoort (NUNAWA1) en het deel onder het Laagpakket van Zandvoort (NUNAWA2). Geulen worden als aparte eenheden gemodelleerd (NUNAWAga en NUNAWAgb).  |
| NUNAZA1,<br>NUNAZA2                          | Formatie van Naaldwijk,<br>Laagpakket van Zandvoort                            | Het Laagpakket van Zandvoort uit de nomenclator wordt in het model opgesplitst in het deel dat boven de NUNIH0 voorkomt (NUNAZA1) en een deel dat onder de NUNIH0 voorkomt (NUNAZA2)  |
| NUKK1,<br>NUKK2                              | Kreekrak Formatie  | De Kreekrak Formatie wordt in het model ingedeeld in twee niveaus: De bovenste NUKK1 komt voor boven het NUNIH0 laagpakket en de onderste NUKK2 komt voor boven het NUNIBA laagpakket   |
| NUKR1 en<br>NUKR2                            | Formatie van Kreftenheye   | Opgesplitst in NUKR1 (boven de Eem Formatie) en NUKR2 (onder de Eem Formatie; NUKR2 komt in het modelgebied niet voor).   |
| NUBXKO,<br>NUBXDE,<br>NUBXWI                 | Formatie van Boxtel,<br>laagpakketten van<br>Kootwijk, Delwijnen en<br>Wierden | NUBXKO (Laagpakket van Kootwijk) wordt samengevoegd met onderliggende modeleenheid NUBXDE of NUBXWI tot resp. NUBXDEKO of NUBXWIKO.   |
| NUBX   | Formatie van Boxtel  | Het onderste zandige deel van de Formatie van Boxtel bevatte voorheen ook lemige en venige of humeuze lagen. Die worden nu tot de Formatie van Koewacht gerekend. Daardoor wordt nu alleen nog maar een dun pakket lithologisch duidelijk te onderscheiden zanden tot de Formatie van Boxtel gerekend en komt de basis van de formatie hoger te liggen. |
| NUKW1  | Formatie van Koewacht,<br>bovenste kleiige zone                                | Komt in de nomenclator niet voor.   |
| NUKW2  | Formatie van Koewacht,<br>overige afzettingen                                  | De interpretatie van de Formatie van Koewacht in boringen wordt aangepast: in   |

| Modeleenheid | Geologische eenheid                       | Verschil met nomenclator   |
|--------------|---|--|
|              |   | <p>het verleden kwam tot op grote diepte de Formatie van Boxtel voor. Hierbij werd de basis van de Boxtel soms op vergelijkbare diepte gemodelleerd als in de Roerdalslenk. Dat concept is niet realistisch bevonden.</p> <p>De Formatie van Koewacht gaat naar boven toe geleidelijk over in een zandige Formatie van Boxtel met veel leem en humeuze of venige lagen erin. Die laatste worden nu tot de Formatie van Koewacht gerekend. De top van de Formatie van Koewacht komt daarmee hoger te liggen. Waar de Eem Formatie vertand is met de Formatie van Koewacht, worden de oude afzettingen van de Formatie van Koewacht gelegen direct onder de Eem Formatie tot de Eem Formatie gerekend.</p> |
| NUEE         | Eem Formatie                              | <p>Waar de Eem Formatie vertand is met de Formatie van Koewacht, worden de oude afzettingen van de Formatie van Koewacht gelegen direct onder de Eem Formatie tot de Eem Formatie gerekend.</p>  |
| NUPZWA       | Formatie van Peize en Formatie van Waalre | <p>Deze twee formaties worden samengevoegd tot één modeleenheid, omdat ze in een overgangsgebied buiten Zeeland en Goeree-Overflakkee intercalerend voorkomen. Dit kunnen we (nog) niet modelleren. In het huidige modelgebied komt alleen de Formatie van Waalre voor, maar wordt wel de naam NUPZWA voor de modeleenheid gehanteerd.</p>   |
| NUBRVI       | Formatie van Breda en Formatie van Ville  | <p>Deze twee formaties worden samengevoegd tot één modeleenheid. De Formatie van Ville komt vooral in Midden Limburg voor en is over zijn gehele verbreiding vertand met de Formatie van Breda. Dit is in een lagenmodel niet op een praktische manier van elkaar te scheiden.</p>   |

## 6 Verschillen met vorig conceptueel model

| Geologische eenheid  | Aanpassing t.o.v. GeoTOP Zeeland en GeoTOP Goeree-Overflakkee   | Aanpassing t.o.v. DGM v2.2  |
|--|---|---|
| Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Zandvoort en Formatie van Naaldwijk Laagpakket van Wormer | In modelgebied Zeeland werden de genoemde formaties samen gemodelleerd als modeleenheid NWNZ. In het nieuwe modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee worden de beide formaties apart gemodelleerd en wordt het Laagpakket van Zandvoort onder de NUNIHO gemodelleerd als NUNAZA2. Verder worden de lithofacies van NAWO niet apart gemodelleerd. In het nieuwe model wordt als sturing meegenomen waar NAWO erosief op eenheden van pleistocene ouderdom ligt. | Eenheid valt in zijn geheel binnen de Holocene modeleenheid.  |
| Kreekrak Formatie  | Deze formatie is nieuw toegevoegd. Het wordt op twee niveaus gemodelleerd: één boven het Hollandveen Laagpakket (NUKK1) en één onder het Hollandveen Laagpakket en boven de Basisveen Laag (NUKK2).   | Eenheid valt in zijn geheel binnen de Holocene modeleenheid.  |
| Formatie van Boxtel, Laagpakketten van Kootwijk, Delwijnen en Wierden                            | In GeoTOP Zeeland en GeoTOP Goeree-Overflakkee werden geen laagpakketten binnen de Formatie van Boxtel onderscheiden. Dit wordt nu wel gedaan, waarbij NUBXKO wordt samengevoegd met onderliggende modeleenheid NUBXDE of NUBXWI tot resp. NUBXDEKO of NUBXWIKO. Dit is dezelfde werkwijze als in GeoTOP Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg.   | Model kent geen laagpakketten   |
| Formatie van Koewacht  | De Formatie van Koewacht staat sinds 2010 in de stratigrafische nomenclator. Deze was bij het maken van modelgebieden Zeeland (2007-2008) en Goeree-Overflakkee (2008) echter nog niet formeel beschreven en werd daarom niet gemodelleerd.   | Het onderscheid tussen te kleiige top (NUKW1) en zandigere basis(NUKW2) is niet eerder gekarteerd. Door herziene boorinterpretaties is het voorkomen nu meer continu te karteren. |

|                       |  |                |
|-----------------------|--|----------------|
| Formatie van Rupel    | Deze eenheid werd voorheen voor Goeree-Overflakkee niet gekarteerd, en in Zeeland alleen in het gebied waar voldoende gegevens beschikbaar waren om het diepteverloop van de eenheid goed te kunnen voorspellen. In het nieuwe modelgebied wordt de eenheid overal gemodelleerd, waarbij informatie uit diepe boringen wordt meegenomen als steunpunten. | Als bij GeoTOP |
| Formatie van Tongeren | Deze eenheid werd voorheen voor Goeree-Overflakkee niet gekarteerd, en in Zeeland alleen in het gebied waar voldoende gegevens beschikbaar waren om het diepteverloop van de eenheid goed te kunnen voorspellen. In het nieuwe modelgebied wordt de eenheid overal gemodelleerd. Waarbij informatie uit diepe boringen wordt meegenomen als steunpunten. | Als bij GeoTOP |
| Formatie van Dongen   | Deze eenheid werd voorheen voor Goeree-Overflakkee niet gekarteerd, en in Zeeland alleen in het gebied waar voldoende gegevens beschikbaar waren om het diepteverloop van de eenheid goed te kunnen voorspellen. In het nieuwe modelgebied wordt de eenheid overal gemodelleerd. Waarbij informatie uit diepe boringen wordt meegenomen als steunpunten. | Als bij GeoTOP |

## 7 Verschillen met conceptueel model aansluitende gebieden

Modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee grenst aan de modelgebieden Zuid-Holland, Rivierengebied en Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg. De eenheden in modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee worden vergeleken met die uit de aansluitende modelgebieden in onderstaande tabel. Wanneer daarin 'n.v.t.' staat betekent dat dat de eenheid in het modelgebied niet voorkomt c.q. niet wordt gemodelleerd. Wanneer in de tabel '-' staat betekent dat dat er voor de betreffende eenheid geen verschillen zijn gevonden met modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee.



| Eenheid | Zeeland en Goeree-Overflakkee  | Zuid-Holland  | Rivierengebied  | Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg  |
|---------|--|---|---|--|
| Geulen  | Geulen worden alleen voor de NUNAWA als afzonderlijke eenheid gemodelleerd. Hierbij wordt er onderscheid gemaakt tussen de generatie A en generatie B geulen. Geulen komen ook binnen de NUNAWO voor, maar zijn daarbinnen niet als afzonderlijke eenheid gemodelleerd. De globale ligging van NUNAWO-geulen in gebieden waar NUNAWA-geulen afwezig zijn te duiden is op basis van het al dan niet voorkomen van de NUNIBA; dit gegeven wordt in de lagenmodellering gebruikt maar niet bij het labelen van de boringen. Andere eenheden waarbinnen geulen zouden kunnen worden gemodelleerd komen in het modelgebied niet voor. | Geulgeneraties A en B worden gemodelleerd binnen NUNAWA, D en E binnen NUNAWO en A t/m E binnen NUEC. | Geulgeneraties A en B worden gemodelleerd binnen NUNAWA, D en E binnen NUNAWO en A t/m E binnen NUEC. | Geulgeneraties A en B worden gemodelleerd binnen NUNAWA, D en E binnen NUNAWO, A t/m E binnen NUEC en A binnen NUBEOM (niet alle generaties komen in het gebied voor). |
| NAAOP   | Kartering is gebaseerd op verschillende bronnen, waaronder Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN) v5, top10NL en AHN3.   | Kartering is gebaseerd op LGN v5.   | Kartering is gebaseerd op LGN v5.   | AHN2 i.p.v. AHN3.  |
| NUNAZA2 | Eenheid toegevoegd om de complexe kustsequentie te modelleren.   | n.v.t.  | n.v.t.  | n.v.t.   |

| Eenheid | Zeeland en Goeree-Overflakkee  | Zuid-Holland                                     | Rivierengebied   | Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg |
|---------|--|--|--|---|
| NUBXKO  | Kartering en diepteligging van deze eenheid is omstreden. De eenheid wordt daarom opgeleverd als gecombineerde eenheid NUBXWIKO (NUBXKO op NUBXWI) en NUBXDEKO (NUBXKO op NUBXDE).   | n.v.t.   | Gezamenlijk gemodelleerd met BXWI en BXSI als de eenheid BXWISIKO.       | -   |
| NUBXDE  | Aan het oppervlak hetzelfde als in Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg. Als afzonderlijke eenheid gemodelleerd. Lokaal samengevoegd met NUBXKO tot NUBXDEKO.   | Samengevoegd met de onderliggende eenheid NUKR1. | Samengevoegd met de onderliggende eenheid NUKR1.                         | -   |
| NUBXWI  | Als afzonderlijke eenheid gemodelleerd. Lokaal samengevoegd met NUBXKO tot NUBXWIKO.   | -  | Gezamenlijk gemodelleerd met NUBXKO en NUBXSI als de eenheid NUBXWISIKO. | -   |
| NUBX    | Ondergrens NUBX in modelgebied wordt in boringen hoger gelegd dan voorheen door nieuwe inzichten in grens met de NUKW. Geen aansluitingsproblemen verwacht, omdat dit aan de rand van het modelgebied niet aan de orde is. | -  | -  | -   |
| NUKR1   | Als afzonderlijke eenheid gemodelleerd.  | Samengevoegd met bovenliggende eenheid NUBXDE.   | Samengevoegd met bovenliggende eenheid NUBXDE.                           | -   |

| Eenheid | Zeeland en Goeree-Overflakkee  | Zuid-Holland  | Rivierengebied   | Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg              |
|---------|--|---|--|--|
| NUSY    | Als afzonderlijke eenheid gemodelleerd.  | Opgenomen in de eenheid NUPZWA, omdat NUSY hier erg moeilijk te onderscheiden en vaak erg dun is. | -  | -  |
| PZWA    | Eenheid omvat de Formatie van Peize (NUPZ) en de Formatie van Waalre (NUWA). NUPZ komt in het modelgebied niet voor. | Omvat hier ook de eenheid NUSY.   | -  | -  |
| NUOO*   | -  | -   | -  | -  |
| NUBRVI* | -  | -   | -  | -  |
| NMRU**  | Gekarteerd voor gehele modelgebied.  | Niet gekarteerd, te weinig diepe boringen beschikbaar.  | Niet gekarteerd, te weinig diepe boringen beschikbaar. | Niet gekarteerd, te weinig diepe boringen beschikbaar. |
| NMTO**  | Gekarteerd voor gehele modelgebied.  | Niet gekarteerd, te weinig diepe boringen beschikbaar.  | Niet gekarteerd, te weinig diepe boringen beschikbaar. | Niet gekarteerd, te weinig diepe boringen beschikbaar. |
| NLDO**  | Gekarteerd voor gehele modelgebied.  | Niet gekarteerd, te weinig diepe boringen beschikbaar.  | Niet gekarteerd, te weinig diepe boringen beschikbaar. | Niet gekarteerd, te weinig diepe boringen beschikbaar. |

\* De diepteligging van de grens tussen de Formatie van Oosterhout (NUOO) en de Formatie van Breda (NUBRVI) is aangepast in modelgebied H3O-noordwest (Roerdalslenk). Deze wijziging is nog niet opgenomen in de laatst gepubliceerde versie van GeoTOP Noord-Brabant en Noord- en Midden Limburg, maar zal wel worden toegepast in het nieuwe lagenmodel van DGM+ en dus in modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee. Het effect ervan wordt echter vooral in de Roerdalslenk verwacht en niet op de overgang tussen modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee en het modelgebied Noord-Brabant en Noord- en Midden-Limburg.

Voorheen werd de overgang van de Formatie van Oosterhout naar de Formatie van Breda te hoog gelegd. Dit probleem trad op doordat de grens gelegd werd bij het eerste voorkomen van glauconiet in boringen, terwijl glauconiet ook onderin de Formatie van Oosterhout kan voorkomen. Door informatie uit diepe boringen te combineren met die uit seismiek, kan een nieuwe, verbeterde grens worden vastgesteld. De verlegging van deze grens speelt in Zeeland en Goeree-Overflakkee geen rol, omdat daar sprake is van een sterk erosief contact, waardoor het contrast tussen deze twee lagen veel groter is dan verder naar het oosten in met name de Roerdalslenk. De verwachting is daarom dat de aansluiting tussen de twee modelgebieden ondanks de nieuwe definitie van de overgang geen problemen zal geven.

\*\* De formaties van Rupel, Tongeren en Dongen worden (vooralsnog) enkel in modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee gekarteerd. Deze worden op de grens van het modelgebied verticaal afgekap.

## 8 Literatuurlijst

Bos, J. A., Huisman, D. J., Kiden, P., Hoek, W. Z., & van Geel, B. (2005). Early Holocene environmental change in the Kreekrak area (Zeeland, SW-Netherlands): a multi-proxy analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 227(4), 259-289.

GeoTOP v1.4 Geraadpleegd op 26 mei 2020 vanaf <https://www.broloket.nl/ondergrondmodellen> TNO (2019-2) Totstandkomingsrapport GeoTOP, TNO rapport R11655 (<https://www.broloket.nl/toelichting/geotop>)

De Jong, J., 1966. Pollenanalytisch onderzoek van een tweetal boringen (Holoceen en Laatglaciaal) uit de omgeving van Ossendrecht. Intern Rapport 448, Afdeling Paleobotanie Kenozoicum, Rijks Geologische Dienst, Haarlem, 3 pp.

De Jong, J., 1967. Aanvullend pollenanalytisch onderzoek aan boringen (Holoceen en Laatglaciaal) uit de omgeving van Ossendrecht. Intern Rapport 448a, Afdeling Paleobotanie Kenozoicum, Rijks Geologische Dienst, Haarlem, 4 pp.

De Jong, J., 1970. Pollenanalytisch onderzoek van materiaal afkomstig uit de bouwput voor de aanleg van een sluis in het Kreekrak. Intern Rapport 558, Afdeling Paleobotanie Kenozoicum, Rijks Geologische Dienst, Haarlem, 4 pp.

REGIS II v2.2 Geraadpleegd op 26 mei 2020 vanaf <https://www.broloket.nl/ondergrondmodellen> TNO (2019) Totstandkomingsrapport Hydrogeologisch Model (REGIS II), TNO rapport R11654 (<https://www.broloket.nl/toelichting/regis-ii>)

TNO, 2013. Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond, versie 2013. Geraadpleegd op 26 mei 2020 vanaf <https://www.dinoloket.nl/nomenclator-ondiep>.

TNO-GDN, (2020). Laag van Velsen. In: Stratigrafische Nomenclator van Nederland, TNO – Geologische Dienst Nederland. Geraadpleegd op 27-05-2020 op <http://acc.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/laag-van-velsen>.

Van Adrichem Boogaert, H.A. & Kouwe, W.F.P., 1993-1997. Verschillende stratigrafische eenheden. In: Stratigraphic Nomenclature of the Netherlands. Geraadpleegd op 26 mei 2020 vanaf <https://www.dinoloket.nl/nomenclature-deep>

Veldkamp, M.A., 1997. Pollenanalytisch onderzoek aan de boring Ossendrecht 49D/245. Intern Rapport 1267, Afdeling Paleobotanie Kenozoicum, Rijks Geologische Dienst, Haarlem, 2 pp.

Vos, P.C. & Van Heeringen, R.M., 1997. Holocene geology and occupation history of the Province of Zeeland. In: Fischer, M.M. (ed.): Holocene evolution of Zeeland (SW Netherlands), 5-110.

## 9 Ondertekening

Naam en paraaf tweede lezer

Dr. J. Stafleu

Ondertekening

Autorisatie vrijgave

MSc J.C. Stam  
Auteur

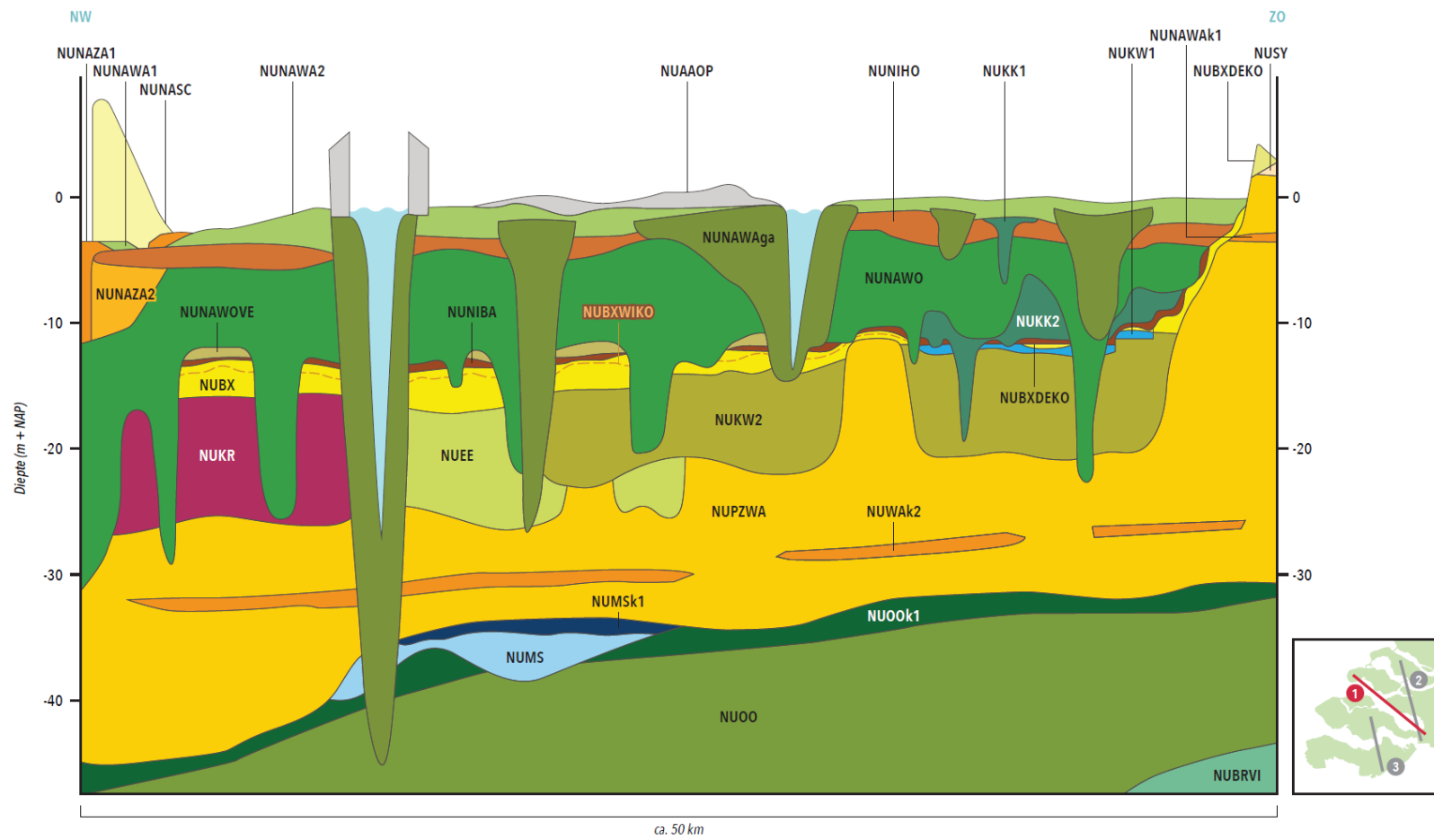
Dr. M.J. van der Meulen  
Chief geologist

## A. Profielen modelconcept

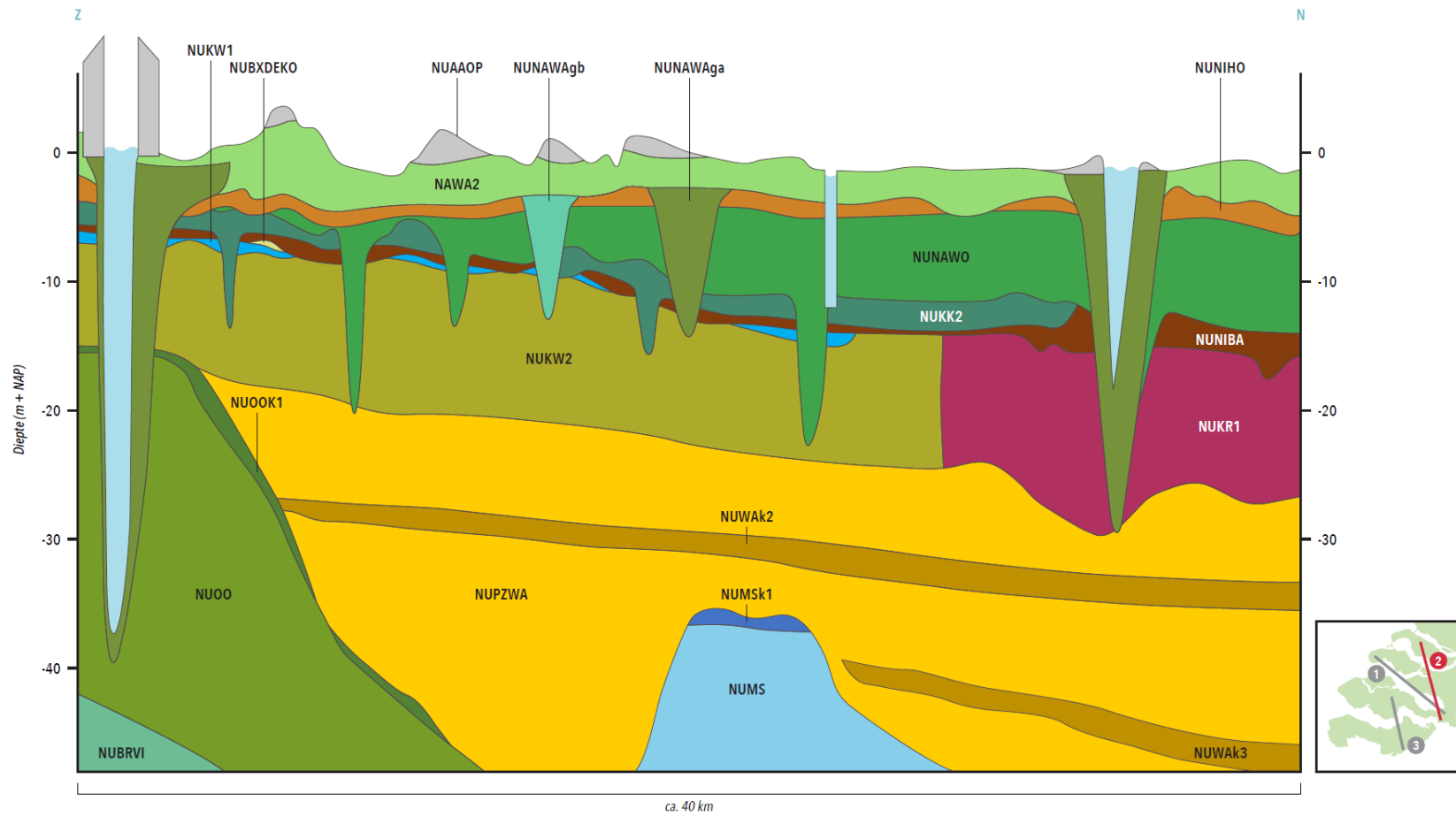
Onderstaande figuren bevatten drie profielen die tezamen het concept voor modelgebied Zeeland en Goeree-Overflakkee weergeven. In de figuren worden de te modelleren eenheden en hun onderlinge relaties worden weergegeven.



Figuur 3 indicatie van de ligging van de conceptuele profielen

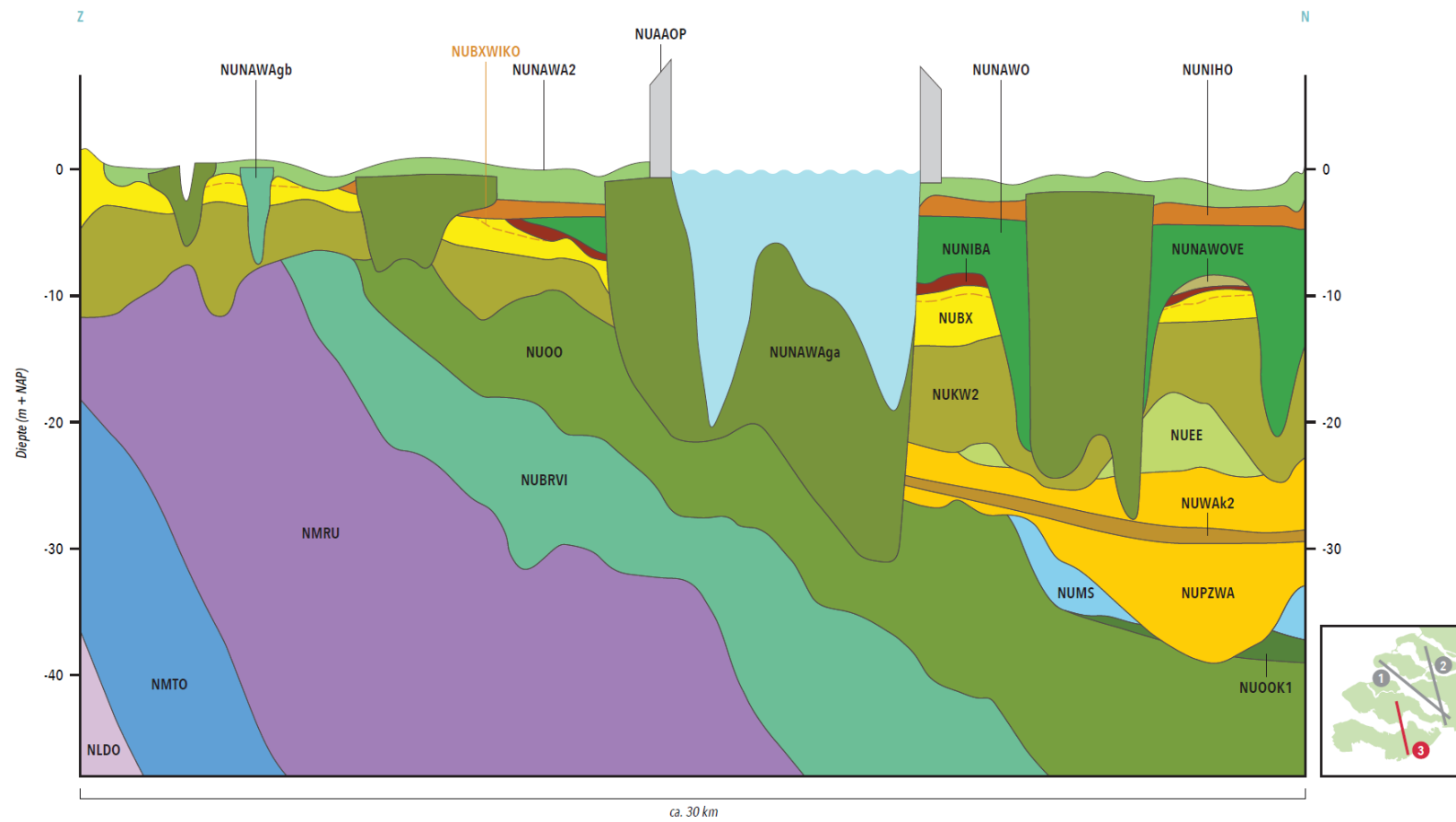


Figuur 4 Concept profiel van ongeveer de Kop van Schouwen tot de Brabantse Wal



Figuur 5 Profiel door het paleo-Scheldedal





Figuur 6 Profiel van Zeeuws-Vlaanderen tot Walcheren