



////////////////////////////////////

Stroomgebiedbeheerplannen voor Schelde en Maas 2022 - 2027

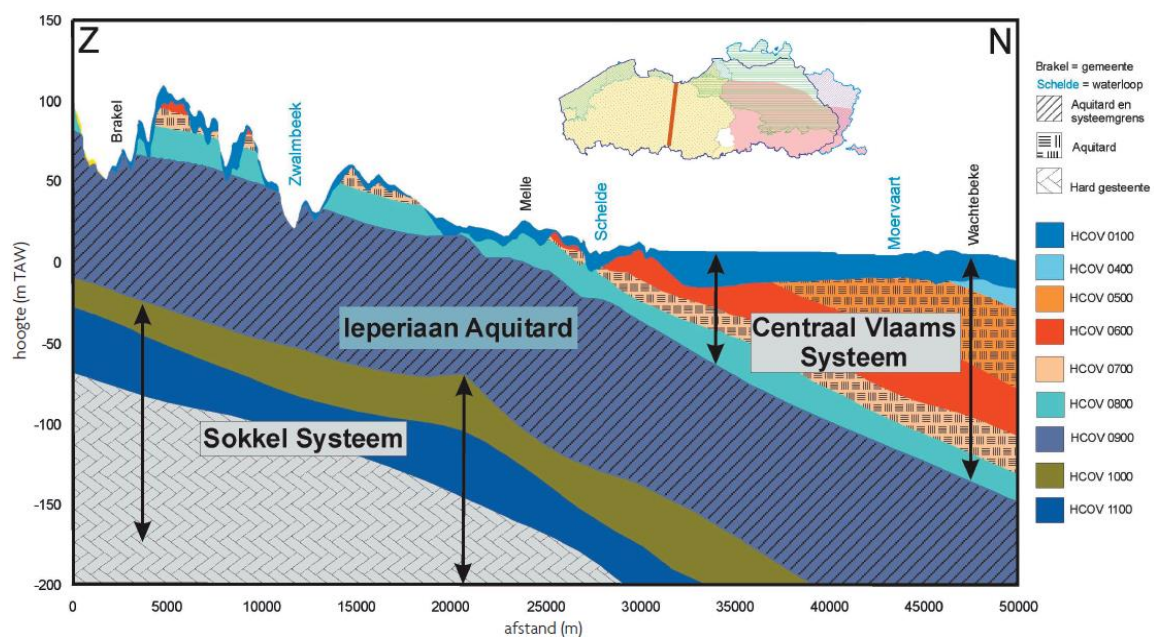
Grondwatersysteemspecifiek deel – Sokkelsysteem

Bijlage 1 - Begrenzing en hydrogeologische opbouw van het
Sokkelsysteem

////////////////////////////////////

Begrenzing van het Sokkelsysteem

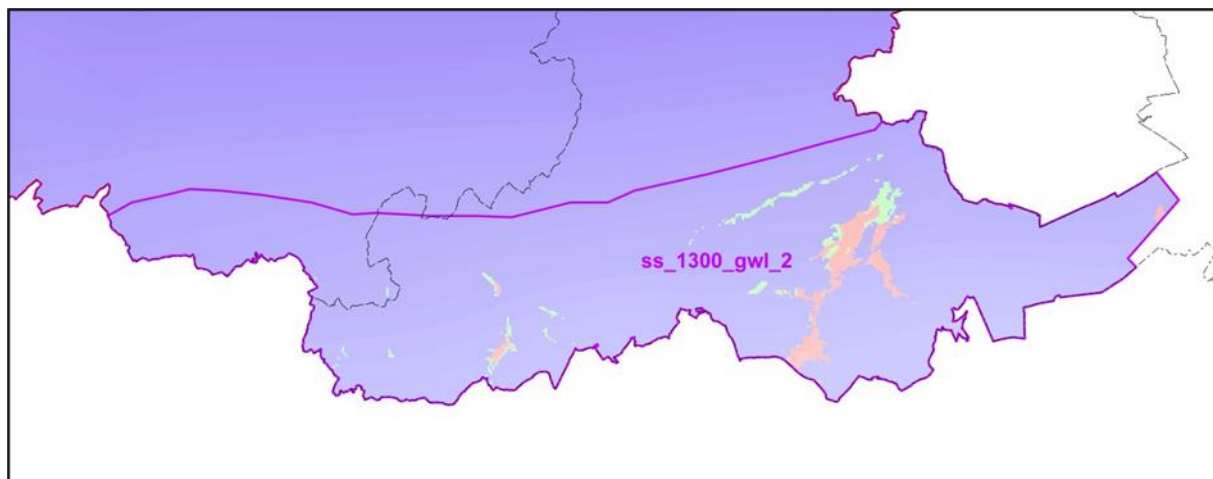
Het Sokkelsysteem (SS) is gelegen in het stroomgebied van de Schelde. Het systeem bestaat uit de diepe watervoerende lagen van Oost- en West-Vlaanderen, het westelijk deel van Vlaams-Brabant en het zuidwestelijk tipje van de provincie Antwerpen. Het bevat alle belangrijke aquifers die zich onder de Ieperiaan Aquitard (HCOV 0900) bevinden en voor grondwaterwinning in aanmerking komen, meer bepaald de watervoerende delen van het Paleoceen Aquifersysteem (HCOV 1000), het Krijt Aquifersysteem (HCOV 1100) en de Sokkel (HCOV 1300) inclusief het Kolenkalk. Aan de onderkant wordt het systeem begrensd door het ondoorlatend deel van de Sokkel en meer specifiek de Cambro-Silurische steenlagen van het Massief van Brabant (Figuur 1).



Figuur 1. Zuid-noord profiel door het Sokkelssysteem (SS) en het Sokkelsysteem (SS)

Alle watervoerende lagen binnen het Sokkelsysteem zijn gespannen, op een kleine zone in het zuid-zuidwestelijke tipje van Vlaams-Brabant na – de vallei van de Zenne, de vallei van de Zuunbeek en de vallei van de Mark ten zuiden en zuidwesten van Brussel – waar de klei plaatselijk weggeërodeerd is door de waterlopen zodat de watervoerende lagen van het Landeniaan (HCOV 1010) en van de Cambro-Silurische Sokkel (HCOV 1340) er plaatselijk een freatisch karakter hebben (Figuur 2).

Het Sokkelsysteem situeert zich volledig in het stroomgebiedsdistrict van de Schelde. Ten oosten van het Sokkelsysteem komt het Brulandkrijtsysteem voor. Bovenop het Sokkelsysteem komt het Centraal Vlaams Systeem voor.



Figuur 2. Dagzomen van het Paleoceen Aquifersysteem (HCOV 1000, groen) en de Cambro-Siluur Massief van Brabant (HCOV 1340, rood), waar het Ieperiaan Aquitardsysteem (HCOV 0900, paars) plaatselijk geërodeerd is in het grondwaterlichaam SS_1300_GWL_2 (voedingsgebied).

Hydrogeologische opbouw van het Sokkelsysteem

Het SS bestaat uit de oudste afzettingen van het Tertiair binnen het Paleoceen Aquifersysteem (HCOV 1000), nl. de lagunair-continentale klei-, mergel en zandlagen van de Formatie van Tienen en de mariene kleien, silt, zanden en zand-, silt- en kalksteenlagen van de Formatie van Hannut, die samen de Groep van Landen vormen.

Daaronder vinden we vervolgens binnen het SS voornamelijk de Krijtafzettingen van de Formatie van Nevele en de krijtzanden en mergels van de Formaties van Masières, Esplechin, Vert Galand en Bernisart (West-Vlaanderen en in het zuidwesten van Oost-Vlaanderen, incl. de zgn. Turoonmergels) die hier het Krijt Aquifersysteem (HCOV 1100) vormen. In het noorden en noordoosten van het systeem treffen we ook nog in beperkte mate de krijt-zanden en mergels van de Formatie Vaals en Dorne aan.

Tenslotte treffen we daaronder de oudste afzettingen uit het Paleozoïcum, de zgn. Sokkel (HCOV 1300) en in hoofdzaak het Cambro-Siluur Massief van Brabant (HCOV 1340). In de zuidelijke grensregio van West-Vlaanderen met Frankrijk en Wallonië, treffen we binnen het Sokkelsysteem ook nog het Carboon (of Kolenkalk, vnl. Spiere-Helkijn, zuidelijk deel van Zwevegem, Kortrijk, Menen en Wervik) en het Devoon aan. De lagen hellen licht af naar het noordoosten (Figuur 1) zodat de afzettingen naar het noordoosten toe (veel) dieper voorkomen.

HCOV 1000 – Paleoceen Aquifersysteem

Deze hydrogeologische hoofdeenheid wordt voornamelijk gevormd door de verschillende opeenvolgende watervoerende lagen die tot de Landen Groep (Formaties van Tienen en Hannut) en de Formaties van Heers en Opglabbeek (niet binnen het Sokkelsysteem) behoren. De afzettingen zijn sterk heterogeen samengesteld en watervoerend door hun zandige voorkomen. In het zandige pakket kunnen verschillende minder doorlatende kleiige lagen aanwezig zijn, waardoor de laag eerder geschikt is voor kleinere grondwaterexploitaties.

De hoofdeenheid wordt verder opgesplitst in drie hydrogeologische subeenheden, waaronder één aquitard. In het Sokkelsysteem komt voornamelijk het Landeniaan Aquifersysteem voor (HCOV 1010).

Lithologie

Deze hydrogeologische subeenheid HCOV 1010 Landeniaan Aquifersysteem, is samengesteld uit de doorlatende continentale afzettingen van de Formaties van Tienen en de mariene afzettingen van de Formatie van Hannut, waarin waterwinning mogelijk is. Daaronder treft men de eerder kleiige, slecht-doorlatende lagen van de Leden van Lincet (Formatie van Hannut) aan. De subeenheid wordt verder opgedeeld in vijf basiseenheden:

HCOV 1010 Landeniaan Aquifersysteem

HCOV 1011 Zand van Knokke

Formatie van Tienen, Lid van Knokke.

HCOV 1012 Zandige afzettingen van Loksbergen en/of Dormaal

Formatie van Tienen, Leden van Loksbergen en Dormaal.

HCOV 1013 Zand van Grandglise

Formatie van Hannut, Lid van Grandglise.

HCOV 1014 Kleiig deel van Lincet

Formatie van Hannut, Lid van Lincet.

HCOV 1015 Versteend deel van Lincet

Formatie van Hannut, Lid van Lincet.

Binnen het Sokkelsysteem is de Groep van Landen voornamelijk opgebouwd uit het continentaal lagunair facies van het Lid van Knokke (Formatie van Tienen) met daaronder de mariene zanden van het Lid van Grandglise (Formatie van Hannut).

De continentale afzettingen bestaan uit grijs, fossielhoudend fijn kwartszand met talrijke brakwaterschelpen en plaatselijk dunne zandsteenconcreties. Daaronder kan men donkergrijze, fossielrijke klei tot mergel aantreffen, waarin schelpenkalksteenbanken en dunne zandlenzen voorkomen.

De mariene afzettingen bestaan uit grijsgroen, fossiel- en glauconiethoudend zand, soms met dunne kleiige intercalaties en plaatselijk zandstenen (Lid van Grandglise). Naar onder toe gaan de afzettingen over in eerder kleiig fijn zand tot kalkhoudende zandige klei met verkiezelingen (Lid van Lincet).

De top van het Landeniaan helt globaal van het zuiden naar het noorden. Mede gezien de variatie in dikte en de diepte van voorkomen in het zuiden van het Sokkelsysteem, is waterwinning uit deze laag vooral belangrijk in West-Vlaanderen..

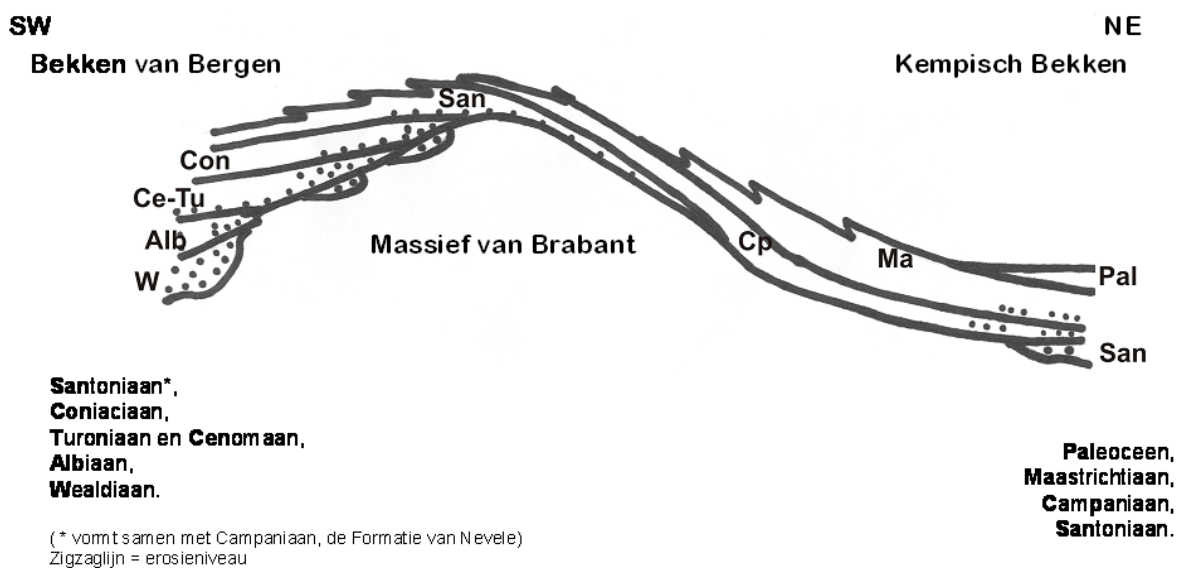
HCOV 1100 – Het Krijt Aquifersysteem

Lithologie

Deze hydrogeologische hoofdeenheid wordt ingedeeld in vijf hydrogeologische subeenheden, die de afzettingen uit het Onder-Paleoceen (Formatie van Houthem, komt niet voor binnen het Sokkelsysteem) samen met de krijtformaties van Maastricht en Gulpen en de afzettingen van de Formatie van

Vaals en Aken, de Turoonmergels op het Massief van Brabant en de geologische lagen van het Wealdiaan.

De krijtafzettingen zijn afgezet tijdens de verschillende transgressieve pulsen die kwamen uit het zuiden in periodes met hoge zeespiegelstand. De afzettingen wiggen onregelmatig uit tegen de dorsale as van het Massief van Brabant, ongeveer op de lijn Oostende-Oudenaarde (Figuur 3). De Paleozoïsche sokkel van het Massief van Brabant vormde immers een paleoreliëf dat enkel tijdens de rustige Krijt-transgressies (Boven Santoniaan- en Onder Campaniaantransgressies) overspoeld werd, zonder veel diepgaande erosie of afvlakking.



Figuur 3. Krijtafzettingen op het Massief van Brabant, volgens Dusar, 2007.

Ten zuiden van de dorsale as van het Massief van Brabant zijn de krijtafzettingen ouder en meer divers: men treft er afzettingen aan uit het Cenomaan, het Turoniaan, Coniaciaan en Santoniaan (Figuur 3 en **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). In de richting van de as worden de gesteentepakketten dunner en jonger.

Bovenaan treft men een compact pakket aan, doorgaans hard siltig wit krijt van Santoniaan ouderdom met soms silexfragmenten en op verschillende niveaus aan de basis hardgrounds. Hieronder ligt een pakket bleekgrijs, fijnzandig krijt met glauconietspikkels, eveneens daterend uit het Santoniaan en uitwiggend in de richting van de dorsale as.

Onder deze karakteristieke krijtsequentie ligt een meer heterogene sequentie die in twee leden kan worden opgesplitst. Bovenaan treft men groenig, glauconiethoudend, mergelig krijt aan, sterk verhard tot verkiezeld.

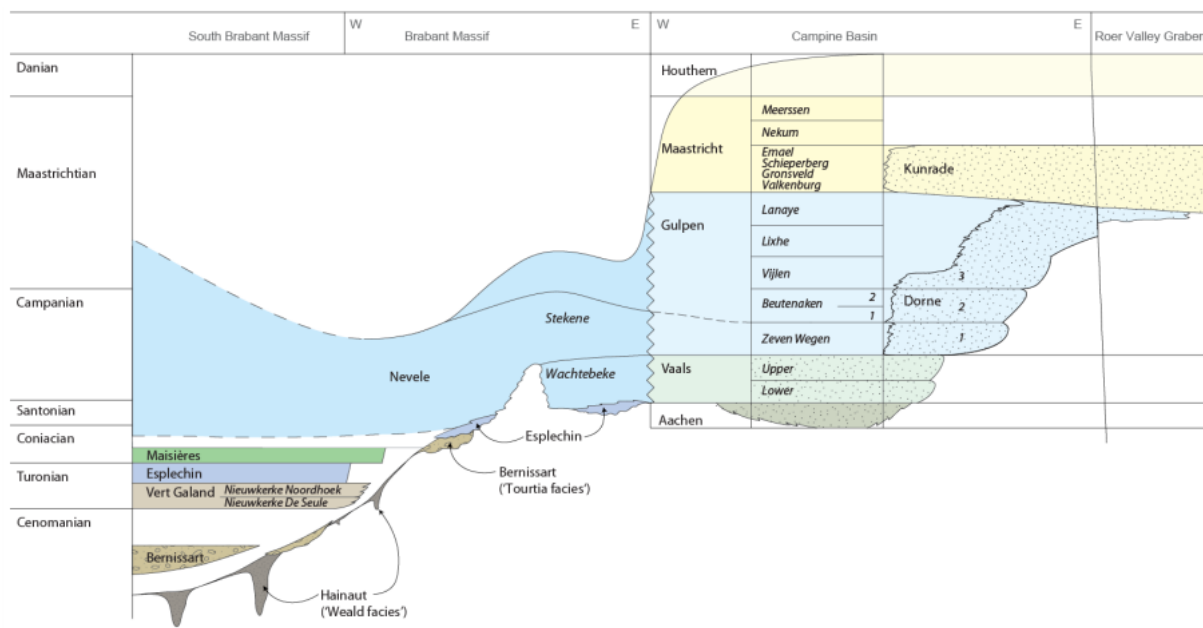
Daaronder vindt men een grijsgroene mergelige-kleiige matrix, glauconietrijke krijtmergels geassocieerd met het Turoon in het Bekken van Bergen (gekenmerkt door verhoogde gammastraling, zgn. "Diè-ves"), maar hier waarschijnlijk eerder van Coniaciaan ouderdom (of terminaal Turoon).

Tenslotte treft men een basisconglomeraat van laat Cenomaniaan ouderdom aan bestaande uit fijne dicht gecementeerde, groengrijze kalkzandsteen en grindlenzen van sokkelkeien. Hierin worden soms dikke schelpenbanken (lumachellenbanken) aangetroffen. Dit basisconglomeraat kan rechtstreeks op de Paleozoïsche sokkel rusten of op krijtlagen van continentaal-fluviatiele oorsprong, namelijk Wealdiaan facies (vermoedelijk van Cenomaniaan ouderdom). Dit facies komt lokaal voor in depressies met een beperkte dikte. Het bestaat uit fijn, licht verkit, zeer poreus, stofferig en slecht gesorteerd grijs tot paarsachtig zand, vol kolige, soms gepyritiseerde houtresten. Daaronder volgt een granulegrind, hoofdzakelijk bestaande uit witte kwarts.

Onder andere onder de alluviale vlakte van de Schelde en bovenop (max. 2m) of ingezakt in de verkarste Onder-Carboon kalksteen (max. 60m dik), treft men dit Wealdiaan als spleetopvulling aan.

Ten noorden van de dorsale as van het Massief van Brabant is het krijt veel gelijkmatiger en komen voornamelijk afzettingen van de jongste Santoniaan-Campaniaantransgressies voor; in het uiterste noorden treft men soms nog het vroege Maastrichtiaan aan.

Door de inversietektoniek tijdens het Late Krijt zijn deze typisch witte krijtafzettingen beter bewaard in het noorden dan het zuiden. Men kan twee sequenties van erg ongelijke dikte onderscheiden. De voornaamste, bovenste krijtafzettingen zijn zeer monotoon, bestaande uit witte, fijnsiltige krijt van Campaniaan ouderdom (tot vroeg Maastrichtiaan), soms met zwarte silexknollen, soms glauconiethoudend. Naar onderen toe wordt het krijt harder en meer verkiezeld. In de onderste meter kan het glauconiet- en zandgehalte en de korrelgrootte snel toenemen. Aan de basis van dit glauconietrijk groenzandig basispakket ligt een hardground.



Figuur 4. Lithostratigrafisch correlatieschema van het Krijtfacies ten zuiden en ten noorden van de horst van het Massief van Brabant. Duser M. en D. Lagrou, 2007.

De gereduceerde sequentie van het krijt onder deze hardground is van laat Santoniaan ouderdom en bevat o.a. mergellenzen en schelpenbanken. Daaronder treft men tenslotte een basisgrind met grote keien uit lokale sokkelgesteenten aan. Het laterale equivalent van deze mariene basissequentie in het

typegebied van Zuid Limburg is vermoedelijk de randmariene-continentale Formatie van Aachen (HCOV 1130).

De Formaties van Vaals en Onder Gulpen (HCOV 1120 en 1113) komen in aanmerking als laterale equivalenten voor de monotone witte krijtsequenties van Campaniaan ouderdom.

De dorsale as van het Massief van Brabant vormde dus vanaf het Cenomaniaan tot aan het laat Santonian een grote morfologische hindernis voor de Krijttransgressies vanuit het Noord-Franse krijtbekken.

Wat de hydrogeologische opbouw volgens de HCOV-codering betreft, kunnen we concluderen dat we binnen het Sokkelsysteem voornamelijk de Krijt Aquifer (HCOV 1110) en de Turoonmergels op het Massief van Brabant (HCOV 1140) onderscheiden. Heel plaatselijk vindt men in het zuiden van West-Vlaanderen ook het Wealdiaanfacies terug (HCOV 1150). We moeten echter opmerken dat de HCOV-codering voor wat betreft de krijtformaties in het westelijk deel van Vlaanderen (dus binnen het Sokkelsysteem), te beperkt is. De 3 basiseenheden die opgenomen zijn binnen de subeenheid 1110 Krijt Aquifer, namelijk de kalksteen van de Formatie van Houthem (HCOV 1111) en de krijtlagen van de Formaties van Maastricht (HCOV 1112) en Gulpen (HCOV 1113), komen immers niet voor binnen het Sokkelsysteem; de laterale equivalenten hier (schuindruk hieronder) werden niet in de HCOV-codering opgenomen.

HCOV 1100 Krijt Aquifersysteem

HCOV 1110 Krijt Aquifer

1111 Kalksteen van Houtem (Formatie van Houtem, Laat-Paleoceen, Tertiair)

1112 Tufkrijt van Maastricht (Formatie van Maastricht)

1113 Krijt van Gulpen (Formatie van Gulpen)

...

HCOV 1140 Turoonmergels op Massief van Brabant

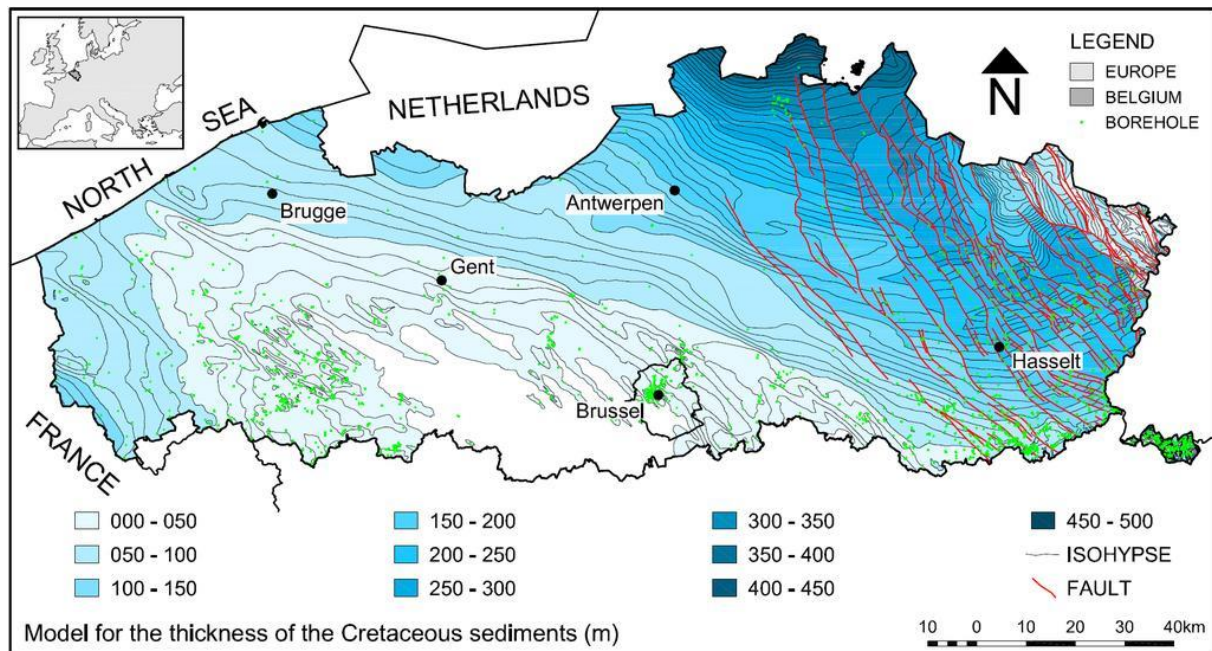
HCOV 1150 Wealdiaan

Binnen het Sokkelsysteem wordt het Krijt Aquifersysteem (HCOV 1100) samen met de Sokkel (HCOV 1300) als één watervoerend pakket beschouwd omdat er zich, in tegenstelling tot wat soms het geval is tussen het Landeniaanzand en het Krijt, geen aquitard tussenin bevindt.

Dikte, top en basis

De dikte van het Krijt Aquifersysteem binnen het Sokkelsysteem varieert sterk naargelang de ligging ten opzichte van de kern van het Massief van Brabant (opgeheven dorsale as volgens de lijn Oostende-Roeselare-Oudenaarde). Naar het zuiden toe is in deze laag soms waterwinning mogelijk.

De top van het Krijt situeert zich binnen het Sokkelsysteem vanaf ongeveer 24mTAW of 31m -mv (ten zuiden van het Brussels Gewest) en helt naar het noorden toe tot een diepte van ca. -535 mTAW of 530m -mv. De dikte varieert van 0m tot 189m.



Figuur 5. G3D-diktemodel van de krijtafzettingen in Vlaanderen (Bron: DOV).

HCOV 1300 – De Sokkel

De Sokkel (HCOV 1300) omvat binnen het Sokkelsysteem een beperkt gedeelte van het Kolenkalk (HCOV 1320) en het Devoon (HCOV 1330) en in hoofdzaak het Cambro-Siluur Massief van Brabant (HCOV 1340).

Lithologie HCOV 1300 – Sokkel

Deze hydrogeologische hoofdeenheid omvat een deel van de geologische formaties van het Primair die de “Paleozoïsche Sokkel” vormen. Meer in het bijzonder betreft het de afzettingen van het Carboon, waarvan binnen het Sokkelsysteem we de grijze kalkstenen van het Onder-Carboon (1320 Kolenkalk) aantreffen, het Devoon (1330) en het Cambro-Siluur (1340 Cambro-Siluur Massief van Brabant).

Binnen het Sokkelsysteem zijn de gesteenten die de watervoerende laag van de Paleozoïsche sokkel opbouwen voornamelijk van Cambro-Silurische oorsprong (Massief van Brabant). Enkel in het uiterste zuiden treft men het Devoon aan en de Kolenkalksteen van de noordrand van het Synclinatorium van Namen aan (Carboonkalksteen). Deze laag is zeer geschikt voor waterwinning en wordt in Vlaanderen enkel aangewend ten behoeve van de drinkwatersector.

HCOV 1300 Sokkel

...

1320 Kolenkalk

1330 Devoon

1340 Cambro-Siluur Massief van Brabant

HCOV 1320 Kolenkalk (Onder-Carboon)

Ten zuiden van de lijn Ieper-Wevelgem-Menen-Avelgem, komen discordant tussen de Krijtgesteenten en de Cambro-Silurische sokkel de Boven-Paleozoïsche formaties voor van het Bekken van Doornik (i.e. het westelijk deel van het Synclitorium van Namen). De lagen hellen naar het ZZW en worden door breuken verdiept; aan de zuidgrens van het Sokkelsysteem in het West-Vlaamse Spiere bereikt het pakket reeds een dikte van zo'n 400m.

De Onder-Carboonsequentie is goed ontwikkeld en kan een dikte van 400 m bereiken. Deze sequentie bestaat uit kalkrijke gesteenten: het bovenste complex van Molinciaan (Onder-Viseaan) en Ivoriaan ouderdom (Boven-Tournaisiaan), vergelijkbaar met de Doornikse kalksteen. Doorgaans sterk gedolomitiseerd kalksteen en fijnkorrelige kalksteen, rijk aan chert (silex), wisselen elkaar af. In de Scheldevallei zijn deze kalkstenen sterk gespleten en verkarst, waardoor ze erg watervoerend zijn.

Het onderste complex is van Hastariaan ouderdom (Onder-Tournaisiaan), erg heterogeen van samenstelling, met een dikte tot 100m. Het betreft bovenaan lagunaire afzettingen, gevolgd door deels verkieselde kalksteen-schalie-sequenties.

Het oppervlak van de Kolenkalk vertoont vele onregelmatigheden die het gevolg zijn van de vorming van karsthouten die met oplossingsresten en Wealdiaanfacies (zanden, kleien en keien) opgevuld zijn. In eerste instantie kan de Kolenkalk wel als een homogene formatie beschouwd worden, gezien het voornamelijk opgebouwd is uit kalksteenafzettingen en er een betrekkelijk regelmatig regime wordt gevolgd.

De top van de Kolenkalk binnen het Sokkelsysteem, situeert zich op een diepte van -49 mTAW in het oosten van het gebied (ongeveer 61m -mv) tot -164 mTAW in het westen (ongeveer 210m onder het maaiveld).

HCOV 1330 Devoon

In het zuiden van West-Vlaanderen, deels onder het Krijt (HCOV 1100) en deels onder de afzettingen van het Onder-Carboon (HCOV 1320) waar deze voorkomen, treft men Devoonafzettingen aan.

Binnen het Sokkelsysteem werden volgende afzettingen aangeboord: schiefers van de Formatie van Famenne (Vroeg Fameniaan, Boven Devoon), breccieuze, verkarste tot massieve grijze dolomieten van de Formatie van Rhisnes (Groep van Frasnies, Laat tot Midden Frasniaan, Boven Devoon), kalksteen en schiefers van de Formatie van Bovesse (Midden Frasniaan tot Laat Givetiaan, Boven tot Midden Devoon), groene en rode schiefers, silt- en zandstenen, grijszwarte schiefers en zandige of nodulaire kalkstenen van de Formatie van Mazy en grijze schiefers en kalksteen van de Formatie van Alvaux (Givet Groep, Laat Givetiaan, Midden Devoon),

HCOV 1340 Cambro-Siluur Massief van Brabant

De gesteenten van de Cambro-Silurische sokkel zijn praktisch allemaal een mariene oorsprong. De oorspronkelijk losse afzettingen werden tot vaste gesteenten (o.a. groengrijze of grijszwarte pyriethoudende lei- en kleisteen (schalei/schiefer), (chloriet)schist, grijze siltsteen (kwartsofyllade), kwartsieten en groengrijze zandstenen) omgezet door de druk van de bovenliggende lagen. Te vermelden is tevens

het voorkomen van intrusieve gesteenten parallel aan de zuidrand van het Massief van Brabant, vooral ter hoogte en ten oosten van Roeselare (bijlage 4).

In het Stroomgebiedsdistrict van de Schelde dagzomen deze sokkelgesteenten enkel in de diepste delen van de valleien van de Zenne (te Halle) en de Mark (te Herne, Figuur 3.3). Voor het overgrote deel worden de Paleozoïsche gesteenten bedekt door gesteenten met Mesozoïsche en/of Cenozoïsche ouderdom.

Top, dikte en basis

Top van de Cambro-Silurische gesteenten is binnen het Sokkelsysteem te vinden op een diepte van minimum 57 mTAW of dagzomend in de vallei van de Mark (Herne) en de Zenne (te Halle) en duikt dieper naar het noorden en het noordwesten toe. In het uiterste noorden van Sokkelsysteem vindt men de top van het Cambro-Siluur op meer dan -720 mTAW of 710m onder maaiveld.

De dikte van de Sokkel valt niet te bepalen. Deze reikt theoretisch vanaf de basis van het Krijt tot aan de Discontinuïteit van Moho: de ondoorlatende, niet gespleten Cambro-Silurische steenlagen van het Massief van Brabant, de oudste gesteenteserie die in België wordt teruggevonden. De totale dikte van het Siluur, het Ordovicium en het Cambrium wordt geschat op respectievelijk 3km, 2km en 7km dik (bron: Piessens, K. 2008). Een duik in het diepste van de Vlaamse Ondergrond – Het Massief van Brabant in Syllabus Studiedag VITO 12 juni 2008). Binnen het Sokkelsysteem wordt er praktisch vanuit gegaan dat het bovenste en verweerde deel van de steenlagen, watervoerend is en aldus aangeboord worden voor grondwaterwinning. De diepste winningsput die gekend is én operationeel eind 2018, is een boorput van ca. 560m diep (Bron: DOV, 2020).