

Seismisch onderzoek van methaanhydraten

Oceaanbodem

Overzicht van de opdracht

<i>Probleemstelling</i>	Hoe kunnen we gashydraten in de zeebodem vinden?
<i>Methode</i>	Het berekenen van de temperatuur in de aarde aan de hand van methaanhydraten
<i>Vaardigheden</i>	Interpretatie seismische grafieken, afstanden berekenen
<i>Doelstellingen</i>	Aardrijkskunde 3 ^e graad
<i>Benodigheden</i>	Rekenmachine
<i>Duur</i>	1 uur

Principe en theorie

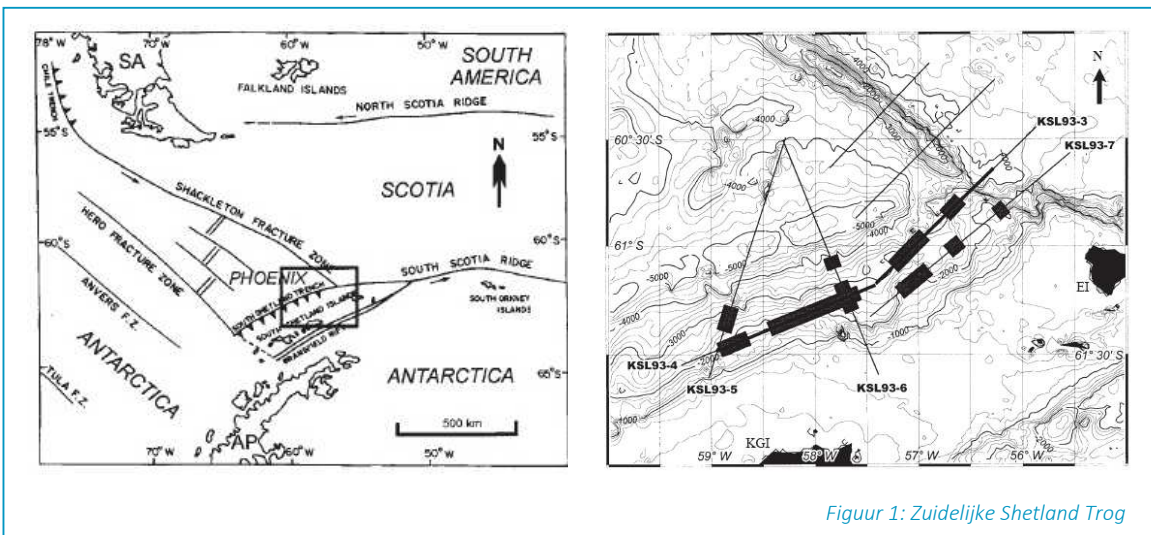
Het Renard Center voor Mariene Geologie aan de universiteit van Gent (RCMG) trekt op expeditie naar de Zuidelijke Shetland trog, nabij het Antarctische schiereiland. Het team zoekt een stagiaire geologie die vertrouwd is met het berekenen van de temperatuur in de aarde aan de hand van methaanhydraten.

Het gas methaan (hoofdbestanddeel van aardgas) kan een sterke verbinding vormen met water wat we een hydraat noemen. Moleculen water worden dan opgenomen in het kristalrooster van aardgas. In de bovenste lagen van de oceaanbodem bevindt zich een enorme hoeveelheid van deze methaanhydraten. Om deze te vinden verdiepen we ons in de temperatuur binnen in de aarde.

De kern van de aarde ligt op ongeveer 6.370 kilometer van het aardoppervlak. Daar is het ontzettend warm, veel warmer dan aan het aardoppervlak. Schattingen van de temperatuur in het centrum lopen uiteen van 2.000 tot 12.000 °C. Afhankelijk van de opbouw van de ondergrond, stijgt in de buitenste rand van de aardkorst de temperatuur gemiddeld 30 °C per km. De stijging van de temperatuur over een bepaalde afstand noemen we de **thermische gradiënt**. Omdat 30 °C/km een gemiddelde is, verschilt de thermische gradiënt van plaats tot plaats.

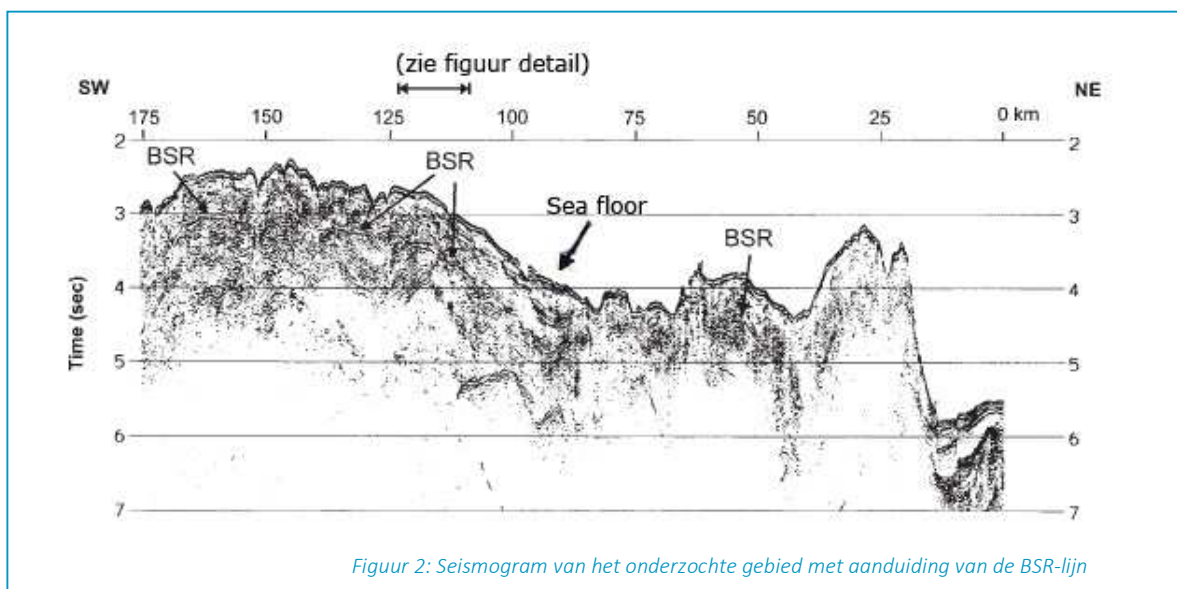
De thermische gradiënt is afhankelijk van: (a) *De temperatuur aan de zeebodem*. Deze komt overeen met de temperatuur van het zeewater. Bij het Antarctisch schiereiland is dit - 1 °Celsius. (b) *De temperatuur op een bepaalde diepte onder de zeebodem*. Deze kunnen we bepalen door gebruik te maken van de ligging van gashydraten.

We reizen naar de Zuidelijke Shetland trog, nabij het Antarctische schiereiland want daar liggen gashydraten in de aardkorst opgeslagen.

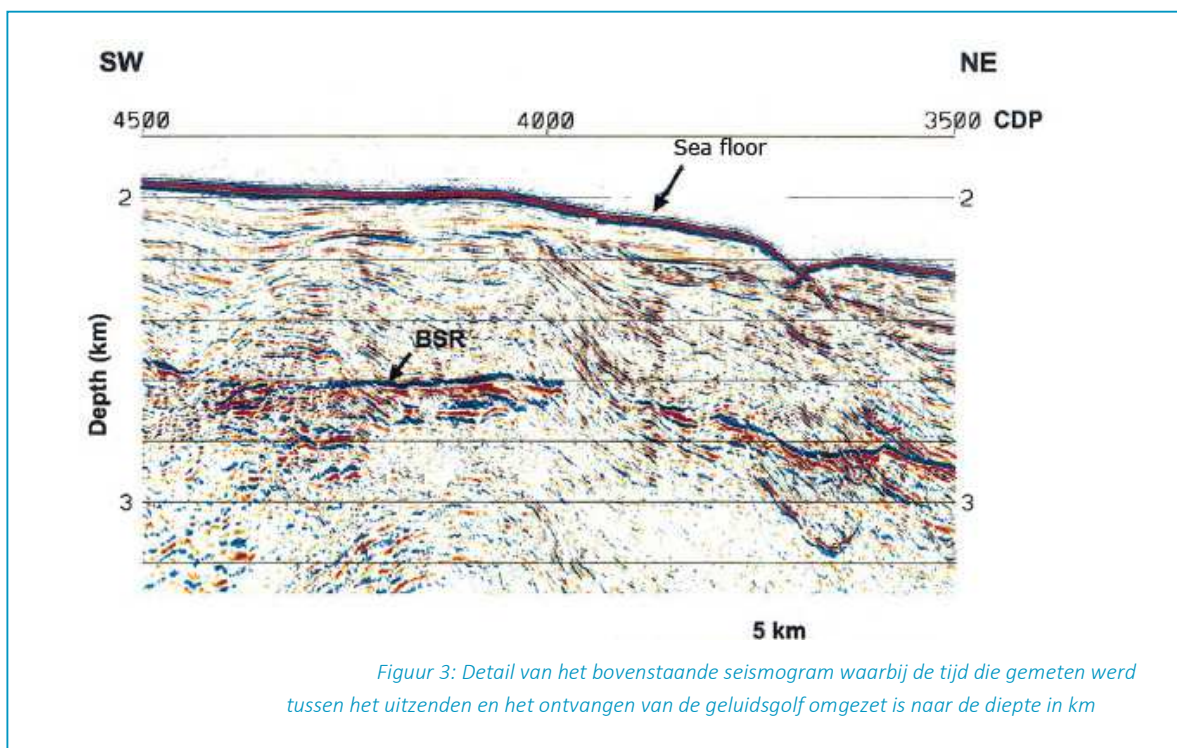


Figuur 1: Zuidelijke Shetland Trog

Met behulp van geavanceerde seismische technieken weten geologen op welke diepte gashydraten zijn te vinden. Indien er gashydraten voorkomen, vertoont het seismogram een 'BSR' of 'Bottom Simulating Reflector'.



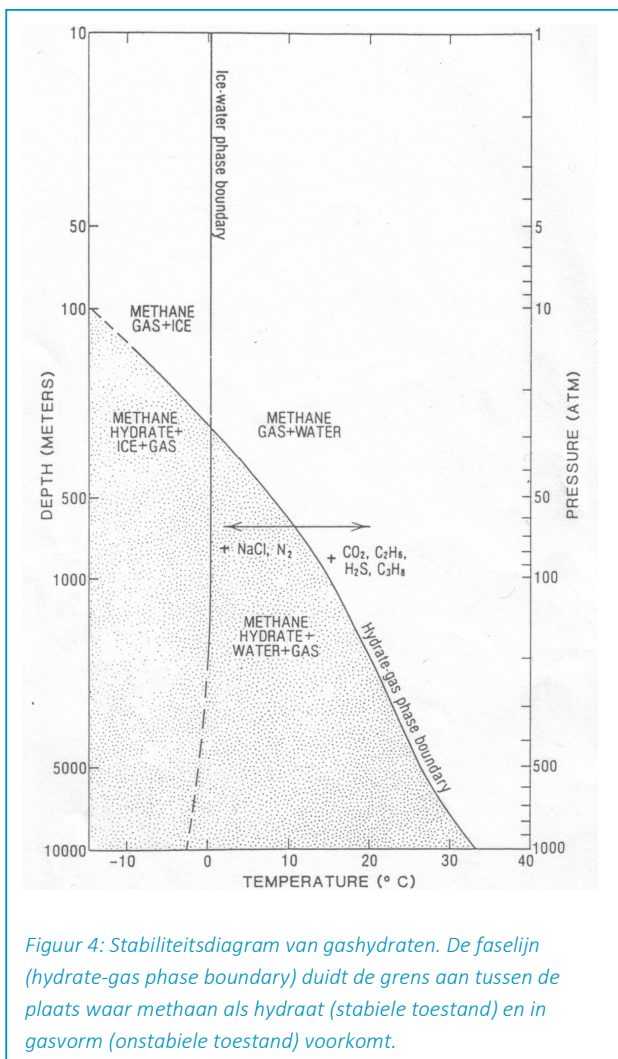
Een BSR is de lijn die een plotse overgang van geluidssnelheid aangeeft tussen de laag met gashydraten en de laag met het vrije methaangas. Dus de BSR is de grens tussen methaan in hydraatvorm (stabiele toestand) en methaan in gasvorm (waar gashydraten onstabiel zijn). De BSR loopt parallel met het reliëf van de zeebodem doordat de stabiliteitsvoorwaarden ook de topografie van de zeebodem volgen.



Met behulp van geluidsgolven gaan we de diepte van de zeebodem en de BSR berekenen. Op het bovenstaande seismogram staat de diepte aangegeven. De diepte van de zeebodem berekenen we aan de hand van de 'totale tijd' tussen het zenden van de geluidsgolven naar de zeebodem en het ontvangen van de echo van deze golven. Om de diepte van de zeebodem te kennen deel je dus de totale tijd(sduur) eerst door twee en vermenigvuldig je deze tijd met de snelheid van het geluid onderwater. Dit is gemiddeld 1500 m/s.

Om de afstand tussen de zeebodem en de BSR te berekenen vermenigvuldig je de tijd, die de geluidsgolven nodig hebben om van de zeebodem naar de BSR te gaan, met de snelheid van het geluid. Als je deze afstand dan optelt bij de diepte van de zeebodem, krijg je de diepte van de BSR. Wanneer de diepte van de BSR gekend is, kan je de temperatuur afleiden.

Op het onderstaande stabiliteitsdiagram lees je welke temperatuur met welke diepte overeenkomt. De temperatuur aan de BSR moet dus overeenkomen met een punt op de faselijn van gashydraten (hydrate-gas phase boundary). Wanneer je twee temperaturen (aan de zeebodem en op een bepaalde diepte in de aardkorst) en de afstand ertussen kent, kan je de [thermische gradiënt](#) bepalen.



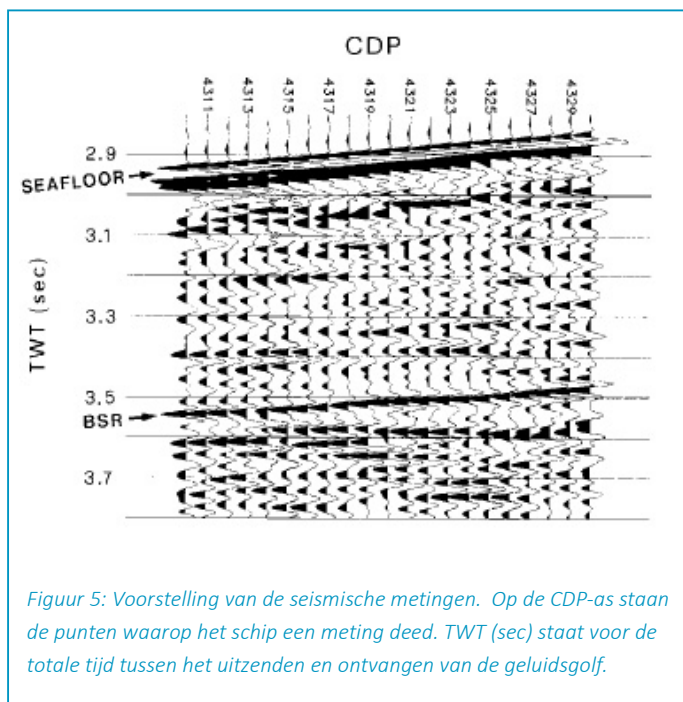
Op het [stabiliteitsdiagram](#) kun je aflezen waar precies in de oceaan stabiele gashydraten kunnen worden verwacht. Diep in de oceanen is het koud en veroorzaakt de bovenstaande massa water een hoge druk. Omdat gashydraten niet stabiel zijn in de waterkolom, is de ideale vindplaats voor gashydraten dus gelegen onder de zeebodem.

Om gashydraten te maken heb je methaan en water nodig. Hoewel beiden veelvuldig voorkomen op onze planeet, vind je niet overal op aarde gashydraten. Door experimenten weten we welke druk- en temperatuurcondities vereist zijn opdat gashydraten zich kunnen vormen (het zogenaamde 'stabiliteitsveld'). Buiten deze condities van lage temperatuur en voldoende hoge druk gedragen ze zich niet stabiel. Ook in de waterkolom zelf kunnen zich geen stabiele gashydraten vormen. Gashydraten worden gevormd bij een voldoende hoge druk en lage temperatuur. Hoe dieper je in de oceaan afdalt, hoe groter de druk wordt. Diepte in de grafiek kun je dus feitelijk 'lezen' als druk.

Ook de temperatuur neemt geleidelijk af tot net iets boven het vriespunt ter hoogte van de oceaanbodem. In te ondiep en te warm water (boven snijpunt 1 in grafiek) kunnen zich geen gashydraten vormen. Maar ook te diep in de oceaanbodem zijn gashydraten taboe, omdat de temperatuur naar de kern van de aarde toe weer gaat toenemen: dus ook onder snijpunt 2 van de grafiek verwacht je geen gashydraten. In het stabiliteitsdiagram staat het verloop van de temperatuur met de diepte waarbij deze lijn de faselijn van gashydraten snijdt op twee verschillende diepten. Tussen deze twee snijpunten kunnen zich – enkel in de bodem - stabiele gashydraten vormen. Gashydraten zijn lichter dan water, en zullen dus opstijgen en in een omgeving komen waar ze instabiel zijn. Daarom vinden we geen gashydraten in het oceaanwater. Maar in de oceaanbodem kunnen ze zich wel vormen.

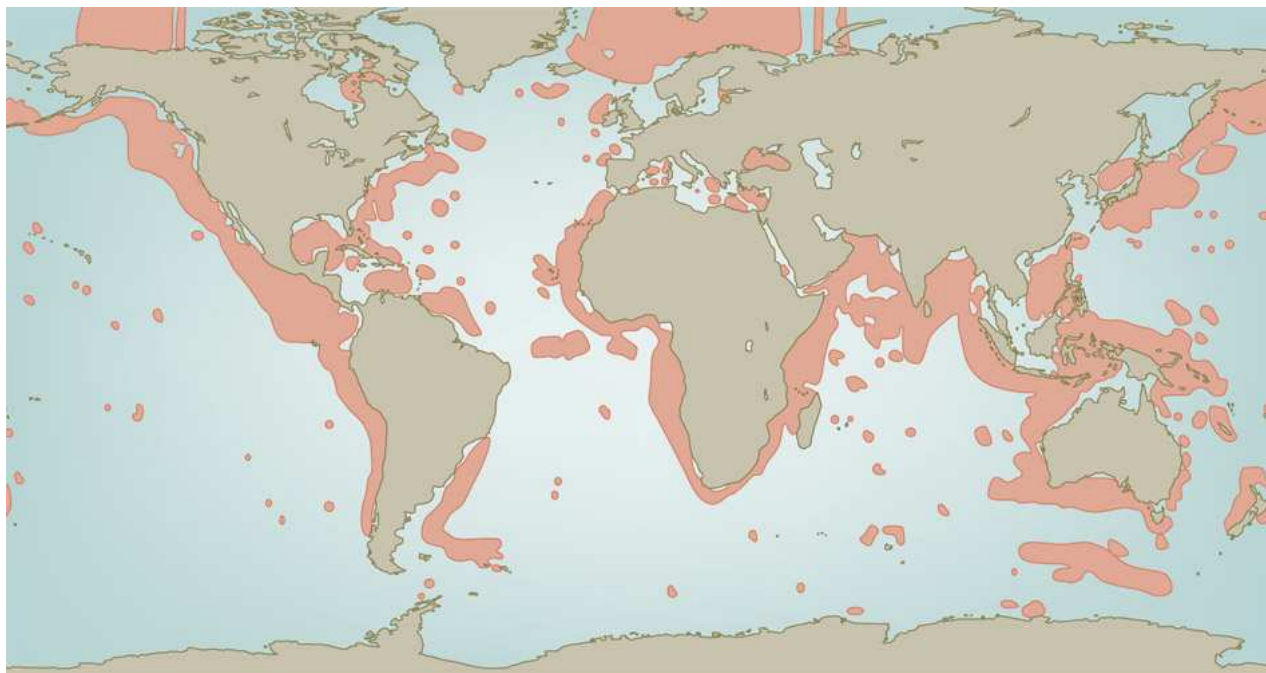
Vragen

1. Stel dat het aan het aardoppervlak gemiddeld 15° Celsius is. Bij welke temperatuur werken mijnwerkers dan op een diepte van 1,5 km?
2. Op 254 m diepte meet men een temperatuur van 24° Celsius en op 894 m diepte 46,4 ° Celsius. Wat is de thermische gradiënt?
3. Water bevroest bij 0° Celsius. Waarom bevroest het zeewater niet bij - 1° C?
4. Alvorens naar de BSR-lijn te kijken, dienen we eerst de diepte van de zeebodem (sea floor) te kennen. Wat is de diepte van de zeebodem die werd gemeten op het punt 4323 (CDP). Vergeet niet dat de TWT de totale tijd van de geluidsgolf bedraagt. Neem voor de geluidssnelheid in water 1500 m/s. Bekijk de grafiek hieronder en pas al je kennis toe. (de bovenste dikke lijn duidt de zeebodem aan).



5. Bereken van meting 4323 ook de afstand tussen de zeebodem en de BSR. Neem voor de geluidssnelheid tussen de zeebodem en de BSR, 1700 m/s.
6. Kan je op basis van gegevens over de zeetemperatuur en de diepte voorspellen waar er nog methaanhydraten voorkomen?

7. Bekijk onderstaande kaart over het voorkomen van methaan-hydraten. Leg deze samen met info over de zeetemperatuur en de diepte. Beantwoord volgende vragen:
 - a. Waarom zijn er geen hydraten in de Noordzee of ten oosten van Argentinië?
 - b. Waarom zijn er wel hydraten op het continentaal plat van de Noordpool?



Occurrences of methane hydrates

Figuur 6: Voorkomen van methaanhydraten. © maribus (naar Klauda & Sandler, 2005)

8. Leg uit: *De impact van opwarmende oceanen op methaanhydraten zou de klimaatverandering nog kunnen doen versnellen.*

Oplossing

1. 60 °Celsius
2. 35 °C/km
3. De oceanen bevatten zout water en dit zout zorgt ervoor dat het vriespunt van water verlaagt. Hierdoor bedraagt het zoutgehalte of de saliniteit van gemiddeld zeewater 34,5 (d.i. 34,5 g/l). Het vriespunt van zeewater is -1,9 °C.
4. 2175 m
5. 510 m
6. Plaatsen waar de druk hoog genoeg is en de temperatuur laag genoeg.
7. a. te ondiep
b. voldoende koud
8. temperatuur stijgt → destabilisatie methaanhydraten → vrijkomen methaangas (= sterk broeikasgas) → verdere opwarming van de aarde