

OPGAVE 1

De geologische cross-sectie in Figuur 1.1 loopt vanaf de kust in het noorden over de shelf tot in de oceaan in het zuiden.

De intervallen Alpha, Beta, Gamma en Delta bevatten een opeenvolging van rivier- en coastal plain afzettingen, afgewisseld met lacustrine klei intervallen met hoge kwaliteit "Type I" source rocks.

Vraag 1: wat is in het totale interval Alpha t/m Delta de relatieve zeespiegelbeweging geweest, stijgend of dalend?

Vraag 2: beschrijf wat welke tektonische gebeurtenis heeft plaatsgevonden ten tijde van Horizon "X"

In verschillende putten is de vitrinite reflectance (R_0) gemeten en daarna via basin modeling op de cross-sectie geplot als functie van de diepte

Vraag 3: waarom lopen de R_0 contouren niet horizontaal?

Op de cross sectie zijn een aantal mogelijke "hydrocarbon traps" aangegeven, genummerd 1-5

Vraag 4: geef voor alle 5 "traps" aan wat de waarschijnlijke porefill is: olie, gas of beide

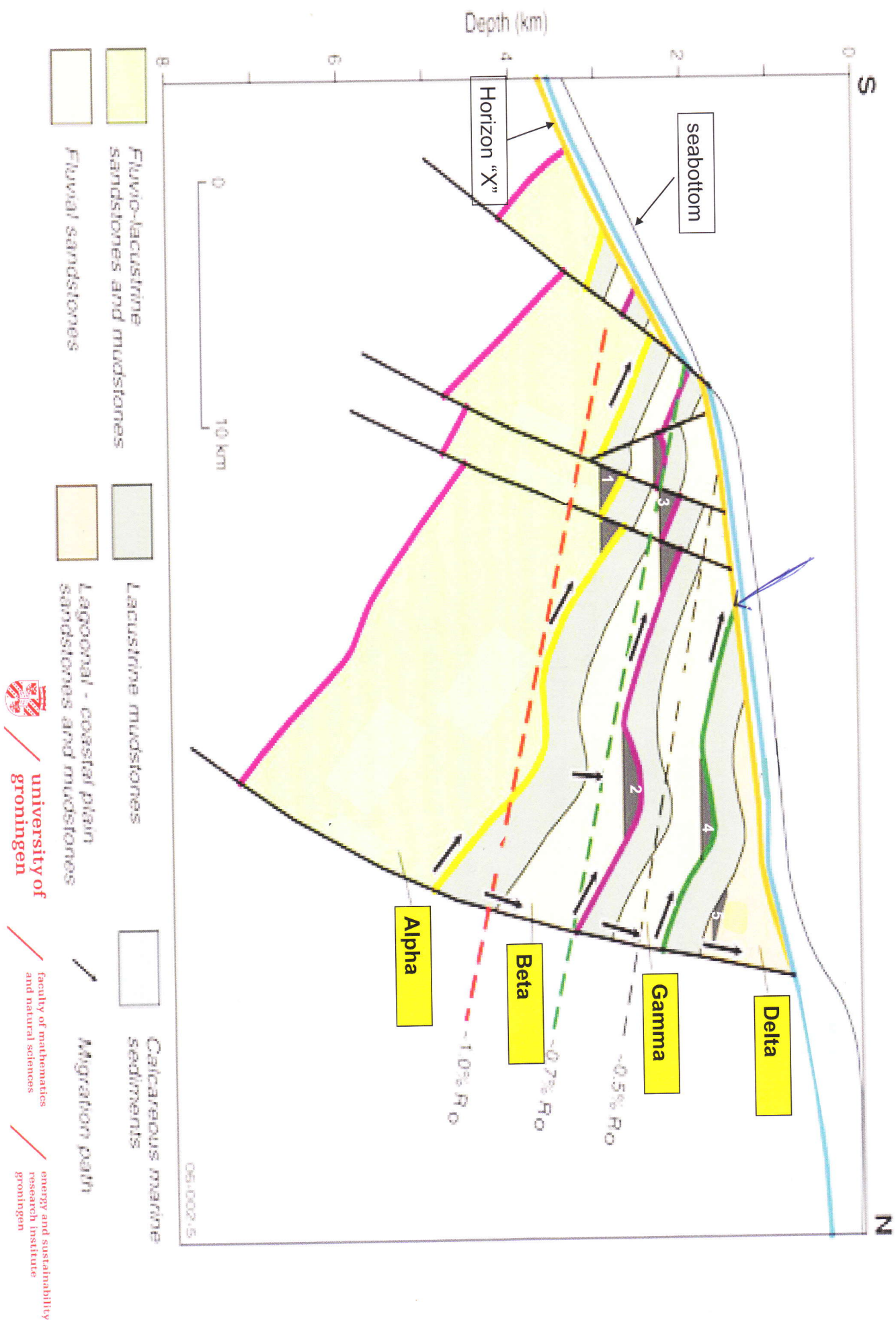
Vraag 5: welke "trap" heeft het hoogste risico droog te zijn en waarom?

Vraag 6: een oliemaatschappij onderzoekt satelliet beelden van het oceaan oppervlak, op zoek naar "oil-seeps". Geef aan op de cross sectie welk punt aan de zeebodem de meest waarschijnlijke bron voor oil-seeps kan zijn

Bonus vraag: wat is de minimale waarde van de "carbonate compensation depth" in dit deel van de oceaan?

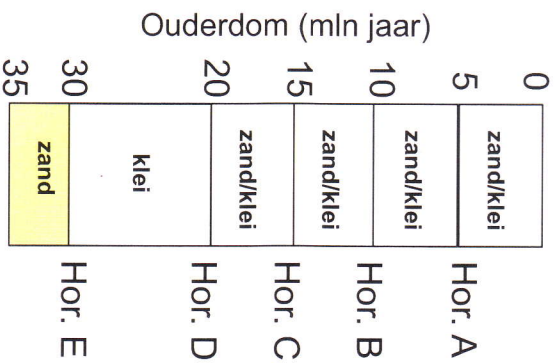


OPGAVE 1 – FIGUR 1.1



OPGAVE 2

De seismische lijn (geconverteerd van tijd naar diepte) in Figuur 2.1 is geschoten in een gebied met Tertiaire delta afzettingen. Het wordt gekenmerkt door snelle sedimentatie van dikke zand en klei pakketten. De chronostratigrafie is weergegeven in onderstaande kolom:



Vraag 1: wat kunt U uit het seismisch profiel afleiden voor de sedimentatie snelheden van zand/klei intervallen ten opzichte van klei intervallen?

Vraag 2: er is op dit profiel een catastrofale gebeurtenis te zien. Beschrijf kort wat hier is gebeurd en verklaar de mogelijke oorzaak.

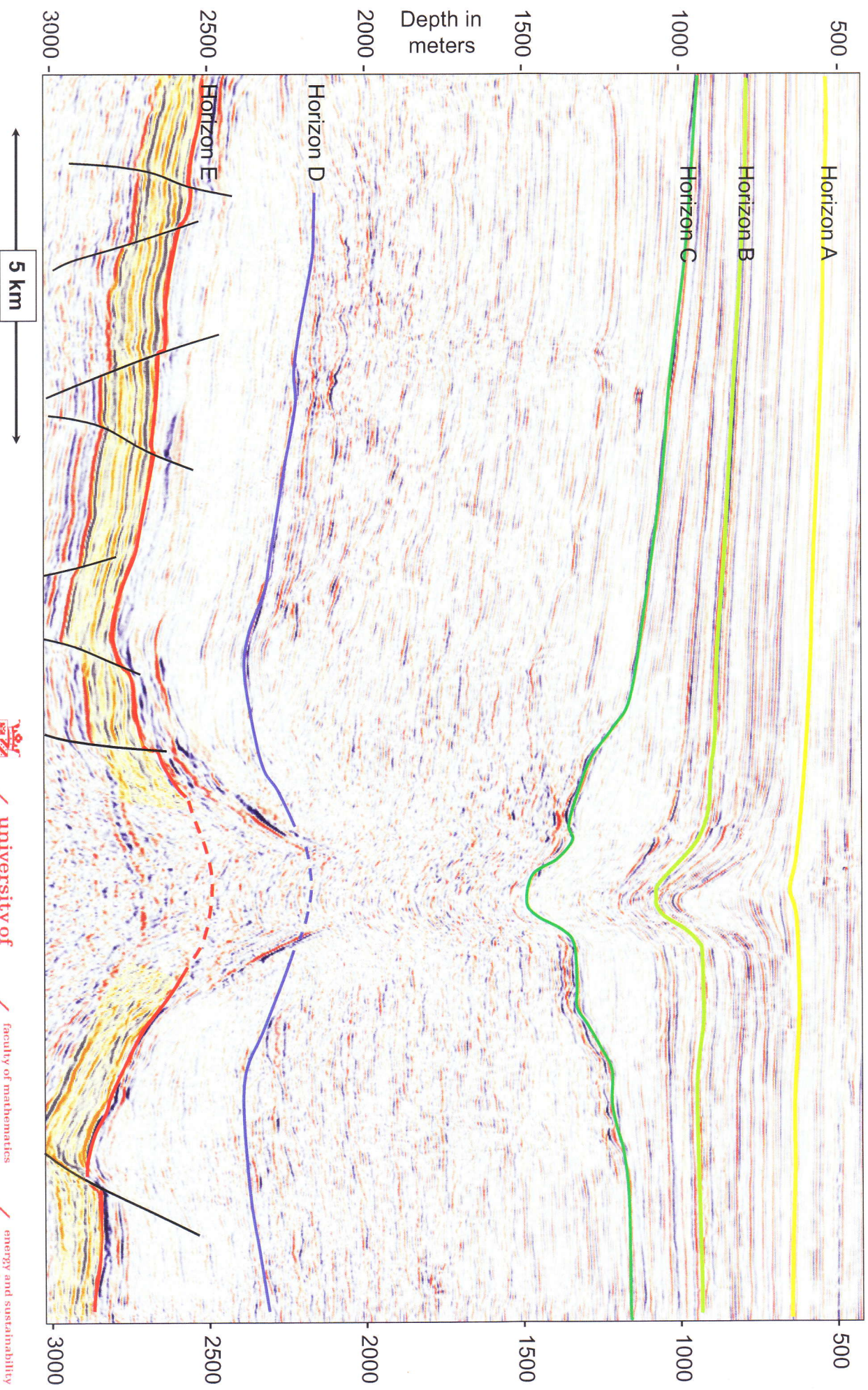
Vraag 3: hoeveel miljoen jaar geleden heeft deze gebeurtenis plaatsgevonden?

Vraag 4: op het profiel zijn de waarschijnlijke posities van horizons "D" en "E" ten tijde van de gebeurtenis aangegeven met onderbroken lijnen. De dichtheden van zand/klei en klei intervallen zijn respectievelijk 2.3 gr/cc en 1.9 gr/cc. Wat was de minimum pore pressure in het reservoir zand (interval onder hor. E) vlak voor de catastrofe?

Vraag 5: vergelijk het antwoord van vraag 4 met de hydrostatische druk op dat niveau op datzelfde tijdstip. Hoe verklaart U het verschil?



OPGAVE 2 – FIGUR 2.1



OPGAVE 3 (1)

In Figuur 3.1 is een dieptekaart weergegeven van de top van het Bunter Sandstone reservoir in een gasveld in de zuidelijke Noordzee. Het gasveld is aangetoond in de putten 44/23-1, 44/23-8, 44/23-9 en 44/23-5. In deze laatste put is het gas-water contact (GWC) aangetroffen op 4500 feet. Dit contact is ook zichtbaar als een "harde" reflectie op de seismische cross-sectie van Figuur 3.2.

Vraag 1: geef een mogelijke verklaring voor het feit dat de GWC reflectie niet horizontaal is

Het druk regime is hydrostatisch en de temperatuur gradient is $20^{\circ}\text{C} + 0.03^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

Het reservoir is 150m dik, heeft een porositeit van 21% en een net-to-gross ratio van 80%. De gas saturatie is 100%. De area-depth graph voor top reservoir is gegeven in Figuur 3.3A.

NOTA BENE: de verticale as is in feet! Conversie: 1 ft = 0.3048m

Vraag 2: bereken het gas volume van het veld bij standaard condities ($p = 1 \text{ bar}$, $T = 15^{\circ}\text{C}$). De grafiek voor compressability factor Z als functie van de diepte is gegeven in Figuur 3.3B

Het zg "spill point" van de structuur ligt dieper dan 4500 feet.

Vraag 3: geef met een pijl het spill point aan op de kaart; op welke diepte ligt dit?

Vraag 4: bereken het poriën volume van het reservoir in de structuur tussen top en spillpoint

We concluderen dat de structuur niet geheel gevuld is met gas tot aan het spill-point. Een mogelijke hypothese kan zijn dat het veld op een vroeger tijdstip wel volledig gevuld was, terwijl het zich op een geringere diepte bevond. Daarna is de toevoer van gas gestopt en is de structuur naar zijn huidige diepte "begraven" aangezien er jongere lagen op zijn afgezet. Het originele gas volume is gecompriemd onder invloed van druk en temperatuur, resulterend in het huidige GWC op 4500 feet.



OPGAVE 3 (2)

Vraag 5: op welke diepte moet het gasveld hebben gelegen om het gasvolume, zoals berekend bij standaard condities in Vraag 2, de gehele structuur tot aan het spillpoint te vullen?

Hint: bereken de expansiefactor E voor een aantal dieptes en vergelijk met de expansie factor bepaald door gas volume onder standaard condities en poriën volume berekend in Vraag 4. U kunt nu de gevraagde diepte afschatten.

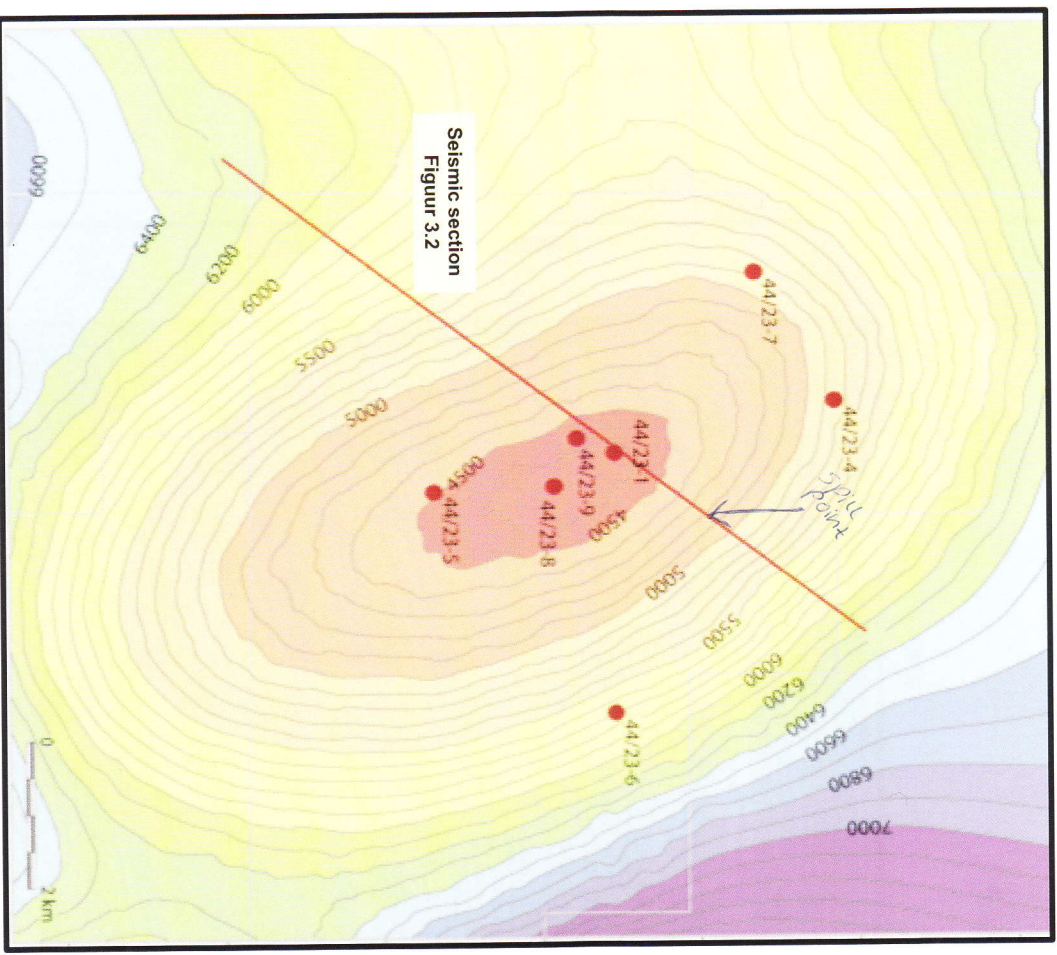
Vraag 6: op basis van de uitkomst van vraag 5, acht U de voornoemde hypothese realistisch? Motiveer Uw antwoord.

Vraag 7: noem 2 andere mogelijke verklaringen voor het feit dat het gasveld niet tot aan het spillpoint is gevuld

Vraag 8: gegeven al het bovenstaande, acht U dit gasveld geschikt voor opslag van CO₂ wanneer al het gas is geproduceerd? Motiveer Uw antwoord.



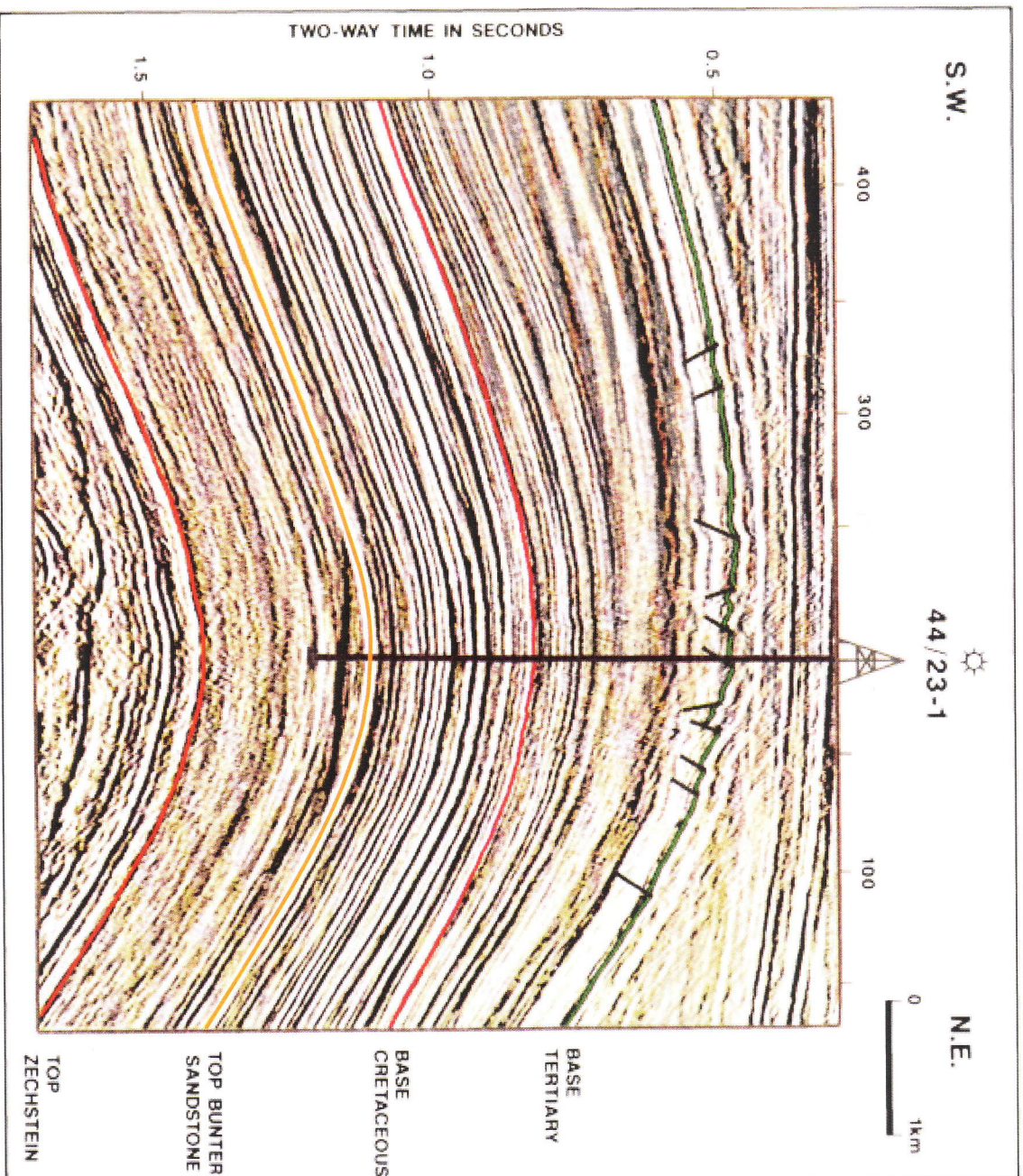
OPGAVE 3 – FIGUR 3.1



Seismic section
Figur 3.2



OPGAVE 3 – FIGUUR 3.2



Polarity: a black loop represents a "hard" kick



university of
 groningen



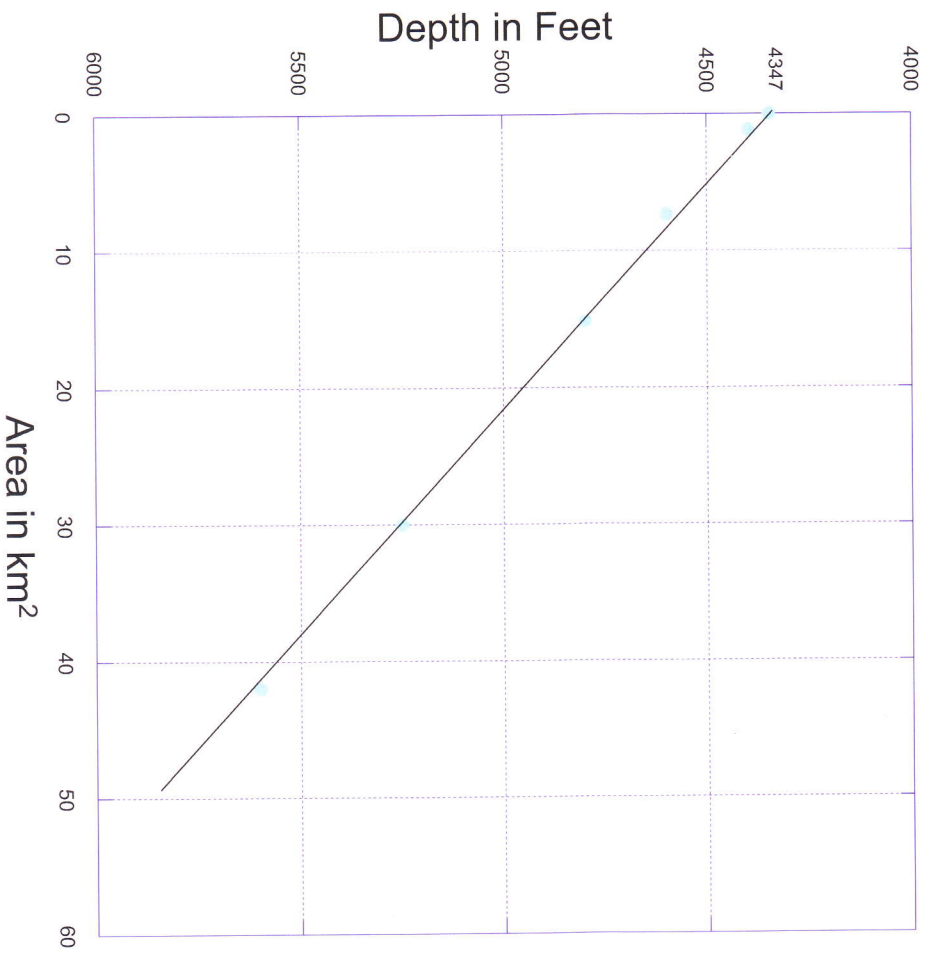
faculty of mathematics
 and natural sciences



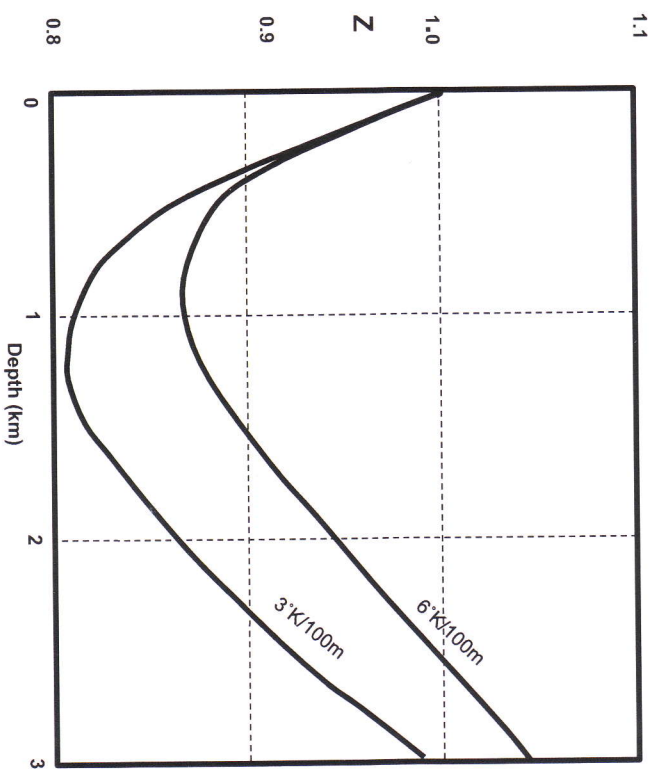
energy and sustainability
 research institute
 groningen

OPGAVE 3 – FIGUUR 3.3

A. Area Depth Graph (top reservoir)



B. Z as function of depth



OPGAVE 4

Vraag 1: beschrijf het proces en omstandigheden waarbij gas-hydraten in de oceanobodem ontstaan

Vraag 2: hoe kan een oceanische gas hydraat laag als zodanig op seismiek herkend worden?



university of
 groningen

faculty of mathematics
 and natural sciences

energy and sustainability
 research institute
 groningen

OPGAVE 5

Beschouw het gasveld uit Opgave 3. We nemen nu aan dat het reservoir is gevuld met olie ipv gas.

Vraag 1: bereken het volume olie in dit reservoir bij standaard condities, aannemende dat het tot aan het spill point is gevuld. Reservoir parameters als in Opgave 3. De oil shrinkage factor $B_0 = 1.3$ en water saturatie $S_w = 30\%$

Op ongeveer 25 km afstand van het veld is in een exploratieput een sourcerock interval aangetroffen op zo'n 200m onder het reservoir. Zie Figuur 5.1. (Nota bene: diepte schaal in feet!)
We beperken ons tot het interval met "very good" hydrocarbon source potential.

Vraag 2: met dichtheden van 2.3 gr/cc voor de sourcerock en 0.8 gr/cc voor de olie en aannemende dat het gehele potentieel van het interval wordt omgezet in olie, over welk oppervlak (in km²) moet dit sourcerock interval zich minimaal uitstrekken om de structuur geheel met te kunnen vullen?

Vraag 3: op welke diepte wordt de source rock mature for oil?

Vraag 4: gegeven de antwoorden op vraag 2 & 3, en de geologische setting van de structuur zoals te zien op de seismische lijn in Figuur 3.2, hoe waarschijnlijk is het dat de structuur volledig met olie gevuld is? Geef een percentage: Probability of Success; motiveer Uw antwoord.



