

Øvingsoppgaver

Oppgave 1

- a) Når en seismisk bølge reflekteres på grenseflata mellom to lag med forskjellig tetthet og hastighet er refleksjonskoeffisienten gitt som

$$R_0 = \frac{\rho_2 v_2 - \rho_1 v_1}{\rho_2 v_2 + \rho_1 v_1} \quad (1)$$

Forklar hva symbolene står for, og under hvilke antakelser denne ligninga er gyldig.

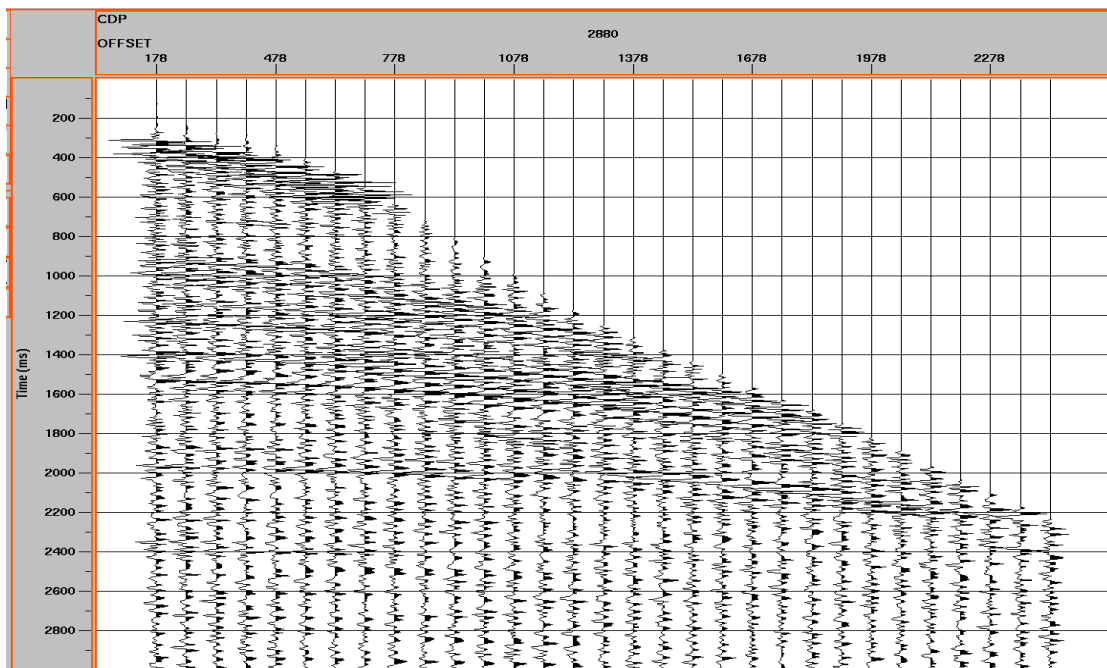
- b) Bestem refleksjonskoeffisienten dersom ei bølge blir reflektert fra ei grenseflate mellom vann og luft. (Bruk internett eller bøker for å finne nødvendige verdier). Hva blir refleksjonskoeffisienten dersom vi går fra luft til vann?
- c) Et seismisk signal har en dominerende frekvens på 30 Hz. Bølgehastigheten i reservoarlaget er på 2500 m/s. Hva blir den typiske bølgelengden i reservoaret? Når signalet går gjennom jorda, endres det på flere måter, prøv å forklar hva som påvirker amplitude og frekvens etter hvert som ei seismisk bølge går gjennom jorda.
- d) P- og S-bølgehastigheten kan skrives som funksjon av to elastiske moduli samt tettheten. Skriv ned ligningene og finn en ny formel som beskriver forholdet mellom de to hastighetene, og forklar hvorfor P-hastigheten alltid er større enn S-hastigheten. Hvorfor er vi ofte interessert i å bestemme V_p/V_s -forholdet?
- e) Tettheten av en porøs bergart er gitt som $\rho = \rho_f \varphi + \rho_s (1 - \varphi)$. Forklar først hva symbolene i denne ligninga står for. Anta så at for en reservoarbergart er $\varphi = 0.3$ og at tettheten for olje og reservoarmatriksen er 700 og 2600 kg/m³. Bruk dette til å beregne tettheten for reservoarbergarten når den er fylt med olje og vann.
- f) Anta at bulkmodulus for en reservoarbergart endrer seg fra 8 GPa til 9 GPa dersom en bytter ut væsketypen i reservoaret fra olje til vann. Forklar kort hvorfor bulk modulus øker når en går fra olje til vann, og diskuter kort hva som skjer med skjærmodulus under samme fluids substitusjon. Bergen P- og S-bølgehastighetene for olje og vannfylt reservoar, når skjærmodulus er 4 GPa.
- g) Reservoaret ligger på 2000 m dyp og har en tykkelse på 100 m. Anta at gjennomsnittlig P-bølgehastighet over reservoaret er 2000 m/s, og beregn endring i toveis gangtid for en seismisk bølge som blir reflektert fra bunnen av dette reservoarlaget, når olje blir byttet ut med vann i reservoaret.
- h) Beregn også endring i refleksjonskoeffisienten (ligning 1) på toppen av reservoaret, når olje blir byttet ut med vann. Anta at tettheten til bergarten over reservoaret er 2000 kg/m³. Tror du denne endringen kan observeres?

Oppgave 2

- Anta at en seismisk bølge blir reflektert fra bunnen av et uendelig lag med tykkelse h , og at avstanden mellom kilde og mottaker er x . Utled en formel for toveis gangtid mellom kilde og mottaker, og skisser gangtid som funksjon av x .
- Hva mener vi med NMO-korreksjon? Anta at $x \ll h$ og utled en tilnærmet formel for NMO-korreksjonen fra ligninga som du utledet i a. Bruk at $\sqrt{1 + \varepsilon} \approx 1 + \frac{1}{2}\varepsilon$.
Hvorfor bruker vi NMO-korreksjon når vi prosesserer seismiske data?
- Forklar kort hvordan en seismisk luftkanon virker, og hvorfor vi bruker luftkanoner med forskjellig volum i et kildearray. Hva mener vi med bobleperioden til en luftkanon, og øker eller avtar bobleperioden med volumet til kanonen?
- Nevn to vanlige seismiske kilder som brukes på land. Hva kaller vi bølga som ”forstyrrer” seismiske målinger (slik at det er vanskelig å tolke refleksjoner fra laggrenser i undergrunnen) på land?
- Hva mener vi med en Fresnelone? Beregn diameteren av en Fresnelone på 2 km dyp, der P-bølgelengden er 2000 m/s og bølgelengden er 50 m. Hvordan endrer denne diameteren seg etter at de seismiske dataene er migrert?

Oppgave 3

- Hva er NMO-korreksjon og hvorfor gjør vi det? Figuren nedenfor viser et CDP-gather fra Gullfaks, tror du at NMO-korreksjon er anvendt her? Begrunn svaret. På denne figuren ser du også at noe av dataene er ”nullet ut” – prøv å forklar hvorfor en gjør det.



- b) Snell's lov kan skrives som

$$\frac{\sin \theta_1}{V_1} = \frac{\sin \theta_2}{V_2} \quad (1)$$

Lag en skisse som viser hva symbolene i ligning 1 står for, og bruk ligninga til å utlede et uttrykk for kritisk vinkel (anta at hastigheten i lag 2 er større enn hastigheten i lag 1). Bestem kritisk vinkel for en grenseflate mellom to lag som har hastigheter på 2200 m/s og 3000 m/s. Hva skjer med seismiske bølger som treffer denne grenseflata med en vinkel større enn denne kritiske vinkelen?

- c) Anta at en har to horisontale lag: Ett med tykkelse 1 km og P-bølgehastighet 2000 m/s og et underliggende lag med hastighet 2600 m/s. Lag en skisse som viser direktebølga og den refrakterte bølga fra det andre laget, og beregn gangtider for begge bølgene som funksjon av offset mellom kilde og mottaker (vi antar at både kilde og mottaker ligger på overflata). For hvilken offset er de to gangtidene like? Skisser de to gangtidskurvene.
- d) Anta nå at lag 2 er et reservoarlag, og at på grunn av produksjon i reservoaret så øker P-bølgehastigheten med 2%. Bergen endring i kritisk offset, og endring i gangtid for den refrakterte bølga ved 10 km offset.
- e) Hva mener vi med skjulte lag i forbindelse med refraksjonsseismikk? Forklar hva vi mener med blinde lag også.

Oppgave 4

- a) Smith og Gidlow sin approksimasjon for PP-refleksjonskoeffisient kan skrives:

$$R(\theta) = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta\alpha}{\alpha} + \frac{\Delta\rho}{\rho} \right) - 2 \frac{\beta^2}{\alpha^2} \left(\frac{\Delta\rho}{\rho} + 2 \frac{\Delta\beta}{\beta} \right) \sin^2 \theta + \frac{\Delta\alpha}{2\alpha} \tan^2 \theta \quad (6)$$

Forklar kort hva symbolene betyr, og under hvilke forutsetninger denne ligningen er gyldig. Anta at den relative kontrasten i P-bølgehastighet er 5%, tetthetskontrasten er null, og at S-bølgekontrasten er 20% for en gitt grenseflate, og at V_p/V_s -forholdet er 2. Skisser refleksjonskoeffisienten som funksjon av innfallsvinkel. Bestem vinkler der refleksjonskoeffisienten er null, og finn vinkelen som tilsvarer et minimum i refleksjonskoeffisienten. Kommenter på gyldigheten av dine beregninger.

- b) Anta at vi prosesserer seismiske data fra dette området (med samme egenskaper som beskrevet i a). Diskuter hvordan stacking (summering av traser etter NMO-korreksjon) vil virke i dette tilfelle. Fins det alternative stacking-metoder som kan brukes i dette tilfelle, for å øke refleksjonsstyrken til det stackede signalet?

Oppgave 5

- a) Forklar hva 4C står for, og nevnt to problemstillinger der 4C seismikk kan være nyttig sammenlignet med vanlig marin seismikk.
- b) For havbunnsseismikk er det vanlig å anta at PS-konverterte bølger blir hovedsakelig registrert for x-komponenten (horisontal-komponenten) av