

Hertentamen Geologische Constructies

18 augustus 2000, 9⁰⁰-12⁰⁰, TA 234

Op 1 juli 2000 is de vaste verbinding tussen Kopenhagen en Malmö geopend door Koningin Margarethe van Denemarken en Koning Carl Gustaf van Zweden. Bij deze verbinding tussen de twee landen is gebruik gemaakt van een combinatie van een tunnel, een kunstmatig eiland en een 7.8km lange brug om de tussenliggende Øresund te overbruggen.



Fig. 1: kaartje van het Øresund gebied, met tussen Kopenhagen en Malmö de nieuwe verbinding.

Door deze vaste verbinding is een agglomeratie ontstaan van meer dan 3 miljoen inwoners, die als economisch centrum de achtste plaats inneemt in Europa. Ondanks de tol die wordt gevraagd voor de brug (tussen de 9 en 31 euro) is de verbinding een groot succes, omdat het de reistijd tussen beide steden aanzienlijk verkort, vooral voor hen die in Zweden wonen en in Denemarken werken. Voor vakantiegangers is het niet zo'n verbetering, aangezien de brug zich helemaal in het zuiden van de Øresund bevindt.

Onder andere om de toeristen tegemoet te komen, maar vooral ten behoeve van het vracht-en zakelijk verkeer met andere bestemmingen dan zuid-Zweden, hebben de Zweedse en Deense regeringen besloten om haalbaarheidsstudie te verrichten voor een tweede vaste verbinding over de Øresund, maar dan verder naar het noorden, ter hoogte van Helsingør en Helsingborg. De Øresund is hier op zijn smalst (5 km) en zou het goedkoopst met een enkele brug te overspannen zijn. Gedacht wordt hierbij aan een grote hangbrug voor de grote overspanning en kleinere toevoerbruggen aan weerszijden, zoals ook gebruikt is bij de overspanning van de Grote Belt in Denemarken (zie foto)



Fig.2 Brug over de Grote Belt, Denemarken. Lengte overspanning 1624meter.

Het grootste obstakel hierbij is de relatief slappe grond aan Deense zijde, die het moeilijk maakt zo'n grote brug te funderen. Voor de toevoerbruggen is dit minder belangrijk, maar voor de pijlers van de grote overspanning kan dit wel een rol spelen. Voor een overspanning van 1200 meter zijn pijlers van ca 150 m hoog nodig. Aan de Zweedse kant kan de pijler gefundeerd worden op zandsteen die op de zeebodem aan de oppervlakte komt, maar aan Deense zijde treft men zeer zacht alluvium aan waar depijler niet op gefundeerd kan worden. De vraag is nu of er onder dit alluvium een gesteentelaag voldoende dicht aan de oppervlakte komt (maximaal 50 m diep) om de Deense pijler op te funderen. Het ontwerp van de brug en de mogelijke locaties van de toevoerbruggen dicteren dat deze pijler, indien mogelijk, ergens in het gebied dat wordt weergegeven door het bijgevoegde kaartje moet staan.

Het eerste onderzoek heeft aangetoond dat het alluvium discordant op geplooid gesteente ligt. Dit laatste materiaal is echter ook erg zwak. Op twee plaatsen is een zandsteenlaag aangetroffen met voldoende sterkte, maar in beide gevallen zat deze te diep onder het oppervlak. Aan U de taak om uit te zoeken of deze zandsteen ergens in het kaartgebied voldoende dicht aan de oppervlakte komt om de brugpijler er op te funderen. Hiervoor is een stuk zandsteen ca 50 bij 50 meter nodig, dat maximaal 50 meter onder het oppervlak ligt en minimaal 50 meter dik is.

In het gebied treft men twee kleine eilandjes aan, die net nog boven water uitsteken. Op het oostelijke eiland is in het alluvium een breukzone ontsloten, met wrijfkrassen die wijzen op dip-slip. Nergens in het aangegeven gebied is de waterdiepte meer dan 25 meter. Tot Uw beschikking staan twee naar diepte geconverteerde seismische secties, een langs de westrand van het gebied en een langs de noordrand. Tot slot zijn er in het gebied drie proefboringen gedaan, op ieder eiland een en een derde offshore, in het oosten van het gebied.

Op een eiland iets ten zuiden van dit gebied (niet op de kaart) komt dezelfde schalie als in boring 3 aan het oppervlak, en heeft daar een assenvlaksspleijing met orientatie 135/90.

Boorgegevens (getallen zijn dieptes t.o.v. zeeniveau:

Boring 1: tot -200 m :alluvium; -200: discordantie; -200 tot -300 zandsteen; -300 en verder: mergel.

Boring 2: tot -50 m: alluvium; -50 m: breukzone; -5- tot -100m: alluvium; -100 m: discordantie, dip 22 graden; -100 m en verder: mergel.

Boring 3: tot -150 m: alluvium; -150 m: discordantie, dip 22 graden; -150 tot -200 m: schalie; -200 tot -300 m: zandsteen; -300 en verder: mergel.

Actieplan:

1. Wat is de orientatie van de breuk?
2. Teken de structuurlijnen van de breuk.
3. Bepaal m.b.v. een kegelconstructie de twee mogelijke orientaties van het discordantievlak.
4. Bepaal welke van deze twee de juiste is en vertel waarom.
5. Teken de structuurlijnen van het discordantievlak.
6. Bepaal verticale afstand, stap en gaping van de breuk.
7. Bepaal de orientatie van de zandsteen in het meest westelijke gebied.
8. Bepaal de orientatie van de andere plooiplank.
9. Wat is de orientatie van de plooiplank?
10. Teken de structuurlijnen van de zandsteen in de westelijke plooiplank ten westen van de breuk op basis van het gegeven van boring 1.
11. Teken de structuurlijnen van de zandsteen in de andere plooiplank ten oosten van de breuk op basis van boring 3.
12. Completeer de structuurkaart van de zandsteen m.b.v. opgave 6.
13. Teken de subcropkaart voor de zandsteen onder het discordantievlak.
14. Bepaal of de zandsteen ergens aan de gestelde eisen voldoet, Ga hierbij uit van een waterdiepte van 20 meter. Indien hij voldoet, geef dan het betreffende gebied aan. Zit hij overal te diep, geef dan aan waar hij het dichtst onder het oppervlak zit, en hoe diep hij daar zit.
15. Ondersteun Uw bewering met een profiel.

Waardering: 1-6,8,9,12,15: ieder een half punt
7,10,11,13,14: ieder een heel punt.

scale 1:5000





