

Grondmechanica en funderingstechniek (CGF1)

Vraagstuk A

Gegeven is een constructie op staal te funderen. Gezien de krachtswerking komt een fundering op stroken in aanmerking. Verder kan gezien de belastingen en de bestemming de constructie worden geplaatst in RC1.

In figuur 1 is een doorsnede gegeven van een te ontwerpen strokenfundering en de bodemgesteldheid met de karakteristieke-/representatieve eigenschappen van de grondlagen. De grondwaterstand bevindt zich maaiveld -0,8 m. Onder bepaalde belastingcondities is het mogelijk dat op de fundering naast een axiale kracht ook een moment kan optreden.

Vragen

- A1. Bereken de invloedsdiepte z_e en invloedsbreedte b_e van de fundering, uitgaande van een aanlegbreedte $b = 1,0$ m, geen horizontale belasting of moment en een equivalente hoek van inwendige wrijving van $\varphi'_{gem;d} = 30^\circ$.
- A2. Bereken de werkelijke rekenwaarde van de hoek van inwendige wrijving over de in a) berekende invloedsdiepte rekeninghoudend met de laagdikten zoals aangegeven. Als a) niet is berekend mag worden uitgegaan van $z_e = 1,5$ m.
- A3. Bereken de gedraineerde draagkracht van de fundering in UGT, waarbij enkel de verticale belasting aanwezig is. Hierbij mag worden uitgegaan van een gemiddelde rekenwaarde van effectieve hoek van inwendige wrijving φ'_d gelijk aan 30° en effectief volumiek gewicht $\gamma' = 10$ kN/m³ over de lagen binnen de invloedsdiepte van bovengenoemde fundering. Verder mogen de factoren $s_c = s_q = s_\gamma = 1,0$ worden aangehouden.

den. Voor de draagkrachtfactoren kunnen onderstaande waarden worden gebruikt.

$$\varphi'_d = 30,0 / N_c = 30 / N_q = 18 / N_\gamma' = 20$$

- A4. Bereken de meewerkende / effectieve breedte b' indien naast de axiale verticale belasting ook nog een 5 moment op de fundering moet worden uitgeoefend bij een breedte $b = 1,0$ m.
- A5. Welke invloed heeft de hoogte / niveau van de grondwaterstand op de draagkracht en licht dit toe?

Vraagstuk B

Gegeven is een sondering, zie figuur 3.

- B1. Gevraagd wordt aan de hand van de sondeergrafiek een laagindeling te maken tussen NAP -2 m en 5 NAP - 22 m. De grondwaterstand ligt op NAP -3 m. Geef alleen lagen met een minimale laagdikte 0,5 m.
- B2. Geef volgens Tabel 2b van NEN 9997-1 of de vergelijkbare Tabel 1 van NEN 6740 de volgende parameters voor de verschillende lagen: verzadigd volumiek gewicht γ_{sat} , effectieve hoek van inwendige wrijving φ' , effectieve cohesie c' en ongedraineerde schuifsterkte c_u .

Gegeven is een duiker met dwarsafmeting 3,5 x 5 m, lengte > 100 m (zie figuur 2). Eén van de mechanismen, die moet worden getoetst, is opdrijven bij een leegstaande duiker (mechanisme UPL). Gezien de stijfheid van de duiker betreft het een globaal mechanisme.

Het eigen gewicht van de duiker bedraagt 200 kN/m'. Weerstand tegen opdrijven wordt geleverd door een moot grond boven de duiker. Ter vereenvoudiging mag deze moot grond als een

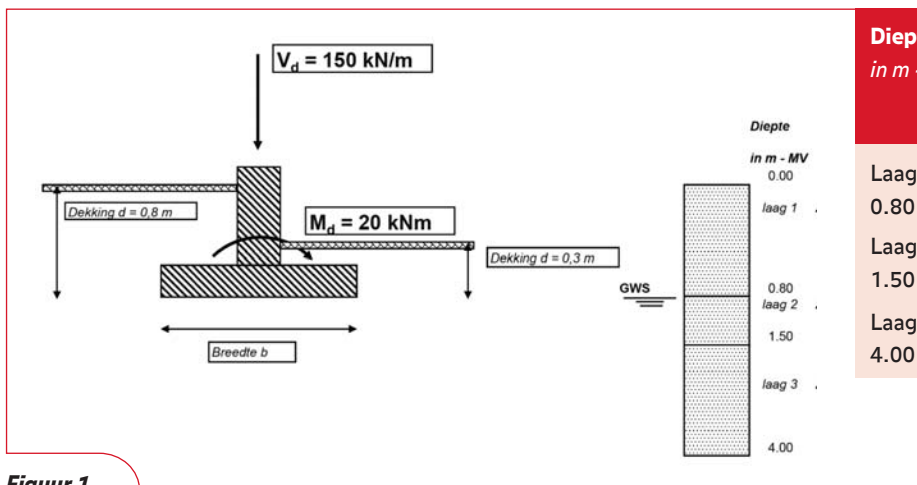
verticale kolom met breedte van de duiker worden verondersteld, waarbij de wrijving langs de kolom wordt verwaarloosd.

De grondslag bestaat uit een kleilaag met waterstand gelijk aan maaiveld. Op 6 m beneden maaiveld bevindt zich een ondoorlatende laag van basisveen, waaronder zich het pleistocene zand bevindt. In het pleistocene zand bevindt zich een peilbuis met een karakteristieke stijghoogte op 1,5 m boven maaiveld.

Op de kleilaag boven de duiker zijn in totaal 21 bepalingen van het verzadigd volumiek gewicht uitgevoerd met de volgende resultaten:

Aantal proeven	Gemeten verzadigd volumiek gewicht γ_{sat} [kN/m ³]
6	14,5
4	15,0
2	15,5
6	16,0
3	16,5

- B3. Bepaal het gemiddelde verzadigd volumiek gewicht en de standaard afwijking binnen de steekproef. 5
- B4. Bepaal de karakteristieke waarde van het verzadigd volumiek gewicht van de kleilaag. Wanneer u vraag B3 niet heeft beantwoord, mag hierbij worden uitgegaan van een $\gamma_{sat;gem}$ van 15,4 kN/m³, waarna de procedure uit 2.4.5 van NEN 9997-1 of 8.7 van NEN 6740 kan worden gehanteerd.
- B5. Controleer het mechanisme opdrijven (UPL). Voldoet de constructie?



Figuur 1

Diepte in m - MV	Representatieve grondeigenschappen		
	gamma in kN/m ³	phi' in gr.	effectieve cohesie in kPa
Laag 1 0.00 0.80	Zand, matig vast 18.0	32.50	0.0
Laag 2 0.80 1.50	Zand, zeer vast 20.0	35.00	0.0
Laag 3 1.50 4.00	Zand, matig vast 20.0	32.50	0.0

Vraagstuk C

Voor de bouw van een ondergrondse fietsparkeerkelder in een stedelijke omgeving is vanwege de grondgesteldheid, de grondwatersituatie en de aanlegdiepte gekozen voor een droge uitvoering binnen een gesloten bouwkuip. De verticale damwanden belemmeren de horizontale toestroming van grondwater. Voorts beperken de in de ondergrond aanwezige slecht doorlatende veen- en kleilagen de verticale toestroming van grondwater naar de bouwkuip. De fietsparkeerkelder is 100 m lang en 80 m breed en wordt op palen gefundeerd.

Het voorlopig ontwerp gaat uit van een eenlaags parkeerkelder, waarvoor een droge ontgraving nodig is tot NAP -6 m. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat dit mogelijk is met toepassing van een beperkte spanningsbemaling, waarbij de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket wordt verlaagd tot NAP -4,5 m. Het definitieve ontwerp gaat uit van een tweelaags parkeerkelder, waarvoor een droge ontgraving nodig is tot NAP -10 m. Overwogen wordt om ook hiervoor een spanningsbemaling toe te passen.

Voor dit project zijn diverse sonderingen en een enkele boring uitgevoerd. Het grondonderzoek is, zoals gebruikelijk, voorafgaande aan de werkzaamheden uitgevoerd. Het maaiveldniveau bevond zich toen gemiddeld op NAP -0,5 m. De grondlagenopbouw onder de bouwkuipbodem (voorlopig ontwerp) kan worden geschematiseerd volgens tabel 1.

Het freatische grondwatervniveau bevindt zich gemiddeld op NAP -3,5 m. De lage en hoge karakteristieke waarden zijn respectievelijk NAP -4,5 m

en NAP -2,5 m. De stijghoogte van het spanningswater is gemiddeld NAP -2,1 m. De lage en hoge karakteristieke waarden zijn respectievelijk NAP -2,8 m en NAP -1,5 m. De kD-waarde van het eerste watervoerende zandpakket bedraagt 900 m²/dag en de hydraulische weerstand van de deklaag 2.500 dagen.

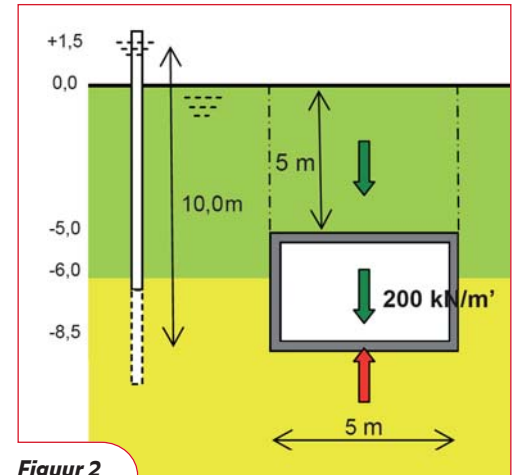
De gevraagde berekeningen mogen zowel volgens NEN 6740 als NEN 9997-1 worden uitgevoerd. Voor het geval u die nodig heeft, zijn in tabel 2 enkele waarden voor de Bessel-functie gegeven.

Vragen

- C1. Bereken het benodigde onttrekkingsdebiet voor het voorlopig ontwerp.
- C2. Indien u voor het definitieve ontwerp het evenwicht van de bouwputbodem verzorgt met een spanningsbemaling, tot welk niveau moet de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket dan worden verlaagd?
- C3. Bereken het benodigde onttrekkingsdebiet voor het definitieve ontwerp.
- C4. Het bij vraag 3 berekende debiet veroorzaakt een grote stijghoogteverlaging in de omgeving. Noem ten minste twee nadelige gevolgen van

- de stijghoogteverlaging in de omgeving en leg uit waarom daaruit schade kan ontstaan.
- C5. Noem ten minste twee alternatieven voor de bouwmethode met een spanningsbemaling en de voor- en nadelen daarvan.

Antwoorden: zie pagina 36-37.



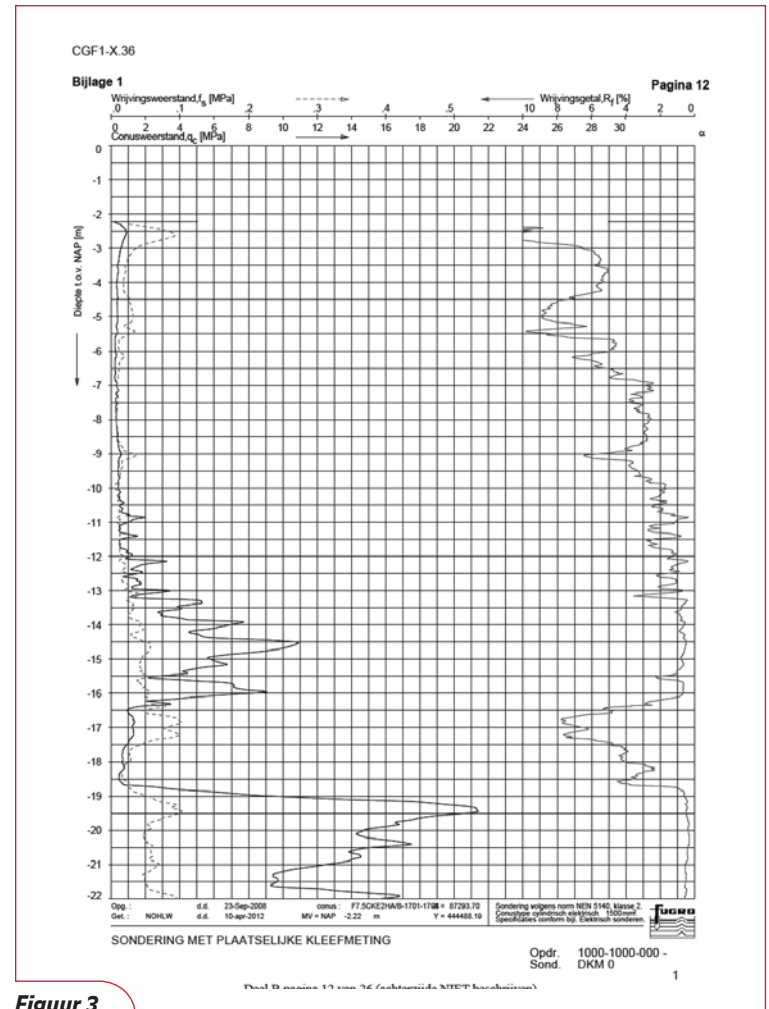
Figuur 2

Tabel 1 - Grondlagenopbouw onder de bouwkuipbodem (voorlopig ontwerp)

Laag	Grondsoort	Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	Lage kar. waarde volumegewicht [kN/m ³]
1	Veen	-6	10
2	Klei	-9	14
3	Veen	-16	10
4	Zand	-17	18/20 (droog/nat)
5	Ondoorlatende laag	-35	-

Tabel 2 - K₀-waarden als functie van r/λ

r/λ	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,15	0,20
K ₀	4,72	4,03	3,62	3,34	3,11	2,93	2,78	2,65	2,53	2,43	2,03	1,75



Figuur 3