

NOTITIE

Onderwerp	Indicatief funderingsadvies ten behoeve van kostenraming
Project	Parkeergarage Poort van Hoorn
Opdrachtgever	Gemeente Hoorn
Projectcode	125830
Status	Concept 01
Datum	8 oktober 2021
Referentie	125830/21-015.085
Auteur(s)	A.A.E. van Dorst MSc
Gecontroleerd door	I. Matic MSc
Goedgekeurd door	ing. H.L.M. Laagland
Paraaf	

Bijlage(n) -

Aan
Kopie

1 INLEIDING

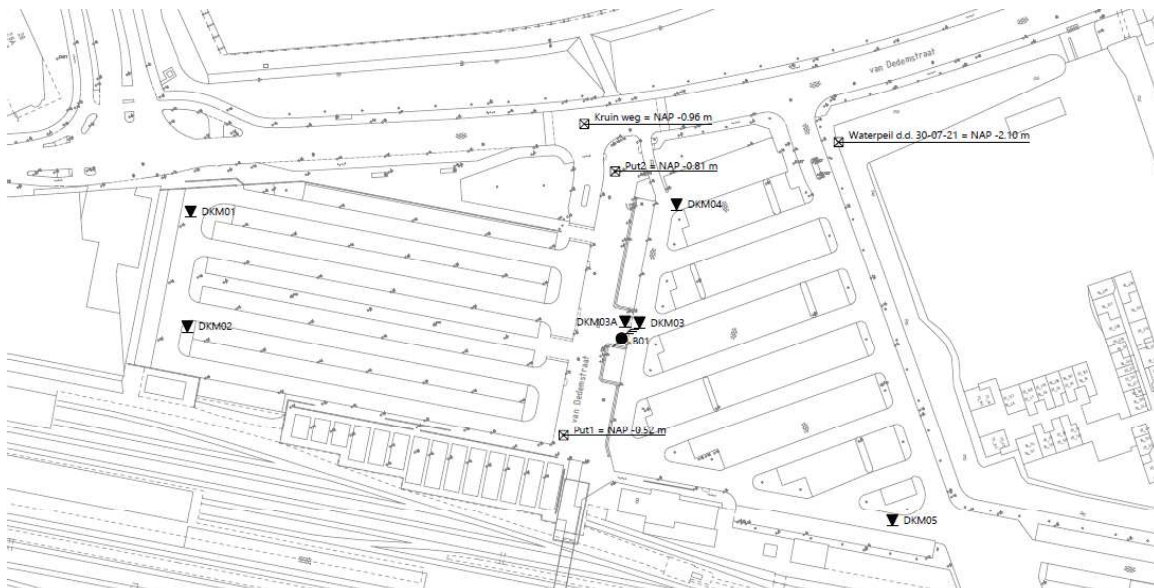
In het projectgebied Poort van Hoorn onderzoekt de gemeente hoe een parkeergarage met 1.050 parkeerplekken is in te passen. Aan Witteveen+Bos heeft de gemeente gevraagd wat de globale technische randvoorwaarden zijn om een eenvoudige (kostenefficiënte) parkeerkelder (één of tweelaags) te kunnen realiseren in het projectgebied. In deze notitie worden ten behoeve van het opstellen van een kostenraming de globale dimensies van de fundering van de parkeerkelder bepaald, evenals de dimensies van de damwanden benodigd om een tijdelijke bouwkuip te realiseren.

Afbeelding 1.1 toont de projectlocatie, net ten noorden van station Hoorn, inclusief het grondonderzoek uitgevoerd voor de haalbaarheidsstudie van de parkeerkelder. In Afbeelding 1.2 is een impressie gegeven van de indeling van de één- en tweelaagse parkeerkelders, zoals opgenomen in [Ref. 1]. Er zijn in het projectgebied vijf sonderingen uitgevoerd en één boring. Sonderingen 1 t/m 5 zijn relevant voor de éénlaagse parkeerkelder, sonderingen 3 t/m 5 voor de tweelaagse parkeerkelder.

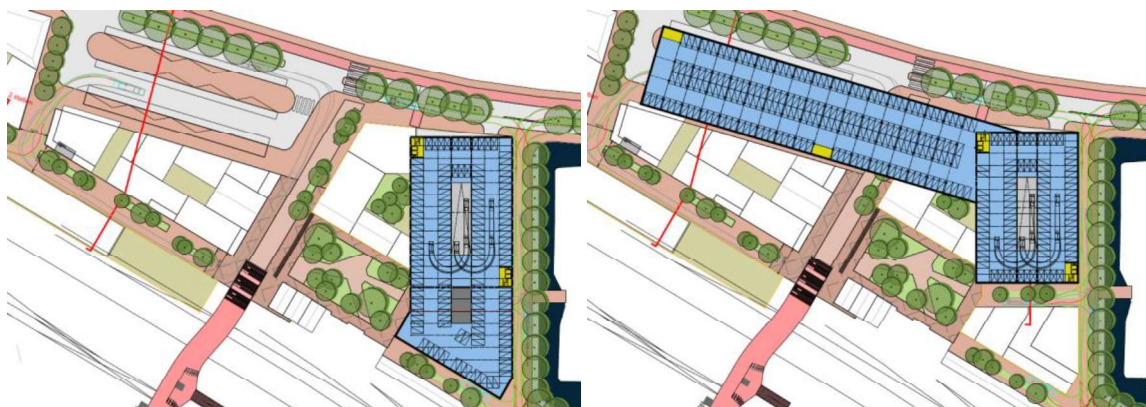
Referenties

- 1 Parkeergarage Poort van Hoorn (concept), JHK Architecten, 21 september 2021.
- 2 Rapportage geotechnisch onderzoek, 2421-196360, Fugro, 24 augustus 2021.
- 3 125830-XXX Notitie constructie Poort van Hoorn, Witteveen+Bos, 6 oktober 2021.
- 4 125830-XXX Notitie geohydrologische en geotechnische analyse parkeergarage Poort van Hoorn, Witteveen+Bos, 6 oktober 2021.

Afbeelding 1.1 Grondonderzoek ter plaatse van projectgebied, uit [Ref. 2]



Afbeelding 1.2 Impressie oppervlak 2-laagse (links) en 1-laagse parkeerkelder (rechts)



2 DAMWANDEN TIJDELIJKE BOUWKUIP

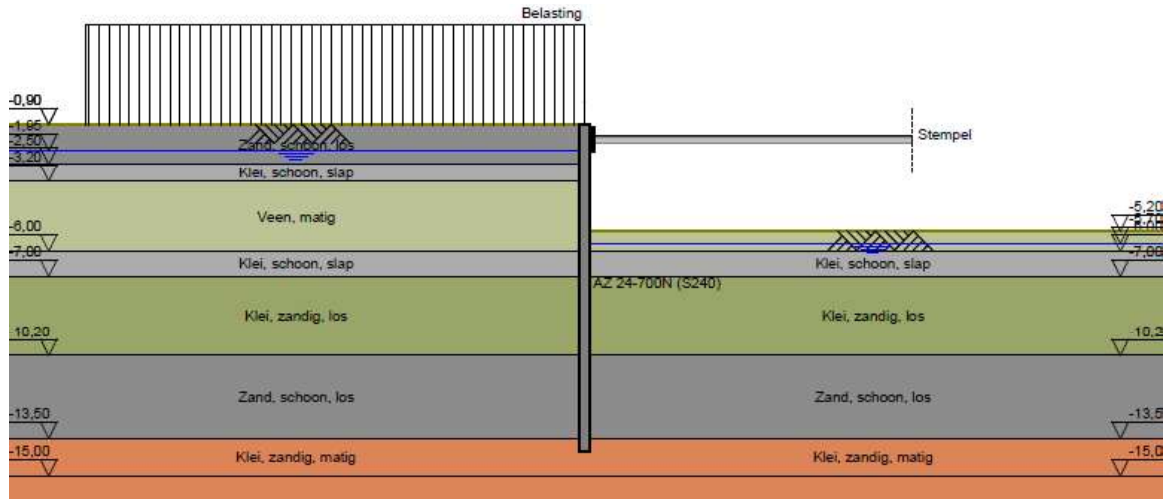
Om een inschatting te kunnen doen voor de benodigde damwand om de tijdelijke bouwkuip van de parkeerkelder te vormen is de maatgevende fase in de bouwfasering doorgerekend met D-Sheet Piling. De maatgevende fase voor de damwanden is de fase waarin de ontgraving op het diepste punt is, maar de definitieve vloer nog niet geplaatst is. De situaties van de één- en tweelaagse parkeerkelders zijn afzonderlijk beschouwd.

2.1 Parkeerkelder met één laag

De volgende uitgangspunten zijn aangehouden bij de bepaling van het damwandtype:

- huidige maaiveld op NAP -0,9m;
- ontgraving tot NAP -5,2 m;
- bemaling tot NAP -5,7 m;
- stempelraam op NAP -1,5 m;
- grondprofiel conform [Ref. 4];
- maaiveldbelasting 5 kPa.

Afbeelding 2.1 Impressie model damwand éénlaagse parkeerkelder



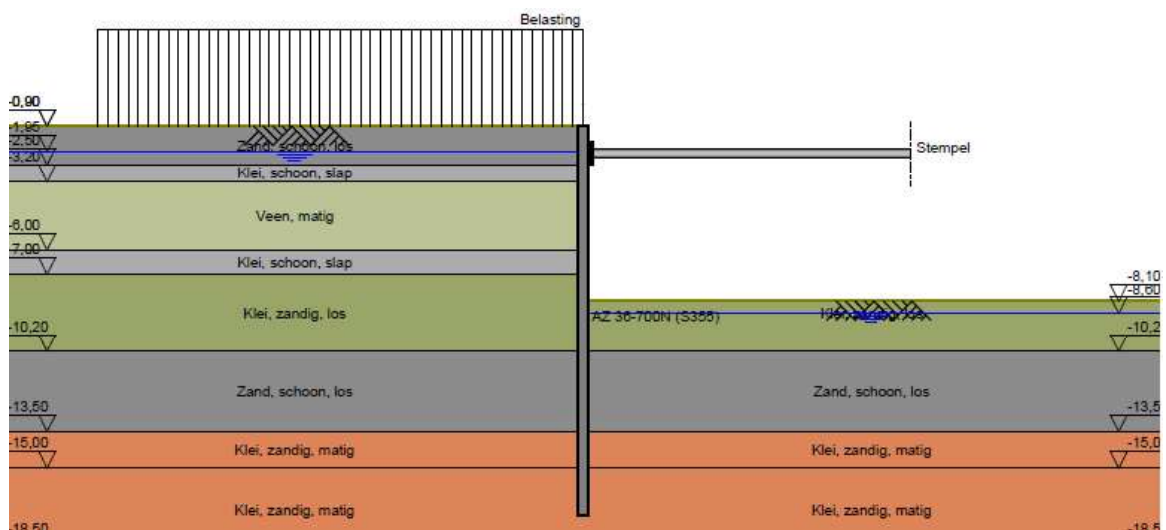
Op basis van de uitgangspunten wordt een maximaal moment in de damwand berekend van 470 kNm/m en een uitbuiging van 110 mm. Een damwandtype AZ18-700 S355 is noodzakelijk ten aanzien van sterkte. Een installatieniveau van NAP -14 m is minimaal noodzakelijk voor stabiliteit. Om opbarsten van de bouwkuip te voorkomen is het echter nodig om de damwand dieper te plaatsen, tot minimaal NAP -17 m, zie [Ref. 4]. Ten aanzien van vervormingen is geen strikte eis gehanteerd, gezien er geen vervormingsgevoelige objecten in de nabijheid van de damwanden zijn.

2.2 Parkeerkelder met twee lagen

De volgende uitgangspunten zijn aangehouden bij de bepaling van het damwandtype:

- huidige maaiveld op NAP -0,9 m;
- ontgraving tot NAP -8,1 m;
- bemaling tot NAP -8,6 m;
- stempelraam op NAP -2,0 m;
- grondprofiel conform [Ref. 4];
- maaiveldbelasting 5 kPa.

Afbeelding 2.2 Impressie model damwand tweelaagse parkeerkelder



Op basis van de uitgangspunten wordt een maximaal moment in de damwand berekend van 1064 kNm/m en een uitbuiging van 129 mm. Een damwandtype AZ36-700N S355 is noodzakelijk ten aanzien van sterkte. Een installatieniveau van NAP -18,5m is minimaal noodzakelijk voor stabiliteit.

3 FUNDERING PARKEERKELDER

Onder de poeren en wanden worden palen voorzien die door de meerlaagse bovenbouw voornamelijk op druk belast worden. Per poer is een maximale belasting berekend van ca. 9500 kN (rekenwaarde Model A, [Ref. 3]). Onder de wanden wordt een belasting van 1340 kN per strekkende meter verwacht. Voor de poeren en wanden wordt een fundering op prefab palen of Fundex-palen voorzien. De keuze voor het paaltype is hierbij afhankelijk van mogelijke eisen vanuit de omgeving (spoor en ziekenhuis).

De vloerdelen zullen door de waterdruk voornamelijk op trek worden belast. Voor deze delen is een fundering op GEWI ankerpalen voorzien.

Sonderingen DKM3A, DKM4 en DKM5 zijn meegenomen in de bepaling van indicatieve draagvermogens van de verschillende paaltypen. Vanwege de vroege fase van het ontwerp en het geringe beschikbare grondonderzoek, worden de correlatiefactoren op 1,26 aangehouden en wordt het laagst berekende draagvermogen aangehouden. Als ontgravingsniveau wordt NAP -8,1 m aangehouden in de berekening van het draagvermogen, voor de bepaling van de negatieve kleef en ontgravingsreductie van de conusweerstand.

3.1 Prefab palen

Bij een paalpuntniveau van NAP -23,5 m worden de volgende draagvermogens op druk berekend:

- $R_{c;net;d}$ = 1400 kN bij paaltype vierkant 450 mm;
- $R_{c;net;d}$ = 1650 kN bij paaltype vierkant 500 mm.

Op basis van deze resultaten dient een poer 6 palen vierkant 500 mm te bevatten tot NAP -23,5 m (bij model A). De palen, op basis van de beschikbare sonderingen, dieper plaatsen heeft niet veel zin, in verband met teruglopende conusweerstand (tussen ca. NAP -25 en -28). Hierboven aangegeven is het laagste draagvermogen berekend op basis van de drie sonderingen.

De sonderingen zijn uitgevoerd tot ca. NAP -29 à -31 m. In de sonderingen start vanaf ongeveer NAP -29 m weer een goede zandlaag. De prefab palen in die laag plaatsen, bijvoorbeeld op ca. NAP -31 m, zal vermoedelijk een hoger draagvermogen opleveren en daarmee een meer koste efficiënt ontwerp. Echter zijn de sonderingen niet lang genoeg om voor deze diepte op dit moment een draagvermogen af te leiden.

Op trek geldt bij een paalpuntniveau van NAP -23,5m, een stramien van 2x2 m en $y_{var;q,c}$ op 1,0 het volgende globale draagvermogen:

- $R_{t;d}$ = 343 kN bij paaltype vierkant 450 mm;
- $R_{t;d}$ = 375 kN bij paaltype vierkant 500 mm.

3.2 Fundex palen

Bij een paalpuntniveau van NAP -23,5 m wordt het volgende draagvermogen op druk voor een Fundex paal (of vergelijkbaar) met diameter 457/560 mm (inclusief groutinjectie):

- $R_{c;net;d}$ = 1540 kN.

Bij een paalpuntniveau van NAP -23,0 m wordt het volgende draagvermogen op druk voor een Fundex paal (of vergelijkbaar) met diameter 508/660 mm (inclusief groutinjectie):

- $R_{t;d} = 1840$ kN.

Ten aanzien van het eventueel dieper plaatsen van de palen voor een meer koste efficiënt ontwerp geldt hetzelfde als is beschreven bij de prefab palen; het dieper plaatsen van de palen (ca. NAP -32 m) zal vermoedelijk tot een meer kostenefficiënt ontwerp leiden, maar kan op basis van het huidige grondonderzoek niet onderbouwd worden.

Op trek geldt bij een paalpuntniveau van NAP -23,5m, een stramien van 2x2 m en $y_{var,qc}$ op 1,0 het volgende globale draagvermogen voor het type 457/560 inclusief groutinjectie:

- $R_{t;d} = 403$ kN.

Op trek geldt bij een paalpuntniveau van NAP -23,0 m, een stramien van 2x2 m en $y_{var,qc}$ op 1,0 het volgende globale draagvermogen voor het type 508/660 inclusief groutinjectie:

- $R_{t;d} = 415$ kN.

3.3 GEWI ankerpalen

Het beschikbare grondonderzoek op de projectlocatie is niet voldoende diep voor het ontwerp van GEWI ankerpalen. Voor het ziekenhuis aan de noordzijde van het projectgebied zijn enkele diepere sonderingen uitgevoerd, tot ca. NAP -36 m (S1, S12 en S20). Deze sonderingen laten vanaf ca. NAP -29 m een zandpakket met conusweerstand van > 20 MPa zien. Op basis daarvan zijn de sonderingen in het projectgebied handmatig (en conservatief met 12 MPa) verlengd voor de bepaling van het draagvermogen van de GEWI's

Daarnaast zijn de volgende uitgangspunten aangehouden bij de bepaling van het draagvermogen van de GEWI ankerpalen:

- paalpuntniveau NAP -32 m;
- $y_{var,qc}$ op 1,2;
- $f_3 = 0,94$;
- stramien 2x2 m;
- ankerpaal type A of B, conform CUR236 alfa t aangehouden op 0,017 (verwachtingswaarde);
- diameter groutlichaam 220mm.

Het berekende trekdraagvermogen bedraagt op basis van deze uitgangspunten $R_{t;d} = 522$ kN per paal.

In de berekening is een stramien van 2x2 m aangehouden. Bij stramienen met grotere hart op hart afstanden zal het draagvermogen per paal toenemen. Bij stramienen met kleinere hart op hart afstanden neemt het draagvermogen per paal snel af doordat de palen elkaars draagvermogen beïnvloeden.

4 CONCLUSIE

In voorliggende notitie zijn de dimensies van de tijdelijke bouwkuip en fundering van de parkeerkelder beschouwd. Dit indicatieve funderingsadvies dient alleen ter onderbouwing van de kostenraming,

De beschikbare sonderingen zijn niet voldoende diep om een ontwerp van een ankerpaalfundering op te maken. Vermoedelijk is er daarnaast een meer kostenefficiënt funderingsontwerp van de poeren en wanden mogelijk dan in de notitie beschreven, door de palen in de zandlaag vanaf ca. NAP -29 m te funderen. Aanvullend grondonderzoek tot minimaal NAP -40 m wordt geadviseerd voor een volgende onderzoeksfase van de parkeerkelder.