

MEMO

Aan : Arjan de Wit
Van : Andries van Houwelingen
Interne toetsing : Jos Tromp
Dossier : BD8043
Project : PG Kampen
Betreft : Invloed parkeergarage op primaire kering

Ons kenmerk : AM-MA20150690
Datum : 16 juli 2015
Classificatie : Klant vertrouwelijk

1 INLEIDING

Aan de Noordweg ter hoogte van de Nieuwe Buitenhaven in de gemeente Kampen, is een nieuwe parkeergarage voorzien. De garage doorsnijdt de binnendijkse beschermingszone van de nabijgelegen primaire kering. De betreffende waterkering is onderdeel van dijkkring 11 en wordt beheerd door Waterschap Groot Salland. Deze memo betreft een beschouwing van de invloed van de parkeergarage op de waterveiligheid aan de hand van de volgende vragen:

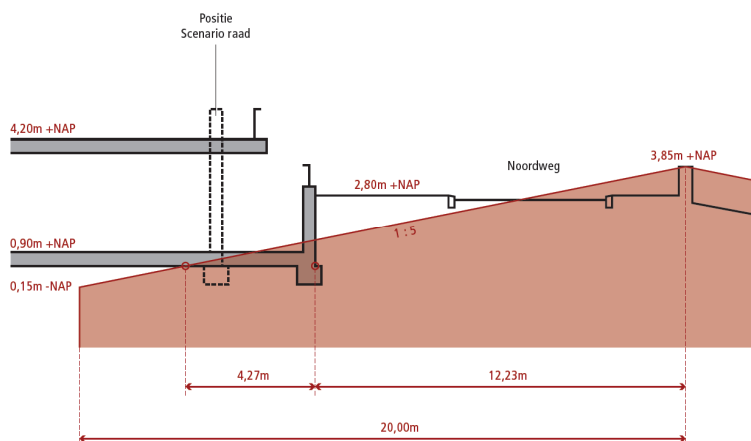
1. Welke faalmechanismen worden negatief beïnvloed?
2. Wat zijn de mogelijke maatregelen?

2 SITUATIE

2.1 Ligging parkeergarage ten opzichte van kering

Om de invloed van ingrepen te kunnen bepalen is het belangrijk om de huidige situatie goed in beeld te hebben. In het onderstaande figuur zijn een dwarsdoorsnede van de parkeergarage en de beschermingszone van de kering weergegeven.

Profiel Aa



Figuur 1 Doorsnede parkeergarage en beschermingszone primaire kering (bron: bestemmingsplan)

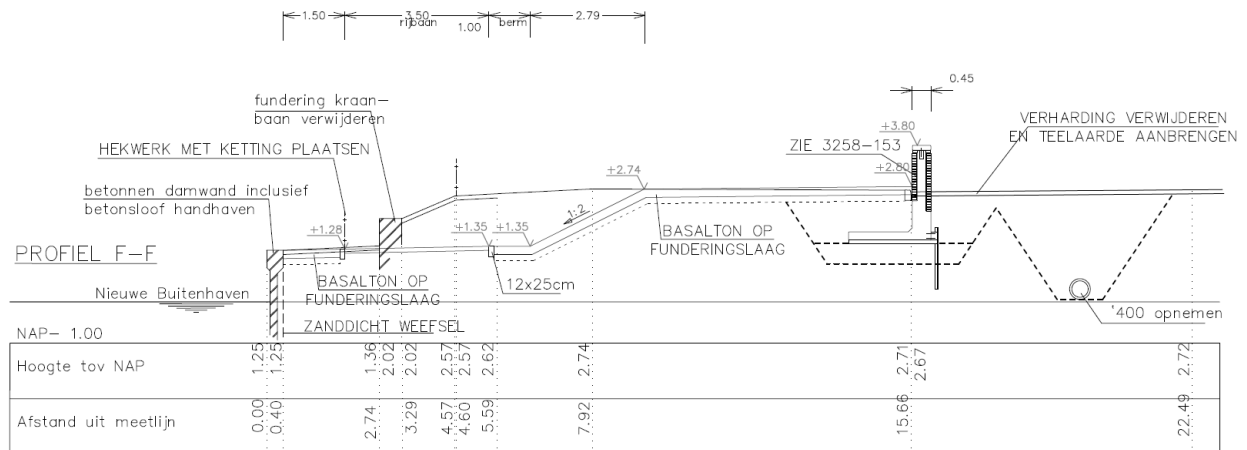
2.2 Bestaande waterkering

De huidige kering bestaat uit een harde constructie. Aan de buitenzijde van de kering wordt de haven begrensd door een betonnen damwand. In de buitenkruinlijn van de kering is een betonnen L-wand aangebracht om hoog water te keren. De L-wand is gefundeerd op NAP +1,5 m en is bekleed met metselwerk. Onder de L-wand is een kort kunststof kwelscherm aangebracht met een lengte van 1,5 m.



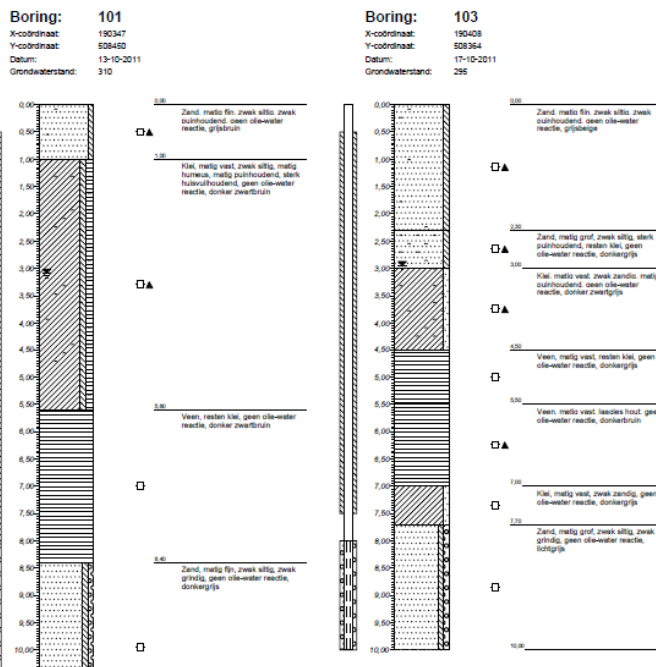
Opmerking:

Het 1:5 talud van de beschermingszone is gedefinieerd vanaf kruinhoogte. Voor groene keringen is een dergelijke keus begrijpelijk. Voor harde constructies is het logischer om een beoordelingsprofiel te definiëren vanaf binnendijs maaiveld.



2.3 Ondergrond

Uit het vooronderzoek ten behoeve van de aanleg van de parkeergarage volgt dat de aanwezige deklaag een dikte heeft van ca. 7,5 m (onderzijde op ca. NAP -5 m). Net onder maaiveld ligt een zandige toplaag op een zandige kleilaag. Het onderste deel van de deklaag bevat veen.



In de beschikbare ontwerpverslagen van de waterkering bevat ook een bodemschematisatie. Uit het rapport E1169-SO-R001 volgt dat de bodem ter plaatse van de waterkering tot NAP -7,5 m uit zandige klei bestaat.

De dichtheid van de gegevens in DINO is te beperkt om deze bodemopbouw te bevestigen. De geringe lengte van het kwel scherm onder de L-wand geeft reden om aan te nemen dat de ondergrond slecht doorlatend is.

3 FAALMECHANISMEN

3.1 Rest profiel na bezwijken NWO

De parkeergarage is een niet waterkerend object (NWO) binnen de beschermingszone van de waterkering. In de maatgevende situatie dient er vanuit te gaan dat NWO's bezwijken, waarbij een restprofiel ontstaat. Simpel gezegd: een gat in de grond met taluds. Als diepte van dit restprofiel wordt de bovenzijde van de constructievloer van de NWO aangehouden. De taludhelling hangt af van ondergrond. In klei wordt een talud van 1:2 gehanteerd, in veen en in matig gepakt zand een 1:4 talud. In zeer losse zanden dient, in verband met verweking, een 1:7 talud in rekening gebracht te worden voor het restprofiel.

Een dergelijk restprofiel aan de binnenzijde van de waterkerende constructie kan invloed hebben op de faalmechanismen binnenwaartse macrostabiliteit / stabiliteit van de waterkerende constructie (STBI / STCG) en piping (STPH).

3.2 Stabiliteit

Indien het restprofiel na bezwijken van de NWO de passieve wig van de keerconstructie doorsnijdt, heeft de NWO een negatieve invloed op de stabiliteit van de kering.

Voor het bepalen van de omvang van de passieve wig van de L-wand is van het volgende uitgegaan:

- Wrijvingshoek ondergrond $\varphi = 30^{\circ}$
- Maaiveldniveau $MV = \text{NAP} + 2,8 \text{ m}$
- Funderingsniveau L-wand $FN_{Lw} = \text{NAP} + 1,5 \text{ m}$

$$L_{passief} = \tan\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) \times (MV - FN_{Lw}) = \tan\left(45 + \frac{30}{2}\right) \times (2,8 - 1,5) = 2,3 \text{ m}$$

In verband met de onzekerheid ten aanzien van de bodemopbouw en de zandige klei is voor het restprofiel uitgegaan van een 1:4. De bovenzijde van de garagevloer is voorzien op NAP +0,9 m. Dit betekent dat de insteek van het restprofiel zich op $(2,8-0,9) \times 4 = 7,6 \text{ m}$ bevindt.

Indien de garage op meer dan $2,3+7,6 = 9,9 \text{ m}$ afstand van de L-wand wordt aangelegd doorsnijdt het restprofiel van de NWO de passieve wig van de L-wand niet en wordt de stabiliteit van de waterkering niet negatief beïnvloed. Hiermee wordt de afstand tussen buitenzijde garagewand en rand van de vloer van de L-wand bedoeld. De wand staat met de L naar achteren. Gemeten vanuit het hart van het keerwandje dat boven maaiveld uitsteekt, tot kelderwand, bedraagt deze afstand $9,9+1,9 = 11,8 \text{ m}$.

De minimale afstand tussen kelderwand en hart L-wand bedraagt 12,2 m. Dit betekent dat de stabiliteit van de waterkering onafhankelijk is van de stabiliteit van de parkeergarage.

3.3 Piping

De beschikbare boringen, de geschematiseerde bodemopbouw uit de ontwerprapporten en de beperkte lengte van het aanwezige kwelscherm onder de L-wand tonen aan dat het buitentalud tussen de damwand langs de haven en de L-wand slecht doorlatend is. Binnen dit gebied is er geen intredepunt voor piping.

Het beschikbaar grondonderzoek toont aan dat relatief dikke waterremmende lagen aanwezig. De onderzijde van de waterremmende deklaag ligt dieper dan de waterbodem van de haven. Hiermee is de aanwezigheid van een intredepunt ter plaatse van de havenbodem voor de betonnen damwand onwaarschijnlijk.

Indien de waterremmende deklaag afwezig is ter plaatse van de haven, is er mogelijk wel een intredepunt voor piping. Om deze reden is op basis van de onderstaande uitgangspunten een grove pipingberekening uitgevoerd:

- Onderzijde deklaag tpv garage = NAP -5 m
- Teen betonnen damwand = NAP -6,3 m
- Waterbodem = NAP -2,5 m
- Bovenzijde constructievloer = NAP +0,9 m
- Totale verticale kwelweglengte = $(6,3-2,5)+(6,3+0,9)= 11$ m
- Totale horizontale kwelweglengte = ca. 18 m
- Lane factor (matig grof zand) = 5

$$\left(\frac{1}{3}L_h + L_v\right) \geq C_{Lane} \times \Delta H \rightarrow \left(\frac{18}{3} + 11\right) = 5 \times \Delta H_{max}$$

Uit de bovenstaande formule volgt dat het kritische verval ten aanzien van piping 3,4 m bedraagt. De bovenzijde van de vloer ligt op NAP +0,9 m. Bij een waterstand van NAP +4,3 m is piping mogelijk, mits de deklaag en de vloer ter plaatse van de garage opdrijven. Hiervoor is een opdrijfberekening gemaakt:

$$\sigma_{oz,dkl} \geq \gamma_{opdr} \times p_{oz,dkl} \rightarrow (0,75 \times 23 + 1,85 \times 17 + 3 \times 12) \geq 1,1 * p_{crit}$$

Uit de bovenstaande vergelijking volgt dat bij een waterspanning van 84,7 kPa de vloer opdrijft. Dit komt overeen met een stijghoogte van NAP +3,5 m.

Opmerking:

De ontwerpwaterstand is onzeker. HR2006 noemt een ontwerppeil van NAP +3,0 m. Nieuwe constructies dienen echter ontworpen te worden op een ontwerppeil wat hoger ligt in verband met de beoogde levensduur.

Voor het ontwerp van de L-wanden lijkt een ontwerpwaterstand van NAP +4,1 m te zijn gehanteerd. De bovenzijde van de keerwand ligt echter op NAP +3,85 m.

De geplande zomerbedverlaging in de IJssel zal leiden tot een afname van de waterstand. Maar de toekomstige nieuwe normering kent een hogere robuustheidstoeslag waardoor de ontwerpwaterstand toeneemt.

Om de volgende drie redenen is optreden van piping zeer onwaarschijnlijk:

1. De onderzijde van de deklaag ligt een aantal meters onder het bodemniveau van de haven waardoor een eventueel intredepunt waarschijnlijk ver weg ligt;
2. De bovenzijde van de bestaande kering (NAP +3,85 m) ligt lager dan de kritische waterstand (NAP +4,3) waarbij de aanwezige kwelweg tot de parkeergarage kleiner is dan de benodigde kwelweg. Hierbij is de deklaag onder de havenbodem verwaarloosd = conservatief. De kritische waterstand ten aanzien van piping volgens Lane is hoger dan de waterkering.
3. De opdrijfveiligheid van de deklaag en de vloer is voldoende tot een kritische stijghoogte van NAP +3,5 m. Beschikbare peilbuizen tonen in de dagelijkse situatie een stijghoogte rond NAP +0.2 m. Een dergelijke verhoging van de stijghoogte tijdens MHW betekent een hoge stijghoogte respons (90% uitgaande van een waterpeil gelijk aan bovenzijde kering). Een dergelijke stijghoogte respons is zeer onwaarschijnlijk met het oog op de dikte van de deklaag.

Op basis van bovenstaande redenen is het optreden van piping geen relevant faalmechanisme voor deze kering.

4 CONCLUSIE

Het waterkerend vermogen van de nabijgelegen constructie wordt niet nadelig beïnvloed door de geplande parkeergarage.