

MEMO

Onderwerp:
Kwelwegberekening doorstart gemaal Liesveld
Graafland

Apeldoorn,
5 september 2013

Projectnummer:
C02021.200004.0120

DIVISIE WATER

Van:
Hans Niemeijer

Opgesteld door:
Rianne Oudkerk

Afdeling:
Divisie Water Apeldoorn

Ons kenmerk:
077272678:A

Aan:
R. van Gelder Waterschap Rivierenland

Kopieën aan:
B. Wesselink Arcadis

Gegevens

Waterstanden

- maatgevend hoogwaterpeil: NAP – 0,25 m;
- winterpeil maalzijde Graafland/Achterland NAP – 1,82 m.

Constructie

- onderkant bodem uitstroombak op NAP -3,11 m;
- onderkant bodem instroombak op NAP -4,86 m.

Grondopbouw

Beschikbaar zijn twee relevante sonderingen.

Sondering 1 in de Molenkade direct ten zuiden van de uitstroombaker geeft een samendrukbare laag tot circa NAP – 4,6 m. Tussen NAP – 2 m en NAP – 4,6 m is een veenlaag aanwezig.

Sondering 3 in het Graafland ten noordoosten van het gemaal geeft een samendrukbare laag tot circa NAP – 2,7 m.

Eigenschappen van de zandlaag beneden NAP – 4,6 à – 2,7 m zijn niet bekend. Er is de veilige aanname gedaan dat in deze zandlaag fijn zand aanwezig is.

Geometrie en constructie

Uitgegaan is van de geometrie van het nieuwe gemaal volgens de tekening C02021.200004.0120, tekeningnummer 01 versie C.3 van 07-08-2013 (ARCADIS/Waterschap Rivierenland). De lengte over de as van het kunstwerk is 30,56 m.

Het kunstwerk wordt geheel op palen gefundeerd.

Onder en achterloopsheid

Uitgangspunt is dat het intreepunt van de kwelstroom zich bij de uitstroombak bevindt. Het is denkbaar dat onder de bodem van het boezemwater nog 1,5 m veen aanwezig is, in welk geval in het geheel geen intreepunt aanwezig is, of dit verder van het kunstwerk af ligt. Informatie over de grondopbouw onder de boezembodem is echter niet aanwezig.

Het uittreepunt van de kwelstroom bevindt zich bij de instroombak of elders nabij het kunstwerk in het polderwater.

Onderloopsheid

De benodigde kwelweglengte voor onderloopsheid wordt bepaald met de formule van Lane:

$L > C \cdot h$, waarin:

- L: de gewogen kwelweglengte;
- C: een "creep"-coëfficiënt volgens Lane, voor de aanname van fijn zand is deze gelijk aan 8,5;
- h: het verval, gelijk aan 1,57 m.

Invullen van deze formule geeft:

$L > 13,35$ m.

De horizontale kwelweglengte onder het kunstwerk mag niet in rekening gebracht worden, omdat het kunstwerk op palen gefundeerd wordt. De kwelweglengte moet daarom geheel door de kwelschermen gerealiseerd worden. Het kwelscherf aan de boezemzijde heeft vanwege de stabiliteit een inheinniveau van tenminste NAP – 9 m. De onderkant van de betonnen bodem van de uitstroombak heeft een niveau van NAP – 3,11 m. Dit kwelscherf heeft daarmee een verticale kwelweglengte van 11,78 m. De resterende kwelweglengte van 13,35 – 11,78 m wordt door het kwelscherf aan de polderzijde verzorgd. Het inheinniveau van dit kwelscherf moet tenminste 0,80 m beneden de bodem van de instroombak zijn, afgerond NAP – 5,70 m.

Achterloopsheid in combinatie met een kwelweg onder het gemaal

De potentiële kwelwegen lopen onder de samendrukbare laag en/of onder het kunstwerk door. De kwelweg onder het kunstwerk kan niet in rekening gebracht worden.

De benodigde kwelweglengte voor onderloopsheid wordt bepaald met de formule van Bligh:

$L > C \cdot h$, waarin:

- L: de horizontale kwelweglengte;
- C: een "creep"-coëfficiënt volgens Bligh, voor de aanname van fijn zand is deze gelijk aan 18;
- h: het verval, gelijk aan 1,57 m.

Invullen van deze formule geeft:

$L > 28,26$ m.

Als intreepunt voor de kwelstroom wordt uitgegaan van een punt aan het eind van de kwelschermen, waardoor de breedte niet dubbel geteld kan worden. De kwelschermen dienen, om aan de eis te voldoen, aan alle vier de hoeken over een lengte van 14,15 m (per hoekzijde) uit te steken. Combinaties waarbij het totaal van de kwelweglengte 28,26 m is voldoen ook.

Overige combinaties van achter- en onderloopsheid

Kwelwegen die gedeeltelijk onder het kunstwerk en/of onder de kwelschermen en onder de samendrukbare laag lopen zijn ook mogelijk.

De benodigde kwelweglengte voor deze situatie wordt bepaald met de formule van Lane:

$L > C \cdot h$, waarin:

- L: de gewogen kwelweglengte;
- C: een “creep”-coëfficiënt volgens Lane, voor de aanname van fijn zand is deze gelijk aan 8,5;
- h: het verval, gelijk aan 1,57 m.

Invullen van deze formule geeft:

$L > 13,35$ m.

Er geldt verder:

$L = L_H/3 + L_V$, met:

- L_H : de horizontale kwelweglengte, waarbij de kwelweg onder het kunstwerk niet in rekening gebracht mag worden;
- L_V : de totale verticale kwelweglengte.

Uitgaande van een inheinniveau van NAP – 9 m voor de damwand aan de boezemzijde en een breedte van 12 m van het kwelscherm aan de zuidzijde van het kunstwerk aan de boezemzijde volgt het inheinniveau voor de kwelscherm aan de polderzijde:

$L_V = 13,35 - 12/3 - 1,75 = 7,60$ m.

Het verschil in hoogteligging tussen de in- en uitstroom is 1,75 m, dat hier als verticale kwelweglengte in rekening is gebracht.

Het inheinniveau van de damwand aan de polderzijde wordt hiermee: $\text{NAP} - 4,86 - 7,60/2 \text{ m} = \text{NAP} - 8,66$ m (afgerond NAP – 8,7 m).

Het is mogelijk dat de kwelstroom aan het eind van het hoge deel van het kunstwerk horizontaal afbuigt in de richting van het polderwater. In dat geval volgt:

$L_V = 13,35 - 12/3 \text{ m} = 9,35$ m.

Het inheinniveau van de damwand wordt dan: $\text{NAP} - 3,11 - 9,35/2 \text{ m} = -7,79$ m.

Het niveau van NAP – 3,11 m is hierin zowel de onderkant van het kunstwerk als het bodemniveau van het polderwater. Het eerder bepaalde inheinniveau van NAP – 9 m blijft maatgevend.

Conclusie

De kwelschermen bij het gemaal dienen de volgende afmetingen te hebben:

- inheinniveau onder en naast het kunstwerk NAP – 9 m;
- breedte van de kwelschermen per zijde in totaal 28,26 m, met een minimum van 12 m per scherm.

Het inheinniveau van de schermen kan verminderen met toenemende afstand van het kunstwerk. Dit kan een geringe optimalisatie geven. Dit is niet uitgewerkt.

Middels nader grondonderzoek kan een optimalisatie verkregen worden. Van belang hierbij is vooral de korrelgrootte van het zand in de watervoerende zandlaag beneden NAP – 4,6 m. De dikte van de samendrukbare laag onder de boezembodem kan ook nader onderzocht worden. Als minimumeis wordt echter wel een dikte van 5 m veen aangehouden, om “hydraulische kortsluiting” tussen het boezemwater en de watervoerende zandlaag geheel uit te kunnen sluiten. De dikte van de veenlaag is naar verwachting maximaal 2 m.

Opmerking

Piping kan ook optreden via kwelwegen die niet onder of langs het gemaal lopen, maar via de watervoerende zandlaag direct onder de Molenkade. De breedte van de Molenkade is circa 10 m, veel minder dan de vereiste kwelweglengte.