

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water & Maritime

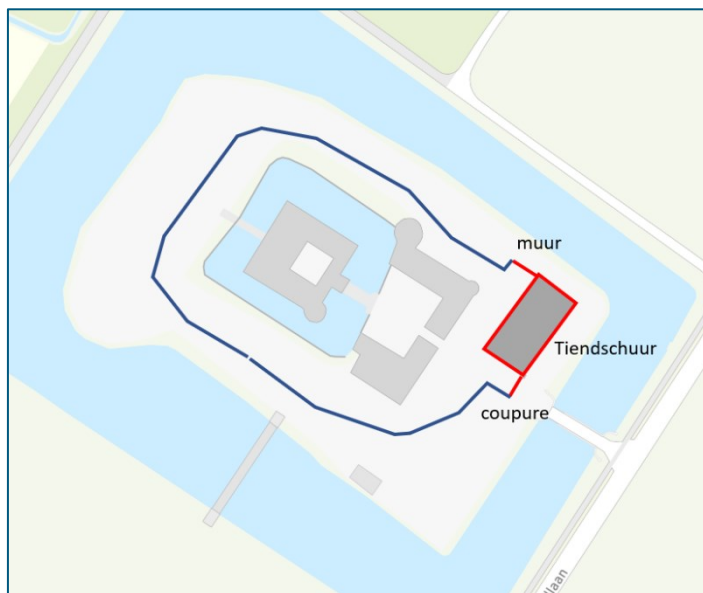
Aan: Projectteam groene rivier Well
Van: Han Vermue
Datum: 5 juli 2024
Kopie: -
Ons kenmerk: 20240705_BJ1000_W3420-3.4_Kasteel kwel binnengracht_C01
Classificatie: Projectgerelateerd
Gecontroleerd door Ron Stroet

Onderwerp: Kasteel Well – Berekening kweldebiet binnengracht

1 Inleiding

Deze notitie maakt onderdeel uit van het voorontwerp Gebiedsontwikkeling Groene Rivier Well, en is een bijlage bij het technisch ontwerp waterkering kasteel (VO) [Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.ref 1].

In de gebiedsontwikkeling Groene Rivier Well komt het kasteel Well buitendijks te liggen in plaats van de huidige binnendijkse ligging. Om inundatie van het kasteel te voorkomen worden grondlichamen en harde keringen aangelegd rondom de binnengracht, het kasteel en de binnenplaats (Figuur 1).



Figuur 1: Keringen kasteel (rood= harde kering, blauw=grondkering)

Gedurende een hoogwatersituatie overstroomt het omliggende gebied. Het maatgevende maaspeil is NAP +15.70 m (1/100 waterstand). In de betreffende situatie zal kwel binnendijks optreden door stroming door de ondergrond. De binnengracht wordt hierbij op een peil van NAP +13.50m gehouden door middel van afpompen. Zodoende wordt het binnendijkse gebied droog gehouden en schade voorkomen.

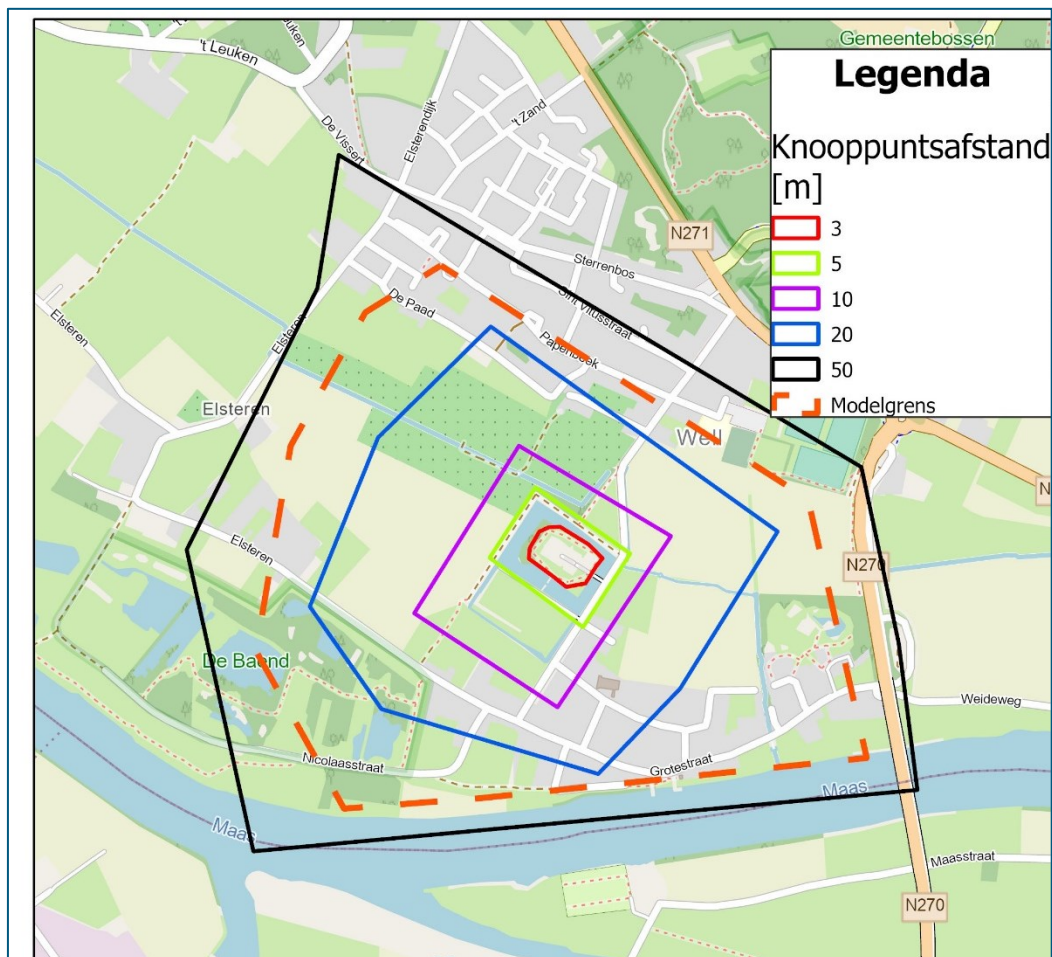
De onderzoeksvraag voor deze notitie is: 'Welk kweldebiet treedt bij maatgevende waterstand op bij het binnendijkse kasteelgebied?'.

Aan het berekende debiet worden in deze notitie geen conclusies verbonden. Daartoe wordt verwezen naar het ontwerprapport [ref 1].

2 Grondwatermodel

2.1 Discretisatie

Een semi 3D grondwatermodel is ontwikkeld in de modelcode Flairs. In Flairs wordt een eindige elementen methodiek gebruikt. Het grid dat is ontwikkeld heeft een knooppuntsafstand ter plaatse van het kasteel van 3 meter. In de omtrek van het kasteel wordt dit grover richting 20 tot 50 meter (Figuur 2). Het model wordt stationair doorgerekend.



Figuur 2: Modelgrens en knooppuntsafstanden

2.2 Laagopbouw en ondergrond

Het model bevat 6 modellagen met elk een onderverdeling naar aquifer en aquitard (vandaar semi 3D). Deze is Tabel 1 in toegelicht. De top van modellaag 1 is geschematiseerd met het AHN4.

Tabel 1: Laagopbouw

Modellaag	Type	Beschrijving	Doorlatendheid (m ² /dag) of weerstand (dag)	Totale dikte
1	Aquifer	Holoceen	35	0 tot 5 meter
1	Aquitard	Holoceen	0.1 tot 20	
2	Aquifer	Boxtel	15	0 tot 1 meter
2	Aquitard	Boxtel	0.1	
3	Aquifer	Boxtel	1	< 10 cm
3	Aquitard	Boxtel	0.1 tot 100	
4	Aquifer	Beegden	1000	10 tot 15 meter
4	Aquitard	Beegden	0.5	
5	Aquifer	Kiezelooliet	350	3 tot 5 meter
5	Aquitard	Kiezelooliet	0.15	
6	Aquifer	Kiezelooliet / Oosterhout	350	3 tot 5 meter
6	Aquitard	Hydrologische basis: Breda		

De boven- en onderkant van deze lagen is afgeleid uit het recent opgeleverde Ibrahim 3 model. De parametrisering ten aanzien van de doorlatendheden en weerstanden van respectievelijk de aquifers en aquitards is afgeleid uit de kentallen uit het Grondwaterzakboekje¹:

Tabel 2: Kentallen gebruikt voor parameterisering doorlatendheden en weerstanden

Grondsoort	K _{hor} [m/dag]	K _{ver} [m/dag]
Klei ²	0.01	0.01
Zandige klei	0.05	0.05
Zand	50	17
Zand grindig	87,5	30
Veen	1	0.01

De aanwezigheid van de grondsoorten weergegeven in tabel 2 is toegekend aan de lagen vanuit de informatie beschikbaar van de boorgegevens. De interpretatie van de ruimtelijke spreiding en interpolatie

¹ Bot, 2016. Grondwaterzakboekje. ISBN-EAN: 978-90-817869-1-1.

(zowel in de diepte als in het ruimtelijk vlak) is overgenomen uit het Leapfrog model (versie 0.4) dat voor de Gebiedsontwikkeling Groene Rivier Well is opgesteld [ref 1].

Afgraving ten behoeve van de realisatie van de Groene Rivier is niet meegenomen omdat deze afgraving in de meest recente plannen (december 2023, doorsnedes G en H) in de directe omgeving van het kasteel beperkt is.

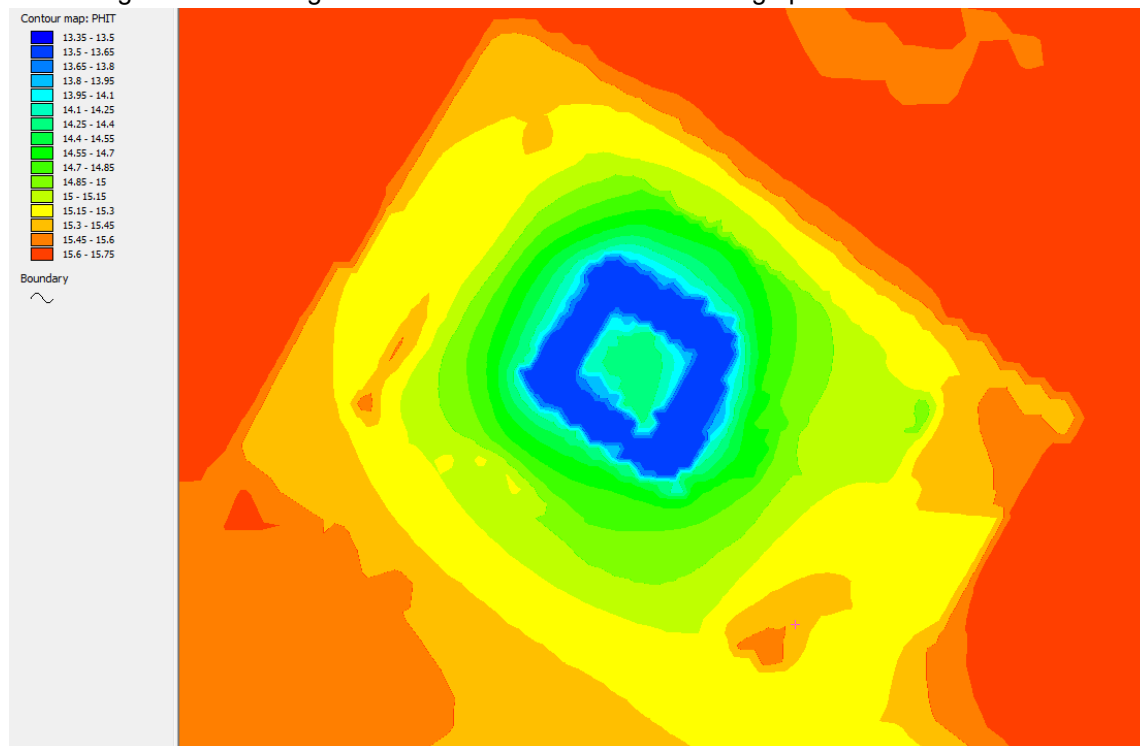
2.3 Peilen en drainage

In het model is een maatgevende hoogwaterstand opgelegd aan het buitendijkse gebied van NAP +15.70 m. Het binnendijkse gebied binnen de modelgrens (kasteel en ten dele Elsteren en Oud-Well) heeft een ander peil. Voor het kasteel geldt dat een peil van NAP +13.50 m voor de binnengracht is toegekend. Voor het resterende binnendijkse gebied is het maaiveldniveau ter plaatse toegekend. De drainageweerstand is 0.01 dag. Dit bleek nodig om tot een grondwaterpeil ter plaatse van de binnengracht te komen gelijk aan het oppervlaktewaterpeil.

In de buitengracht is slib aanwezig van grofweg 50 tot 90 cm die waarschijnlijk een infiltrati weerstand kent. Deze is geschematiseerd als 10 dagen per meter. In de binnengracht is deze niet meegenomen aangezien de kwel hier juist uittreedt. In het overige deel van het grondwatermodel is de infiltrati weerstand op 1 dag aangenomen.

3 Resultaten

In Figuur 3 is de berekende grondwaterstand weergegeven bij het Kasteel. Duidelijk zichtbaar is de aftekening van de binnengracht van het kasteel waar de drainage plaatsvindt.



Figuur 3: Berekende stationaire grondwaterstand Kasteel

Het berekende kweldebiet, binnendijs Kasteel, bedraagt: ruim 300 m³/uur. Een aantal gevoeligheidsberekeningen is uitgevoerd waarvan de resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3: Gevoeligheidsberekeningen

Berekening	Toelichting	Kweldebiet [m ³ /uur]
Referentie	-	305
Halvering weerstand	Weerstand in de ondergrond gehalveerd	380
Geen slib in buitengracht	Geen extra infiltratieweerstand a.g.v. slib	340
Geen slib en lagere infiltratieweerstand	Geen extra infiltratieweerstand a.g.v. slib en infiltratieweerstand maaiveld 0.1	410

Referenties

- ref 1. Gebiedsontwikkeling Groene Rivier Well, Technisch ontwerp waterkering kasteel VO, BJ1000_W3420-3_Technisch ontwerp waterkering kasteel VO
- ref 2. Gebiedsontwikkeling Groene Rivier Well, BJ1000_W3420-3.7_Kasteel verweking binnengracht