Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Mobility & Infrastructure

Aan:	nvt
Van:	Hans Doornbos
Datum:	18 oktober 2024
Kopie:	nvt
Ons kenmerk:	BJ1000_W3920-2
Classificatie:	Projectgerelateerd
Gecontroleerd door	Marcel Goosens

Onderwerp: **Groene rivier en waterkering Well - Kelders**

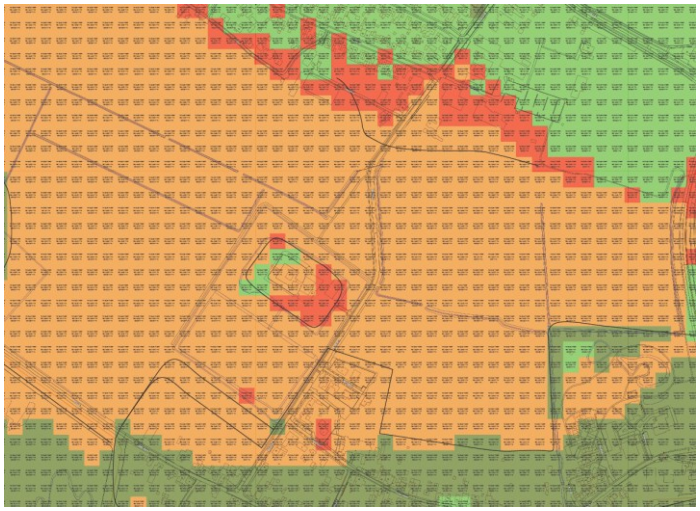
Algemeen

In de loop van de komende decennia zal de grondwaterstand rondom Well veranderen. Zowel autonome veranderingen als de geplande aanleg van de groene rivier en de verlegging van de waterkeringen hebben hier invloed op.
Plaatselijk kan de toekomstige grondwaterstand dalen of juist stijgen. Een stijgende grondwaterstand kan van invloed zijn op bijvoorbeeld kelders onder woningen.
In deze memo wordt voor een aantal woningen beschreven vanuit constructief perspectief beschreven wat mogelijk de gevolgen van de wijzigingen in de grondwaterstand voor de woningen kan zijn. Nadruk wordt hierbij gelegd op onder de woningen aanwezige kelders.

De wijzigingen in de grondwaterstand zijn hierbij voor het hele gebied, voor zowel de situatie met- als zonder aanleg van de groene rivier, vooraf onderzocht. Op basis van dat onderzoek zijn gebieden in beeld gebracht waar de grondwaterstand duidelijk hoger kan worden.
Van die gebieden zijn er 2 uitgekozen om nader te onderzoeken. Binnen die gebieden is via het bouwarchief van gemeente Bergen gecontroleerd of er een kelder aanwezig is en wordt vervolgens aan de hand van de informatie uit het bouwarchief onderzocht welke invloed de grondwaterstand op de kelder heeft.

Grondwaterstandswijzigingen

De huidige grondwaterstand is bekend op basis van metingen (peilbuizen). Op basis van modelberekeningen is bepaald welke wijzigingen optreden. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen toekomstige ontwikkelingen (zonder invloed van de nieuwe waterkeringen en zonder de nieuwe groene rivier) en de situatie na aanleg van de groene rivier en de nieuwe waterkeringen tijdens hoog water.



Geselecteerde woningen
De twee gebieden die in eerste instantie worden onderzocht zijn de Kasteelsehof (huisnummers 1, 2 en 4 t/m 8) en de woningen langs de Kasteellaan nabij de Papenbeek (huisnummers 16, 14a en 27). Deze 2 gebieden bevatten zowel nieuwbouw als (oudere) bestaande woningen en kunnen daardoor een beeld voor de rest van het gebied geven zonder dat meteen alle woningen worden onderzocht.

Overzicht woningen Kasteelsehof:



Overzicht woningen Kasteellaan:



De gebouwen aan de Kasteelsehof zijn allemaal recent. Het oudste pand (nummer 1) is gebouwd in 2019. Voor deze woningen geldt dat deze zijn gebouwd op basis van de regels zoals die zijn vastgelegd in het Bouwbesluit. Er wordt bij de analyse van uitgegaan dat de huidige situatie van deze woningen overeenkomt met de gegevens zoals die in het gemeentelijk archief beschikbaar zijn.
Dit kan anders liggen bij de woningen aan de Kasteellaan. Huisnummer 14a is gebouwd in 1950, huisnummer 16 uit 1955 en huisnummer 27 uit 1935 (bron: kadastralekaart.com). Gelet op de bouwjaren is het onzeker of tijdens het ontwerp nadrukkelijk rekening is gehouden met hoge grondwaterstanden in combinatie met een droge kelder. Bovendien kunnen er niet geregistreerde verbouwingen zijn uitgevoerd die niet in het bouwarchief zijn opgenomen.

Effecten van hogere grondwaterstanden op kelders
Een hoge(re) grondwaterstand kan verschillende effecten hebben op een bestaande kelder. Als een kelder niet waterdicht is, dan zal water de kelder binnen stromen. Afhankelijk van de opbouw en de staat van de kelder kan dat snel of langzaam gebeuren. Gebeurt dat snel, dan wordt de kelder nat maar zal er nauwelijks schade aan de constructie van de kelder optreden. Uiteraard wordt hierbij ook alles in de kelder nat.
Stroomt een kelder langzaam vol of is een kelder waterdicht, dan bestaat het risico dat er een verschil ontstaat tussen de waterstand in en buiten de kelder. Hierdoor neemt de belasting door waterdruk tegen de constructie toe. De constructie van de kelder wordt direct belast waardoor schade aan de kelder kan ontstaan. Daarnaast ontstaat het risico dat de kelder wil opdrijven waardoor ook op andere plekken in een gebouw schade kan ontstaan.
Zowel de sterkte van de kelder als de weerstand tegen opdrijven moeten in de ontwerpberekeningen van de kelder zijn beschouwd.

Oudere kelders zoals die langs de Kasteellaan bestaan vaak uit een betonnen vloer en daarop gemetselde wanden. Dit soort kelders zijn vaak niet waterdicht. Zolang het waterstandverschil tussen de binnen- en de buitenwaterstand maar niet te groot wordt, dan ontstaat wel hinder in de vorm van vocht of zelfs een ondergelopen kelder maar is er verder geen noemenswaardig constructief risico. Soms zijn de vloer en de wanden wel zo dicht dat (ondanks doorslaand vocht of lekkage) er wel een waterstandsverschil ontstaat. In dat geval bestaat het risico dat de vloer opbarst of dat de wanden bezwijken of dat de hele kelder opdrijft. Of een van deze effecten ook daadwerkelijk optreedt hangt weer af van de constructieve sterkte van de kelder, de geometrie van de kelder en de verticale belasting van het gebouw boven de kelder.

Modernere kelders zijn in de regel uitgevoerd in gewapend beton. Op basis van de actuele regelgeving horen dit soort kelders bestand te zijn tegen waterdruk, zowel qua sterkte als qua opdrijven. Bij moderne kelders is het belangrijkste aandachtspunt dan welk uitgangspunt qua grondwaterstand in het ontwerp is aangehouden. Dit hoort beschreven te zijn in het ontwerprapport van de kelder.

Beschikbare gegevens per woning
In het bouwarchief van gemeente Bergen is de informatie van de te onderzoeken panden opgevraagd en doorgenomen. Hieruit volgt onderstaand beeld:

Kasteellaan 14a:	Betreft een woon-winkelpand zonder kelder.
Kasteellaan 16:	Betreft een gedeeltelijk onderkelderd woonhuis met een bijgebouw zonder kelder.
Kasteellaan 27:	In het archief is geen inhoudelijke informatie over dit woonhuis aanwezig. Gelet op het bouwjaar wordt een voorraadkelder verwacht.
Kasteelsehof 1:	Deze woning is -bijna- volledig onderkelderd.
Kasteelsehof 2:	Deze woning heeft een kelder onder een beperkt deel van het gebouw.
Kasteelsehof 3:	Woning is nog niet gerealiseerd.
Kasteelsehof 4:	Woning is niet onderkelderd.
Kasteelsehof 5:	Woning is niet onderkelderd.
Kasteelsehof 6, 7 en 8:	Woningen zijn niet onderkelderd.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de onderzochte bouwwerken en de beschikbare of juist ontbrekende informatie.

Straat	Huisnummer	Woningtype	Opmerking
Kasteellaan	14a	Praktijk/woonhuis	Bouwjaar 1950 Ouder winkelpand, geen kelder
Kasteellaan	16	Woonhuis	Bouwjaar 1955 Woonhuis, kelder aanwezig
Kasteellaan	27	Woonhuis	Bouwjaar 1935 Grote woning, mogelijk voorraadkelder?
Kasteelsehof	1	Nieuwbouw	Bijna volledig onderkelderd
Kasteelsehof	2	Nieuwbouw	Kelder
Kasteelsehof	3	NVT	Woning moet nog worden gerealiseerd
Kasteelsehof	4	Nieuwbouw	Geen kelder
Kasteelsehof	5	Nieuwbouw	Geen kelder
Kasteelsehof	6, 7, 8	Nieuwbouw	3-onder-een kap, geen kelder.

Onderstaand wordt nader ingegaan op de volgende gebouwen:

- Kasteellaan 16;
- Kasteellaan 27;
- Kasteelsehof 1;
- Kasteelsehof 2.

De overige gebouwen zijn volgens het bouwarchief niet voorzien van een kelder.

Kasteellaan 16

Dit adres betreft een woonhuis met een bijgebouw. Het woonhuis heeft een kelder waarbij de keldervloer volgens de tekeningen los op de bodem lijkt te liggen. Naar verwachting is deze kelder niet waterdicht, bij elke waterstand hoger dan het vloerpeil zal inundatie van de kelder optreden. Is het niet door de waarschijnlijke naad tussen keldervloer en kelderwand, dan is het wel door scheuren in de dunne keldervloer.
In het bestek van de woning is het volgende opgenomen: “De vloeren en wanden der kelder van waterdichte beton B4 vloer dik 12 cm en 5 cm werkvloer.”.
Volgens de tekeningen zou de kelder dus wel waterdicht moeten zijn. De wanden hebben volgens de tekening een dikte van 33 cm. Opvallend is dat op de beschikbare tekeningen wel wapening is opgegeven voor een funderingsstrookje onder de kelderwanden maar dat er geen wapening is weergegeven in de kelderwanden en de keldervloer.
Het vloerpeil van de woning ligt circa 50 cm boven het omringende maaiveld, de (bovenzijde van de) keldervloer ligt 2 m onder vloerpeil, dat wil zeggen 1,50 m onder maaiveld. Hierbij wordt opgemerkt dat de ligging van de woning ten opzichte van maaiveld gecontroleerd moet worden omdat de tekeningen verschillende peilen tonen die onderling niet eenduidig zijn.

Kasteellaan 27

Geen info over een kelder (naar verwachting wel aanwezig).
Woningen met een bouwjaar als die van Kasteellaan 27 zijn vaak voorzien van een eenvoudige maar solide kelder die op basis van kennis en ervaring (ook qua waterstanden) is gebouwd. Hierbij werd uitgegaan van constructievormen en peilen die ook bij kelders in de omgeving zijn toegepast.
Dit soort kelders lopen tegenwoordig in gebieden waar grondwaterstanden verhoogd worden regelmatig onder. Bij deze woning zal dat niet anders zijn. Als er een kelder aanwezig is en als de grondwaterstand ter plaatse omhooggaat, dan zal naar verwachting de kelder onder water komen te staan. Er wordt niet verwacht dat er een grote kelder aanwezig is (daarop is voorgaande veronderstelling gebaseerd) maar dat moet wel worden gecontroleerd.

Kasteelsehof 1
Uitgangspunt in de berekening van de kelder onder deze woning is een grondwaterstand op 0.98m onder peil (2,12 m boven onderzijde keldervloer).
Bouwpeil is volgens geotechnisch rapport NAP +14,90 m, dat wil zeggen dat een is uitgegaan van een grondwaterstand tot NAP + 13,92 m.
Uitgaande van autonome waterstandswijziging (NAP +13,33 m) ontstaat bij deze woning geen probleem. Door de invloed van de nieuwe groene rivier zou een hogere grondwaterstand (NAP +14,29 m) kunnen ontstaan dan waar de kelder op is ontworpen.
Bij deze kelder spelen 2 aspecten, de eerste is de vraag of de constructie voldoende sterk is om deze extra belasting te kunnen dragen. De tweede is de vraag of de gehele kelder (inclusief de bovenliggende woning) niet kan opdrijven. Bij dat laatste speelt het grote oppervlak van de kelder een rol. Om deze controle uit te voeren moet de massa van de hele woning worden betrokken.
Indicatief: 0,37 m extra waterdruk komt overeenkomt met 3,7 kN/m^2 opwaartse druk onder het gehele oppervlak van de kelder. Het oppervlak van de kelder is circa 16 x 10 m^2 zodat de totale extra opwaartse belasting 592 kN (59,2 ton) is.
Hoewel er geen berekeningen voor deze kelder zijn uitgevoerd, mag worden verwacht dat deze extra belasting (zowel qua sterkte van de keldervloer als qua opdrijven van de hele woning) problematisch kan zijn.

Kasteelsehof 2
Deze woning heeft een vrij diepe kelder onder een beperkt deel van het gebouw. Bovenzijde keldervloer is 3080 – peil (peil is bovenzijde afgewerkte BGG-vloer). Ondervloer en wanden zijn uitgevoerd in gewapend beton. Vloerdikte is 250 mm (wapening rond 8-150, o/b kruisnet), wanddikte is 340 mm (wapening rond 8-150, v/a kruisnet).
In de berekeningen is uitgegaan van een grondwaterstand tot bovenzijde kelderwand. Dat komt bij benadering overeen met maaiveldniveau. Deze kelder zou daardoor bestand moeten zijn tegen wijzigingen in grondwaterstanden.

Hoe om te gaan met kelders onder gebouwen (vanuit constructief oogpunt) in algemene zin
Uit voorgaande beschrijvingen per woning blijkt al dat er uit controle van verschillende gebouwen onderling niet te vergelijken resultaten kunnen volgen. Onderstaand wordt beknopt weergegeven hoe vanuit constructief oogpunt (lees constructieve veiligheid) met verschillende situaties qua denkrichting kan worden omgegaan. Nadrukkelijk wordt hierbij vermeld dat voor ieder geval afzonderlijk een oplossing moet worden onderzocht, er is niet één oplossing die aan iedere situatie recht doet.
Stappenplan (uitgaande van een start met verzamelen van informatie uit het bouwarchief):

Stap A: Kelder aanwezig, ja/nee

1. Een gebouw heeft geen kelder: geen verdere controle nodig.
2. Het is onbekend of het gebouw een kelder heeft: controle op locatie (indien een kelder aanwezig is, meteen gegevens over de kelder verzamelen): terug naar stap 1
3. Een gebouw heeft een kelder: door naar blok B.

Stap B: Wijziging in belasting (wijzigende grondwaterstand in dit geval)?

1. Geen verhoging qua belasting: geen verdere controle nodig.
2. Onbekend of een waterstandsverhoging gaat optreden: Nader onderzoek naar wijzigende waterstanden en daarna terug naar stap 1.
3. Er treedt een grondwaterstandsverhoging op: door naar blok C

Stap C: bepalen invloed verhoging grondwaterstand[1]

1. Uit gegevens van het bouwarchief blijkt dat het ontwerppeil voor de grondwaterstand rond de kelder hoger ligt dan de verhoogde grondwaterstand: geen verdere controle nodig.
2. Gegevens over ontwerppeil grondwaterstand ontbreekt in het bouwarchief: Nader onderzoek naar afmeting, constructie-opzet en sterkte van de kelder nodig.
3. Uitvoeren nader onderzoek vanuit bouwarchief-informatie naar afmeting, constructie-opzet en sterkte van de kelder:
    a. Bepaal de afmetingen van de kelder. Dit betreft de diepte van de kelder en het oppervlak van de kelder. Bij een kleine kelder spelen vaak andere aspecten dan bij een kelder die bijvoorbeeld onder een volledige woning is aangebracht. Hetzelfde geldt voor een ondiepe kelder in vergelijking met een diepe kelder.
    b. Constructieopzet: bepaal uit welke materialen de kelder is opgebouwd, of deze als “waterdicht” is bedoeld (of niet), hoe de kelder is gefundeerd en hoe de kelder constructief in het gebouw is ingepast.
    c. Bepaal of de sterkte van de kelder op basis van de beschikbare informatie te controleren is. Controle moet feitelijk op basis van berekeningen worden gedaan, vaak kan expert judgement ook al een redelijk beeld van de sterkte geven.
    d. Bepaal op basis van stap a, b en c of er voldoende informatie is om een rekenkundige controle uit te voeren; zo ja, voer de controleberekening uit, zo nee, ga door naar stap 4.
4. Uitvoeren nader onderzoek naar de betreffende kelder en het bovengelegen gebouw om de voor de toetsing benodigde informatie te krijgen en vervolgens terug naar stap 3.
5. Vaststellen resultaat uitgevoerd onderzoek.
    N.B. het komt regelmatig voor dat uit de beschikbare informatie geen eenduidig antwoord kan worden verkregen, simpelweg omdat niet alle informatie in het bouwarchief is vastgelegd en omdat nader onderzoek naar de constructie niet mogelijk of alleen tegen extreme kosten mogelijk is.

[1] N.B. deze memo beperkt zich tot de invloed van een verhoging van de grondwaterstand rond een kelder. In algemene zin kan een verlaging van een grondwaterstand ook invloed hebben op fundaties en gebouwen. Rond Well zijn bijvoorbeeld locaties waar de bodemopbouw plaatselijk venig is, op die plekken kan verlaging van de grondwaterstand zetting veroorzaken waar ook schade kan ontstaan. Dat aspect gaat verder dan de vraag waar deze memo voor is bedoeld en wordt in deze memo niet nader uitgewerkt.

Op grond van voorgaand stappenplan kan voor een groot aandeel van de aanwezige gebouwen worden vastgesteld of en zo ja welke maatregelen effectief kunnen worden ingezet om schade door een hogere grondwaterstand te beperken of beter nog, te voorkomen.
Voor een aantal kelders zal het ontwerpuitgangspunt een hogere grondwaterstand dan de maximaal te verwachten grondwaterstand zijn. In die gevallen zal een verhoging van de grondwaterstand in theorie geen rol spelen[2].
Van de kelders waarbij een verhoging van de grondwaterstand wel een rol speelt of waarvan onvoldoende informatie beschikbaar is, moet worden nagegaan wat de gevolgen van verhoging van de grondwaterstand kan betekenen waarbij blijft dat elke kelder apart onderzocht moet worden:

- Kelders die ook bij de huidige grondwaterstanden (zonder verhoging) al wateroverlast (inundatie) ondervinden, zullen dat ook in de toekomst houden. Het kan wel zo zijn dat de waterstand hoger in de kelder kan komen of dat de kelder vaker onder water komt. Bewoners weten dit vaak zelf ook al en zijn hierop voorbereid door de kelder tijdig te ontruimen of door alleen water-ongevoelige zaken in de kelder op te slaan.
- Kleine kelders die voldoende constructieve sterkte hebben maar die door de geometrie tot onvoldoende hoogte waterdicht zijn (b.v. een kelderraam) kunnen bij stijging van de grondwaterstand inunderen. Eigenaren/ bewoners zijn zich hier vaak niet van bewust waardoor schade aan (vooral) de inventaris kan ontstaan.
- Kleine kelders met onvoldoende constructieve sterkte kunnen door verhoging van de grondwaterstand schade oplopen (zowel aan de constructie als aan de inventaris als aan het bovenliggende gebouw). Deze categorie kelders komt het meeste voor. Soms is een dergelijke kelder te versterken maar vaak zijn de kosten voor een versterking hoog door de noodzaak van maatwerk en arbeidsintensieve werkzaamheden. Bij deze kelders zal per geval moeten worden bekeken of er een oplossing is waarbij kans op schade en kosten om schade te voorkomen in evenwicht kunnen worden gebracht.
  Een specifieke categorie zijn (lekke) kelders met onvoldoende sterkte die met pompen kunstmatig droog worden gehouden. Het wegpompen van water kan hierbij zorgen voor overbelasting van de wanden en vloer waardoor de poging om de kelder droog te houden kan leiden tot ernstige (constructieve) schade.
- Grote kelders vormen een apart hoofdstuk. Als een grote kelder niet ontworpen is op een voldoende hoge grondwaterstand, dan zou deze overbelast kunnen worden. Dit kan meerdere effecten hebben. Het kan dat de constructie gaat lekken of constructieve schade oploopt (in het meest extreme geval tot bezwijken aan toe).
  Het kan ook dat de constructie zelf geen directe schade oploopt maar wel opdrijft. Een kelder kan daarbij net als een woonboot, compleet met bovenbouw gaan drijven. Als het grondwater later zakt, kan blijken dat de kelder en woning niet meer op de juiste plek terug komen waardoor alsnog schade kan ontstaan.
  Om opdrijven te voorkomen kan een kelder geballast worden. Het plaatsen van ballast (grond, water, betonblokken oid) in een kelder vaak lastig omdat de meeste kelders indirect toegankelijk zijn. Daarnaast moet een kelder leeg zijn voordat ballast aangebracht kan worden.
  Om de constructieve sterkte van een (grote) kelder te verbeteren zijn in de regel extra constructieve elementen in de kelder nodig die vaak behoorlijk wat ruimte innemen. Dit moet per object worden nagegaan en kan niet in algemene regels worden beschreven.

[2] N.B. een hogere ontwerp-waterstand dan de werkelijk optredende waterstand wil niet zeggen dat er geen schade aan het gebouw kan ontstaan. Het is wel zo dat het Risico op ernstige schade aan de kelder of het gebouw beperkt is. Vaak spelt een combinatie van factoren (b.v. andere soorten belasting dan in het ontwerp, slecht onderhoud of zelfs ontwerp- of bouwfouten) een rol. Hier wordt in deze memo niet verder op ingegaan.