

**MKBA kaderplan bodemdaling
binnenstad Gouda**



MKBA kaderplan bodemdaling binnenstad Gouda

Sien Kok

Titel

MKBA kaderplan bodemdaling binnenstad Gouda

Opdrachtgever

Gemeente Gouda

Project



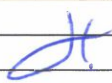
1230530-002

Kenmerk

1230530-002-BGS-0007

Pagina's

51

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
0.1	dec. 2019	Sien Kok		Mark de Bel		Henriette Otter	

Status

definitief

Voorwoord

Een maatschappelijke kosten-baten analyse is een beleidsinstrument waarmee beleidskeuzes ex-ante economisch kunnen worden onderbouwd. Een MKBA kan inzicht bieden in de economische rationale van een bepaalde investering of beleidsrichting en kan helpen bij het bepalen wat de beste keuze is tussen verschillende alternatieven. Deltares heeft voor het maatschappelijk vraagstuk van bodemdaling in de binnenstad van Gouda een MKBA uitgevoerd. De MKBA heeft naast andere onderzoeken belangrijke input geleverd voor het Kaderplan Bodemdaling Binnenstad (KBB), bij het met elkaar vergelijken van twee beleidsopties. De absolute getallen uit deze de MKBA moeten wel met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd, omdat deze voor een belangrijk deel op aannames gebaseerd zijn. Deze zijn buiten dit verband niet een-op-een over te nemen.

Voor de uitvoering van deze MKBA is veel informatie verzameld. Om een relevante analyse te maken van de effecten risico op paalrot, vochtoverlast en wateroverlast zijn deze zo mogelijk in geld uitgedrukt. Hiervoor was informatie nodig over de hoogte van funderingshout van panden, grondwaterstanden en de aantallen huizen op verschillende type funderingen. Veel van deze informatie was niet beschikbaar bij het opstellen van deze analyse. Daarom is gebruik gemaakt van aannames. Deze aannames zijn goed doordacht, methodologisch goed werkbaar en maken de MKBA goed bruikbaar om alternatieven met elkaar te vergelijken. Tegelijkertijd komen de op deze aannames gebaseerde gegevens in absolute zin niet altijd overeen met wat er in de praktijk is gevonden. Dit geldt bijvoorbeeld voor het aantal panden en de bijpassende funderingen en de aantallen panden die overlast ondervinden van vocht en water. In het KBB worden andere aantallen genoemd dan in de MKBA. Dit laat onverlet dat de MKBA belangrijke input heeft geleverd voor het vergelijken van beleidsopties en het duiden van kosten en baten.

Tot slot willen wij als regieteam Stevige Stad Deltares heel graag bedanken voor het nemen van het initiatief om als eerste kennisinstelling een MKBA over bodemdaling te maken.

Inhoud

1	Inleiding	8
2	Methode: MKBA	10
3	Probleemanalyse	12
3.1	Bodemdaling	12
3.2	Water op straat	12
3.3	Vochtoverlast, grondwateronderlast en zettingsproblemen bij panden	13
3.4	Focus in MKBA	14
4	Varianten	15
4.1	Nulalternatief (V0)	17
4.1.1	Oppervlaktewater en riolering	17
4.1.2	Openbare ruimte	18
4.1.3	Ontwikkelingen huizenmarkt	18
4.2	Variant 1: Eenvoudig en Snel	18
4.3	Variant 2: Maatwerk	19
5	Beschrijving en waardering effecten	20
5.1	Overzicht effectposten en prioritering	20
5.2	Paalrot	20
5.2.1	Beschrijving	20
5.2.2	Aanpak	21
5.2.3	Gevoeligheidsklassen en gevolgen	23
5.2.4	Resultaten	24
5.3	Wateroverlast door optrekkend vocht	26
5.3.1	Beschrijving	26
5.3.2	Aanpak	27
5.3.3	Gevoeligheidsklassen en gevolgen	28
5.3.4	Resultaten	29
5.4	Schade door wateroverlast op straat	30
5.4.1	Beschrijving	30
5.4.2	Aanpak	30
5.4.3	Resultaten	31
5.5	Extra schade door versnelde zetting/ peilverlaging	31
5.6	Recreatievaart	32
5.7	Beheerkosten watersysteem	33
5.8	Meekoppelkansen	33
6	Investeringskosten	35
7	Resultaten	36
7.1	Leeswijzer MKBA - tabel	36
7.2	Kosten-baten tabel	36
7.3	Baten in relatie tot investeringskosten	37
7.4	Vergelijking varianten onderling	38

7.5	Verdeling kosten en baten over stakeholders	38
8	Gevoeligheidsanalyse	40
8.1	Paalrot	40
8.1.1	Resultaten	40
8.1.2	Toelichting gevoeligheidsanalyse	41
8.2	Wateroverlast door optrekkend vocht	42
8.2.1	Resultaten	42
8.2.2	Toelichting gevoeligheidsanalyse	43
8.3	Wateroverlast op straat	44
8.4	Investeringskosten	44
9	Conclusie	45
10	Referenties	47
	Bijlage(n)	
A	Appendix	49
A.1	Impact peilverlaging op bodemdaling	49
A.2	Impact bodemdaling /grondwateronderlast op vastgoedwaarde	49
A.2.1	Inleiding	49
A.2.2	Situatie in Gouda	50
A.2.3	Resultaten masterscriptie Wouter Willemsen (2019)	51
A.3	Funderingstypes in Gouda	52
A.4	Handelingsperspectieven houten paalfunderingen - paalrot	54
A.4.1	Kosten voor funderingsherstel	54
A.4.2	Kosten kunstmatig nathouden	54
A.5	Wateroverlast door vochtindringing	55
A.5.1	Impact: monetaire waardering verwachte gezondheidsschade	55
A.5.2	Impact: monetaire waardering fysieke schade vochtoverlast	56
A.6	Meerwaarde van meekoppelen bij investeringen in infrastructuur	57

Samenvatting

Achtergrond

In de binnenstad van Gouda staat het grond – en oppervlaktewater ,als gevolg van bodemdaling, erg hoog. Dit leidt tot water op straat, wateroverlast door overstromende grachten en optrekkend vocht/ grondwateroverlast in panden. Zonder maatregelen zullen deze problemen, als gevolg van de verdergaande bodemdaling, in de toekomst verergeren. Gemeente en waterschap hebben eind 2014 de belangrijkste deskundigen in Nederland op het gebied van bodemdaling bij elkaar gebracht in de 'Coalitie Stevige Stad'. De coalitie ontwikkeld in het Kaderplan Bodemdaling Binnenstad (KBB) Gouda mogelijke handelingsperspectieven ten aanzien van de inrichting van het grond – en oppervlaktewater. Hiermee wordt toegewerkt naar een peilbesluit voor de stadsboezem van Gouda en de nadere invulling en uitvoering van het Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP).

De binnenstad van Gouda kent relatief grote hoogteverschillen: er wordt gesproken over lage en hoge delen. In de lage delen zijn de problemen met grondwateroverlast het grootst, met name bij panden 'op staal' – een ondiepe fundering zonder palen, waardoor het pand mee zakt met de bodemdaling. Een belangrijke complicerende factor is dat, terwijl het merendeel van de panden op staal staat, er in de binnenstad en in de omgeving van de stadsboezem ook panden zijn die op houten palen gefundeerd zijn. Houten palen zijn gevoelig voor schimmelaantasting ('paalrot') wanneer ze droog komen te staan – een (grondwater)peilverlaging zou hier mogelijk toe kunnen leiden.

Varianten

In de voorbereiding van het KBB zijn er twee beleidsvarianten uitgewerkt voor het watersysteem: Variant 1 Meebewegen 'Eenvoudig en Snel', en Variant 2 Meebewegen 'Maatwerk'. In V1 Eenvoudig en Snel wordt op korte termijn het streefpeil van het oppervlaktewater in het gehele peilvak van de stadsboezem verlaagd met 10 cm ten opzichte van het huidige waterpeil van NAP -0,72m, en daarna volgt peilaanpassing aan de bodemdaling. In V2 Maatwerk wordt een apart peilvak of 'compartiment' aangelegd in het lager gelegen noordelijk deel van de binnenstad: alleen daar wordt het streefpeil verlaagd met 25 cm. In de komende decennia wordt gewerkt aan het vervangen van het riool – en drainagestelsel, waarbij onder andere een Drainage – en Infiltratiestelsel (DIT) wordt aangelegd. Dit hemelwaterafvoer riool kan het grondwaterpeil stabiliseren door in tijden van droogte actief te infiltreren, en in natte tijden te draineren. In Variant 1 en 2 worden extra maatregelen genomen om af te koppelen.

Doel en aanpak MKBA

Een maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA) is een beleidsinstrument waarmee beleidskeuzes ex-ante economisch kunnen worden onderbouwd. Een MKBA kan inzicht bieden in: 1) De economische rationale van een bepaalde investering of beleidskeuze: zijn de baten groter dan de investeringskosten? Zijn de positieve effecten groter dan de negatieve effecten?; 2) De onderlinge vergelijking van alternatieven op sociaaleconomische waardering. Deze MKBA maakt onderdeel uit van het bredere afwegingskader van het KBB.

In een MKBA worden de socio-economische effecten en investeringskosten van een alternatief of variant (vaak bestaande uit verschillende maatregelen) in kaart gebracht. Om kosten en baten over de tijd met elkaar te kunnen vergelijken wordt gebruik gemaakt van een zogeheten 'discontovoet' om de contante waarde (CW) te berekenen: dit is actuele waarde van een

toekomstig bedrag aan geld over een bepaalde tijdsperiode met een bepaalde rentevoet of discontovoet. De achterliggende gedachte is hierbij dat door inflatie en tijdsvoorkeur een kost of baat in de verre toekomst minder zwaar meeweegt dan een kost of baat in de nabije toekomst. In navolging van de Nederlandse MKBA-richtlijn wordt een discontovoet van 4,5% gehanteerd (Werkgroep Discontovoet 2015).

Waardering effecten en investeringskosten

Er zijn drie effecten monetair gewaardeerd: 1) de implicaties van peilverlaging op houten paalfunderingen (*risico op paalrot*), 2) vermindering van vochtoverlast in panden op staal (*gevolgen voor gezondheid en fysieke schade*), en 3) de reductie in wateroverlast (*vermindering verwachte schade*). Andere effecten (versnelling van zetting, recreatievaart, watersysteem en meekoppelkansen) zijn kwalitatief gewaardeerd met een + of -.

Voor de investeringskosten worden alleen meerkosten ten opzichte van het nulalternatief meegenomen. Dat betekent dat kosten voor vervangen van de riolering en aanleg aan de DIT riolering niet worden meegenomen – dit is reeds opgenomen in het huidige GRP: de voorgestelde maatregelen in het KBB zijn een verdere invulling van het GRP. Daarmee vallen de investeringskosten voor beide varianten relatief laag uit.

Resultaten

Omdat de investeringskosten relatief gering zijn voor beide Varianten is de algehele conclusie van de MKBA positief voor beide varianten: voor zowel Variant 1 als Variant 2 bestaat een economische rationale voor investering. Omdat de wateroverlastproblematiek voor panden op staal in het compartiment de meeste schade oplevert, vallen de baten op dit vlak hoger uit dan in Variant 1 – een peilverlaging van 25 cm zet meer zoden aan de dijk dan 10 cm. Netto komt Variant 2 positiever uit de bus dan Variant 1: er is minder schade door paalrot, en meer vermeden schade door wateroverlast in panden op staal. Wel is het goed te realiseren dat op basis van de huidige aannames in de analyse, het erop lijkt dat veel panden op houten palen in het studiegebied nu al gevoelig lijken te zijn voor paalrot. Op basis van de grondwatermodellering en de aannames over de top van het funderingshout lijkt er is weinig ruimte tussen de lage (zomer) grondwaterstand en de top van het funderingshout te zijn. Meer kennis over de werkelijke situatie op basis van metingen en gravend onderzoek zou waardevol zijn om de aannames te bevestigen.

Wat betreft de reductie van wateroverlast scoren beide varianten vergelijkbaar – wel is belangrijk te vermelden dat schade die vaker dan eens in de tien jaar voorkomt niet is meegenomen in de berekeningen. Hiermee zijn de baten van de varianten voor vermeden schade door water op straat mogelijk onderschat.

Verdeling kosten en baten

De extra investeringskosten die nodig zijn voor beide varianten zijn gering, en liggen bij de Gemeente Gouda en Hoogheemraadschap Rijnland. Aan de kant van de effecten van de varianten vallen de grootste kosten bij respectievelijk huiseigenaren van panden op houten palen (in verband met eventueel benodigd *funderingsherstel*) en de baten bij bewoners van panden op staal (reductie in *vochtschade en gezondheidsschade*). Een peilverlaging zorgt daarbij op korte termijn dat een aantal panden op houten paalfunderingen extra gevoelig raken voor paalrot (V1: ~30 panden, V2: ~ 20 panden). Daarentegen zorgt een peilverlaging voor positieve gevolgen – minder gevoelig voor wateroverlast - bij panden op staal (V1: ~430 panden, V2: ~640 panden). Vanuit het oogpunt van kostendragers/ baathouders is daarmee Variant 2 het meest aantrekkelijk, omdat er een relatief kleinere groep kostendragers en een grotere groep baathouders is.

Conclusie

Omdat de extra investeringskosten voor beide varianten relatief gering zijn en de positieve effecten groter dan de negatieve effecten, is er voor beide Varianten een positieve economische rationale. Zowel vanuit de kosten-baten vergelijking als vanuit het oogpunt van kostendragers/ baathouders Variant 2 aantrekkelijker dan Variant 1: er is een relatief kleinere groep kostendragers en een grotere groep baathouders. Vanuit de gevoeligheidsanalyse lijkt deze conclusie robuust.

Hoewel de MKBA uitgaat van een vergelijking tussen Variant 1 en Variant 2, is het ook mogelijk ze beiden uit te voeren – Variant 1 kan op kortere termijn verlichting brengen aan de wateroverlast, waar Variant 2 op midden-lange termijn een oplossing biedt. Met flexibel peilbeheer – peilopzet in tijden van droogte, peilverlaging in tijden van verwachte (hevige) regen - zouden wel de baten van Variant 1 behaald worden, maar is het negatieve effect op houten paalfunderingen gering.

1 Inleiding

Achtergrond

Het grond – en oppervlaktewater staat in de binnenstad van Gouda als gevolg van bodemdaling erg hoog: dit leidt tot water op straat, wateroverlast door overstromende grachten en optrekkend vocht/ grondwateroverlast in panden. Zonder maatregelen zullen deze problemen als gevolg van de verdergaande zetting in de toekomst verergeren. In het Kaderplan Bodemdaling Binnenstad (KBB) is door Gemeente Gouda, Hoogheemraadschap Rijnland en de Coalitie ‘Stevige Stad op Slappe Bodem’ nagedacht over mogelijke handelingsperspectieven ten aanzien van de inrichting van het grond – en oppervlaktewater. Hiermee wordt toegewerkt naar een peilbesluit voor de stadsboezem van Gouda en de nadere invulling en uitvoering van het Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP).

De binnenstad van Gouda kent relatief grote hoogteverschillen: er wordt gesproken over lage en hoge delen. In de lage delen zijn de problemen met grondwateroverlast het grootst, met name bij panden ‘op staal’ – een ondiepe fundering zonder palen, waardoor het pand mee zakt met de bodemdaling. Een belangrijke complicerende factor is dat, terwijl het merendeel van de panden op staal staat, er ook panden zijn in de binnenstad en in de omgeving van de stadsboezem die op houten of betonnen palen gefundeerd zijn. Houten palen zijn gevoelig voor schimmelaantasting (‘paalrot’) wanneer ze droog komen te staan – een (grondwater)peilverlaging zou hier mogelijk toe kunnen leiden.

Op hoofdlijnen zijn er in de binnenstad twee “knoppen” waar de gemeente en het waterschap aan kunnen draaien om de overlast van water op straat en grondwateroverlast te voorkomen: 1) Het verlagen van het oppervlaktewaterpeil en 2) het beïnvloeden van grondwaterpeil via herinrichting van het riool- en drainagestelsel.

Scope

In de voorbereiding van het KBB zijn er twee beleidsvarianten uitgewerkt voor het watersysteem: Meebewegen ‘Eenvoudig en Snel’, en Meebewegen ‘Maatwerk’. In Eenvoudig en Snel wordt op korte termijn het streefpeil van het oppervlaktewater in het gehele peilvak van de stadsboezem verlaagd met 10 cm ten opzichte van het huidige waterpeil van NAP -0,72m. In ‘Maatwerk’ wordt een apart peilvak, een ‘compartiment’, aangelegd in het lager gelegen noordelijk deel van de binnenstad: alleen daar wordt het streefpeil verlaagd met 25 cm. Deze MKBA biedt inzicht in de maatschappelijke kosten en baten van deze varianten, en maakt daarmee onderdeel uit van het afwegingskader voor het KBB.

Relatie met MKBA 2018

In 2017-2018 is een verkennende MKBA uitgevoerd voor twee handelingsperspectieven op hoofdlijnen ten aanzien van bodemdaling in de binnenstad (Kok 2018): ‘Hoog Houden’ en ‘Laten Zakken’. De scope van het huidige KBB is een verdere uitwerking van de strategie ‘Laten Zakken’, waarin – in elk geval op korte tot middellange termijn - het uitgangspunt is dat de fysieke omgeving van wegen, op staal gefundeerde gebouwen, tuinen et cetera mee beweegt met de bodemdaling. De verkennende MKBA concludeerde dat de benodigde investeringskosten van variant ‘Hoog Houden’ – met als uitgangspunt het funderen van alle infrastructuur en panden op staal om verdere zetting te voorkomen, en het vervolgens op hoogte houden van tuinen, wegen, en ander openbaar terrein niet in balans waren met de te

verwachten baten. In een bijeenkomst hierover met betrokkenen¹ in Gouda op 15 april 2019 werd bevestigd dat deze aanpak geen economisch rendabele oplossing biedt voor de wateroverlast-problematiek op korte termijn: deze variant valt daarmee buiten de focus deze MKBA.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de MKBA methodiek kort beschreven. In Hoofdstuk 3 wordt het voorliggende probleem beschreven. Hoofdstuk 4 beschrijft het nulalternatief en de varianten. In Hoofdstuk 5 worden de effecten uitgewerkt; in hoofdstuk 6 komen de investeringskosten aan bod. Hoofdstuk 7 brengt de resultaten van Hoofdstuk 5 en 6 samen. Hoofdstuk 8 bevat een gevoeligheidsanalyse van de resultaten. Hoofdstuk 9 concludeert.

¹ Aanwezig waren onder andere vertegenwoordigers van de Gemeente, het Gouds Watergilde, de Wateralliantie, het Bewonersplatform en Gouda Sterk aan de IJssel.

2 Methode: MKBA

Een maatschappelijke kosten-baten analyse is een beleidsinstrument waarmee ex-ante beleidskeuzes economisch kunnen worden onderbouwd. Een MKBA kan inzicht bieden in:

1. De economische rationale van een bepaalde investering of beleidskeuze: zijn de baten groter dan de investeringskosten? Zijn de positieve effecten groter dan de negatieve effecten?
2. De beste keuze tussen verschillende alternatieven (in deze MKBA 'Varianten' genoemd). Door uiteenlopende effecten terug te rekenen tot monetaire of andere eenheden wordt een basis geboden om varianten economisch met elkaar te kunnen vergelijken: welk alternatief heeft de hoogste sociaaleconomische waardering?

Romijn en Renes (2013) beschrijven de stappen van een MKBA in de algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-baten analyse (Figuur 2.1).



Figuur 2.1 Stappenplan van een MKBA. Bron: (Romijn and Renes 2013)

In stap 1, de probleemanalyse, wordt een inventarisatie gemaakt van het probleem (of bestaande kans) en mogelijke oplossingsrichtingen. Vervolgens wordt in stap 2 het nulalternatief vastgesteld – daarin wordt beschreven wat de meest waarschijnlijke ontwikkeling is zonder dat er een actieve beleidsverandering of interventie plaatsvindt. Bestaand beleid en voorgenomen maatregelen waarvan de uitvoering vrijwel onontkoombaar is worden hierin meegenomen. In stap 3 worden de beleidsvarianten verder gedefinieerd: dit kan bijvoorbeeld bestaan uit verschillende pakketten van maatregelen. Vervolgens worden in stap 4 de welvaartseffecten van deze alternatieven nader uitgewerkt – eerst kwalitatief, vervolgens kwantitatief en waar mogelijk monetair gewaardeerd. Hierna worden in stap 5 de kosten voor het uitvoeren van elk alternatief bepaald. De analyse wordt daarna worden aangevuld met een gevoeligheidsanalyse (stap 6). Als laatste wordt het overzicht van kosten en baten opgesteld (stap 7) en gepresenteerd (stap 8). Hierbij krijgen niet alleen de gemonetariseerde posten een plek, maar ook de niet-gemonetariseerde posten. Dat gebeurt bijvoorbeeld door er een 'PM'-post (Pro Memorie – ter herinnering) van te maken, of door met + of – een waardering aan het verwachte effect te geven.

Om kosten en baten over de tijd met elkaar te kunnen vergelijken wordt gebruik gemaakt van een zogeheten 'discontovoet' om de contante waarde (CW) te berekenen: dit is actuele waarde van een toekomstig bedrag aan geld over een bepaalde tijdsperiode met een bepaalde rentevoet of discontovoet. De achterliggende gedachte is hierbij dat er door economische groei in de toekomst meer geld beschikbaar is, en daarmee uitgaven makkelijker te betalen. Daarnaast is er sprake van een tijdsvoorkeur; een kost of baat in de verre toekomst weegt minder zwaar dan een kost of baat in de nabije toekomst. In navolging van de Nederlandse MKBA-richtlijn wordt in deze MKBA discontovoet 4,5% gebruikt (Werkgroep Discontovoet 2015). Kosten en baten worden in deze MKBA doorgerekend tot 2100.

3 Probleemanalyse

De binnenstad van Gouda daalt. En omdat het streefpeil van het oppervlaktewater al meer dan een halve eeuw gelijk is gebleven nemen langzaam maar zeker de drooglegging en de ontwateringsdiepte af. Door het huidige hoge grond- en oppervlaktewaterpeil is er met name in de lager gelegen delen van de binnenstad veel overlast voor bewoners. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om wateroverlast (vanaf de straat), stankoverlast vanuit riolen en optrekkend vocht in huis. Doordat de bodem niet overal even snel daalt of het pand zelf geen uniforme gewichtsverdeling heeft kunnen panden op staal ongelijkmatig zinken en kan er constructieve schade aan het pand ontstaan – in veel oude panden zijn scheuren in muren te vinden, onder andere veroorzaakt door bodemdaling. Ook levert de bodemdaling problemen met kabels en leidingen, zowel in de ondergrond als bij de huisaansluitingen.

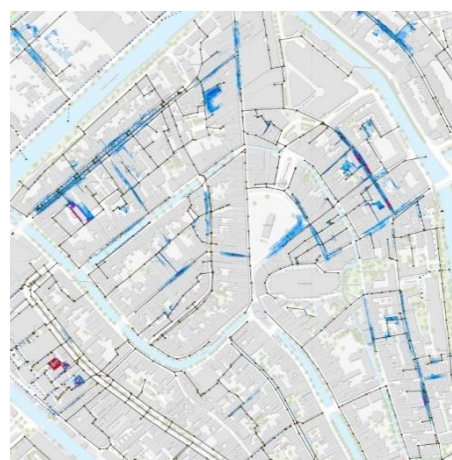
3.1 Bodemdaling

De binnenstad van Gouda zakt gemiddeld 3 mm/jaar, maar er zijn grote verschillen – in de lager gelegen delen gaat het om 4-5 mm per jaar, in de hoger gelegen delen 1-2 mm of zelfs minder. De oorzaak van deze bodemdaling is waarschijnlijk compactie van de veenlaag in de ondiepe ondergrond: door het gewicht van de stad wordt het veen steeds verder ingedrukt. De maximale nog te verwachten zetting in de binnenstad is 1,20 m (Kooi 2019): bij onveranderd beleid is de verwachting dat dit punt pas over 3 à 4 eeuwen of later bereikt is. De bodemdaling kan dus niet worden stopgezet. Door een peilverlaging wordt het proces echter wel tijdelijk versneld. Op basis van de notitie van Kooi (2019) kan worden afgeleid dat een peilverlaging van 20 cm een tijdelijke versnelling van zetting geeft van 20-50%. De extra zetting door peilverlaging blijft in de meeste gevallen beperkt tot minder dan 1 mm per jaar. Een verlaging van 10 centimeter geeft een versnelling van 10-25% (zie ook bijlage A.1)

Bodemdaling leidt tot hoge beheer – en onderhoudskosten van (ondergrondse) infrastructuur en voorzieningen in de openbare ruimte en tot schade aan panden. Versnelling van deze trend door een peilverlaging kan ervoor zorgen dat deze schade en extra B&O kosten voor infrastructuur eerder of in sterkere mate optreedt - breuken in de vaak oude leidingen van gas, water en riolering zijn een bekend fenomeen.

3.2 Water op straat

In de lager gelegen delen van de binnenstad is er weinig ruimte om overtollig water te bergen: op sommige plaatsen staat het oppervlaktewaterpeil bijna gelijk aan het straatniveau. Bij flinke regenbuien staan de straten met name in de lagere delen van de binnenstad blank: zie Figuur 3.1. Water op straat kan schade veroorzaken wanneer dit bij huizen of bedrijfspanden naar binnen stroomt, wanneer het de toegankelijkheid tot bedrijven en woningen verhindert, de verkeerstroming hindert, etc. Daarnaast treedt er bij riool overstorten² aanzienlijke waterverontreiniging op en kan er zelfs sprake zijn van gezondheidsrisico's, als mensen in contact komen met dit water van een slechte waterkwaliteit.



Figuur 3.1 Water op straat bij onveranderd beleid. Resultaten modelleringsstudie RHDHV

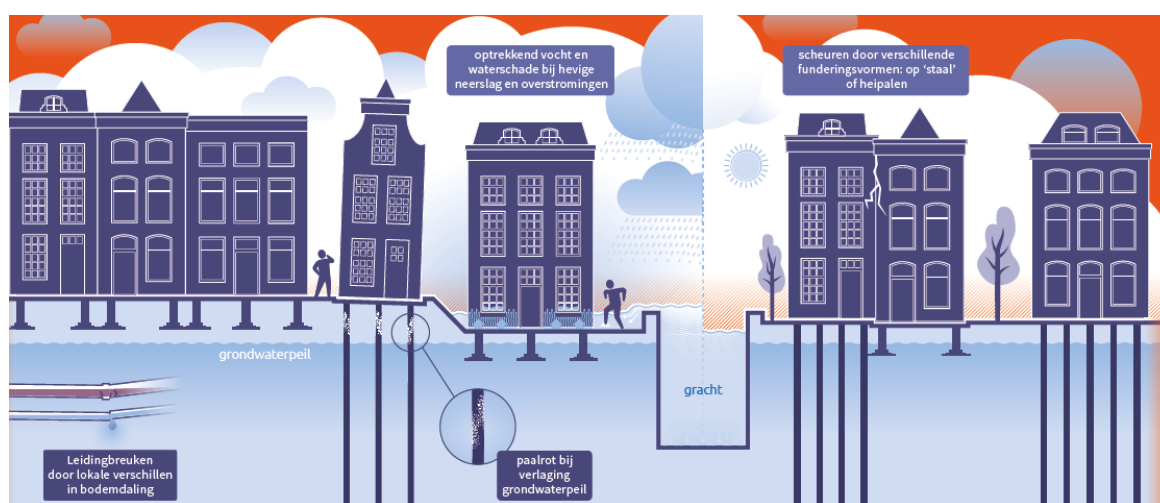
² Bij hevige regenval kan het riool door deze overstorten overtollig rioolwater op het oppervlaktewater lozen.

3.3 Vochtverlast, grondwateronderlast en zettingsproblemen bij panden

Met betrekking tot schade door grondwater over – en onderlast en bodemdaling zijn er op hoofdlijnen vijf schademechanismen bij panden te onderscheiden:

1. Paalrot, bacteriële aantasting en negatieve kleeft
2. Ongelijkmatige zetting
3. Vochtverlast uit grondwater;
4. Staal naast paal
5. Hoogteverschil met omgeving

Toelichting schademechanismen



Figuur 3.2 Illustratie schademechanismen in relatie tot (grond)water en zetting in de binnenstad van Gouda. Bron: Gouda, folder Stevige Stad

1. Paalrot, bacteriële aantasting en negatieve kleeft

Bij op houten palen gefundeerde woningen kan een lage grondwaterstand tot paalrot leiden – op termijn (na een gemiddelde cumulatieve droogtestand³ van 10-20 jaar) verliezen de palen hierdoor hun draagkracht en verzakt het pand. Een verlaging van de laagste grondwaterstand vergroot dus de kans op paalrot. Daarnaast kan bij wisselingen in de grondwaterstand bacteriële aantasting van met name grenenhouten palen ontstaan⁴. Tot slot kan door zetting van de onderliggende grondlagen negatieve kleeft optreden: de zettende grondlagen gaan als het ware aan de houten palen 'hangen', waardoor deze extra belast worden en zakken of breken. Op dit moment zijn er in de binnenstad van Gouda nog weinig problemen met panden op houten paalfunderingen bekend (Groenendijk 2019). Dit zegt niet alles: alleen gravend onderzoek kan definitief uitsluitsel geven over de kwaliteit van de funderingen.

2. Ongelijkmatige zetting.

Panden die op staal zijn gefundeerd dalen direct mee met de bodem. Een verlaging van de grondwaterstand kan dit proces versnellen (zie sectie 3.1). Als dit gelijkmatig over een pand gebeurt ontstaat er geen schade. Echter, door verschillen in bodemsamenstelling of verschillen in belasting kan ongelijkmatige zetting optreden. Zeker in een historische binnenstad als Gouda zijn de ondergrond en het grondwaterpeil door eeuwenlange menselijke activiteit vaak sterk heterogeen, wat tot verschilzetting kan leiden. Het probleem van de ongelijkmatige zetting is dus zo oud als de binnenstad. Anderzijds zitten de huizen in Gouda tegen elkaar geklemd, en

³ De som van het aantal dagen/ jaren dat een paal droog heeft gestaan sinds de installatie.

⁴ In Nederland kan een paal van vuren- of grenenhout zijn.

kunnen ze elkaar daarmee als het ware overeind houden. Op dit moment is er onvoldoende kwantitatief inzicht of en in welke mate er in de Goudse binnenstad ongelijkmatige zetting plaatsvindt en tot welke problemen dat leidt.

3. Vochtoverlast uit grondwater

Als een pand op staal mee zakt met de bodem maar het grondwaterpeil gelijk blijft, dan kan de relatief hogere grondwaterstand tot wateroverlast leiden in de woning – zoals natte kruipruimtes en vochtige vloeren en muren, met als gevolg schimmelvorming, stank en gezondheidsklachten. Een enquête onder bewoners aan de Turfmarkt wijst uit dat deze problemen inderdaad voorkomen: driekwart van de respondenten geeft aan dat er optrekkend vocht in één of meerdere muren is; een derde zegt stankoverlast van het riool te ondervinden en een kwart geeft aan altijd of bij regen een te natte tuin te hebben (Jakobs 2019). Dit laatste kan ook toenemen als tuinen of straten in de nabije omgeving worden opgehoogd.

4. Staal naast paal

Wanneer panden die op staal gefundeerd zijn een (draag)muur delen ('mandelige muur') met een pand dat op palen gefundeerd is, zal er een verschillende zettingssnelheid zijn tussen de panden. Dit zal tot scheuren/ schade aan de muren leiden. Dit probleem kan ook voorkomen binnen dezelfde constructie: bijvoorbeeld als er in een later stadium een bijgebouw of uitbouw is toegevoegd die op een andere manier is gefundeerd. Er is op dit moment onvoldoende (kwantitatief) inzicht of en in welke mate dit soort situaties in de Goudse binnenstad optreden. Een tijdelijke versnelling van de bodemdaling door peilverlaging kan het probleem wel versterken.

5. Hoogteverschil met omgeving

Bij panden die op houten of betonnen palen gefundeerd zijn kunnen kabels en leidingen (huisaansluitingen) breken wanneer het hoogteverschil tussen het pand en de leiding in de straat te groot wordt. Ook sluit het drempelniveau van het pand niet meer aan op het straatniveau zodat er op termijn drempels of trapjes nodig zijn. Andersom kan dergelijke schade ontstaan bij een pand op staal, als de omgeving wel wordt opgehoogd of minder snel daalt. Van verschillende locaties in de binnenstad is dit probleem bekend – met name in straten waar verschillende funderingstypen naast elkaar voorkomen levert dit een lastige opgave op bij (her)inrichting van de straat. Een tijdelijke versnelling van de bodemdaling kan dit probleem versterken.

3.4 Focus in MKBA

Omdat nog erg weinig bekend is over de huidige zettingsgerelateerde problemen met panden in de binnenstad (schademechanismen 2, 4 en 5) en de onderliggende schademechanismen – *hoeveel zetting leidt tot hoeveel schade?*- worden deze effectposten niet gemonetariseerd in deze MKBA. Ze worden wel als PM post opgenomen – een versnelling van de zetting door peilverlaging kan immers wel een negatieve invloed hebben. De gevolgen van varianten voor de aanpassing van de ont- en afwatering van de binnenstad (stadsboezem) op paalrot en vochtoverlast in woningen/panden vanuit grondwater (schademechanismen 1 en 3) worden wel gemonetariseerd. Daarnaast wordt de impact op wateroverlast op straat gemonetariseerd.



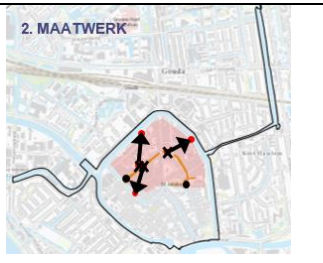
4 Varianten

Dit hoofdstuk beschrijft het nulalternatief (V0) – de meest waarschijnlijke ontwikkeling zonder actieve beleidsverandering - en twee beleidsvarianten, Variant 1 'Eenvoudig en Snel' en Variant 2 'Maatwerk'. In beide varianten is het doel van de extra maatregelen het verminderen van vochtoverlast vanuit grondwater in panden op staal, en het verminderen van overlast door water op straat.

In de kern zit het verschil tussen V1 en V2 in de keuze van het gebied, en de ordegraote van de peilverlaging: in V2 ligt de focus op het lager gelegen deel van de binnenstad. Naast peilverlaging en ingrepen in het watersysteem wordt in alle varianten het riool vervangen, waarbij wordt ingestoken op afkoppelen en aanleg van een drainage-infiltratie riool waarmee de grondwaterstand beter kan worden gereguleerd – onderling verschillen varianten in details en ruimtelijke prioritering van het GRP.

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de varianten die in sectie 4.1-4.3 beschreven worden.

Tabel 4.1 Overzicht van alternatieven en benodigde maatregelen.

	Nulalternatief (V0)	V1 Eenvoudig en Snel	V2 Maatwerk
			
Oppervlakte water	Geen verlaging oppervlaktewaterpeil	Peilverlaging 10 cm in stadsboezem korte termijn; indexatie met maaiveldddaling tot 2050	Peilverlaging 25 cm in apart compartiment noordelijk deel binnenstad; indexatie met maaiveldddaling tot 2050
Grondwater/ riool	Verbetering / vervanging rioolstelsel, inclusief waar nodig aanleg DIT riool (Gouda 2018)	Verbetering / vervanging rioolstelsel inclusief waar nodig aanleg DIT riool voor 2050	Verbetering / vervanging rioolstelsel inclusief waar nodig aanleg DIT riool voor 2050 + Extra aanpassingen overstorten i.v.m. compartimentering
Afkoppelen	Afkoppeling openbaar terrein 75%	Afkoppeling openbaar terrein, 75% particulier 15%	Afkoppeling openbaar terrein, 75% particulier binnen compartiment, 15% buiten compartiment
Extra maatregelen Variant 1 en 2 t.o.v. nulalternatief	-	Peilverlaging 10 cm, afkoppeling particulier terrein	Aanleggen 2 dammen en gemalen. Verplaatsen overstortlocaties. Twee peilvakken in DIT-riolen. Peilverlaging in compartiment 25 cm. Afkoppeling particulier terrein

4.1 Nulalternatief (V0)

4.1.1 Oppervlaktewater en riolering

Oppervlaktewater

De afgelopen decennia is het oppervlaktewaterpeil niet verlaagd. De aanname is dat bij stand beleid ook de komende decennia het waterpeil niet verder wordt verlaagd.

Riolering

Het huidige rioolstelsel is een plaatselijk sterk verouderd, gemengd, opgeboeid stelsel. Dit laatste houdt in dat het rioolstelsel kunstmatig vol (afval)water wordt gehouden om te voorkomen dat het lekkende stelsel het grondwater draineert. Bij naderende regenbuien met een hoge neerslagverwachting wordt het stelsel telkens afgeboeid en daardoor zakken ook de grondwaterstanden, zeker in de buurt van de buizen.

Verbetering en zo nodig vervanging van het huidige stelsel staat op de planning in het GRP (Gouda 2018). Ook wil men waar mogelijk verhard oppervlak afkoppelen van het gemengd riool en het afstromende regenwater afvoeren via zogeheten DIT-riolering. Deze Drainage-Infiltratie-Transportriolering heeft als bijkomend voordeel dat de grondwaterstanden beter worden gereguleerd. Zowel extreem hoge als extreem lage grondwaterstanden worden met de aanleg van DIT-riolering ingeperkt; het grondwater gaat schommelen rond het peil van het oppervlaktewater.

Voor wat betreft het afkoppelen van verhard oppervlak is in het plan aangehouden dat 75 % van het openbaar terrein in de binnenstad wordt afgekoppeld. Volgens de huidige planning is de vervanging van het riool in heel Gouda gereed in 2070. In de varianten is aangenomen dat de binnenstad daarbij prioriteit krijgt, en de werkzaamheden in 2050 zijn afgerond.

Drainage en Infiltratie riool (DIT)

Een DIT riool is een hemelwaterafvoer riool waarbij de transportleiding geperforeerd is. Dit betekent dat het water ook gedeeltelijk kan infiltreren in de bodem, en daarmee het grondwater kan aanvullen in tijden van droogte (tot maximaal de hoogte van het oppervlaktewater). Voor meer informatie, zie www.kennisprogrammabodemdaling.nl.

4.1.2 Openbare ruimte

De openbare ruimte – zoals wegen, pleinen, parken, parkeerplaatsen – wordt in de binnenstad niet opgehoogd. Hiermee beoogt men een toename van wateroverlast voor panden op staal - door afstroming vanuit de openbare ruimte - te voorkomen .

4.1.3 Ontwikkelingen huizenmarkt

Het kan voor een individuele eigenaar met een pand op staal aantrekkelijk zijn een fundering op betonnen palen te laten aanleggen. Hiermee kan verdere zetting en bijbehorende structurele schade en wateroverlast worden voorkomen. Er zijn echter ook nadelen aan verbonden: er zal dan op termijn hoogteverschil ontstaan met het straatniveau, huisaansluitingen van nutsvoorzieningen (bijv. riolering, drinkwater, elektra) kunnen beschadigd raken . Daarnaast kan er schade ontstaan aan verbonden buurpanden die op staal gefundeerd zijn. Op dit moment geeft de gemeente alleen een vergunning af voor het aanleggen van een paalfundering als met de ingreep geen verbonden buurpanden in de problemen kunnen komen. Voor het merendeel van de panden is dit risico echter wel aanwezig. Voor de analyse wordt daarom aangenomen dat de huidige funderingstypes in de binnenstad worden gehandhaafd.

4.2 Variant 1: Eenvoudig en Snel

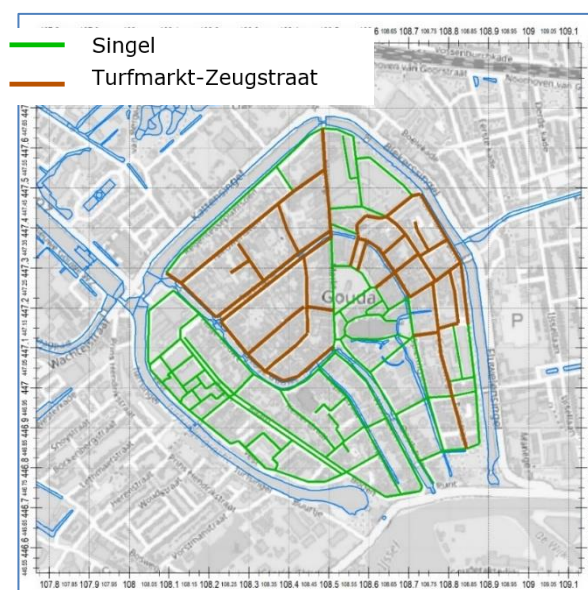
In Variant 1 worden snelle en eenvoudige maatregelen genomen in een poging om op korte termijn de wateroverlast aan te pakken. Dit houdt in dat het peil in de gehele stadsboezem zo snel mogelijk (Variant 1A) 10 cm wordt verlaagd, evenals de 'opboeidrempels' in het huidige rioolstelsel – hiermee daalt ook de grondwaterstand. Voor =2050 wordt vervolgens het stadsboezempeil nogmaals 3 cm verlaagd, in lijn met de verwachte gemiddelde bodemdaling. Naast de al geplande afkoppeling van verhard openbaar terrein wordt ook de verharding op particuliere terreinen voor 15% afgekoppeld (Variant 1B).

Net als in het nulalternatief wordt wat betreft de riolering het GRP 2018 gevolgd. Er zijn geen significant andere of extra maatregelen ten opzichte van het nulalternatief. Het aanleggen van het DIT riool zorgt ervoor dat in tijden van droogte de grondwaterstand op een aantal plaatsen hoger kan worden gehouden door aanvoer uit het oppervlaktewater. Overstortputten worden in deze variant niet verplaatst. Door het afkoppelen van verhard terrein en de

rioolverbeteringswerken zal de overstortfrequentie van het gemengde rioolstelsel worden beperkt.

4.3 Variant 2: Maatwerk

In Variant 2 wordt een apart peilvak (*compartiment*) ingericht in het lage deel van de binnenstad: rondom de Turfmarkt/ Zeugstraat. In dit gebied wordt het oppervlaktepeil 25 cm verlaagd (Variant 2A): daarna wordt het peil geïndexeerd met de maaiveldaling (Variant 2B), wat tot 2050 een extra peilverlaging vraagt van ongeveer 6 cm. Om het compartiment wat betreft waterbeheer van de rest van het peilvak te scheiden zijn er enkele investeringen nodig: zo worden er twee beweegbare stuwen en gemalen aangelegd, en wordt het riool deels vergroot en via nieuwe overstorten geleid. Daarnaast wordt het huidige rioolvervangingsprogramma aangepast om het lager gelegen deel voorrang te geven in de rioolrenovatie en aanleg van een DIT-riolering. De DIT-riolering in dit compartiment wordt aangesloten op het oppervlaktewater van Turfmarkt-Zeugstraat, terwijl de DIT-riolen elders in de binnenstad verbonden zijn met het water in de stadsboezem. In Figuur 4.1 is de afbakening aangegeven tussen de DIT-riolering in dit lagere peilvak en de mogelijke DIT-riolen in het overige deel van de binnenstad.



Figuur 4.1 Verbinding DIT riolen van de binnenstad met het oppervlaktewater in het compartiment en de singel

Uitvoering van deze maatregelen duurt 10-15 jaar: aangenomen wordt dat in 2035 de maatregelen in variant 2 zijn aangelegd en naar behoren functioneren. Daarnaast worden alleen in het nieuwe compartiment naast openbare terreinen ook 25 % van verharde particulieren terreinen afgekoppeld, en later (Variant 2B) ook 15 % van particulier terrein buiten het compartiment.

5 Beschrijving en waardering effecten

5.1 Overzicht effectposten en prioritering

Vanuit de kennis ontwikkeld tijdens de eerdere MKBA uit 2018, de expertise in de Coalitie Stevige Stad op Slappe Bodem en het projectteam zijn de meest significante effecten geïdentificeerd die in de MKBA worden meegenomen (Tabel 5.1). Dit hoofdstuk beschrijft per effect de aanpak en resultaten van de waardering.

Tabel 5.1 Overzicht effectposten, verwachte impact van varianten en hoe het effect wordt geadresseerd in deze MKBA.

Effect	Impact varianten	Waardering	Sectie
Paalrot	Verlaging van grondwaterstand kan tot paalrot leiden. Daarnaast kan versnelling van zetting tot versterking van negatieve kleeft leiden: dit laatste effect wordt buiten beschouwing gelaten.	Monetair	5.2
Vochtoverlast	Verlaging van grondwaterstand kan tot vermindering van grondwater- en vochtoverlast leiden	Monetair	5.3
Water op straat	Lagere waterpeilen en herinrichting van het rioolstelsel kunnen het risico op wateroverlast verminderen.	Monetair	5.4
Ongelijkmatige zetting	Door peilverlaging zou schade aan panden op staal door ongelijkmatige zetting versterkt kunnen worden. Daarnaast kunnen ook beheer- en onderhoudskosten van infrastructuur hoger uitvallen.	+/-	5.5
Staal naast paal	Peilverlaging kan in theorie tot versnelling/ verergering van constructieve problemen bij funderingsverschillen en mandelige muren leiden. Het is echter onbekend of en welke mate dit speelt in de binnenstad, en in hoeverre dit zou toenemen door versnelling van bodemdaling.	+/-	5.5
Hoogte verschil met omgeving	Peilverlaging kan in theorie tot versnelling/ verergering van problemen met huisaansluiting en toegankelijkheid leiden. Het is echter onbekend of en welke mate dit speelt in de binnenstad, en in hoeverre dit zou toenemen tot versnelling van bodemdaling.	+/-	5.5
Recreatievaart	De peilverlaging en herinrichting van het watersysteem kan implicaties hebben voor recreatievaart.	+/-	5.6
Beheerkosten watersysteem	Peilverlaging kan tot hogere beheerkosten in het watersysteem leiden, bijvoorbeeld ten aanzien van kunstwerken en baggerwerkzaamheden.	+/-	5.7
Meekoppelkansen	Mogelijk zijn er synergiebaten te behalen tussen de werkzaamheden aan riolering (DIT) en watersysteem en de energietransitie en andere (infrastructurele) vervangingsopgaven.	+/-	5.8

5.2 Paalrot

5.2.1 Beschrijving

Als de grondwaterstand onder de kop van houten funderingspalen zakt, kunnen schimmels de paalkoppen aantasten. Op termijn kunnen de palen het gewicht van het huis niet meer dragen

en verzakt het pand. Als vuistregel wordt aangehouden dat bij 10-20 jaar cumulatieve droogstand het bovenste funderingshout ‘einde levensduur’ is: het hout is dan dusdanig aangetast dat de draagkracht onvoldoende is om het pand te dragen (KCAF 2012). Bij droogstand gaat het om de grondwaterstand ten opzichte van de diepteligging van het bovenste funderingshout, hierna ‘zaagpeil’ genoemd.

Wanneer deze 10-20 jaar cumulatieve droogstand is bereikt is lastig te bepalen. Dat komt doordat de grondwaterstand in stedelijk gebied door veel verschillende factoren wordt beïnvloed: een heterogene ondergrond, aanwezigheid van lekke rioolpijpen, bomen, verharding en uiteraard de weersomstandigheden. Daarnaast is de diepteligging van het zaagpeil vaak onzeker. Ook beïnvloeden de duur van de droogstand, het type hout en de temperatuur het rottingsproces (Winsen et al. 2015).

Waardering paalrot

In theorie kan de economische schade door paalrot op drie manieren worden gewaardeerd:

1. Effect op vastgoedwaarde;
2. Herstelkosten van schade;
3. Investeringskosten in mitigerende maatregelen.

Vanuit de theorie zou waardering van het effect op de vastgoedwaarde de voorkeur hebben omdat hiermee de waarde die door mensen gehecht wordt aan wel/ geen (mogelijke) schade wordt meegenomen. Dit is echter alleen mogelijk als er voldoende onderzoek is gedaan naar de implicaties van (de kans op) paalrot op de prijs van een woning op de woningmarkt in een vergelijkbare setting. Het voorspellen van trends over de vastgoedwaarde is complex - maatschappelijke ontwikkelingen zoals demografische verandering, economische crises en ontwikkelingen op de woningmarkt hebben een sterke invloed op de prijsontwikkeling in de vastgoedmarkt: er is onvoldoende onderzoek gedaan naar de invloed van zetting op vastgoedwaarde. Bijlage A.1 geeft meer toelichting over dit onderwerp, en beschrijft de resultaten van een sessie met vastgoed-betrokkenen in Gouda over dit onderwerp en een masterscriptie over dit onderwerp (Willemsen 2019). Conclusie is dat het op dit moment nog niet mogelijk is deze waarderingsmethode te gebruiken in de MKBA.

De volgende meest wenselijke waarderingsoptie is om de verwachte schade in beeld te brengen via de herstelkosten. Hoewel het goed mogelijk is dat individuen besluiten te investeren in mitigerende maatregelen (zoals het kunstmatig nathouden van palen) is het uitgangspunt in een MKBA de effecten van een ingreep zo ‘puur’ mogelijk te waarderen – dus met zo min mogelijk aannames over de mogelijke handelingen van derden. Wanneer er echter geen kennis is over kwantitatieve effecten en prijzen van schade kunnen de investeringskosten van mitigerende maatregelen als proxy worden gebruikt voor de economische schade.

5.2.2 Aanpak

In Figuur 5.1 wordt toegelicht welke stappen zijn gezet om de effecten van de varianten op het risico op paalrot te bepalen. Risico wordt gedefinieerd als geschatte kans x potentieel gevolg (in € maatschappelijke schade). Deze analyse geeft daarmee geen direct inzicht over daadwerkelijk te verwachten (financiële) schade – de analyse is bedoeld om het risico op paalrot te kwantificeren zodat het kan worden vergeleken met kosten van maatregelen en andere optredende (positieve en/of negatieve) effecten.

Funderingstypes

Op basis van de leeftijd van panden wordt een aanname gedaan over het meest waarschijnlijke funderingstype onder een pand (op staal, houten palen, betonnen palen), en de top van het funderingshout bij op houten palen gefundeerde panden. Dit beeld is vervolgens voor de binnenstad naar beneden bijgesteld op basis van de notitie van Groenendijk (2019). Voor meer achtergrond over de aannames, zie bijlage A.3. Vervolgens worden deze resultaten gecombineerd met de resultaten van de grondwatermodellering (Roelofsen, 2019).

Uitgangspunten grondwatermodellering

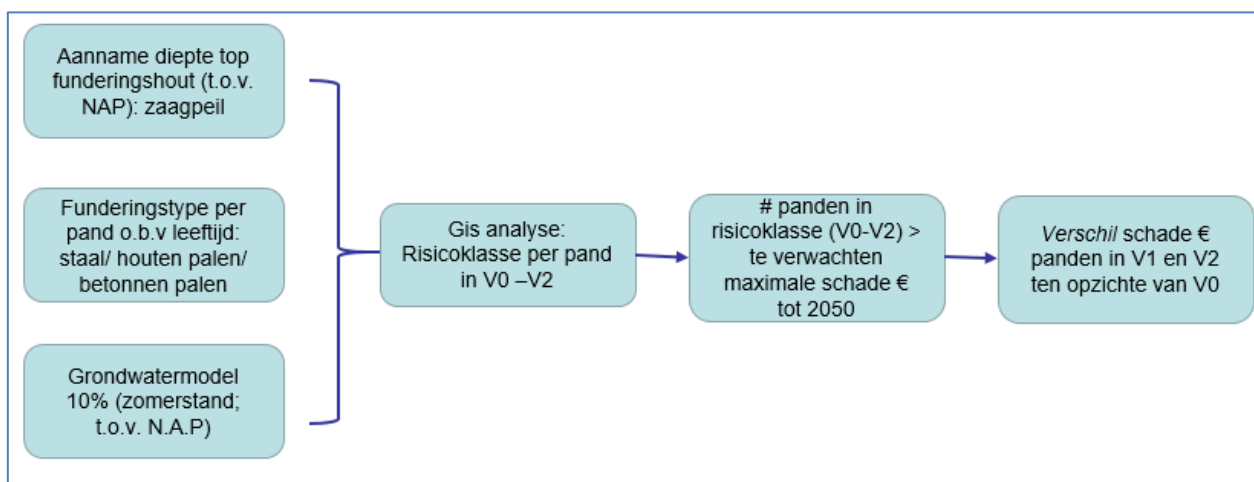
De grondwatermodellering kent voor alle varianten twee ijkpunten: 2020 en 2050. In het nulalternatief is het uitgangspunt dat in 2020 het riool nog niet is verbeterd. In 2050 is het uitgangspunt dat het riool waterdicht is gemaakt er een DIT riool is aangelegd. In variant 1a is er een peilverlaging van 10 cm doorgevoerd (het afboeidrempel in de riolering daalt mee) en is er nog niets gedaan aan het riool. In variant 1b (in 2050) is het peil opnieuw aangepast aan bodemdaling, het riool is waterdicht en er ligt een DIT riolering. In Variant 2a is in het compartiment de riolering waterdicht en er ligt een DIT riool, en er is een peilverlaging van 25 cm. In variant 2b is er extra verlaagd – 40 cm ten opzichte van huidige situatie om maaiveld daling te volgen. In Tabel 5.2 staat een overzicht.

	Peilverlaging	Riolering
Nulalternatief (2020)	geen	Huidig stelsel (lek, opgeboeid)
Nulalternatief (2050)	geen	Waterdicht riool + afgekoppeld/ DIT riolering
Variant 1 a (2020)	10 cm in stadsboezem	Huidig stelsel (lek, opgeboeid)
Variant 1 b (2050)	10 + 6 cm in stadsboezem	Waterdicht riool + afgekoppeld/ DIT riolering
Variant 2 a (2020)	25 cm in compartiment	Waterdicht riool + afgekoppeld/ DIT riolering in compartiment
Variant 2 b (2050)	25+15 cm in compartiment	Waterdicht riool + afgekoppeld/ DIT riolering in hele binnenstad

Tabel 5.2 Overzicht uitgangspunten voor grondwatermodellering. Op basis van Roelofsen (2019)

Indeling in gevoeligheidsklassen

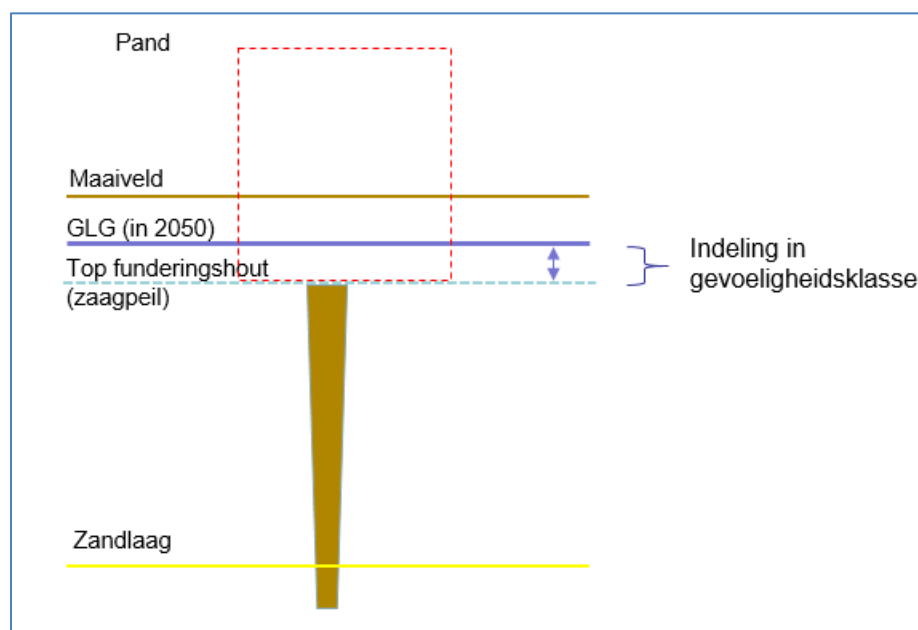
Vervolgens worden panden ingedeeld in 'gevoeligheidsklassen' (zie 5.2.3): hoe dichter de top van het funderingshout onder de lage grondwaterstand ligt, in de buurt komt, hoe gevoeliger het pand is voor paalrot. Voor elke gevoeligheidsklasse wordt een aanname gedaan over de te verwachten schade per pand. Op basis van een GIS Analyse wordt elk pand in elke variant ingedeeld in een gevoeligheidsklasse. Op basis hiervan kan vervolgens de verwachte schade in elke variant worden berekend. Uiteindelijk worden in de resultaten van de MKBA alleen gekeken naar de verschillen die optreden in variant 1 en 2 ten opzichte van het nulalternatief.



Figuur 5.1 Stroomschema aanpak berekening effect varianten op schade door paalrot.

5.2.3 Gevoeligheidsklassen en gevolgen

In overleg met het Kenniscentrum aanpak funderingen (KCAF) zijn drempelwaardes opgesteld om de panden op houten paalfunderingen in het studiegebied in gevoeligheidsklassen te kunnen indelen. Uitgangspunt hierbij is het verschil tussen het bovenste funderingshout (zaagpeil) en de lage (zomer) grondwaterstand. Hierbij wordt de 10% percentiel grondwaterstand aangehouden: gedurende 10% van het jaar ligt de berekende grondwaterstand onder dit niveau (zie Figuur 5.2 voor een schematische illustratie).



Figuur 5.2 Schematisch overzicht van GIS analyse – verhouding bovenste funderingshout en 10% grondwaterstand (GLG)

Vervolgens zijn er (in overleg met KCAF) aannames gedaan over te verwachten gevolgen in de verschillende gevoeligheidsklassen (Tabel 5.3) ten aanzien van te verwachten schade, en de periode waarin die schade optreedt.

In de gevoeligheidsklasse 'Laag' wordt aangenomen dat er geen schade zal ontstaan door paalrot: het grondwater staat hoog genoeg. Bij 'Gemiddeld' wordt aangenomen dat er een kans van 20% is dat funderingsherstel nodig is tussen 2050-2100. Bij 'Hoog' is de aanname dat er een kans van 70% is dat de houten paalfundering moet worden hersteld vóór 2050. In de gevoeligheidsklasse 'Extra Hoog' is naast de analyse van het verschil tussen het zaagpeil en de 10% grondwaterstand ook gekeken naar satellietresultaten van de waargenomen gebouwzakking met als ondergrens een zetting van meer dan 2 mm/jaar. Bij deze panden is nu al funderingsherstel nodig, of zal dat op zeer korte termijn het geval zijn - een extra grondwaterstands daling kan daarmee bij deze panden op heel korte termijn al schade opleveren. Het is echter ook mogelijk dat de panden in deze categorie niet zoals aangenomen op houten paalfunderingen, maar op staal staan. Voor herstelkosten wordt een gemiddelde prijs van 112.000 € per pand gerekend (*persoonlijke communicatie KCAF; zie ook bijlage A.4.1*).

In de gevoeligheidsanalyse worden de implicaties van deze en andere aannames doorgerekend (8.1). Zie bijlage A.4 voor meer toelichting over de totstandkoming van de gehanteerde herstellprijzen, en andere handelingsperspectieven bij houten paalfunderingen op een gevoelige locatie.

Tabel 5.3 Overzicht van aannames rondom gevoeligheidsklassen voor paalrot, inclusief drempelwaardes; aannames voor gevolgen en financiële implicaties van deze gevolgen uitgedrukt in contante waarde (CW) (zie hoofdstuk 2). GWS: grondwaterstand.

Gevoeligheidsklasse	Drempelwaarde	Aanname gevolg	Gemiddelde schade; contante waarde van geschatte kosten per pand
Laag	10 % GWS > 20 cm boven zaagpeil	Geen schade te verwachten voor 2100	€ 0
Gemiddeld	10 % GWS 5 - 20 cm boven zaagpeil	Per pand: 20% kans op funderingsherstel in 2050-2100	0,2 * CW € 112.000 2050-2100
Hoog	10 % GWS < 5 cm boven zaagpeil	Per pand: 70% kans op funderingsherstel in 2030-2050	0,7 * CW € 112.000 2030-2050
Extra Hoog	10% GWS < 5 cm boven zaagpeil + > 2 mm beweging zichtbaar op INSAR	100% Funderingsherstel	CW € 112.000 2020-2030

5.2.4 Resultaten

Tabel 5.4 geeft het totaal aantal huizen per gevoeligheidsklasse weer in elk van de varianten, en de verschillen die optreden ten opzichte van het nulalternatief (V0). Belangrijk is te realiseren dat vanwege de onzekerheid van de onderliggende aannames vooral de richting en orde grootte van het effect relevant is voor de interpretatie. Zo is te zien dat in het nulalternatief al het merendeel van de panden in het projectgebied gevoelig lijkt voor paalrot op basis van

de vergelijking tussen de lage grondwaterstand en een indicatie van de top van het funderingshout.

Verschillen op korte termijn (2020) ten opzichte van het nulalternatief (V0)

Door de peilverlaging van 10 centimeter in V1A verschuiven er ten opzichte van het nulalternatief in de stadsboezem panden van de lagere, naar een hogere gevoeligheidsklasse – de verwachting is hierbij dat er (eerder en/ of vaker) funderingsherstel nodig is. In V2A is door de peilverlaging in het compartiment een vergelijkbaar effect te zien: een aantal panden komt in een hogere gevoeligheidsklasse.

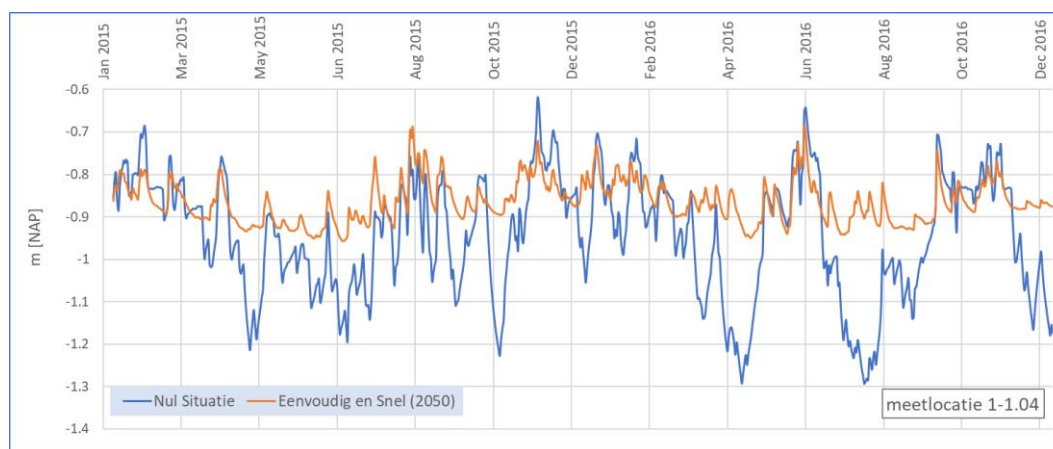
Tabel 5.4. Aantal huizen per klasse per variant. Tussen haakjes zijn in 2020 de verschillen met het nulalternatief (V0) weergegeven, in 2050 het verschil met dezelfde variant in 2020.

Aantal panden per klasse	2020			2050	
	V0	V1A	V2A	V1B	V1B
Gevoeligheidsklasse					
Laag	8	5 (-3)	15 (+7)	5 (0)	11 (-4)
Gemiddeld	38	9 (-29)	28 (-10)	41 (+32)	17 (-11)
Hoog	1279	1279 (0)	1266 (-13)	1267 (-12)	1269 (+3)
Extra Hoog	200	232 (+32)	217 (+17)	213 (-19)	227 (+10)

Impact op lange termijn (2050)

In 2050 zijn alle maatregelen in de varianten geheel uitgevoerd – het DIT riool fungeert in de hele binnenstad naar behoren, en de peilen zijn opnieuw aangepast aan de maaiveldval. In Variant 1B daalt het aantal panden in hoge risicoklassen: de DIT riolering doet het effect van peilverlaging op de laagste grondwaterstand (10 percentiel) teniet (zie Figuur 5.3). De aanleg van de DIT riolering zorgt er namelijk voor dat de lage grondwaterstand hoger wordt ten opzichte van de huidige situatie – de pieken en dalen in de grondwaterstand worden afgevlakt. Daarmee komt de lage grondwaterstand in sommige gevallen tot wel 30 cm omhoog (Roelofsen 2019).

In Variant 2B is een ander effect te zien: het aantal panden in hogere risicoklassen neemt juist toe ten opzichte van de situatie in 2050. Dit komt doordat in deze variant al op kortere termijn (2020-2030) het DIT riool in het compartiment naar behoren fungeert. Hier is dus direct de impact van de extra peilaanpassing door bodemdaling in 2050 terug te zien.



Figuur 5.3 Berekende grondwaterstanden in Eenvoudig en Snel (2050) waarin de DIT riolering is aangelegd en het oppervlaktewaterpeil met 16 cm is verlaagd, en de Nul Situatie (2020) waarin er geen DIT riolering is en geen peilverlaging, ter plaatse van meetlocatie 1-1.04. Figuur uit: (Roelofsen 2019)

Verwachte extra schade aan funderingen in V1 en V2

Om de verwachte schade te berekenen wordt het aantal panden vermenigvuldigd met de gemiddelde schade per pand (Tabel 5.3). Voor de periode na 2050 wordt alleen extra schade berekend als er panden van een lage of gemiddelde gevoeligheidsklasse naar een hoge klasse gaan – andersom is de aanname dat panden in een hoge risicoklasse al vóór 2050 zijn hersteld. Om vervolgens van verwachte schade per variant naar *het effect van de variant ten opzichte van het nulalternatief* te gaan ten behoeve van de MKBA, wordt alleen naar het verschil in verwachte schade gekeken.

In variant 1 ontstaat door peilverlaging op basis van de gedane aannames €2,9 miljoen extra schade aan houten funderingen ten opzicht van het nulalternatief. In variant 2 gaat het om € 1,1 miljoen. Deze bandbreedte is op basis van de variatie in gehanteerde prijzen voor funderingsherstel. In variant 1 zijn er, hoewel de peilverlaging minder sterk is (10 cm), wel veel meer panden in het beïnvloede gebied/ peilvak die een effect ondervinden. In variant 1 worden immers ook de grondwaterstanden aan de buitenrand van de stadsboezem beïnvloed. In variant 2 is het beïnvloede gebied kleiner - alleen het compartiment in het noorden van de binnenstad - maar wel met een sterkere peilverlaging van ~ 25 cm.

Op basis van de gedane aannames en berekeningen lijkt het merendeel van de houten paalfunderingen in het studiegebied al in het nulalternatief – dus de huidige situatie - gevoelig te zijn voor paalrot. De huidige hoeveelheid klachten en bekende problemen in de binnenstad wijst daar niet op. Dat hoeft niet alles te zeggen, want zeker bij problemen met houten paalfunderingen kan het zijn dat een slechte funderingskwaliteit zich pas na een lange periode uit in constructieve problemen. In de gevoeligheidsanalyse in paragraaf 8.1 wordt uitgewerkt wat de implicaties van de gekozen aannames zijn voor de uitkomsten van de schadeberekening voor paalrot

5.3 Wateroverlast door optrekkend vocht

5.3.1 Beschrijving

Panden die laag liggen ten opzichte van de hoogste grondwaterstand zijn gevoelig voor grondwateroverlast: met name panden op staal zijn op termijn gevoelig, maar ook panden die op palen gefundeerd zijn kunnen bij een hoge grondwaterstand last krijgen van vochtindringing. In de analyse is alleen uitgegaan van panden op staal.

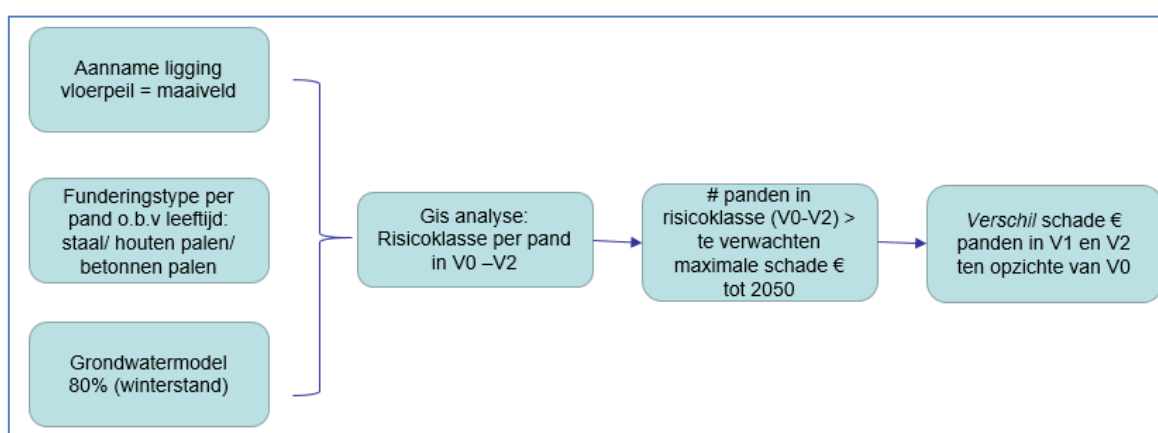
Wateroverlast vanuit het grondwater uit zich in huis in de vorm van ondergelopen kelders, natte kruipruimten, optrekkend vocht in en schade aan muren, verrotten van houten vloeren, schimmel in kruipruimten, keukenkasten en op natte muren; buitenshuis zien we een permanent natte tuin, natte parken, windworp van bomen die onvoldoende diep kunnen wortelen, draagkrachtverlies van wegen en problemen met het werk aan ondergrondse kabels en leidingen. We zullen ons hier echter beperken tot de wateroverlast en de gevolgen daarvan in huis

Optrekkend vocht houdt in dat grondwater wordt geabsorbeerd door de muren (via de stenen, ouderwets cement, scheuren en kieren). Dit kan direct vanuit het grondwater in de muren trekken, of indirect via een vochtige kelder of kruipruimte. Een ondergelopen kruipruimte kan voorkomen als de (zand)bodem ervan zich permanent of tijdelijk (deels) onder de grondwaterspiegel bevindt. Naast fysieke schade aan pleisterwerk en houten vloeren, kan optrekkend vocht leiden tot een te hoge luchtvochtigheid in de kruipruimte en het huis: dit kan leiden tot schimmelvorming en daarmee tot een aanzienlijke toename van COPD klachten (aan

de luchtwegen). Daarnaast zijn er gezondheidsrisico's als water met een slechte kwaliteit vanuit het opgeboeide en lekke rioolstelsel de kruipruimtes binnendringt.

5.3.2 Aanpak

In Figuur 5.4 wordt toegelicht welke stappen worden gezet om de effecten van de varianten op wateroverlast in huis te bepalen: de aanpak is vergelijkbaar met die voor paalrot. Na een aanname van welke panden waarschijnlijk op staal staan en de diepteligging van het vloerpeil (aangenomen op het huidige maaiveld), worden deze gegevens gecombineerd met de resultaten van de hoge, 'winter' grondwaterstand uit de grondwatermodellering (Roelofsen, 2019): de 80% percentiel water stand (20% van het jaar staat de berekende grondwaterstand boven dit niveau) en ingedeeld in twee gevoeligheidsklassen. Voor elke gevoeligheidsklasse wordt een berekening gemaakt over de te verwachten schade. Met deze bouwstenen wordt vervolgens de optredende schade in elke variant berekend.



Figuur 5.4 Stroomschema aanpak berekening effect van de varianten op schade door vochtoverlast in huis.

Waardering effect

Rondom vochtoverlast in huis zijn drie types schade te onderscheiden; gezondheidsproblemen, schade aan muren en vloeren, en een natte tuin. Deze schade kan op verschillende manieren in een MKBA worden gewaardeerd. Omdat er nog maar weinig bekend is over deze schademechanismen (dosis-effectrelaties, schade in €), wordt een pragmatische aanpak gehanteerd: alleen de eerste twee schadeposten worden meegenomen, gewaardeerd volgens de dikgedrukte methode zoals weergegeven in Tabel 5.5; de kosten van andere effecten blijven buiten beschouwing. Daarmee zijn de berekende resultaten een conservatieve schatting: in werkelijkheid is de maatschappelijke schade van vochtoverlast - en daarmee de baten van peilverlaging - waarschijnlijk hoger.

Tabel 5.5 Types schade en mogelijke economische waarderingmethode rondom vochtoverlast in huis. Dikgedrukt de waarderingmethode die in deze MKBA wordt toegepast.

Impact vochtoverlast in/ rondom huis	Waarderingmethode
Extra kans op gezondheidsproblemen aan luchtwegen	Extra gezondheidskosten ; kosten mitigerende maatregelen; waardedaling
Fysieke schade aan houten vloeren en schilderwerk/ muren	Herstelkosten schade; kosten mitigerende maatregelen , waardedaling
Natte tuin (ongedierte, groenschade)	Herstelkosten, gezondheidskosten

5.3.3 Gevoeligheidsklassen en gevolgen

In overleg met het KCAF zijn drempelwaardes opgesteld om de panden op ondiepe (staal) fundering in gevoeligheidsklassen te kunnen indelen. Uitgangspunt hierbij is hoe dicht het vloerpeil (aanne = maaiveld o.b.v. AHN 3) bij de hoge (winter) grondwaterstand ligt. Als vuistregel kan gehanteerd worden dat vochtoverlast ontstaat als het grondwater op minder dan 60 cm van het vloerpeil komt (Segeren and Hengeveld 1984). De oorzaken hierachter kunnen uiteraard verschillen: het pand kan dalen terwijl het grondwater gelijk blijft, of de grondwaterspiegel kan omhoog komen door regenval. Of en in welke mate vochtschade daadwerkelijk ontstaat hangt daarnaast af van de bouwtechnische eigenschappen en de bouwkundige kwaliteit van het pand.

Vervolgens worden er aannames gedaan over de gevolgen in verschillende gevoeligheidsklassen: laag of hoog (Tabel 5.6). Bij de berekening van de schade voor de verschillende gevoeligheids-klassen worden de volgende uitgangspunten gebruikt: Bij een lage gevoeligheid (meer dan 60 cm verschil) wordt aangenomen dat een pand een kans van 10 % heeft alsnog overlast heeft van optrekkend vocht. Bij een hoge gevoeligheid wordt aangenomen dat er een kans van 80% is dat een pand overlast heeft van optrekkend vocht. Daarbij wordt aangenomen wordt dat elk pand waar optrekkend vocht voorkomt jaarlijks extra gezondheidsrisico's heeft (gewaardeerd op € 9 - €72 per huishouden, gemiddeld €41; zie bijlage A.5), en dat er daarnaast tussen 2020-2050 eenmalig geïnvesteerd wordt in het voorkomen van fysieke schade, ter waarde van € 15.000, en in de periode tussen 2050 en 2100 nogmaals. Zie bijlage A.5 voor toelichting over de maatregelen en onderbouwing van de gehanteerde prijzen.

Tabel 5.6 Overzicht van aannames rondom gevoeligheidsklassen voor fysiek en gezondheidsschade door opdringend vocht in huis, inclusief drempelwaardes; aannames voor gevolgen en prijzen van deze gevolgen in contante waarde (CW).

Gevoeligheidsklasse	Drempelwaarde	Aanname gevolg	Schadekosten per pand (2020 – 2100)
Laag	Vloerpeil > 60 cm t.o.v. 80% percentiel grondwaterstand	10% kans op overlast van optrekkend vocht	Gezondheid: 0,1 * CW € 41/jaar = Fysieke schade: 0,1 * CW € 15.000 2020-2050 + 0,1 * CW € 15.000 2050-2080=
Hoog	Vloerpeil < 60 cm t.o.v. 80% percentiel grondwaterstand	80% kans op overlast van optrekkend vocht	Gezondheid: 0,8 * CW € 41/jaar = Fysieke schade: 0,8 * CW € 15.000 2020-2050 + 0,8 * CW € 15.000 2050-2080=

5.3.4 Resultaten

Tabel 5.7 geeft het aantal panden per gevoeligheidsklasse weer in elk van de varianten, in de periode tussen 2020 en 2050, en vanaf 2050 - als alle maatregelen zijn uitgevoerd.

Verschillen op korte termijn (2020) ten opzichte van het nulalternatief (V0)

In zowel V1A als in V2A is te zien dat de peilverlaging van respectievelijk 10 en 25 cm het gewenste positieve effect hebben: significant minder panden komen in de 'hoge gevoeligheidsklasse' terecht. De hoge (winter) grondwaterstand daalt.

Impact op lange termijn (2050)

In V1B en V2B is het aantal panden dat een hoge gevoeligheid heeft voor overlast lager dan in het nulalternatief. Wel neemt het risico op grondwateroverlast ten opzichte van 2020 in alle varianten weer wat toe.

Tabel 5.7 Aantal panden per klasse per variant, in twee verschillende perioden). Getallen tussen haakjes geven in de periode 2020 het verschil ten opzichte van V0 weer, in 2050 het verschil van dezelfde variant ten opzichte van 2020. Voor aanpak, zie 5.3.2 en 5.3.3.

# Panden per klasse	2020			2050		
	V0	V1A	V2A	V0	V1B	V2B
Laag	898	1325 (+427)	1536 (+337)	807 (-91)	1144 (-181)	1376 (-160)
Hoog	1161	734 (-427)	523 (-337)	1252 (+91)	915 (+181)	683 (+160)

Verwachte vermeden schade door wateroverlast in V1 en V2

Om de verwachte schade te berekenen wordt het aantal panden vermenigvuldigd met de gemiddelde schadekosten per pand; gezondheidskosten zijn een jaarlijkse kostenpost, fysieke kosten aan het pand worden eenmaal gerekend in beide periodes (Tabel 5.6). Om vervolgens van verwachte schade per variant naar *het effect van de variant ten opzichte van het nulalternatief* te gaan ten behoeve van de MKBA, wordt alleen naar het verschil in verwachte schade gekeken.

Op basis van de hierboven beschreven aannames ligt de vermeden schade (baten) van Variant 1 op € 3,4 miljoen, en in Variant 2 op € 6,2 miljoen.

5.4 Schade door wateroverlast op straat

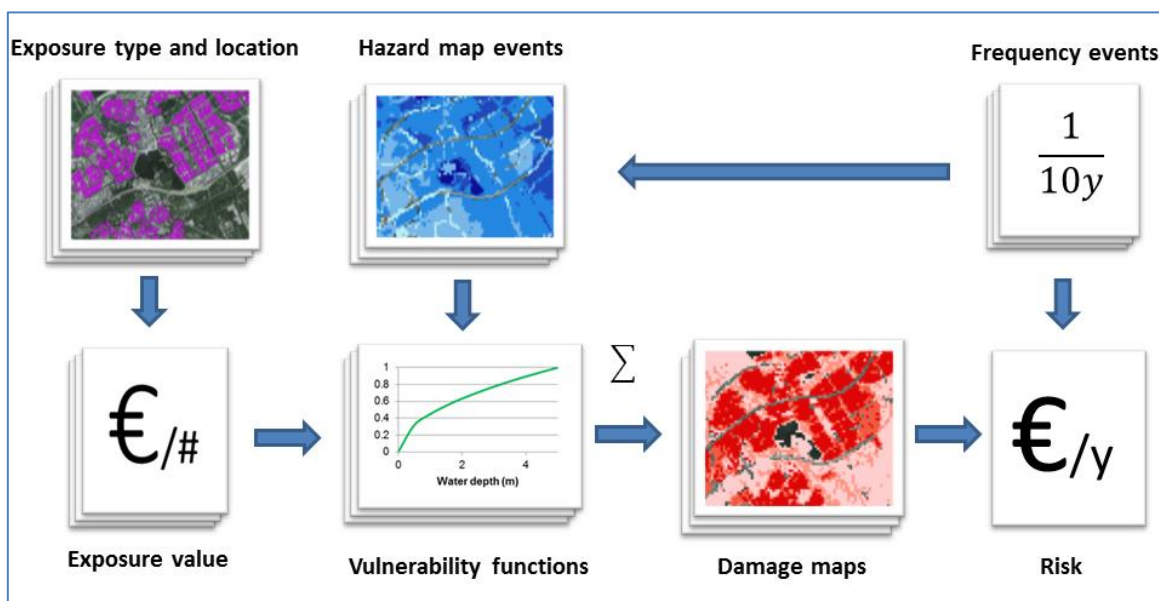
5.4.1 Beschrijving

Water op straat leidt tot verminderde bereikbaarheid van een gebied, schade aan woningen als het water het pand binnenkomt, publieke infrastructuur en geparkeerde auto's. Als het water uit riool - overstorten op straat terechtkomt, zijn er bovendien gezondheidsrisico's vanwege ziekteverwekkers.

5.4.2 Aanpak

Door RHDHV zijn er 'water op straat' kaarten berekend voor buien met verschillende herhalingstijden (1:10, 1:100, 1:200 jaar), in de verschillende varianten. Met deze input kan vervolgens met [Delft FIAT](#) de verwachte schade per landgebruikstype worden berekend (Wagenaar et al. 2019; Tabel 5.3). Door FIAT wordt alleen schade vanaf het 1:10 jaar event meegenomen, omdat die significant van omgang zijn en het gevolg van boven-maatgevende gebeurtenissen. Het is echter bekend dat in de binnenstad in de referentiesituatie al vaker (elk jaar) water op straat ontstaat. Daarnaast wordt in de berekening alleen de directe schade meegenomen – extra schade door bijvoorbeeld verminderde bereikbaarheid van panden en winkels wordt niet meegenomen.

Voor elke variant wordt vervolgens op basis van de verwachte schade per jaar de contante waarde berekend. Voor toekomstige schade is daar nog een correctiefactor voor economische groei bij gebruikt (projecties toekomstige groei BBP per persoon (Hawksworth et al. 2017)): de onderliggende gedachte is dat met economische groei, ook de waarde van (interieurs in) huizen toeneemt – en daarmee de potentiële schade.



Figuur 5.5 Overzicht van de methodiek om verwachte schade per jaar te berekenen met Delft-FIAT (Wagenaar et al. 2019)

5.4.3 Resultaten

Tabel 5.8 geeft de totale verwachte gemiddelde schade (in contante waarde) per variant in de perioden 2020-2050 en 2050-2100 weer.

Tabel 5.8 Verwachte schade (contante waarde) in mln € door water op straat in de periode 2020-2050 en 2050-2100 in de verschillende varianten. Voor berekening, zie 5.4.2.

Variant	2020-2050	2050-2100	Vershil t.o.v. V0
V0	€ 3,3 m	€ 2,7 m	
V1	€ 3,3 m	€ 1,4 m	-€1,3 m
V2	€ 2,9 m	€ 1,5 m	-€ 1,5 m

Over de hele periode bezien (2020-2100) en met een onzekerheidsmarge van 40% komt daarmee de vermeden schade door wateroverlast ten opzichte van de referentiesituatie (V0) in Variant 1 uit op € 0,8-1,8 miljoen, en in Variant 2 € 0,9-2,1 miljoen. Omdat hierin geen schade van events in is meegenomen die vaker dan eens in de 10 jaar voorkomen en ook indirecte schade niet is meegenomen in de berekening, moet deze baten gezien worden als een ondergrens/ conservatieve schatting van de daadwerkelijke baten.

5.5 Extra schade door versnelde zetting/ peilverlaging

Op basis van de notitie van Kooi (2019) kan worden afgeleid dat een peilverlaging van 20 cm een tijdelijke versnelling van zetting geeft van gemiddeld 20-50% in deze periode. De extra zetting door peilverlaging blijft in de meeste gevallen beperkt tot minder dan een mm per jaar. De extra zetting zal echter niet gelijkmatig over 20 jaar optreden: direct na de peilverlaging is de meeste versnelling te verwachten.

Schade aan panden

Het is lastig te kwantificeren wat de implicaties zijn van deze versnelde zetting voor de panden in de binnenstad. De volgende schademechanismen zouden kunnen optreden of worden versterkt: 1) verschilzetting van panden op staal; 2) constructieve problemen bij bouwkundige

eenheden op verschillende funderingen (staal naast paal) en 3) problemen met huisaansluitingen van nutsvoorzieningen (gas, riool, water) door toenemende hoogteverschillen, met name bij op palen gefundeerde panden.

Op dit moment zakken panden/ straten in de binnenstad vaak al met enkele millimeters per jaar. Dat zorgt pas voor schade als een pand niet gelijkmatig zakt, maar differentieel. In hoeverre dat het geval is, hoeveel eventuele verschilzetting versterkt zou kunnen worden door de Varianten, en tot hoeveel schade een bepaalde verschilzetting (per jaar) zou kunnen leiden is niet bekend. Het proces van bodemdaling speelt namelijk al sinds de bouw van deze panden. Deze schade is dus waarschijnlijk al veel eerder opgetreden. Ditzelfde geldt voor mogelijke problemen met 'staal naast paal' en problemen met huisaansluitingen: Het is daarom lastig te zeggen of, en zo ja, tot hoeveel extra (of hoeveel *eerder*) schade een (beperkte) versnelling in zetting leidt.

Schade aan infrastructuur

Bodemdaling/ zetting leidt tot hogere beheer – en onderhoudskosten van (ondergrondse) infrastructuur en openbare ruimte. Net als bij schade aan panden kan versnelling de huidige zettingssnelheid door peilverlaging ervoor zorgen dat er eerder, en wellicht hogere B&O kosten gemaakt moeten worden.

Daarnaast heeft het verlaagde oppervlaktewaterpeil in Variant 2 (met 25 cm) mogelijk negatieve gevolgen voor de stabiliteit van de kademuur, die daarmee eerder dan volgens de huidige planning (2045) vervangen zou moeten worden.

Waardering

In Variant 1 gaat het om een groter gebied (de hele binnenstad) waar door de peilverlaging versnelde zetting kan voorkomen, maar wel in mindere mate. In Variant 2 gaat het om een kleiner gebied (het compartiment) waar versnelde zetting zal plaatsvinden, maar wel in sterkere mate. Dit effect wordt in de MKBA-tabel als volgt gewaardeerd: Variant 1: – (negatief ten opzichte van referentiesituatie), Variant 2: - -

5.6 Recreatievaart

Recreatievaart in Gouda

De Goudse binnenstad heeft een uniek historisch stelsel van grotere en kleinere waterwegen. In de grotere waterwegen wordt door Rederij de IJssel in de zomermaanden vaartochten door de binnenstad van Gouda verzorgd. Daarnaast liggen er tijdens de Goudse waterdagen oude turfschepen aan de Turfmarkt.

Daarnaast zijn in 2006 de mogelijkheden voor ontwikkeling van een 'intieme vaarroute' onderzocht, waarin kleine waterwegen in de binnenstad weer zichtbaar en bruikbaar gemaakt zouden kunnen worden (Ykema et al. 2009) om zo de aantrekkingskracht van de stad voor bewoners en toeristen te versterken. Om de intieme vaarroute te kunnen realiseren zijn er ingrijpende aanpassingen in de inrichting van de stad nodig – duikers die vervangen moeten worden door een brug, en het aanpassen van lage (particuliere) bruggen, zoals boven de gracht bij de Zeugstraat. De realisatie van de 'Intieme Vaarroute' is nog in het stadium

Impact varianten

In Variant 1 worden geen aanpassingen gedaan aan het watersysteem, behalve de peilverlaging van 10 centimeter. De verminderde diepgang zou naar verwachting geen negatieve impact hebben op de bevaarbaarheid, omdat het uitgangspunt is dat dezelfde leggerdiepte wordt aangehouden.

In Variant 2 worden er twee dammen gerealiseerd om het compartiment in het noordelijke, lager gelegen deel te kunnen realiseren. Met deze dammen komt er een extra obstakel bij met betrekking tot het realiseren van de 'Intieme Vaarroute', en is de Turfmarkt niet meer bereikbaar. Daarmee heeft Variant 2 een negatief effect op de bereikbaarheid van de Turfmarkt over water – de standaard rondvaartroute van Rederij de IJssel blijft bevaarbaar.

Waardering

Variant 1 heeft geen negatief effect op de recreatievaart. Bij Variant 2 is wel een licht negatief effect op de bereikbaarheid van de Turfmarkt, en de haalbaarheid van de 'Intieme Vaarroute'. Dit effect wordt in de MKBA-tabel als volgt gewaardeerd: Variant 1: 0 (geen effect), Variant 2: - (negatief effect).

5.7 Beheerkosten watersysteem

Het uitgangspunt is dat in zowel Variant 1 als Variant 2 dezelfde leggerdiepte wordt aangehouden in de watergangen. Dit houdt in dat de baggerkosten zullen toenemen. Daarnaast moet in Variant 1 de Mallegatsluis worden aangepast om de peilverlaging te faciliteren (negatief effect).

5.8 Meekoppelkansen

Op dit moment liggen in het merendeel van de binnenstad water – en gasleidingen van grijs gietijzer en asbest-cement. Uiterlijk 2029 moeten deze leidingen verwijderd zijn. Zowel bij het verwijderen van het gasnet als het vervangen van de riolering moet de straat open. Hier ligt dus een kans voor synergie: afhankelijk van de timing en kostenopbouw van de werkzaamheden kan een gezamenlijke uitvoering goedkoper uitpakken: daarnaast leidt gezamenlijke uitvoering tot minder omgevingshinder (zie bijlage 10A.6 voor meer achtergrond over synergiebaten).

Ook een deel van de kademuren in de binnenstad zijn in de komende decennia aan vervanging toe - het kan waardevol zijn synergie te zoeken rioolvervanging.

Los van de synergie met andere uitvoeringsagenda's, bieden de werkzaamheden in de straat nog een meekoppelkans: makkelijker toegang voor funderingsonderzoek aan houten paalfunderingen. Omdat er nog weinig bekend is over de aanwezigheid en kwaliteit van houten paalfunderingen, staat gravend onderzoek hoog op de wensenlijst om hier meer zicht op te krijgen.

Varianten

In alle gevallen – referentie, Variant 1 en Variant 2 – wordt de riolering in de binnenstad deels vervangen voor een gescheiden stelsel met een DIT riolering door het afkoppelen van verhard oppervlak. In Variant 2 wordt er daarbij voorrang gegeven aan het noordelijke, lager gelegen deel van de binnenstad dat wordt aangesloten op het compartiment Turfmarkt-Zeugstraat. Omdat de plannen rondom vervanging van het gasnet en kademuren nog niet concreet zijn, is het niet te zeggen *of* en hoe hoog eventuele baten zouden zijn. Daar komt bij dat de varianten op dit vlak niet wezenlijk verschillen van elkaar en de referentiesituatie, dus geen grote verschillen zullen opleveren in de mogelijke baten van meekoppelen. Wel is het goed om bij verdere uitwerking van de plannen in gesprek te gaan met de beheerders van de netwerken en de kades, en nader te onderzoeken of een afgestemde planning met het gasnet, het waternet en kademuren vervanging meerwaarde biedt – voor elke partij, en voor de omgeving.

6 Investeringskosten

Kostenraming

Door Royal Haskoning DHV is in opdracht van de Coalitie Stevige Stad een kostenraming van de varianten opgesteld (Zandee 2019). Hierin zijn drie hoofdonderdelen meegenomen: constructiekosten van riolering, het verlagen van de opboeidrempels in Variant 1, de te realiseren poldergemalen in variant 2 en engineeringskosten. Extra energiekosten door een grotere bemalingsdiepte in Variant 1 worden niet significant geacht.

Om de investeringskosten aan riolering te berekenen zijn als uitgangspunt de kostenkentalen van de Gemeente Gouda gebruikt, die zijn afgeleid uit werkelijke kosten van eerdere rioleringswerken: € 3.400 inclusief BTW per strekkende meter⁵. De kosten zijn inclusief indirecte kosten en risico-reservering. De onzekerheidsmarge op de geraamde kosten is ongeveer 40% (Zandee 2019), en genoemde getallen zijn inclusief BTW.

Tabel 6.1 Overzicht resultaten kostenraming (Zandee, 2019). Bedragen zijn nominaal in miljoenen euro.

		V0	V1a	V1b	V2a	V2b
Maatregel	Opboeidrempels verlagen (10cm)		€0.05 m			
	Vervangen riolering en aanleg DIT riolering	€148 m		€148 m	€ 67 m	€ 81 m
	Poldergemaal Turfmarkt				€ 0.64 m	
	Poldergemaal Lange Tiendeweg				€ 0.63 m	

Investeringskosten in de MKBA

In de kosten-baten analyse worden alleen meerkosten ten opzichte van het nulalternatief meegenomen. Daarnaast worden alle kosten in de toekomst teruggerekend naar een basisjaar (contante waarde) met een discontovoet van 4,5%; zie ook Hoofdstuk 2. De aanname is dat alle kosten in Variant 1A en 2A tussen 2020 en 2030 worden gemaakt, en alle kosten in Variant 1B en 2B tussen 2030 en 2050.

Binnen de varianten is het uitgangspunt dat de riolering in 2050 in de binnenstad volledig vervangen is. De kosten hiervoor zijn door RHDHV geraamd op (nominaal) € 148 miljoen. Omdat er geen significante extra investeringen nodig zijn in het riool in de Varianten ten opzichte van het huidige GRP⁶, worden deze investeringskosten niet meegenomen in de MKBA – het riool wordt immers toch vervangen, onafhankelijk van de keuze voor Variant 1 of 2. De investeringskosten in opboeidrempels en poldergemalen zijn relatief laag: in contante waarde respectievelijk € 0,005 miljoen in Variant 1 en € 1 miljoen in Variant 2.

⁵ In de benchmark (de rest van Nederland) liggen de kosten vaak lager – het werken in de historische binnenstad van Gouda is relatief duur.

⁶ Het huidige GRP (Gouda 2018) gaat uit van een vervangingsduur in de gemeente Gouda tot 2070. De aanname dat in de binnenstad de vervanging gereed is in 2050 betekent dus een ruimtelijke prioritering in de binnenstad.

7 Resultaten

In Tabel 7.1 zijn de resultaten van de kosten-baten analyse zoals beschreven in hoofdstuk 5 en 6 samengebracht. De investeringskosten en effecten van Variant 1 'Eenvoudig en Snel' en Variant 2 'Maatwerk' zijn berekend ten opzichte van het nulalternatief (V0). De totale te verwachten schade in V0 is ter kennisneming tussen haakjes weergegeven.

7.1 Leeswijzer MKBA - tabel

In het bovenste deel van de tabel staan de extra investeringskosten van Variant 1 en 2 ten opzichte van het nulalternatief weergegeven. Hoewel de plannen zoals beschreven in Hoofdstuk 4 ook veel maatregelen beschrijven rondom het afkoppelen van openbaar en particulier terrein, en het vervangen van het riool, is dit niet essentieel afwijkend van het huidige Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP): er zijn geen significante extra investeringskosten aan verbonden.

In het middelste deel van de tabel staan de effecten van Variant 1 en 2 ten opzichte van de verwachte schade/ situatie in V0. De bovenste drie effecten zijn gemonetariseerd, overige effecten zijn kwalitatief gewaardeerd met +/- . Het onderste deel van de tabel geeft de balans weer: dit zijn de totale effecten minus de totale investeringskosten. Bij een positieve balans, is er in principe een economische rationale voor investering: de baten zijn hoger dan de kosten.

De waardering van elke investeringspost/ effect is uitgedrukt in *contante waarde* – de waarde van een bedrag in de toekomst uitgedrukt in de huidige waarde (zie Hoofdstuk 3). In de gevoeligheidsanalyse (Hoofdstuk 8) is daarnaast nog extra onderzocht wat de implicaties van andere aannames voor de resultaten zijn.

7.2 Kosten-baten tabel

De waardering van elke investeringspost/ effect is uitgedrukt in *contante waarde* – de waarde van een bedrag in de toekomst uitgedrukt in de huidige waarde (zie Hoofdstuk 3). In de gevoeligheidsanalyse (Hoofdstuk **Error! Reference source not found.**) wordt onderzocht wat de implicaties van andere aannames voor de resultaten zijn voor de effectposten paalrot en wateroverlast door optrekkend vocht.

Tabel 7.1 Kosten-baten tabel van de investeringskosten en effecten van de Variant 1 'Eenvoudig en Snel' en 2 'Maatwerk'. Bedragen in contante waarde in mln €.

Kosten-baten tabel				
	Variant 0	Variant 1	Variant 2	Kost/baathouder
Investeringskosten				
Opboeidrempel verlagen		€ -0,04 m		Gemeente Gouda
Compartiment noordelijke binnenstad - kunstwerken			€ - 1 m	Rijnland
<i>Totaal kosten</i>		€ -0,04 m	€ - 1 m	
<i>Effecten</i>	<i>Verwachte schade in V0</i>	<i>Effect t.o.v. V0</i>		
Extra schade door paalrot	(€ 63 m)	€ -2,9 m	€ -1,1 m	Vastgoedeigenaar
Vermeden schade wateroverlast panden op staal (fysiek & gezond)	(€ 12 m)	€ 3,4 m	€ 6,2 m	Vastgoedeigenaar, bewoner
Vermeden schade water op straat	(€ 6 m)	€ 1,3 m	€ 1,5 m	Bewoner, bedrijvigheid, gemeente
Extra schade door versnelde zetting - panden		-	--	Huiseigenaar, nutsbedrijven
Extra B&O door versnelde zetting - infrastructuur		-	--	Gemeente, nutsbedrijvenwaterschap, provincie?
Recreatievaart		0	-	Bedrijvigheid, booteigenaren
Extra kosten waterbeheer		--	-	Gemeente, Rijnland
Meekoppelkansen: energietransitie, funderingsonderzoek		+	+	Gemeente, huiseigenaar, nutsbedrijven
<i>Totaal effecten</i>		€ 1,8 m	€ 6,6 m	
Balans/ Netto contante waarde (effecten - kosten)		€ 1,8 m	€ 5,6 m	

7.3 Baten in relatie tot investeringskosten

Omdat de extra investeringskosten ten opzichte van V0 relatief gering zijn voor beide Varianten is de algehele conclusie van de MKBA positief voor beide varianten: voor zowel Variant 1 als

Variant 2 bestaat een economische rationale voor investering, de baten zijn hoger dan de kosten. De hoogste maatschappelijke waarde wordt behaald in Variant 2. Uiteraard zijn de kosten van uitvoering van het GRP groot, maar de keuze tussen Variant 1 of 2 heeft hier geen significante invloed op.

7.4 Vergelijking varianten onderling

In Variant 1 wordt het opboeidrempel en het oppervlaktewaterpeil 10 cm verlaagd in het gehele peilvak om zo op korte termijn verlichting aan de wateroverlast te brengen. Deze ingreep beïnvloedt relatief meer panden, maar in minder sterke mate dan in Variant 2. De peilverlaging versnelt tijdelijk de bodemdalingssnelheid: dit zou kunnen leiden tot enige (extra) schade aan panden op staal (*verschilzetting*) en extra beheer – en onderhoudskosten aan infrastructuur.

In Variant 2 wordt een apart compartiment ingericht in het lager gelegen noordelijke deel van de binnenstad. In dit compartiment wordt het peil vervolgens 25 cm verlaagd. Omdat in het compartiment relatief weinig panden op houten palen staan, landen de gevolgen van de peilverlaging bij een kleinere groep, maar wel met meer zekerheid dat de peilverlaging (een versnelling van) paalrot veroorzaakt. Omdat de wateroverlastproblematiek voor panden op staal in het compartiment het meest ernstig is, vallen de baten op dit vlak hoger uit dan in Variant 1 – een peilverlaging van 25 cm zet meer zoden aan de dijk dan 10 cm. Netto komt hierdoor Variant 2 positiever uit de bus dan Variant 1: er is minder schade door paalrot, en meer vermeden schade door wateroverlast. Ook in Variant 2 heeft de (grondwater)peilverlaging in het compartiment negatieve gevolgen voor de zettingssnelheid: hoewel het om een kleiner beïnvloed gebied gaat dan in Variant 1, zijn de versnelling, en daarmee de gevolgen voor panden en infrastructuur, naar verwachting groter.

Tijdelijke in plaats van permanente peilverlaging Variant 1

Het uitgangspunt in Variant 1 is op korte termijn een permanente peilverlaging van 10 cm in het boezempeil. Dit leidt tot vermindering van wateroverlast op straat en in panden op staal, maar heeft een negatieve invloed op houten paalfunderingen. Houten paalfunderingen zijn met name gevoelig voor een lage grondwaterstand (zomer), terwijl panden op staal juist gevoelig zijn voor een hoge grondwaterstand (winter). Op langere termijn helpt de DIT riolering al om hoge en lage pieken te verminderen (zie Figuur 5.3).

In plaats van een permanente peilverlaging is een tijdelijke peilverlaging (beheersmaatregel) ook mogelijk: peilopzet in tijden van droogte, en peilverlaging in tijden van verwachte (hevige) regen. Daarmee zouden in Variant 1 de baten wel behaald worden, maar het negatieve effect op houten palen (extra verwachte schade) verminderd worden.

7.5 Verdeling kosten en baten over stakeholders

In de laatste kolom van Tabel 7.1 is weergegeven bij welke partijen de kosten en baten van de varianten vallen. Hierbij zijn de volgende stakeholders onderscheiden:

- Gemeente Gouda
- Hoogheemraadschap Rijnland
- Vastgoedeigenaren: *Individueel of organisaties die in bezit zijn van het pand en daarmee verantwoordelijk voor significante investeringen in onderhoud.*
- Bewoners: *Bewoners van de panden – zij kunnen tevens huiseigenaar zijn, maar dat hoeft niet perse. Zij ondervinden de baten van wateroverlast en zijn verantwoordelijk voor kleine investeringen.*
- Bedrijvigheid: *Bedrijven met een vestiging in de binnenstad die negatieve gevolgen kunnen ondervinden van water op straat, en om bedrijven met een link naar de recreatievaart/ recreatiesector.*

- *Nutsbedrijven*

In wezen vallen de grootste kosten aan de investeringenkant bij de Gemeente Gouda, in verband met de uitvoering van de verbeteringswerkzaamheden aan de riolering, en de aanleg van DIT-riolering. Omdat de Varianten echter niet wezenlijk verschillen van het GRP gaat het hier om al geplande investeringen die daarom buiten deze MKBA vallen maar in de interbestuurlijke afweging zeker een rol kunnen spelen. Kosten voor het Waterschap – zoals extra pompkosten – zijn naar verwachting gering.

Aan de kant van de effecten van de peilverlaging/ grondwaterstands aanpassing vallen de grootste kosten bij respectievelijk huiseigenaren van panden op houten palen (*funderingsherstel*) en de baten bij bewoners van panden op staal (*vochtschade, gezondheidsschade*). Een peilverlaging heeft daarbij op korte termijn negatieve gevolgen voor eigenaren van panden op houten palen (V1: ~30 panden, V2: ~ 20, zie Tabel 5.4), en positieve gevolgen voor wateroverlast in panden op staal (V1: ~430 V2: ~640, zie Tabel 5.7). Vanuit het oogpunt van kostendragers/ baathouders is daarmee Variant 2 het meest aantrekkelijk, omdat er een relatief kleinere groep kostendragers en een grotere groep baathouders is.

8 Gevoeligheidsanalyse

Om de effecten van de varianten te kunnen berekenen in hoofdstuk 5 zijn veel aannames gedaan. De meest onzekere aspecten zitten in de berekening van schade aan houten paalfunderingen en wateroverlast door optrekkend vocht (grondwateroverlast). Daarom worden in dit hoofdstuk de implicaties van andere aannames op de resultaten doorgerekend.

8.1 Paalrot

Ten behoeve van de analyse van het risico op paalrot zijn aannames gedaan over:

1. Het aantal panden dat op houten palen staat (op grond van leeftijd en lokale kennis, zie A.3);
2. De diepteligging van het bovenste funderingshout (zaagpeil) t.o.v. NAP (zie A.3);
3. Bij hoeveel dekking vanuit de grondwaterstand een pand in een bepaalde blootstellingscategorie ingedeeld wordt (zie Tabel 5.3);
4. Kosten van funderingsherstel (zie A.4.1); op basis van de bandbreedte van KCAF (104-120.000 herstellkosten) en de gemiddelde prijs in Nederland (70.000)
5. Wat de verwachte gevolgen in % kans en termijn van benodigd funderingsherstel zijn per gevoeligheidsklasse (zie Tabel 5.3).

In de gevoeligheidsanalyse is voor aannames 1-4 de gevoeligheid onderzocht.

8.1.1 Resultaten

Tabel 8.1 geeft de totale verwachte schade in de varianten onder andere aannames. Op basis van de gevoeligheidsanalyse kan worden afgeleid dat de onzekerheidsmarge/ variatie ten opzichte van de basis aannames +/- 40% is. Met name de aannames over het aantal houten paalfunderingen in de binnenstad (meer houten paalfunderingen = meer schade), de aannames over de ligging van het zaagpeil (diepere ligging = minder schade) en de keuze om wel of geen 'extra hoog' risicoklasse mee te nemen hebben veel effect op de resultaten

Tabel 8.1 Overzicht totale schade (in mln €) aan houten paalfunderingen per variant, onder verschillende aannames

Totale verwachte schade (in mln € CW) houten paalfunderingen per variant			
	V0	V1	V2
Basis	€ 63,7	€ 66,5	€ 64,7
Zaagpeil -10 cm	€ 64,9	€ 66,8	€ 63,8
Zaagpeil op -1,6 NAP	€ 35,1	€ 39,6	€ 35,2
# houten funderingen binnenstad: 445	€ 75,3	€ 91,3	€ 78,0
Funderingsherstel min bandbreedte: € 104.000	€ 59,1	€ 61,8	€ 60,1
Kosten funderingsherstel € 120.000	€ 68,2	€ 71,3	€ 69,3
Kosten funderingsherstel € 70.000	€ 39,8	€ 41,6	€ 40,4
Gevolgen: geen 'extra hoog' categorie	€ 52,2	€ 53,2	€ 52,3

Zoals in tabel 7.1 te zien kan er op basis van de aannames een flink verschil ontstaan in de totale schade: voor de MKBA is echter alleen het verschil van de Varianten ten opzichte van het nulalternatief (V0) relevant. Deze gegevens zijn gepresenteerd in Tabel 8.2.

De hoofdboodschap blijft over het algemeen de varianten tot extra schade aan houten paalfunderingen ten opzichte van het nulalternatief leiden, en Variant 1 daarin een sterker negatief effect heeft dan Variant 2.

Een belangrijke boodschap volgt uit de analyse van het aantal panden; als het aantal houten funderingen in de binnenstad ~445 zou zijn, is de negatieve impact op schade aan funderingen in Variant 1 (€ 16 m) hoger dan de te verwachten baten door wateroverlast (- die laatste zijn dan lager omdat er minder panden op staal zouden staan (€ 2,9 m). In variant 2 blijft de vermeden schade met € 5,3 m wel opwegen tegen de extra schade aan houten paalfunderingen (€ 2,6 m) schade door paalrot. Als het werkelijke aantal houten paalfunderingen in de binnenstad dus hoger ligt zou er voor Variant 1 geen economische rationale meer bestaan.

Tabel 8.2 Overzicht extra schade per variant ten opzichte van het nulalternatief onder verschillende aannames

Extra schade aan houten paalfunderingen t.o.v. V0 (in mln €)		
	V1	V2
Basis	€ 2,9	€ 1,1
Zaagpeil -10 cm	€ 1,9	-€ 1,2
Zaagpeil op -1,6 NAP(basis analyse -1/ -1.1 NAP)	€ 4,5	€ 0,1
# houten funderingen binnenstad: 445	€ 16,0	€ 2,6
Funderingsherstel min bandbreedte: € 104.000	€ 2,7	€ 1,0
Kosten funderingsherstel € 110.000	€ 3,1	€ 1,1
Kosten funderingsherstel 70.000	€ 1,8	€ 0,7
Gevolgen: geen 'extra hoog' categorie	€ 1,1	€ 0,1

8.1.2 Toelichting gevoeligheidsanalyse

Diepteligging zaagpeil

In de basisanalyse is afhankelijk van de leeftijd van een pand een bepaalde diepteligging van het zaagpeil aangenomen: -1 m NAP of -1.10 m NAP, op basis van bouwhistorisch onderzoek in Gouda (A.3). In de gevoeligheidsanalyse is doorgerekend in hoeverre de analyse verschilt als een ander zaagpeil wordt aangenomen – 10 cm lager dan de huidige aanname, of 1,6 m diepte (op basis van indicatie gegevens KCAF voor heel Gouda).

Aantal panden op houten palen

In de basisanalyse is voor de binnenstad het aantal panden op houten palen dat geschat wordt op basis van leeftijd gecorrigeerd naar de schatting van lokale experts (A.3). Zonder deze correctie zouden er in de binnenstad aanzienlijk meer panden op houten palen staan – en daarmee minder panden op staal (zie ook 8.2): ~ 445 panden in plaats van 60 panden. Als in plaats van 60, van 445 panden in de binnenstad wordt uitgegaan zou er 38% meer schade zijn dan in de basisanalyse.

Diepteligging top funderingshout/ diepte grondwaterstand

Er is doorgerekend hoeveel verwachte schade er zou zijn als het zaagpeil 10 centimeter hoger zou liggen – of als het grondwaterpeil 10 centimeter lager zou liggen: 1% meer schade dan in de basisanalyse. Daarnaast is ook gekeken wat er gebeurt als we aannemen dat het zaagpeil overal niet op NAP -1 a -1.10 m zou liggen, maar op NAP -1,6 m: 38% minder schade dan in basisanalyse.

Prijzen funderingsherstel

In de analyse wordt aangenomen dat herstel gemiddeld € 110.000 kost: op basis van de door KCAF ingeschatte bandbreedte van € 104.000 tot 120.000 herstelkosten. Deze relatief hoge inschatting is gekozen omdat herstellprijzen de afgelopen jaren zijn toegenomen, en omdat funderingsherstel in een historische binnenstad vaak duurder is dan in makkelijker toegankelijk locaties. Het is echter ook mogelijk dat met de toename in vraag naar funderingsherstel over de tijd, de prijs door innovatie of schaalvergroting zal teruglopen. De analyse daarom daarnaast ook zien hoe de resultaten uitvallen als er een gemiddelde herstellprijs van € 70.000 per pand wordt aangehouden: dit levert 37% minder schade dan in de basisanalyse.

Impact geen 'extra hoog' gevoeligheidsklasse

In de gevoeligheidsklasse 'Extra Hoog' is naast gevoeligheid voor paalrot op basis van het verschil tussen zaagpeil en de 10 percentiel grondwaterstand ook gekeken naar satellietgegevens van de waargenomen gebouwzakking, met als ondergrens een zetting van meer dan 2 mm/jaar. Bij deze panden werd aangenomen dat er in wezen nu of op zeer korte termijn funderingsherstel nodig is omdat een extra grondwaterstands daling bij deze panden op korte termijn al schade kan opleveren. Het is echter ook mogelijk dat de panden in deze categorie niet zoals aangenomen op houten paalfunderingen maar op staal staan, en dat de waargenomen zetting bij deze panden daar een indicatie van is. Daarom is doorgerekend wat de gevolgen zijn als de categorie 'extra hoog' niet wordt opgenomen: 19 % minder schade dan in de basisanalyse.

8.2 Wateroverlast door optrekkend vocht

In de analyse naar de kans op schade door optrekkend vocht zijn onder andere aannames gedaan over:

1. Bij welke ontwateringsdiepte (afstand tussen maaiveld en maatgevende grondwaterstand) een pand in een bepaalde blootstellingscategorie ingedeeld wordt: daarvoor is nu 60 cm als kantelpunt aangehouden.
2. Het aantal panden in de binnenstad dat op staal staat (op grond van leeftijd en lokale kennis, zie A.3)
3. Wat de verwachte gevolgen zijn per blootstellingscategorie: hoeveel panden naar verwachting overlast ondervinden, en de kosten hiervan. De gevoeligheidsanalyse bekijkt effecten van variatie in gehanteerde prijzen voor gezondheidsschade en fysieke schade (zie A.5.1).

8.2.1 Resultaten

Tabel 8.3 geeft de totale verwachte schade in de varianten bij verschillende aannames. Met name de aanname over de fysieke schade aan panden door optrekkend vocht heeft veel impact.

Tabel 8.3 Overzicht totale te verwachten schade (in mln €) door wateroverlast door optrekkend vocht bij panden op staal, onder verschillende aannames

Totale te verwachten schade door wateroverlast door optrekkend vocht (in mln €)			
	V0	V1	V2
Basis analyse	€ 12 m	€ 8,6 m	€ 5,9 m
Kantelpunt bij 50 cm drooglegging	€ 9,9 m	€ 5,8 m	€ 3,6 m
# minder panden op staal - 299	€ 10,3	€ 7,5 m	€ 5 m
Gezondheidskosten min bandbreedte (€ 9/hh)	€ 11,3 m	€ 8,1 m	6,3 m
Gezondheidskosten max bandbreedte (€ 72/hh)	€ 12,8 m	€ 9,1 m	€ 5,9 m
Kosten fysiek herstel x2	€ 30 m	€ 21,5 m	€ 15,3 m

De verschillen ten opzichte van het nulalternatief (V0) zijn gepresenteerd in Tabel 8.4. De hoofdboodschap blijft staan: de varianten leiden tot significante vermindering van verwachte schade door optrekkend vocht ten opzichte van het nulalternatief. Variant 2 valt hierbij positiever uit dan Variant 1.

Tabel 8.4 Overzicht vermeden schade aan optrekkend vocht in panden op staal per variant ten opzichte van het nulalternatief onder verschillende aannames

Vermeden schade door vochtoverlast per variant (in mln €)		
	V1	V2
Basis analyse	€ 3,4 m	€ 6,2 m
Kantelpunt bij 50 cm drooglegging	€ 4,1 m	€ 6,3 m
# panden op staal -299	€ 2,9 m	€ 5,3 m
Gezondheidskosten min bandbreedte (€ 9/hh)	€ 3,1 m	€ 5,9 m
Gezondheidskosten max bandbreedte (€ 72/hh)	€ 3,6 m	€ 6,5 m
Kosten fysiek herstel x2	€ 9,1 m	€ 15,3 m

8.2.2 Toelichting gevoeligheidsanalyse

Ontwateringsdiepte

Voor de gevoeligheidsanalyse is gekeken wat het verschil in vermeden schade is als de grens tussen 'lage' en 'hoge' gevoeligheid voor overlast niet bij 60 cm ontwateringsdiepte, maar bij 50 cm ontwateringsdiepte wordt gelegd. De verwachte schade in het nulalternatief valt dan 30% lager uit. De vermeden schade van Variant 1 ten opzichte van V0 valt met € 4,1 m in plaats van € 3,4 miljoen hoger uit: in V2 is er geen significant verschil.

Aantal panden op staal binnenstad

Als er toch meer panden op houten paalfunderingen zouden staan dan aangenomen in de basisanalyse A.3), staan er minder (299) op staal dan in de basisanalyse aangenomen. Daarmee zijn er ook minder panden die baat zouden kunnen hebben bij een peilverlaging. Als er 299 panden minder op staal zouden staan, leidt dit tot 38% minder verwachte schade in relatie tot de basis analyse (hoofdstuk 7). De vermeden schade in Variant 1 en 2 ten opzichte van V0 valt dan ook lager uit.

Waardering schade vochtoverlast

In de basisanalyse zijn twee effecten van vochtoverlast gewaardeerd: fysieke schade en gezondheidsschade. Omdat er geen kentallen bestaan voor herstelkosten door vochtoverlast, is in de basisanalyse gebruik gemaakt van de kosten van maatregelen om een huis zo goed mogelijk waterdicht te maken. Ook hier is echter weinig over bekend, en de prijs kan uiteraard sterk verschillen afhankelijk van de karakteristieken van het pand (grootte, bereikbaarheid, kwaliteit). Als wordt aangenomen dat de werkelijke herstelkosten voor fysieke schade twee keer zo hoog zijn, dus € 30.000 per pand in plaats van €15.000, valt de schade een stuk hoger uit: 60% ten opzichte van de basisaanne. Ook de vermeden schade in Variant 1 en 2 zou dan significant hoger uitpakken.

Daarnaast is de bandbreedte voor gezondheidsschade door vochtoverlast in huis ook groot (zie A.5.1): € 8-72 per huishouden. In de gevoeligheidsanalyse voor zowel het minimale als maximale bedrag de impact op de resultaten doorgerekend: het effect is niet heel groot.

8.3 Wateroverlast op straat

Op de berekening van (vermeden) schade door wateroverlast op straat wordt een onzekerheidsmarge van 40% aangenomen in verband met de onderliggende onzekerheden in schadebedragen, de hoogte van drempels van huizen (aangenomen op maaiveld) en onzekerheden in de waterdieptekaart. Voor Variant 1 leidt dit tot een bandbreedte van € 0,8-1,8 miljoen (t.o.v. € 1,3 m in de basisanalyse), en voor Variant 2 een bandbreedte van € 0,9-2,1 (t.o.v. € 1,5 m in de basisanalyse). Dit heeft geen significante impact op de uitkomsten.

8.4 Investeringskosten

Op de berekening van de investeringskosten wordt een onzekerheidsmarge van 40% aangenomen (Zandee, 2019). Omdat de investeringskosten toch gering zijn, verandert dit de uitkomsten van de MKBA niet. Afhankelijk van de ontwerpeisen is het mogelijk dat de investeringskosten van de gemalen in Variant 2 twee – of driemaal zo hoog uitvallen (Zandee 2019). Ook als dat het geval zou zijn is er een positieve economische rationale voor Variant 2.

9 Conclusie

Als onderdeel van het bredere afwegingskader voor het KBB zijn in deze MKBA de maatschappelijke kosten baten van twee beleidsvarianten binnen het Kaderplan Bodemdaling Binnenstad (KBB) Gouda in kaart gebracht. Het doel is daarbij om maatregelen te identificeren die de wateroverlast in de binnenstad aanpakken.

Varianten

In Variant 1 'Eenvoudig en Snel' wordt op korte termijn het streefpeil van het oppervlaktewater in het gehele peilvak van de stadsboezem verlaagd met 10 cm ten opzichte van het huidige waterpeil van NAP -0,72m. Op lange termijn volgt peilaanpassing aan de bodemdaling. In Variant 2 'Maatwerk' wordt een apart peilvak, het compartiment, aangelegd in het lager gelegen deel van de binnenstad: alleen daar wordt het streefpeil op korte termijn verlaagd met 25 cm, op lange termijn ook hier peilaanpassing aan bodemdaling.

Het identificeren van kosten en baten van de Varianten gebeurt ten opzichte van het nulalternatief (Variant 0). Dat is situatie waarin er geen nieuwe beleidsrichting wordt ingeslagen, maar 'staand beleid' wordt gevolgd. Dat houdt kortgezegd in dat er geen peilverlaging komt: wel zijn er plannen voor het vervangen van de riolering in het GRP. In Variant 1 en 2 wordt de mogelijke invulling - inclusief ruimtelijke prioritering - van het GRP verder uitgewerkt voor de binnenstad: zo wordt er afgekoppeld en een DIT riool aangelegd. Hoewel de verwachte kosten van uitvoering van het GRP significant zijn - +- € 148 miljoen – zorgen de Varianten niet voor een significante toename of afname hiervan. Daarom zijn deze kosten niet opgenomen in de MKBA.

Effecten

In de MKBA zijn effecten van de Varianten voor mogelijke schade door paalrot, mogelijke fysieke – en gezondheidsschade door optrekkend vocht in panden op staal, en verwachte schade van water op straat monetair berekend. Daarnaast zijn een aantal effecten met + en – gewaardeerd: mogelijke extra schade aan panden en infrastructuur door versnelling van bodemdaling na peilverlaging, implicaties voor recreatievaart en waterbeheer en meekoppelkansen.

Waardering alternatieven

In het nulalternatief is de contante waarde van de verwachte schade aan paalrot, optrekkend vocht en water op straat respectievelijk € 63 miljoen, € 12 miljoen en € 6 miljoen. Een peilverlaging zorgt ervoor dat een deel van de verwachte schade door optrekkend vocht in panden op staal en water op straat kan worden vermeden. Het risico op paalrot neemt echter toe.

In Variant 1 wordt met een peilverlaging van 10 cm in de stadsboezem op korte termijn verlichting geboden aan de wateroverlast te brengen. Deze ingreep beïnvloedt relatief meer panden, maar in minder sterke mate dan in Variant 2: de mogelijke extra schade door paalrot is kleiner dan de verwachte vermeden schade door optrekkend vocht.

In Variant 2 wordt met een peilverlaging van 25 cm in het lager gelegen noordelijke deel van de binnenstad op korte/ middellange termijn verlichting geboden aan de panden in dit deel van de binnenstad: hier ligt ook het zwaartepunt in panden die overlast hebben. Daarom vallen de baten in vermeden schade in Variant 2 hoger uit dan in Variant 1. Daarnaast landen in Variant

2 landen de negatieve gevolgen in extra risico op paalrot bij een kleinere groep (+ - 20 panden) dan in variant 1 (+ - 30 panden) : er staan in het compartiment relatief weinig panden op houten palen. De positieve gevolgen van verminderde overlast door vochtotrekking landen bij + - 430 huishoudens in V1, en + - 640 in V2.

Conclusie

Omdat de extra investeringskosten voor beide varianten relatief gering zijn⁷ en de positieve effecten groter dan de negatieve effecten, is er voor beide Varianten een positieve economische rationale. Zowel vanuit de kosten-baten vergelijking als vanuit het oogpunt van kostendragers/ baathouders Variant 2 aantrekkelijker dan Variant 1: er is een relatief kleinere groep kostendragers en een grotere groep baathouders. Vanuit de gevoeligheidsanalyse lijkt deze conclusie robuust. De enige uitzondering zit in de onzekerheid rondom funderingstypen: als er meer panden op houten paalfunderingen staan dan nu aangenomen, zouden de negatieve effecten van Variant 1 groter zijn dan de positieve effecten.

Hoewel de MKBA uitgaat van een vergelijking tussen Variant 1 en Variant 2, is het ook mogelijk ze beiden uit te voeren – Variant 1 kan op kortere termijn verlichting brengen aan de wateroverlast, waar Variant 2 op midden-lange termijn een oplossing biedt. Als daarbij in Variant 1 in plaats van een permanente peilverlaging een flexibel peilbeheer zou worden ingevoerd – peilopzet in tijden van droogte, peilverlaging in tijden van verwachte (hevige) regen - zouden wel de baten van Variant 1 behaald worden, maar is het negatieve effect op houten paalfunderingen gering: deze zijn immers gevoelig voor de lage grondwaterstand (zomer), terwijl panden op staal juist schade ondervinden door de hoge grondwaterstand (winter).

⁷ Onder de aanname dat het GRP reeds begroot is (voor de binnenstad ingeschat op € 148 m) en de Varianten geen significante extra kostenpost vormen.

10 Referenties

- Arundel A V, Sterling EM, Biggin JH, Sterling TD (1986) Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. *Environ Health Perspect* 65:351–361. doi: 10.1289/ehp.8665351
- Ebbens O., Nobel A, Meuwese H (2017) MKBA peilgebied Berg en Broek
- Fisscher P, Verhoeff A (1989) Vochtigheid van woningen: een vergelijkend onderzoek van 3 vochtclassificatie methoden in relatie tot levensvatbare schimmeldelen in de binnenlucht, gaunine-concentraties in huisstof, EPS antigenen in binnenlucht en EPS antilichamen in serum.
- Gouda G (2018) Gemeentelijk Rioleringsplan Gouda 2019-2013. Gouda
- Groenendijk M (2019) Notitie: Funderingen binnenstad Gouda in relatie tot bodemdaling. Gouda
- Hawksworth J, Audino H, Clarry R (2017) The long view: How will the global economic order change by 2050?
- Jakobs L (2019) Brief aan bewoners Blauwstraat en Turfmarkt - Aanpak overlast bodemdaling. Gouda
- KCAF (2012) Wat doe ik als bestuurder met (mogelijke) funderingsproblemen? In: www.kcaf.nl. http://www.kcaf.nl/site/images/uploads_pdf/2012.03.19_Hoe_kan_ik_als_bestuurder.pdf. Accessed 30 Jan 2019
- KCAF (2014) Studie grondwaterinfiltratie. In: www.kcaf.nl. http://www.kcaf.nl/site/images/uploads_pdf/2014.01.29_Studie_grondwaterinfiltratie.pdf. Accessed 30 Jan 2019
- Kok S (2018) Quick scan MKBA bodemdaling binnenstad Gouda - een eerste verkenning naar de kosten en baten van handelingsperspectieven voor bodemdaling. Utrecht
- Kok S, Sardjoe N (2018) ROBAMCI (WP4) Business estimate en synthese fase 2 & 3
- Kooi H (2019) Schatting bodemdaling ivm peilbesluit Gouda
- KPMG/Grontmij (2001) Grondwateroverlast in het stedelijk gebied - Een bestuurlijk-juridische en technische analyse als basis voor een structurele aanpak van een al jaren spelend vraagstuk
- Mouter N, Annema JA (2010) Synergie-effecten van ruimtelijk-infrastructurele projecten
- Mudarri D, Fisk WJ (2007) Public health and economic impact of dampness and mold. *Indoor Air* 17:226–235. doi: 10.1111/j.1600-0668.2007.00474.x
- Mudarri DH (2016) Valuing the Economic Costs of Allergic Rhinitis, Acute Bronchitis, and Asthma from Exposure to Indoor Dampness and Mold in the US. *J Environ Public Health* 2016:2386596. doi: 10.1155/2016/2386596
- Peat JK, Dickerson J, Li J (1998) Effects of damp and mould in the home on respi-ratory health: a review of the literature. *Allergy* 53:120–8
- Riel W van (2016) On decision-making for sewer replacement. Technische Universiteit Delft
- Roelofsen F (2019) Grondwatermodel Gouda - uitkomsten berekeningen varianten
- Romijn G, Renes G (2013) Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse. De

Swart, Den Haag

Segeren WA, Hengeveld H (1984) Bouwrijp maken van terreinen

van de Kerkhof R., Lamper L, Fang F (2018) De waarde van Maintenance voor de Nederlandse Infrastructuur

Van Veen MP et al. (2001) Ventilatie en vochtigheid als bepalers van binnenmilieukwaliteit; een studie voor Milieuverkenningen 5. Bilthoven

Veldkamp TIE (2012) Pole-faults -Developing a methodology for the risk assessment of wooden pile foundations problems in urban areas caused by periods of cumulative drought under climate change

Wagenaar DJ, Dahm RJ, Diermanse FLM, et al (2019) Evaluating adaptation measures for reducing flood risk: A case study in the city of Colombo, Sri Lanka. Int J Disaster Risk Reduct 37:101162. doi: 10.1016/j.ijdr.2019.101162

Werkgroep Discontovoet (2015) Rapport werkgroep discontovoet 2015

Willemse NW (2017) Stedelijke ontwikkeling en bodemdaling in en rondom Gouda. Gouda

Willemsen W (2019) The Effect of Land Subsidence on Real Estate Values - a Hedonic Analysis of House Prices in Rotterdam and Gouda. Vrije Universiteit

Winsen MR, Velzen HJ, Dasselaar M, van der Mark AJ (2015) Archeologisch en bouwhistorisch bureauonderzoek van de historische binnenstad van Gouda - In het kader van het projectplan "stevige stad op slappe bodem." Gouda

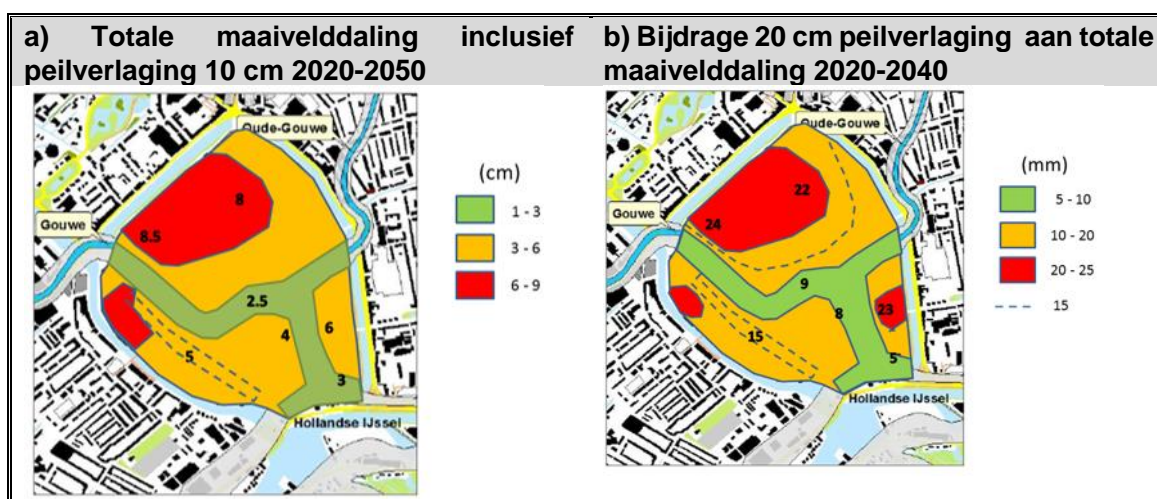
Ykema K, Schoots M, Herik J van den (2009) Intieme Vaarroute. Gouda

Zandee M (2019) Globale kostenraming MKBA varianten - project integrale modellering Gouda

A Appendix

A.1 Impact peilverlaging op bodemdaling

De huidige (of recente) maaivelddalingsnelheid (op basis van InSAR data voor Gouda) varieert in de binnenstad tussen ca. 1 en 5 mm/jaar. Grondwaterstandsverlaging veroorzaakt (extra) bodemdaling door een toename van de korrelspanning in de samendrukbare klei en veenlagen. De verwachte extra maaivelddaling bij peilverlaging is berekend met behulp van het softwarepakket FlexPDE. Hiervoor zijn verschillende representatieve punten in de binnenstad geselecteerd, waarvan een boorprofiel, grondwaterstand en dalingsnelheid bekend was (Kooi 2019).



Figuur 10.1 Overzicht van de te *totale* verwachte maaivelddaling in de binnenstad 2020-2050 bij een peil aanpassing van 10 cm (a). Figuur b toont de *bijdrage* van een peilverlaging aan de totale te verwachten daling in de periode 2020-2040 bij een peilverlaging van 20 cm. Bron: Kooi (2019)

A.2 Impact bodemdaling /grondwateronderlast op vastgoedwaarde

A.2.1 Inleiding

Over het algemeen zijn er als gevolg van natuurrampen – zoals de aardbevingen in Groningen – twee oorzaken aan te wijzen voor waardedaling van vastgoed in een beïnvloed gebied (*persoonlijke communicatie Prof. Boelhouwer TU Delft*):

1. **Gebiedseffect.** Als bekend is dat er een probleem is in een gebied, zorgt het 'imagoprobleem' ervoor dat er minder mensen naar het gebied komen van buitenaf: dat beïnvloedt de vraag naar en daarmee de prijs van vastgoed. Dit effect geldt alleen voor mensen die van buiten het gebied komen – gemiddeld in Nederland zijn dat er zo'n 10-20% (70-80% van de verplaatsingen is van binnen het gebied). Mensen die binnen het gebied verhuizen zijn bekend met het probleem (ze verkopen zelf ook een pand in risicogebied) en daarmee ontstaat er geen direct effect op de vastgoedmarkt. De ordegrrootte van het gebiedseffect in Groningen is naar schatting zo'n 1-2%. Voor bodemdaling is het gebiedseffect alleen (mogelijk) te zien tussen gemeentes op slappe versus stevige grond, en als het probleem voldoende bekend is bij toekomstige huizenkopers.

2. **Fysieke schade.** Als er eenmaal schade is ontstaan aan een pand, daalt de waarde van het huis snel. In Groningen is dit effect inmiddels tenietgedaan vanwege de compensatieregeling – hierdoor zie je geen effect meer van schade op de vastgoedwaarde.

Impact (mogelijke) schade aan pand op vastgoedprijs

Bij de impact van bodemdaling op de vastgoedwaarde spelen dus verschillende aspecten een rol. Als er al (zichtbare) schade is ontstaan, zal dit terug te zien zijn in de prijs van een individueel pand. Daarnaast kan het zijn dat al een gebied bekend staat om problemen, dit op het hele gebied een impact heeft op de vastgoedwaardes. Als er echter nog geen (zichtbaar) probleem ontstaan is, maar het pand wel risico loopt op schade in de toekomst, is niet duidelijk in hoeverre dit zal leiden tot waardedaling – dat hangt af van de beschikbaarheid en openbaarheid van informatie hierover, en van de risico-aversie van de huizenkoper.

Impact investering in funderingsherstel op vastgoedprijs

Een preventieve investering in funderingsherstel – dus als de fundering nog niet kapot is en nog niet tot (significante) schade aan het pand heeft geleid – kan waardevol zijn om mogelijke waardedaling van het pand in de toekomst te voorkomen: bij vorderende schade kan het pand op termijn onleefbaar worden en gaat de waarde verloren.

Maar het is goed te realiseren dat de woningmarkt niet perfect werkt: 1) Het is vaak niet bekend of er schade is of binnen korte termijn te verwachten valt, en 2) er is vaak sprake van cognitieve dissonantie bij het kopen van een huis – als mensen een huis graag willen bagatelliseren ze de nadelen (zoals een slechte fundering), en daarnaast worden bij krapte op de markt wensen bijgesteld aan wat haalbaar is. Daarom weerspiegelen de huizenprijzen (de kans op) schade niet direct, en stijgt de waarde van het huis dus ook niet met een preventieve investering in fundering herstel – maar je voorkomt er wel mogelijke waardedaling mee.

A.2.2 Situatie in Gouda

Op 4 februari 2019 is er met betrokkenen van de vastgoedmarkt⁸ in de binnenstad van Gouda gesproken over de implicaties van de plannen op de vastgoedmarkt.

Bodemdaling en de grondwaterstand kunnen schade veroorzaken aan panden: bijvoorbeeld het OP ontstaan van paalrot of negatieve kleef bij panden op houten palen, of scheurvorming of wateroverlast (bij een te hoge grondwaterstand) van panden op staal. Of, hoe veel, en op welke termijn er schade ontstaat is echter onzeker. In deze sessie wordt besproken wat de invloed van (mogelijke) schade op de vastgoedwaarde van panden is in de binnenstad van Gouda, en wat de meerwaarde van bepaalde maatregelen zou kunnen zijn.

Huidige problematiek in Gouda

Op dit moment zijn er nog relatief weinig problemen bekend met houten paalfunderingen: bekende problemen zijn eerder optrekkend vocht, rioolproblemen (bij vastgoed op betonnen palen) en schade door scheefzakking. Deze laatste is niet altijd aan de voorkant van panden te zien: de oude panden in de binnenstad staan op puin van eeuwen aan bebouwing. In de loop der tijd zijn de panden verder uitgebouwd naar achteren: de achterdelen rusten niet op deze puinlaag. Dit heeft als gevolg dat het pand als het ware achterover zakt. De schade die dit oplevert is zichtbaar in de achterbouw en niet te zien in de gevel.

⁸ Vertegenwoordigers van het Gouds Watergilde, NVM, Platform Binnenstad en haar Randen, lokale makelaars en lokaal actieve woningcorporaties (Woonzorg, woonpartners Midden-Holland).

Veel inwoners in de binnenstad zijn gewend aan de waterproblematiek bij oude panden, en ervaren dit zelf niet als ernstig. Anderzijds hebben kopers in Gouda zeker aandacht voor funderingen. Hierbij is onderscheid te maken tussen panden die nu al een probleem hebben (dan zijn de herstelkosten 1:1 terug te zien in waardedaling), en panden die in de toekomst een probleem zouden kunnen krijgen. Die laatste is in het centrum nu niet terug te zien in waardedaling, maar bij een meer gekalmeerde markt in de toekomst zou dat in de toekomst kunnen veranderen.

Verder is het goed onderscheid te maken tussen panden van individuele eigenaren, en panden in bezit van woningcorporaties. Woningcorporaties zijn verplicht woningen op een bepaald kwaliteitsniveau te houden. Hierbij worden monumenten door een speciale aannemer gerenoveerd: dit is kostentechnisch veel duurder dan “gewone” woningen – met of zonder bodemdalingsproblemen. Hierin zijn woningcorporaties dus veel zorgvuldiger qua onderhoud: huiseigenaren staan vaak onverschilliger tegenover bijvoorbeeld vochtproblemen.

Handelingsperspectief

Een aantal eigenaren van panden op staal hebben in de loop van de tijd hun houten ondervloer laten vervangen voor een betonnen ondervloer. Dit biedt een meekoppelkans voor het stabiliseren van panden om verder scheefzakken te voorkomen. Het is echter wel een vrij prijzige ingreep, die bovendien in tegelijkertijd met de burens/ het bouwblok moet gebeuren – anders blijft het probleem bestaan.

Daarnaast wordt gewerkt aan innovaties in funderingsherstel van houten palen die mogelijk op termijn tot een kostenreductie kunnen leiden. Op korte termijn is die verwachting er echter niet: de ontwikkelingen zijn in een vroeg stadium en daarnaast is de huidige overspannen bouwmarkt een belangrijke drijver voor de hoge herstelkosten. Tijd rekken in funderingsherstel om te wachten op kostenreductie zou dus kunnen lonen, maar het zou lang kunnen duren. Funderingsherstel zou mogelijk aantrekkelijker kunnen zijn als er tegelijkertijd geïnvesteerd wordt in het aantrekkelijker maken van de woning, bijvoorbeeld met extra aanpassingen aan de woning zoals vloerisolatie of het bijbouwen van een kelder/ souterrain. In hoeverre de mogelijke waardestijging van dergelijke ingrepen zich verhoudt met de meerkosten is nog niet onderzocht.

In alle gevallen is communicatie vanuit de gemeente over de plannen van belang om kopers en verkopers te informeren over toekomstige ontwikkelingen.

A.2.3 Resultaten masterscriptie Wouter Willemsen (2019)

In het onderzoek 'The Effect of Land Subsidence on Real Estate Values – A Hedonic Analysis of House Prices in Rotterdam and Gouda' is in een statistische analyse op basis van transacties en InSAR satelliet pandzakkingsdata de relatie tussen zetting en vastgoedwaarde onderzocht. Als uitgangspunt werden hiervoor beschikbare satellietgegevens van Gouda en Rotterdam van SkyGEO gebruikt, uitgedrukt in een afgeleide zetting per pand in mm/ jaar. Op basis van deze data kan wel worden afgeleid of er mogelijk een probleem/ schade is (als uitgangspunt wordt een ondergrens van 2 mm gebruikt), maar niet *welk mechanisme* hieraan ten grondslag ligt, en of er sprake is van gelijkmatige of scheefzakking. Of het gaat om een pand met een kapotte houten paalfundering of een pand op staal is dus niet bekend.

De resultaten van de studie laten zien dat er inderdaad een effect te zien is: hoe sterker de gemiddelde zetting van een pand per jaar, hoe negatiever de impact op de huizenprijs – bij een zetting van meer dan 3 mm/ jaar, is de gemiddelde huizenprijs 6% lager. Om hieraan conclusies te kunnen verbinden zou vervolgonderzoek met een grotere dataset waardevol zijn. Ook is het goed te realiseren dat dit effect alleen de impact op de huizenprijs van een zetting laat zien –

het gaat hierbij dus niet om daadwerkelijke schade, of om een toekomstige kans op schade/risico.

A.3 Funderingstypes in Gouda

De binnenstad van Gouda is oud: in de 13^e en 14^e eeuw werden de contouren van de huidige binnenstad stapsgewijs volgebouwd. Over de jaren zijn er in Nederland – en in de binnenstad van Gouda - verschillende funderingstypen gebruikt, grofweg onder te verdelen in ondiepe fundering ('op staal', kleef of stuit), houten paalfundering (eerst zonder, later met betonnen oplangers) en betonnen paalfundering. Welke fundering er onder een pand ligt is vaak niet met zekerheid te zeggen, onder andere omdat bij nieuwbouw oude funderingen kunnen zijn hergebruikt, of er tussentijds een nieuwe fundering is aangelegd. In Tabel 10.1 staat een indicatie van karakteristieken van funderingen in de binnenstad van Gouda: welke types funderingen zijn in een bepaalde periode gebruikt; welke categorie gebruiken we voor de schadeberekeningen; en waar ligt de top van het funderingshout (*zaagpeil*)? Deze aannames ten behoeve van de analyse zijn uiteraard versimpelingen en indicatieve aannames: archiefonderzoek en gravend onderzoek op locatie zou kunnen uitwijzen in hoeverre deze aannames kloppen.

Periode	(Waarschijnlijk) Type Fundering	Aanname funderingstype voor analyse	Diepteligging top funderingshout ('Zaagpeil')
<1828	Veel op staal of houten roosterfundering	Staal	Onbekend
1828-1878	Staal, kleef of stuit (verhouding onbekend)	Staal	Onbekend
1879-1902	Staal (kleine panden), kleef of stuit (grotere panden)	Staal	1,10 – NAP
1903-1927	Staal (kleine panden), kleef of stuit(grotere panden)	Houten paalfundering	1 m – NAP
1928-1949	Op staal (kleine panden) of op houten heipalen (mogelijk met betonnen roosterwerk)	Houten paalfundering	0.8 m – NAP
1950-1975	Houten palen met betonnen oplangers	Betonnen palen	1.05 - NAP
1975-2000	Houten palen met oplangers of geheel betonnen paalfundering	Betonnen palen	1.05 - NAP

Tabel 10.1 Overzicht van bouwperiodes en waarschijnlijke funderingstypen in de binnenstad van Gouda. Op basis van (Willemse 2017). Aangenomen wordt dat deze aannames ook gelden voor de gebieden buiten de singel.

Om het studiegebied te bepalen is gebruik gemaakt van de resultaten van het grondwatermodel: het projectgebied behelst het gebied waar in het model tussen Variant 1 verschillen optreden met de nulsituatie met een buffer van 100 meter.



Figuur 10.2 studiegebied type funderingen met 100 meter buffer

Aanpassing houten paalfunderingen binnenstad

In de notitie 'Funderingen binnenstad in relatie tot Bodemdaling' (Groenendijk 2019) wordt verder ingegaan op de funderingstypen in de binnenstad. Op basis van een vervolgonderzoek van RAAP BV en toetsing door een groep experts (constructeurs, architecten en specialisten Monumentenzorg) en een klankbordgroep in de binnenstad ontstaat een ander beeld dan uit de theoretisch onderbouwde inschatting (Tabel 10.1) naar voren komt: het zou in de binnenstad om een stuk minder panden op houten paalfundering gaan – 60 in plaats van 359. Buiten de singel is de verwachting dat de theoretisch onderbouwde inschatting van het aantal paalfunderingen wel klopt. De resultaten in deze MKBA zijn gebaseerd op deze aangepaste aantallen op basis van (Groenendijk 2019): zie Tabel 10.2.

	Referentiegebied Leeftijd	o.b.v	# panden aangepast naar (Groenendijk, 2019)
Op staal	1760		2059
Houten paalfunderingen	1923		1624
Waarvan in de binnenstad	359		60

Tabel 10.2 Aantal panden op staal en houten paalfunderingen in de analyse

A.4 Handelingsperspectieven houten paalfunderingen - paalrot

Als de het rottingsproces een vergevorderd stadium heeft bereikt moet de houten fundering worden hersteld – dit houdt in dat er een betonnen paalfundering wordt geïnstalleerd. De prijzen hiervan kunnen afhankelijk van de locatie, ligging en grootte sterk variëren (A.4.1). Maar als de houten fundering nog niet is afgeschreven maar wel op een gevoelige locatie ligt, kunnen er ook maatregelen worden genomen om het rottingsproces te verminderen of tegen te houden (A.4.2).

A.4.1 Kosten voor funderingsherstel

Kosten voor funderingsherstel in de binnenstad van Gouda worden aangenomen op 1300-1500 € per m² (*persoonlijke communicatie KCAF*) – met een conservatieve aanname dat het gemiddelde pand in de binnenstad van Gouda een grondoppervlakte van 80 m² heeft, komt de gemiddelde herstellprijs daarmee uit op € 104.000-€ 120.000. Dat is aan de hoge kant - het landelijk gemiddelde lag enkele jaren geleden op € 57.000 (Veldkamp 2012). In de binnenstad van Gouda betreft het echter vaak iets grotere panden, historisch waardevol en/ of monumentaal. Daarnaast stijgen de prijzen door de ligging in de binnenstad: dit maakt de bereikbaarheid van de fundering complex. Een extra factor op de hoge prijs is de huidige ontwikkelingen op de funderingsherstelmarkt: vanwege krapte op de bouwmarkt zijn de kosten voor funderingsherstel de afgelopen jaren flink gestegen. Met de verwachte toename in vraag naar funderingsherstel in Nederland kan verwacht worden dat op de prijzen niet significant zullen dalen in de nabije toekomst. Het is wel mogelijk dat innovatie in de (verre) toekomst tot een lagere prijs zal leiden.

A.4.2 Kosten kunstmatig nathouden

Door onder panden met een houten paalfundering de grondwaterstand kunstmatig hoog te houden kan paalrot worden voorkomen of afgeremd. Dit kan gedaan worden door 1) peilopzet (het oppervlaktewaterpeil in de zomer kunstmatig hoger houden om de gemiddelde lage grondwaterstand te verhogen) en 2) het aanleggen van infiltratieleidingen, en - om optimaal resultaat te behalen – van een infiltratiesysteem onder elk pand. Met dit systeem kan in tijden van grondwateronderlast water naar de goede plekken worden geleid en geïnfiltreerd. Het [KCAF](#) beschrijft hoe het aanleggen van zo'n systeem (per blok) gedaan worden (KCAF, 2014). Het aanleggen van een infiltratieleiding kost zo'n € 40 per meter: het aanleggen van een infiltratiesysteem onder een pand of blok kost tussen €250 – 2000 per pand (Ebbens et al. 2017). Vanwege de hoge ruimtedruk en dikke antropogene ophooglaag in de binnenstad van Gouda komen de kosten hier waarschijnlijk eerder aan de bovenkant van de bandbreedte (€ 2000) per pand uit. Hoe haalbaar kunstmatige grondwatersturing in de binnenstad van Gouda is zou moeten worden onderzocht – het is namelijk niet mogelijk de grondwater beïnvloeding heel lokaal te houden, en een uitstralingseffect naar buurpanden is waarschijnlijk. Bij een huizenblok op houten of betonnen palen is dit geen probleem, maar bij buurpanden op staal zou dit extra grondwateroverlast kunnen veroorzaken.

Naast deze intensieve aanpak, kan ook het stimuleren van infiltratie door het verwijderen van verharding/ groen houden van de tuin ervoor zorgen dat de lokale grondwaterstand maximaal aangevuld wordt.

A.5 Wateroverlast door vochtindringing

Een te vochtige of ondergelopen kelder of kruipruimte kan schade veroorzaken aan daar opgeslagen inboedel en/ of voorzieningen, kan leiden tot rottende houten (onder)vloeren en bij vochtige muren/ schimmel is een extra investering nodig in het vernieuwen van pleisterwerk en verf. Naast fysieke schade, kan een te vochtig huis echter ook leiden tot gezondheidsschade.

Er is een directe relatie tussen luchtvochtigheid en het voorkomen van huisstofmijt, schimmels en klachten aan luchtwegen. Een relatieve luchtvochtigheid tussen 40 en 60% is het meest gezond (Arundel et al. 1986). Van vochtige woningen is bekend dat bij volwassen bewoners circa anderhalf tot tweemaal zoveel CARA-klachten voorkomen en bij kinderen zelfs anderhalf tot drie-en-een-half keer zoveel CARA-klachten (Fisscher and Verhoeff 1989; Van Veen MP et al. 2001). CARA, Chronische Aspecifieke Respiratoire Aandoeningen, wordt opgesplitst in COPD (Chronische obstructieve longziekten) en astma.

Zeker bij oudere huizen met een niet-dampdichte vloer of optrekkend vocht door de muren leidt grondwateroverlast vrijwel zeker tot vochtoverlast in de woning en dus tot een grotere kans op gezondheidsklachten. In 2001 ging het in Nederland om 260.000 woningen met incidentele of regelmatige grondwateroverlast (KPMG/Grontmij 2001).

A.5.1 Impact: monetaire waardering verwachte gezondheidsschade

Een onderzoek in de VS wijst uit dat 15-35% van longaandoeningen kan worden toegewezen aan blootstelling aan te hoge luchtvochtigheid en schimmel – dit vertaalt zich voor de VS in een jaarlijkse economische schadepost van in totaal \$13,2 – 32,1 miljard inclusief medische kosten, verkorte levensduur en indirecte kosten (13-35% van het totaal) - zoals gemiste werk of schooldagen en zorg voor zieke kinderen (prijsspeil 2004; Mudarri and Fisk 2007). Als deze 'Total Costs of Illness' van ziektegevallen veroorzaakt door vochtproblemen in huis wordt teruggerekend naar kosten per geval komt dat uit op \$1329 per patiënt (prijsspeil 2014; Mudarri 2016). De gemiddelde schade per huishouden in de VS komt daarmee uit op \$72 per jaar.

In Nederland zijn er 600.000 COPD patiënten, en 636.200 astmapatiënten. De hieraan verbonden zorgkosten worden ingeschat op respectievelijk € 100 miljoen en € 422 miljoen⁹ per jaar. Per patiënt komt dit neer op respectievelijk € 166 en €648 per jaar. Vertaalt naar de gemiddelde gezondheidsschade in directe medische kosten door COPD en Astma per huishouden in Nederland (7.800.000) komt dit neer op respectievelijk € 6 en € 24 per huishouden per jaar.

Grondwateroverlast vergroot de kans op het voorkomen van COPD of astma met 1,5 tot 3,5 keer (Peat et al. 1998): de gemiddelde totale *directe* gezondheidsschade komen in Nederland dan voor een huishouden met vochtoverlast uit op 4-14 € voor COPD en 17-58 € voor Astma – dat is €1-11 en €6-47 extra ten opzichte van een huishouden zonder vochtoverlast. Nominaal komen de directe medische gezondheidskosten voor een huishouden waarin elk gezinslid daadwerkelijk klachten heeft dan neer op €273 tot €637 per jaar. Als ook *indirecte* kosten worden meegenomen (op basis van de studie van Mudarri (2016) voor de VS: gemiddeld 24% van de totale kosten) zijn de *extra* gezondheidskosten per huishouden met hoge

⁹ www.volksgezondheidszorg.info

luchtvochtigheid ten opzichte van huishouden zonder vochtproblemen dan € 8,5 -72 per jaar (COPD + astma)¹⁰.

A.5.2 Impact: monetaire waardering fysieke schade vochtoverlast

Vochtschade kan leiden tot rottende vloerbalken; vochtplekken op de muur, hygroscopische zouten in de muur; afbladderend pleisterwerk en schimmelvorming. Naar de gemiddelde omvang van de restauratiekosten bij vochtschade is geen onderzoek gedaan: daarom is het erg lastig de impact op verwachte schade te kwantificeren. Vanuit de praktijk zijn wel kentallen beschikbaar over de kosten van verschillende maatregelen die kunnen worden genomen om vochtschade te voorkomen. Op basis van deze kentallen wordt daarom een bedrag afgeleid dat gebruikt wordt om schade door vochtoverlast in panden op staal in te schatten.

Preventieve maatregelen

Er zijn op hoofdlijnen drie preventieve maatregelen die kunnen worden genomen om vochtschade te voorkomen: het lokaal reguleren van de grondwaterstand, de woning zoveel mogelijk waterdicht maken en de luchtvochtigheid binnenshuis reguleren.

- *Grondwaterstand reguleren*

Naast het DIT Riool kan de huiseigenaar ook zelf horizontale drainage op het eigen perceel installeren, of een dompelpomp in de kruipruimte. De kosten voor een dergelijk systeem worden geschat op € 3000 (op basis van ervaringen met collectieve aanleg in Dordrecht - KCAF). De kans dat met een dergelijke installatie ook de grondwaterstand onder nabijgelegen panden wordt beïnvloed is echter erg groot – met mogelijk negatieve implicaties voor de droogstand van eventuele houten paalfunderingen. Of toepassing van deze methode dus wenselijk is moet lokaal beoordeeld worden.

- *Woning (grond) waterdicht maken*

Om te voorkomen dat grondwater in de muren of vloeren kan binnendringen zijn er vier opties:

1. Het injecteren van muren
2. Het onderkappen van muren waarbij een kunststof vochtkring wordt aangebracht - om dit te kunnen doen moet de grond langs de muren worden afgegraven; deze methode kost gemiddeld € 5000-10.000 per woning
3. Een 'carebrick' vochtbestrijding (<https://www.homedeaal.nl/vochtbestrijding/>)
4. Het isoleren of afdekken van de vloer van kruipruimte/ woonvertrekken met isolatiemateriaal om vochtdamp tegen te houden. Dit kost zo'n € 1500 per woning (*persoonlijke communicatie Ruud van Workum, KCAF*).

Maatregel	Gemiddelde kosten
Onderkappen/ injecteren muren	€ 7500
Isoleren vloer	€ 1500
Kelder waterdicht (bekuiping of drainage om stilstaand water te verwijderen)	€ 6000
Totaal	€ 15000

- *Luchtvochtigheid reguleren*

¹⁰ Wel moet vermeld worden dat de resultaten uit de VS waarschijnlijk niet 1:1 te vertalen zijn naar de Nederlandse situatie: het type bebouwing en de gemiddelde staat van huizen verschillen.

De simpelste oplossing om schimmel/ oppervlakkige schade van een hoge luchtvochtigheid te voorkomen is door een ventilatiesysteem aan te leggen (dit kost zo'n € 1000-2000). Dit voorkomt echter geen vocht in de kruipruimte/ kelder of aantasting van vloeren.

In de MKBA analyse wordt op basis van deze kentallen een schadebedrag aangenomen voor panden met vochtoverlast van €15000. De aanname is hierbij dat deze schade eenmaal optreedt in de periode 2020-2050, en nog eenmaal in 2050-2100.

A.6 Meerwaarde van meekoppelen bij investeringen in infrastructuur

Achtergrond

Onder het synergie-effect wordt verstaan dat 'de gezamenlijke ontwikkeling van twee of meer deelprojecten (bijvoorbeeld ruimtelijk en infrastructuur) tot een positiever welvaartseffect leidt dan afzonderlijke ontwikkeling van beide deelprojecten' (Mouter and Annema 2010). Wanneer het saldo van de kosten en baten van het gecombineerde project hoger zijn dan de opgetelde kosten en baten van de afzonderlijke projecten is er positieve synergie. Bij kosten en baten gaat het om 'zachte' effecten zoals het verminderen van hinder zoals geluidsoverlast, trillingen en verminderde bereikbaarheid, en om 'harde effecten': kosten besparen.

Of er kosten kunnen worden bespaard, hangt af van de implicaties van het meekoppelen: moet er een project eerder of later worden uitgevoerd dan volgens planning? Daarnaast hangt het af van de professionaliteit/ inrichting van het asset management. In Nederland wordt onderhoud aan (ondergrondse) infrastructuur vaak planmatig ingericht: dat houdt in dat er na een vast aantal jaar zonder lokale kennis van de werkelijke kwaliteit en het degradatieverloop van de assets wordt onderhouden of vervangen. Dit houdt in dat grootschalig onderhoud niet optimaal wordt ingepland: het wordt ofwel te 'vroeg' uitgevoerd (als het eigenlijk nog niet nodig was), of te laat, nadat er al problemen zijn ontstaan. Daarnaast wordt weinig samengewerkt met andere assetbeheerders om onderhoudswerkzaamheden af te stemmen en zo kosten en hinder tot een minimum te brengen (Kok and Sardjoe 2018; van de Kerkhof et al. 2018)

Bij rioleringen wordt in de helft van de gevallen informatie over systeemprestatie gebruikt om beslissingen over (groot) onderhoud of vervanging van riolering te informeren (Riel 2016): in de andere helft wordt in een multi-stakeholder proces over de werkzaamheden besloten. Dit laatste met name in (hoog)stedelijke processen waarbij publieke ruimte beïnvloed wordt.

De moeilijkheid van het optimaliseren van het moment van vervanging uit zich in twee thema's: 1) technische complexiteit: het inschatten en voorspellen van het functioneren van (ondergrondse) infrastructuur onder verschillende omstandigheden en 2) sociale complexiteit: optimaliseren van activiteiten onder verschillende stakeholders behelst een complex proces van communicatie en informatiedeling.

Uit een onderzoek van Riel (2016) naar de rioleringssector blijkt dat multi-stakeholder beslissingen vooral voortkomen uit onderhandeling, in plaats van een overkoepelende analyse op basis van systeemkennis (en de technische status van assets) om tot een (kosten)optimaal uitvoeringsplan te komen. In de meerderheid van 11 gesimuleerde serious games leidde samenwerken, naast een hogere kwaliteit van infrastructuur en minder hinder, zelfs tot meer kosten: gemiddeld 30% meer.

Meekoppelen hoeft dus niet per definitie tot lagere uitvoeringskosten te leiden. Hoeveel kosten er bespaard worden, hangt af 1) de kosten voor opstarten en het opbreken van de straat ten opzichte van de totale kosten van werkzaamheden en 2) in hoeverre bepaalde assets vóór hun

einde levensduur vervangen worden (als bijvoorbeeld een riool met een levensduur van 60 jaar riool na 40 jaar wordt vervangen). Wel leidt meekoppelen tot minder hinder voor omwonenden en verkeer, en mogelijk tot hogere kwaliteit van de infrastructuur (bijv. gezamenlijk aanleggen in kabelgoten).

Benodigde informatie voor verzilveren/ berekenen meekoppelkansen Gouda

Om te berekenen of en wat de synergiebaten zijn, moeten kosten en (negatieve) baten van werkzaamheden per assetmanager in de binnenstad los worden berekend, elk volgens hun eigen optimale planning. Daarna moet een alternatief worden doorgerekend waarin werkzaamheden gezamenlijk worden uitgevoerd: inclusief gezamenlijke kosten, en (negatieve) baten zoals hinder en hogere levenscycluskosten (LCC). Om dit te kunnen doen is de volgende informatie nodig:

- Geschatte technische levensduur per asset per locatie per scenario/ alternatief
- Verloop levenscycluskosten (hoe duur is vervanging?/ werkzaamheden? Hoe duur is jaarlijks onderhoud) over de levensduur van het asset
- Aandeel opbreken straat/ opstartkosten in kosten groot onderhoud/ vervanging
- Geschatte duur werkzaamheden (voor inschatting hinder)¹¹

¹¹ In Nederland wordt in stedelijk gebied veel met klinkers gewerkt omdat dit gemakkelijk open te krijgen is (anders dan bijvoorbeeld asfalt). Het openen van de weg (met trilplaat) is dus relatief goedkoop.