ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

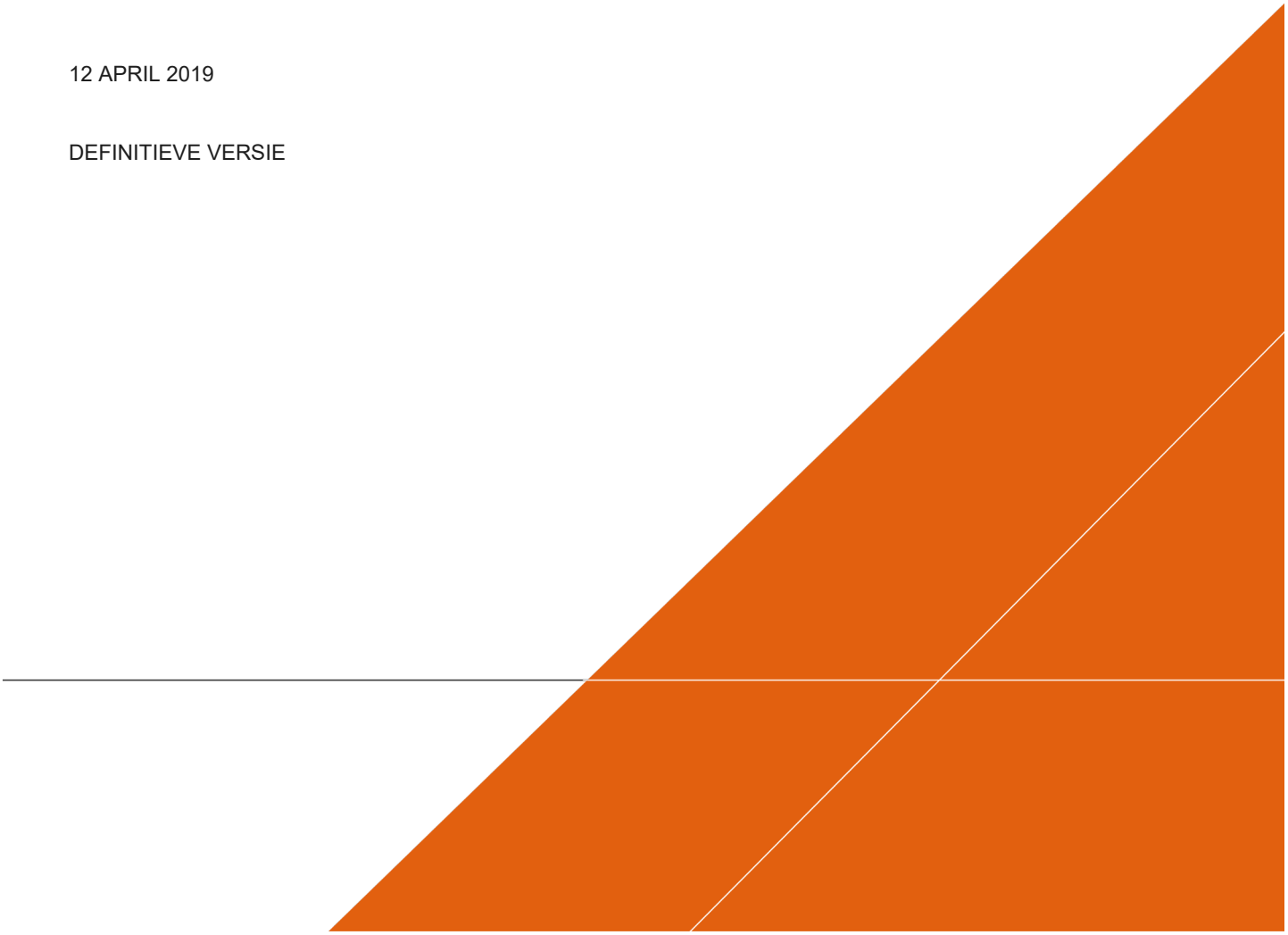
HET EFFECT VAN DE VERSTEDELIJKINGSOPGAVE OP WATEROVERLAST

Onderzoek naar kwetsbaarheid en klimaatbestendige verdichting

Provincie Zuid-Holland, Vereniging Zuid-Hollandse Waterschappen

12 APRIL 2019

DEFINITIEVE VERSIE



ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

Contactpersoon

ARCADIS

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING 6

1 INLEIDING EN ONDERZOEKSDOEL 10

2 WERKWIJZE 11

2.1.1 Typering verstedelijkingsopgave en casusselectie 11

2.2 Uitwerking kwetsbaarheidsanalyse en MKBA in scenario's 12

2.3 Werkwijze kwetsbaarheidsanalyse (S0 en S1) 13

2.3.1 Uitgangspunten samenstelling maatregelpakketten 16

2.4 Werkwijze MKBA 18

2.4.1 Uitgangspunten 18

2.4.2 Vermeden schade 19

2.4.3 Waterkwaliteit 20

2.4.4 Investeringskosten en beheer- en onderhoudskosten 20

2.4.5 Vastgoedwaarde 20

2.4.6 Imago en leefomgevingskwaliteit 21

2.4.7 Hittestress 21

2.4.8 Gezondheid (fysiek en mentaal) 21

2.4.9 Biodiversiteit 22

2.4.10 Ontmoeten 22

2.4.11 Bewustzijn klimaatopgave 22

2.5 Werkwijze aggregatie 22

3 TYPERING VERSTEDELIJKINGSOPGAVE EN CASUSSELECTIE 23

4 CONCLUSIES, BEVINDINGEN EN VERVOLGSTAPPEN 24

REFERENTIES 29

5 CASUS HERSTRUCTURERING EN VERDICHTING VAN NAOORLOGSE WIJKEN EN KERNEN: SLIKKERVEER RIDDERKERK 31

5.1 Gebiedsbeschrijving en kwetsbaarheid huidige situatie (scenario 0) 31

5.2 Situatie en kwetsbaarheid na verstedelijking (scenario 1) 34

5.3 Maatregelen publieke ruimte (scenario 2) 37
5.4 Maatregelen private ruimte (scenario 3) 39
5.5 Maatschappelijke kosten-baten analyse 40
5.5.1 Invoer 40
5.5.2 Resultaten 41
5.5.3 Gevoeligheidsanalyse 43

6 CASUS TRANSITIE VAN WERK- NAAR WOONLOCATIES: BINCKHORST DEN HAAG 45
6.1 Gebiedsbeschrijving huidige situatie (scenario 0) 45
6.2 Situatie na verstedelijking (scenario 1) 48
6.3 Maatregelen publieke ruimte (scenario 2) 50
6.4 Maatregelen private ruimte (scenario 3) 52
6.5 Maatschappelijke kosten-baten analyse 53
6.5.1 Invoer 53
6.5.2 Resultaten 54
6.5.3 Gevoeligheidsanalyse 56

7 CASUS VERDICHTING NABIJ MULTIMODALE HOV-KNOOPPUNTEN: SPUIBOULEVARD DORDRECHT 58
7.1 Gebiedsbeschrijving huidige situatie (scenario 0) 58
7.2 Situatie na verstedelijking (scenario 1) 61
7.3 Maatregelen publieke ruimte (scenario 2) 64
7.4 Maatregelen private ruimte (scenario 3) 65
7.5 Maatschappelijke kosten-baten analyse 67
7.5.1 Invoer 67
7.5.2 Resultaten 68
7.5.3 Gevoeligheidsanalyse 70

8 CASUS BOUWEN IN GROEN: WESTERGOUWE GOUDA 72
8.1 Gebiedsbeschrijving en kwetsbaarheid huidige situatie (scenario 0) 72
8.2 Situatie en kwetsbaarheid na verstedelijking (scenario 1) 72
8.3 Maatregelen publieke ruimte (scenario 2) 75
8.4 Maatregelen private ruimte (scenario 3) 76
8.5 Maatschappelijke kosten-baten analyse 77
8.5.1 Invoer 77
8.5.2 Resultaten 78
8.5.3 Gevoeligheidsanalyse 80

9 VERDICHTING OP PAND- OF BLOKNIVEAU: STADSDRIEHOEK ROTTERDAM 82
9.1 Gebiedsbeschrijving huidige situatie (scenario 0) 82
9.2 Situatie na verstedelijking (scenario 1) 83
9.3 Maatregelen publieke ruimte (scenario 2) 83
9.4 Maatregelen private ruimte (scenario 3) 83
9.5 Maatschappelijke kosten-baten analyse 84
9.5.1 Invoer 84
9.5.2 Resultaten 85
9.5.3 Gevoeligheidsanalyse 86

10 AGGREGATIE 88

BIJLAGE B DREMPELHOOGSTES SCHADEMODELLERING

BIJLAGE C TYPERING VAN DE VERSTEDELIJKINGSOPGAVE

SAMENVATTING

In de provincie Zuid-Holland zullen er in de periode tot 2040 nog ongeveer 210.000 woningen bijgebouwd worden. Bestuurlijk is de zorg uitgesproken dat deze bouwopgave niet tot extra klimaatopgaven moet leiden en bij voorkeur zelfs een positieve impuls aan klimaatadaptatie moet geven. Door vijf verstedelijkingstypen eerst te bepalen en daarna in cases te analyseren op kwetsbaarheid vóór en na verdichting is het effect van de verstedelijkingsopgave op wateroverlast onderzocht. Vervolgens zijn de consequenties van het verminderen van deze kwetsbaarheid voor wateroverlast door adaptatiemaatregelen te nemen onderzocht in een MKBA. Tabel 1 geeft een overzicht van de onderzochte verstedelijkingstypen en bijbehorende casusgebieden.

Typen	Toelichting	Case
1. Transitie van werk- naar woonlocaties	Transitie van haven-, industrie-, kantoor- of andere grootschalige werklocaties naar een stedelijk woonmilieu	**Binckhorst Den Haag**
2. Herstructurering en verdichting van naoorlogse wijken en kernen	Herstructurering van verouderde stadswijken naar nieuwe woonmilieus, waar in de bestaande woningvoorraad wordt gesloopt en deels gerenoveerd.	**Slikkerveer Ridderkerk**
3. Verdichting nabij multimodale HOV-knooppunten	Verdichting in combinatie met kwalitatieve sprong stationsomgeving en omliggende wijk	**Stationsgebied Dordrecht**
4. Bouwen in groen	Nieuwbouw van eengezinswoningen in agrarisch poldergebied.	**Westergouwe Gouda**
5. Verdichting op pand- of blokniveau*	Realiseren van nieuwe woningen in oude voorzieningsgebouwen of sloop en nieuwbouw in veel hogere dichtheid (hoogbouw).	**Rotterdam stadsdriehoek**

*Tabel 1 Verstedelijkingstypen en casussen. * Voor het type verdichting op pandniveau is een afwijkende benadering gekozen, en is om die reden apart uitgewerkt.*

In alle onderzochte cases leidt de invulling van de verstedelijkingsopgave tot een grotere kwetsbaarheid voor wateroverlast, uitgedrukt in directe schade. Bij een standaard, niet klimaatbestendige uitvoering leidt verstedelijking dus tot een grotere klimaatopgave voor wateroverlast (“water op straat”). Uit de casusuitwerking blijkt dat de mate van kwetsbaarheid verschilt tussen de verschillende verstedelijkingstypen (Tabel 2).

[€ x1.000]	Slikkerveer Ridderkerk	Binckhorst Den Haag	Spuiboulevard Dordrecht	Westergouwe Gouda
Oppervlakte casusgebied [ha]	7	59	10	13
Jaarlijks verwachte schade huidige situatie S0	€ 0.9	€ 268.9	€67.9	nvt*
Jaarlijks verwachte schade situatie na verdichting S1	€ 35.3	€ 480.7	€ 128.2	€18.3
Jaarlijks verwachte schade huidige situatie S0/ha	**€ 0.1**	**€ 4.6**	**€ 7.0**	**nvt***
Jaarlijks verwachte schade situatie na verdichting S1/ha	**€ 5.4**	**€ 8.2**	**€ 13.2**	**€ 1.4**

Tabel 2 Vergelijkingstabel kwetsbaarheid voor wateroverlast in directe schade, in de huidige, niet-verdichtte situatie en na verdichting

Door maatregelen te nemen kan deze kwetsbaarheid voor wateroverlast verkleind worden. Voor de vijf onderzochte cases zijn maatregelpakketten samengesteld die op vergelijkbare wijze de vooraf gedefinieerde waterbergingsopgave invullen. Voor elke casus zijn steeds twee pakketten uitgewerkt: een pakket met voornamelijk maatregelen in de publieke ruimte en een pakket met voornamelijk maatregelen in de private ruimte. Om tot vergelijkbare uitkomsten te komen is het uitgangspunt gehanteerd dat bij het invullen van de maatregelpakketten de meest kosteneffectieve maatregel (€ per m3 bergingscapaciteit) zoveel mogelijk wordt toegepast totdat dit technisch en ruimtelijk niet meer mogelijk is.

De maatregelpakketten verschillen in samenstelling, afhankelijk van de ruimtelijke opzet (o.a. landgebruik, bebouwingsdichtheid, fragmentatie) van de specifieke verdichtingsplannen binnen de casus. Ondanks het uitgangspunt van kosteneffectiviteit laten de cases verschillen zien in de totale kosten van de invulling van de bergingsopgave (Tabel 3). Bergingsmaatregelen in de publieke ruimte vragen in alle onderzochte cases om minder investeringskosten dan maatregelen in de private ruimte.

Klimaatbestendig verdichten leidt tot maatschappelijke (meer)waarde. Deze meerwaarde is onderzocht door op basis van de verschillende maatregelpakketten vier kwantitatieve en zes kwalitatieve baten te waarden. Deze additionele meerwaarde (ten opzichte van de voorgenomen verdichtingsplannen) is het grootst in binnenstedelijke gebieden waar in de voorgenomen verdichtingsinvulling relatief weinig groenvoorzieningen zijn en bestaat uit een toename in vastgoedwaarde. Daarnaast is de vermeden jaarlijks verwachte schade door extreme neerslag een grote baat in de MKBA van alle cases. Tabel 3 laat een vergelijking van de MKBA-resultaten tussen de verschillende casussen zien.

[€ x1.000]	Slikkerveer Ridderkerk	Binckhorst Den Haag	Spuiboulevard Dordrecht	Westergouwe Gouda
Oppervlakte casusgebied [ha]	6.5	58.9	9.7	13.0
Totale kosten pakket publieke ruimte S2	€ 328	€ 3.592	€ 1.282	€ 307
Totale kosten pakket publieke ruimte S2/ha	€ 50	€ 61	€ 132	€ 24
Totale baten pakket publieke ruimte S2	€ 1.732	€ 9.516	€ 2.865	€ 333
Totale baten pakket publieke ruimte S2/ha	€ 266	€ 162	€ 294	€ 26
Saldo pakket publieke ruimte S2	**€ 1.404**	**€ 5.924**	**€ 1.583**	**€ 25**
Saldo pakket publieke ruimte S2/ha	**€ 216**	**€ 101**	**€ 162**	**€ 2**
Totale kosten pakket private ruimte S3	€ 845	€ 12.928	€ 3.254	€ 3.481
Totale kosten pakket private ruimte S3/ha	€ 130	€ 220	€ 334	€ 269
Totale baten pakket private ruimte S3	€ 1.319	€ 11.822	€ 3.274	€ 726
Totale baten pakket private ruimte S3/ha	€ 202	€ 201	€ 336	€ 56
Saldo pakket private ruimte S3	**€ 464**	**€ -1.106**	**€ 20**	**€ -2.755**
Saldo pakket private ruimte S3/ha	**€ 71**	**€ -19**	**€ 2**	**€ -212**

Tabel 3 Vergelijkingstabel resultaten MKBA

Bevindingen aangaande de verschillende typen verstedelijking

De studie laat zien dat de ambitie om klimaatbestendig te verdichten uiteenlopende consequenties heeft, afhankelijk van het type verstedelijking en bijbehorende ruimtelijke randvoorwaarden. In de onderzochte casussen leidt een hogere bebouwingsdichtheid tot een maatregelpakket met meer ondergrondse maatregelen of tot meervoudig ruimtegebruik, resulterende in hogere investeringskosten. Daarnaast zijn er enkele specifieke bevindingen gedaan per casus:

Casus herstructurering en verdichting van naoorlogse wijken en kernen (Slikkerveer, Ridderkerk). Hier is relatief veel open, groene ruimte beschikbaar, wat het invullen van de adaptatieopgave in de publieke ruimte mogelijk maakt tegen relatief lage investeringskosten. In de casus is ruimte gevonden om de klimaatopgave van aanliggende straten op te lossen tegen dezelfde relatief lage investeringskosten.

Casus transitie van werk- naar woonlocaties (Binckhorst, Den Haag). Deze grootschalige ontwikkeling maakt grootschalige adaptatiemaatregelen mogelijk in de publieke ruimte. Invulling van de opgave in de private ruimte komt door de gekozen verstedelijkingsvorm (relatief weinig private buitenruimte) snel neer op relatief kostbare blauw-groene daken. De MKBA van het maatregelpakket in de private ruimte (S3) komt negatief uit. Het is mogelijk om meer (gezondheids)baten in dit scenario op te halen, door tegen hogere investeringskosten de multifunctionele daken ook toegankelijk te maken.

Casus verdichting in historische wijken nabij multimodale HOV-knooppunten (Spuiboulevard, Dordrecht). Hier is de ruimtedruk het hoogst en is door de gefragmenteerde ontwikkeling weinig ruimte voor grootschalige bovengrondse adaptatiemaatregelen. Deze casus leunt dan ook het zwaarst op ondergrondse bergingsvoorzieningen met hogere investeringskosten. Ook hier wordt een groot deel van de private opgave opgelost met kostbare blauw-groene daken.

De *casus bouwen in groen (Westergouwe, Gouda)* kent de laagste bebouwingsdichtheid van alle cases, en in het ontwerp is in ruime mate in oppervlaktewater en groen voorzien. De adaptatieopgave is tegen lage kosten op te vangen in de publieke ruimte en het watersysteem. Zwaar inzetten op de private ruimte, weer met veel blauw-groene daken, leidt tot een zeer negatieve maatschappelijke businesscase.

Casus verdichting op pand- en blokniveau (Stadsdriehoek, Rotterdam) In deze case is een afwijkende benadering gekozen en is de investering in een multifunctioneel dak (toegankelijk tuindak met extra waterberging) afgewogen tegen de schaduwprijs voor waterberging in binnenstedelijk gebied. Het tuindak brengt extra grote gezondheidsbaten waardoor de MKBA positief uitvalt.

Uit de analyse van de totale plancapaciteit woningen 2017-2040 blijkt dat het aandeel van het verstedelijkingstype “bouwen in groen” het grootst is. De geprogrammeerde plancapaciteit is altijd een momentopname en kan worden bijgesteld, zowel in aantal als in vorm. In verschillende beleidsstukken wordt juist ingezet op de overige verstedelijkingstypen om bouwen in groen (gedeeltelijk) te vermijden.

Validatie, onzekerheden en mogelijke vervolgstappen

De focus in dit onderzoek ligt op wateroverlast. Klimaatbestendigheid ten opzichte van bijvoorbeeld droogte (inclusief bodemdaling, funderingen, waterkwaliteit) of overstromingen is niet meegenomen. Reductie van hittestress is meegenomen in dit onderzoek, maar slechts als “bijvangst” van het realiseren van meer groen, niet als leidend motief. De verbinding met deze klimaateffecten en gevolgen moet dus nog gelegd worden en zal de kosten-baten verhouding beïnvloeden.

We hebben ervoor gekozen om aan de hand van schadesommen bij verschillende klimaatbuien een jaarlijks verwachte schade af te leiden, en deze als jaarlijkse baat op te nemen in de MKBA. In de praktijk komen we verschillende vertrekpunten tegen in de doelmatigheidsafweging tussen adaptatiemaatregelen en potentiele schade. Gemeenten zullen zelf een gedragen afwegingskader tussen kosten en (al dan niet diverse maatschappelijke) baten samenstellen.

De kwetsbaarheid voor wateroverlast is gesimuleerd in een oppervlakte-afstromingsmodel, exclusief interactie met het rioolsysteem of het oppervlaktewater. Eenzelfde methode wordt gebruikt bij bijvoorbeeld het samenstellen van wateroverlastkaarten in de klimaatatlas Zuid-Holland. De gesimuleerde inundatiediepte

en de daarvan afgeleide gebouwschade door water kan bij een meer gedetailleerde simulatie anders uitvallen. Het gekozen detailniveau achtten wij voor het doel van deze studie voldoende betrouwbaar.

Om tot vergelijkbare uitkomsten te komen is er voor alle casussen eenzelfde “definitie” van klimaatbestendigheid aangaande wateroverlast gehanteerd. Deze is gebaseerd op uitgangspunten van verschillende gemeenten in Zuid-Holland. In de praktijk zal deze definitie per gemeente en gebied worden bepaald (in bijvoorbeeld een risicodialoog) en is het zeer goed mogelijk dat deze verschilt tussen de onderzochte contexten.

Er zijn aannames gedaan over het vasthoudvermogen van maatregelen, op basis van bestaand onderzoek en ervaringen met klimaatbestendig ontwerpen. In de praktijk is het mogelijk dat berging en ook infiltratie in mindere mate mogelijk is waardoor er andere maatregelen genomen worden tegen hogere of juist lagere investeringskosten.

De maatregelpakketten zijn op basis van kosteneffectiviteit, vasthoudvermogen, ruimtebeslag en algemene technische geschiktheid samengesteld. In de praktijk kunnen andere overwegingen en een gedetailleerder inzicht in de lokale hydrologisch en ruimtelijke situatie in onder- en bovengrond leiden tot een ander maatregelpakket.

Voor de geraamde gemiddelde investeringskosten van maatregelen houden we een onzekerheidsmarge van 30% aan, passend bij de toepassing van bergingsmaatregelen in stedelijk gebied. Alle bedragen zijn incl. overhead (eenmalige-, bouwplaats kosten, uitvoeringskosten en winst & risico). Echter exclusief Voorbereiding, Administratie & Toezicht (VAT), BTW en onvoorzien.

De bandbreedte bij de investeringskosten (+- 30%) leidt bij maatregelen in de publieke ruimte niet tot een grote verandering van de resultaten. Voor maatregelen in de private ruimte geldt dat bij de casussen Dordrecht en Stadsdriehoek het positieve saldo verschuift naar een negatief saldo. De baat vastgoedwaardestijging heeft een grotere invloed op de uitkomsten van de MKBA. Variatie in grootte van deze baat (0%, 1,4% zoals gehanteerd, of 5%) doet in veel gevallen ook de resultaten van de MKBA anders (positief of juist negatief) uitslaan. De aangenomen 1,4% vastgoedwaardestijging is conservatief, in literatuur wordt een range van 1,4% tot 20% aangegeven. Nader onderzoek moet uitwijzen welke waarden ook in verstedelijkingsopgave van Zuid-Holland te realiseren en te verrekenen zijn.

Uitdaging blijft dat de investeringskosten niet door dezelfde partij gedragen worden al waar de baten terechtkomen. Daarnaast zijn baten niet altijd direct te verzilveren (denk aan gezondheidsbaten). Vervolgonderzoek kan uitwijzen wie de grootste baathouders zijn bij verschillende klimaatbestendige ontwerpen en grondexploitaties. Daarna kan een strategie gevormd worden om baathouders en investeerders bij elkaar te brengen.

Naar mate een groter deel van de klimaatopgave op gebouwniveau of ander privaat terrein moet worden ingevuld nemen de investeringskosten van maatregelen snel toe. Door klimaatadaptatie een stevige plek te geven in de initiatiefase, aanbestedingscriteria, nota van uitgangspunten en masterplan kan een effectieve balans tussen maatregelen in publiek en privaat terrein gevonden worden, en de daarmee samenhangende mogelijke extra maatschappelijke meerwaarde.

1 INLEIDING EN ONDERZOEKSDOEL

Aanleiding

Zuid-Holland staat voor een grote opgave. Tussen 2010 en 2030 zijn er ongeveer 230.000 nieuwe woningen nodig. Daarvan zijn er tot nu toe al 80.000 gebouwd, en dus blijft er tot 2030 een opgave van 150.000 woningen over. Tussen 2030 en 2040 zijn er aanvullend nog eens 60.000 woningen nodig.

Bestuurlijk is de zorg uitgesproken dat deze opgave niet tot extra klimaatopgaven en bodemdaling moet leiden en bij voorkeur zelfs een positieve impuls moet geven aan klimaatadaptatie. Daarom is er bestuurlijk afgesproken dat provincie en waterschappen gezamenlijk het initiatief nemen voor een verkennend en waar mogelijk gekwantificeerd onderzoek naar de effecten van de verstedelijkingsopgave in Zuid-Holland voor diverse klimaatopgaves (wateroverlast, hitte, bodemdaling, gevolg beperking overstroming).

Onderzoeksdoel

Dit onderzoek beslaat één van de genoemde klimaatopgaven: **wateroverlast bij extreme neerslag (door "water op straat")**. De overige klimaatopgaves worden uitgewerkt in andere deelonderzoeken. In de opzet van dit onderzoek wordt zo goed als mogelijk aangesloten bij de door de provincie geformuleerde doelstellingen:

- Gevolgen van de verstedelijking (zowel bij realisatie binnenstedelijk als buiten de bestaande contouren) op de kwetsbaarheid voor wateroverlast zowel in het gebied zelf als eventuele afwenteling daarbuiten. Handelingsperspectieven voor mitigatie en/of adaptatie om de kwetsbaarheid te beperken en robuustheid te vergroten. Dat gaat vooral over technische aspecten maar kan ook juridische, financierings- of governance-aspecten omvatten.
- Consequenties en randvoorwaarden van de handelingsperspectieven voor de (inpasbaarheid bij de) woonopgave inclusief eventuele bijdragen aan of impact op andere opgaven (zoals leefbaarheid of biodiversiteit) en globaal inzicht in de kosten en baten.
- Inzicht in kansen tot vertaling in ontwerpprincipes die zowel borging bieden voor de klimaatopgave als ruimte voor creativiteit, eigenaarschap en innovatie.
- De stuurknop van het percentage binnenstedelijk te realiseren woningen is expliciet onderdeel van het onderzoek.

In een van de genoemde deelonderzoeken worden de effecten van de verstedelijkingsopgave op het regionaal watersysteem onderzocht. We benadrukken dat dit (voorliggend) onderzoek is gericht op wateroverlast, ook wel "water op straat" en zo veel mogelijk complementair is aan het onderzoek naar de effecten op het regionaal watersysteem.

Onderzoeksvragen

We onderscheiden twee hoofd-onderzoeksvragen:

- Neemt de kwetsbaarheid voor wateroverlast van een te ontwikkelen gebied toe na invulling van de verstedelijkingsopgave (verdichting)?
- Wat zijn de consequenties van het verkleinen van deze kwetsbaarheid door het nemen van adaptatiemaatregelen in de publieke en private ruimte?

Leeswijzer

In hoofdstuk 2, Werkwijze, lichtten we de algemene onderzoeksopzet toe en de gevolgde onderzoekmethoden en uitgangspunten per onderzoekstap. De eerste onderzoekstap is het typeren van de verstedelijkingsopgaven en het selecteren van onderzoekcasussen, deze wordt beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden de conclusies, bevindingen en mogelijke vervolgstappen gepresenteerd.

In bijlage A zijn de vijf geselecteerde casussen verder uitgewerkt. Aansluitend wordt in de aggregatie behandeld hoe de uitgewerkte cases zich verhouden tot de totale verstedelijkingsopgave 2040.

2 WERKWIJZE

Figuur 1 laat de verschillende stappen binnen dit onderzoek zien. In de volgende paragrafen wordt de gevolgde werkwijze voor elke stap verder toegelicht.

Onderzoeksstap	*Werkwijze*	*Resultaat*
1 **Typering van verstedelijkingsopgave en casusselectie**	Bureaustudie nota's en beleidsdocumenten. Stedenbouwkundige analyse op hoofdlijnen.	Verstedelijkingsopgave gevat in beperkt aantal interventietypen. Selectie van representatieve casussen voor latere aggregatie naar een totaalbeeld voor de provincie.
2 **Gevolgen verstedelijkingsopgave op de kwetsbaarheid voor wateroverlast**	Modellering adhv gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen en kwetsbaarheidsanalyse van de casussen in twee scenario's: *S0: huidige situatie* *S1: situatie na verstedelijking zonder klimaatadaptatiemaatregelen*	Kwantitatief en kwalitatief beeld van overlast en kwetsbaarheid extreme neerslag voor scenario's 0 en 1. Zijn de casusgebieden na verdichting kwetsbaarder voor wateroverlast?
3 **Maatregelen klimaatbestendige verstedelijking**	Samenstelling maatregelpakketten per casus volgens twee scenario's: *S2: met name grootschalige maatregelen in de publieke ruimte* *S3: met name kleinschalige maatregelen in de private ruimte* Aanzet is gemaakt in een **werksessie**, en daarna uitgewerkt.	Maatregelpakketten ruimtelijk uitgewerkt naar wateroverlastopgave en (hydrologische) gebiedseigenschappen volgens ontwerpnorm in twee scenario's.
4 **Concequenties en randvoorwaarden**	Inschatting effecten scenario's S2 en S3 t.o.v. S1 in een MKBA, inclusief externe effecten en gevoeligheidsanalyse.	Directe effecten en externe effecten van maatregelpakketten in beeld.
5 **Aggregatie**	Verhouding van de casussen tot de totale verstedelijkingsopgave 2040.	Individuele uitkomsten gerelateerd aan verstedelijkingsopgave op schaal van de gehele provincie.

Figuur 1 Algemene onderzoeksopzet "Effect Verstedelijkingsopgave op Wateroverlast"

2.1.1 Typering verstedelijkingsopgave en casusselectie

Om de effecten van de verstedelijkingsopgave op wateroverlast in Zuid-Holland concreet te kunnen onderzoeken selecteren we een aantal verstedelijkingslocatie als casus. We verkiezen het werken in "echte" casussen boven het samenstellen van abstracte, virtuele situaties op basis van de getypeerde verstedelijkingsopgaven en bijbehorende eigenschappen. Het werken met echte casussen maakt de mogelijke maatregelen concreet en makkelijker te relateren. Bovendien kan er gebruik gemaakt worden van beschikbare data en informatie, bijvoorbeeld uit de klimaatatlas provincie Zuid-Holland.

Voordat we de casussen selecteren, typeren we de verstedelijkingsopgave 2040 aan de hand van drie bronnen. Voor elke bron onderzoeken we in welke typen de verstedelijkingsopgave uiteenvalt. Op basis van dit onderzoek selecteren we een aantal verstedelijkingstypen die representatief zijn voor de opgave in Zuid-Holland. Bij elk type selecteren we vervolgens een casus. Deze bestaan uit woningbouwprojecten die in tenminste één van de eerder beschreven bronnen naar voren zijn gekomen. Samen geven zij een, bij benadering, representatief beeld van de effecten die de verstedelijkingsopgave heeft op wateroverlast in Zuid-Holland. De volgende aspecten zijn beschouwd bij het bepalen van de casussen. In Hoofdstuk 3 wordt de casusselectie gemaakt en onderbouwd.

- Gebiedstype voor verdichting
- Gebiedstype na verdichting
- Transitietype
- Bebouwingsdichtheid
- Verandering van (gebouw)functies voor en na verdichting
- Grondwaterstand (i.r.t. infiltratie- en bergingsmogelijkheden)
- Verhouding openbaar-private ruimte
- Beschikbare open ruimte
- Gebiedsgrootte en eenheid (groot/klein, aaneengesloten/gefragmenteerd)

2.2 Uitwerking kwetsbaarheidsanalyse en MKBA in scenario's

Om de kwetsbaarheid voor wateroverlast en de maatschappelijke kosten en baten van maatregelpakketten af te kunnen wegen werken we in vier scenario's, zie Figuur 2.

Figuur 2 Samenhang scenario's, kwetsbaarheidsanalyse en MKBA

We stellen twee scenario's op om de kwetsbaarheid van te ontwikkelen gebieden vóór en na verdichting inzichtelijk te maken: S0 en S1. Voor beide scenario's wordt in een hydrologisch rekenmodel de potentiele schade berekend bij drie bui-intensiteiten: 50mm in 1u, 70mm in 1 uur en 160mm in twee uur. De twee laatste zijn de twee uitersten in de in 2018 gepresenteerde standaard neerslaggebeurtenissen voor stresstesten op lokale schaal (zie Tabel 4). De 50mm bui wordt door verschillende Zuid-Hollandse gemeenten gebruikt bij het uitvoeren van stresstesten en klimaatbestendig ontwerpen. Uit de drie schadebedragen leiden we een jaarlijks verwachte schade af.

Schaal	Duur	Hoeveelheid	Herhalingstijd			
		[mm]	Huidig klimaat	2030	2050	2085
Lokaal	1 uur	70	200	150	100	60
		90	500	400	250	150
	2 uur	160	2000	1500	1000	600

Tabel 4 gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen voor de stresstest wateroverlast lokale schaal (bron: Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie)

De invulling van de scenario's zelf is al volgt:

- **Scenario 0 (huidige situatie):** Huidige situatie (zonder uitvoer van de verstedelijkingsopgave). Extreme neerslaggebeurtenissen leiden tot schade en overlast.
- **Scenario 1 (referentiescenario):** De verstedelijkingstoename wordt hydrologisch neutraal uitgevoerd zoals gangbaar in de watertoets; nieuw verhard gebied wordt gecompenseerd door extra berging aan te leggen, om de oorspronkelijke afvoer naar het watersysteem niet te overschrijden. Dit scenario leidt niet tot een klimaatbestendige ontwikkeling, met schade en overlast bij extreme neerslag tot gevolg. Bij het invullen van dit scenario hanteren we de meest actuele stedenbouwkundige plannen van de verdichtingslocatie als uitgangspunt. Als deze niet beschikbaar zijn doen we aannames op basis van de toekomstige dichtheid en ruimtelijke structuur, gebaseerd op vergelijkbare plannen.
- **Scenario 2:** De verstedelijkingstoename wordt klimaatbestendig uitgevoerd, door met name grootschalige maatregelen te treffen in de publieke ruimte.
- **Scenario 3:** De verstedelijkingstoename wordt klimaatbestendig uitgevoerd, door met name maatregelen te treffen in de private ruimte.

Scenario 0 en 1 vallen binnen de "kwetsbaarheidsanalyse", scenario 2 en 3 bij het vormen van "maatregelpakketten". Beide worden in de volgende paragrafen toegelicht. Bij het uitvoeren van de MKBA geldt S1 als het referentiescenario (referentiealternatief) waarmee S2 en S3 vergeleken worden.

2.3 Werkwijze kwetsbaarheidsanalyse (S0 en S1)

Voor scenario's 0 en 1 wordt de wateroverlast gesimuleerd in een vereenvoudigd 2D rekenmodel in softwarepakket Infoworks ICM 7.5. In dit model wordt een grondmodel op basis van de AHN, en bebouwing op basis van de BAG opgenomen, dezelfde informatie die aan de basis staan van de wateroverlastkaarten op de klimaatatlas Zuid-Holland. Het rioolsysteem wordt niet gemodelleerd. In scenario 1, de situatie na verdichting, is bovendien het hoogtebestand aangepast aan de nieuwe situatie, bijvoorbeeld door verdwenen sloten te "dempen" en door ter plekke van nieuwe wegen het oppervlak 10cm te verlagen.

Waterdiepte tegen/in gebouw

Bij het bepalen van schade aan gebouwen is informatie nodig over de waterdiepte, het gebouw en de kwetsbaarheid van het gebouw. De waterdiepte zijn gemodelleerd voor de case-gebieden. De maximale waterdiepte tegen/in een gebouw wordt gehanteerd om de schade te bepalen.

Hierbij wordt onderscheid gemaakt in gebouwen met een oppervlak groter of kleiner dan 500m2. Bij gebouwen met oppervlak tot 500m2 wordt aangenomen dat de maximale waterdiepte zich in het hele gebouw voordoet. Vanwege het relatief kleine oppervlak van het gebouw is het aannemelijk dat het gebouw het stroomgebied niet zal beïnvloeden en de gemodelleerde waterdiepte tegen/in het gebouw overal voorkomt.

Bij gebouwen met een groter oppervlak kan verwacht worden dat deze wel invloed hebben op het stroomgebied en daarmee het percentage oppervlak van een gebouw dat inundeert. Een waterdiepte tegen het gebouw zal zich namelijk verspreiden en daarmee is niet het compleet oppervlak geïnundeerd. Daarom wordt voor gebouwen met een groot oppervlak het percentage water tegen de, lengte van de, gevel berekend. Een groot percentage gevel waar water tegen staat, betekent dat een grotere hoeveelheid water het gebouw instroomt en daarmee neemt het oppervlak dat inundeert toe. Aangenomen wordt dat het percentage gevel waar water tegen aan staat, gelijk is aan het percentage oppervlak van een gebouw dat inundeert. Dit percentage bepaalt daarmee ook de hoogte van de schade.

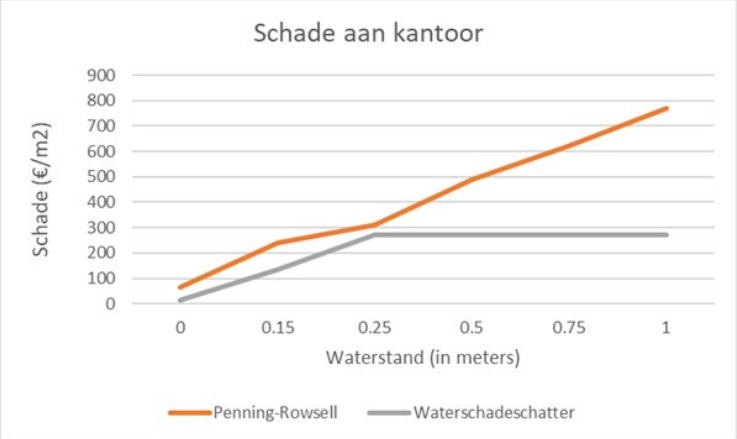
Gebruikersfunctie gebouw

Bij het bepalen van schade aan gebouwen wordt gebruikt gemaakt van schadefuncties die de waterdiepte relateren aan een schadebedrag. Elk schadefunctie kent zijn eigen verloopt en hoort bij een type gebouw en bouwjaar. Informatie over dit type gebouw en bouwjaar is afkomstig uit de Basisregistratie adressen en gebouwen (BAG). In de BAG wordt o.a. de gebruikersfunctie van het gebouw vermeldt. Deze gebruikersfunctie is gebruikt om de volgende type gebouwen meegenomen in deze studie te classificeren:

- Woon
- Bijeenkomst
- Logies
- Sport
- Industrie
- Kantoor
- Winkel
- Cel
- Gezondheidszorg
- Onderwijs
- Overig: voor deze functie is met behulp van Google Maps en Google Streetview het type gebouw bepaald.

Op basis van deze classificatie zijn schadefuncties toegekend aan het type gebouw. Deze schadefuncties zijn ontwikkeld door Penning-Rowsell en Chatterton (1977) en Suleman et al. (1988) en gebaseerd op pluviale overstromingen in Engeland. Een onderzoek bij Cammerer et al. (2013) naar het gebruik van schadedatasets voor andere gebieden bewijst dat datasets in andere gebieden toegepast kunnen worden met hetzelfde resultaat. De eigenschappen van de gebouwen moeten wel overeenkomen. De eigenschappen van de gebouwen zijn vergeleken met beschikbaar gestelde typerende foto's voor woningen en classificatie van de niet-woningen door Penning-Rowsell et al. (2013) (zie websites bij bronvermelding). Op basis van deze vergelijking is er geen reden om aan te nemen dat er een verschil is tussen eigenschappen van gebouwen in Nederland en Engeland.

Aanvullend hebben we de schadecurven en maximale schadebedragen vergeleken met die van de WSS (zie Figuur 3). Hieruit volgt dat tot een waterstand van 0,30 meter de schadebedragen overeenkomen. Voor hogere waterstanden heeft Penning-Rowsell wel onderzoek gedaan naar bijhorende schadebedragen. Penning-Rowsell differentieert vervolgens in de functie van het gebouw en heeft dit beschreven door middel van representatieve foto's (MCM 2015a) en tabellen (MCM 2015b) waar in een categorisering van de functies in vermeld wordt. Deze beschrijving van de functie komt overeen met de functies beschreven in de BAG. Daarnaast komen de schadebedragen voor waterstanden tot 0,30 meter overeen (lees zelfde bandbreedte) met die van de WSS. Door de beschreven redenen is in onze ogen de methodiek uit de UK (Penning-Rowsell) de meest complete methodiek om schade door extreme neerslag te kwantificeren. Daarnaast is er geen reden om niet aan te nemen dat deze methodiek voor onjuiste schadebepalingen zou leiden in Nederland.



Figuur 3 Vergelijking schadecurves Penning-Rowsell en WSS

Het meest recente onderzoek naar deze functies en schadebedragen is afkomstig uit 2013 (Penning-Rowsell et al., 2013). Penning-Rowsell et al. (2013) heeft in samenwerking met slachtoffers van overstromingen, schade-experts en reparatie-experts de schadefuncties periodiek geactualiseerd. Daarbij werd per waterdiepte bepaald wat de potentiele schade is. Daarnaast worden de schadebedragen elk jaar geactualiseerd om te corrigeren voor inflatie. De bedragen in deze studie kennen een conversie van ponden naar euro's en zijn gebaseerd op het CPI van 1 september 2018. In Tabel 5 is het schadeproces en de schadebedragen voor de betreffende waterdiepte voor een gemiddelde woning beschreven. Tabel 6 beschrijft de schadebedragen van een aantal niet-woning functies. Hierbij is niet het schadeproces beschreven, omdat deze bedragen gebaseerd zijn op een survey (Penning-Rowsell et al., 2013).

Schadeproces	Waterdiepte (m)	Schadefunctie Woning (€)
Aan de vloer	0,01	€26
Aan tapijten/vloerkleden	0,05	€129
Vochtschade (water trekt in muren en inventaris)	0,1	€219
Vochtschade (water trekt in muren en inventaris)	0,2	€388
Vochtschade (water trekt in muren en inventaris)	0,3	€480
	0,6	€601
	0,9	€656
	1,2	€728

Tabel 5 Schadeproces en schadefunctie woningen

Waterdiepte (m)	Winkel	Kantoor	Publiek	Industrie	Vitale Infrastructuur
0,01	50	58	28	11	14
0,25	298	308	176	67	1019
0,50	493	486	255	108	1368
0,75	711	619	325	141	1708
1	909	768	404	177	2682
1,25	1058	849	457	206	3339

Tabel 6 Schadefuncties met bijbehorende waterdiepte bij verschillende gebouwtypen

Kwetsbaarheid gebouw

Bij het bepalen van schade is de kwetsbaarheid van het gebouw meegenomen. Kwetsbaarheid kan veel invloed hebben op de hoogte van het schadebedrag. Deurdrempels, verhoogde vloerpeilen en de afwezigheid van kelders verlagen de kwetsbaarheid van het gebouw en daarmee het schadebedrag, blijkt uit een eerder onderzoek door Arcadis. Hoogten van drempels, vloerpeilen en de aanwezigheid van kelders beïnvloeden de schadebedragen die in de eerdere tabellen zijn beschreven. Vanwege deze reden zijn de hoogten van deurdrempels voor gebouwen geïnventariseerd met behulp van Cyclomedia. Daarnaast wordt aangenomen dat nieuwe bebouwing een deurdrempel van 2cm heeft conform het huidige bouwbeleid omtrent de rolstoelvriendelijke toegankelijkheid van een gebouw. Informatie over de aanwezigheid van kelders is schaars en heeft in vergelijking met deurdrempels en vloerpeilen weinig invloed op het totale schadebedrag blijkt uit hetzelfde onderzoek van Arcadis. Waardevolle inboedel wordt namelijk zelden in kelders opgeslagen. Betreffende verhoogde vloerpeilen is aangenomen dat deze niet voorkomen.

Voor scenario 2 en 3 stellen we maatregelpakketten samen voor klimaatbestendige verdichting. Waarin in S2 het zwaartepunt van de maatregelen ligt in de publieke ruimte, ligt deze in S3 in de private ruimte.

Jaarlijks verwachte schade

Om de berekende schade in context te plaatsen wordt de herhalingstijd van de neerslaggebeurtenissen (in 2050) meegenomen om tot een jaarlijks verwachte schade te komen. De herhalingstijden van de buien met een hoeveelheid van 70mm en 160mm zijn gegeven door het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie. Uit de tabel kan worden opgemaakt dat de herhalingstijd van de neerslaggebeurtenissen halveert in 2050 ten opzichte van het huidige klimaat. Voor het bepalen van de herhalingstijd van een neerslaggebeurtenis met een hoeveelheid van 50mm is gebruik gemaakt van een rapport door STOWA over neerslagstatistieken.

Uit dit rapport is opgemaakt dat de herhalingstijd voor een neerslaggebeurtenis van 50mm eens in de 70 jaar is. Ervan uitgaande dat de herhalingstijd halveert in 2050, betekent dat de herhalingstijd in 2050 35 jaar is. De neerslaggebeurtenis met een intensiteit van 20mm is een ontwerpneerslaggebeurtenis uit de Kennisbank Stedelijk Water van Stichting RIONED. Deze neerslaggebeurtenis wordt veel gebruikt bij het toetsten van het stedelijk watersysteem, omdat gemeenten overwegend deze bui 08 (20 mm bui) hanteren als neerslaggebeurtenis waarbij geen water op straat mag optreden. Stichting RIONED heeft een herhalingstijd van eens in de twee jaar bepaald voor deze neerslaggebeurtenis, dit houdt in dat deze in 2050 één keer per jaar voorkomt. Na het bepalen van de herhalingstijd wordt de kans van voorkomen per jaar berekent, deze is weergegeven in de vierde kolom in de tabel. De laatste kolom geeft de kans weer, rekening houdend met perioden tussen twee buien. De kans van een neerslaggebeurtenis eens in de 1,000 jaar is nog 0.001. Echter is de kans van de neerslaggebeurtenis eens in 100 jaar 0.009 (0.01-0.001), omdat het gaat om de kans dat een neerslaggebeurtenis tussen de eens in 100 en 1.000 jaar voorkomt.

Neerslaggebeurtenis	Duur	Herhalingstijd (/jaar in 2050)	Kans/jaar	Kans jaarlijkse verwachte schade
Bui 20mm	1 uur	1	1	0,97
Bui 50mm		35	0,03	0,02
Bui 70mm		100	0,01	0,009
Bui 160mm	2 uur	1000	0,001	0,001

Tabel 7 Berekening jaarlijks verwachte schade

2.3.1 Uitgangspunten samenstelling maatregelpakketten

Opgave wateroverlast

Uitgangspunt is dat de verstedelijkingsopgave in S2 en S3 klimaatbestendig wordt uitgevoerd. De definitie van “klimaatbestendig” is in de praktijk afhankelijk van een gebied-specifiek ambitieniveau. In dit onderzoek geven daar de volgende definitie aan:

- Het gebied moet 50mm in één uur kunnen bergen, zonder dat er water op verharding staat.
- Het gebied moet 70mm in één uur kunnen bergen zonder dat er schade aan panden optreedt. Daarbij mag tijdelijk 100mm water op het wegprofiel (“tussen de banden”) geborgen worden.
- De wateropgave wordt in principe niet afgewenteld op omliggende gebieden of het oppervlaktewater, tenzij er binnen de casus aanleiding is om een uitzondering te maken.

Deze uitgangspunten zijn afgeleid van de gehanteerde algemene uitgangspunten in Zuid-Hollandse gemeenten.

Aan deze uitgangspunten refereren we verder als “de bergingsopgave”. De opgave wordt per gebied berekend op basis van de oppervlakte en de bui-intensiteit (50 en 70mm). De 160mm bui (T=1.000 in 2050) wordt uitsluitend gebruikt bij de kwetsbaarheidsanalyse, niet bij het samenstellen van maatregelpakketten, omdat dit als bergingsopgave niet realistisch lijkt en in de praktijk ook niet gebruikelijk is.

Afvoercapaciteit aanwezig rioolstelsel en berging en infiltratie verharde en onverharde oppervlakte

Vertrekpunt bij de invulling van elke case is de afvoercapaciteit van het rioolstelsel en de berging en eventuele infiltratie via de aanwezige oppervlaktes in het gebied.

De afvoer van regenwater via het rioolstelsel is aangenomen op 20 mm in één uur, omdat ieder rioolstelsel minimaal “bui 08” kan verwerken zonder dat daarbij water op straat optreedt. Dit komt neer op 19,8 (afgerond 20) mm in één uur.

Voor de berging en eventuele infiltratie in en via de aanwezige verharde en onverharde oppervlaktes in het gebied zijn de kenmerken uit het NWRW-inloopmodel zoals dat in de Leidraad Riolering staat aangehouden (Tabel 8).

Type oppervlak en afstroming	Oppervlakteberging [m]	Infiltratiecapaciteit [m/u]
Gesloten verhard, vlak	0,0005	
Dak	0,002	
Onverhard, vlak	0,004	0,003

Tabel 8 Berging en infiltratie verharde en onverharde oppervlaktes

Maatregelen

De resterende bergingsopgave wordt voor elk scenario en case ingevuld met bergingsmaatregelen. Bij het samenstellen van de maatregelpakketten staan kosteneffectiviteit en ruimtebeslag centraal.

- De meest kosteneffectieve maatregel (€ per m^3 bergingscapaciteit) wordt zoveel mogelijk toegepast totdat dit technisch en ruimtelijk niet meer mogelijk is.
- Vervolgens wordt de volgende meest kosteneffectieve maatregel toegepast. Dit kan betekenen dat er eerder gekozen maatregelen met een lagere bergingscapaciteit (m^3 per m^2) worden vervangen door maatregelen met een hogere bergingscapaciteit naarmate de beschikbare ruimte beperkter wordt.
- Daarnaast gelden er ruimtelijke en technische beperkingen aan de toepassing van maatregelen. Uitgangspunt is dat de bergingsmaatregelen maar tot zekere hoogte beperkingen aan het ruimtegebruik mogen opleggen. Daarnaast zijn ondergrondse of infiltratie maatregelen beperkt toe te passen door de lokale grondwatersituatie, kabels en leidingen en meervoudig ruimtegebruik zoals parkeergarages. Om een voorbeeld te geven: we voorkomen hiermee dat er een stationsplein of andere veelgebruikte stedelijke openbare ruimte in het maatregelpakket wordt gevuld met een vijver of wadi’s. In de toelichting bij elk pakket worden de ruimtelijke beperkingen gemotiveerd. Per invulling van de scenario’s zijn de keuzes zoveel mogelijk gemotiveerd.

Uitgangspunt zijn de volgende investeringskosten en bijbehorende vasthoudvermogens.

Maatregel	Toepassing	Investerings-kosten (€/m3)	Potentieel vasthoud-vermogen (m3/m2 maatregel)	Investerings-kosten/m2	Toelichting
Geen verharding toepassen	Algemeen	0	Volgens NWRW-inloopmodel	0	Geen extra kosten bij nieuwbouw
Berging op straat	Wegen	0	0,1	0	Geen extra kosten bij nieuwbouw
Graven/verbreden van open water	Algemeen	67	0,3	20	Zonder oevervoorzieningen
Wadi/ bergingsveld	Algemeen	100	0,5	50	Luxe uitvoering, inclusief drainkoffer, slokop, leidingwerk

Regenwater-vijvers met afvoerregelwerk	Parken	133	0,3	40	
Wadi/ bergingsveld	Algemeen	167	0,3	50	Luxe uitvoering, inclusief drainkoffer, slokop, leidingwerk
Bergings-cassettes (krukjes)	Algemeen	200	1,0	200	Eenvoudig, betonnen vloer/wand, betonnen dek, hoogte ca. 100m voorzien van bv Watershell-elementen
Regenton	Panden	417	0,24		Per pand
Infiltratie/ bergingskratten	Algemeen	550	0,6	330	
Blauw-groen dak	Panden	833	0,07	50	Sedumdak met extra waterbergingspakket. Exclusief zwaarder uitvoeren draagconstructie

Tabel 9 Investeringskosten en capaciteit bergingsmaatregelen (kostenexpert Arcadis, "Verkenning vasthoudmaatregelen Delfland (Hoogheemraadschap Delfland)" en "Facts and values groene daken (Green Deal Groene Daken 2018)".

De kostenkentallen zijn bepaald door een kostenexpert van Arcadis en daarnaast op basis van bestaand onderzoek, zoals de "Verkenning vasthoudmaatregelen Delfland (Hoogheemraadschap Delfland)" en "Facts and values groene daken (Green Deal Groene Daken 2018)".

Voor de geraamde gemiddelde bedragen houden we een onzekerheidsmarge van 30% aan, passend bij de toepassing van bergingsmaatregelen in stedelijk gebied. Alle bedragen zijn incl. overhead (eenmalige-, bouwplaats kosten, uitvoeringskosten en winst & risico). Echter exclusief Voorbereiding, Administratie & Toezicht (VAT), BTW en onvoorzien.

2.4 Werkwijze MKBA

2.4.1 Uitgangspunten

In deze stap bepalen en waarderen we de effecten van S2 en S3: de financiële en maatschappelijke kosten en baten. In de MKBA worden S2 en S3 vergeleken met S1, het referentiealternatief.

De maatregelpakketten van S2 en S3 bestaan (deels) uit groen/blauwe maatregelen, die meer effecten op de omgeving hebben dan alleen het beperken van wateroverlast en -schade. Deze effecten worden per casusgebied en per pakket zo veel mogelijk kwantitatief en gemonetariseerd in beeld gebracht. Onderstaande tabel geeft een eerste overzicht van de fysieke effecten en de bijbehorende waarderingsmaatstaf. Onder de tabel wordt ieder van de effecten nader toegelicht[1].

De baten zijn berekend als *verschil* ten opzichte van het scenario 1 (dit wordt ook wel het 'marginale effect' genoemd). De netto contante waarde (NCW) is berekend over een analyseperiode van 30 jaar en met een discontovoet van 3% voor alle effecten[2]. De NCW is het saldo van contante waarden (CW) van kosten en baten ten opzichte van S1. Het prijspeil van 2017 is gehanteerd voor alle kengetallen.

[1] Een deel van de waarderingsmethoden is vergelijkbaar met de al eerder uitgevoerde MKBA klimaatbestendige inrichting hemelwaterafvoerketen Delfland (Arcadis 2018). De methodische beschrijvingen komen in sommige gevallen daarom overeen.
[2] Om alle effecten met elkaar te kunnen vergelijken wordt in de MKBA gebruik gemaakt van contante waarden. Met behulp van een discontovoet worden de toekomstige waarden van kosten en effecten teruggerekend naar vandaag (prijspeil 2017). Vanwege de tijdswaarde van geld is een Euro nu meer waard dan een Euro later in de tijd.

De volgende gevoeligheidsanalyses zijn uitgevoerd voor alle casussen:

- Totale investeringskosten +30%
- Totale investeringskosten -30%
- Vastgoedwaardestijging van 5% i.p.v. 1,4%
- Geen vastgoedwaardestijging.

Water gerelateerde effecten	Waarderingsmaatstaf
Vermeden schade (water op straat)	€ Vermeden schade aan panden, infrastructuur en stedelijke functies per jaar, op basis van schadeberekening aan S1
Waterkwaliteit	Kwalitatief
Overige effecten	**Waarderingsmaatstaf**
Investeringskosten	€
Kosten beheer en onderhoud	€
Vastgoedwaarde stijging	€ hedonische waarde vastgoed
Imago en leefomgevingskwaliteit	Kwalitatief
Hittestress	Kwalitatief en gedeeltelijk kwantitatief (% gebied met verlaging van de gevoelstemperatuur)
Gezondheid (fysiek en mentaal)	€ vermeden gezondheidsschade
Biodiversiteit	Kwalitatief
Ontmoeten	Kwalitatief
Bewustzijn klimaatopgave	Kwalitatief

Tabel 10 Effecten en waarderingsmaatstaf MKBA

2.4.2 Vermeden schade

Het uitgangspunt van de MKBA is dat alle schade die berekend is voor S1 binnen het interventiegebied bij S2 en S3 vermeden wordt. De berekende schade is teruggebracht naar een jaarlijkse vermeden schade in Euro's. De jaarlijkse schade is berekend aan de hand van vier buien: 20 mm, 50mm, 70mm en 160mm (in resp. 1, 1, 1, en 2 uur).

Ten aanzien van de 160mm in 2 uur bui zal er bij S2 en S3 altijd een restschade overblijven. Deze restschade is voor S2 en S3 hetzelfde en daarmee niet onderscheidend ten opzichte van de referentiesituatie. We nemen daarom aan dat de berekende schade voor S1 daarmee ook de vermeden schade voor S2 en S3 is.

Bij de MKBA voor Stadsdriehoek (Rotterdam) wordt de vermeden schade op een andere manier benaderd omdat dit een casus is op gebouwniveau. Bij Stadsdriehoek wordt daarom gebruik gemaakt van de vermeden kosten voor alternatieve retentievoorzieningen (berging op maaiveld of ondergronds). Dit wordt ook wel de schaduwprijs genoemd. In deze MKBA is als schaduwkosten voor waterretentie € 500 per m^3 aangehouden.

2.4.3 Waterkwaliteit

Klimaatbestendige maatregelen hebben veelal een positief effect op de waterkwaliteit. Dit komt doordat het vasthouden van water in klimaatbestendige maatregelen de frequentie en de mate van overstorten vermindert. Hiermee komt er minder 'vuil' water in het oppervlaktewater terecht. Dit effect beschrijven wij in deze rapportage kwalitatief. Het uitgangspunt is dat een scenario met meer waterberging leidt tot een verbetering van de waterkwaliteit.

2.4.4 Investeringskosten en beheer- en onderhoudskosten

De kostenkengetallen zijn bepaald door een kostenexpert en op basis van bestaand onderzoek, zoals de "Verkenning vasthoudmaatregelen Delfland (Witteveen en Bos, 2017)" en "Facts and values groene daken (Green Deal Groene Daken 2018)". Als basis voor de kosten van de maatregelen zijn, voor zover aan de orde, de meerkosten t.o.v. de 'standaard' uitvoering genomen. De investeringskosten zijn dus netto (additionele) investeringskosten, hierin zitten geen autonome vervangingsinvesteringen (bijvoorbeeld t.a.v. riolering en zuivering).

De maatregelpakketten voor S2 en S3 zijn opgesteld voor een bui van 50mm of 70mm in 1 uur. Voor beide buien zijn maatregelpakketten opgesteld, en vervolgens is het pakket met de hoogste investeringskosten pakket opgenomen in de MKBA. Omdat bij de 70mm bui 10cm water op straat wél geaccepteerd wordt en bij de 50mm niet, komt het in verschillende cases voor dat de 50mm bui de hoogste investeringskosten heeft.

Wij hebben aangenomen dat de kosten voor beheer en onderhoud overeenkomen met 2% van de totale investeringskosten.

2.4.5 Vastgoedwaarde

De maatregelpakketten in S2 en S3 dragen bij aan een vergroening van de wijk. In de internationale literatuur wordt een bandbreedte gegeven van vastgoedwaarde stijging door groen van 1,4% tot 20%.[3] Deze stijging van vastgoedwaarde reflecteert de hieronder beschreven (sub) effecten.

- Uitzicht op groen/blauwe maatregelen (o.a. vergroening of een regenwatervijver) zorgt voor een hogere esthetische waardering. Dit vertaalt zich door in de vastgoedwaarde en zit daarmee al opgenomen in de vastgoedwaarde stijging.
- Er wordt aangenomen dat een groen/blauw dak leidt tot afname van geluid van buiten naar binnen van circa 3 dB. Dit geldt ook voor een groenstrook tussen woningen en bijvoorbeeld een weg met hoge verkeersintensiteit. De waardering van deze geluiddemping zit al opgenomen in de vastgoedwaarde stijging.
- Onderzoek van (Lee e.a.) toont aan dat een 40 seconde durende microbreak met uitzicht op groen tot een hogere productiviteit van werknemers/studenten leidt. Dit kan een reden voor werkgevers zijn om meer te willen betalen voor een gebouw met uitzicht op groen en heeft daarmee een positief effect op de vastgoedwaarde. Er is echter nog geen onderzoek dat de vastgoedwaardestijging van dit effect beschrijft. Derhalve is dit sub-effect nog niet opgenomen in het percentage vastgoedwaardestijging. Het effect van groen op onder andere stress is opgenomen in het gezondheidseffect.
- In deze studie hanteren wij als aanname de minimale waarde uit de bandbreedte van vastgoedwaarde stijging uit de literatuur: 1,4%. Dit omdat S2 en S3 een significante doch minimale vergroening van het straatprofiel betekent. Daarnaast zijn de vastgoedbaten anders onevenredig hoog in de al sterk bebouwde gebieden. In een gevoeligheidsanalyse laten wij de variatie in saldi van kosten en baten zien bij verschillende percentages vastgoedwaardestijging.
- Wij gaan ervanuit dat de vastgoedwaardestijging eenmalig optreedt in jaar 15. Wij nemen aan dat de vastgoedwaardestijging optreedt voor alle woningen die binnen een straal van 100 meter van vergroeningsmaatregelen liggen.
- Daarnaast nemen wij aan dat er ook een vastgoedwaardestijging optreedt aan het pand zelf waar vergroeningsmaatregelen op privaat terrein getroffen worden. In het geval van het aanleggen van een groen/blauw dak, nemen wij aan dat eenzelfde vastgoedwaardestijging optreedt van 1,4%. Wij hebben het totaalaantal dakoppervlak waar een groen/blauw dak aangelegd wordt per gebied

[3] Zie onder meer: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3524597.

opgeteld en gedeeld door 80 m^2 om te komen tot het aantal woningen dat profijt heeft van deze vastgoedbaat. Hierbij nemen wij dus aan dat voor alle gebieden het gemiddelde dakoppervlak per woning 80 m^2 is.

2.4.6 Imago en leefomgevingskwaliteit

Een zichtbare klimaatbestendige inrichting draagt bij aan een verbeterd imago van de wijk en daarmee ook aan een betere leefomgevingskwaliteit. Dit gaat om meer dan alleen vergroening. Ook de aanleg van een regenwatervijver of een wadi of het verbeteren van de waterkwaliteit (minder stank) leiden tot een verbetering van de leefomgevingskwaliteit. Daarnaast biedt een klimaatbestendige inrichting kansen om wijken en straten dusdanig in te richten zodat zij (meer) onderdeel zijn van groene verbindingen en structuren in de stedelijke omgeving. Het effect van S2 en S3 op imago en leefomgevingskwaliteit worden in deze studie kwalitatief beschreven.

2.4.7 Hittestress

Hittestress (in de literatuur ook wel bekend als ‘urban heat island’) is een verschijnsel dat wordt veroorzaakt door (veel grote) gebouwen die de zonnewarmte absorberen en die warmte in de loop van de dag weer afstaan. Stedelijke centra zijn daardoor ongeveer drie graden Celsius warmer en koelen minder snel af dan hun omgeving. Dit vergt ook meer koelvermogen voor gebouwen, temeer omdat de koeling minder efficiënt werkt omdat de buitenlucht warmer is. Een klimaatbestendige inrichting kan bijdragen aan het beperken van hittestress door:

- Albedo effect; andere reflectie zonlicht waardoor het oppervlak minder warmte vasthoudt.
- Mogelijke toenemende factor in isolatie woningen.
- Meer verdamping; verkoelend effect omgeving (bijvoorbeeld bij een regenwatervijver).
- Bovenstaande factoren leiden tot vermindering van hittestress in een gebouw. Dit kan zich vertalen naar lagere energiekosten (zowel koeling als verwarming). Uit meerdere onderzoeken blijkt echter dat de effecten op energiekosten door bijvoorbeeld groene daken marginaal zijn.

Een klimaatbestendige inrichting kan ook verkoelende effecten hebben op straat. Dit geldt met name voor water. Aangelegde waterberging en overige blauwe maatregelen leiden tot meer verdamping en reduceren daarmee de hoeveelheid beschikbare energie in de atmosfeer om de lucht te verwarmen. Blauwe maatregelen hebben daarmee een verkoelend effect op hun directe omgeving. Dit effect is wel relatief lokaal. en treedt alleen op wanneer het water in de blauwe maatregelen van een lagere temperatuur is dan de temperatuur van de lucht er omheen. Dit verkoelende effect kan leiden tot (positieve) gezondheidseffecten en zijn daarom ook daarin opgenomen (zie onder ‘gezondheid’). Uit onderzoek blijkt dat het vergroenen van verhard oppervlak de gevoelstemperatuur met 3 graden Celsius doet dalen. Wij berekenen per scenario het oppervlak waarvoor dit geldt.

2.4.8 Gezondheid (fysiek en mentaal)

Verschillende onderzoeken (o.a. (Vereniging Deltametropool, 2017), (Lee, 2015), (Vries, 2014)) beschrijven de relatie tussen groen en gezondheid. Een gezonde leefomgeving met goede luchtkwaliteit, verkoeling en o.a. de aanwezigheid van (meer) mogelijkheden tot bewegen zorgen voor minder gezondheidskwalen. Daarnaast leidt zicht op groen en/of toegang tot een groene omgeving in de stad voor een vermindering van stress. De doorwerking van hittestress is tevens meegenomen in het gezondheidseffect.

Een manier om deze gezondheidseffecten te waarderen is door te rekenen met vermeden zorgkosten en minder arbeidsverlies. Dit gebeurt ook in de tool TEEB-stad (zie o.a. (KPMG, 2012)). Beide effecten worden hieronder nader uitgewerkt.

- Vermeden zorgkosten: 0,835 minder patiënten per 1000 inwoners bij 1% meer groen binnen een straal van 1 km rond de woning; € 868 per patiënt.
- Voorkomen arbeidsverlies: € 6.341 per patiënt. Uitgaande van 0,835 patiënten minder per 1000 werkende mensen bij 1% meer groen, komt dit neer op € 5.294,74 minder arbeidsverlies per jaar.
- Om de bovenstaande kentallen te gebruiken, is het percentage additioneel groen voor S2 en S3 berekend. Vervolgens hebben wij aan de hand van GIS-kaarten het aantal woningen in de wijk binnen een straal van 100 meter vergroeningsmaatregelen bepaald. Voor S3 geldt dat het oppervlak groene daken niet meegeteld is, omdat de keuze gemaakt is voor extensief groene

daken die niet toegankelijk zijn voor de gebruiker van het gebouw. Daarnaast zijn de groene daken niet tot nauwelijks zichtbaar vanuit andere gebouwen. Het effect van groene daken op gezondheid is daarmee nihil. De overige vergroeningsmaatregelen uit S3 hebben wel een effect op gezondheid, deze zijn daarom wel meegenomen in het percentage additioneel groen in de wijk.

2.4.9 Biodiversiteit

De Werkwijzer Natuur, een onderdeel van de Algemene Leidraad MKBA, richt zich op veranderingen in ecosysteem-einddiensten en biodiversiteit als de belangrijkste welvaartseffecten van veranderingen in natuur. Ecosysteemdiensten zijn de stroom van diensten die door ecosystemen (bijvoorbeeld water, lucht, bossen en bodem) worden geleverd, waar de mens gebruik van maakt en die zo een bijdrage leveren aan welvaart. De drie belangrijkste categorieën van ecosysteemdiensten, conform CICES (Common International Classification of Ecoystem Services) zijn: Productiediensten, regulerende diensten en culturele diensten. Alleen ecosysteem-einddiensten dragen bij aan de menselijke welvaart. Deze einddiensten zijn de ‘outputs’ van de ecosystemen (natuurlijk, semi-natuurlijke of kunstmatige), die de welvaart van mensen rechtstreeks beïnvloeden. Voorbeelden hiervan zijn voedsel, drinkwater en recreatie in parken en andere natuur.

Biodiversiteit is een voorraadgrootheid van het natuurlijk kapitaal: de variatie, omvang en kwaliteit van soorten, populaties en ecosystemen. Biodiversiteit beïnvloedt de welvaart direct door het leveren van culturele diensten.

Volgens de Werkwijzer Natuur, kunnen effecten op biodiversiteit in de MKBA het beste worden benaderd door een verandering in natuurpunten. Dit is een maatstaf die de verandering van kwaliteit en kwantiteit van biodiversiteit in natuurgebieden in één getal, natuurpunten, weergeeft. Echter, het toepassen van de natuurpuntenmethodiek is nu nog niet mogelijk voor stedelijk gebied, omdat stedelijke natuurprofielen nog ontbreken. Dit is wel een beoogde toekomstige invulling voor biodiversiteit.

Als alternatieve waarderingsgrondslag zou een kengetal ‘niet-gebruikswaarde’ mogelijk zijn, conform de ‘oude’ leidraad. Echter deze is niet te koppelen aan een afstandsmaat, zoals het aantal bewoners binnen een straal van 50 of 100 meter. Daarom is uiteindelijk besloten om voor deze studie geen nadere kwantificering en monetarisering te maken van biodiversiteit, maar deze kwalitatief te waarderen. Wij hanteren hierbij de redenering van hoe meer vergroening, hoe beter de biodiversiteit.

2.4.10 Ontmoeten

Meer gelegenheid voor ‘ontmoeten’ is bedoeld om sociale cohesie en -veiligheid te bevorderen. De gelegenheid voor ontmoeten hangt af van wat er vergroend wordt en wat voor sociale functie er mogelijk aan gekoppeld kan worden. Niet voor alle maatregelen is dit effect relevant (bijvoorbeeld niet voor infiltratiekratten). Toename in gevoel van veiligheid en verbondenheid en toename in mogelijkheden tot ontmoeten als gevolg van de maatregelpakketten, wordt kwalitatief beschreven.

2.4.11 Bewustzijn klimaatopgave

Een groter bewustzijn van de inwoners van een wijk bij de klimaatopgave wordt als wenselijk gezien (‘awareness’). Dit draagt bij aan bewustere keuzes, meer zicht op eigen handelingsperspectief etc. Dit effect wordt kwalitatief beschreven afhankelijk van of de uitvoering en/of het effect van een maatregel zichtbaar gemaakt wordt. Hierbij gaat het ook om het delen van kennis rondom een maatregel, bijvoorbeeld een informatiebord bij een waterplein, het verstrekken van regentonnen en waterzakken etc.

2.5 Werkwijze aggregatie

In deze stap maken we een inschatting van het aandeel van elk verstedelijkingstype in de totale verstedelijkingsopgave 2040 op basis van de aangeleverde Dataset plancapaciteit woningen 2017 – 2040. De plannen met een omvang van >200 woningen zijn individueel getypeerd en wanner mogelijk ingedeeld naar een van de onderzochte casussen.

3 TYPERING VERSTEDELIJKINGSOPGAVE EN CASUSSELECTIE

De eerste stap in dit onderzoek zijn de typering van de verstedelijkingsopgave en daaropvolgende casusselectie. Aan de hand van diverse bronnen vatten we de verstedelijkingsopgave in een overzichtelijk aantal typen samen. Voor elk type wordt een casusgebied geselecteerd dat – bij benadering – representatief is. Binnen deze casussen worden kwetsbaarheidsanalyses uitgevoerd en maatregelpakketten opgesteld in de vorm van scenario's.

We hebben drie bronnen onderzocht om een beeld te krijgen van de verstedelijkingsopgave.

1. Discussienota Koers en Inzet Verstedelijkingsopgave Zuid-Holland en bijbehorende routekaart
2. Dataset plancapaciteit woningen 2017 – 2040
3. Pamflet van de verstedelijkingsalliantie

Voor elke bron is onderzocht in welke typen de verstedelijkingsopgave uiteenvalt. De volgende typen en casussen zijn geselecteerd, na bespreking in de werkgroep. In bijlage B wordt deze selectie uitgebreid inhoudelijk toegelicht.

Typen	Toelichting	Ruimtelijk handelingsperspectief	Case
1. Transitie van werk- naar woonlocaties	Transitie van haven-, industrie-, kantoor- of andere grootschalige werklocaties naar een stedelijk woonmilieu	Ingrijpende herstructurering van het gebied schept mogelijkheden voor grootschalige adaptatiemaatregelen. De ruimtelijke druk varieert van gemiddeld tot relatief hoog, wat vraagt om integrale oplossingen.	Binckhorst Den Haag
2. Herstructurering en verdichting van naoorlogse wijken en kernen	Herstructurering van verouderde stadswijken naar nieuwe woonmilieus, waar in de bestaande woningvoorraad wordt gesloopt en deels gerenoveerd.	De druk op de openbare ruimte neemt toe door hogere woningdichtheid en verschuiving van publiek naar private ruimte ((binnen)tuinen i.p.v. openbaar groen). Kleinschalige maatregelen mogelijk in beide domeinen.	Slikkerveer Ridderkerk
3. Verdichting nabij multimodale HOV-knooppunten	Verdichting in combinatie met kwalitatieve sprong stationsomgeving en omliggende wijk	Knooppunten liggen in hoog stedelijk gebied en ontwikkeling kan gefragmenteerd plaatsvinden. Grote maatregelen zijn moeilijk toepasbaar.	Stationsgebied Dordrecht
4. Bouwen in groen	Nieuwbouw van eengezinswoningen in agrarisch poldergebied.	Groot perspectief in zowel publiek als privaat domein, eenvoudige integratie in nieuw stedenbouwkundig plan.	Westergouwe Gouda
5. Verdichting op pand- of blokniveau	Realiseren van nieuwe woningen in oude voorzieningsgebouwen of sloop en nieuwbouw in veel hogere dichtheid (hoogbouw).	Weinig perspectief in openbare ruimte. Maatregelen worden op pand- of blokniveau genomen.	Rotterdam stadsdriehoek

Tabel 11 Interventietypen en casussen

4 CONCLUSIES, BEVINDINGEN EN VERVOLGSTAPPEN

De uitwerking van alle casussen en de aggregatie van de resultaten is terug te vinden in bijlage A.

In alle onderzochte casussen leidt de invulling van de verstedelijkingsopgave tot een grotere kwetsbaarheid voor wateroverlast, uitgedrukt in directe schade. Bij een standaard, niet klimaatbestendige, uitvoering leidt verstedelijking dus tot een grotere klimaatopgave voor het aspect wateroverlast.

Door adaptatiemaatregelen te nemen kan deze kwetsbaarheid verkleind worden zonder afwenteling op omliggende gebieden. Deze maatregelen vragen wel om aanvullende investeringen. Het is mogelijk om de bestaande verstedelijkingsplannen klimaatbestendig uit te voeren zonder daarmee af te doen aan de voorgenomen verdichting van het gebied. De adaptatiemaatregelen zijn qua ruimtebeslag inpasbaar in de geplande functies van de buitenruimte, of deze ruimte kan (eenvoudig) gevonden worden zonder andere vormen van ruimtegebruik onmogelijk te maken.

Klimaatbestendig verdichten leidt tot maatschappelijke (meer)waarde. Deze additionele meerwaarde (ten opzichte van de voorgenomen plannen) is het grootst in binnenstedelijke gebieden waar relatief weinig ruimte is gereserveerd voor groenvoorzieningen. Uit de onderzochte casussen blijkt dat de additionele meerwaarde voornamelijk bestaat uit een toename in vastgoedwaarde en een jaarlijks vermeden verwachtte schade. Bergingsmaatregelen in de publieke ruimte vragen over het algemeen minder investeringskosten dan maatregelen in de private ruimte. Maatregelen in de private ruimte brengen over het algemeen meer maatschappelijke baten dan maatregelen in de publieke ruimte (gezondheid, reductie hittestress, toegenomen vastgoedwaarde door maatregelen aan en op gebouwen).

In de volgende paragrafen wordt verder ingegaan op:

- De kwetsbaarheid van de casussen;
- de verschillen tussen de verstedelijkingstypen in kwetsbaarheid en de consequenties van de verschillende scenario's van maatregelpakketten op deze kwetsbaarheid;
- de maatschappelijke meerwaarde van de scenario's van maatregelpakketten;
- validatie en onzekerheden;
- en mogelijke vervolgstappen.

Kwetsbaarheid

Voor elke onderzochte casus geldt dat het casusgebied na verstedelijking (scenario 1) kwetsbaarder is voor wateroverlast dan in de huidige, niet verdichtte situatie (scenario 0) het geval is. Deze toename in kwetsbaarheid schrijven we toe aan de volgende oorzaken:

- In het verstedelijkingsscenario (S1) zijn de gebouwdrempels gemodelleerd volgens het nu geldende bouwbesluit (maximaal 2 cm). De oudere bebouwing in de huidige situatie (S0) heeft vaak hogere drempels (5 tot 10 cm), welke zijn overgenomen in het model. Lagere drempels in gevelopeningen leiden ertoe dat er in S1 bij lagere inundaties schade optreedt.
- In een enkele casus (de Binckhorst, Den Haag) wordt laagwaardige bebouwing (industrie) op grote schaal vervangen door hoogwaardiger bebouwing (woonfunctie, kantoren). Bij deze hoogwaardige bebouwing horen hogere schadecurven.
- Met de toenemende bebouwingsdichtheid neemt het aantal potentiele gebouwen dat schade ondervindt toe.
- Met de toenemende bebouwingsdichtheid kan regenwater zich minder makkelijk verspreiden over het gebied, wat lokaal tot hogere inundaties kan leiden.

Uit de casusuitwerking blijkt dat de mate van kwetsbaarheid verschilt tussen de verschillende verstedelijkingstypen (Tabel 12).

[€ x1.000]	Slikkerveer Ridderkerk	Binckhorst Den Haag	Spuiboulevard Dordrecht	Westergouwe Gouda
Oppervlakte casusgebied [ha]	7	59	10	13
Jaarlijks verwachte schade huidige situatie S0	€ 0.9	€ 268.9	€67.9	nvt*
Jaarlijks verwachte schade situatie na verdichting S1	€ 35.3	€ 480.7	€ 128.2	€18.3
Jaarlijks verwachte schade huidige situatie S0/ha	**€ 0.1**	**€ 4.6**	**€ 7.0**	**nvt***
Jaarlijks verwachte schade situatie na verdichting S1/ha	**€ 5.4**	**€ 8.2**	**€ 13.2**	**€ 1.4**

Tabel 12 Vergelijkingstabel kwetsbaarheid voor wateroverlast in directe schade, in de huidige, niet-verdichtte situatie en na verdichting

Ondanks het uitgangspunt van kosteneffectiviteit laten de cases verschillen zien in de totale kosten van de invulling van de bergingsopgave (Tabel 13). Bergingsmaatregelen in de publieke ruimte vragen in alle onderzochte cases om minder investeringskosten dan maatregelen in de private ruimte.

[€ x1.000]	Slikkerveer Ridderkerk	Binckhorst Den Haag	Spuiboulevard Dordrecht	Westergouwe Gouda
Oppervlakte casusgebied [ha]	6.5	58.9	9.7	13.0
Totale kosten pakket publieke ruimte S2	€ 328	€ 3.592	€ 1.282	€ 307
Totale kosten pakket publieke ruimte S2/ha	€ 50	€ 61	€ 132	€ 24
Totale baten pakket publieke ruimte S2	€ 1.732	€ 9.516	€ 2.865	€ 333
Totale baten pakket publieke ruimte S2/ha	€ 266	€ 162	€ 294	€ 26
Saldo pakket publieke ruimte S2	**€ 1.404**	**€ 5.924**	**€ 1.583**	**€ 25**
Saldo pakket publieke ruimte S2/ha	**€ 216**	**€ 101**	**€ 162**	**€ 2**
Totale kosten pakket private ruimte S3	€ 845	€ 12.928	€ 3.254	€ 3.481
Totale kosten pakket private ruimte S3/ha	€ 130	€ 220	€ 334	€ 269
Totale baten pakket private ruimte S3	€ 1.319	€ 11.822	€ 3.274	€ 726
Totale baten pakket private ruimte S3/ha	€ 202	€ 201	€ 336	€ 56
Saldo pakket private ruimte S3	**€ 464**	**€ -1.106**	**€ 20**	**€ -2.755**
Saldo pakket private ruimte S3/ha	**€ 71**	**€ -19**	**€ 2**	**€ -212**

Tabel 13 Vergelijkingstabel resultaten MKBA

Klimaatbestendig verdichten leidt tot maatschappelijke (meer)waarde. Deze additionele meerwaarde (ten opzichte van de voorgenomen verdichtingsplannen) is het grootst in binnenstedelijke gebieden waar in de voorgenomen verdichtingsinvulling relatief weinig groenvoorzieningen zijn en bestaat uit een toename in vastgoedwaarde. Daarnaast is de vermeden jaarlijks verwachte schade door extreme neerslag een grote baat in de MKBA van alle cases. Tabel 13 laat een vergelijking van de MKBA-resultaten tussen de verschillende casussen zien.

Bevindingen aangaande de verschillende typen verstedelijking

De studie laat zien dat de ambitie om klimaatbestendig te verdichten uiteenlopende consequenties heeft, afhankelijk van het type verstedelijking en bijbehorende ruimtelijke randvoorwaarden. In de onderzochte casussen leidt een hogere bebouwingsdichtheid tot een maatregelpakket met meer ondergrondse maatregelen of tot meervoudig ruimtegebruik, resulterende in hogere investeringskosten. Daarnaast zijn er enkele specifieke bevindingen gedaan per casus:

Casus herstructurering en verdichting van naoorlogse wijken en kernen (Slikkerveer, Ridderkerk). Hier is relatief veel open, groene ruimte beschikbaar, wat het invullen van de adaptatieopgave in de publieke ruimte mogelijk maakt tegen relatief lage investeringskosten. In de casus is ruimte gevonden om de klimaatopgave van aanliggende straten op te lossen tegen dezelfde relatief lage investeringskosten.

Casus transitie van werk- naar woonlocaties (Binckhorst, Den Haag). Deze grootschalige ontwikkeling maakt grootschalige adaptatiemaatregelen mogelijk in de publieke ruimte. Invulling van de opgave in de private ruimte komt door de gekozen verstedelijkingsvorm, relatief weinig private buitenruimte, snel neer op relatief kostbare blauw-groene daken. De MKBA van het maatregelpakket in de private ruimte (scenario 3) komt dan ook negatief uit. Het is mogelijk om meer (gezondheids)baten in dit scenario te genereren door tegen hogere investeringskosten daken toegankelijk te maken.

Casus verdichting in historische wijken nabij multimodale HOV-knooppunten (Spuiboulevard, Dordrecht). In dit verstedelijkingstype is de ruimtedruk het hoogste. Daardoor is in de gefragmenteerde ontwikkeling weinig ruimte voor grootschalige bovengrondse adaptatiemaatregelen. Deze casus leunt dan ook het zwaarst op ondergrondse bergingsvoorzieningen met hogere investeringskosten. Ook hier wordt een groot deel van de private opgave opgelost met kostbare blauw-groene daken.

De *casus bouwen in groen (Westergouwe, Gouda)* kent de laagste bebouwingsdichtheid van alle casussen. In het ontwerp is in ruime mate in oppervlaktewater en groen voorzien. De adaptatieopgave is tegen lage kosten op te vangen in de publieke ruimte en het watersysteem. Zwaar inzetten op de private ruimte, met veel blauw-groene daken, leidt tot een zeer negatieve maatschappelijke businesscase vanwege de hoge investeringskosten die hiermee gepaard gaan.

Casus verdichting op pand- en blokniveau (Stadsdriehoek, Rotterdam). In deze casus is een afwijkende benadering gekozen en is de investering in een multifunctioneel dak (toegankelijk tuindak met extra waterberging) afgewogen tegen de schaduwprijs voor waterberging in binnenstedelijk gebied. De daktuin brengt extra grote gezondheidsbaten waardoor de MKBA positief uitvalt.

Uit de analyse van de totale plancapaciteit woningen 2017-2040 blijkt dat het aandeel van het verstedelijkingstype “bouwen in groen” het grootst is. In verschillende beleidsstukken wordt juist ingezet op de overige verstedelijkingstypen om bouwen in groen (gedeeltelijk) te vermijden.

Bevindingen ten aanzien van S2, adaptatiemaatregelen in de publieke ruimte

De bestudeerde casussen laten verschillen zien in economische efficiëntie, maar voor S2 geldt dat het saldo bij alle casussen positief is. Dit wil zeggen dat een klimaatbestendige inrichting in de publieke ruimte, zoals ingericht in S2 in deze studie, voor de betreffende casussen tot hogere baten dan kosten leidt.

De grootste baten zijn de stijging in de vastgoedwaarde en vermeden schade door wateroverlast. Bij de casussen Dordrecht en Binckhorst, de meest intensieve locaties, is de baat door vermeden schade het hoogste. Bij de casus in Ridderkerk is de vastgoedwaarde stijging het grootste. Dit komt door de relatief grote positieve verandering naar zicht op een groene omgeving bij de omliggende straten.

De verschillende casussen leiden ook tot gezondheidsbaten. In Ridderkerk is dit effect het grootste en in Westergouwe is dit effect nihil. Dit laatste komt doordat er in Westergouwe relatief weinig groen toegevoegd wordt ten opzichte van het uitgangsontwerp S1. De *additionele* baten zijn daarmee marginaal. Deze bevinding geldt voor de bredere opgave bouwen in groen. Bij bouwen in groen treden er niet tot nauwelijks additionele gezondheidsbaten of vastgoedwaarde stijging op. Hieruit kan geconcludeerd worden dat in binnenstedelijk gebied meer extra baten te winnen zijn.

Voor alle casussen geldt dat de gemonetariseerde baat door afvang van fijnstof marginaal is.

Bevindingen ten aanzien van S3, adaptatiemaatregelen in de private ruimte

Scenario 3 heeft niet bij alle casussen een positief saldo. Bij Ridderkerk, Dordrecht en Rotterdam is het saldo wel positief. Bij deze casussen wegen de kosten dus op tegen de baten. Bij de casussen Binckhorst en Westergouwe is het saldo sterk negatief. Hier wordt dus, vanuit economisch oogpunt, een sterke voorkeur gegeven aan S2 ten opzichte van S3. In alle gevallen zijn de totale kosten van adaptatiemaatregelen in S3 hoger dan in S2. De baten zijn in veel gevallen ook hoger, maar wegen niet altijd op tegen de kosten.

De grootste baten bij S3 zijn vermeden schade en stijging van de vastgoedwaarde, eveneens als bij S2. De oorzaak van de vastgoedwaarde stijging is in S3 echter verschillend. Bij S3 treedt er met name vastgoedwaarde stijging op door groene daken op panden zelf en beperkter door zicht op een vergroende omgeving. De groene daken op relatieve hoogbouw zijn niet zichtbaar voor de omgeving.

Bij de casus Stadsdriehoek zijn de gezondheidsbaten de grootste baat. Dit wordt veroorzaakt door de toegankelijke daktuin waar relatief veel mensen toegang tot hebben.

Daarnaast onderscheidt S3 zich van S2 doordat er meer groen is op privaat terrein. Hierdoor ondervindt een beperkte groep mensen de baten hiervan. In sommige gevallen is de totaalhoeveelheid additioneel groen zelfs kleiner dan op het publiek terrein. Dit leidt bijvoorbeeld tot een kleiner positief effect op biodiversiteit en hittestress in S3 ten opzichte van S2.

Validatie, onzekerheden en mogelijke vervolgstappen

De focus in dit onderzoek ligt op wateroverlast. Klimaatbestendigheid ten opzichte van bijvoorbeeld droogte (inclusief bodemdaling, funderingen, waterkwaliteit) of overstromingen is niet meegenomen. Reductie van hittestress is meegenomen in dit onderzoek, maar slechts als “bijvangst” van het realiseren van meer groen, niet als leidend motief. De verbinding met deze klimaateffecten en gevolgen moet dus nog gelegd worden en zal de kosten-baten verhouding beïnvloeden.

We hebben ervoor gekozen om aan de hand van schadesommen bij verschillende klimaatbuien een jaarlijks verwachte schade af te leiden, en deze als jaarlijkse baat op te nemen in de MKBA. In de praktijk komen we verschillende vertrekpunten tegen in de doelmatigheidsafweging tussen adaptatiemaatregelen en potentiele schade. Gemeenten zullen zelf een gedragen afwegingskader tussen kosten en (al dan niet diverse maatschappelijke) baten samenstellen.

De kwetsbaarheid voor wateroverlast is gesimuleerd in een oppervlakte-afstromingsmodel, exclusief interactie met het rioolsysteem of het oppervlaktewater. Eenzelfde methode wordt gebruikt bij bijvoorbeeld het samenstellen van wateroverlastkaarten in de klimaatatlas Zuid-Holland. De gesimuleerde inundatiediepte en de daarvan afgeleide gebouwschade door water kan bij een meer gedetailleerde simulatie anders uitvallen. Het gekozen detailniveau achtten wij voor het doel van deze studie voldoende betrouwbaar.

Om tot vergelijkbare uitkomsten te komen is er voor alle casussen eenzelfde “definitie” van klimaatbestendigheid aangaande wateroverlast gehanteerd. Deze is gebaseerd op de uitgangspunten van verschillende gemeenten in Zuid-Holland. In de praktijk zal deze definitie per gemeente en gebied worden bepaald (in bijvoorbeeld een risicodialoog) en is het zeer goed mogelijk dat deze tussen de onderzochte contexten verschilt.

Er zijn aannames gedaan over het vasthoudvermogen van maatregelen, op basis van bestaand onderzoek en ervaringen met klimaatbestendig ontwerpen. In de praktijk is het mogelijk dat berging en ook infiltratie in

mindere mate mogelijk is waardoor er andere maatregelen genomen worden tegen hogere of juist lagere investeringskosten.

De maatregelpakketten zijn op basis van kosteneffectiviteit, vasthoudvermogen, ruimtebeslag en algemene technische geschiktheid samengesteld. In de praktijk kunnen andere overwegingen en een gedetailleerder inzicht in de lokale hydrologisch en ruimtelijke situatie in onder- en bovengrond leiden tot een ander maatregelpakket.

Voor de geraamde gemiddelde investeringskosten van maatregelen houden we een onzekerheidsmarge van 30% aan, passend bij de toepassing van bergingsmaatregelen in stedelijk gebied. Alle bedragen zijn incl. overhead (eenmalige-, bouwplaats kosten, uitvoeringskosten en winst & risico). Echter exclusief Voorbereiding, Administratie & Toezicht (VAT), BTW en onvoorzien.

De gevoeligheidsanalysen van de MKBA laten enkele onzekerheden zien. In alle gevallen zijn de resultaten van S3 (maatregelen in private ruimte) sterk gevoelig voor variatie in de vastgoedwaardestijging. In de basisresultaten is een vastgoedwaardestijging van 1,4% aangenomen bij woningen met zicht op vergroeningsmaatregelen en bij woningen waar zelf klimaatbestendige maatregelen toegepast zijn (zoals een blauw/groen dak). Wanneer we uitgaan van een situatie waarin de vastgoedwaarde niet stijgt, betekent dit voor een aantal casussen dat het eerdere positieve saldo negatief wordt. Dit geldt voor S3 bij Ridderkerk, Dordrecht en Stadsdriehoek. In deze situatie wegen de kosten dan niet meer op tegen de baten.

De bandbreedte bij de investeringskosten (+- 30%) leidt voor S2 niet tot een grote verandering van de resultaten. Voor S3 geldt dat bij de casussen Dordrecht en Stadsdriehoek het positieve saldo verschuift naar een negatief saldo. De baat vastgoedwaardestijging heeft een grotere invloed op de uitkomsten van de MKBA. Variatie in grootte van deze baat (0%, 1,4% zoals gehanteerd, of 5%) doet in veel gevallen ook de resultaten van de MKBA anders (positief of juist negatief) uitslaan. De aangenomen 1,4% vastgoedwaardestijging is conservatief, in literatuur wordt een range van 1,4% tot 20% aangegeven. Nader onderzoek moet uitwijzen welke waarden ook in verstedelijkingsopgave van Zuid-Holland te realiseren en te verrekenen zijn.

Uitdaging blijft dat de investeringskosten niet door dezelfde partij gedragen worden als waar de baten terechtkomen. Daarnaast zijn baten niet altijd direct te verzilveren (denk aan gezondheidsbaten). Vervolgonderzoek kan uitwijzen wie de grootste baathouders zijn bij verschillende klimaatbestendige ontwerpen en grondexploitaties. Daarna kan een strategie gevormd worden om baathouders en investeerders bij elkaar te brengen.

Naar mate een groter deel van de klimaatopgave op gebouwniveau of ander privaat terrein moet worden ingevuld nemen de investeringskosten van maatregelen snel toe. Door klimaatadaptatie een stevige plek te geven in de initiatiefase, aanbestedingscriteria, nota van uitgangspunten en masterplan kan een effectieve balans tussen maatregelen in publiek en privaat terrein gevonden worden, en de daarmee samenhangende mogelijke extra maatschappelijke meerwaarde.

REFERENTIES

Basisregistratie adressen en gebouwen, 2018

Cammerer, H., A. H. Thieken, and J. Lammel (2013), Adaptability and transferability of flood loss functions in residential areas

Chatterton, J. (undated) The Value of Water Level Management in the Somerset Drainage Boards Consortium, unpublished report prepared by J. Chatterton Associates for the Somerset Drainage Boards Consortium

Penning-Rowsell, E.C. and Chatterton, J.B. (1977) The Benefits of Flood Alleviation: A Manual of Assessment Techniques (the 'Blue Manual'), Gower Publishing, Aldershot

Penning-Rowsell, E., Priest, S. Parker, D., Morris, J. Tunstall, S., Viavattene, C., Chatterton, J., Owen, D. (2013). *Flood and Coastal Erosion Risk Management*.

Suleman, M.S., N'Jai, A., Green, C.H. and PenningRowsell, E.C. (1988) Potential Flood Damage Data: A Major Update, Flood Hazard Research Centre, Middlesex Polytechnic, London

Websites:
MCM 2015a https://www.mcm-online.co.uk/wp-content/uploads/2015/05/Ch4-House-Photos.pdf.S
MCM 2015b https://www.mcm-online.co.uk/wp-content/uploads/2015/05/Ch5-Matching-NRD-to-MCM-Codes.pdf

BIJLAGE A CASUSUITWERKINGEN

5 CASUS HERSTRUCTURERING EN VERDICHTING VAN NAOORLOGSE WIJKEN EN KERNEN: SLIKKERVEER RIDDERKERK

In dit hoofdstuk behandelen we de case Slikkerveer te Ridderkerk. Deze is representatief voor het verstedelijkingstype “herstructurering en verdichting van naoorlogse wijken en kernen”. Het gebied wordt begrensd door de Willem Landréstraat, Diepenbrockstraat, Van Anrooystraat, Reijerweg en de Johann Sebastian Bachstraat.

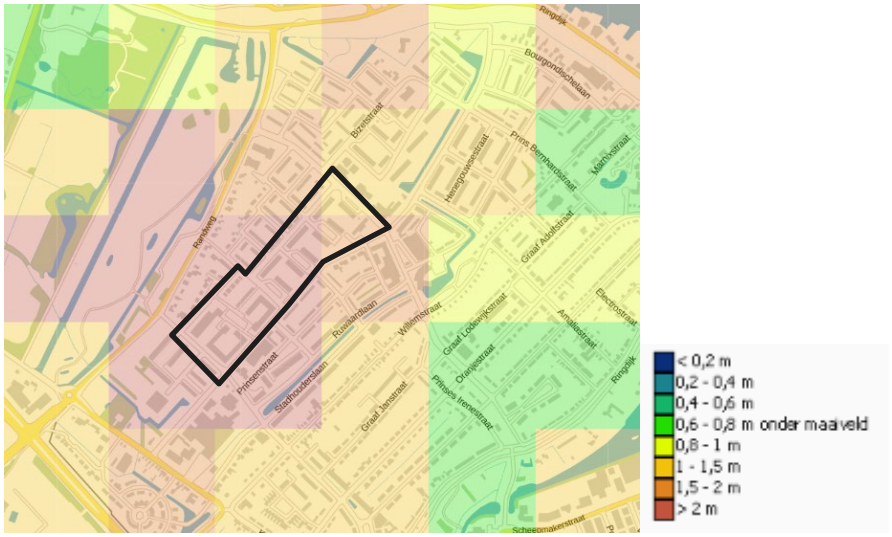
5.1 Gebiedsbeschrijving en kwetsbaarheid huidige situatie (scenario 0)

Het casusgebied bestaat voornamelijk uit portiekflats, allen gebouwd in 1965 (BAG). De flats staan tussen relatief grote open grasvelden die openbaar toegankelijk zijn. Vergeleken met de directe omgeving is het casusgebied open en groen. Op de begane grond van de flatgebouwen bevinden zich garageboxen en de entrees tot de stijgpunten. Beiden (garageboxen en entree) hebben een drempel van 5cm ten opzichte van het aanliggende maaiveld.

Figuur 4 Huidige situatie Slikkerveer Ridderkerk

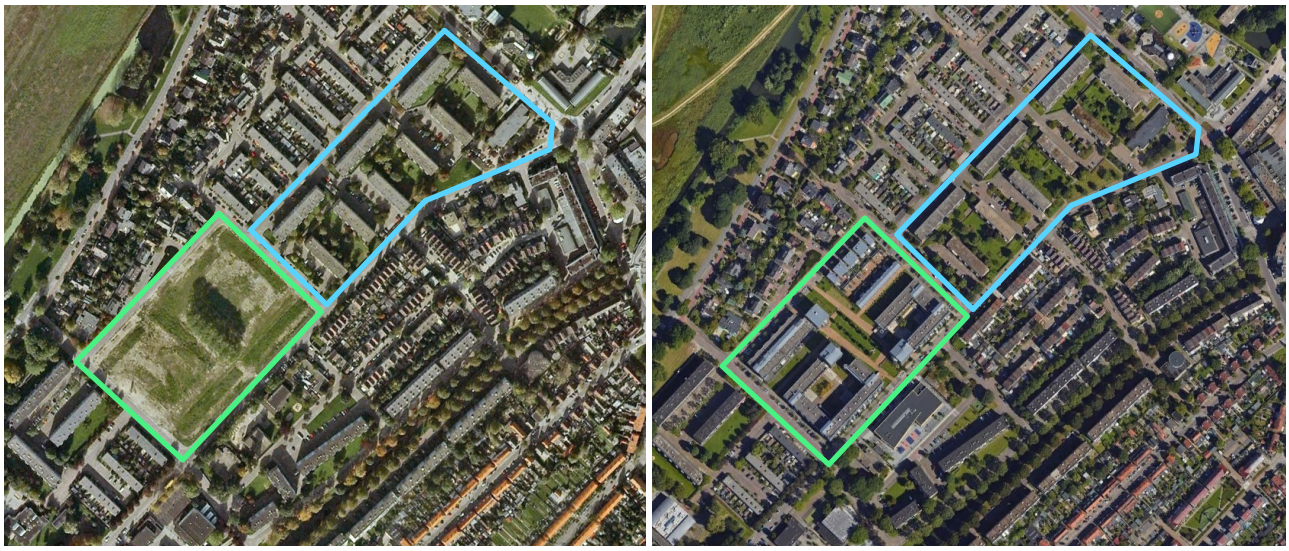
Grondwaterstand

De gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) in het casusgebied (Figuur 5) ligt lager dan 1,5m onder maaiveld.



Figuur 5 Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand in het casusgebied (bron: klimaateffectatlas)

In een gedeelte van het gebied heeft al verstedelijking plaatsgevonden. Om scenario 0 in te vullen reconstrueren we de situatie van voor de tussen 2005 en 2007 uitgevoerde bouw.



Figuur 6 Slikkerveer voor en na verdichting in 2005 (bron: google earth)

Bovenstaande figuur laat de situatie voor (links) en na (rechts) het woningbouwproject zien. In de linker figuur zijn de contouren van de voormalige flatgebouwen nog te herkennen (groen omlijnd). Deze configuratie is gebruikt om de situatie voor S0 compleet te maken en het bepalen van de kwetsbaarheid.

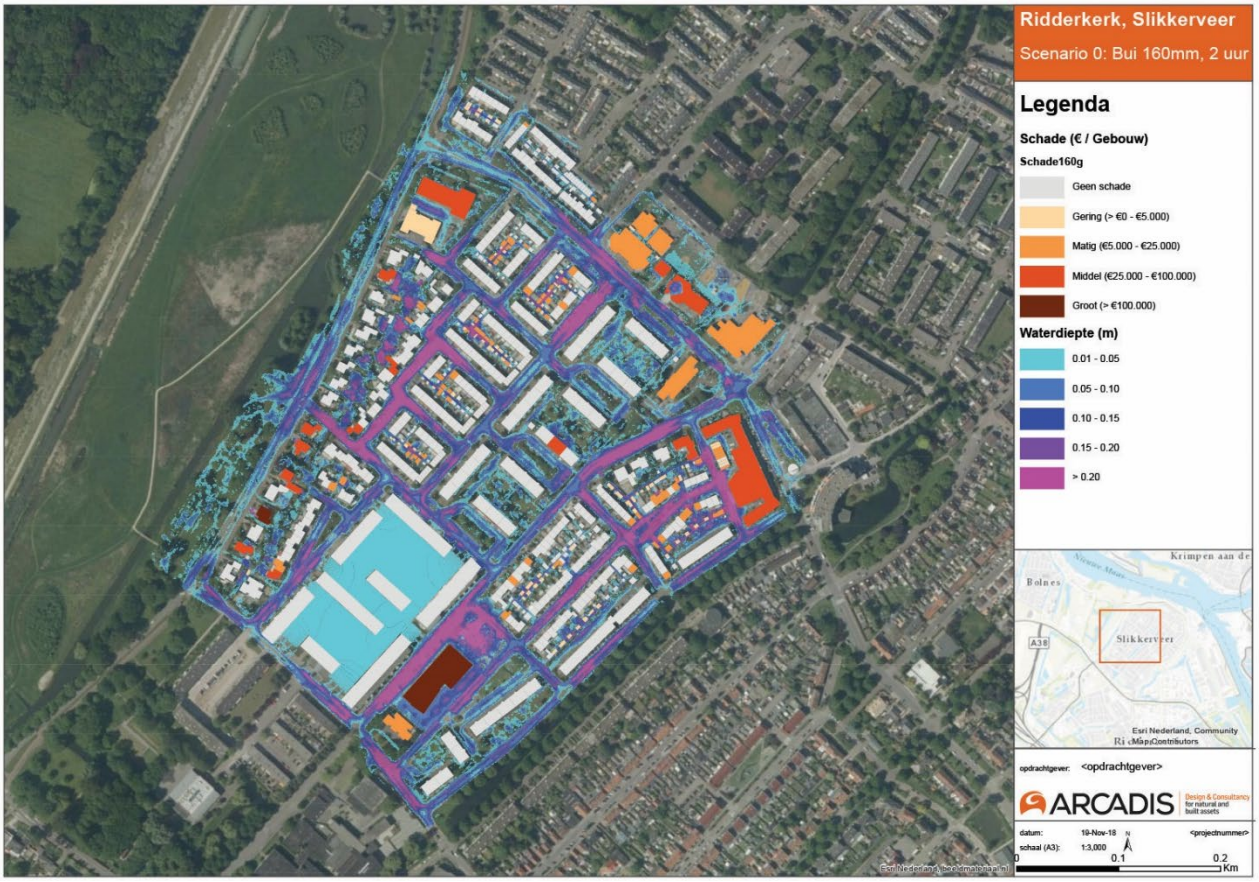
De figuren op de volgende pagina's laten de gesimuleerde wateroverlast zien voor de drie neerslaggebeurtenissen in Slikkerveer scenario 0.

Figuur 7 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Slikkerveer S0, 50mm in 1u

Figuur 8 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Slikkerveer S0, 70mm in 1u

Figuur 9 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Slikkerveer S0, 160mm in 2u

De figuren laten zien dat het casusgebied minder kwetsbaar is dan haar omgeving. Regenwater verzamelt zicht voornamelijk in de omliggende lagergelegen straten en veroorzaakt daar relatief veel schade. Vooral aan enkele grote schoolgebouwen, winkels en bedrijfsgebouwen. Zelfs bij de zwaarste neerslagebeurtenis (160mm in 2u



Figuur 9) veroorzaakt regenwater weinig schade. Er komt water op straat en de rest van het maaiveld voor, maar de waterdiepte blijft onder de toegewezen drempelwaarden, met uitzondering van een van de flats in het midden van het gebied waar € 27.000 schade optreedt. Bij dezelfde neerslaggebeurtenis ontstaat er € 11.400 waterschade bij het wijkcentrum Slikkerveer.

Tabel 12 laat de berekende totale schade in het casusgebied voor elke neerslaggebeurtenis zien. Uit deze getallen is ook de jaarlijkse verwachtschade bepaald.

	50mm	70mm	160mm	Jaarlijkse verwachte schade
Ridderkerk S0	€10.900	€11.000	€38.600	€900

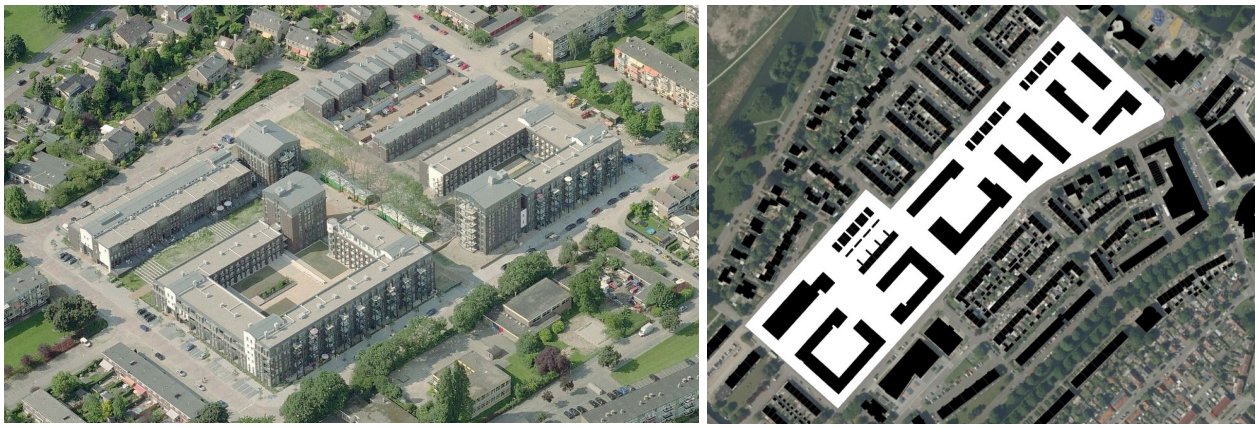
Tabel 14 Schade bij gesimuleerde neerslaggebeurtenissen in Slikkerveer S0

5.2 Situatie en kwetsbaarheid na verstedelijking (scenario 1)

Zoals beschreven in voorgaande paragraaf is Slikkerveer in haar huidige vorm al gedeeltelijk verdicht. We gebruiken het stedenbouwkundig ontwerp en configuratie van dit deel van het gebied als blauwdruk voor de invulling van scenario 1 voor het hele casusgebied.

De portiekflats uit scenario 0 hebben plaatsgemaakt voor stedelijke blokken, met een mix van beneden- en bovenwoningen. Daarnaast zijn er enkele eengezinswoningen (rijtjeswoningen) met tuin in het plan opgenomen. Een deel van het groen is behouden, maar per saldo blijft er minder open, groene ruimte over. Onder alle appartementengebouwen is een parkeerkelder opgenomen om in genoeg parkeerplaatsen te voorzien. De binnentuinen van beide blokken liggen om die reden op de eerste verdieping.

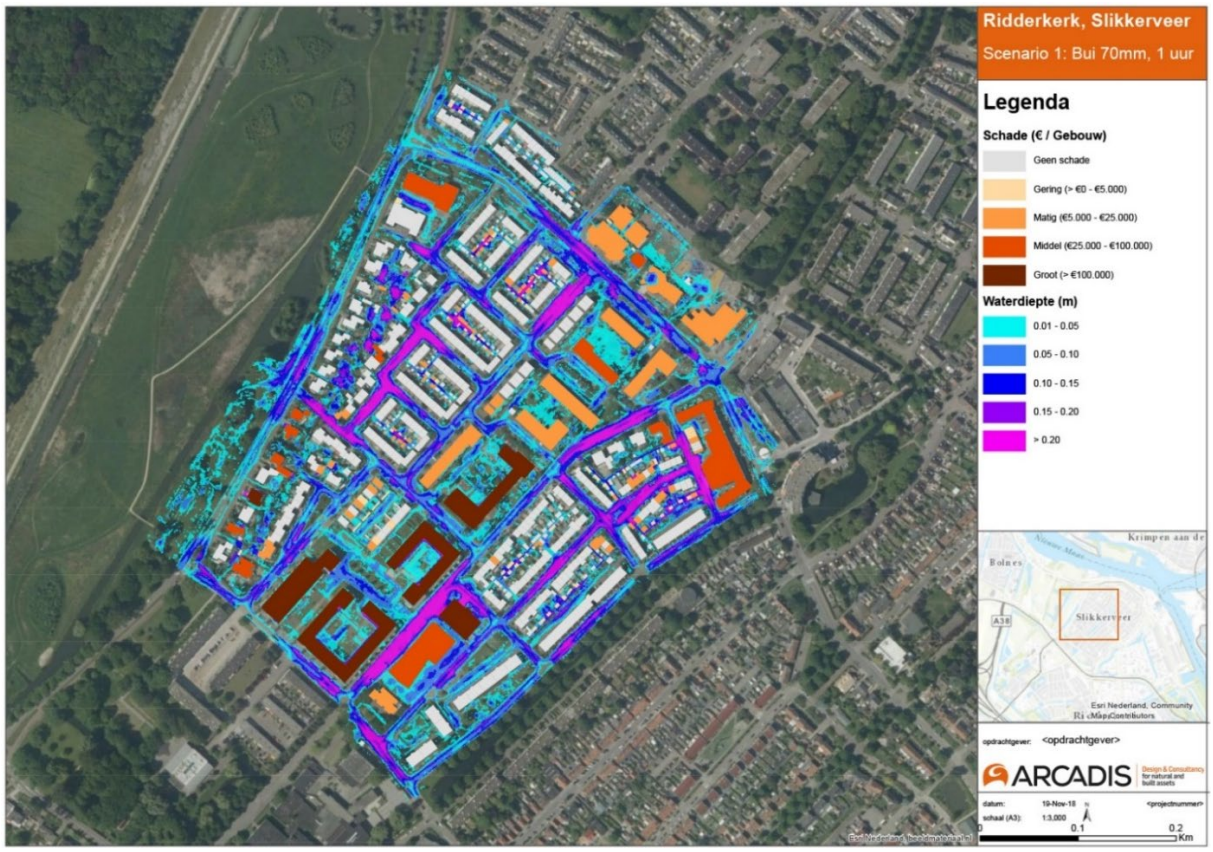
De uitgevoerde bouw laat geen watercompensatie zien, terwijl de hoeveelheid verharding met meer dan 500m2 toeneemt. Voor de invulling van S1 nemen we dit over, en wordt er geen oppervlaktewater voor watercompensatie in het gebied toegepast.



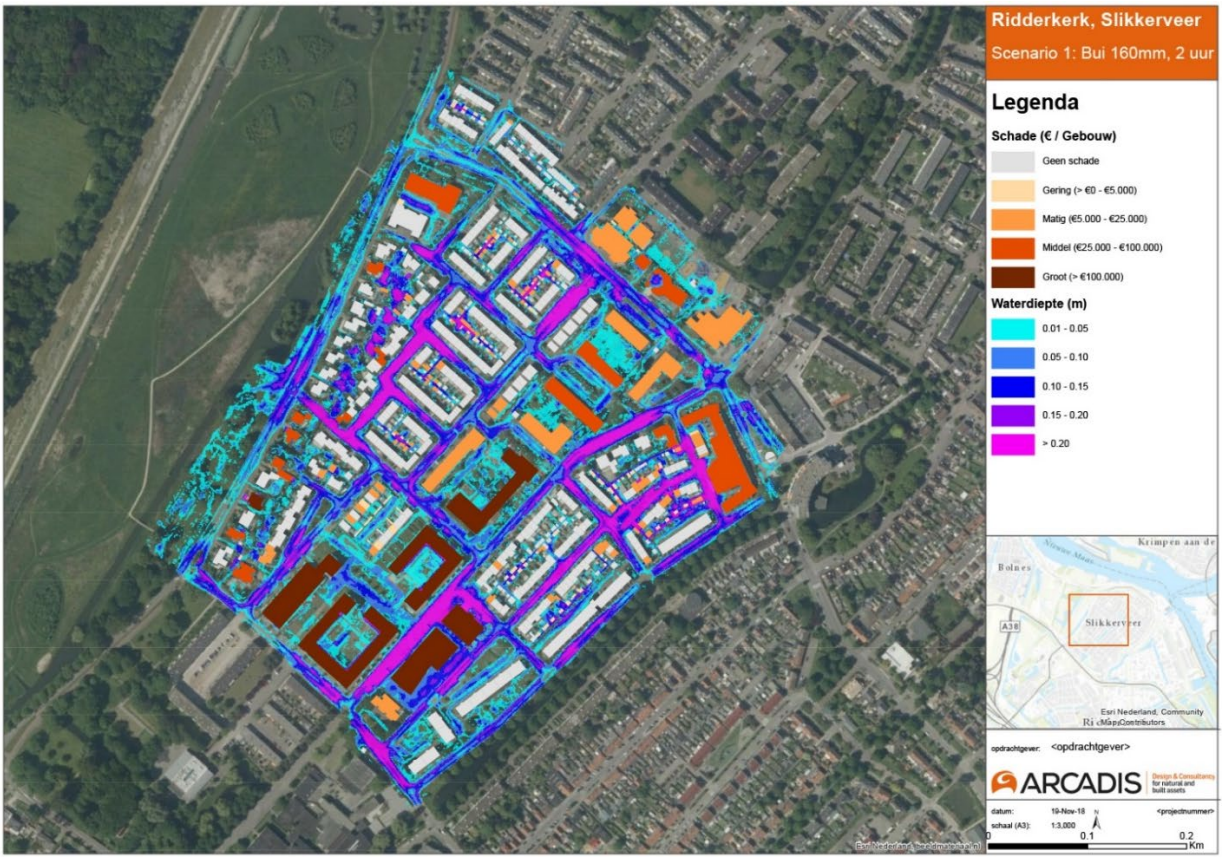
Figuur 10 Links het reeds verdichtte deel in Slikkerveer, rechts de doorvertaling naar de rest van het casusgebied in S1.

De volgende kaartbeelden laten de kwetsbaarheid van het casusgebied in scenario S1 zien.

Figuur 11 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Slikkerveer S1, 50mm in 1u



Figuur 12 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Slikkerveer S1, 70mm in 1u



Figuur 13 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Slikkerveer S1, 160mm in 2u

De kwetsbaarheid van het casusgebied bij wateroverlast neemt toe bij verdichting en is toe te wijzen aan twee zaken. Allereerst staat er meer en hoogwaardiger bebouwing in het gebied. Waar de begane grond van de portiekflats uit S0 nog voornamelijk bestond uit garages en opslagruimte, vinden we hier in S1 benedenwoningen voor terug. Daarbij komt dat de drempelhoogtes bij nieuwbouw standaard 2 cm zijn, en regenwater ook bij piekbuiten van relatief lage intensiteit makkelijk de woningen binnenstroomt en schade veroorzaakt.

	50mm	70mm	160mm	Jaarlijkse verwachte schade
Ridderkerk S0	€10.900	€11.000	€38.600	€900
Ridderkerk S1	€593.900	€652.200	€696.400	€35.300

Tabel 15 Schade bij gesimuleerde neerslaggebeurtenissen in Slikkerveer S0 en S1

5.3 Maatregelen publieke ruimte (scenario 2)

Volgens de beschreven werkwijze is scenario 2 gevuld met maatregelen om de kwetsbaarheid van het verstedelijkte casusgebied te verminderen. In dit scenario wordt de totale opgave verwerkt in de openbare ruimte.

Figuur 14 Mogelijke bergingsmaatregelen Slikkerveer S2

De GHG laat de toepassing van wadi's toe. Deze zijn deels toegepast in de geplande groene ruimte, en daarnaast door verdere vergroening van wegprofielen. Stoepen zijn vergroend, met als uitgangspunt dat er steeds een breedte van minimaal 1,80m aan verharding overblijft voor normaal voetgangersverkeer. Wadi's met een beperkte omvang voorzien in maximaal 0,3m3/m2 berging, in tegenstelling tot wadi's met een grote omvang die in een bergingscapaciteit van 0,5m3/m2 voorzien. In de investeringskosten zijn verbindingen tussen de wadi's onderling en met het riool via "slokops" opgenomen.

Onderstaande tabel laat zien hoe het gebied kan voorzien in berging van 50mm in de openbare ruimte.

Maatregelpakket S2 (publiek) 50mm	Oppervlakte	Bergings capaciteit	Berging m3	€/m3	Kosten
Afvoer rioolstelsel	65.136	0,02	1.303	0	0
Berging daken	16.223	0,002	32	0	0
Berging verhard	31.711	0,0005	16	0	0
Berging onverhard	15.527	0,004	62	0	0
Infiltratie	15.527	0,003	47	0	0
Wadi ondiep	3.199	0,3	9.560	167	€ 160.300
Wadi diep	1.675	0,5	837	100	€ 83.700
Totaal			**3.257**		€ **244.000**
OPGAVE 50mm			**3.257**		

Onderstaande tabel laat zien hoe het gebied kan voorzien in berging van 70mm in de openbare ruimte.

Maatregelpakket S2 (publiek) 70mm	Oppervlakte	Bergings capaciteit	Berging m3	€/m3	Kosten
Afvoer rioolstelsel	65.136	0.02	1.303	0	0
Berging daken	16.223	0.002	32	0	0
Berging verhard	18.356	0.0005	9	0	0
Berging onverhard	17.202	0.004	69	0	0
Infiltratie	15.527	0.003	47	0	0
Berging op straat	13.355	0.1	1.336	0	0
Wadi klein	3.199	0.3	960	167	€ 160.300
Wadi groot	1.609	0.5	805	100	€ 80.500
Totaal			**4.561**		€ **240.800**
OPGAVE 70mm			**4.561**		

Belangrijk verschil met de invulling van de 50mm opgave is de inzet van 10cm berging op straat en parkeerplaatsen. Bij acceptatie van deze overlast kan het gebied zonder extra maatregelen in de 70mm bergingsopgave voorzien. Door water “tussen de banden” te accepteren wordt zelfs extra berging gecreëerd en zijn er iets minder bergingsmaatregelen nodig. De maatregel “berging op straat” is bij nieuwbouw kostenneutraal. Het bergen van de 50mm bui in het gebied zelf zonder water op verharding is daarom het leidende maatregelpakket in de MKBA omdat hier de investeringskosten het hoogst zijn.

In het gebied is ruimte om meer regenwater te bergen dan de 50mm opgave vraagt. Er is ruimte voor extra berging van water uit de omgeving 1205m3 in de vorm van 2410m2 wadi’s van 0,5m diep. De gemodelleerde wateroverlast en daarmee samenhangende gebouwschade ten zuidwesten en noorden van het casusgebied (zie Figuur 13) zou daarmee gedeeltelijk voorkomen kunnen worden.

5.4 Maatregelen private ruimte (scenario 3)

Volgens de beschreven werkwijze is scenario 3 gevuld met maatregelen om de kwetsbaarheid van het verstedelijkte casusgebied te verminderen. In dit scenario wordt het deel van de opgave dat op privaat gebied valt daar volledig verwerkt. De resterende opgave wordt verwerkt in de publieke ruimte.

Figuur 15 Mogelijke bergingsmaatregelen Slikkerveer S3

De private ruimte in Slikkerveer bestaat uit de gebouwen, de binnentuinen van de bouwblokken en de tuinen van de eengezinswoningen, samen 42.2% van de totale oppervlakte.

Maatregelpakket S3 (privaat) 70mm	Oppervlakte	Bergings capaciteit	Berging m3	€/m3	Kosten
Berging daken	16.223	0.002	32		0
Berging verhard	4.281	0.0005	2		0
Berging onverhard	6.988	0.004	28		0
Infiltratie	2.244	0.003	7		0
Bergingscassettes binnentuinen	2.585	0.6	1.551	200	€ 310.200
Infiltratiekratten	507	0.6	304	550	€ 167.200
Totaal			1,924		€ 477.400
Aanvullende maatregelen in publieke ruimte					
Afvoer rioolstelsel			1.303		
Berging verhard			7		
Berging onverhard			42		
Wadi klein	1.488	0.3	447	167	€ 74.500
Wadi groot	1.675	0.5	838	100	€ 83.800
TOTAAL-maatregelpakket S3					€ **635.700**

5.5 Maatschappelijke kosten-baten analyse

5.5.1 Invoer

Onderstaande tabel presenteert de gegevens die gebruikt zijn als invoer voor de maatschappelijke kosten-baten analyse.

Invoer voor de MKBA	*Eenheid*	Slikkerveer, Ridderkerk	
		S2	*S3*
Investeringskosten totaal	*Euro's*	€ 244.000	€ 635.700
Beheer- en onderhoudskosten	*Euro's per jaar*	€ 4.900	€ 12.700
Vermeden schade (interventiegebied)	*Euro's per jaar*	€17.200	€17.200

Gemiddelde WOZ-waarde (interventiegebied)	*Euro's*	€ 200.000	€ 200.000
Aantal woningen met zicht op groen t.o.v. S1 in gebied	*Aantal woningen*	547	412
Aantal woningen met zicht op groen t.o.v. S1 buiten gebied*	*Aantal woningen*	40	40
Aantal woningen waarvan het dak vergroend wordt[4]	*Aantal woningen*	0	0
Aantal personen met zicht op groen in gebied	*Aantal personen*	1.203	906
Aantal personen met zicht op groen buitengebied*	*Aantal personen*	88	88
% toename van groen in interventiegebied t.o.v. s1	*%*	4,91	3,32
Aantal ha additioneel groen t.o.v. s1	*ha*	0,32	0,22

Tabel 16 Invoer voor de MKBA Slikkerveer, Ridderkerk (: wordt opgeteld bij de aantallen in het interventiegebied)*

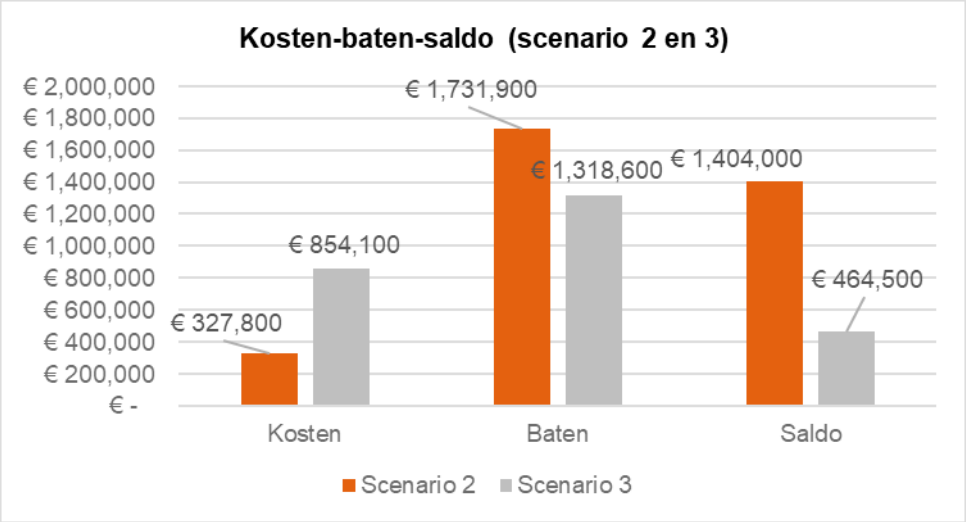
5.5.2 Resultaten

De hierboven gepresenteerde invoer vormt de basis voor de economische waardering van maatschappelijke effecten van S2 en S3. De grafiek in Figuur 16 geeft de kosten, baten en het saldo van beide de scenario's weer. En in Figuur 17 is de verdeling van de baten van S2 en S3 in een cirkeldiagram weergegeven.

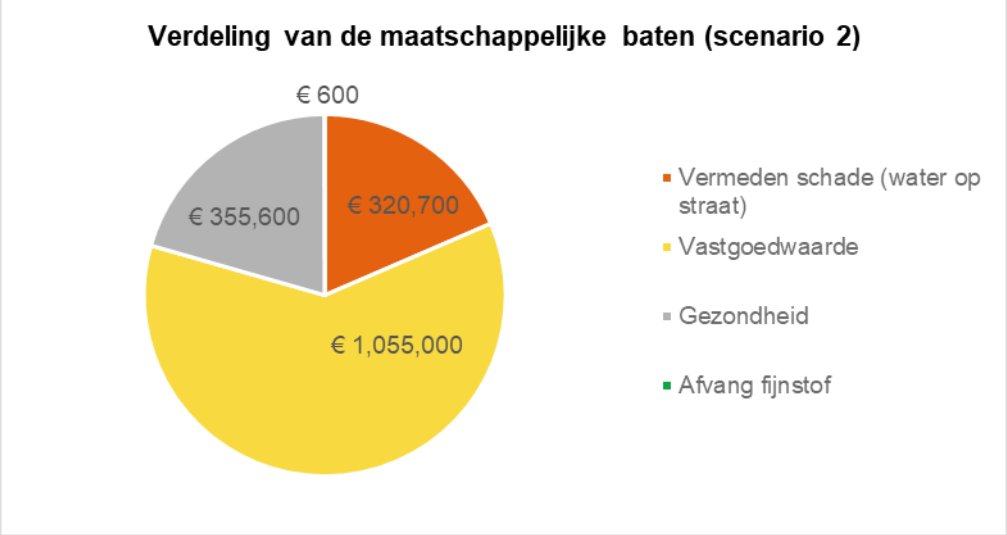
Hieronder worden de belangrijkste resultaten toegelicht:

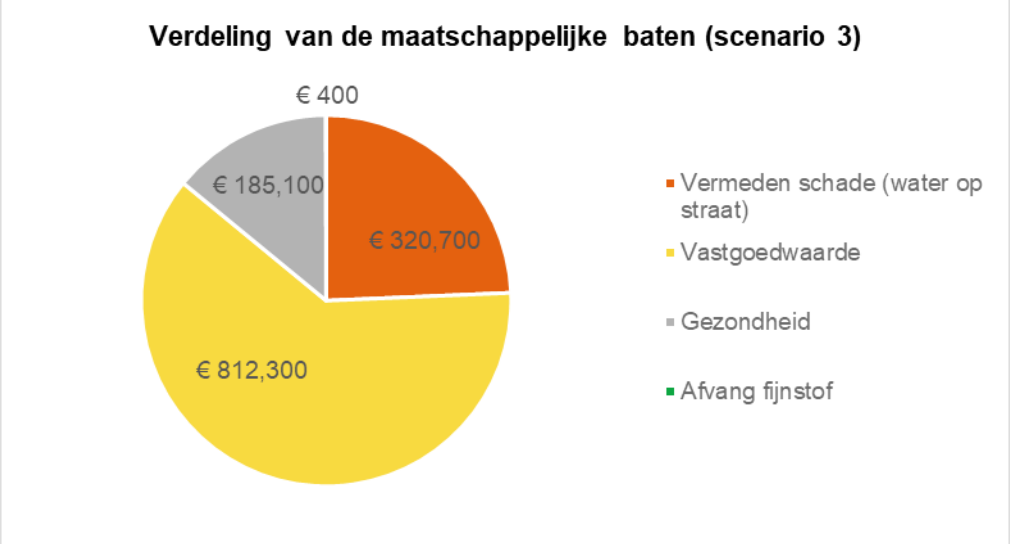
- Het saldo van kosten en baten is voor zowel S2 als S3 positief. Dit wil zeggen dat in beide scenario's de baten hoger zijn dan de kosten. De totale baten van S2 zijn circa €500.000 hoger dan die van S3. Dit wordt met name veroorzaakt doordat er bij S2 een groter oppervlak aan klimaatbestendige maatregelen getroffen wordt. Daarnaast zijn de kosten van S3 relatief hoog. Vanuit economisch perspectief geniet S2 daarom de voorkeur boven S3.
- Kijkende naar de verdeling van de baten bij beiden scenario's, kunnen we concluderen dat de vastgoedwaardestijging de grootste baat is. De vastgoedwaardestijging wordt veroorzaakt doordat woningen zicht hebben op vergroeningsmaatregelen die dat eerst niet hadden. De vastgoedwaardestijging is echter relatief onzeker. Er zou bijvoorbeeld gesteld kunnen worden dat niet alle woningen verkocht worden in de analyseperiode van de MKBA. Daarnaast geeft de literatuur een zekere spreiding aan in procentuele vastgoedwaardestijging na vergroeningsmaatregelen. De vastgoedwaarde baat is waarschijnlijk een overschatting. In de volgende paragraaf wordt de gevoeligheid van de vastgoedwaardestijging op de totale resultaten van de MKBA bepaald.
- Naast vastgoedwaardestijging resulteren beiden scenario's ook in gezondheidsbaten en vermeden schade bij regenwateroverlast. Deze twee baten zijn vergelijkbaar in grootte. De vermeden schade bij regenwateroverlast wordt veroorzaakt door de additionele bergingscapaciteit die S2 en S3 opleveren.
- De vermeden schade bij S2 is gelijk aan de vermeden schade bij S3, omdat het uitgangspunt is dat door aanleg van allebei de scenario's de schade door water op straat volledig voorkomen wordt.
- Gezondheidsbaten ontstaan doordat mensen toegang en/of zicht hebben op additioneel groen in de wijk. Het gezondheidseffect wordt bij S2 met name bepaald door de vele hoeveelheid groen in de publieke ruimte. Het gezondheidseffect bij S3 is lager, omdat er een kleinere hoeveelheid groen zichtbaar is voor bewoners en het publiek.
- Het totale areaal aan vergroeningsmaatregelen is bij S3 lager dan bij S2. Dit verklaart het verschil in vastgoedwaarde- en gezondheidsbaten.
- De gemonetariseerde baat van afvang van fijnstof is te verwaarlozen; het aandeel van deze baat binnen de totale baten is lager dan 0,05%.

[4] Hierbij is een gemiddeld dakoppervlak van 80 m^2 gehanteerd per woning.



Figuur 16 Kosten, baten en saldo van S2 en S3 in Slikkerveer, Ridderkerk

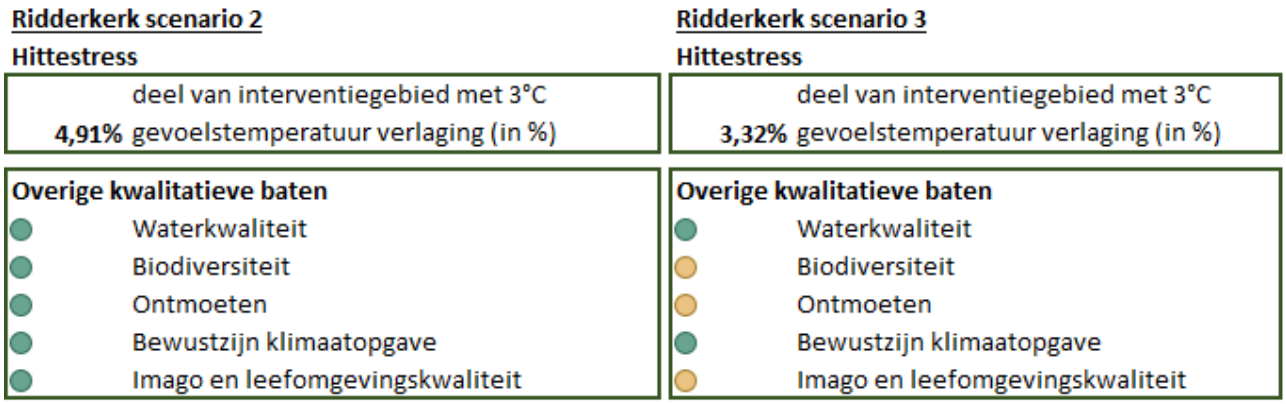




Figuur 17 Verdeling van de maatschappelijke baten van S2 en S3 in Slikkerveer, Ridderkerk

De bovenstaande figuren laten echter niet het volledige plaatje zien. Een aantal van de effecten zijn niet te waarderen in Euro's. Figuur 18 geeft middels een 'stoplichten model' weer welke overige baten optreden. Een groen stoplicht geeft een sterke positieve bijdrage weer, een oranje stoplicht een matige positieve bijdrage en een grijs stoplicht wil zeggen dat de betreffende baat niet optreedt. De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- Zowel S2 als S3 leidt tot een afname in hittestress. S2 leidt tot een grotere temperatuurverlaging dan S3. 4,9% van het interventiegebied ervaart een gevoelstemperatuur verlaging van drie graden Celsius bij S3, terwijl dit bij S3 maar 3,3% is. S2 heeft dus een groter verlagend effect op hittestress dan S3.
- Het additioneel vasthouden van water in het gebied leidt in alle gevallen tot het verminderen van overstorten en daarmee tot een verbetering van de waterkwaliteit.
- Scenario 2 heeft een sterker positief effect op de biodiversiteit dan scenario 3, omdat er bij S2 een groter oppervlak vergroend wordt.
- S2 geeft meer mogelijkheden voor ontmoeten en sociale activiteiten dan S3, omdat in S3 met name privaat terrein vergroend wordt. Dit private terrein is enkel voor de gebouwgebruiker toegankelijk en daarmee niet voor het publiek. In S2 is er meer groen in de openbare ruimte en kunnen er dus meer mensen gebruik maken van het groen en elkaar daar ontmoeten.
- Voor het imago en de leefomgevingskwaliteit van de wijk geldt dat met name het totaal vergroende deel van de wijk relevant is, ongeacht of het zich op publiek of privaat terrein bevindt. In S2 wordt er meer vergroend dan in S3. S2 heeft daarom een positiever effect op imago en leefomgevingskwaliteit dan S3, maar beiden leiden tot een verbetering.
- Tot slot resulteren, S2 en S3 allebei in een vergroting van het bewustzijn van de klimaatopgave. Voor scenario 2 geldt dat het publiek groen (o.a. wadi's) zichtbaar zijn voor het publiek en daarmee bewustzijn vergroten.



Figuur 18 Kwalitatieve baten scenario 2 en scenario 3.

5.5.3 Gevoeligheidsanalyse

Tabel 15 geeft de kosten, baten en het saldo weer van de verschillende gevoeligheidsanalyses die zijn uitgevoerd. Per gevoeligheidsanalyse is de afwijking met het saldo van de basisuitkomsten gepresenteerd. Uit de resultaten kan geconcludeerd worden dat met name de procentuele vastgoedwaardestijging bepalend is voor het saldo van kosten en baten in Ridderkerk. Wanneer we de vastgoedwaardestijging niet meenemen is het saldo bij S3 niet meer positief. Bij S2 geldt dit niet. De variatie in investeringskosten (+ en –30%) leidt tot een relatief beperkte verschuiving in het saldo.

Tabel 17 Gevoeligheidsanalyse Ridderkerk

Gevoeligheidsanalyse Ridderkerk	Totale kosten (Euro, contante waarden)	Totale baten (Euro, contante waarden)	Saldo (Euro, contante waarden)	Afwijking met het saldo van de basisuitkomsten (%)
Scenario 2				
Basis	€ 327.800	€ 1.731.900	€ 1.404.000	
Totale investeringskosten +30%	€ 426.200	€ 1.731.900	€ 1.305.700	-7 %
Totale investeringskosten -30%	€ 229.500	€ 1.731.900	€ 1.502.400	7 %
Vastgoedwaardestijging van 5% i.p.v. 1,4%	€ 327.800	€ 4.444.600	€ 4.116.800	193 %
Geen vastgoedwaardestijging	€ 327.800	€ 676.900	€ 349.100	-75 %
Scenario 3				
Basis	€ 854.100	€ 1.318.600	€ 464.500	
Totale investeringskosten +30%	€ 1.110.300	€ 1.318.600	€ 208.200	-55 %
Totale investeringskosten -30%	€ 597.900	€ 1.318.600	€ 720.700	55 %
Vastgoedwaardestijging van 5% i.p.v. 1,4%	€ 854.100	€ 3.407.400	€ 2.553.400	449 %
Geen vastgoedwaardestijging	€ 854.100	€ 506.200	-€ 347.900	-175 %

6 CASUS TRANSITIE VAN WERK- NAAR WOONLOCATIES: BINCKHORST DEN HAAG

Bedrijfsterrein de Binckhorst in Den Haag zal in de komende decennia transformeren tot een woon-werk gebied. Het gebied is een van de omvangrijkste gebiedsontwikkelingen in Zuid-Holland. De Binckhorst is representatief voor het verstedelijkingstype “transitie van werk- naar woonlocaties”.

6.1 Gebiedsbeschrijving huidige situatie (scenario 0)

De Binckhorst is een grootschalig bedrijfsterrein en bestaat uit grote bedrijfshallen en omliggende terreinen, enkele kantoren, grootschalige winkels en utiliteiten zoals de afvalverwerking. Op enkele plekken heeft de traditionele laagwaardige bedrijvigheid al plaats gemaakt voor een nieuw type bedrijven dat zich richt op dienstverlening. Momenteel worden de voorbereidingen getroffen voor de aanleg van de Rotterdamsebaan, die de Binckhorst via een tunnel verbindt met de A4. Daarmee zal het gebied in de toekomst een belangrijke schakel zijn in de verbinding van Den Haag met het snelwegennet.

Figuur 19 Interventiegebied casus Binckhorst

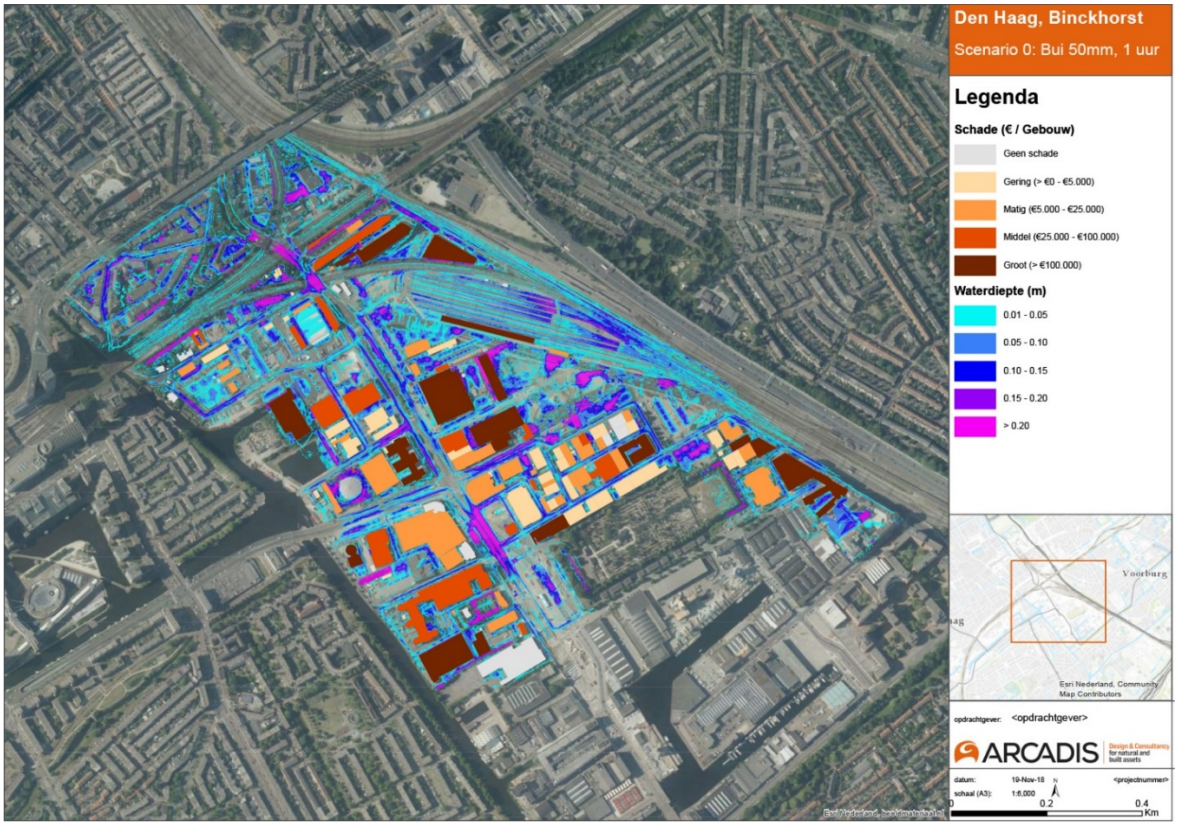
Grondwaterstand

De gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) in het casusgebied (Figuur 5) ligt lager dan 1,0m onder maaiveld.

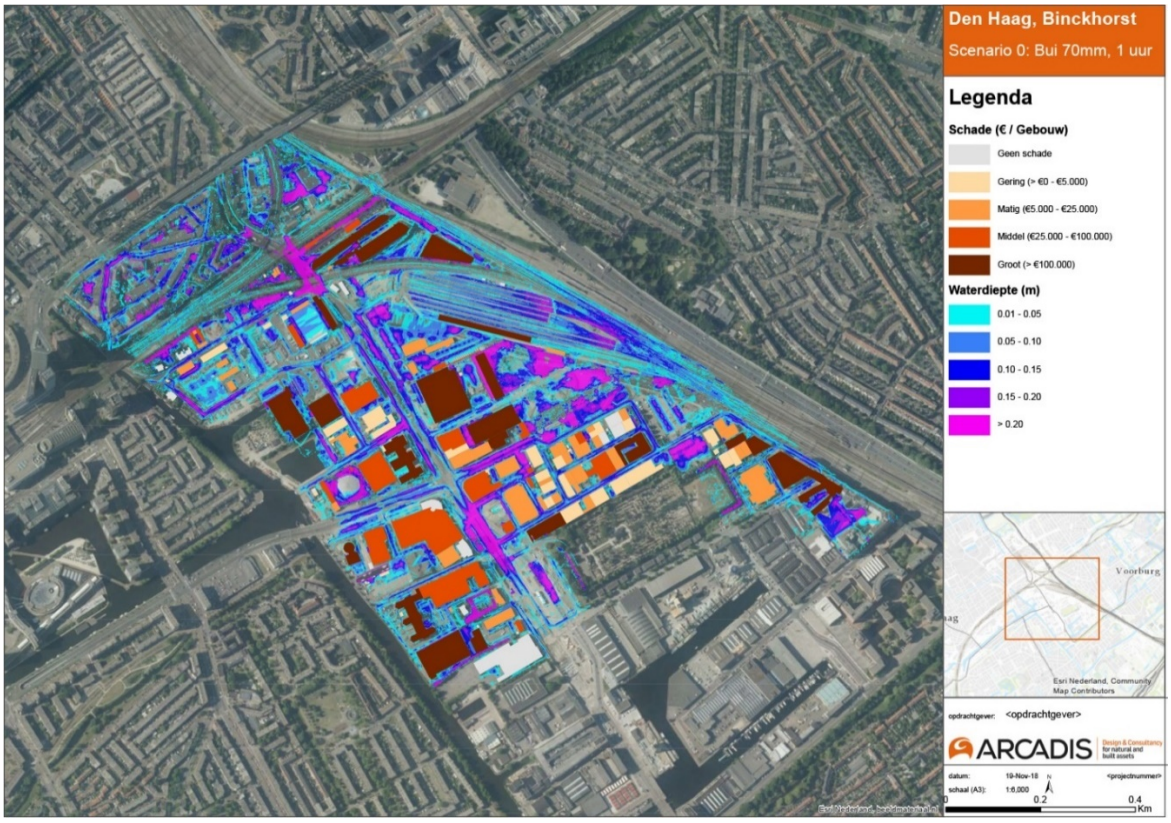
Figuur 20 Gemiddelde hoogste grondwaterstand Binckhorst (bron: klimaateffectatlas).

Kwetsbaarheid extreme neerslag S0

Onderstaande figuren laten de gesimuleerde waterdiepte en daaruit berekende schade zien voor de drie extreme neerslaggebeurtenissen in Binckhorst S0.



Figuur 21 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Binckhorst S0, 50mm in 1u



Figuur 22 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Binckhorst S0, 70mm in 1u

Figuur 23 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Binckhorst S0, 160mm in 2u

Binckhorst is in de huidige situatie kwetsbaar voor wateroverlast. Het midden van het interventiegebied ligt relatief laag, en door de open opzet van het gebied kan regenwater zich eenvoudig via het maaiveld op dit punt verzamelen. Bij de 50mm bui krijgen enkele bedrijfshallen lokaal meer dan 20 cm water tegen de gevel aan te staan, met incidenteel een bijbehorende schade van meer dan € 600,000.00. In dit specifieke geval betreft het gelijk een van de grootste gebouwen in het gebied van 9,000 m2. De schade per m2 komt dan uit op € 66.00.

	50mm	70mm	160mm	Jaarlijks verwachte schade
Binckhorst S0	€ 8.548.300	€ 10.700.000	€ 13.862.300	€ 268.900

Tabel 18 Schade bij gesimuleerde neerslaggebeurtenissen in Binckhorst S0

6.2 Situatie na verstedelijking (scenario 1)

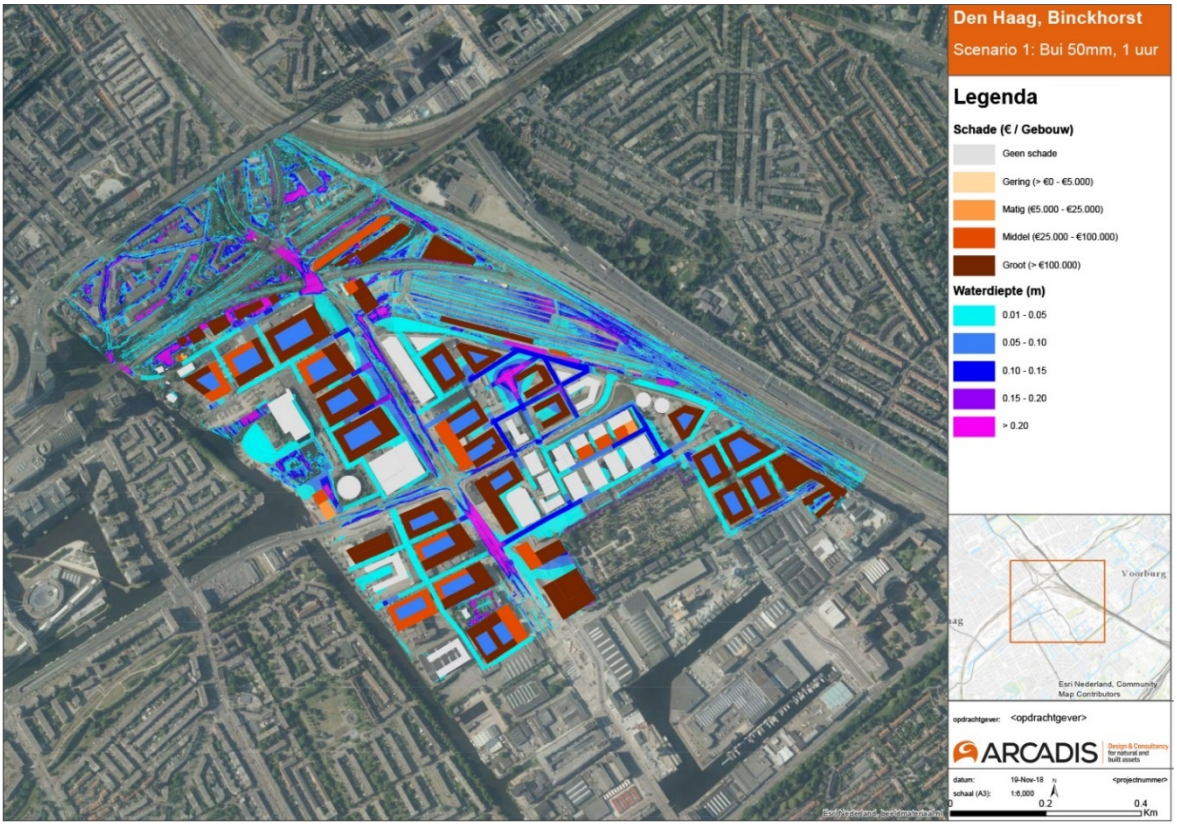
De gemeente Den Haag zet stevig in op de Binckhorst als hét binnenstedelijke verdichtingsgebied van de toekomst. Voor de invulling van S1 is gebruik gemaakt van een bestaande verkenning, zie Figuur 24. Figuur 25 laat zien hoe deze bestaande verkenning is vertaald naar een ruimtelijke opzet voor S1.

Figuur 24 Verkenning voor de transformatie van de Binckhorst (uitgevoerd door bureau POSAD).

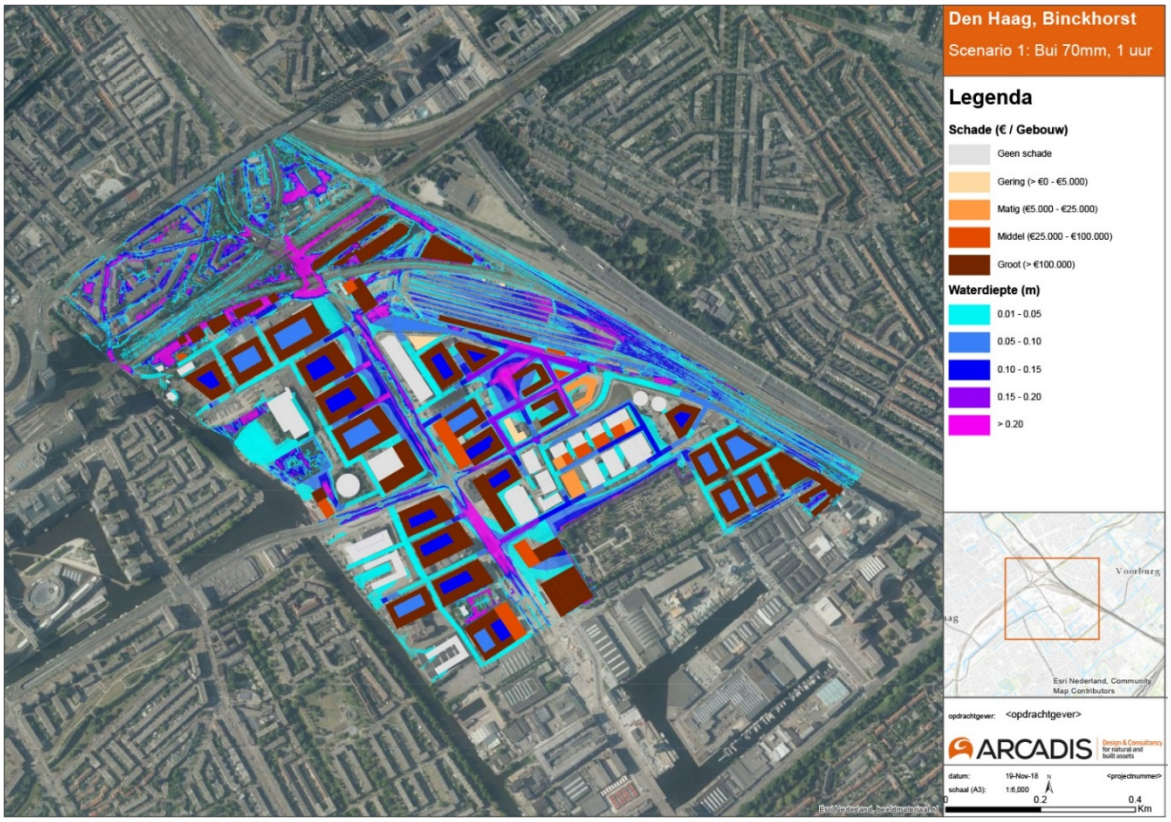
Figuur 25 *Situatie casusgebied Binckhorst na verstedelijking in S1*

Kwetsbaarheid extreme neerslag S1

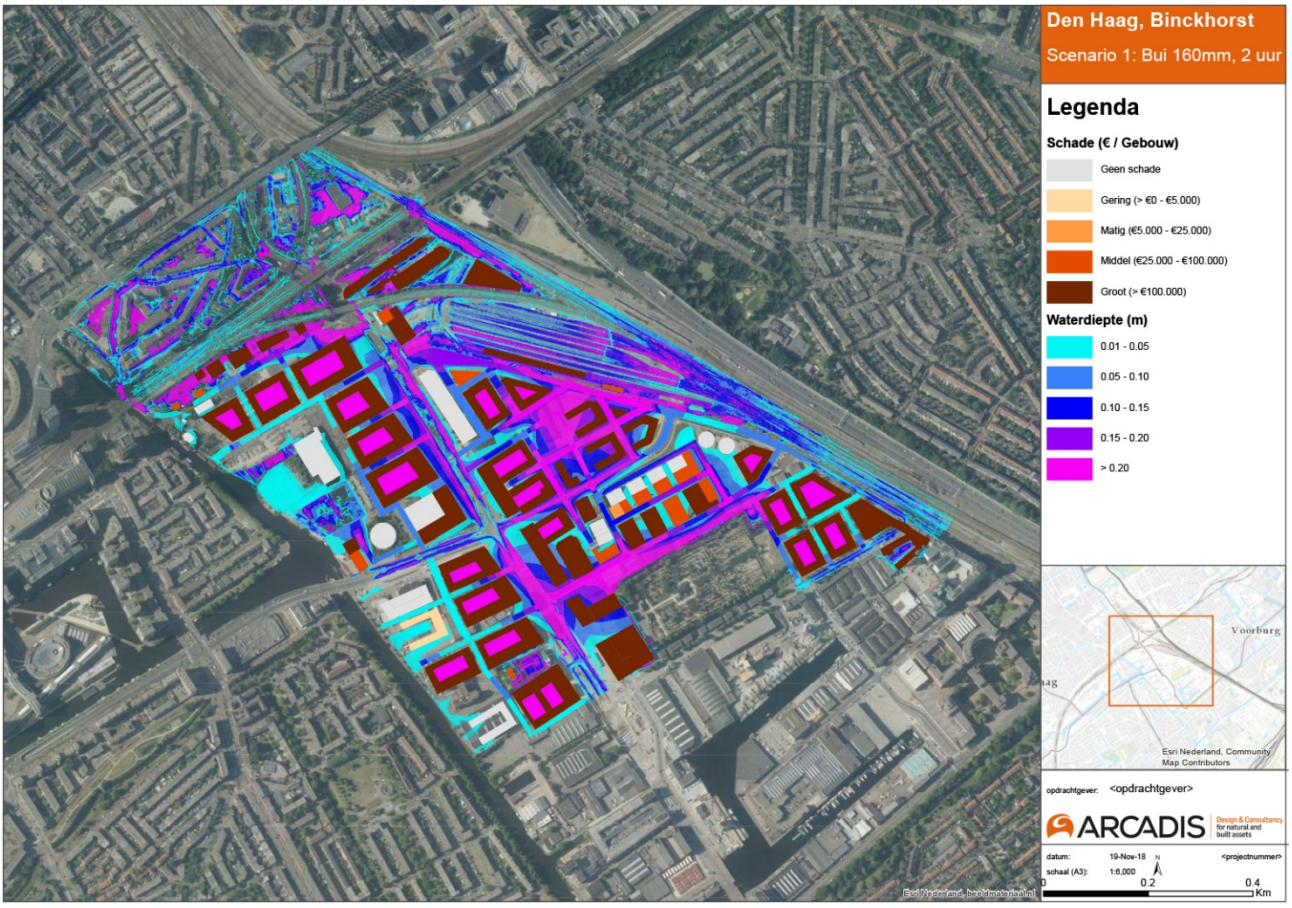
Onderstaande figuren laten de gesimuleerde waterdiepte en daaruit berekende schade zien voor de drie extreme neerslaggebeurtenissen in Binckhorst S1.



Figuur 26 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Binckhorst S1, 50mm in 1u



Figuur 27 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Binckhorst S1, 70mm in 1u



Figuur 28 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Binckhorst S1, 160mm in 2u

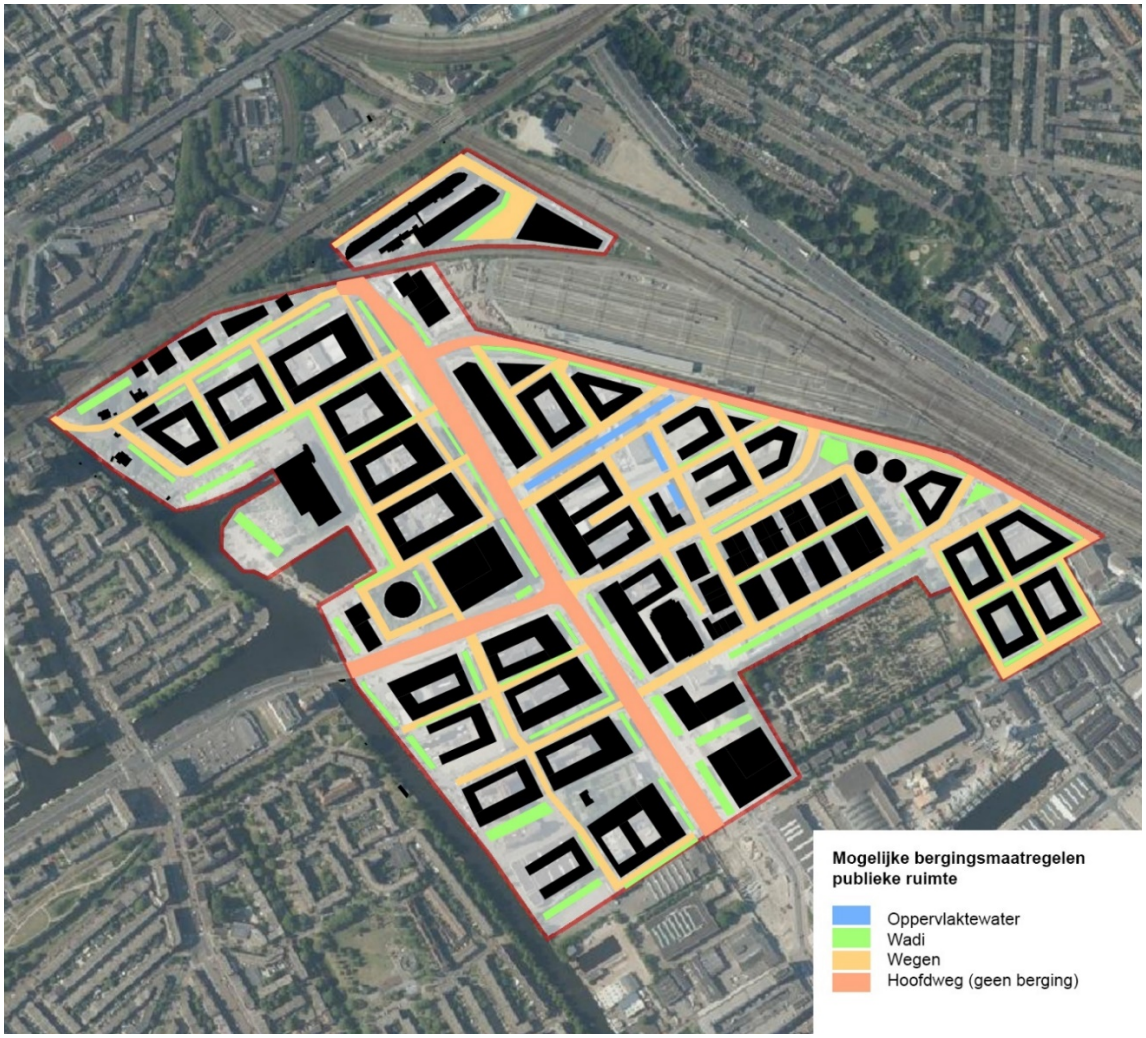
Na verdichting is de Binckhorst kwetsbaarder voor wateroverlast. Hoogwaardige woon- en winkelfuncties zijn in de plaats gekomen van de relatief laagwaardige bedrijfsfuncties. Regenwater verdeelt zicht beter over het gebied door de aanleg van meer wegen en de egalisering van het maaiveld bij nieuwbouw. Tegelijkertijd is duidelijk te zien dat de verschillende binnentuinen van de gesloten stedelijke bouwblokken voor hoge inundatiedieptes en daarmee samenhangende schade zorgen.

	50mm	70mm	160mm	Jaarlijks verwachte schade
Binckhorst S0	€ 8.548.300	€ 10.700.000	€ 13.862.300	€ 268.900
Binckhorst S1	€13.651.700	€20.205.300	€45.313.300	€ 480.700

Tabel 19 Schade bij gesimuleerde neerslaggebeurtenissen in Binckhorst S0 en S1

6.3 Maatregelen publieke ruimte (scenario 2)

Volgens de beschreven werkwijze is scenario 2 gevuld met maatregelen om de kwetsbaarheid van het verstedelijkte casusgebied te verminderen. In dit scenario wordt de totale opgave verwerkt in de openbare ruimte.



Figuur 28 Toe*passing bergingsmaatregelen in S2 in de Binckhorst.*

De GHG laat de toepassing van wadi's toe. Daarnaast laat de grootschalige opzet van het plan de uitbreiding van het watersysteem toe. Beide maatregelen zijn geprojecteerd op het interventiegebied, met de beperking dat 20% van de in het plan nog onbestemde ruimte voor deze maatregelen ingezet kan worden. Bij het bepalen van de totale hoeveelheid onverhard oppervlak is nog eens aangenomen dat 20% van het onbestemde oppervlak onverhard is. Daarmee wordt enerzijds voorkomen dat het complete groenaanbod in de wijk de bestemming wadi krijgt, en anderzijds is er een significant oppervlak van de onbestemde ruimte beschikbaar voor verharding (exclusief wegen en gebouwen die hier nog bij komen.

Het maatregelpakket voor de 70mm opgave vraagt vergeleken met het 50mm pakket om de grootste investering. Tabel 18 laat de samenstelling van het pakket en de kosten zien.

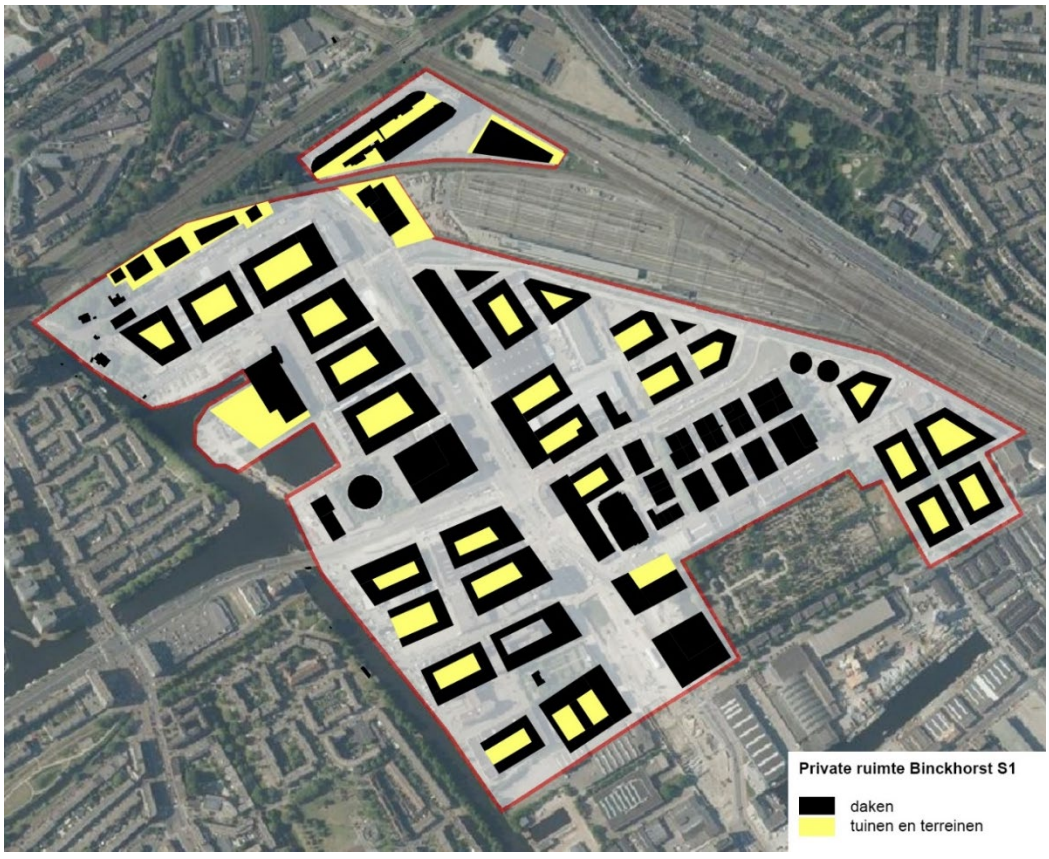
Maatregelpakket S2 70mm (publiek)	Oppervlakte	Bergings capaciteit	Berging m3	€/ m3	Kosten
Afvoer en berging in riool	588.795	0.02	11.776	0	0
Berging daken	179.950	0.002	360	0	0
Berging verhard	313.470	0.0005	157	0	0

Berging onverhard	92.320	0.004	369	0	0
Infiltratie	92.320	0.003	277	0	0
Berging op straat	86.612	0.1	8.661	0	0
Graven/verbreden van open water	3.055	0.3	916	67	€ 61.400
Wadi ondiep	25.000	0.3	7.500	167	€ 1.252.500
Wadi diep	22.398	0.5	11.199	100	€ 1.119.900
Duikers	600 m1			400	€ 240.000
Totaal 70mm			**41.200**		€ **2.673.800**

Tabel 20 Samenstelling maatregelpakket 70mm S2 Binckhorst

6.4 Maatregelen private ruimte (scenario 3)

Volgens de beschreven werkwijze is scenario 3 gevuld met maatregelen om de kwetsbaarheid van het verstedelijkte casusgebied te verminderen. In dit scenario wordt het deel van de opgave dat op privaat gebied valt daar volledig verwerkt. De resterende opgave wordt verwerkt in de publieke ruimte.



Figuur 29 *Toepassing bergingsmaatregelen in S3 in de Binckhorst.*

Tot de private ruimte in de verdichte vorm van de Binckhorst rekenen we de verschillende binnentuinen die ingesloten liggen tussen de woonblokken en individuele bedrijfsterreinen. De private ruimte beslaat 41% van het totale interventiegebied. We nemen aan dat onder 50% van deze binnentuinen een parkeergarage ligt. Infiltratie is dus niet zomaar mogelijk. Dit komt tot uiting in het maatregelpakket.

Maatregelpakket S3 (privaat)	Oppervlakte	Bergings capaciteit	Berging m3	€/ m3	Kosten
Berging daken	179.950	0.002	360	0	-
Berging verhard	27.082	0.0005	14	0	-
Berging onverhard	**31.701**	**0.004**	**127**	0	0
Infiltratie	31.701	0.003	95	0	0
Vijver tuin particulier/bedrijf	3.170	0.3	951	133	€ 126.500
Bergingscassettes binnentuinen	12.057	0.6	7.234	200	€ 1.446.800
Regenton	800	0.24	192	417	€ 80.100
Blauw-groen dak	110.556	0.07	7.739	833	€ 6.446.500
Totaal			16.711		€ 8.099.900
Aanvullende maatregelen in publieke ruimte 70mm			**24.504**		
Berging op straat	86.612	0.1	8.661		
Oppervlaktewater	3.055	0.3	917	33	€ 30.200
Wadi	29.853	0.5	14.927	100	€ 1.492.700
TOTAAL S3 Binckhorst					**€ 9.622.800**

De binnentuinen zijn voor 35% onverhard en 65% verhard. In het maatregelpakket wordt 10% van de oppervlakte van tuinen en terreinen ingezet als vijver. Daarnaast is er onder de verharde delen van de binnentuinen 30% van het oppervlak bergingscassettes toegepast. De rest van de opgave wordt ingevuld door regentonnen en blauw-groene daken.

6.5 Maatschappelijke kosten-baten analyse

6.5.1 Invoer

Onderstaande tabel presenteert de gegevens die gebruikt zijn als invoer voor de maatschappelijke kosten-baten analyse.

Invoer voor de MKBA	Eenheid	Binckhorst, Den Haag	
		S2	S3
Investeringskosten totaal	*Euro's*	€ 2.673.800	€ 9.622.800
Beheer- en onderhoudskosten	*Euro's per jaar*	€ 53.500	€ 192.500
Vermeden schade (interventiegebied)	*Euro's per jaar*	€470.300	€470.300
Gemiddelde WOZ-waarde (interventiegebied)	*Euro's*	€200.000	€200.000
Aantal woningen met zicht op groen t.o.v. S1 in gebied	*Aantal woningen*	336	270
Aantal woningen met zicht op groen t.o.v. S1 buiten gebied*	*Aantal woningen*	Nvt	nvt
Aantal woningen waarvan het dak vergroend wordt[5]	*Aantal woningen*	0	1382
Aantal personen met zicht op groen in gebied	*Aantal personen*	739	594
Aantal personen met zicht op groen buitengebied*	*Aantal personen*	Nvt	nvt
% toename van groen in interventiegebied t.o.v. s1	*%*	3,55	20,87
Aantal ha additioneel groen t.o.v. s1	*ha*	2,09	12,29

Tabel 21 Invoer voor de MKBA Slikkerveer, Ridderkerk (: wordt opgeteld bij de aantallen in het interventiegebied)*

6.5.2 Resultaten

De hierboven gepresenteerde invoer vormt de basis voor de economische waardering van maatschappelijke effecten van S2 en S3. De grafiek in Figuur 30 geeft de kosten, baten en het saldo van allebei de scenario's weer. En in Figuur 31 is de verdeling van de baten van S2 en S3 in een cirkeldiagram weergegeven.

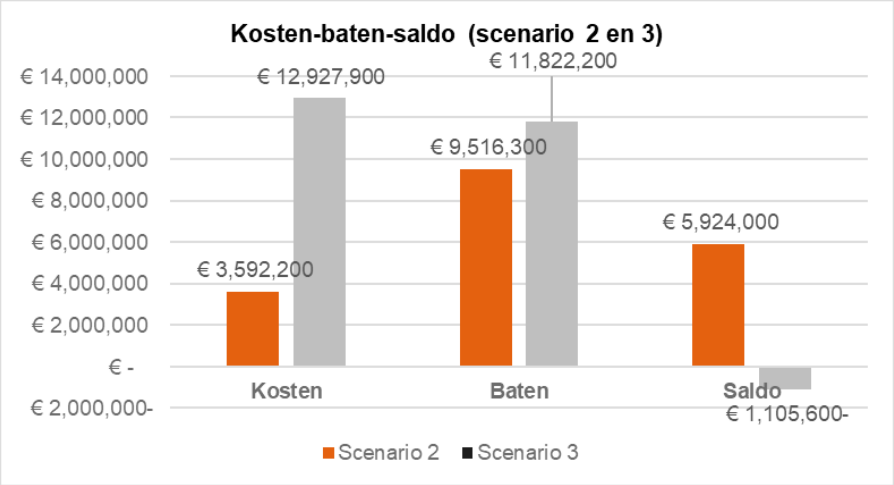
Hieronder worden de belangrijkste resultaten toegelicht:

- Het saldo van kosten en baten is alleen voor S2 positief. Dit wil zeggen dat bij toepassing van S2 de baten hoger zijn dan de kosten. Onderstaande grafiek laat voor S3 het tegenovergestelde zien: de kosten zijn hoger dan de baten en daarmee heeft S3 een negatief saldo. Dit komt doordat de kosten van S3 relatief hoog zijn. S3 wordt vanuit economisch perspectief afgeraden, omdat de baten niet opwegen tegen de kosten. Bij S2 is dit wel het geval. S2 geniet daarom de voorkeur boven S3.
- Kijkende naar de verdeling van de baten bij beiden scenario's, kunnen we concluderen dat de vermeden schade door verminderd regenwater op straat de grootste baat is. Dit geldt voor beiden scenario's. De vermeden schade bij S2 is gelijk aan de vermeden schade bij S3 (namelijk €8,8 mln.), omdat het uitgangspunt is dat door aanleg van allebei de scenario's de schade door water op straat volledig voorkomen wordt.
- S3 leidt daarnaast tot een relatief hoge vastgoedwaardestijging. Dit komt doordat er bij S3 relatief veel woningen in vastgoedwaarde stijgen door de aanleg van een multifunctioneel groenblauw dak op de woning.
- De vastgoedwaardestijging is echter wel relatief onzeker. Er zou bijvoorbeeld gesteld kunnen worden dat niet alle woningen verkocht worden in de analyseperiode van de MKBA. Daarnaast geeft

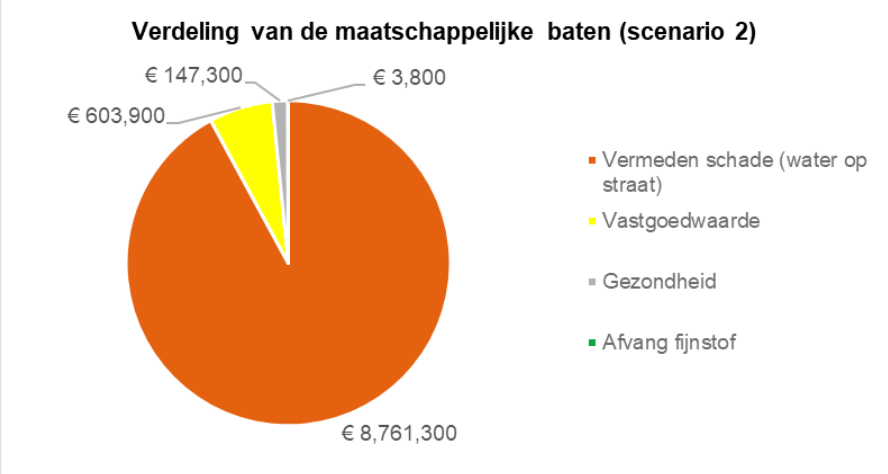
[5] Hierbij is een gemiddeld dakoppervlak van 80 m^2 gehanteerd per woning.

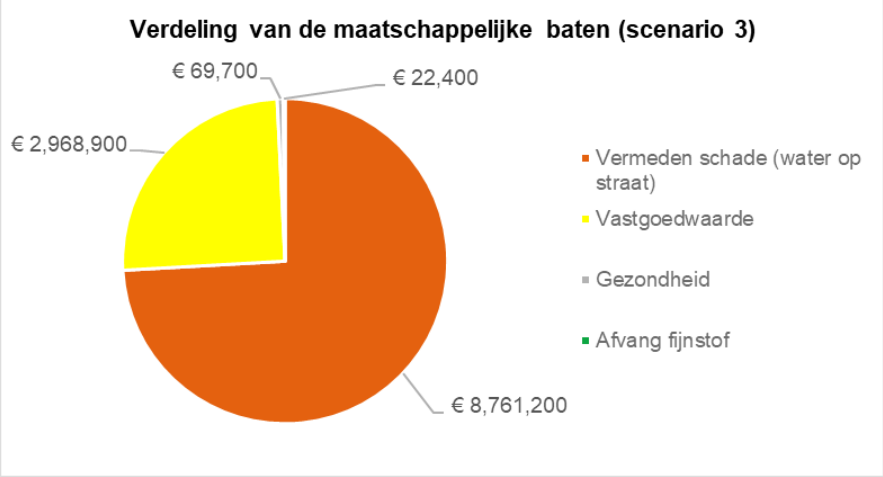
de literatuur een zekere spreiding aan in procentuele vastgoedwaardestijging na vergroeningsmaatregelen. De vastgoedwaarde baat is waarschijnlijk een overschatting. In de volgende paragraaf wordt de gevoeligheid van de vastgoedwaardestijging op de totale resultaten van de MKBA bepaald.

- De gezondheidsbaten die optreden zijn bij S2 groter dan bij S3. Dit effect wordt met name bepaald door de vele hoeveelheid groen in de publieke ruimte. Het gezondheidseffect bij S3 is lager, omdat er een kleinere hoeveelheid groen zichtbaar is voor bewoners en het publiek.
- De gemonetariseerde baat van afvang van fijnstof is te verwaarlozen; het aandeel van deze baat binnen de totale baten is lager dan 0,05%.



Figuur 30 Kosten, baten en saldo van S2 en S3 in de Binckhorst, Den Haag

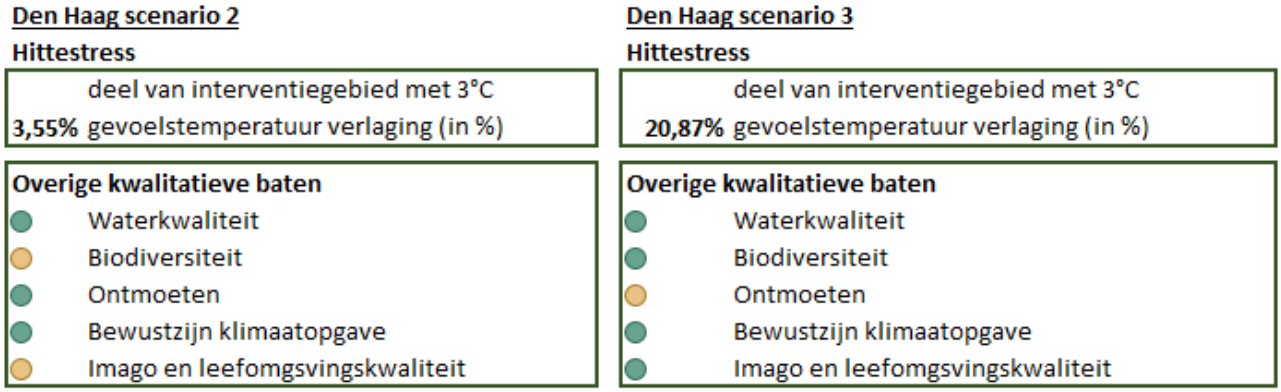




Figuur 31 Verdeling van de maatschappelijke baten van S2 en S3 in de Binckhorst, Den Haag

Naast bovenstaande gewaardeerde baten, leiden de scenario's ook tot andere positieve effecten die niet te waarderen zijn in Euro's. Figuur 32 laat met een 'stoplichten-model' zien welke overige baten optreden, waarbij een groen 'stoplicht' een sterke positieve bijdrage weergeeft, oranje staat voor een matige positieve bijdrage en grijs voor geen bijdrage. De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- Zowel S2 als S3 leidt tot een afname in hittestress. Het totaal oppervlak groen is in S3 hoger dan in S2. Bij S3 wordt 20,87% van het gebied vergroend. Dit gebied ervaart een gevoelstemperatuur verlaging van drie graden Celsius. Bij S2 is dit gebied kleiner, namelijk 3,55% van het totaaloppervlak. S3 heeft dus een groter verlagend effect op hittestress dan S2.
- Het additioneel vasthouden van water in het gebied leidt in alle gevallen tot het verminderen van overstorten en daarmee tot een verbetering van de waterkwaliteit.
- Het groter vergroend oppervlak in S3 leidt ook tot sterkere biodiversiteitsbaten dan in S2, omdat flora en fauna bij S3 een groter areaal heeft om zich te vestigen.
- S2 geeft meer mogelijkheden voor ontmoeten en sociale activiteiten dan S3, omdat in S3 met name privaat terrein vergroend wordt. Dit private terrein is enkel voor de gebouwgebruiker toegankelijk en daarmee niet voor het publiek. In S2 is er meer groen in de openbare ruimte en kunnen er dus meer mensen gebruik maken van het groen en elkaar daar ontmoeten.
- S2 en S3 leiden allebei tot een vergroting van het bewustzijn van de klimaatopgave. Voor scenario 2 geldt dat het publiek groen (o.a. wadi's) zichtbaar zijn voor het publiek en daarmee bewustzijn vergroten. In scenario 3 geldt dat zichtbaarheid van een groen dak leidt tot een vergroting van het bewustzijn. Niet alle daken zijn zichtbaar, maar in de Binckhorst geldt dan ten minste enkele daken zichtbaar zullen zijn vanuit bijvoorbeeld andere gebouwen.
- Tot slot, geldt voor het imago en de leefomgevingskwaliteit van de wijk dat met name het totaal vergroende deel van de wijk relevant is, ongeacht of het zich op publiek of privaat terrein bevindt. In S3 wordt er een groter oppervlak van de wijk vergroend dan in S2. S3 heeft daarom een positiever effect op imago en leefomgevingskwaliteit dan S2, maar beiden leiden tot een verbetering.



Figuur 32 Kwalitatieve baten scenario 2 en scenario 3.

6.5.3 Gevoeligheidsanalyse

In Tabel 20 zijn de resultaten van de gevoeligheidsanalyse in de Binckhorst, Den Haag gepresenteerd. De tabel geeft de kosten, baten en het saldo weer van de verschillende gevoeligheidsanalyses die zijn uitgevoerd. Per gevoeligheidsanalyse is de afwijking met het saldo van de basisuitkomsten weergegeven.

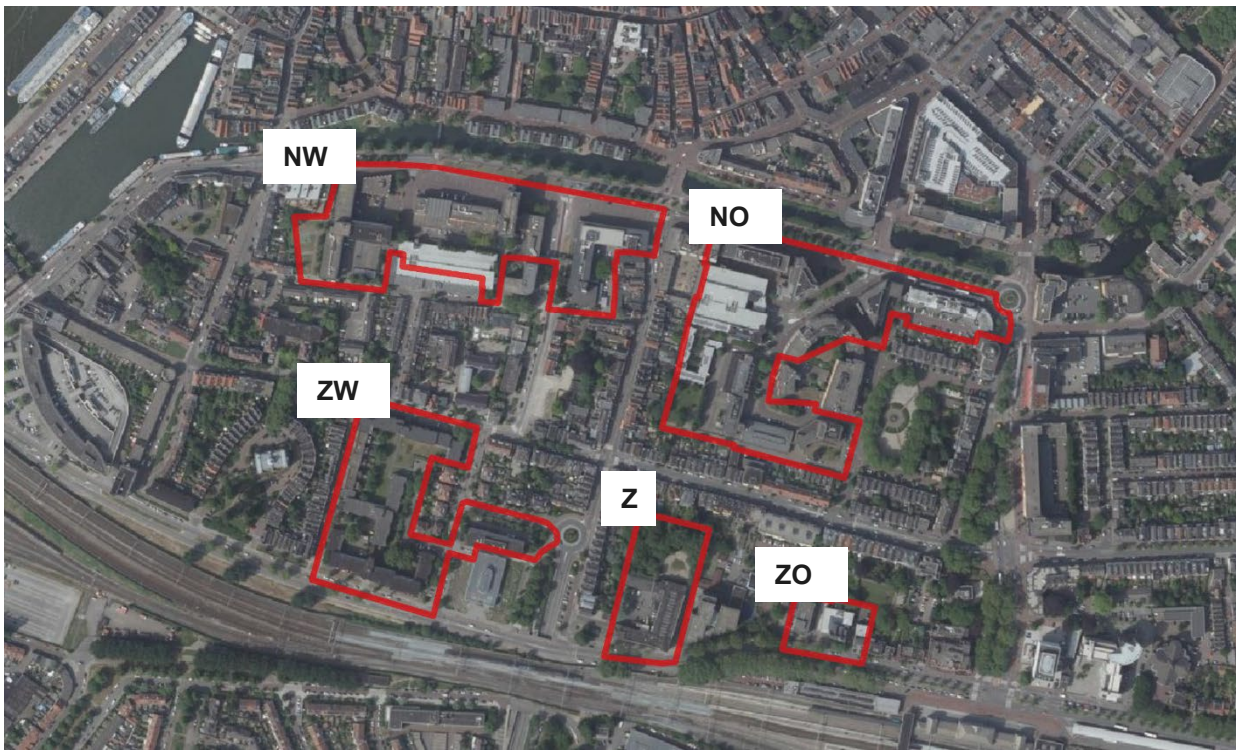
S2 is minder gevoelig voor variatie in investeringskosten en vastgoedwaardestijging dan S3. Daarnaast zien we in S2 geen verschuiving van de positieve saldi naar negatieve saldi. In S3 is dit wil het geval. Voor zowel de variatie in de investeringskosten als de variatie in de vastgoedwaardestijging verschuift het saldo van negatief naar positief bij verlaagde investeringskosten of bij een verhoogde vastgoedwaardestijging.

Tabel 22 Gevoeligheidsanalyse de Binckhorst, Den Haag

Gevoeligheidsanalyse De Binckhorst, Den Haag	Totale kosten (Euro, contante waarden)	Totale baten (Euro, contante waarden)	Saldo (Euro, contante waarden)	Afwijking met het saldo van de basisuitkomsten (%)
Scenario 2				
Basis	€ 3.592.200	€ 9.516.300	€ 5.924.100	
Totale investeringskosten +30%	€ 4.669.800	€ 9.516.300	€ 4.846.400	-18 %
Totale investeringskosten -30%	€ 2.514.500	€ 9.516.300	€ 7.001.700	18 %
Vastgoedwaardestijging van 5% i.p.v. 1,4%	€ 3.592.200	€ 11.069.000	€ 7.476.900	26 %
Geen vastgoedwaardestijging	€ 3.592.200	€ 8.912.300	€ 5.320.200	-10 %
Scenario 3				
Basis	€ 12.927.900	€ 11.822.200	€ 1.105.600-	
Totale investeringskosten +30%	€ 16.806.200	€ 11.822.200	€ 4.984.000-	-550 %
Totale investeringskosten -30%	€ 9.049.500	€ 11.822.200	€ 2.772.700	150 %
Vastgoedwaardestijging van 5% i.p.v. 1,4%	€ 12.927.900	€ 19.456.600	€ 6.528.700	490 %
Geen vastgoedwaardestijging	€ 12.927.900	€ 8.853.300	-€ 4.074.600	-469 %

7 CASUS VERDICHTING NABIJ MULTIMODALE HOV-KNOOPPUNTEN: SPUIBOULEVARD DORDRECHT

In dit hoofdstuk behandelen we de case Spuiboulevard te Dordrecht. Deze is representatief voor het verstedelijkingstype “verdichting nabij multimodale HOV-knooppunten”. Het gebied wordt begrensd door station Dordrecht en het spoor in het zuiden, de Spuiboulevard in het noorden, de Hoge Bakstraat en Sluisweg in het westen en tenslotte de Johan de Witstraat in het oosten. Binnen dit gebied liggen vijf locaties die samen het interventiegebied van deze case vormen.



Figuur 33 Interventiegebieden binnen de casus Spuiboulevard Dordrecht

De vijf interventiegebieden zijn geselecteerd op basis van “gebiedsvisies uit het “Inspiratiedocument spoorzone Dordrecht” en de “Ontwikkelvisie Spuiboulevard”.

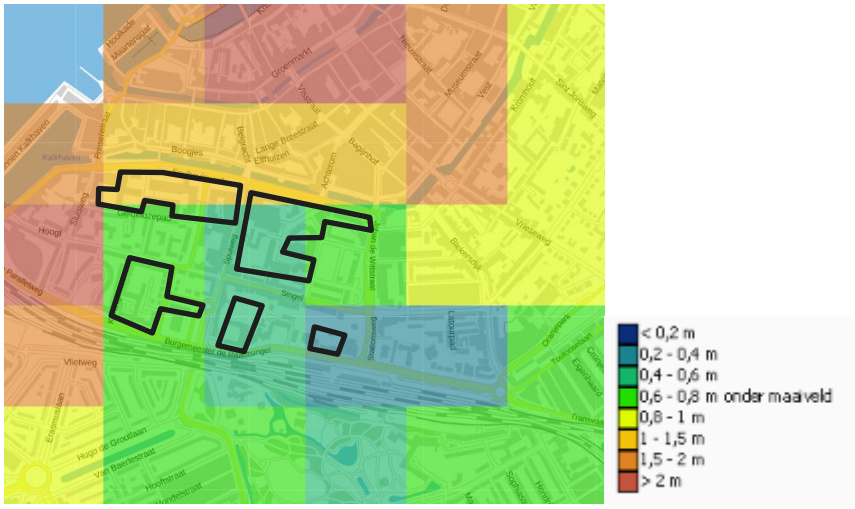
7.1 Gebiedsbeschrijving huidige situatie (scenario 0)

In het casusgebied wordt karakteristieke historische bebouwing afgewisseld met grootschalige kantoren. Het gebied kent een hoge bebouwingsdichtheid.

Figuur 34 Huidige situatie Spuiboulevard Dordrecht.

Grondwaterstand

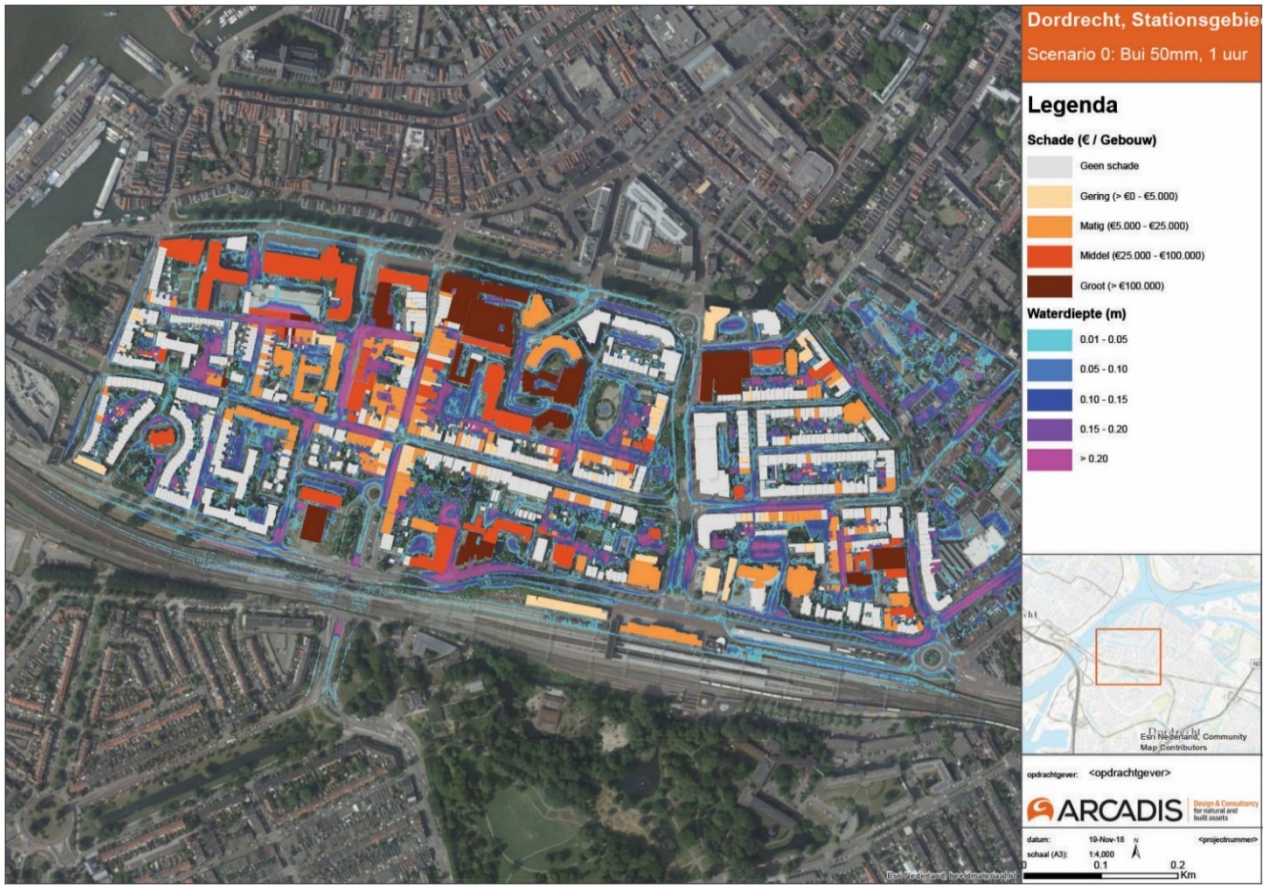
Het casusgebied is kwetsbaar voor grondwateroverlast, de GHG in het gebied ligt namelijk hoog, vanaf 0,2 tot 0,8 meter onder maaiveld. Richting 2050 zal de GHG-lokaal nog met 0,25m stijgen.



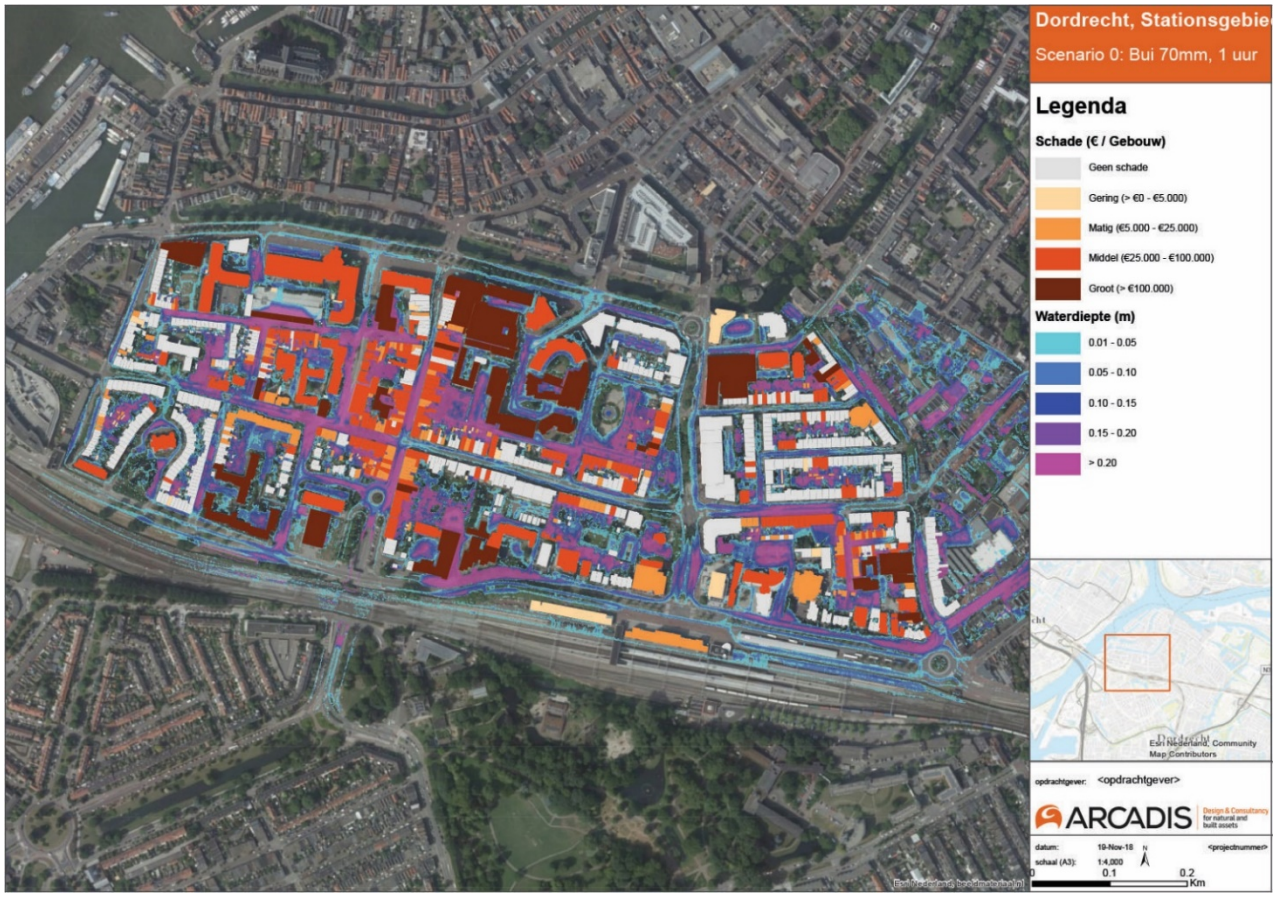
Figuur 35 Gemiddelde hoogste grondwaterstand in het casusgebied (bron: Klimaateffectatlas).

Kwetsbaarheid extreme neerslag

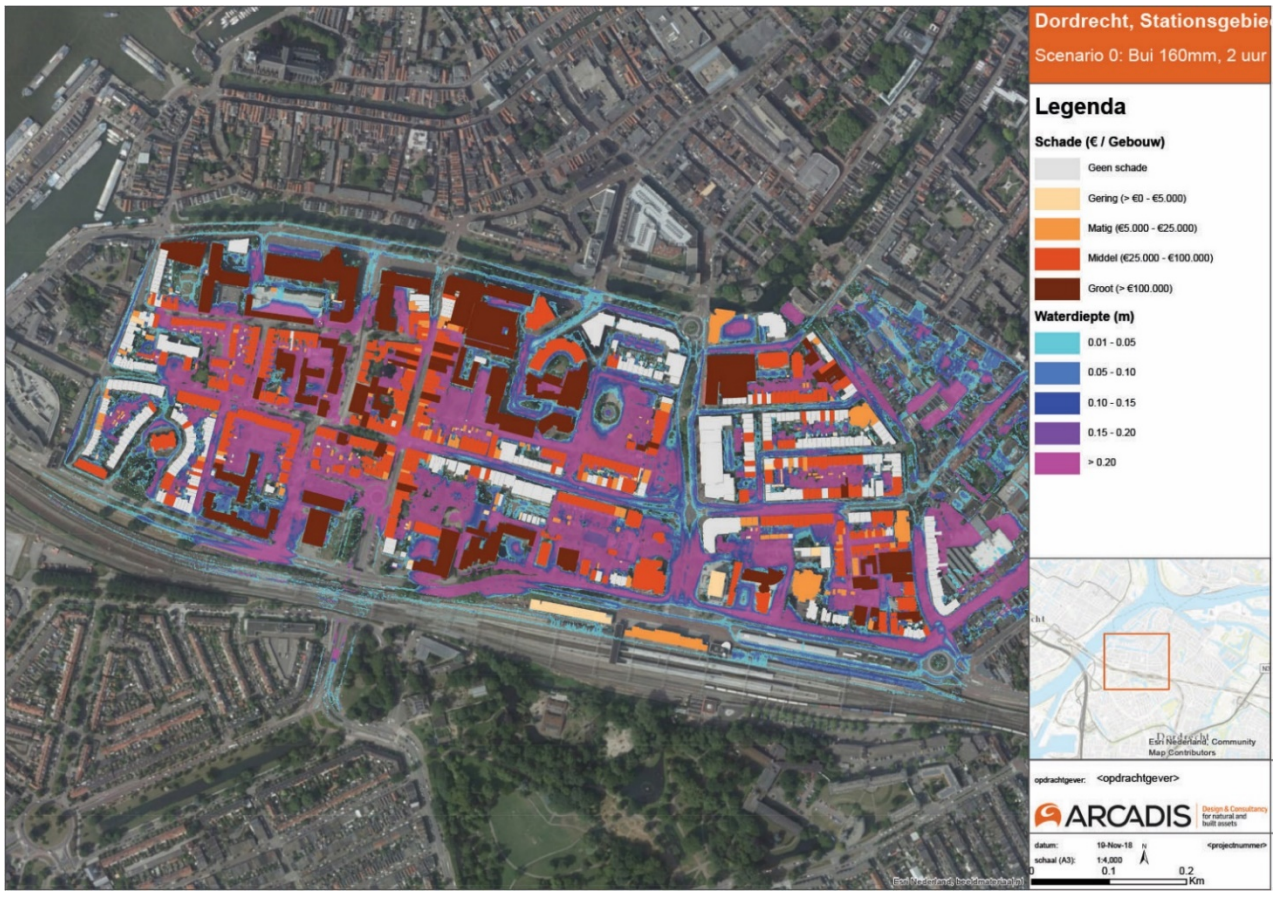
De volgende figuren laten de gesimuleerde inundatiedieptes en daarmee samenhangende schade zien voor de drie extreme neerslaggebeurtenissen in scenario 0.



Figuur 36 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Spuiboulevard S0, 50mm in 1u



Figuur 37 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Spuiboulevard S0, 70mm in 1u



Figuur 38 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Spuiboulevard S0, 160mm in 2u

De simulaties laten zien dat Spuiboulevard zeer kwetsbaar is voor wateroverlast. Grote aaneengesloten delen van het gebied ervaren meer dan 20cm water op het maaiveld bij de 50mm bui (T=35 in 2050). Voor de interventiegebieden alleen bedraagt de brekende schade al € 1,784,373.51. Deze schade wordt grotendeels bepaald door enkele grote kantoorgebouwen.

Tabel 21 laat de berekende schade per interventiegebied en het totaal daarvan zien. Uit deze getallen is de jaarlijks verwachte schade bepaald.

Gebied	50mm	70mm	160mm	Jaarlijks verwachte schade
NW	€ 417.600	€ 579.400	€ 1.071.000	€ 14.000
NO	€ 1.175.200	€ 2.006.400	€ 2.654.300	€ 42.500
ZO	€ 53.100	€ 101.700	€ 273.800	€ 2.200
Z	€ 77.000	€ 177.300	€ 330.600	€ 3.400
ZW	€ 61.400	€ 359.000	€ 1.443.400	€ 5.800
Totaal	€ 1.784.300	€ 3.223.800	€ 5.773.100	€ 67.900

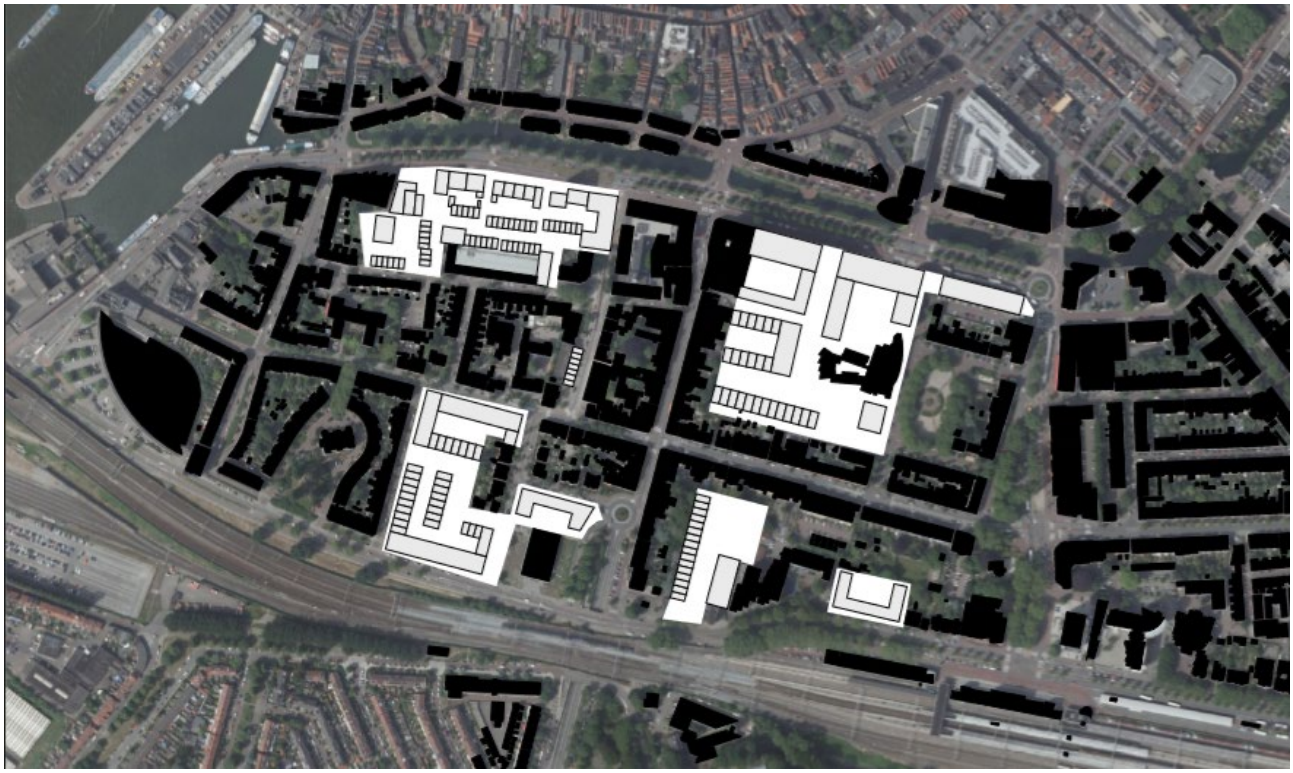
Tabel 23 Schade bij gesimuleerde neerslaggebeurtenissen in Spuiboulevard S0

7.2 Situatie na verstedelijking (scenario 1)

Op basis de genoemde visies en “drie scenario’s voor een toekomstbestendige Spuiboulevard” is de verstedelijkingsopgave ingevuld. Verschillende grote en gedeeltelijk leegstaande kantoorgebouwen maken plaats voor verschillende woningtypen in hoge dichtheid.

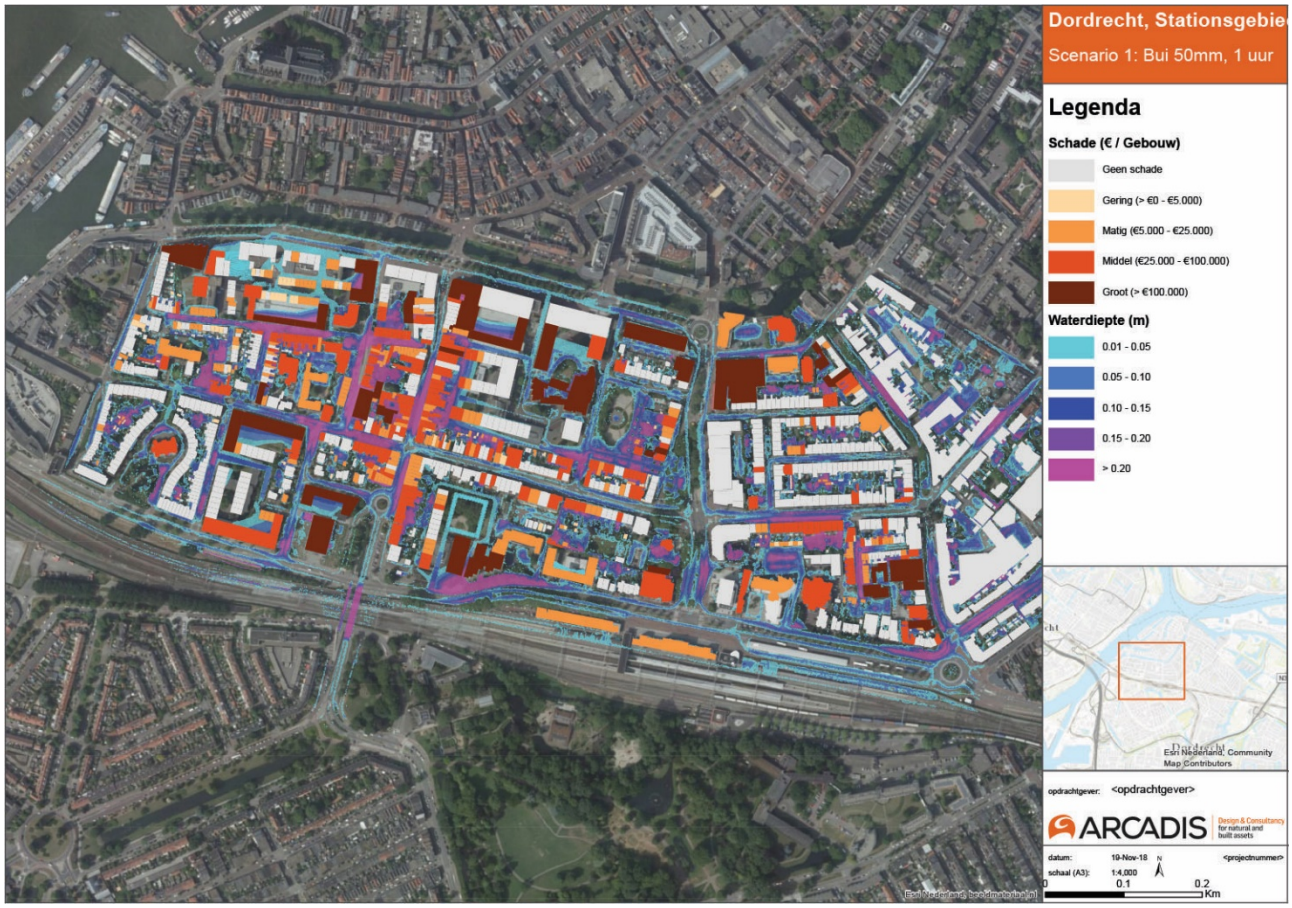
Figuur 39 Ontwerpverkenning uit de ontwikkelvisie Spuiboulevard en het ontwerpconcept van Dordtse hoven afkomstig uit het stadsgesprek “toekomstbestendige Spuiboulevard”.

Interventiegebied NW is op basis van de schets in Figuur 39 ingevuld. De invulling van de overige vier interventiegebieden is gebaseerd op de voorgestelde dichtheid en ontwerpconcept uit de genoemde bronnen. Figuur 40 laat de invulling van de interventie gebieden na verdichting in S1 zien.

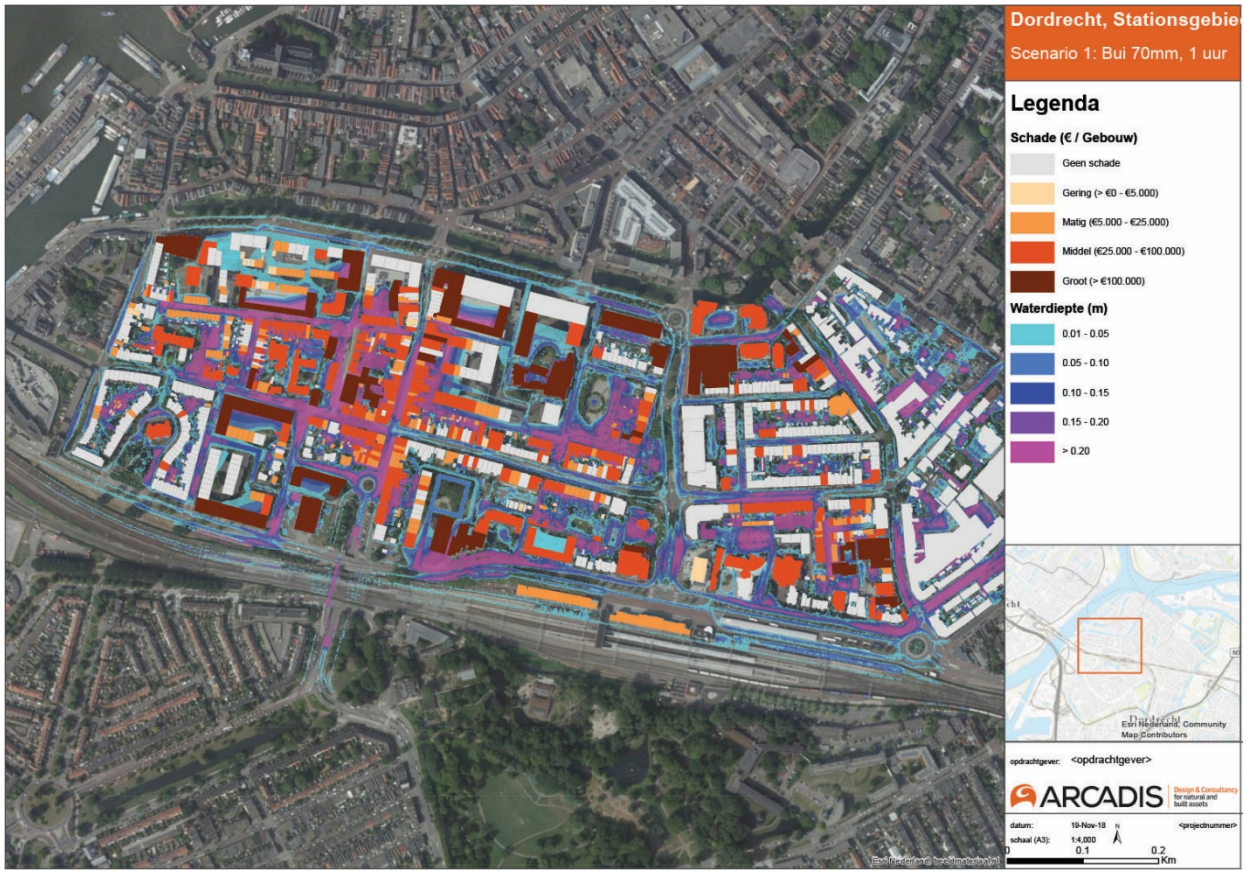


Figuur 40 Casusgebied Spuiboulevard in scenario 1

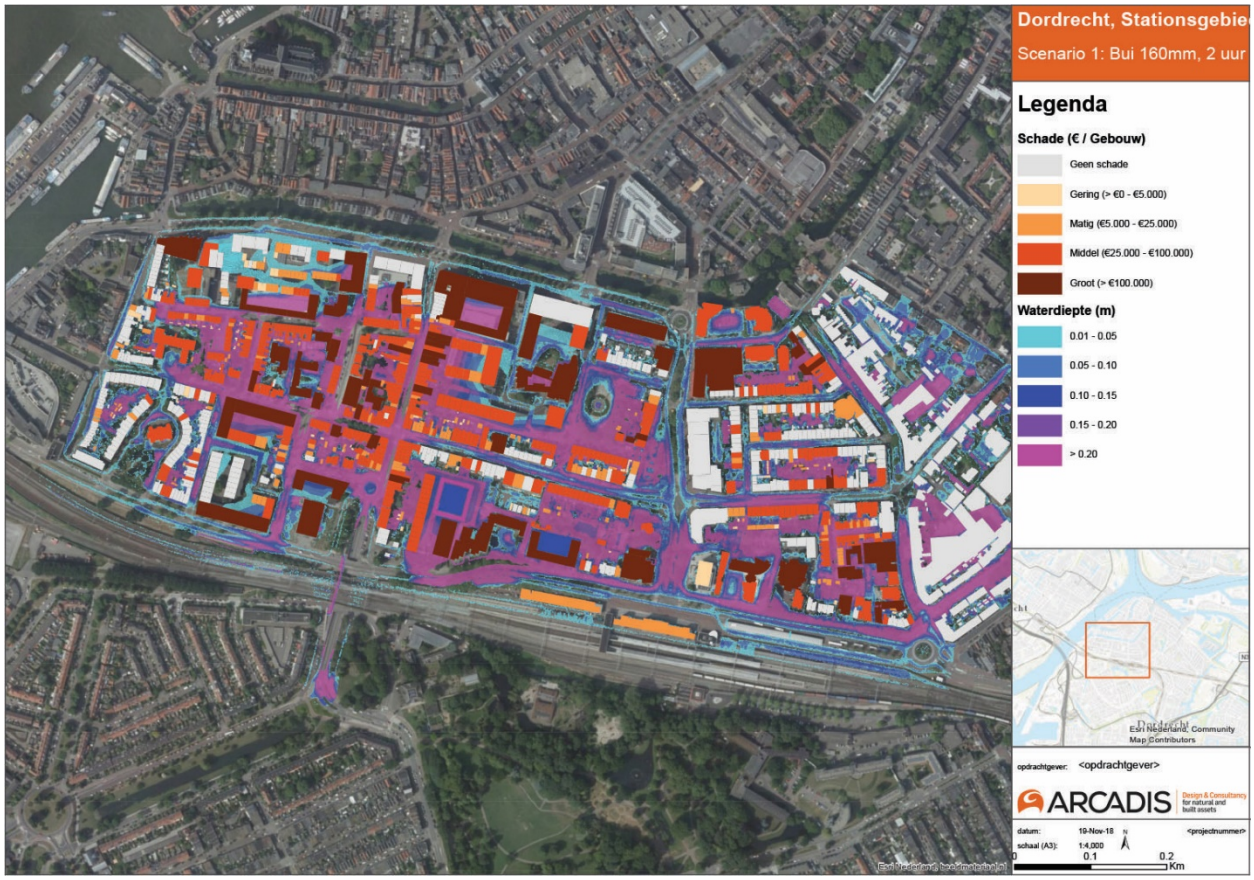
De volgende kaartbeelden laten de kwetsbaarheid van het casusgebied in S1 zien.



Figuur 41 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Spuiboulevard S1, 50mm in 1u



Figuur 42 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Spuiboulevard S0, 70mm in 1u



Figuur 43 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Spuiboulevard S1, 160mm in 2u

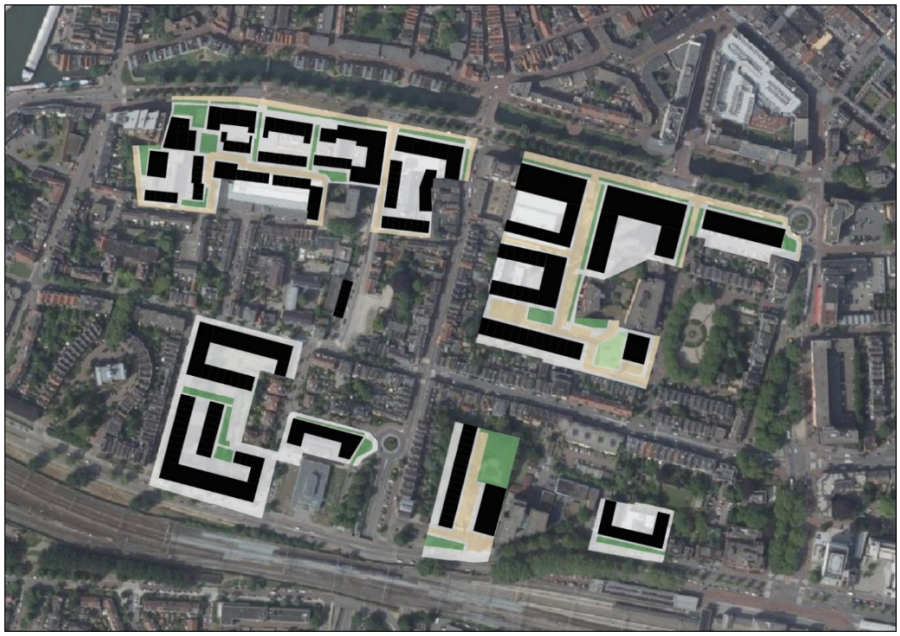
In het algemeen neemt de kwetsbaarheid van het casusgebied na verdichting toe.

Gebied	Scenario	50mm	70mm	160mm	Jaarlijks verwachte schade
NW	S0	€ 417.600	€ 579.400	€ 1.071.000	€ 14.000
	S1	€1.709.200	€2.024.200	€2.574.100	€52.500
NO	S0	€ 1.175.200	€ 2.006.400	€ 2.654.300	€ 42.500
	S1	€ 815.200	€1.403.600	€2.657.700	€30.400
ZO	S0	€ 53.100	€ 101.700	€ 273.800	€ 2.200
	S1	€695,100	€ 1.297.600	€ 2.320.800	€ 27.000
Z	S0	€ 77.000	€ 177.300	€ 330.600	€ 3.400
	S1	€ 459.000	€ 708.600	€ 1.704.500	€16.600
ZW	S0	€ 61.400	€ 359.000	€ 1.443.400	€ 5.800
	S1	€6.700	€84.000	€831.900	€1.700
Totaal	**S0**	**€ 1.784.300**	**€ 3.223.800**	**€ 5.773.100**	**€ 67.900**
	S1	**€ 3.685.200**	**€ 5.518.000**	**€ 10.089.000**	**€ 128.200**

Tabel 24 Schade bij gesimuleerde neerslaggebeurtenissen in Spuiboulevard S0 en S1

7.3 Maatregelen publieke ruimte (scenario 2)

In dit scenario wordt de totale opgave verwerkt in de openbare ruimte. Dit casusgebied valt uiteen in vijf interventiegebieden, de invulling van scenario 2 wordt gezamenlijk beschreven.



Figuur 44 Invulling scenario S2

De ruimte voor bergingsmaatregelen is beperkt in Spuiboulevard, zowel boven- als ondergronds. Infiltratie is vanwege de hoge grondwaterstand niet goed mogelijk. Daarom zijn er geen wadi's maar enkele bergingsvelden met beperkt bergingscapaciteit (0,3m) toegepast om water tijdelijk te bergen en vertraagd af te voeren naar het rioolsysteem. Door de beperkte ruimte zijn er relatief veel ondergrondse bergingsmaatregelen voorzien.

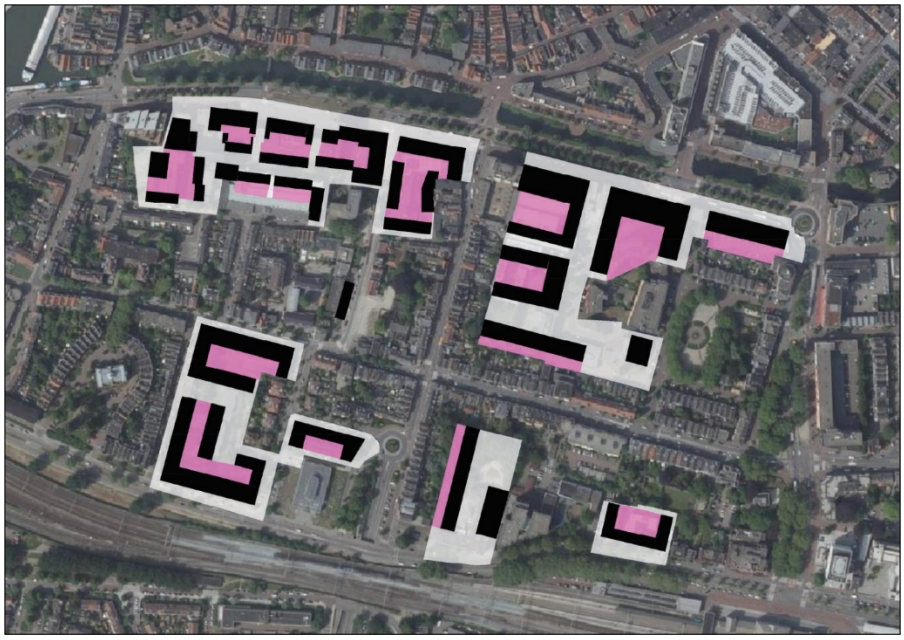
Maatregelpakket S2 (publiek)	Oppervlakte/ lengte	Bergings capaciteit	Berging [m3]	€/m3	Kosten
Afvoer en berging in riool	97.423	0.02	1.948	0	0
Berging daken	31.919	0.002	644	0	0
Berging verhard	51.778	0.0005	26	0	0
Berging onverhard	12.367	0.004	49	0	0
Infiltratie	12.367	0.003	37	0	0
Berging op straat	1.483	0.1	148	0	0
Bergingsveld	7.903	0.3	2.371	167	€ 396.000
Bergingskratten	1.692	0.6	1.015	550	€ 558.500
Totaal			2.063		€ 954.500

Tabel 25 Maatregelpakket S2 Spuiboulevard

7.4 Maatregelen private ruimte (scenario 3)

Volgens de beschreven werkwijze is scenario 3 gevuld met maatregelen om de kwetsbaarheid van het verstedelijkte casusgebied te verminderen. In dit scenario wordt het deel van de opgave dat op privaat gebied valt daar volledig verwerkt. De resterende opgave wordt verwerkt in de publieke ruimte.

Dit casusgebied valt uiteen in vijf interventiegebieden, de invulling van scenario 3 wordt gezamenlijk beschreven.



Figuur 45 Invulling scenario S3

Het private terrein beslaat 52.55 % van het de totale oppervlakte van de interventiegebieden en bestaat uit daken en (binnen)tuinen. In een gemiddelde van 20% van de tuinen en binnentuinen worden regenwatervijvers toegepast. In een volgende 20% worden ondergrondse bergingskratten toegepast. Het maatregelpakket wordt verder aangevuld met regentonnen en in een zeer belangrijke mate met blauw-groene daken, welke 73% van het totale dakoppervlak beslaan.

Maatregelpakket S3 (privaat)	Oppervlakte/ lengte	Bergings capaciteit	Berging m3	€/m 3	Kosten
Berging daken	31.919	0.002	64	0	0
Berging verhard	9.638		5	0	0
Berging onverhard	9.638	0.004	39	0	0
Infiltratie	9.638	0.003	29	0	0
Vijver tuin particulier/bedrijf	1.928	0.3	578	133	€ 76.900
Bergingskrat	1.928	0.6	1.157	550	€ 636.200
Regenton	260	0.24	62	417	€ 26.000
Blauw-groen dak	23.575	0.07	1.650	833	€ 1.374.700
Totaal private ruimte			3.448		€ 2.113.800
Aanvullende maatregelen in publieke ruimte					
Afvoer riool	19.485	0,1	1.948		
Bergingsveld	3.802	0,3	1.029	137	€ 154.400
Bergingskratten ondergronds	431	0,6	258	550	€ 142.100

Totaal aanvullend maatregelen publieke ruimte	€ 332.600
TOTAAL-maatregelpakket S3	€ 2.422.200

7.5 Maatschappelijke kosten-baten analyse

7.5.1 Invoer

Onderstaande tabel presenteert de gegevens die gebruikt zijn als invoer voor de maatschappelijke kosten-baten analyse.

Invoer voor de MKBA	*Eenheid*	Spuiboulevard Dordrecht	
		S2	*S3*
Investeringskosten totaal	*Euro's*	€ 954.400	€ 2.422.200
Beheer- en onderhoudskosten	*Euro's per jaar*	€ 19.100	€ 48.400
Vermeden schade (interventiegebied)	*Euro's per jaar*	€125.400	€125.400
Gemiddelde WOZ-waarde (interventiegebied)	*Euro's*	€230.000	€230.000
Aantal woningen met zicht op groen t.o.v. S1 in gebied	*Aantal woningen*	170	100
Aantal woningen met zicht op groen t.o.v. S1 buiten gebied*	*Aantal woningen*	30	30
Aantal woningen waarvan het dak vergroend wordt[6]	*Aantal woningen*	0	295
Aantal personen met zicht op groen in gebied	*Aantal personen*	357	210
Aantal personen met zicht op groen buitengebied*	*Aantal personen*	63	63
% toename van groen in interventiegebied t.o.v. s1	*%*	4,87	27,81
Aantal ha additioneel groen t.o.v. s1	*ha*	0,47	2,71

[6] Hierbij is een gemiddeld dakoppervlak van 80 m^2 gehanteerd per woning.

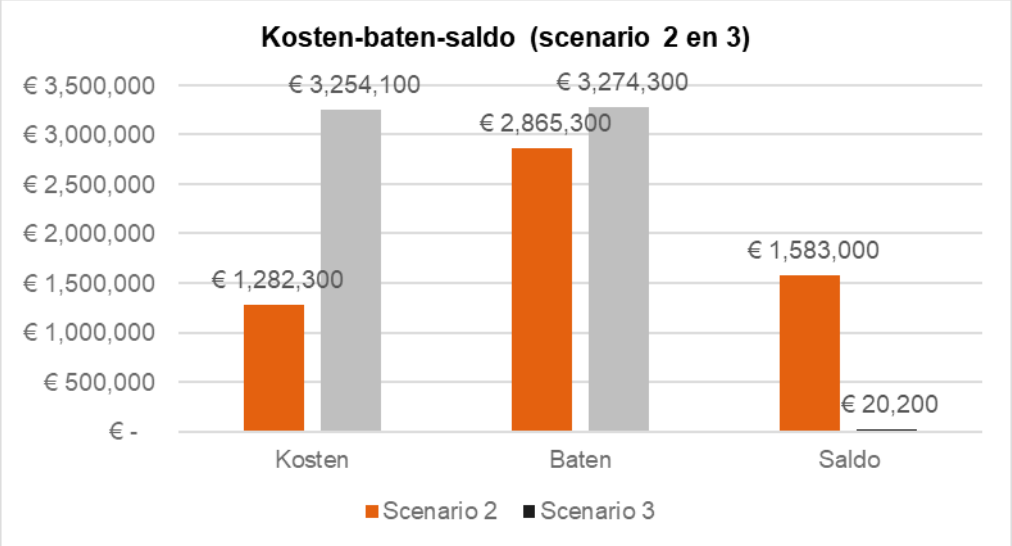
Tabel 26 Invoer voor de MKBA Spuiboulevard, Dordrecht (: wordt opgeteld bij de aantallen in het interventiegebied)*

7.5.2 Resultaten

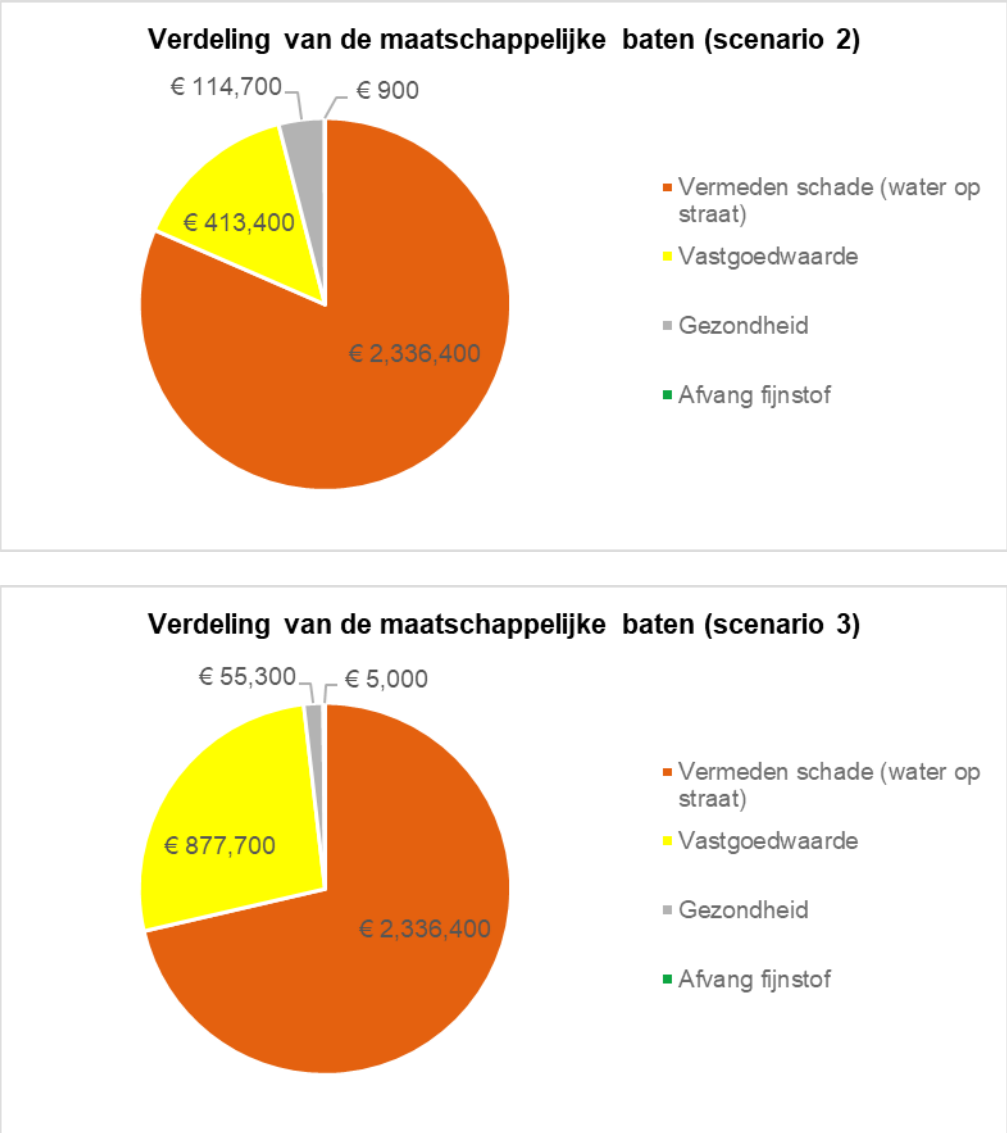
De hierboven gepresenteerde invoer vormt de basis voor de economische waardering van maatschappelijke effecten van S2 en S3. De grafiek in Figuur 46 geeft de kosten, baten en het saldo van allebei de scenario's weer. En in Figuur 47 is de verdeling van de baten van S2 en S3 in een cirkeldiagram weergegeven.

De belangrijkste resultaten worden hieronder toegelicht:

- Het saldo van kosten en baten is voor zowel S2 als S3 positief. Dit wil zeggen dat in beide scenario's de baten hoger zijn dan de kosten. Voor S3 geldt dat het saldo relatief dichtbij nul ligt. Dit betekent dat de kosten nagenoeg gelijk zijn aan de baten. Het saldo van S3 is daarentegen wel overtuigend positief. Vanuit economisch perspectief geniet S2 daarom de voorkeur boven S3.
- Het cirkeldiagram met de verdeling van de baten laat zien dat bij beiden scenario's de vermeden schade de grootste baat is. De vermeden schade bij S2 is gelijk aan de vermeden schade bij S3 (namelijk €2,4 mln.), omdat het uitgangspunt is dat door aanleg van allebei de scenario's de schade door water op straat volledig voorkomen wordt.
- Allebei de scenario's resulteren ook in een relatief grote vastgoedwaardestijging. De vastgoedwaardestijging is bij S3 hoger, omdat hier ook woningen in vastgoedwaarde stijgen door de aanleg van een multifunctioneel groenblauw dak op de woning.
- De precieze vastgoedwaardestijging is echter relatief onzeker. Er zou bijvoorbeeld gesteld kunnen worden dat niet alle woningen verkocht worden in de analyseperiode van de MKBA. De vastgoedwaarde baat is daarom waarschijnlijk een overschatting. In de volgende paragraaf wordt de gevoeligheid van de vastgoedwaardestijging op de totale resultaten van de MKBA bepaald.
- Naast vastgoedwaardestijging leiden beiden scenario's ook tot gezondheidsbaten. De gezondheidsbaten die optreden zijn bij S2 groter dan bij S3. Dit effect wordt met name bepaald door de vele hoeveelheid groen in de publieke ruimte. Het gezondheidseffect bij S3 is lager, omdat er een kleinere hoeveelheid groen zichtbaar is voor bewoners en het publiek.
- De gemonetariseerde baat van afvang van fijnstof is te verwaarlozen; het aandeel van deze baat binnen de totale baten is lager dan 0,05%.



Figuur 46 Kosten, baten en saldo van S2 en S3 in Spuiboulevard, Dordrecht



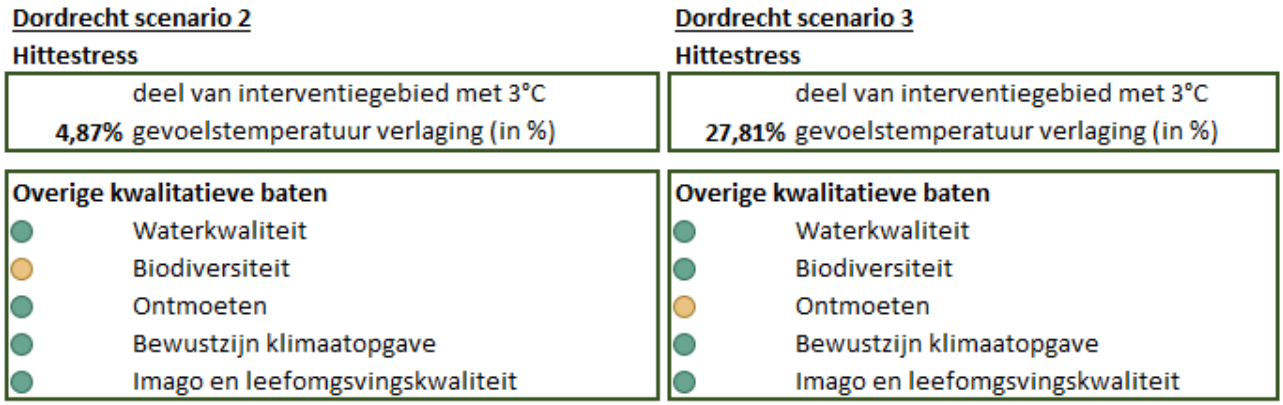
Figuur 47 Verdeling van de maatschappelijke baten van S2 en S3 in Spuiboulevard, Dordrecht

Er zijn ook effecten die lastig uit te drukken zijn in monetaire eenheden. Figuur 48 geeft middels een 'stoplichten model' weer welke overige baten optreden. Een groen stoplicht geeft een sterke positieve bijdrage weer, een oranje stoplicht een matige positieve bijdrage en een grijs stoplicht wil zeggen dat de betreffende baat niet optreedt. De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- Zowel S2 als S3 leidt tot een afname in hittestress. S3 leidt tot een grotere temperatuurverlaging dan S2, omdat bij S3 bij een groter oppervlak van het gebied een temperatuurverlaging optreedt (namelijk resp. 4,87% en 27,81%). S3 heeft dus een groter verlagend effect op hittestress dan S3.
- Het additioneel vasthouden van water in het gebied leidt in alle gevallen tot het verminderen van overstorten en daarmee tot een verbetering van de waterkwaliteit.
- Het grotere oppervlak dat vergroend wordt bij S3, in vergelijking met S2, leidt ook tot een groter positief effect op de biodiversiteit omdat in dit grotere gebied zich meer flora en fauna kunnen vestigen.
- S2 geeft meer mogelijkheden voor ontmoeten en sociale activiteiten dan S3, omdat in S3 met name privaat terrein vergroend wordt. Dit private terrein is enkel voor de gebouwgebruiker toegankelijk en daarmee niet voor het publiek. In S2 is er meer groen in de openbare ruimte en kunnen er dus meer mensen gebruik maken van het groen en elkaar daar ontmoeten.
- Voor het imago en de leefomgevingskwaliteit van de wijk geldt dat met name het totaal vergroende deel van de wijk relevant is, ongeacht of het zich op publiek of privaat terrein bevindt. Dit betekent

dat S3 een sterker positiefeffect heeft op imago en leefomgevingskwaliteit, maar beiden leiden tot een verbetering.

- Tot slot resulteren, S2 en S3 allebei in een vergroting van het bewustzijn van de klimaatopgave. Voor scenario 2 geldt dat het publiek groen (o.a. wadi's) zichtbaar zijn voor het publiek en daarmee bewustzijn vergroten. In scenario 3 geldt dat zichtbaarheid van een groen dak leidt tot een vergroting van het bewustzijn. Niet alle daken zijn zichtbaar, maar in Dordrecht geldt dan ten minste enkele daken zichtbaar zullen zijn vanuit bijvoorbeeld andere gebouwen.



Figuur 48 Kwalitatieve baten scenario 2 en scenario 3.

7.5.3 Gevoeligheidsanalyse

Tabel 25Tabel 22 laat de resultaten van de gevoeligheidsanalyse voor de casus Spuiboulevard zien. De tabel geeft de kosten, baten en het saldo weer van de verschillende gevoeligheidsanalyses die zijn uitgevoerd. Per gevoeligheidsanalyse is de afwijking met het saldo van de basisuitkomsten weergegeven.

Enkel voor S3 resulteert een verhoging van de investeringskosten of een verlaging van de vastgoedwaardestijging in een verschuiving van het saldo van een positief naar een negatief saldo van kosten en baten. Net als bij de voorgaande casussen is S2 minder gevoelig voor variatie in investeringskosten en vastgoedwaardestijging dan S3.

Tabel 27 Gevoeligheidsanalyse Spuiboulevard Dordrecht

Gevoeligheidsanalyse Spuiboulevard, Dordrecht	Totale kosten (Euro, contante waarden)	Totale baten (Euro, contante waarden)	Saldo (Euro, contante waarden)	Afwijking met het saldo van de basisuitkomsten (%)
Scenario 2				
Basis	€ 1.282.300	€ 2.865.300	€ 1.583.100	
Totale investeringskosten +30%	€ 1.666.900	€ 2.865.300	€ 1.198.400	-24 %
Totale investeringskosten -30%	€ 897.600	€ 2.865.300	€ 1.967.700	24 %
Vastgoedwaardestijging van 5% i.p.v. 1,4%	€ 1.282.300	€ 3.928.200	€ 2.646.000	67 %
Geen vastgoedwaardestijging	€ 1.282.300	€ 2.452.000	€ 1.169.700	-26 %

Scenario 3				
Basis	€ 3.254.100	€ 3.274.300	€ 20.200	
Totale investeringskosten +30%	€ 4.230.400	€ 3.274.300	-€ 956.000	-4.831 %
Totale investeringskosten -30%	€ 2.277.900	€ 3.274.300	€ 996.400	4.831 %
Vastgoedwaardestijging van 5% i.p.v. 1,4%	€ 3.254.100	€ 5.531.400	€ 2.277.300	11.170 %
Geen vastgoedwaardestijging	€ 3.254.100	€ 2.396.600	-€ 857.500	-4.344 %

8 CASUS BOUWEN IN GROEN: WESTERGOUWE GOUDA

In dit hoofdstuk beschrijven we de invulling van de case Westergouwe te Gouda. Deze case representeert het verstedelijkingstype “bouwen in groen”. Westergouwe wordt momenteel (december 2018) gefaseerd aangelegd.

8.1 Gebiedsbeschrijving en kwetsbaarheid huidige situatie (scenario 0)

Het casusgebied is een typische uitleglocatie waar agrarisch polderlandschap wordt ontwikkeld tot nieuw stedelijk gebied. De luchtfoto en aanzichtfoto in Figuur 49 laten zien hoe de polder wordt opgehoogd voor de aanstaande ontwikkeling.

Figuur 49 Huidige situatie casus Westergouwe

In de huidige situatie zullen piekbuien verwerkt worden door het watersysteem. De effecten van de verstedelijkingsopgave op het watersysteem zijn eveneens door de Provincie Zuid-Holland onderzocht, en vallen buien de scope van voorliggend onderzoek. De kwetsbaarheid van het gebied voor piekbuien in de huidige situatie is dan ook niet gesimuleerd, en we gaan in dit scenario uit van € 0.00 verwachte schade.

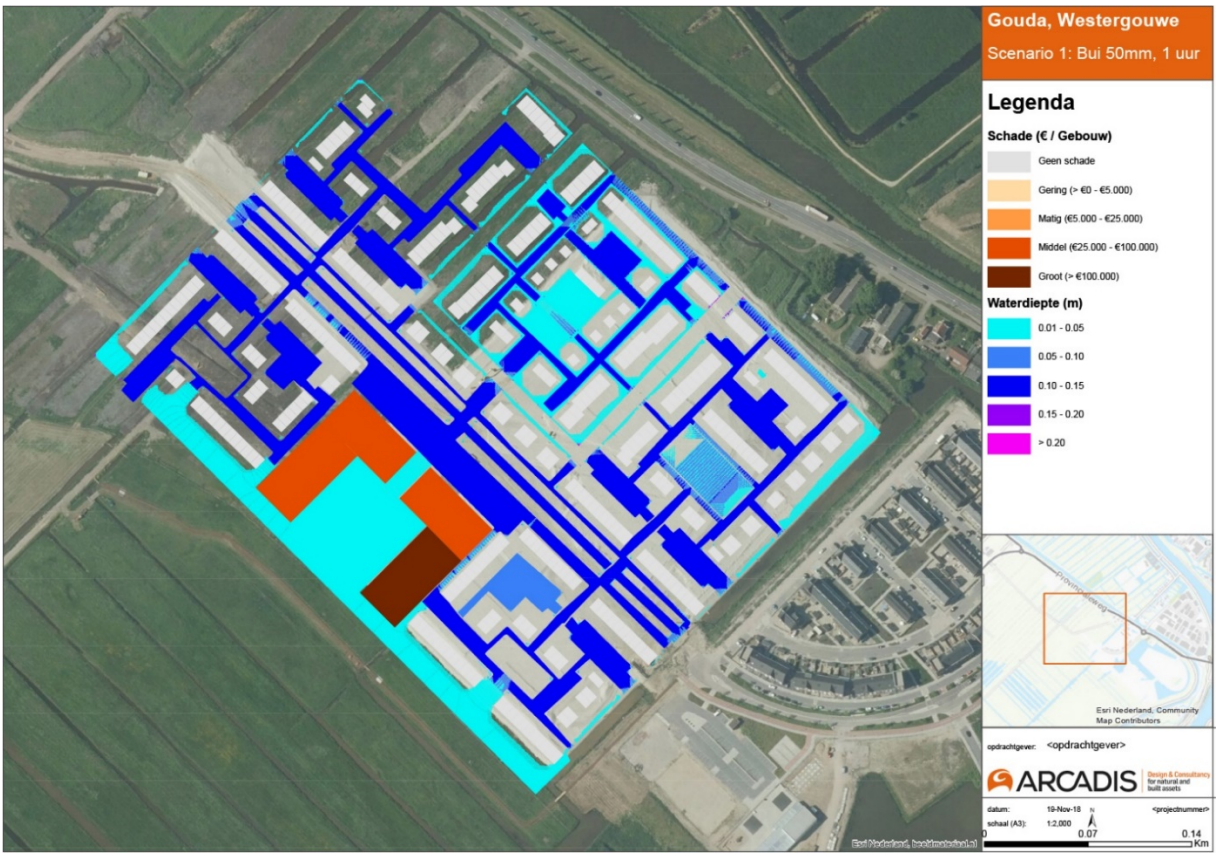
	50mm	70mm	160mm	Jaarlijkse verwachte schade
Westergouwe S0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0

Tabel 28 Schade bij gesimuleerde neerslaggebeurtenissen in Westergouwe S0

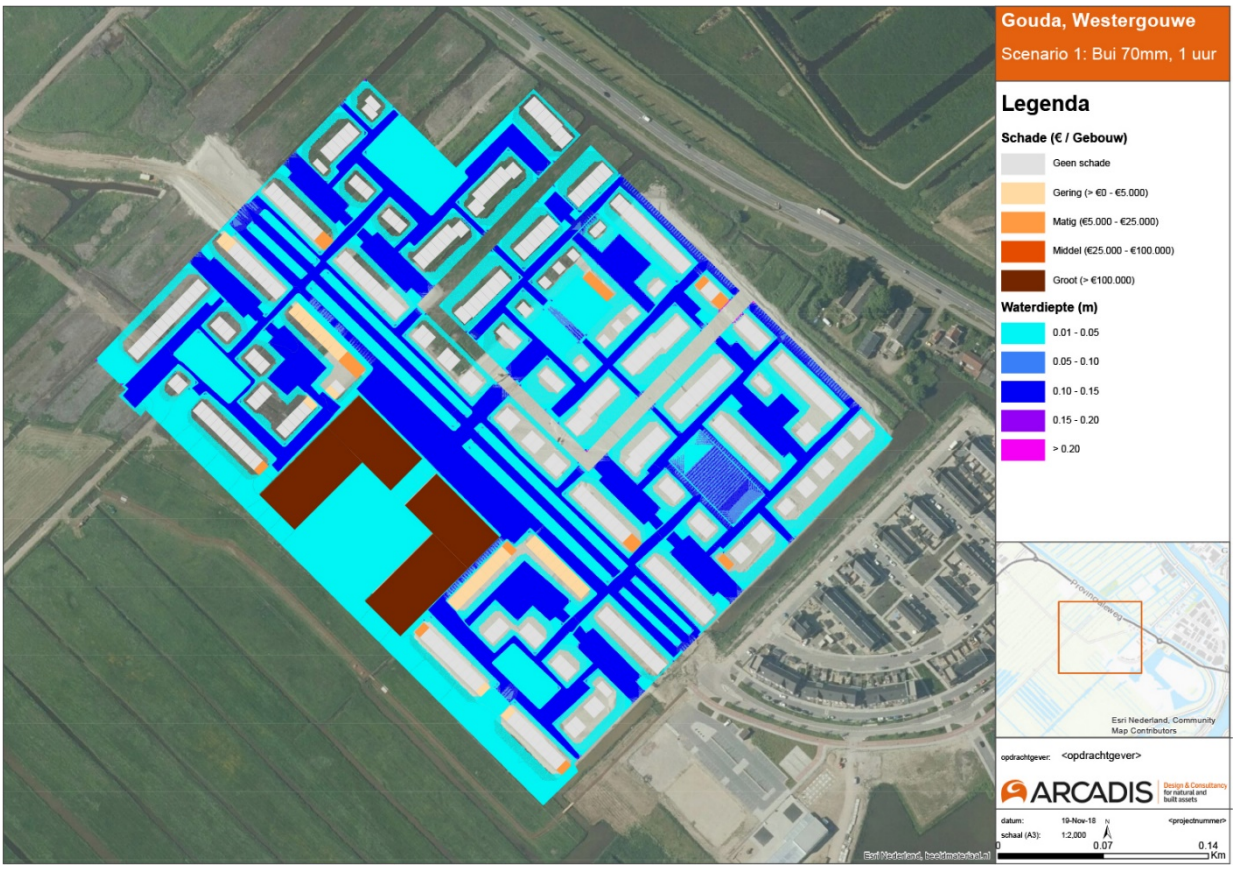
8.2 Situatie en kwetsbaarheid na verstedelijking (scenario 1)

De invulling van S1 is volledig gebaseerd op de bestaande (en deels in uitvoering zijnde) plannen voor Westergouwe. Figuur 50 laat het casusgebied zien in de context van het totale plan voor Westergouwe.

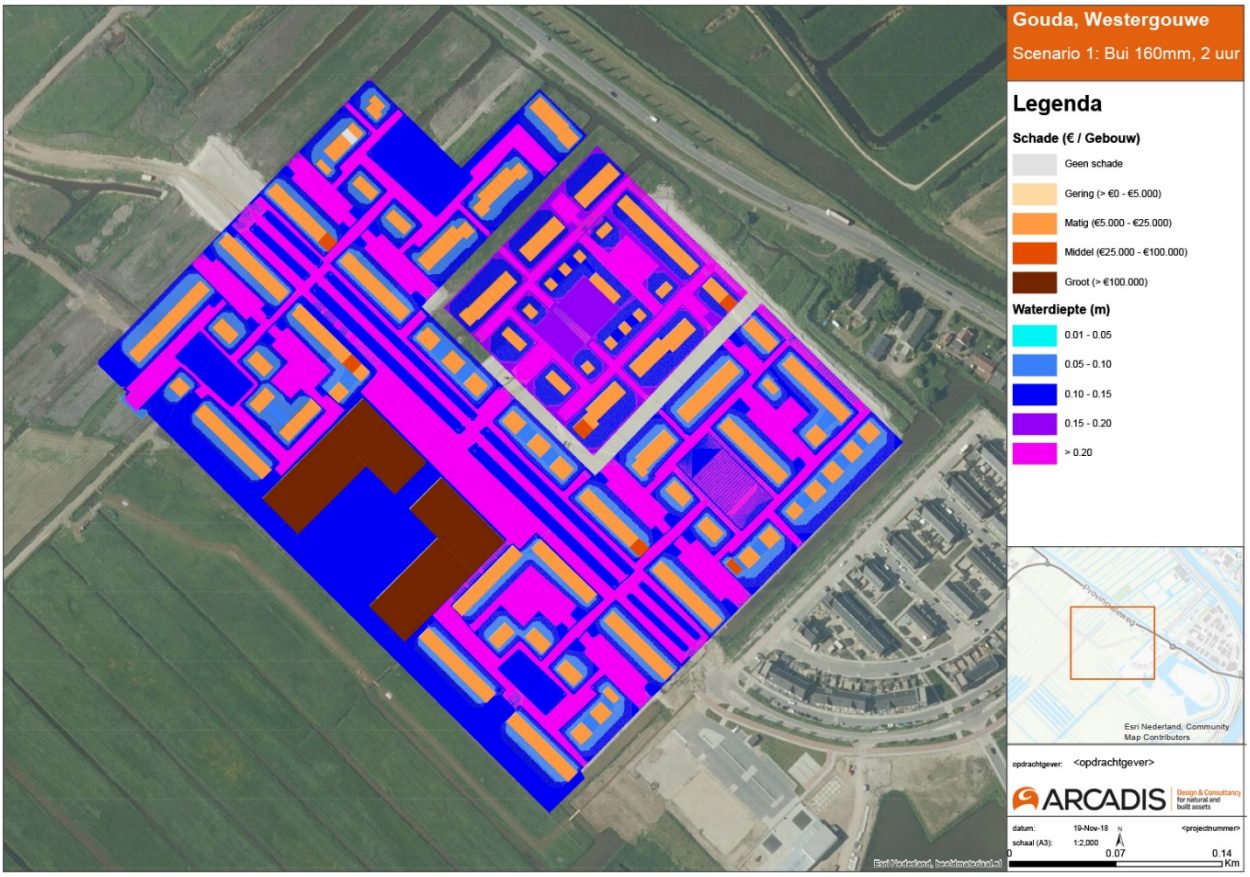
Figuur 50 Totale plankaart Westergouwe inclusief de ligging en uitsnede van het casusgebied



Figuur 51 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Westergouwe S1, 50mm in 1u



Figuur 52 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Westergouwe S1, 70mm in 1u



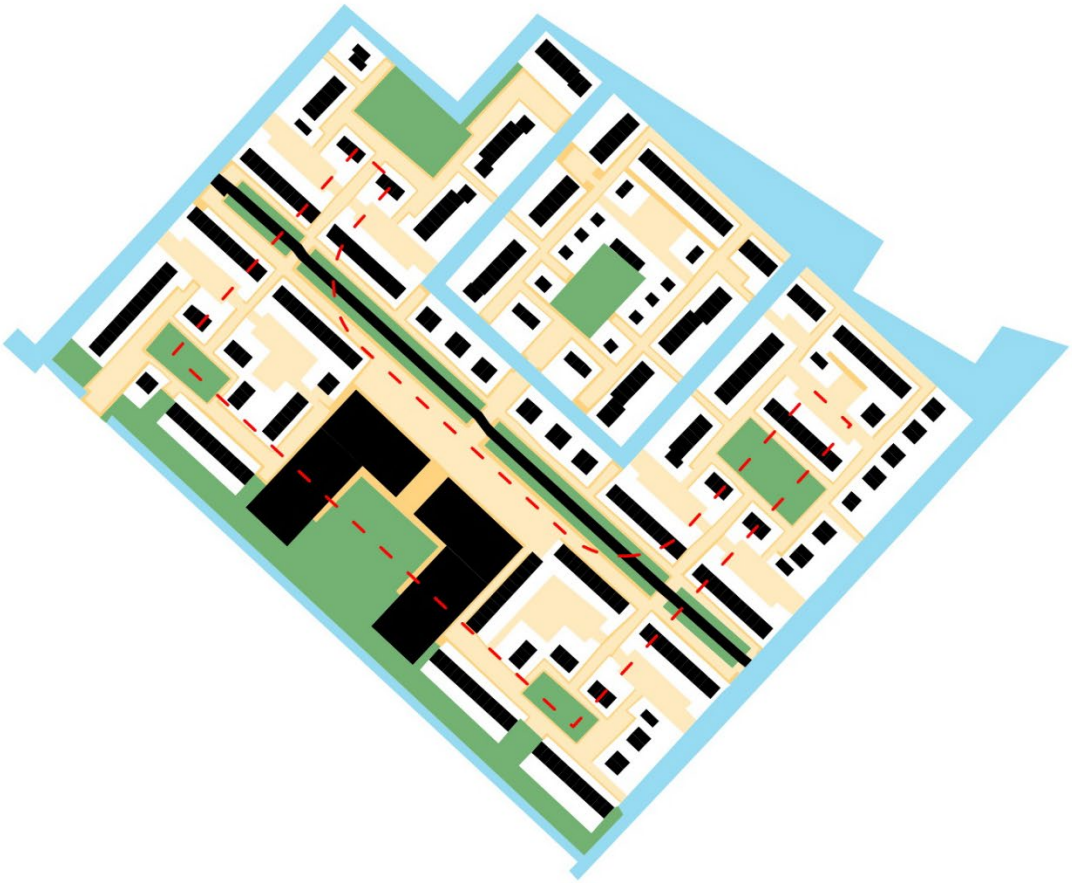
Figuur 53 Gesimuleerde waterdiepte en schade in Westergouwe S1, 160mm in 2u

Belangrijk te vermelden dat eventuele afwenteling van regenwater naar het omliggende watersysteem niet mogelijk is gemaakt in het model, overeenkomstig met de in paragraaf 2.3.1 beschreven uitgangspunten. Dit leidt in dit geval tot een overschatting van de lokale inundatiedieptes en daarmee de verwachte schade.

	50mm	70mm	160mm	Jaarlijkse verwachte schade
Westergouwe S0	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
Westergouwe S1	€ 279.300	€ 860.100	€ 5.325.000	€ 18.300

Tabel 29 Schade bij gesimuleerde neerslaggebeurtenissen in Westergouwe S0 en S1

8.3 Maatregelen publieke ruimte (scenario 2)

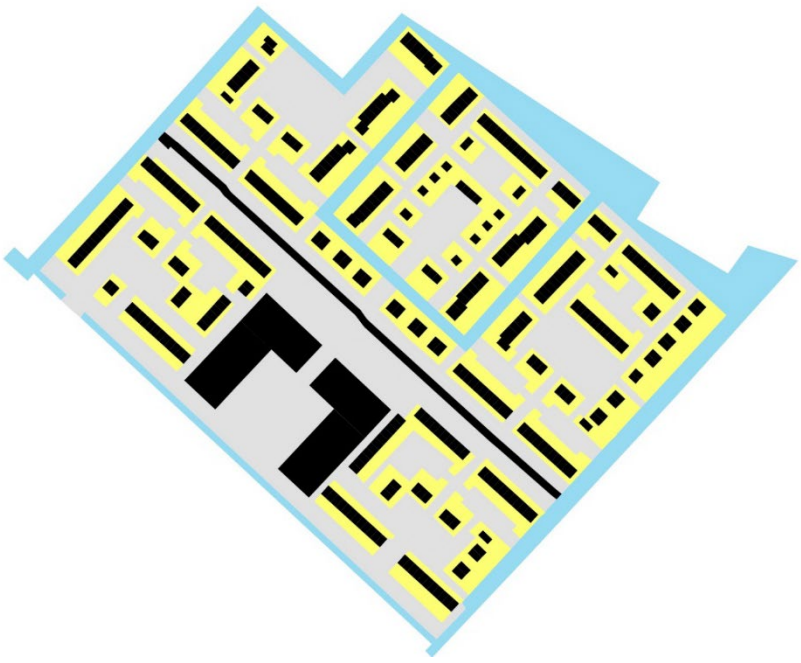


In het bestaande ontwerp voor Westergouwe is voorzien in een ruime hoeveelheid oppervlaktewater. Bij het samenstellen van het maatregelpakket nemen we aan dat regenwater hier oppervlakkig naar kan afstromen. Hiermee wijken we af van de eerder beschreven uitgangspunten. Voor zover we kunnen nagaan voorziet de hoeveelheid oppervlaktewater voorziet ruim in de gebruikelijk gevraagde compensatie verhard oppervlak. Daarnaast kunnen beide piekbuien worden geborgen in het oppervlaktewater zonder dat de standaard maximale peilstijging van 30cm wordt overschreden. In het maatregelpakket zijn extra bergingsmaatregelen opgenomen voor die delen van het plangebied die verder van 50m van oppervlaktewater afliggen en waar oppervlakkige afstroming alleen nog met een ongebruikelijk steil hoogteverloop mogelijk is.

Maatregelpakket S2 70mm (publiek)	Oppervlakte	Bergings capaciteit	Berging	€/m3	Kosten
Berging daken	26.208	0,002	52	0	0
Berging verhard	74.327	0,0005	37	0	0
Berging onverhard	29.093	0,004	116	0	0
Infiltratie	29.093	0,003	87	0	0
Berging op straat (exclusief hoofdweg)	40.374	0,1	4.037	0	0
Oppervlakkige afstroming binnen 50m van oppervlaktewater		0	0	0	0
Berging oppervlaktewater	23.740	0,3	7.122	0	0
Wadi (aanvullende lokale berging buiten 50m van oppervlaktewater)	2.723	0,3	817	167	€ 136.400
Wadi (aanvullende lokale berging buiten 50m van oppervlaktewater)	1.846	0,5	923	100	€ 92.300
Totaal					**€ 228.700**

8.4 Maatregelen private ruimte (scenario 3)

Volgens de beschreven werkwijze is scenario 3 gevuld met maatregelen om de kwetsbaarheid van het verstedelijkte casusgebied te verminderen. In dit scenario wordt het deel van de opgave dat op privaat gebied valt daar volledig verwerkt. De resterende opgave wordt verwerkt in de publieke ruimte.



De private ruimte bestaat uit de daken en tuinen in het plangebied welke 51% van het totaal beslaan (exclusief het oppervlaktewater). De bergingsopgave in privaat gebied wordt ingevuld door de toepassing van vijvers, infiltratiekratten, regentonnen en blauw-groene daken.

Maatregelpakket 70mm S3 (privaat)	Oppervlakte	Bergings capaciteit	Berging m3	€/m3	Kosten
Berging daken	26.208	0,002	52	0	0
Berging verhard	19.679	0,0005	10	0	0
Berging onverhard	19.679	0,004	79	0	0
Infiltratie	19.679	0,003	59	0	0
Vijver tuin particulier/bedrijf	984	0,3	295	133	€ 39.300
Infiltratiekrat	3.936	1,2	2.905	550	€ 1.597.900
Regenton	368	0,24	88	417	€ 36.800
Blauw-groen dak	**15.725**	**0,07**	**1.101**	**833**	€ **916.900**
Totaal			4.590		€ 2.590.900

8.5 Maatschappelijke kosten-baten analyse

8.5.1 Invoer

Onderstaande tabel presenteert de gegevens die gebruikt zijn als invoer voor de maatschappelijke kosten-baten analyse.

Invoer voor de MKBA	*Eenheid*	Westergouwe, Gouda	
		S2	*S3*
Investeringskosten totaal	*Euro's*	€ 228.700	€ 2.590.900
Beheer- en onderhoudskosten	*Euro's per jaar*	€ 4.600	€ 51.800
Vermeden schade (interventiegebied)	*Euro's per jaar*	€17.900	€17.900
Gemiddelde WOZ-waarde (interventiegebied)	*Euro's*	€220.000	€220.000
Aantal woningen met zicht op groen t.o.v. S1 in gebied	*Aantal woningen*	0	0
Aantal woningen met zicht op groen t.o.v. S1 buiten gebied*	*Aantal woningen*	0	0
Aantal woningen waarvan het dak vergroend wordt[7]	*Aantal woningen*	0	197

[7] Hierbij is een gemiddeld dakoppervlak van 80 m^2 gehanteerd per woning.

Aantal personen met zicht op groen in gebied	*Aantal personen*	0	0
Aantal personen met zicht op groen buitengebied*	*Aantal personen*	0	0
% toename van groen in interventiegebied t.o.v. s1	*%*	0	21,24
Aantal ha additioneel groen t.o.v. s1	*ha*	0	2,75

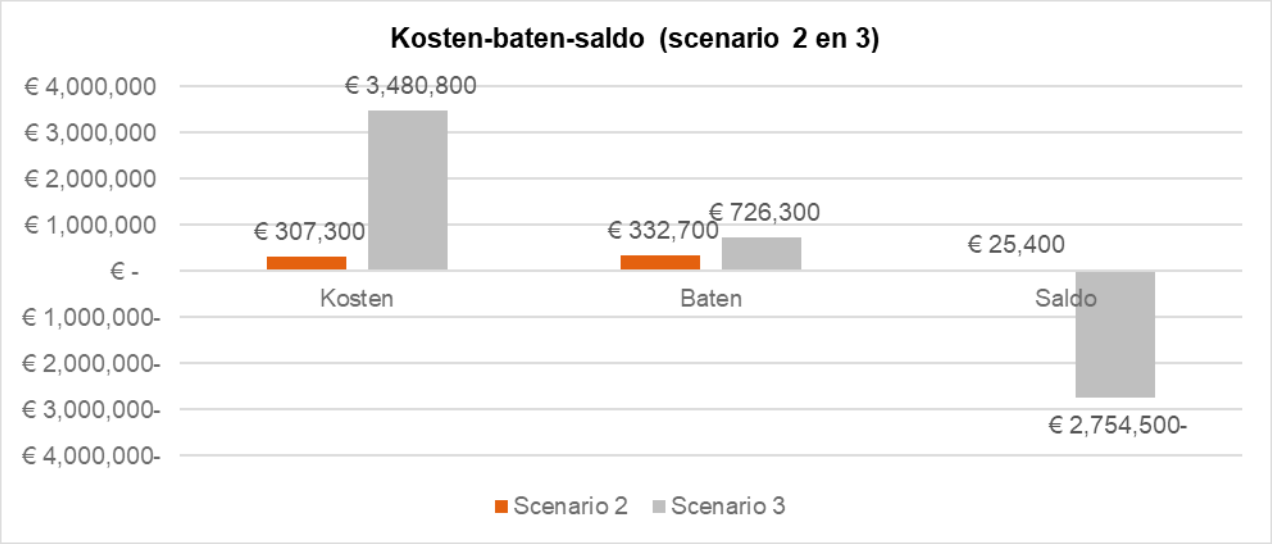
Tabel 30 Invoer voor de MKBA Westergouwe, Gouda (: wordt opgeteld bij de aantallen in het interventiegebied)*

8.5.2 Resultaten

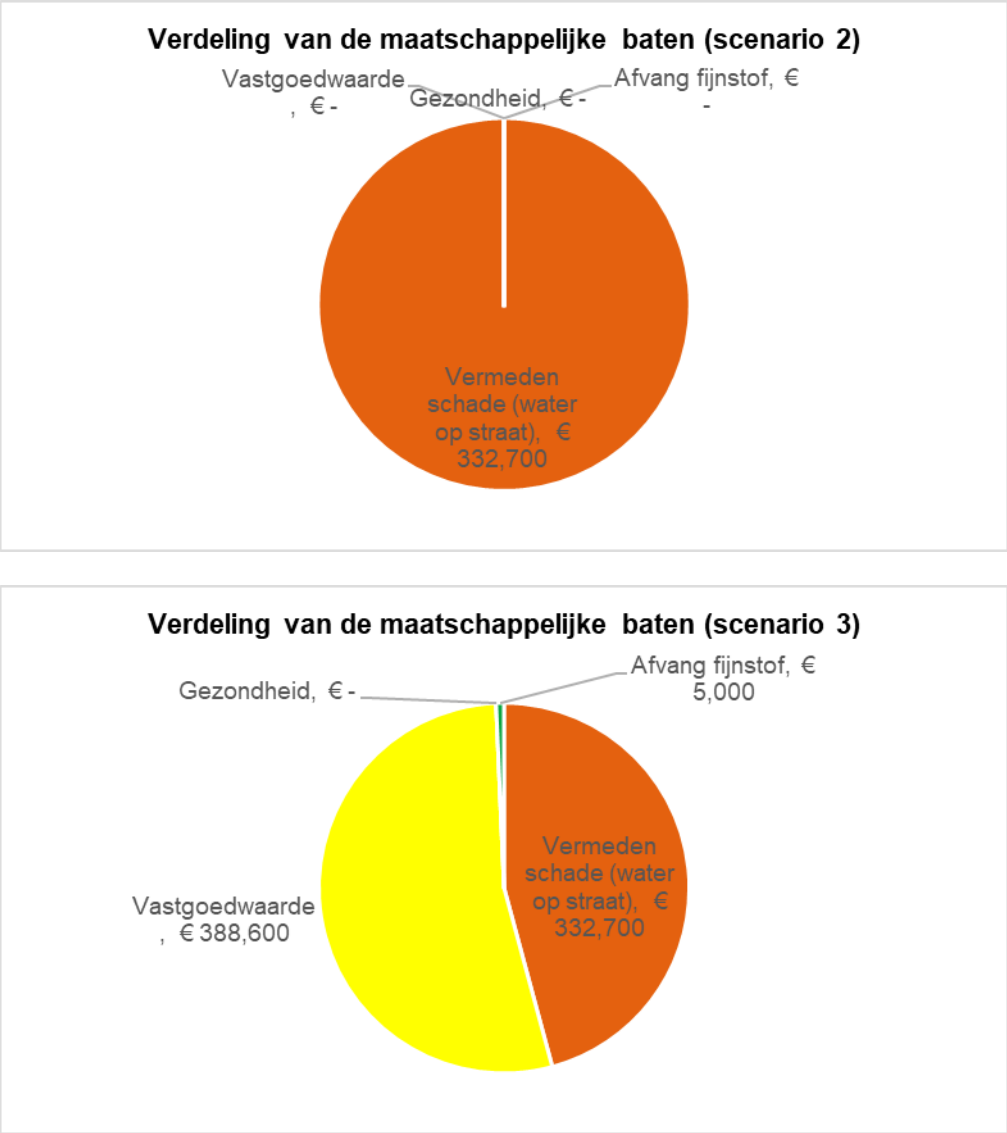
De hierboven gepresenteerde invoer vormt de basis voor de economische waardering van maatschappelijke effecten van S2 en S3. De grafiek in Figuur 54 geeft de kosten, baten en het saldo van allebei de scenario's weer. En in Figuur 55 is de verdeling van de baten van S2 en S3 in een cirkeldiagram weergegeven.

Hieronder worden de belangrijkste resultaten toegelicht:

- Het saldo van kosten en baten is alleen voor S2 licht positief. S3 heeft een sterk negatief saldo met sterk hogere kosten dan baten. Economisch gezien geniet S2 daarom de voorkeur boven S3.
- Kijkende naar de verdeling van de baten bij beiden scenario's zijn er nog enkele nuanceringen te maken. Beiden scenario's leiden tot aanzienlijke vermeden schade. Daarnaast leidt S3 wel tot vastgoedwaarde stijging, in tegenstelling tot S2. De vastgoedwaardestijging is bij S3 hoger, omdat hier ook woningen in vastgoedwaarde stijgen door de aanleg van een multifunctioneel groenblauw dak op de woning. Deze vastgoedwaardestijging is echter relatief onzeker. Er zou bijvoorbeeld gesteld kunnen worden dat niet alle woningen verkocht worden in de analyseperiode van de MKBA. De vastgoedwaarde baat is daarom waarschijnlijk een overschatting. In de volgende paragraaf wordt de gevoeligheid van de vastgoedwaardestijging op de totale resultaten van de MKBA bepaald.
- De scenario's leiden allebei niet tot gezondheidsbaten of baten door afvang van fijnstof. Dit komt doordat het gebied in de huidige situatie al relatief groen is. Het klimaatbestendig inrichten van de wijk leidt daarmee niet tot additioneel zicht op groen.
- De vermeden schade bij S2 is gelijk aan de vermeden schade bij S3, omdat het uitgangspunt is dat door aanleg van allebei de scenario's de schade door water op straat volledig voorkomen wordt.



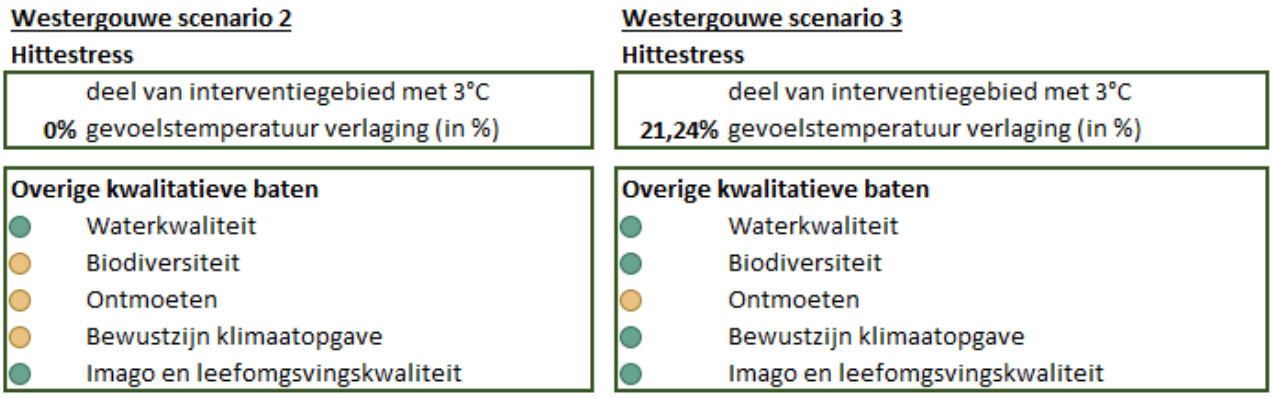
Figuur 54 Kosten, baten en saldo van S2 en S3 in Westergouwe, Gouda



Figuur 55 Verdeling van de maatschappelijke baten van S2 en S3 in Westergouwe, Gouda

De realisatie van S2 en S3 leiden tot overige positieve effecten die niet te waarderen zijn in Euro's. Figuur 56 geeft middels een 'stoplichten model' weer welke overige baten optreden. Een groen stoplicht geeft een sterke positieve bijdrage weer, een oranje stoplicht een matige positieve bijdrage en een grijs stoplicht wil zeggen dat de betreffende baat niet optreedt. De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- Omdat Westergouwe in de huidige situatie al relatief groen is, zijn de baten bij S2 beperkt. Het additionele groen leidt niet tot een afname in hittestress. De enige sterk positieve effecten zijn imago en leefomgevingskwaliteit en waterkwaliteit.
  Het additioneel vasthouden van water in het gebied leidt in alle gevallen tot het verminderen van overstorten en daarmee tot een verbetering van de waterkwaliteit.
- Voor het imago en de leefomgevingskwaliteit van de wijk geldt dat met name het totaal vergroende deel van de wijk relevant is, ongeacht of het zich op publiek of privaat terrein bevindt. Beiden scenario's leiden tot een verbetering.



Figuur 56 Kwalitatieve baten scenario 2 en scenario 3.

8.5.3 Gevoeligheidsanalyse

De onderstaande tabel (Tabel 29) presenteert de resultaten van de gevoeligheidsanalysen voor de casus Westergouwe, Gouda. Tabel 22 De tabel geeft de kosten, baten en het saldo weer van de verschillende gevoeligheidsanalyses die zijn uitgevoerd. Per gevoeligheidsanalyse is de afwijking met het saldo van de basisuitkomsten weergegeven.

Bij S2 zorgt een verhoging van 30% van de investeringskosten voor een verschuiving van het saldo van een positief naar een negatief saldo. De vastgoedwaardestijging resulteert niet in een verschuiving, omdat deze baat bij S2 niet optreedt. Het saldo van S2 van de basisuitkomsten ligt zeer dichtbij nul. De variatie in investeringskosten leiden daarom al snel tot een relatief grote afwijking van het saldo van de basisuitkomsten.

Bij S3 blijven alle saldi bij de gevoeligheidsanalysen negatief. Dit wil zeggen dat ondanks de variaties in investeringskosten en vastgoedwaardestijging de kosten niet opwegen tegen de baten.

Tabel 31 Gevoeligheidsanalyse Westergouwe, Gouda

Gevoeligheidsanalyse Westergouwe, Gouda	Totale kosten (Euro, contante waarden)	Totale baten (Euro, contante waarden)	Saldo (Euro, contante waarden)	Afwijking met het saldo van de basisuitkomsten (%)
Scenario 2				
Basis	€ 307.300	€ 332.700	€ 25.400	
Totale investeringskosten +30%	€ 399.500	€ 332.700	-€ 66.800	-364 %
Totale investeringskosten -30%	€ 215.100	€ 332.700	€ 117.600	364 %
Vastgoedwaardestijging van 5% i.p.v. 1,4%	€ 307.300	€ 332.700	€ 25.400	0,00%
Geen vastgoedwaardestijging	€ 307.300	€ 332.700	€ 25.400	0,00%
Scenario 3				

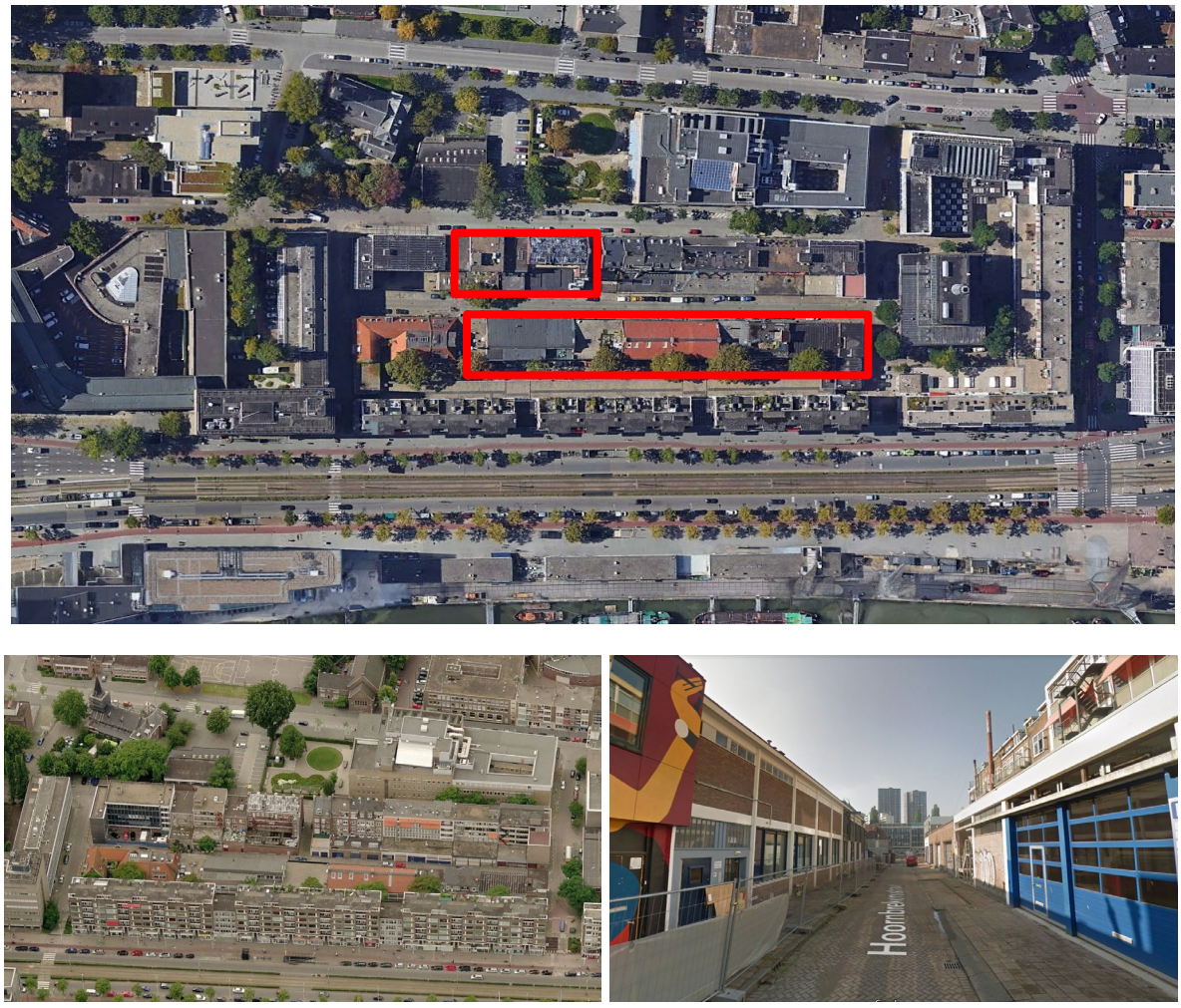
Basis	€ 3.480.800	€ 726.300	€ 2.754.500-	
Totale investeringskosten +30%	€ 4.525.100	€ 726.300	€ 3.798.800-	-238 %
Totale investeringskosten -30%	€ 2.436.600	€ 726.300	€ 1.710.300-	-38 %
Vastgoedwaardestijging van 5% i.p.v. 1,4%	€ 3.480.800	€ 1.725.500	€ 1.755.300-	-36 %
Geen vastgoedwaardestijging	€ 3.480.800	€ 337.700	€ 3.143.100-	-214 %

9 VERDICHTING OP PAND- OF BLOKNIVEAU: STADSDRIEHOEK ROTTERDAM

In dit hoofdstuk behandelen we de case stadsdriehoek Rotterdam. Deze is representatief voor het verstedelijkingstype “verdichting op pand- of blokniveau”. We richten ons specifiek op de ontwikkeling “Cooltower”.

9.1 Gebiedsbeschrijving huidige situatie (scenario 0)

Stadsdriehoek beslaat een deel van het centrum van Rotterdam. Op verschillende plaatsen maakt verouderde en meestal laagwaardige bebouwing plaats voor nieuwbouw in relatief zeer hoge dichtheden. Onderstaande figuren laten het ontwikkelgebied van de Cooltower in de huidige situatie zien.



Figuur 57 Huidige situatie casus Stadsdriehoek Rotterdam

De omgeving bestaat uit een aantal verouderde bedrijfspanden en woongebouwen.

In deze casus onderzoeken we de klimaatbestendige invulling op gebouwniveau, de waterdiepte en daarmee samenhangende schade van de omgeving is niet gesimuleerd. De maatregelen worden afgewogen tegen de schaduwprijs die geldt voor waterbergingsmaatregelen in hoog stedelijk gebied.

9.2 Situatie na verstedelijking (scenario 1)

Rotterdam (maar ook andere steden in Zuid-Holland zoals Den Haag) zet stevig in op hoogbouw. Het ontwerp en stedenbouwkundige inpassing van de Cooltower is typisch voor de toepassing van hoogbouw in Rotterdam, en bestaat uit een enkele toren met een langgerekte plint van een beperkt aantal verdiepingen. Op de plint is in het ontwerp een daktuin voorzien.

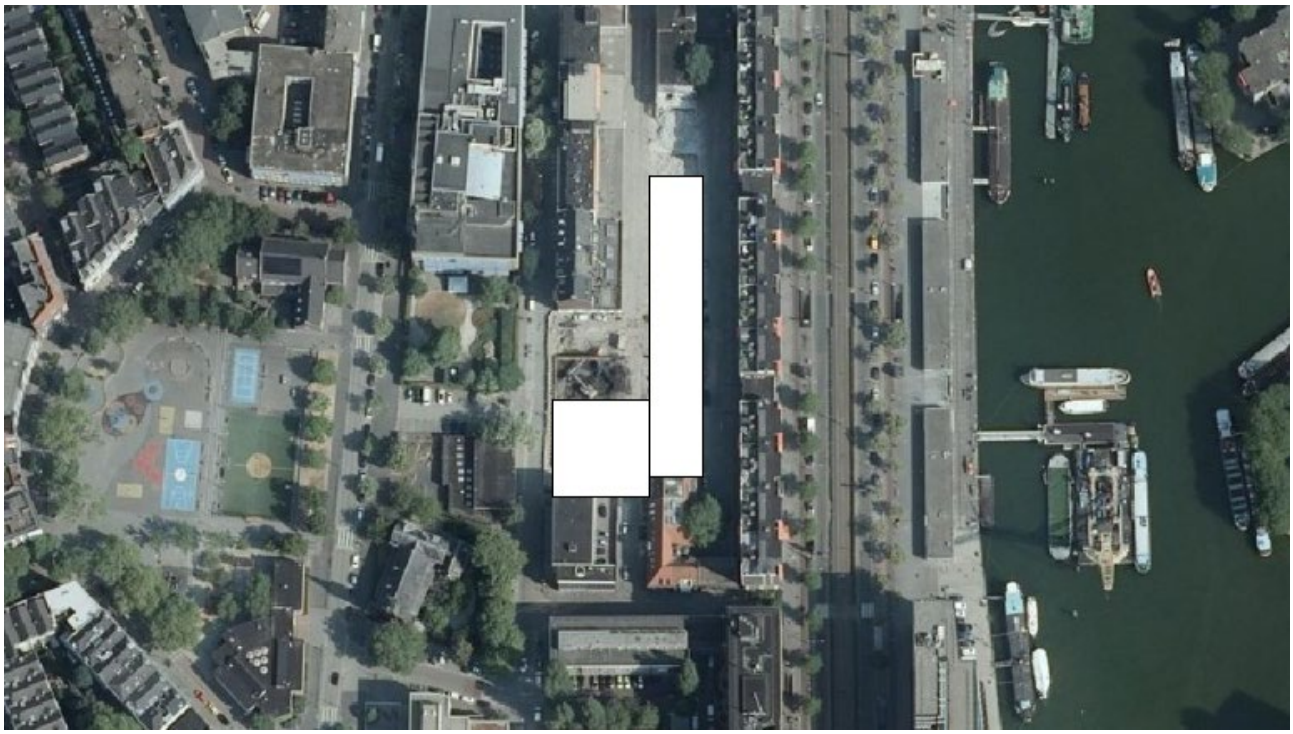
Figuur 58 Ontwerp voor de Cooltower, de toekomstige situatie (S1) van casus "verdichting op pand- of blokniveau".

9.3 Maatregelen publieke ruimte (scenario 2)

De casus richt zich uitsluitend op maatregelen in de private ruimte. Scenario 2 is daarom niet uitgewerkt.

9.4 Maatregelen private ruimte (scenario 3)

In het maatregelpakket is op de plint een tuindak voorzien, een multifunctioneel dak dat toegankelijk is voor bewoners. Op het dak is eveneens plek voor waterberging.



De waterbergingsopgave van 70mm van beide dakvlakken (toren en plint) wordt in de daktuin geborgen. Onderstaande tabel geeft de investeringskosten.

Maatregelpakket 70mm S3 (privaat)	Oppervlakte	Bergings capaciteit	Berging m3	€/m2	Kosten
Berging daken	2.539	0.002	5	0	0
Tuindak	1.595	0.09	144	165	€ 263.200
Blauw-groen dak	488	0.07	34	15*	€ 7.300
Totaal			178		€ 270.500

Tabel 32 Maatregelpakket S3 case verdichting op pand- of blokniveau (aanvullende kosten extra waterberging bij tuindak).*

9.5 Maatschappelijke kosten-baten analyse

9.5.1 Invoer

Onderstaande tabel presenteert de gegevens die gebruikt zijn als invoer voor de maatschappelijke kosten-baten analyse. Bij de Stadsdriehoek is geen scenario 2 doorgerekend. Daarom zijn in deze paragraaf alleen de invoer en resultaten van S3 weergegeven.

Invoer voor de MKBA	*Eenheid*	*S3*
Investeringskosten totaal	*Euro's*	€ 270.500
Beheer- en onderhoudskosten	*Euro's per jaar*	€ 5.400
Vermeden schade (interventiegebied)	*Euro's per jaar*	€ 88.900
Gemiddelde WOZ-waarde (interventiegebied)	*Euro's*	€ 350.000
Aantal woningen met zicht op groen t.o.v. S1 in gebied	*Aantal woningen*	10[8]
Aantal woningen met zicht op groen t.o.v. S1 buiten gebied*	*Aantal woningen*	Nvt
Aantal woningen waarvan het dak vergroend wordt[9]	*Aantal woningen*	20
Aantal personen met zicht op groen in gebied	*Aantal personen*	625
Aantal personen met zicht op groen buitengebied*	*Aantal personen*	Nvt

[8] We nemen aan dat enkel drie woonlagen en enkel de appartementen met zicht op de daktuin profijt hebben van een vastgoedwaardestijging.
[9] Hierbij is een gemiddeld dakoppervlak van 80 m^2 gehanteerd per woning.

% toename van groen in interventiegebied t.o.v. s1	*%*	6,5[10]
Aantal ha additioneel groen t.o.v. s1	*ha*	0,25

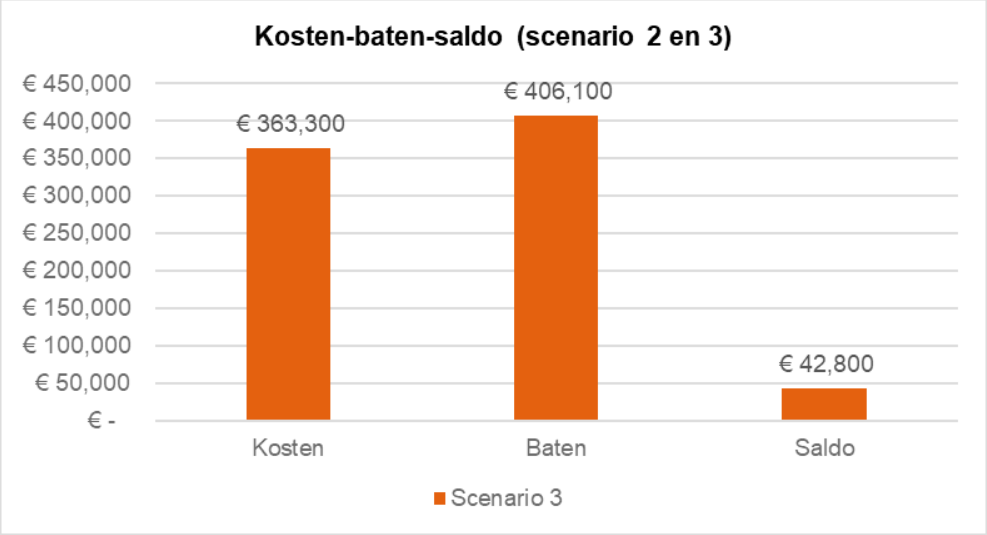
Tabel 33 Invoer voor de MKBA Slikkerveer, Ridderkerk (: wordt opgeteld bij de aantallen in het interventiegebied)*

9.5.2 Resultaten

De hierboven gepresenteerde invoer vormt de basis voor de economische waardering van maatschappelijke effecten van S3 in de Stadsdriehoek, Rotterdam. De grafiek in Figuur 59 geeft de kosten, baten en het saldo van S3 weer. En in Figuur 60 is de verdeling van de baten van S3 in een cirkeldiagram weergegeven.

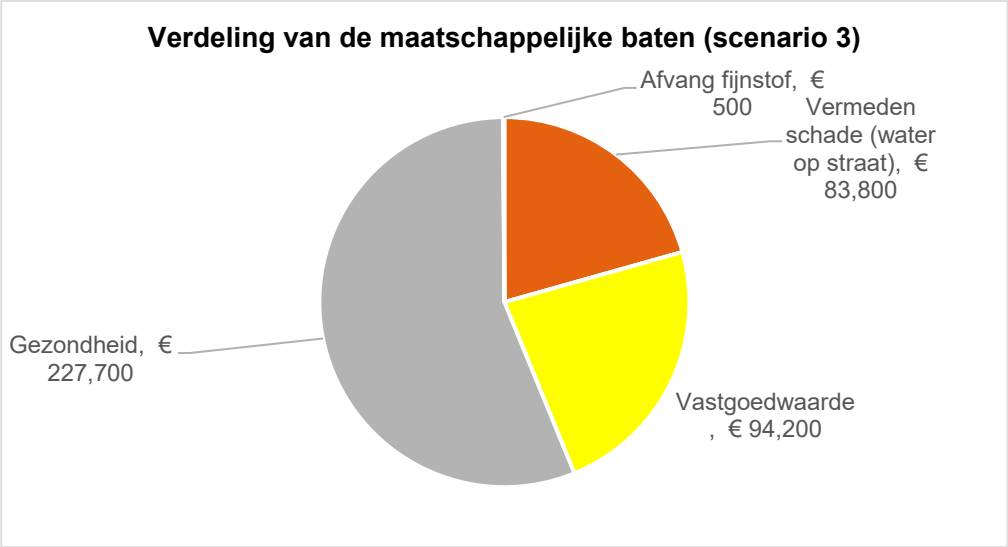
Hieronder worden de belangrijkste resultaten toegelicht:

- De baten bij S3 zijn hoger dan de kosten. Dit geeft een positief saldo van kosten en baten.
- Wanneer we kijken naar de verdeling van de baten, zien we dat het gezondheidseffect het grootste is. Dit komt doordat de daktuin voor een groot publiek toegankelijk is. Een relatief groot aantal bewoners ondervindt dus profijt van additioneel groen in de buurt.
- Bij de MKBA voor Stadsdriehoek (Rotterdam) wordt de vermeden schade op een andere manier benaderd omdat dit een casus is op gebouwniveau. Daarom wordt er gebruik gemaakt van de vermeden kosten voor alternatieve retentievoorzieningen (berging op maaiveld of ondergronds). Dit wordt ook wel de schaduwprijs genoemd. In deze MKBA is als schaduwkosten voor waterretentie € 500 per m^3 aangehouden.
- Woningen waarvan het dak vergroend is en woningen die uitzicht krijgen op het de groene daktuin hebben een vastgoedwaardestijging. Deze baat is relatief groot, maar ook relatief onzeker. Er zou bijvoorbeeld gesteld kunnen worden dat niet alle woningen verkocht worden in de analyseperiode van de MKBA. De vastgoedwaarde baat is daarom waarschijnlijk een overschatting. In de volgende paragraaf wordt de gevoeligheid van de vastgoedwaardestijging op de totale resultaten van de MKBA bepaald.
- De gemonetariseerde baat van afvang van fijnstof is te verwaarlozen; het aandeel van deze baat binnen de totale baten is lager dan 0,05%.



Figuur 59 Kosten, baten en saldo van S3 in de Stadsdriehoek, Rotterdam

[10] Om te berekenen welk percentage binnen een straal van 500 meter additioneel groen is door de aanleg van de daktuin op de Cool Tower hebben we aangenomen dat 5% van de binnenstad van Rotterdam in de huidige situatie groen is. De aanleg van de daktuin resulteert in 6,5% additioneel groen in de Stadsdriehoek.



Figuur 60 Verdeling van de maatschappelijke baten van S3 in de Stadsdriehoek, Rotterdam

De bovenstaande figuren laten echter niet het volledige plaatje zien. Een aantal van de effecten zijn niet te waarderen in Euro's. Onderstaand figuur geeft middels een 'stoplichten model' weer welke overige baten optreden. Een groen stoplicht geeft een sterke positieve bijdrage weer, een oranje stoplicht een matige positieve bijdrage en een grijs stoplicht wil zeggen dat de betreffende baat niet optreedt. De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- De aanleg van S3 leidt tot een afname in hittestress. 6,5% van het interventiegebied ervaart een gevoelstemperatuur verlaging van drie graden Celsius.
- Het additioneel vasthouden van water in het gebied leidt in alle gevallen tot het verminderen van overstorten en daarmee tot een verbetering van de waterkwaliteit.
- Daarnaast resulteert de aanleg van de daktuin in mogelijkheden voor flora en fauna om zich te vestigen. S3 heeft dus een positief effect op biodiversiteit.
- De daktuin biedt ook mogelijkheden voor ontmoeten en sociale activiteiten en het komt het imago en de leefomgevingskwaliteit van de Stadsdriehoek ten goede.

Stadsdriehoek scenario 3

Hittestress

	deel van interventiegebied met 3°C
6,50%	gevoelstemperatuur verlaging (in %)

Overige kwalitatieve baten
Waterkwaliteit
Biodiversiteit
Ontmoeten
Bewustzijn klimaatopgave
Imago en leefomgsvingskwaliteit

Figuur 61 Kwalitatieve baten scenario 3 in de Stadsdriehoek, Rotterdam

9.5.3 Gevoeligheidsanalyse

Tabel 32 geeft de resultaten van de gevoeligheidsanalysen voor de casus Stadsdriehoek, Rotterdam. Tabel 22 De tabel geeft de kosten, baten en het saldo weer van de verschillende gevoeligheidsanalyses die zijn uitgevoerd. Per gevoeligheidsanalyse is de afwijking met het saldo van de basisuitkomsten weergegeven.

Het saldo van S3 ligt relatief dichtbij nul. Daarom leiden de variaties in investeringskosten en vastgoedwaardestijging tot relatief grote afwijkingen met het saldo van de basisuitkomsten. Een verhoging van de investeringskosten of een verlaging van de vastgoedwaardestijging leiden tot een verschuiving van het saldo van een positief naar een negatief saldo. Dit geeft aan dat de resultaten relatief gevoelig zijn voor de aannames die we gedaan hebben in relatie tot vastgoedwaardestijging.

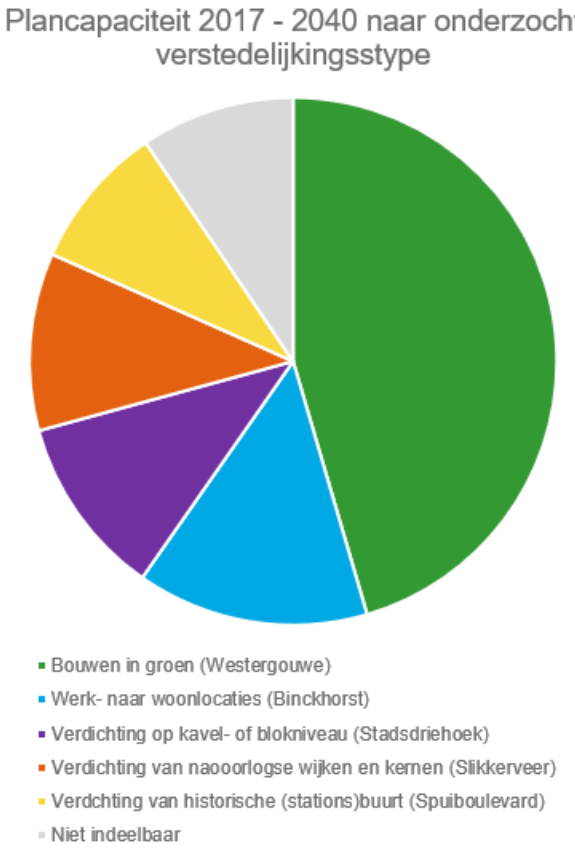
Tabel 34 Gevoeligheidsanalyse Stadsdriehoek

Gevoeligheidsanalyse Stadsdriehoek	Totale kosten (Euro, contante waarden)	Totale baten (Euro, contante waarden)	Saldo (Euro, contante waarden)	Afwijking met het saldo van de basisuitkomsten (%)
Scenario 3				
Basis	€ 363.300	€ 406.100	€ 42.800	
Totale investeringskosten +30%	€ 472.300	€ 406.100	€ 66.200-	-255 %
Totale investeringskosten -30%	€ 254.300	€ 406.100	€ 151.800	255 %
Vastgoedwaardestijging van 5% i.p.v. 1,4%	€ 363.300	€ 648.200	€ 284.900	566 %
Geen vastgoedwaardestijging	€ 363.300	€ 311.900	€ 51.400-	-220 %

10 AGGREGATIE

Hoe verhouden de geselecteerde cases zich tot de totale verstedelijkingsopgave 2040? Op basis van de Dataset plancapaciteit woningen 2017 – 2040 is het aandeel van elk verstedelijkingstype ingeschat.

Alle plannen groter dan 200 woningen uit de genoemde dataset zijn individueel ingedeeld naar een van de verstedelijkingstypen, voor zover dat mogelijk is. Zo ontstaat bij benadering een beeld voor de gehele verstedelijkingsopgave (Figuur 62 en Tabel 33).



Figuur 62 Plancapaciteit 2017 - 2040 naar onderzocht type verstedelijking

	Aantal woningen	%
Bouwen in groen (Westergouwe)	54.225	45
Werk- naar woonlocaties (Binckhorst)	16.956	14
Verdichting op kavel- of blokniveau (Stadsdriehoek)	13.198	11
Verdichting van naoorlogse wijken en kernen (Slikkerveer)	12.985	11
Verdichting van historische (stations)buurt (Spuiboulevard)	10.618	9
Niet in te delen	11.262	9
Totaal	119.244	100

Tabel 35 Plancapaciteit 2017 - 2040 naar onderzocht type verstedelijking

De analyse laat zien dat een groot deel (45%) van de nu voorziene woningbouw zal plaatsvinden in nu groene gebieden. De overige verstedelijkingstypen hebben min of meer een gelijk aandeel van 14 – 11%. Een klein deel (9%) van de plannen is niet in te delen naar een verstedelijkingstype omdat er onvoldoende informatie beschikbaar was of omdat de plannen inhoudelijk te ver van alle typen afstaan.

De dataset plancapaciteit is voornamelijk gevuld voor de periode tot 2025. In verschillende beleidsdocumenten kom terug dat er op de langere termijn (richting 2040) minder in landelijke (groen) zal worden gebouwen en meer in (binnen)stedelijke gebieden. In bijlage B, Typering van de verstedelijkingsopgave is dit verder toegelicht.

BIJLAGE B DREMPELHOOGTES SCHADEMODELLERING

	Dordrecht S0	Dordrecht S1	Den Haag S0	Den Haag S1	Ridderkerk S0	Ridderkerk S1	Westergouwe S1
Type Gebouw	Drempelhoogte (cm)						
Vrijstaand pre 1919	10	10	*	*	*	*	*
Vrijstaand 1919 - 1944	10	10	*	*	*	*	*
Vrijstaand 1945 - 1964	*	*	*	*	10	10	*
Vrijstaand 1965 - 1974	*	*	*	*	10	10	*
Vrijstaand 1975 - 1985	*	*	*	*	10	10	*
Vrijstaand post 1985	10	10	*	*	*	*	*
Rijtjeshuis pre 1919	20	20	*	*	*	*	*
Rijtjeshuis 1919 - 1944	10	10	*	*	*	*	*
Rijtjeshuis 1945 - 1964	10	10	*	*	10	10	*
Rijtjeshuis 1965 - 1974	5	5	*	*	10	10	*
Rijtjeshuis 1975 - 1985	5	5	*	*	*	*	*
Rijtjeshuis post 1985	15	2	*	2	2	2	2
Flat 1919 - 1944	10	10	5	5	*	*	*
Flat 1945 - 1964	10	10	*	*	10	10	*
Flat 1965 - 1974	*	*	*	*	10	10	*
Flat 1975 - 1985	10	10	*	*	*	*	*
Flat post 1985	10	2	*	2	10	2	*
Half-vrijstaand pre 1919	*	*	20	20	*	*	*
Winkel	5	5	5	5	5	5	2
Kantoor	5	5	5	5	*	*	*
Opslag	*	*	5	*	*	*	*
Vrije tijd	5	5	5	5	*	*	*
Publiek	5	5	5	5	2	2	*
Industrie	5	5	2	2	*	*	*
Vitale Infrastructuur	25	25	25	25	25	25	*

BIJLAGE C TYPERING VAN DE VERSTEDELIJKINGSOPGAVE

We hebben drie bronnen onderzocht om een beeld te krijgen van de verstedelijkingsopgave.

4. Discussienota Koers en Inzet Verstedelijkingsopgave Zuid-Holland en bijbehorende routekaart
5. Dataset plancapaciteit woningen 2017 – 2040
6. Pamflet van de verstedelijkingsalliantie

Voor elke bron is onderzocht in welke typen de verstedelijkingsopgave uiteenvalt.

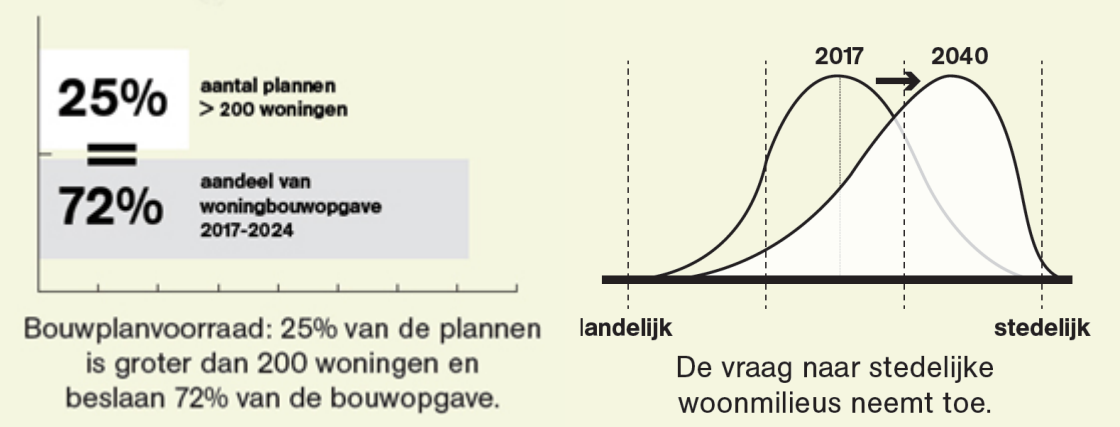
Discussienota Koers en Inzet Verstedelijkingsopgave Zuid-Holland en bijbehorende routekaart

In de discussienota worden vijf kansrijke interventies gepresenteerd voor de ruimtelijke vertaling van de verstedelijkingsambities van de provincie Zuid-Holland. De interventies representeren ruimtelijke opgaven die een bijdrage leveren aan het versnellen van de woningbouwproductie of aan belangrijke randvoorwaarden daarvoor. In de toelichting van deze interventies wordt bovendien ingegaan op programmafuncties en dichtheden.

1. **Inzetten op transformatiegebieden.** De transformatie van verouderde haventerreinen, bedrijventerreinen en kantoorgebieden kan een belangrijke bijdrage leveren aan de woningbouwopgave waar de provincie voor staat. Deze gebieden, gelegen binnen bestaand stedelijk gebied en veelal met een gunstige ligging ten opzichte van openbaar vervoer, kunnen ontwikkeld worden tot (hoog)stedelijke woon-werkmilieus.
2. **Ontwikkelen knooppunten.** De knooppunten in het bestaande en nog te ontwikkelen HOV-netwerk (trein, R-net, waterbus) vormen een uitgelezen kans voor transit oriented development (TOD). De functionele verbinding tussen knooppunten en stedelijke gebieden kan daarmee worden versterkt en gebruik van OV wordt gestimuleerd. Het programma voor knooppuntontwikkeling is gemengd stedelijk, maar tussen kansrijke plekken zijn verschillen; ontwikkeling in hoog stedelijke dichtheden op multimodale knooppunten of iets minder hoge dichtheden op enkelvoudige knooppunten.
3. **Infrastructuur en omgeving beter integreren.** Spoorlijnen, invalswegen, rondwegen, waterwegen en dijken vormen vaak scheidslijnen tussen stedelijke gebieden en dragen bij aan versnippering van stedelijk gebied. Het slechten van deze barrières verbetert de bereikbaarheid van werk en voorzieningen en vergroot de samenhang in het stedelijk weefsel. Waar sprake is van duidelijke sociaaleconomische verschillen tussen gebieden aan weerszijde van een scheidslijn, kan ook bijgedragen worden aan sociale inclusiviteit. Tegelijkertijd is grond direct grenzend aan deze infrastructuur vaak weinig intensief gebruikt en liggen daar kansen voor verdichting binnen bestaand bebouwd gebied.
4. **Schaalsprong landschap.** In Zuid-Holland staan landschappen in, om en tussen steden onder druk, is stedelijk groen vaak versnipperd, vertonen recreatiegebieden en stadsranden slijtage en zijn zij slecht verbonden met groene en blauwe structuren die stad en land verbinden. De verstedelijkingsopgave biedt een kans om een dubbeldoelstelling te bereiken door verdichten en vergroenen van het bestaand bebouwd gebied te combineren. De kwaliteit van het groen en (regionale) groenblauwe verbindingen kunnen verbeterd worden. Daarmee kan tevens bijgedragen worden aan de klimaatopgave, gezonde mobiliteit (o.a. fiets) en aantrekkelijkheid van de regio als geheel en de stedelijke gebiedsontwikkelingen afzonderlijk.
5. **Investeren in toekomstbestendige wijken en dorpen.** Met het oog op de energietransitie is verduurzaming van de bestaande woningvoorraad een grote opgave. In Zuid-Holland staan bijvoorbeeld zo'n 275.000 woningen waar vanuit energievernieuwing bezien strategische keuzes over vervanging of renovatie aan de orde zijn. Dit omdat hun bouwperiode (jaren '50 tot '80) gecombineerd met een relatief lage WOZ-waarde de vraag naar de haalbaarheid van investeringen in betere energieprestaties oproept. Dit betreft vaak woningen in voormalige groeikernen en naoorlogse woonwijken in andere steden. Daarnaast heeft opschaling van voorzieningen geleid tot leegstaande winkels en ander vastgoed. De leefbaarheid is in veel naoorlogse woonwijken en kleine kernen een aandachtspunt. De bouwopgave biedt kansen om deze wijken en kernen te vernieuwen[11].

[11] Uit: Discussienota Koers en Inzet Verstedelijkingsopgave Zuid-Holland

De Routekaart Verstedelijking is tegelijkertijd met de discussienota uitgekomen. In de routekaart staan twee observaties die relevant zijn voor dit onderzoek, zie Figuur 63**Error! Reference source not found.**. Allereerst: 25% van de woningbouwplannen bestaat uit meer dan 200 woningen (netto plancapaciteit), en deze beslaan maar liefst 72% van de woningbouwopgave 2017-2024. Daarnaast neemt de vraag naar stedelijke woonmilieus toe tussen 2017 en 2040.



Figuur 63 Observaties uit de routekaart verstedelijking provincie Zuid-Holland.

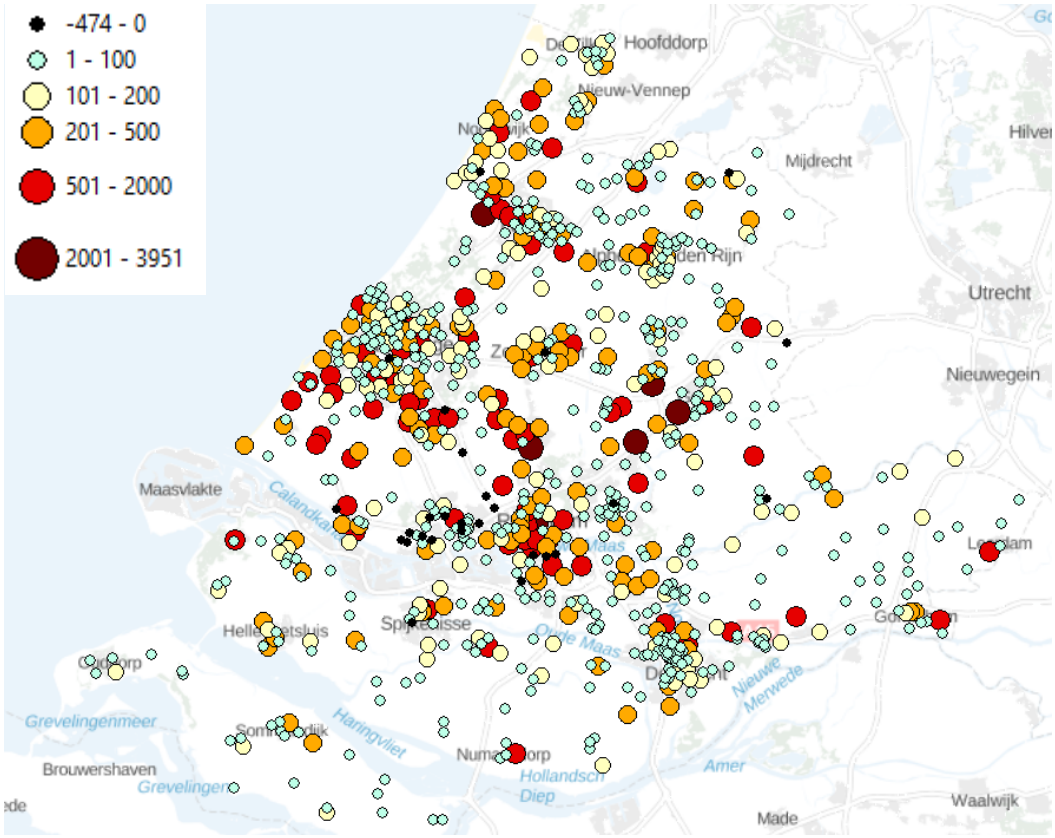
Dataset plancapaciteit woningen 2017 – 2040

Deze dataset bevat de netto plancapaciteit van woningbouwprojecten binnen de provincie, zie Figuur 64 en Tabel 34 Netto plancapaciteit woningen provincie Zuid-Holland. Er wordt onderscheid gemaakt in drie periodes. De netto plancapaciteit laat het aantal nieuwbouwwoningen in een gebied of plan zien min het aantal gesloopte woningen. Vandaar de categorie “negatieve realisatie” in de tabel en figuur waarin ten opzichte van de uitgangssituatie een negatief aantal woningen wordt gerealiseerd. Projecten in deze categorie komen in de praktijk vaak neer op stedelijke vernieuwing en het verbeteren van de kwaliteit van de woningvoorraad. De dataset geeft geen inzicht in het bruto aantal nieuwbouwwoningen.

In de dataset vinden we veel kleinschalige plannen terug met een netto plancapaciteit van minder dan 200 woningen. De precieze invulling van deze plannen is lastig te achterhalen. De tabel laat zien dat deze plannen ongeveer 23% van de totale netto plancapaciteit beslaan.

De grootschaliger plannen van meer dan 200 woningen zijn steekproefsgewijs onderzocht. We typeren deze als volgt:

- Grootschalige bouwplannen in onbebouwd (binnen- of buitenstedelijk) groen in relatief lage dichtheid (eengezinswoningen). *Voorbeelden: Oostpolder Gouda, Valkenburg Katwijk, Wilderszijde Lansingerland, Traingel Waddinxveen, Zuidplaspolder Zuidplas, Sion en Haantje in Rijswijk, Starrenburg Voorschoten, Erasmusveld Den Haag.*
- Herstructurering van wijken uit de wederopbouw. In deze plannen worden vaak verouderede (portiek) flats vervangen door een combinatie van eengezinswoningen en appartementsgebouwen. *Voorbeelden: Westpolder Papendrecht, Wielewijk Dordrecht, Slikkerveer Ridderkerk,*
- Transitie van werklocaties (haven- kantoor- en industriegebieden) naar stedelijke woonmilieus. *Voorbeelden: Binckhorst Den Haag, Laakhaven Den Haag, Kop van Zuid Rotterdam, Nieuw Mathenesse (Merwe-Vierhavens) Rotterdam, Rijnhaven-Oost Alphen aan den Rijn, Leeuwenhoek Leiden, Leyenburg Den Haag.*
- Intensivering van het stedelijk gebied op pand- of bouwblokniveau, waar geen herstructurering aan te pas komt. Vaak gaat het om het herbestemmen van scholen of andere voormalige voorzieningen naar woningen. Of komt hoogbouw in de plaats van oudere bebouwing binnen enkele kavels (met name in Rotterdam het geval). *Voorbeelden: Stadsdriehoek Rotterdam, Oude Noorden Rotterdam.*
- Intensivering en vernieuwing rondom stationslocaties. *Voorbeelden: CS Kwartier Rotterdam, Stationsbuurt Delft, Laakkwartier Den Haag.*
- Vernieuwing van relatief kleine kernen. *Voorbeelden: Naaldwijk centrumgebied, De Lier centrumgebied, Plan Dorp Puttershoek.*



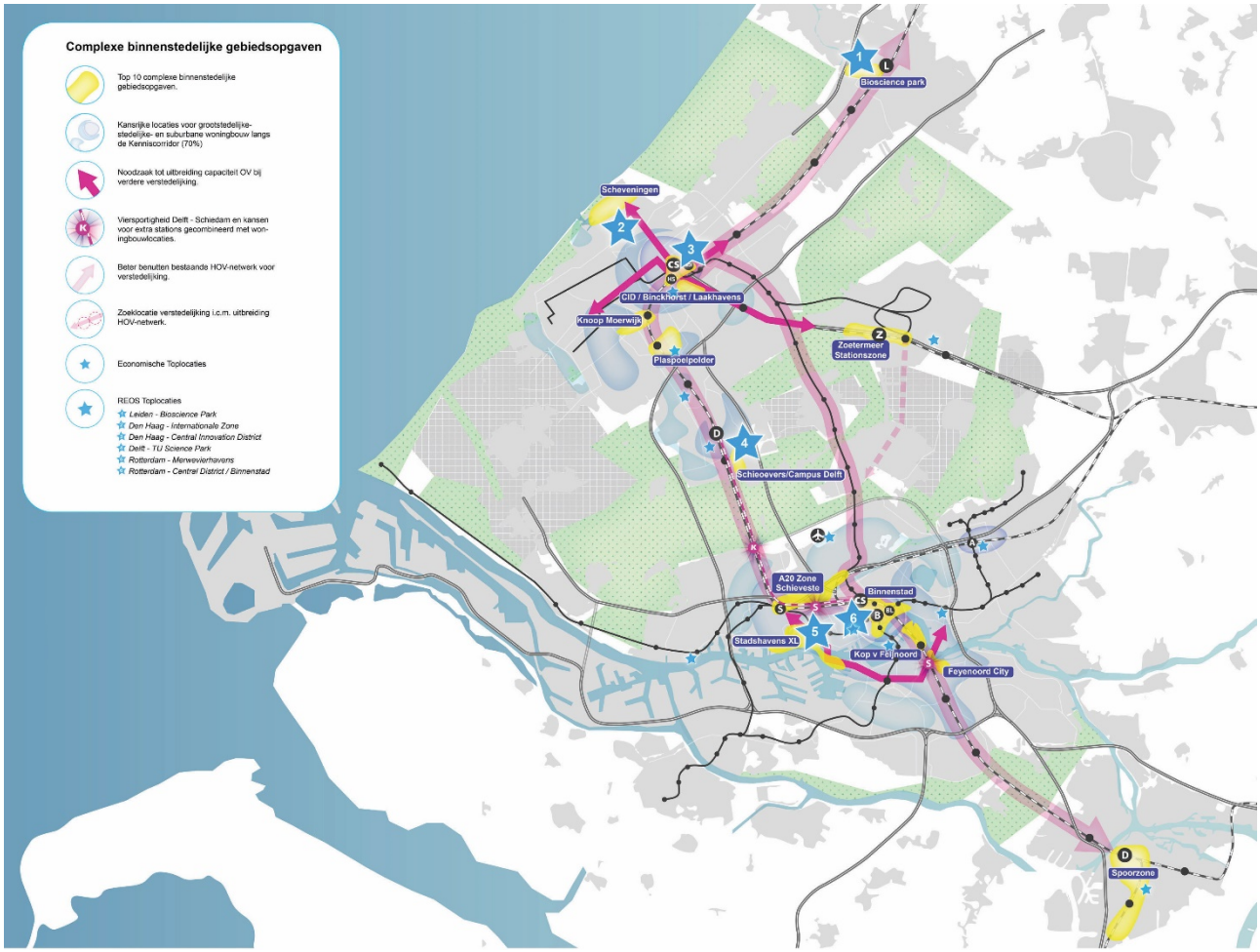
Figuur 64 Netto plancapaciteit woningen provincie Zuid-Holland

Categorie	Eenheden in categorie*	Netto plancapaciteit	Aandeel	2017-2025	2025-2030	2030-2040
0 – 50	328	6.939	4.3%	6.733	119	87
50 – 100	153	11.330	7.0%	10.643	643	44
100 – 200	130	19.450	12.1%	18.398	950	102
200 – 500	127	40.907	25.5%	36.541	3.067	1.293
500 – 2.000	70	65.719	41.0%	56.576	7.715	1.428
2.000 – 5.000	6	19.799	12.33%	9.870	8.629	1.300
0 – -474	27	-3.567	-2.2%	-3.013	-47	-507
Totaal	**841**	**160.571**	**100%**	**135.748**	**21.076**	**3.747**

Tabel 36 Netto plancapaciteit woningen provincie Zuid-Holland

Bod van de verstedelijkingsalliantie

De directies wonen van acht gemeenten (Dordrecht – Rotterdam – Schiedam – Delft – Rijswijk – Den Haag – Zoetermeer – Leiden) hebben de handen ineengeslagen in een verstedelijkingsalliantie. Vanuit gezamenlijke ambitie is een strategie ontwikkeld om tot versnelde ontwikkeling van woningbouwlocaties te komen (zie Figuur 65 Gebiedsopgaven Verstedelijkingsalliantie). De alliantie draagt dertien transformatiegebieden waar de woningbouwproductie op de middellange termijn vorm kan krijgen. Alle locaties vallen binnen het HOV-netwerk van de provincie.



Figuur 65 Gebiedsopgaven Verstedelijkingsalliantie

De locaties zijn als volgt te typeren:

- Intensivering van centrumgebieden. *Voorbeelden: Binnenstad Rotterdam, Scheveningen Den Haag.*
- Transformatie van (voormalige) werkgebieden naar woongebieden. *Voorbeelden: Bioscience park Leiden, CID/ Binckhorst/ Laakhavens Den Haag, Plaspoelpolder Rijswijk, A20 Zone Schieveste Rotterdam, Stadshavens XL Rotterdam, Feyenoord City Rotterdam, Kop v Feijenoord Rotterdam, Schieoevers Delft.*
- Intensivering en vernieuwing van stationsgebieden. *Voorbeelden: Binnenstad Rotterdam, Spoorzone Dordrecht, Stationszone Zoetermeer, Moerwijk Den Haag.*

COLOFON

HET EFFECT VAN DE VERSTEDELIJKINGSOPGAVE OP WATEROVERLAST
ONDERZOEK NAAR KWETSBAARHEID EN KLIMAATBESTENDIGE VERDICHTING

KLANT
Provincie Zuid-Holland, Vereniging Zuid-Hollandse Waterschappen

AUTEUR
Robert de Kort
Jolijn Posma

TEAM
Robert de Kort
Jolijn Posma
Leon Dielen
Jeroen Rijsdijk
Erwin Slingerland

ONZE REFERENTIE
083724414 0.17

DATUM
12 april 2019

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com