Gemeente Amsterdam

Bestemmingsplan Westerpark Zuid

Vastgesteld

Gemeente Amsterdam
Ruimte en Duurzaamheid

bestemmingsplan Westerpark Zuid

Colofon

Opdrachtgever	
Opdrachtnemer	Ruimte en Duurzaamheid
IMRO_idn	NL.IMRO.0363.E1804BPSTD-VG03
Datum print	25 Augustus 2025
Planstatus	vastgesteld

Inhoudsopgave

Bijlagen bij de toelichting		**5**
Bijlage 1	**Cultuurhistorische verkenning Westerpark Zuid**	**7**
Bijlage 2	**Cultuurhistorische verkenning GWL-terrein**	**59**
Bijlage 3	**Cultuurhistorische verkenning Kop van Jut**	**73**
Bijlage 4	**Archeologisch onderzoek**	**95**
Bijlage 5	**Visie Molenterrein De Otter**	**127**
Bijlage 6	**Grondwatereffect onderkeldering Amsterdam**	**145**
Bijlage 7	**Groenpercentage en vergroeningspotentieel particuliere tuinen**	**197**
Bijlage 8	**Advies GGD**	**207**
Bijlage 9	**HvA Hittebestendige stad**	**213**
Bijlage 10	**Nota van beantwoording zienswijzen**	**343**
Bijlage 11	**Vergelijking bouwblokken**	**357**

Bijlagen bij de toelichting

Bijlage 1 Cultuurhistorische verkenning Westerpark Zuid

Gemeente Amsterdam

Westerpark-Zuid

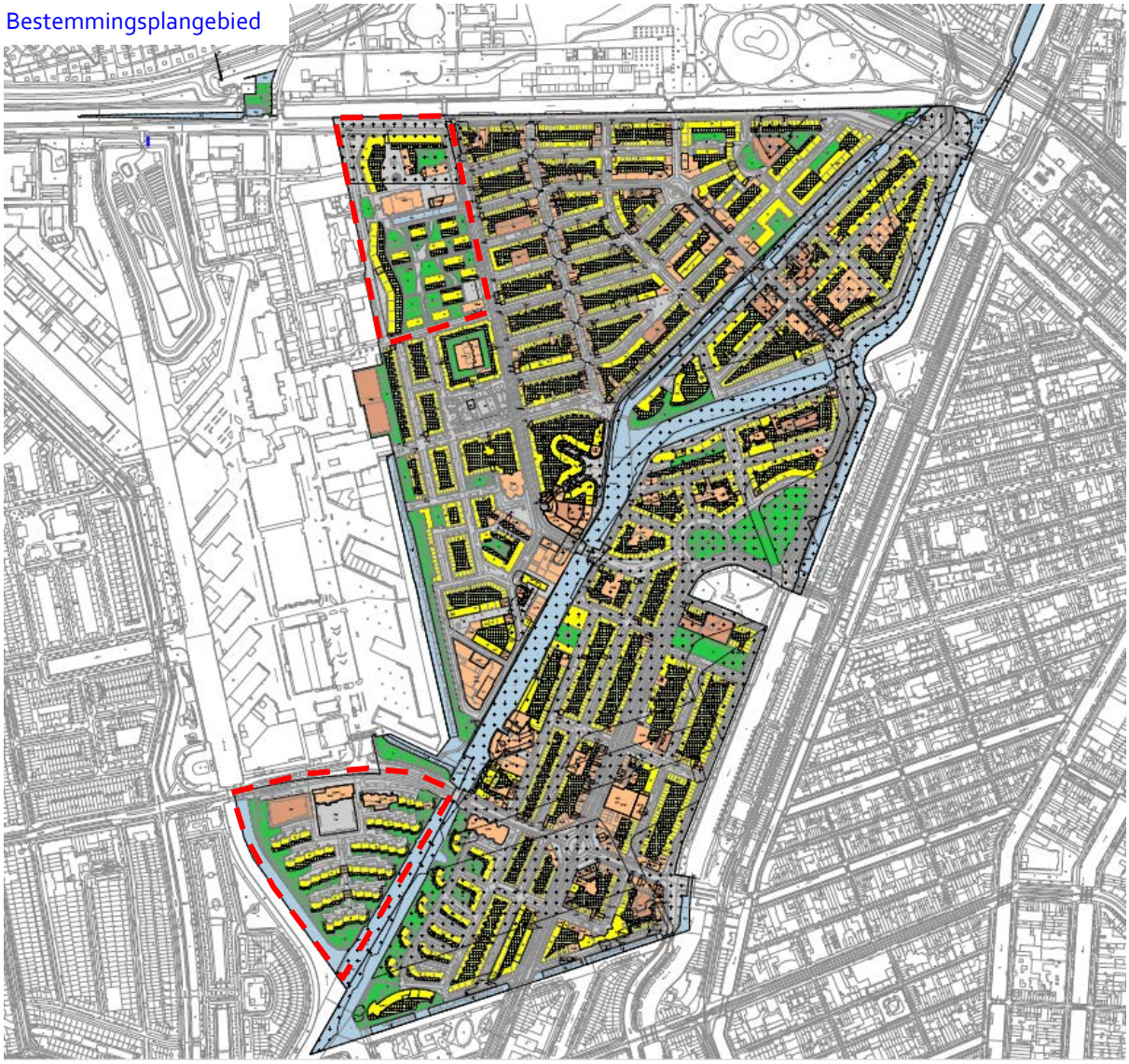
Cultuurhistorische verkenning
C 18-020 Amsterdam 2020

Inhoud

	Inleiding	2
1	Samenvatting, advies en onderbouwing	3
	2.1 Samenvatting	4
	2.2 Advies en onderbouwing	4
2	Beleidskader	8
3	Historisch stedenbouwkundige analyse	9
	3.1 Ontwikkelingsgeschiedenis	9
	3.1.1 Stadsuitbreiding vanaf 1860: de 19de-eeuwse Ring	11
	3.1.2 Industriële bebouwing 1920-1970	23
	3.1.3 Stadsvernieuwing 1970-1990	26
	3.1.4 Stedelijke vernieuwing na 1990	29
	3.2 Stedenbouwkundige, typologische en architectonische aspecten	36
4	Betekenisvolle structuren, elementen en bebouwing	44
	Bronnen	47
	Colofon	47

Inleiding

Stadsdeel West heeft Monumenten en Archeologie (M en A) verzocht te adviseren over de bovengrondse cultuurhistorische waarden die bij het opstellen van het bestemmingsplan voor het plangebied Westerpark-Zuid van belang zijn. Het plangebied bevat de Staatslieden- en Frederik Hendrikbuurt en wordt begrensd door de Haarlemmervaart, de Singelgracht, de Hugo de Grootgracht, het Oostelijk Marktkanaal, de Waterpoort- en Waterkeringweg. De grens tussen de twee buurten wordt gevormd door de Kostverlorenvaart en de Kattensloot. Dit heeft geresulteerd in een beknopte uiteenzetting van de ontstaansgeschiedenis en een overzicht van de in het gebied aanwezige bovengrondse cultuurhistorische waarden. Voor de ondergrondse cultuurhistorische waarden verwijzen we naar het Archeologisch Bureauonderzoek van M en A. Voor de Kop van Jut en het GWL-terrein zijn tevens aparte cultuurhistorische verkenningen gemaakt: *CHV Kop van Jut* (d.d. november 2020) en *CHV GWL-terrein* (M en A, 2012/2018).
Bij cultuurhistorische waarden gaat het over sporen, objecten, patronen en structuren die zichtbaar of niet zichtbaar onderdeel uitmaken van onze leefomgeving en een beeld geven van een historische situatie of ontwikkeling. In veel gevallen bepalen deze cultuurhistorische waarden de identiteit van een plek of gebied en bieden ze aanknopingspunten voor toekomstige ontwikkelingen. Het is meestal niet nodig alle cultuurhistorische elementen aan te wijzen als beschermd monument of gezicht. Het is wel van belang dat cultuurhistorische waarden worden betrokken in de planvorming en worden meegewogen in de besluitvorming over de inrichting van een gebied.



Afbeelding 1: Bestemmingsplangebied. Deelgebieden GWL-terrein (boven, met een rode stiplijn aangegeven) en Kop van Jut (onder, met een rode stiplijn aangegeven) worden in een aparte cultuurhistorische verkenning behandeld.
Uit: Gemeente Amsterdam, 2019.

1 Samenvatting, advies en onderbouwing

1.1 Samenvatting

De stedenbouwkundige structuur van bestemmingsplangebied Westerpark Zuid is grotendeels bepaald door het 19de-eeuwse uitbreidingsplan van Publieke Werken (bekend als Plan Kalff). De hoofdlijnen daarvan zijn de contour van het bolwerk met de Singelgracht aan de oostzijde en de bestaande vaarwegen die niet alleen onmisbaar waren voor de waterhuishouding, maar ook voor handel en bedrijvigheid: de Kostverlorenvaart, de Kattensloot en de Hugo de Grootgracht. Langs deze vaarten zijn dan ook al sinds de 16de eeuw industriële complexen gevestigd zoals houtzaagmolens en fabrieken. De Kostverlorenvaart scheidt het gebied in twee buurten, de Staatslieden- en de Frederik Hendrikbuurt. De buurten bestaan overwegend uit gesloten bouwblokken van meestal vier tot vijf lagen hoog, die na 1880 gebouwd werden. Een groot deel daarvan is de voor deze periode zo typische speculatiebouw met kleine rug-aan-rugwoningen voor arbeiders. Aan een aantal fraaie kades en pleinen staat sjiekere bebouwing voor de middenklasse en in een beperkt deel van de wijk is tijdens de stadsuitbreiding van de Gordel 20-40 sociale woningbouw gerealiseerd.
Belangrijke uitzonderingen op deze stedenbouwkundige structuur zijn de blokken die in de jaren tachtig in het kader van de stadsvernieuwing tot stand zijn gekomen, zoals de blokken ter weerszijden van de Limburg van Stirumstraat. Later volgden stedelijke vernieuwingsprojecten zoals het Meander-project en het GWL-terrein als herontwikkeling van voormalige industrieterreinen. De volhardende acties van krakers en buurtbewoners hebben met name sinds de jaren '70 de grootschalige sloop van de 19de -eeuwse bebouwing tegengehouden. Zodoende bleef de aanwezige 19e -eeuwse stedelijke structuur grotendeels intact. Het resultaat is een gebied dat een belangrijk deel van haar identiteit aan de 19de -eeuwse bouwperiode dankt, maar dat tegelijk een rijke morfologie, grote historische gelaagdheid en boeiende variatie aan woningbouwtypologieën bevat.

1.2 Advies en onderbouwing

De adviezen zijn uitgesplist naar de ruimtelijke kenmerken die voor het plangebied gelden.

<u>Bebouwing/ architectuur</u>
Het verdient aanbeveling om voor de betekenisvolle bebouwing die met een orde 1 of 2 gewaardeerd is, of met een orde 3 in combinatie met een stedenbouwkundige zone A of B, een sloopvergunningsstelsel op te nemen waarbij een bepaling van zodanige strekking wordt opgenomen dat een nadere cultuurhistorische afweging gemaakt moet worden.
De achtergrond hiervan is dat sinds 1 april 2012 voor de activiteit slopen alleen nog een meldingsplicht bestaat en geen samenloopregeling bestaat tussen de melding en de omgevingsvergunning. Dit is wel het geval indien een sloopregeling wordt opgenomen in het bestemmingsplan. Aangezien bij de orde 1 en 2 panden, en bij orde 3 panden in combinatie met een stedenbouwkundige zone A of B, het

ruimtelijke beeld/stads- en straatbeeld in het geding is, ligt hier de ruimtelijke relevantie en relatie met het bestemmingsplan.

Cultuurhistorische ensembles

Er bevinden zich drie rijksmonumenten in het plangebied die bijzondere aandacht vragen: Schutsluis Haarlemmervaart en molen De Otter uit de 19de eeuw en de drukinktfabriek uit 1939. Deze bouwwerken vormen, samen met sluiswachterswoning, aanbouwen en achterterreinen, waardevolle ensembles die de cultuurhistorische gelaagdheid van het gebied afleesbaar houden. Het verdient aanbeveling om deze ensembles als zodanig te beschermen.

Stadsvernieuwing en stedelijke vernieuwing

Zorg bij wijzigingen aan de bebouwing dat de samenhang van de verkavelingseenheden behouden blijft. De stadsvernieuwingsprojecten vormen duidelijke architectuureenheden. De grotere stedelijke vernieuwingsprojecten hebben vaak ook een geheel eigen, en van de omgeving afwijkende, verkavelingsvorm. In alle gevallen is het van belang de eenheid binnen de projecten als uitgangspunt te hanteren.

N.B. Momenteel wordt aan waarderingskaarten van de stadsvernieuwingspanden, de bedrijven/industrie van na 1950 en de architectuur van na 1970 gewerkt. Hierin zullen zowel de (industriële) architectuur als de stedenbouwkundige eenheden gewaardeerd worden.

Rooilijnen

M en A adviseert de rooilijnen vast te leggen, inclusief aanwezige verspringingen en afgeschuinde hoeken, zodat het verkavelingspatroon van de buurten herkenbaar blijft.
De reden hiervoor is dat de stedenbouwkundige structuur van Westerpark Zuid voor een groot deel bestaat uit een raster van wegen waaraan gesloten bouwblokken staan. De rooilijnen bepalen de contouren van de bebouwing. Kenmerkend voor veel van de bouwblokken in de 19de-eeuwse Ring zijn de afgeschuinde hoeken, waardoor de kruispunten optisch groter lijken (zie afbeelding 2).
M en A adviseert om ook de achterrooilijnen vast te leggen. Deze rooilijnen bepalen de contouren van de binnentuinen. Zij zijn een belangrijk onderdeel van de stedenbouwkundige opzet.

Kruispunt met afgeschuinde hoeken



Afbeelding 2: Kruising Tweede Nassaustraat/Nassaukade/Jacob Catskade. Uit: SAA, 010122011653, 1971.

Bouwhoogtes

De bebouwing van de 19de -eeuwse bouwblokken is overwegend vier lagen hoog met een kap, dat aspect is karakteristiek en beeldbepalend.
Voor bebouwing met een orde 1 en 2 waardering, of een orde 3 waardering die gelegen zijn aan een straat of plein met een Zone A of B waardering, is het advies om deze bouwhoogte aan te houden, inclusief de kapvorm aan de straatzijde (dus mini- en maximale nok- en goothoogte vastleggen).
Belangrijk voor de 19de -eeuwse stedenbouw zijn de accenten op kruispunten van straten. Het verdient aanbeveling om deze accenten, voor zover die in het plangebied voorkomen, in de regels te borgen, met een regeling zodanig opgesteld dat de accenten bij wijzigingen aan de kap niet ingebouwd raken door bijvoorbeeld dakkapellen en dakopbouwen.

Kapvormen

Bij kapvormen met een helling dienen maximale hellingshoek, nok- en goothoogte te worden vastgelegd en een maximale hellingshoek van 60 graden te worden aangehouden.
De reden hiervoor is dat kapvormen bepalend zijn voor het straatbeeld. Of bij (gesloten) bouwblokken kappen dwars of parallel aan de straat zijn toegepast, is afhankelijk van de bouwperiode.
In buurten met een grote variatie in bouwhoogte is zichtbaarheid vanaf de openbare ruimte bij de aanleg van dakterrassen en de realisatie van dakopbouwen bepalend. M en A adviseert om de regeling voor dakterrassen aan de bouwhoogte en zichtbaarheid vanuit de openbare ruimte te koppelen.

Plinten

Het verdient aanbeveling om de winkelpuien te beschermen en waar mogelijk ook een (semi)publieke functie te stimuleren. Het doel is om het dichtbouwen van de oorspronkelijke etalages met bijvoorbeeld bergingen te voorkomen.
De kleine korrelgrootte van de winkels is kenmerkend voor de 19de -eeuwse wijken, en ook dat ze niet alleen in hoofdstraten maar door de hele wijk verspreid in de kleine zijstraten voorkomen. De winkelpuien zijn duidelijk herkenbaar en vaak ook als bijzondere architectuur vormgegeven.

Open winkelpui



Afbeelding 3: Wittenkade. Uit: SAA, 010122012262, 1983.

Groen, water en openbare ruimte

M en A adviseert om de groen- en waterstructuren als zodanig te bestemmen, inclusief kleinere groenstroken die nu als 'Verkeer' bestemd zijn (bijvoorbeeld in de buurt Buyskade). Het verdient extra aanbeveling om cultuurhistorisch waardevolle profielen in het bestemmingsplan te verankeren.
M en A adviseert om de binnentuinen als zodanig te bestemmen en er geen bouwmogelijkheden (anders dan wat vergunningsvrij is) op te nemen. Ook niet voor erfafscheidingen.
Tevens adviseert M en A de voortuinen, voor zover die in het plangebied voorkomen, als zodanig te bestemmen. Dit geldt ook voor andere openbare ruimtes, zoals autovrije straten en pleinen.
Westerpark-Zuid kent relatief weinig openbaar groen. De (soms asymmetrische) boombeplanting van straten en grachten (en in het bijzonder van de Nassaukade) behoren van begin af aan tot de 19de-eeuwse stadsuitleg en is daarom zeer waardevol.
Verder brengt de stedenbouwkundige opzet van Westerpark-Zuid met overheersend gesloten bouwblokken met zich mee dat veel van het aanwezige groen zich bevindt in de privébinnenhoven van de bouwblokken. Dit groen en de onbebouwde ruimte is echter zeer belangrijk voor de kwaliteit van het wonen (waaronder lucht- en lichttoetreding) en daarom werd het tijdens de bouw al als minimale maat gehanteerd. Momenteel zijn de bouwblokken in het stadsdeel al behoorlijk verdicht door de vele aan- en uitbouwen op het achtererf. Een verdere verdichting van de binnenterreinen doet ernstig afbreuk aan de hoeveelheid groen in de stad en is daarom onwenselijk. In het kader van het stadsbrede project Binnentuinen wordt onderzocht of vergunningsvrij bouwen in de binnentuinen beperkt moeten worden, onder meer op basis van cultuurhistorische- of milieutechnische overwegingen. (Zie: *Van licht, lucht en groen wordt je een 'beter' mens: een cultuurhistorische verkenning naar de tuin in de Amsterdamse stedenbouw*, Aardse en Statema, 2017.) Om die reden dient te worden nagegaan in hoeverre het belang van het openhouden van de binnentuinen in het bestemmingsplan verankerd kan worden.

GWL-terrein

Het advies voor het GWL-terrein is uitgebracht in een apart rapport, de *Cultuurhistorische verkenning GWL-terrein* (M en A, 2012/2018).

Kop van Jut

Het advies voor de Kop van Jut is uitgebracht in een apart rapport, de *Cultuurhistorische verkenning Kop van Jut* (M en A, 2020).

2 Beleidskader

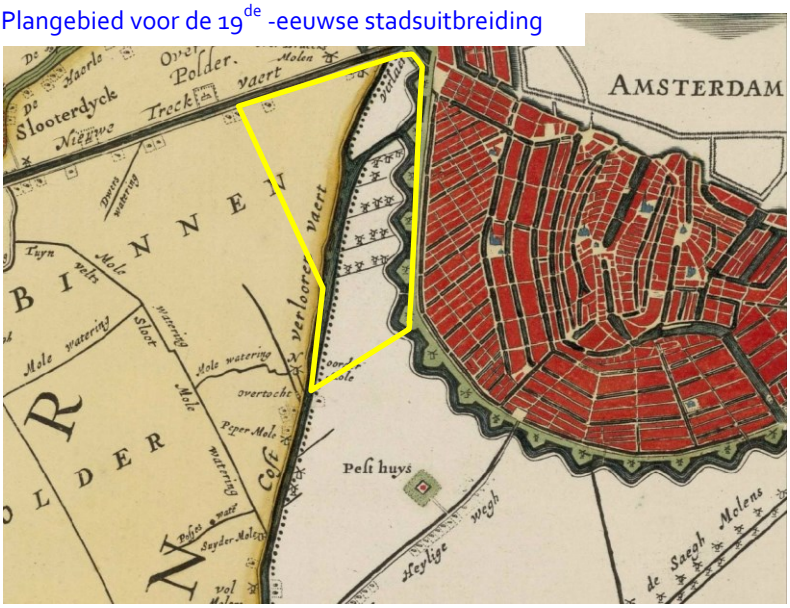
Naar aanleiding van de Modernisering van de Monumentenwet en de wijziging van artikel 3.1.6 van het Besluit ruimtelijke ordening (Bro, d.d.17 juni 2011, staatsblad 5 juli 2011, nr 339) dient per 1 januari 2012 bij het maken van bestemmingsplannen een beschrijving te worden opgenomen "van de wijze waarop met de in het gebied aanwezige cultuurhistorische waarden en in de grond aanwezige of te verwachten monumenten rekening is gehouden".
In de toelichting van de Bro staat dat dit betekent dat gemeenten een analyse moeten verrichten van de cultuurhistorische waarden en daar conclusies aan verbinden die in een bestemmingsplan verankerd worden. Dit vermindert de noodzaak tot het aanwijzen van nieuwe beschermde monumenten omdat aan het belang van de cultuurhistorie dan waarde wordt toegekend via het proces van de ruimtelijke ordening.
Voor Amsterdam komt het verankeren van de cultuurhistorie in het proces van ruimtelijke ordening ook aan bod in de Beleidsnota 'Ruimte voor Geschiedenis' (vastgesteld 13 april 2005) en 'Spiegel van de Stad, visie op het erfgoed van Amsterdam' (vastgesteld 14 november 2011) en in 'Erfgoed voor de stad, agenda voor het erfgoed in een groeiend Amsterdam'(vastgesteld 5 juli 2016).
De Informatiekaart Landschap en Cultuurhistorie van de provincie Noord-Holland is een geografische uitwerking van de Leidraad Landschap en Cultuurhistorie (besluit d.d.21 juni 2010). De kaart geeft in zijn algemeenheid informatie over landschapstypen, aardkundige waarden, cultuurhistorische objecten/monumenten, archeologische verwachtingen en structuurdragers als militaire structuren en historische dijken. Deze informatiekaart is voor wat betreft bovengrondse cultuurhistorische waarden vooral gericht op gemeente overschrijdende zaken. Het is daarom niet gericht op de specifiek Amsterdamse waarden, en het geeft daar dan ook geen beeld van.

3 Historisch stedenbouwkundige analyse

3.1 Ontwikkelingsgeschiedenis

Het plangebied ligt voor een belangrijk deel in de Sloterpolder, de grootste polder in de vroegere gemeente Sloten. Het gebied tussen Amsterdam en Haarlem werd in de 10e tot 13e eeuw in cultuur gebracht en in het begin van 17e eeuw (tussen 1598 en 1628) ingericht als polder. De polder werd aan de oostzijde begrensd door de Kostverlorenvaart (Costverloren Wetering). Dit is nog altijd een van de belangrijkste ruimtelijke en functionele dragers in het plangebied. De vaart werd in 15de eeuw gegraven om de afwatering op het IJ te verbeteren. Tegelijk is het de verbinding tussen de Schinkel en het IJ en daarmee een belangrijke handels- en transportroute. Na aanleg van de Haarlemmervaart in 1632 werd de Sloterpolder door drie poldermolens bemalen. Deze trekvaart vormde de belangrijkste verbinding tussen Amsterdam en Haarlem en was een relatief veilige en vooral ook kortere route ten opzichte van de moeizaam begaanbare Spaarndammerdijk en het vaak ruige IJ. Aan weerszijden van de weg werden buitenplaatsen gebouwd. In 1674 fuseerde de Sloterpolder met de kleine Middelveldsche Polder (gelegen tussen de Groeneweg en de Uitweg). Sindsdien was de officiële naam Sloterbinnen- en Middelveldse gecombineerde polders.

Plangebied voor de 19de -eeuwse stadsuitbreiding

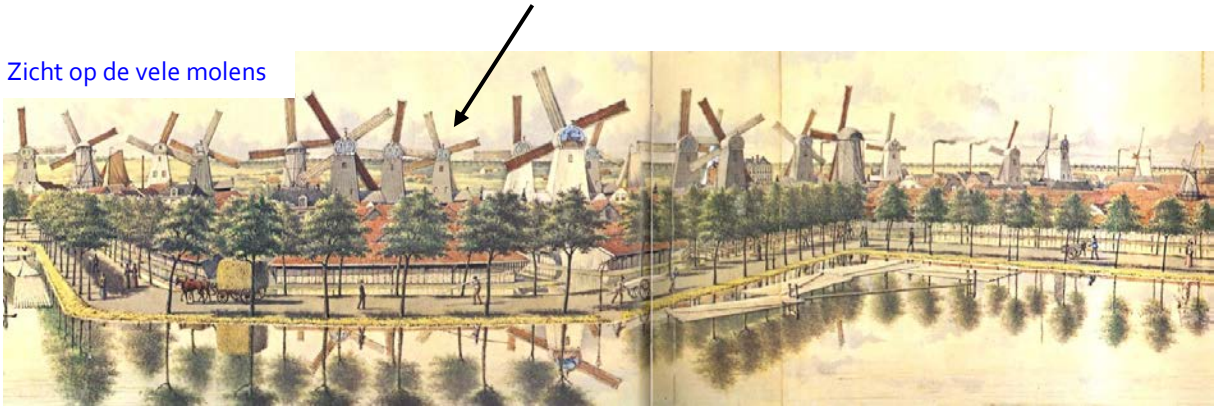


Afbeelding 4: Uitsnede van een kaart uit 1746 van het Hoogheemraadschap van Rijnland, deelgebied Amsterdam - Halfweg - Haarlemmerliede. Het plangebied is met een gele lijn aangegeven. Uit: Collectie cartografische documenten van het Hoogheemraadschap van Rijnland, collectienummer A-4485.

Een groot deel van de grond ten westen van de Singelgracht behoorde tot het begin van de 20ste eeuw tot de Gemeente Sloten. Dit deel, ten westen van de Kostverlorenvaart in de Sloter-Binnenpolder bestond grotendeels uit grasland met poldersloten. In 1921 annexeerde Amsterdam het grondgebied van Sloten ten behoeve van stadsuitbreidingen. Het andere deel, tussen de Kostverlorenvaart en de

Amsterdamse stadswallen, werd vanaf de 17de eeuw gekenmerkt door (agrarische) bedrijvigheid met tientallen koren- en houtzaagmolens (zie afbeeldingen 4,5), een belangrijke industrie die de gemeente binnen haar grenzen wilde. Het gebied werd al snel als 'de zaagmolenbuurt' bekend en werd door veel kunstenaars vereeuwigd, waaronder Rembrandt. Van dit grote industriële complex resteert nu slechts molen 'De Otter' aan de Gillis van Ledenberchstraat (zie afbeeldingen 6,7).

Zicht op de vele molens



Afbeelding 5: Panorama met houtzaagmolen aan de paden buiten de Singelgracht tussen de Raampoort en de Zaagmolenpoort. Molen 'De Otter' is met een zwarte pijl aangegeven. Aquarel van J.M.A. Rieke uit 1880. Uit: *Molens in Noord-Holland*, 1981, pp. 64-65.

Molen 'De Otter' in 1917



'De Otter' in 2005 als enige gebleven molen



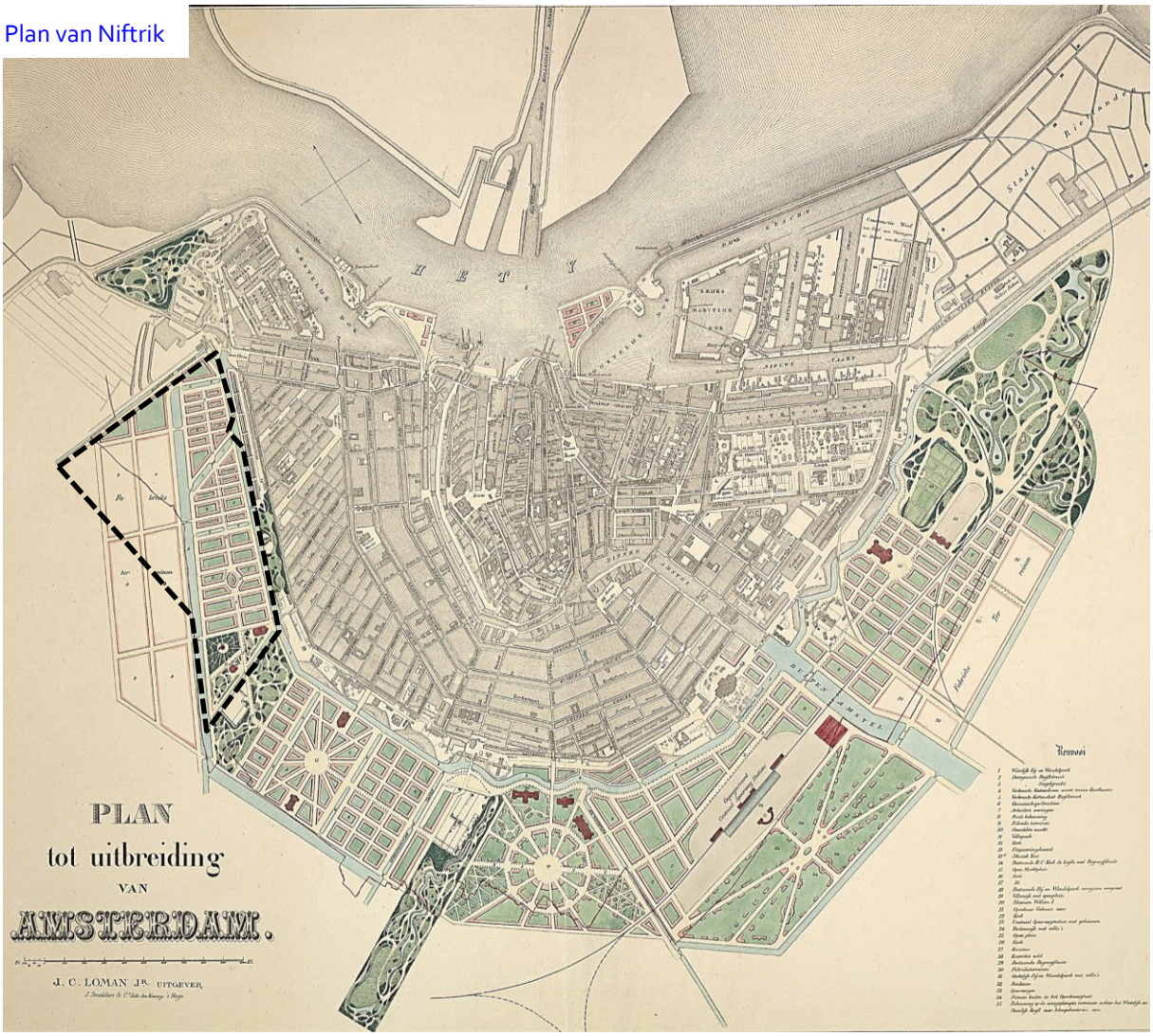
Afbeeldingen 6 en 7: Kostverlorenvaart, in oostelijke richting gezien naar Gillis van Ledenberchstraat, met molen 'De Otter' op de voorgrond. Foto boven: J. van Eck, 1917. Uit: SAA, A01634001334. Foto onder: Martin Alberts, 2005. Uit: SAA, 010122047805.

3.1.1 Stadsuitbreiding vanaf 1860: de 19de -eeuwse Ring

In de tweede helft van de negentiende eeuw, maakte Amsterdam een sterke bevolkingsgroei door. Slechte oogsten en grote armoede op het platteland leidden tot grote verstedelijking. Overigens zonder dat de situatie daar veel beter was, want de Nederlandse economie verkeerde het grootste deel van de 19de eeuw in slechte omstandigheden. In het derde kwart trok de industrialisatie en gaandeweg ook de economie hier aan. Nieuwe, grootschalige infrastructurele projecten waren daar een cruciale factor voor. Zo werden in deze tijd het Noordzeekanaal en de eerste spoorwegen opgeleverd. Ook andere, kleinere infrastructurele bouwwerken droegen erbij, zoals de in oorsprong uit 1884 daterende schutsluis in de Haarlemmertrekvaart die zich in het bestemmingsplangebied bevindt en dat aangewezen is als rijksmonument. Het sluis is van algemeen belang vanwege de cultuurhistorische en civieltechnisch-historische waarde als laat negentiende-eeuwse representant van de traditionele waterbeheersing in een historisch belangrijke vaarroute. De schutsluis heeft ensemblewaarde met de bijbehorende sluiswachterswoning annex gemaal.
De stad barstte in diezelfde tijd zo'n beetje uit haar voegen. Arbeiders woonden in krotwoningen zonder stromend water of riolering, laat staan gas of licht. Na het slechten van de vestingmuren, transformeerde de ring rondom de stad. Zo ook aan de westzijde van de stad. De 'buitens' aan weerszijden van de Haarlemmerweg maakten plaats voor fabrieksgebouwen. En de zaagmolens aan de Kostverlorenvaart voor (vervuilende) bedrijven. De agrarische gronden werden door particuliere bouwmaatschappijen in gebruik genomen voor revolutiebouw - snelle, goedkope en ondeugdelijke woningbouw – die als eerste direct buiten de Singelgracht kwam, zonder enige ruimtelijke coherentie. De schaal waarop deze ongestructureerde ontwikkelingen plaatsvonden maakte, voor het eerst sinds de aanleg van de grachtengordel, een nieuw uitbreidingsplan noodzakelijk.

<u>Plan Van Niftrik</u>
In 1866 heeft stadsingenieur J.G. van Niftrik een plan gemaakt zodat de gemeente de ontwikkelingen buiten de Singelgracht zou kunnen aansturen. Het plan toont een verdeling van de wijken naar functie en sociale klasse en plaatste de arbeiderswijken dichtbij de havens, en in het verlengde van de bestaande volkswijken. Zo zijn in het verlengde van de Jordaan, in het huidige plangebied twee vakken gepland, vak 1 en vak 2. Vak 1 is vervolgens verdeeld in gebied A voor een burger- of arbeiderswijk en gebied B voor een volkspark. Vak 2 is als fabrieksterrein bestemd, wat op de toen al bestaande situatie aansloot. Terwijl de duurdere wijken een stervormige structuur met villaparken in de segmenten hebben, bestonden de wijken voor de arbeiders uit rechttoe-rechtaan een gridsysteem van langgerekte gesloten bouwblokken. Andere opvallende kenmerken van het plan zijn de voortzetting van de concentrische vorm van de stad (welke het resultaat was van de 17e -eeuwse uitbreiding toen de grachten werden aangelegd), de grote aandacht voor groen en de brede wegen en ruime pleinen. Het plan Van Niftrik werd echter afgewezen door de gemeente Amsterdam. Het monumentale plan, waar invloeden vanuit Wenen en Parijs in te herkennen zijn, was niet alleen te kostbaar maar ook te sjabloonmatig en hield bovendien geen rekening met de gemeentegrens of de bestaande eigendomsverhoudingen.

Plan van Niftrik



Afbeelding 8: Uitbreidingsplan van Amsterdam van J.G. van Niftrik, ontwerp 1866. Het plangebied is met een zwarte stippenlijn aangegeven. Uit: Stadsarchief Amsterdam.

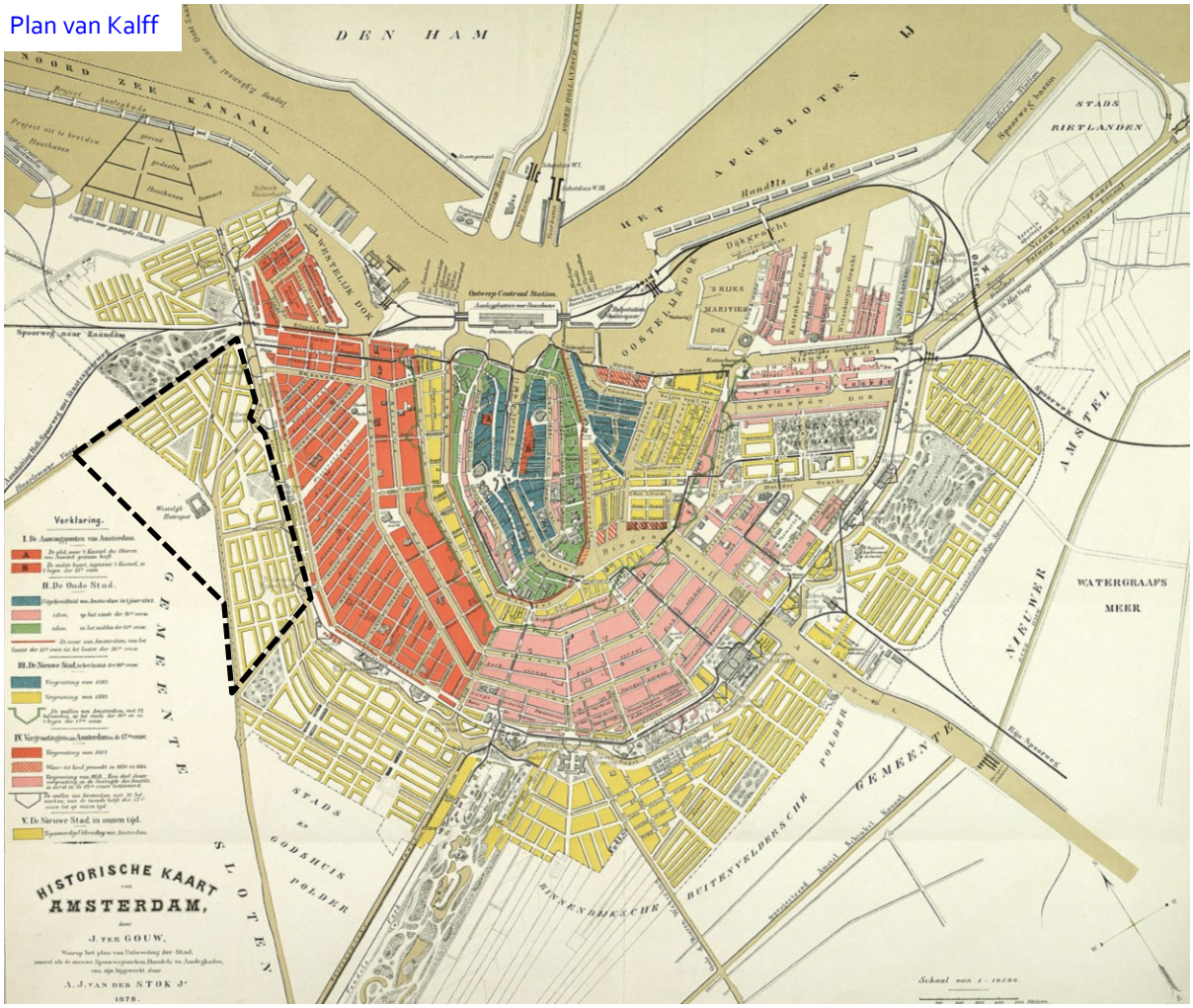
Plan Kalff

Het Plan Kalff uit 1875-76 is een door initiatief van de directeur van Publieke Werken, ir. J. Kalff, herziene versie van het voornoemde uitbreidingsplan van Van Niftrik. Plan Kalff - in feite het resultaat van het samenwerken van Kalff en Van Niftrik - is nooit daadwerkelijk vastgesteld maar vormde evengoed het kader waarbinnen de particuliere bouwmaatschappijen in relatieve vrijheid konden opereren. Formeel is het nog steeds concentrische ontwerp niet meer zo monumentaal als dat van Van Niftrik maar een segregatie van de wijken naar sociale klasse is daar nog steeds aanwezig. De bolwerken zijn ook hier verdwenen, op een enkele uitzondering na, zoals het Eerste Marnixplantsoen. De Singelgracht- en kade werden waar nodig geëgaliseerd en gestroomlijnd. Op een aantal plekken werden de kruispunten tot pleinen vergroot, door afschuining van de hoeken. De gemeentegrens werd op strikt wijze gerespecteerd en is de oorzaak van het richtingsverschil tussen de verkavelingen in de Staatslieden- en Frederik Hendrikbuurt.

De stedenbouwkundige opzet van het plan - een strak gridsysteem van gesloten bouwblokken met hier en daar een geknikte straat en een hiërarchische wegenstructuur - is het resultaat van pragmatische

overwegingen. Dit is zichtbaar zowel in de structuur van de wijken en de vorm van de bebouwing als in de verschillende verkavelingsrichtingen. Het plan is dus gemaakt als een optelsom van deelverkavelingen in plaats van een poging om tot de ideale vorm van de stad en de nieuwe stadsuitbreiding als geheel te komen.

Plan van Kalff



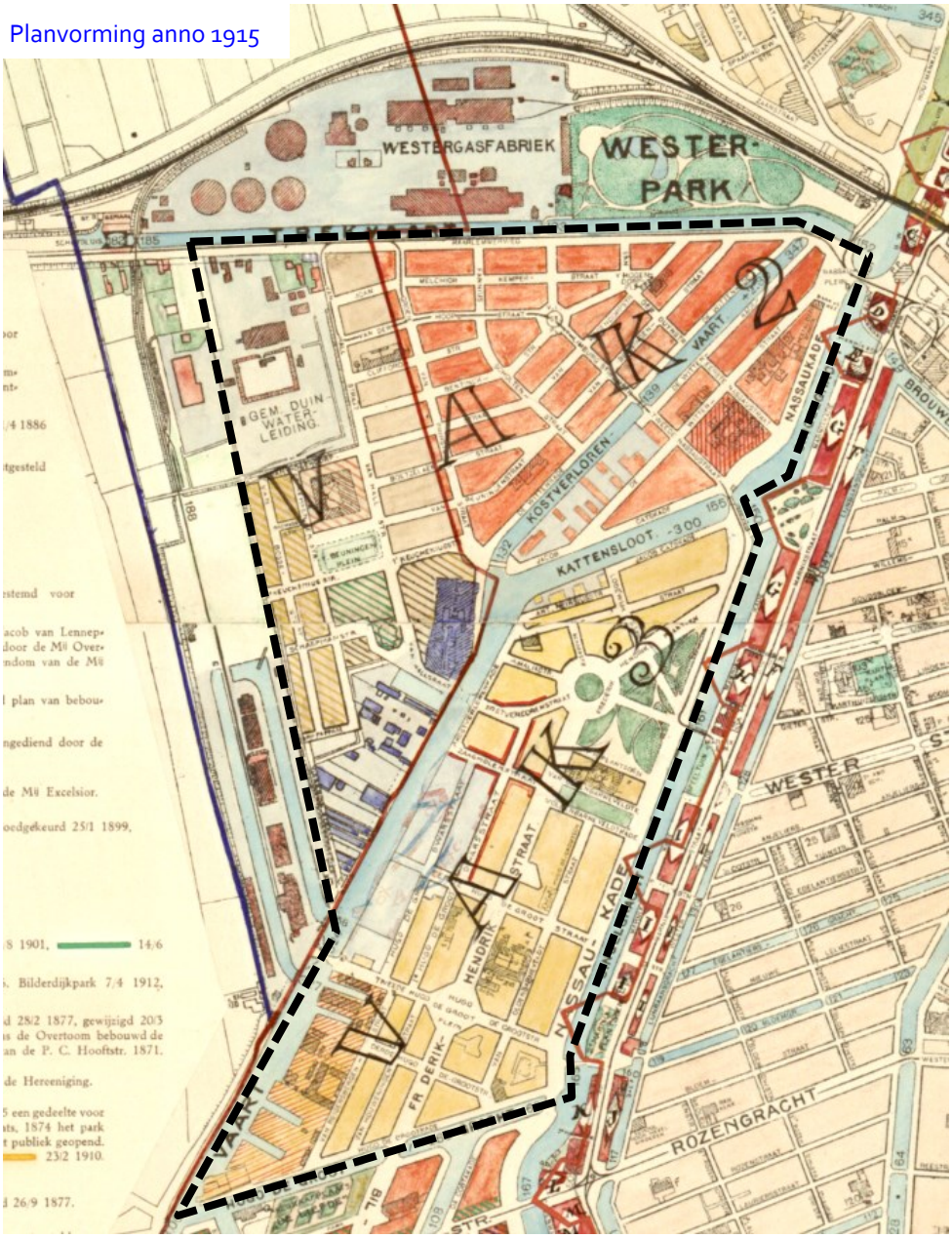
Afbeelding 9: Uitbreidingsplan van Amsterdam van J. Kalff en J.G. van Niftrik, 1875-1876. Het plangebied is met een zwarte stippenlijn aangegeven. Uit: Stadsarchief Amsterdam.

Het plan was vrij schematisch en de gefaseerde uitvoering daarvan is gebeurd op basis van een veelheid van kleinere deelplannen. De minimumbreedte van de straten en de minimumhoogte van het gesloten bouwblok waren wel voorgeschreven, maar er was geen rekening gehouden met de bezonning. Pleinen, parken en plantsoenen waren daar gepland waar de grond niet in particulier bezit was. Dit was ook het geval bij het grote plein met plantsoen dat in de Frederik Hendrikbuurt is opgenomen - het huidige Frederik Hendrikplantsoen - dat deels op de bolwerken werd gepland (zie afbeeldingen 29,30). Ondanks het feit dat in dit plan rekening is gehouden met de bestaande eigendomsverhoudingen, duurde de aanleg van zowel de Staatsliedenbuurt als de Frederik Hendrikbuurt vrij lang, onder meer vanwege moeizame onteigeningsprocedures langs de Kostverlorenkade.

Uitvoering Plan Kalff

Het Plan Kalff met zijn strakke verkaveling werd toen als nogal oninteressant gezien. Een makelaar diende namens zijn klant (de grondeigenaresse) een gewijzigd plan voor een deel van de Staatsliedenbuurt in (tussen de Haarlemmerweg, de Kostverlorenvaart en de toenmalige grens met de gemeente Sloten) met bochten in de straten en twee extra pleinen, het Van Hogendorpplein en het Van Limburg Stirumplein (zie afbeeldingen 10, 16, 18, 19, 20). Tegelijkertijd werd de diepte en de lengte van de bouwblokken verminderd. Dat leidde tot kleinere bouwblokken met extra straten en dus extra gevelwanden en meer woningen. Dit was echter niet ongebruikelijk, aangezien grondexploitanten niet alleen een verfraaiing van de buurten wilden voor een hogere woningwaarde maar ook een grotere dichtheid van het aantal te verhuren woningen. Dit deelplan is in 1883 door de gemeente goedgekeurd en vervolgens uitgevoerd. Vergelijkbare processen vonden op andere locaties in het plangebied plaats.

Planvorming anno 1915



Afbeelding 10: Kaart van Amsterdam, Publieke Werken, uitsnede ter plaatse van het plangebied (met een zwarte stippenlijn aangegeven) waarop J. van Eck de planvorming heeft aangegeven, 1915. Uit: Stadsarchief Amsterdam.

Staatsliedenbuurt

Het gebied ten westen van de Groen van Prinstererstraat en ten noorden van de Kostverlorenvaart was oorspronkelijk geen onderdeel van het Plan Kalff. Dit gebied werd pas in 1896 bij de gemeente Amsterdam getrokken. In 1897 besloot de gemeente om in een deel van het gebied dat aan de Haarlemmerweg grenst een grootschalig pompstation met waterreservoir te bouwen, de Gemeentelijke Waterleidingen (GWL). In 1902 werd door privé ontwikkelaars een stedenbouwkundig plan gemaakt voor de rest van het gebied. Aan de Buyskade langs de rand van de stad en goed bereikbaar over het water, en in het gebied tussen de Van Hallstraat, de Eerste Keucheniusstraat en de Van der Palmkade werd hoofdzakelijk kleinschalige industrie en bedrijvigheid gevestigd, in het bijzonder de Palmitinefabriek die in 1875 tot Westelijke Entrepot werd verbouwd en later bekend stond als het AWIC-terrein (Amsterdams Westelijk Industrie Centrum).

In de Staatsliedenbuurt werden in het eerste kwart van de 20ste eeuw, tijdens de stadsuitbreiding van de Gordel 20-40, een aantal sociale woningbouw gerealiseerd die het resultaat is van de bevlogen inzet en samenwerking van het sociaal democratische gemeentebestuur, woningbouwverenigingen en vooruitstrevende architecten. Zo zijn er in de jaren 1910 tussen de De Kempenaerstraat, de Keucheniusstraat, de Van Bossestraat en de Van Hogendorpstraat twee blokken met verenigingsbouw gerealiseerd. Het eveneens gesubsidieerde woningbouwcomplex aan het Van Beuningenplein, door architect De Bazel ontworpen (zie afbeelding 14, 15), kwam in 1916/17 gereed en andere blokken dateren werkelijk van de jaren twintig en dertig. In de Van Bossestraat werd in 1925 de 'Prinsesseschool' gebouwd (Nederlands Hervormde ULO), welke genoemd werd naar de (in 1918 gebouwd en in 1982 gesloopt) Prinsessekerk op de Van Hallstraat.

Van Hallstraat en Gemeentelijke Waterleidingen



Afbeelding 11: Van Hallstraat, vanuit de Haarlemmerweg gezien. Aan de rechterkant is de Gemeentelijke Waterleidingen (GWL) te zien en aan de linkerkant is woningbouw te zien. Uit: SAA, B00000011236, 1972.

Westergasfabriek, Gemeentelijke Waterleidingen en Westelijk Entrepot



Afbeelding 12: Luchtfoto in noordelijke richting. In het midden, aan de noordzijde van de Haarlemmervaart, is de Westergasfabriek en aan de zuidzijde het pompstation van de Gemeentewaterleidingen met watertoren. Van het midden naar beneden, recht over de foto, de van Hallstraat, en oost daarvan de Groen van Prinstererstraat. Rechtsonder de Westelijk Entrepot, aan de Kostverlorenvaart. Uit: SAA, 010009015626, 1969.

Buiskade en Westelijk Entrepot



Afbeelding 13: Luchtfoto van de Kostverlorenvaart en omgeving gezien in noordwestelijke richting. Midden links is de Van Hallstraat. Midden rechts is de Wittenkade. Midden is de Amsterdamse Zakkenhandel, Buijskade 8, en rechts het Westelijk Entrepot. Uit: SAA, A04139000321, 1956 (copyright: Aviodrome Luchtfotografie).

Woningbouwcomplex aan het Van Beuningenplein



Afbeelding 14: Speeltuin op het Van Beuningenplein, met op de achtergrond de woningbouw van architect De Bazel. Uit: SAA, OSIM00004001942, circa 1925. Afbeelding 15: Woningen van architect De Bazel aan De Kempenaerstraat- Van Beuningenplein, 1916/17. Uit: SAA, 5293FO016395, datum onbekend.

Terwijl in het westelijke deel van de Saatsliedenbuurt een menging van industrie, voorzieningen en (gesubsidieerde) woningbouw kwam, verrezen in het oostelijke deel van de Staatsliedenbuurt vooral etagewoningen voor arbeiders en gemeenteambtenaren met uniform verrezen. Vanwege dat laatste werd deze buurt ook wel de 'koperen knopen buurt' genoemd. Het Van Hogendorpplein en het Van Limburg Stirumplein bevinden zich in dit deel van de buurt, waar de gesloten bouwblokken met overwegend 19de-eeuwse woningbouw gevuld werden. Echter, in de Wittenbuurt (tussen de Kattensloot en de Kostverlorenvaart) is een combinatie van woningbouw, industrie en (maatschappelijke) voorzieningen zoals de Nassaukerk ontstaan.

Bocht Fannius Scholtenstraat



Afbeelding 16: Bocht Fannius Scholtenstraat. Uit: SAA, PRKBB00016000004, 1915.

Etagewoningen aan de Wittenkade



Afbeelding 17: Wittenkade, gerekend vanaf Fannius Scholtenstraat. Voorgrond: Kostverlorenvaart. Uit: SAA, 010122012265, 1983.

Van Hogendorpplein



Afbeelding 18: Van Hogendorpplein. In het midden de Van der Duijnstraat gezien met daarachter het Westerpark, de Haarlemmertrekvaart en de Haarlemmerweg. Uit, SAA, 010009010386, jaren zestig.

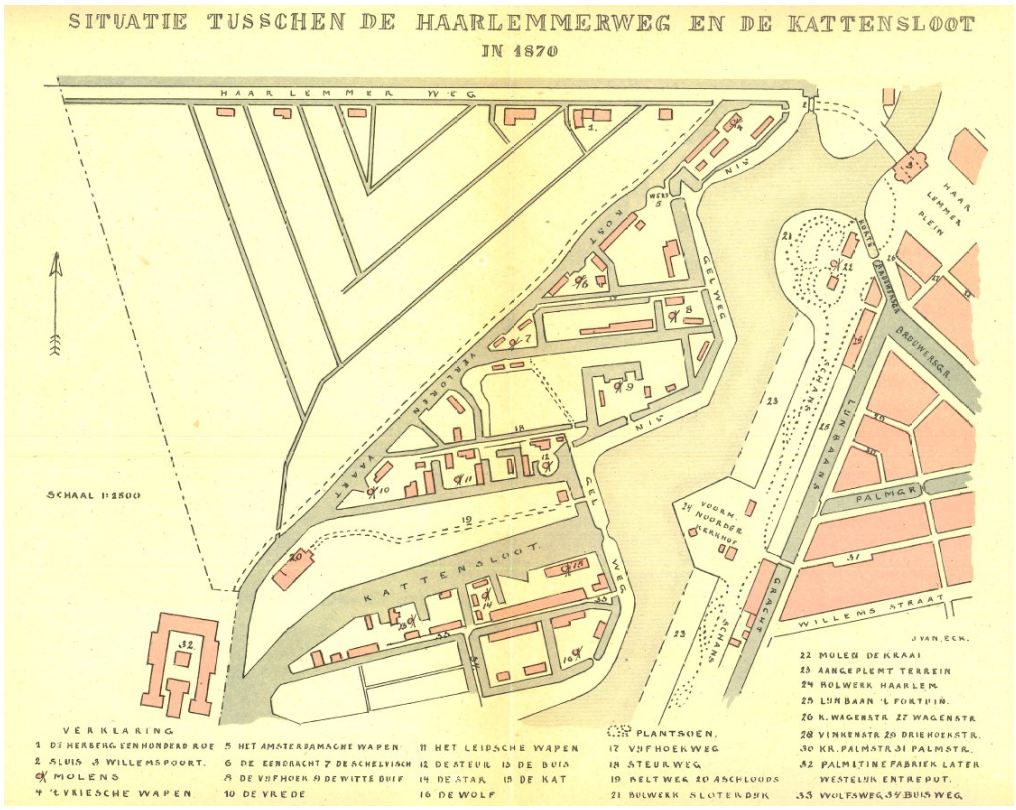
Van Limburg Stirumplein





Afbeelding 19+20: Van Limburg Stirumplein in 1909 (links) en in 1983, nog voor de vernieuwing (rechts). Uit: SAA, PRKBB00030000002 en 010122007043.

Haarlemmerweg in 1870



Haarlemmerweg in 1941

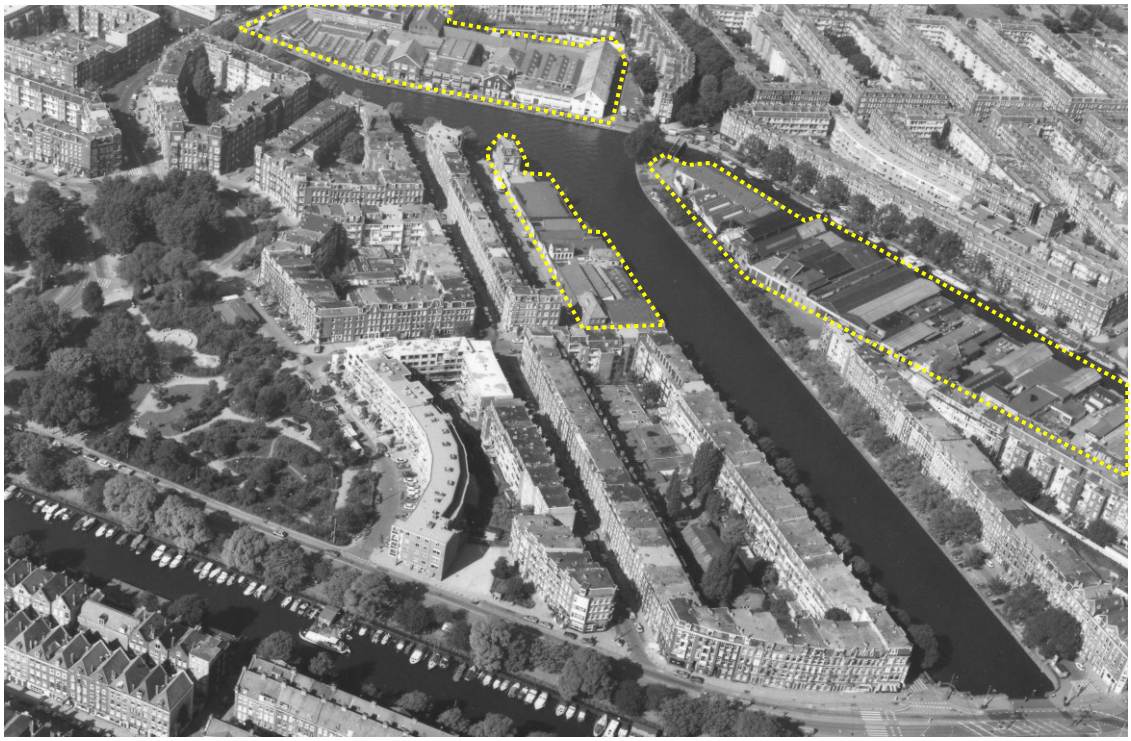


Afbeeldingen 21+22: Kaarten met situatie rondom de Haarlemmerweg in 1870 (boven) en 1941 (onder). De situatie van 1941 is op de kaart van 1843 geprojecteerd. Uit: *De Amsterdamsche Schans & de Buitensingel*, J. van Eck 1948.

Frederik Hendrikbuurt

De Frederik Hendrikbuurt was pas omstreeks 1925 geheel bebouwd maar al vanaf 1880 verrezen aan de Nassaukade herenhuizen voor de gegoede burgerij. Hierachter realiseerde men (particuliere) etagewoningen voor arbeiders. Verder werden enkele scholen gebouwd. Het gebied tussen de Tweede Nassaustraat en de Jacob Catskade werd vanaf 1890 verhuurd als industrie- en opslagterreinen. Ook in de noordwestelijke hoek van de buurt werd industrie gevestigd, aan het zuidelijke deel van de Jacob Catskade. De voor de middenstand bestemde woningen zijn hier onder meer te vinden in de Frederik Hendrikstraat. Tussen deze straat en de ten westen hiervan gelegen industrie werden omstreeks de Eerste Wereldoorlog diverse woningen voor arbeiders gerealiseerd. Ze werden toegevoegd als een latere invulling van al deels bebouwde terreinen.

Industrie en groen langs het water



Afbeelding 23: Luchtfoto Westerpark. Linksonder is de Singelgracht en er aangrenzend is de Frederik Hendrikplantsoen. In de omgeving van de Kostverlorenvaart en de Kattensloot zijn drie clusters met industrie te zien. De kleinere cluster bevindt zich in de noordwestelijke hoek van de Frederik Hendrikbuurt. Uit: SAA, B00000037117, 1985.

Frederik Hendrikstraat





Afbeeldingen 24+25: Frederik Hendrikstraat circa 1910 (links) en in 1983 (rechts). Uit: SAA, PBKD00009000001 en 010122010536.

Frederik Hendrikstraat en Hugo de Grootplein



Afbeelding 26: Frederik Hendrikstraat ter plaatse van het Hugo de Grootplein, Uit: SAA, B00000037799, 1987.

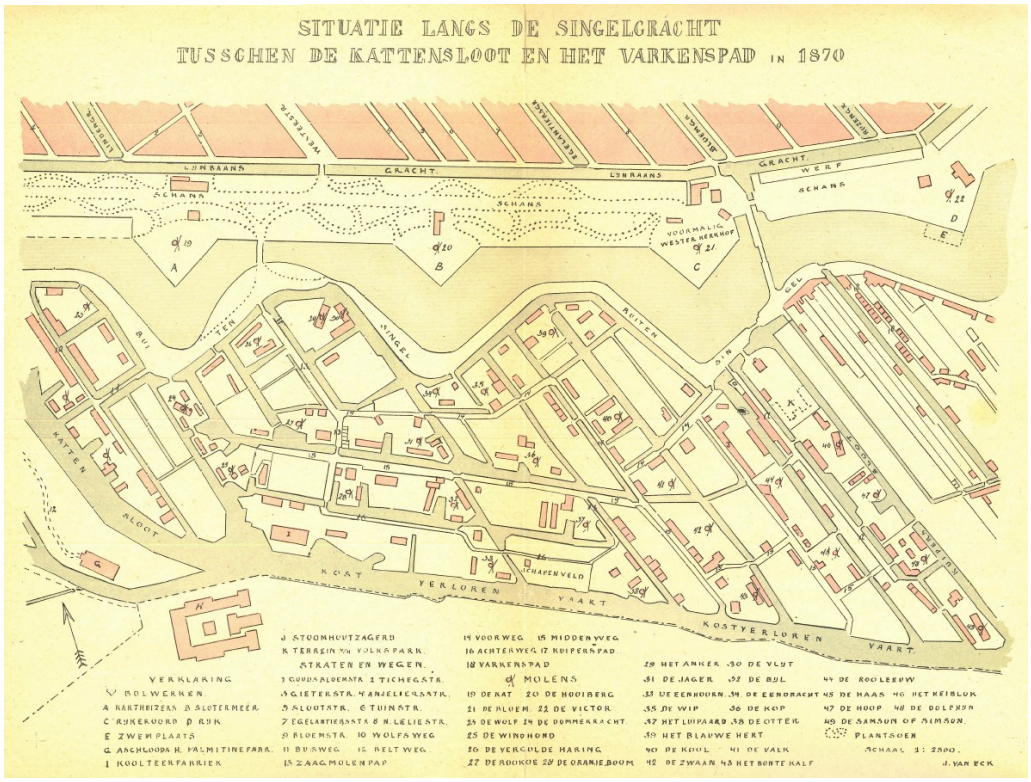
Herenhuizen aan de Nassaukade



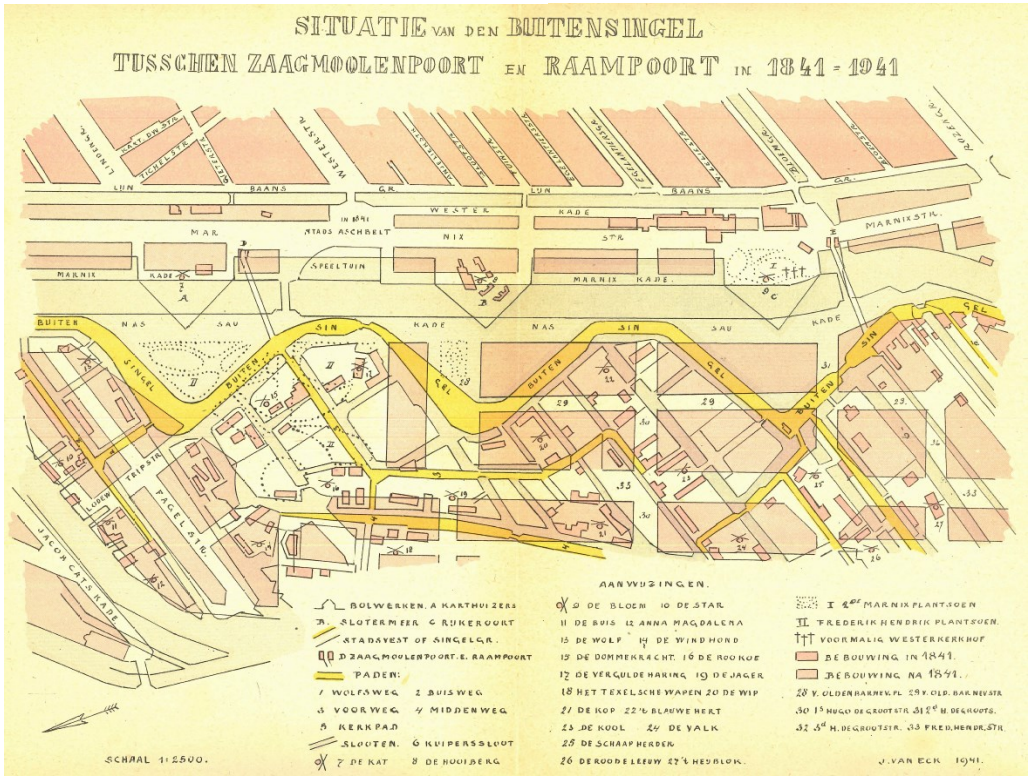


Afbeeldingen 27+28: Herenhuizen aan de Nassaukade. Uit: SAA, 010122028889 en B00000012838, vroeg jaren tachtig.

Singelgracht in 1870



Singelgracht in 1941



Afbeeldingen 29+30: Kaarten met situatie in de Frederik Hendrikbuurt in 1870 (boven) en 1941 (onder). De situatie van 1941 is op de kaart van 1841 geprojecteerd. De Frederik Hendrikplantsoen en het Hugo de Grootplein zijn goed op de tekening te zien. Uit: *De Amsterdamsche Schans & de Buitensingel*, J. van Eck 1948.

3.1.2 Industriële bebouwing 1920-1970

De hierboven beschreven woningbouw was voor een groot deel bestemd voor de arbeiders die in de havengebieden werkten, en in de industrie die zich aan de rand van deze buurten langs de belangrijkste infrastructuur van de Haarlemmertrekvaart, het spoor en de Kostverlorenvaart bevond. De stedelijke structuur van Westerpark-Zuid was hiermee rond 1920 min of meer voltooid (zie afbeelding 37). Sindsdien werd tot in de jaren '80 vrijwel geen woningbouw meer gepleegd. Wel ontstonden in deze periode enkele bedrijfsruimtes.
In de Staatsliedenbuurt werd in de omgeving van de Buyskade relatief kleinschalige industrie gebouwd. Voorbeelden hiervan zijn de drukinktfabriek aan de Van Hallstraat in 1939, naar ontwerp van B. Merkelbach (rijksmonument), de verffabriek Wodan in 1942 naar ontwerp van L. Peters (gemeentelijk monument) en het kantoorcomplex van de Nillmij op de hoek van de Van Hallstraat en de Donker Curtiusstraat in 1965, naar ontwerp van J.D. Postma, dat overigens als een van de weinige projecten in deze omgeving niet lang na de oorlog tot stand kwam – binnenkort komt hier studentenhuisvesting.

Inktfabriek





Afbeelding 31 +32: Inktfabriek aan de Van Hallstraat. Links: Gezien vanaf basculebrug naar achterkant aan de Kostverlorenvaart. Uit: SAA, 010122006855, 1995. Rechts: Luchtfoto van de Kostverlorenvaart en omgeving gezien in noord-noordwestelijke richting met in het midden de inktfabriek. Uit: SAA, A04139000315, 1957 (rechthebbende: Aviodrome Luchtfotografie).

Verffabriek Wodan



Afbeelding 33: Verffabriek Wodan in 2017. Uit: https://020apps.nl/1850-1940/Donker_Curtiusstraat/21-23.

Kantoorgebouw van Nillmij



Afbeelding 34: Kantoorgebouw met reclame van Nillmij-verzekeringen.
Uit: SAA, 010122006866, 1969.

In de Frederik Hendrikbuurt werd het gebied langs de Kostverlorenvaart, waar het houtzaagmolencomplex 'De Otter' met de oudste nog bestaande paltrokmolen van Nederland zich bevindt, eveneens voor de vestiging van op dat moment moderne industrie in gebruik genomen. Dit in afwijking op de eerdere plannen van de gemeente om daar woningbouw te realiseren. Deze panden zijn onlangs in woningen getransformeerd.

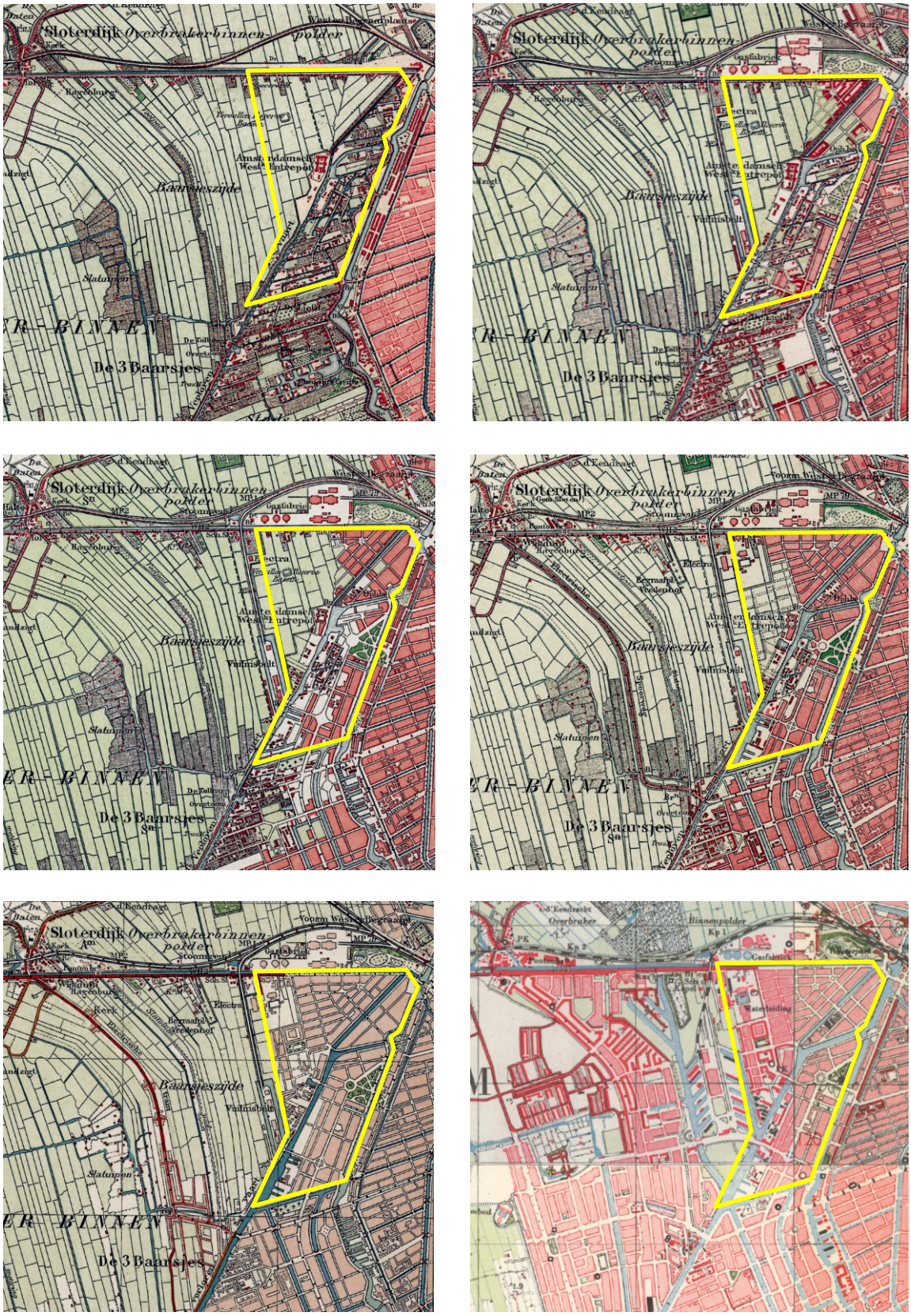
Bedrijfspanden langs de Kostverlorenvaart





Afbeeldingen 35 en 36: Voormalige bedrijfspanden langs de Kostverlorenvaart. Foto's: M en A 2018.

Plangebied en omgeving in 1880-1952



Afbeelding 37: Uitsneden van kaarten van Amsterdam ter plaatse van het plangebied (met een gele lijn aangegeven). De kaarten laten de ontwikkeling ter plaatse van het plangebied zien, in verhouding met de omgeving. Met de klok mee: 1880, 1895, 1900, 1920, 1929 en 1952. Uit: http://www.topotijdreis.nl/

3.1.3 Stadsvernieuwing 1970-1990: bouwen voor de buurt!

Het plangebied Westerpark-Zuid is sinds de voltooiing als woonwijk in het begin van de 20e eeuw nauwelijks gewijzigd. Pas in de jaren zestig begon de wijk langzaam te veranderen. Ten eerste wat bevolkingssamenstelling betreft. Omdat de meeste huizen te klein waren om aan de eisen van (moderne) gezinnen te voldoen - 90% van de ruim 11.000 woningen had 3 kamers of minder – vertrokken zij naar andere stadsdelen of gemeentes; Nieuwe bewoners kwamen, meestal studenten en buitenlandse arbeiders voor wie de lage huurprijzen aantrekkelijk waren.
Aan het einde van de jaren zestig maakte de gemeente nieuw beleid (Eerste- en Tweede Nota's Stadsvernieuwing, 1969/1971) om de achteruitgang van de oude Amsterdamse buurten aan te pakken. Westerpark-Zuid werd toen aangewezen als 'instandhoudingsgebied' waar de huizen na kleine verbeteringen nog minimaal 10 jaar zouden kunnen blijven staan. Sommige huizen waren echter zo slecht dat de bewoners vertrokken en de gemeente ze moest dichttimmeren. Omdat er tegelijk woningnood was, leidde deze leegstand in de jaren zeventig tot de eerste kraakacties in de wijk.

Leegstand en kraakbeweging





Afbeelding 38 (links): Dichtgetimmerd pand aan de Fannius Scholtenstraat. Uit: SAA, 010122006569, 1971. Afbeelding 39 (rechts): kraakactie voor jongerenhuisvesting in de Van Hogendorpstraat, 1977. Uit: Website 'Het Staatsarchief: Het archief van de kraak- en actiebeweging in Nederland'.



Afbeelding 40: Affiche van de Gezamenlijke Aktiegroepen tegen Leegstand, 1976. Uit: Website 'Het Staatsarchief: Het archief van de kraak- en actiebeweging in Nederland'.

Een kraaknetwerk kwam snel tot stand en de krakers uit de Staatsliedenbuurt werden bijzonder actief, ook elders in de stad. Als de krakers van de rechter een pand moesten verlaten, gaven de ontruimingen onder politiedwang aanleiding tot intensief verzet en rellen. Het karakter van de wijk veranderde vervolgens razend snel tot een waar krakersbastion met eigen patrouilles en waar politie noch burgemeester getolereerd werden. Dit in combinatie met de slechte bouwkundige staat van de woningen maakte het moeilijk om voornamelijk de Staatsliedenbuurt te gebruiken voor de herhuisvesting van bewoners die slechte woningen moesten verlaten.
In de Ontwerp-raamnota Stadsvernieuwing (1977) waren de vier 'actiegebieden' uit de tweede nota tot elf buurten uitgebreid, en deze keer zat de Staatsliedenbuurt ertussen. De nota stelde voor dat ook voor gezinnen met kinderen en voor de middenklassen gebouwd moest worden om zo de 'onevenwichtige bevolkingssamenstelling' en de 'sociale desintegratie' tegen te gaan. Deze nota heeft felle kritiek ontvangen van actiegroepen en politieke partijen en na de gemeenteverkiezingen van 1978 werd een programma-akkoord gesloten waarin besloten werd om buurtgericht te gaan bouwen, voor de zittende bewoners, in plaats van voor een toekomstige ideale bevolkingssamenstelling. Behoud en herstel kregen een grotere prioriteit dan nieuwbouw en sociale woningbouw zou gebouwd worden in plaats van koopwoningen. De stadsvernieuwingsinitiatieven die volgden zijn in overleg met de buurtbewoners en in fases gebeurd en er is sprake van een contextuele architectuur die de aanwezige stedelijke structuren respecteert. De acties van krakers en bewoners hebben de massale sloop van de buurt dus tegengehouden en zorgde voor het behoud van de bestaande 19^{e} -eeuwse stedelijke structuur (zie afbeelding 41).

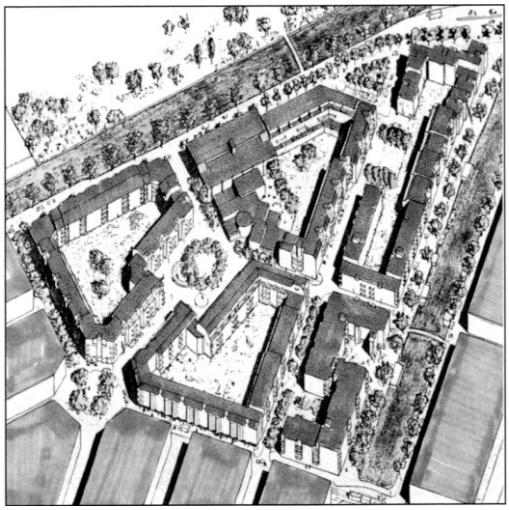
Situatie sociale woningbouw

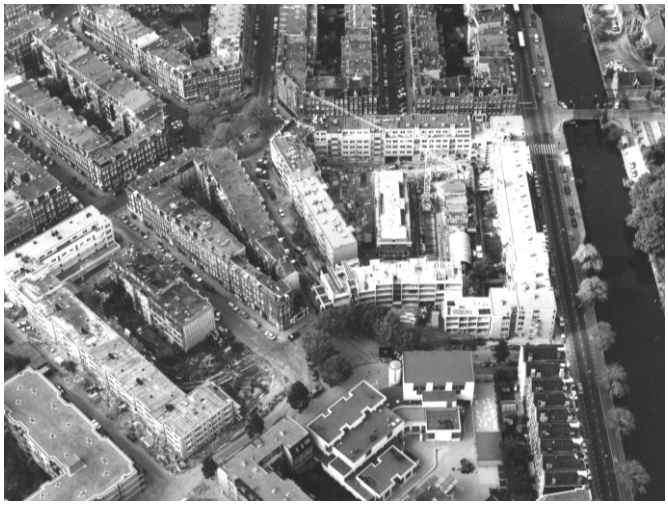


Afbeelding 41: Kaart met de situatie van de sociale woningbouw in de Staatslieden- en Frederik Hendrikbuurt. In rood zijn alle sociale nieuwbouw vanaf 1968 te zien. In zwart staat het eerder gebouwde sociale woningbezit aangegeven. Uit: *Stadsvernieuwingsgids van Amsterdam*, 1985.

Zoals gezegd stond behoud en herstel in de buurten voorop en alle door woningbouwverenigingen en de gemeente gebouwde vooroorlogse woningbouw werd gerenoveerd. De van particulieren aangekochte woningen die sindsdien tot het sociale woningbezit behoren werden verbeterd, variërend van kleine opknapbeurten tot ingrijpende renovaties. In dat kader werden bijvoorbeeld de woningen van De Bazel op het Van Beuningenplein in 1975 aangepakt.
In die gevallen waar de toestand van de huizen te slecht is, komt sociale nieuwbouw. Dit is voornamelijk in de noordoostpunt van de Staatsliedenbuurt het geval. Na een ernstige brand in de Van der Duijnstraat kwam dit deel in aanmerking voor stadsvernieuwing. Als eerste werden er in 1978 in samenwerking met (bejaarde) buurtbewoners plannen ontwikkeld voor het bouwen van seniorenwoningen ter plaatse van een oude kininefabriek aan de De Wittenkade. Dit is het eerste project waar geëxperimenteerd werd met een nieuwe verkaveling waarbij de straatwand is opengebroken, in tegenstelling tot de meerderheid van de gevallen waar vervangende nieuwbouw binnen het bestaande kwam. In 1979 werd vervolgens een stedenbouwkundig plan opgesteld als kader waarbinnen andere nieuwbouw uitgevoerd werd en in de jaren tachtig werd de rest van de noordoostpunt gebouwd (zie afbeeldingen 42,43).
Andere voorbeelden van stadsvernieuwingsprojecten uit die tijd zijn een invulling in de Van Beuningenstraat die 'de bocht' werd genoemd omdat het mee loopt met de ronding van de straat, en een gezondheidscentrum met daarboven woningen dat ter plaatse van de gesloopte Prinsessekerk aan de Van Hallstraat. Beide projecten zijn in 1982/1983 uitgevoerd. In de Frederik Hendrikbuurt werd, onder andere, een bejaardenhuis in 1968 gebouwd op de plaats van de gereformeerde Raamkerk; Een leeg kavel aan de Jacob Catskade, op de hoek met de Wittenstraat, werd in 1984 met woningbouw ingevuld (zie afbeelding 44). Langzaam maar zeker werd nog meer nieuwbouw in de wijk geïntroduceerd wat sporadisch gepaard gaat met afwijkende stedenbouwkundige structuren.
De vernieuwing met behoud van de bestaande 19de -eeuwse woonwijken en hun ruimtelijke structuren ging overigens na 1990 ook gewoon door, bijvoorbeeld in de omgeving van het Van Limburg Stirumplein waar een aantal bouwblokken door nieuwbouw zijn vervangen.

Noordoostpunt





Afbeelding 42 (links): Stedenbouwkundig plan Noordoostpunt Staatsliedenbuurt, 1978. Rechtsonder is de S-vormige blok met seniorenwoningen te zien. Uit: *Westerpark: Barren, Sparren en Koperen Knopen*, 2007. Afbeelding 43 (rechts): Luchtfoto Noordoosthoek ter plaatse van het Van Limburg Stirumplein. Uit: SAA, Boooo037402, 1986.

Nieuwbouw aan de Jacob Catskade



Afbeelding 44: Aan de rechterkant is de nieuwbouw aan de Jacob Catskade, op de hoek met de Wittenstraat, te zien. Uit: SAA, 010122012291, 1999.

3.1.4 Stedelijke vernieuwing na 1990: tijd voor verkavelingsexperimenten

Vanwege een toename van de voorzieningen en een ruimere indeling van de woningen door nieuwbouw en renovatie nam het aantal wooneenheden af ten opzichte van de oorspronkelijke situatie. Tegelijkertijd vertrokken met name de industriële bedrijven sinds de jaren zeventig geleidelijk uit dit deel van de stad. De gemeente zag deze voormalige industrieterreinen als ideale locaties om nieuwe woningen te bouwen. De nieuwbouwprojecten van na 1990 vonden daarom overwegend plaats op die locaties. Kenmerkend voor deze periode is tevens de hernieuwde terughoudende rol van de overheid (vergelijkbaar met die van de 19e eeuw). De corporaties worden zelfstandiger en er wordt veel meer door particuliere ondernemers gebouwd.

Situatie van enkele nieuwbouwprojecten



Afbeelding 45: Situatie van enkele nieuwbouwprojecten van na 1990. Uit: *Westerpark: Architectuur in een Amsterdams stadsdeel 1990-1998*, 1998, binnenzijde van de omslag.

In tegenstelling tot stadsvernieuwing in de 19de-eeuwse woningbouwwijken, wordt in deze periode nauwelijks of helemaal geen rekening gehouden met de bestaande industriële bebouwing. Deze *tabula rasa*-achtige herontwikkeling van de industrieterreinen is zeker gunstig geweest voor een vrije aanpak van de verkavelingsstructuren en na 1990 zijn er aan de wijk een aantal opmerkelijke projecten toegevoegd. Echter, het betekende ook een verlies van historisch waardevolle gebouwen en ensembles. Hierna worden de belangrijkste afzonderlijke projecten behandeld.

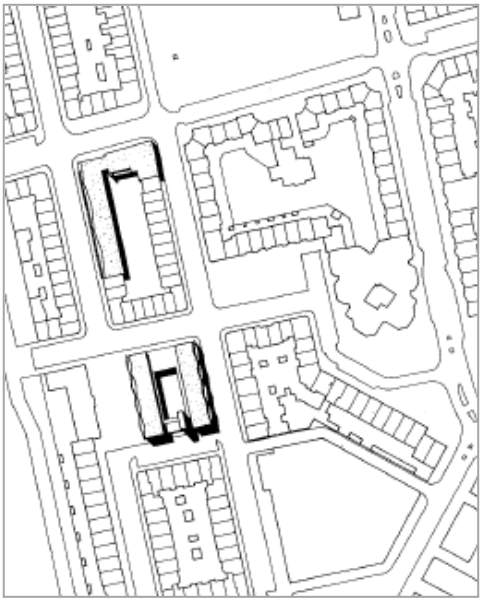
GWL-terrein (nr. 1 op afb. 45)

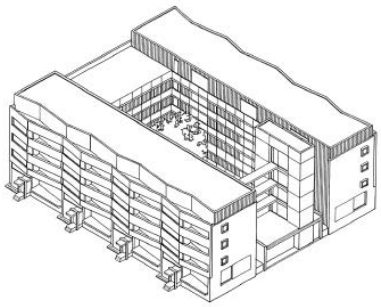
Zie voor de geschiedenis van het GWL-terrein de *CHV GWL-terrein* (M en A, 2012/2018).

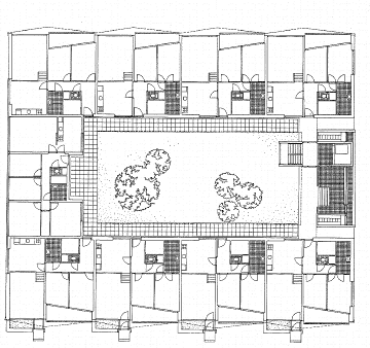
Staats I en II (nr. 2 op afb. 45)

Deze twee bouwblokken zijn in 1993 in opdracht van Algemene Woningbouw Vereniging (AWV) ontworpen ter vervanging van verouderde woningbouw en zijn in 1996 opgeleverd. Hier was het inpassen in de omgeving uitgangspunt en de bestaande rooilijnen en bouwhoogtes zijn grotendeels gerespecteerd. De vernieuwing is vooral in de architectuur van architectenbureau Duinker van der Torre te vinden, op de plasticiteit van de Amsterdamse School geïnspireerd. De gebouwen hebben verder een plat dak en het blok Staats I is deels open. Bij dit blok wordt er tevens aan de westelijke kant ruimte voor een pleintje gecreëerd. Bij Staats II moest een bestaande blok aangevuld worden. Bij beide blokken gaat het uitsluitend om duurdere sociale huurwoningen en alle (84) woningen hebben royale maar ingetogen balkons.

Bouwplan Staats I en II







Afbeelding 46 (links): Situatie Staats I en II, met boven Staats II en onder Staats I. Uit: *Westerpark: Architectuur in een Amsterdams stadsdeel 1990-1998*, 1998, p. 65. Afbeeldingen 47 en 48: Axonometrie (rechts boven) en plattegrond begane grond (rechts onder) Staats I. Uit: *Westerpark: Architectuur in een Amsterdams stadsdeel 1990-1998*, 1998, pp. 62, 64.

Meander I en II (nr. 3 op afb. 45)

Het nieuwbouwproject Meander is op het voormalige AWIC-terrein (Amsterdams Westelijk Industrie Centrum/ Westelijk Entrepot) gebouwd. Het project is in 1995-1997 door Rob Krier en Christoph Kohl Architecten ontworpen in opdracht van Het Oosten en LATEI. De nieuwbouw is in twee fases opgeleverd, in 1999 en in 2005. De bijzondere meandervorm maakte het mogelijk om een bestaande (gesloten) bouwblok af te ronden en op tegelijkertijd openbare ruimte te creëren, alle appartementen een relatie met het water te geven en in een hoge woondichtheid te bouwen (160 woningen per hectare). Op zoek naar aansluiting op de omliggende bebouwing is er voor een historiserende architectuur gekozen, met veel aandacht voor detaillering/ decoratie. Het programma is in samenwerking met Stadsdeel Westerpark opgesteld en bestaat uit een mix van koop- en sociale huurwoningen, een basisschool met een overdekt speelplein, een openbare bibliotheek, ateliers, bedrijfsruimte en een ondergrondse parkeergarage voor de bewoners. Het slingerende volume heeft zes bouwlagen en de drie torens acht bouwlagen. Het autovrije en introverte binnenterrein met stadsplein is aan de kant van de Kostverlorenvaart ontworpen.

Nieuwbouwproject Meander





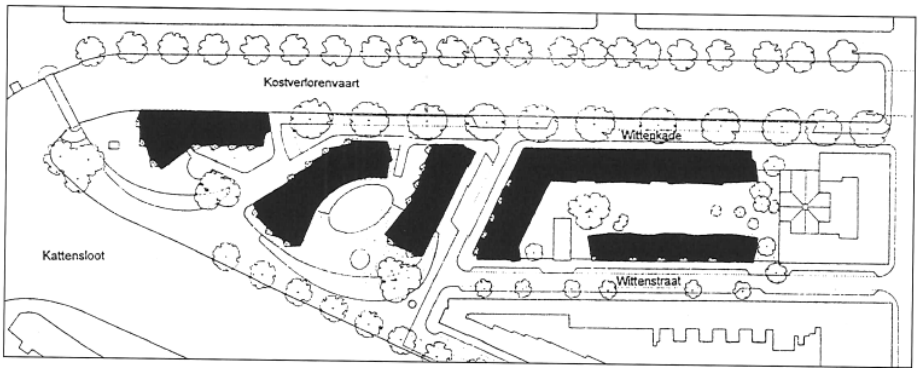
Afbeelding 49 (links): Situatie Meander. Uit: *Westerpark: Architectuur in een Amsterdams stadsdeel 1990-1998*, 1998, pp. 62, 64. Afbeelding 50 (rechts): Detail architectuur en inrichting openbare ruimte. Uit: M en A, 2018.

Witteneiland (nr. 4 op afb. 45)

Het woningbouwproject Witteneiland is in 1993 door architectenbureau L. Lafour & R. Wijk ontworpen in opdracht van Rochdale en is in 1997 opgeleverd. Deze voormalige industrielocatie is lang, smal en op de kop aan twee zijden door water begrensd. Het toenmalige stadsdeel Westerpark stelde voor een deel van de locatie met wat geslotener bebouwing in te vullen en een deel met solitaire gebouwen waar men

tussendoor naar het water zou kunnen kijken. De architecten hebben gekozen voor een semi-gesloten bouwblok dat aan de oostkant door de bestaande Nassaukerk wordt afgesloten. Op de kopse kant, waar de Kostverlorenvaart en Kattensloot samenkomen, staan drie zeven danwel achtlaagse torens die om een hof zijn gelegen. Het groen hiervan loopt naadloos door in dat van de openbare ruimte. Het project bevat een menging van (deels sociale) huur- en koopwoningen.

Situatie woningbouwproject Witteneiland



Afbeelding 51: Situatie woningbouwproject Witteneiland. Uit: *Westerpark: Architectuur in een Amsterdams stadsdeel 1990-1998*, 1998, pp. 62, 64.

Zicht op de torens op het Witteneiland



Afbeelding 52: Zicht op de torens op het Witteneiland. Foto: M en A, 2018.

Porschestrip (nr. 5 op afb. 42)

Dit nieuwbouwproject kwam tot stand ter vervanging van industrie en enkele 19de-eeuws woonhuizen. De architecten van bureau Peter Geusebroek, in opdracht van Muwi Vastgoed en Woningstichting Zomers Buiten, hebben een open strook ontworpen in afwijking van de wensen van het stadsdeel dat de bestaande achterliggende bebouwing aan wilde vullen tot een gesloten bouwblok. Deze strook is in 1992 ontworpen en in 1995 opgeleverd en verdeelt het terrein in een langgerekte kade aan de Kattensloot op

het noorden en een binnenstraat tussen het oude en het nieuwe blok. Het aantal bouwlagen varieert van vijf tot zeven, met een onderdoorgang in het midden. Er is tevens een kromming in het gebouw aangebracht zodat de zon op de aan de noordzijde gelegen kade kan komen. Verder heeft het gebouw een rustige vlakke noordkant en een informele achterkant op het zuiden met balkons of tuintjes en voordeuren aan de binnenstraat. De architectuur verschilt van west naar oost - van het koop- naar het huurgedeelte - van horizontale Amsterdamse School-achtige elementen naar verticale negentiende eeuw-achtige elementen om zo de variatie in de buurt te weerspiegelen. Op de kop telt het gebouw een extra bouwlaag waardoor het een duidelijk accent heeft aan de kant van de Kostverlorenvaart. Het programma bevat een mix van huur- en koopwoningen.

Plattegrond Porschestrip



Afbeelding 53: Plattegrond van de begane grond van de Porschestrip, het zuiden is boven. Uit: *Westerpark: Architectuur in een Amsterdams stadsdeel 1990-1998*, 1998, p. 61.

Zicht op de kop van de Porschestrip

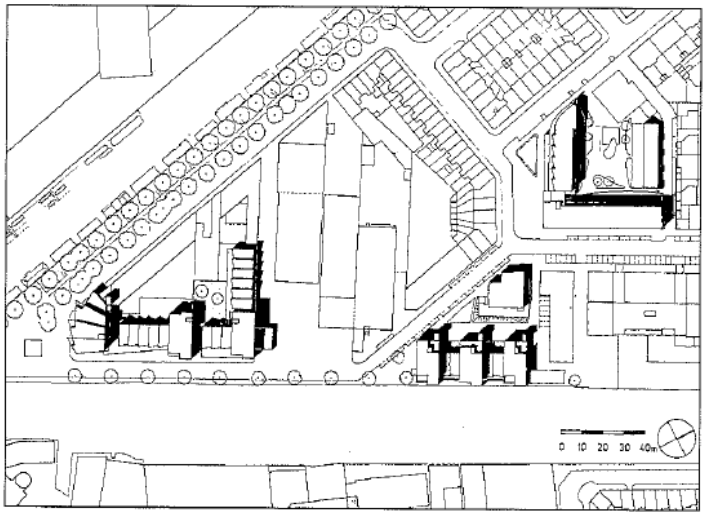


Afbeelding 54: Zicht op het Witteneiland (links) en op de westelijke kop van de Porschestrip (rechts). Foto: M en A, 2018.

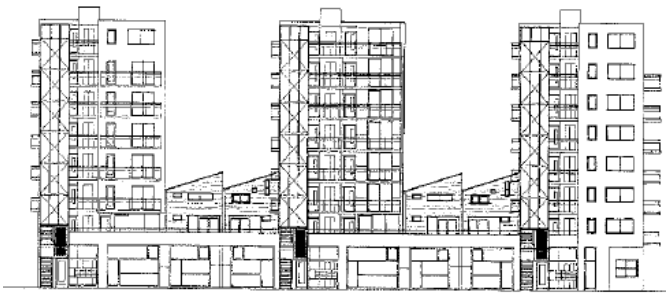
Buyskade (nr. 6 op afb. 42)

Dit project is een combinatie van sociale huur- en koopwoningen en werkruimten, waar in dit deel van de stad in destijds nog weinig aanbod van was. Van der Waals/Zeinstra architecten maakten in opdracht van De Principaal en Bouwbedrijf De Nijs & Zn. tussen 1993 en 1995 in twee verschillende onderdelen een ontwerp: De Stadshuizen en De Introductie. Daarin lieten zij iets van de industriële sfeer van het gebied bestaan. Dit heeft geleid tot het aanhouden van een bestaand bedrijfsgebouw en tot het ontwerpen van 'samengestelde volumes' op basis van de aangetroffen situatie. De repeterende schuine daken verwijzen naar industriële sheddaken. Het heeft tevens geleid tot het experimenteren met hybride vormen van wonen en bedrijvigheid. De oplevering was in 1998.

Nieuwbouwproject Buyskade – De Stadshuizen





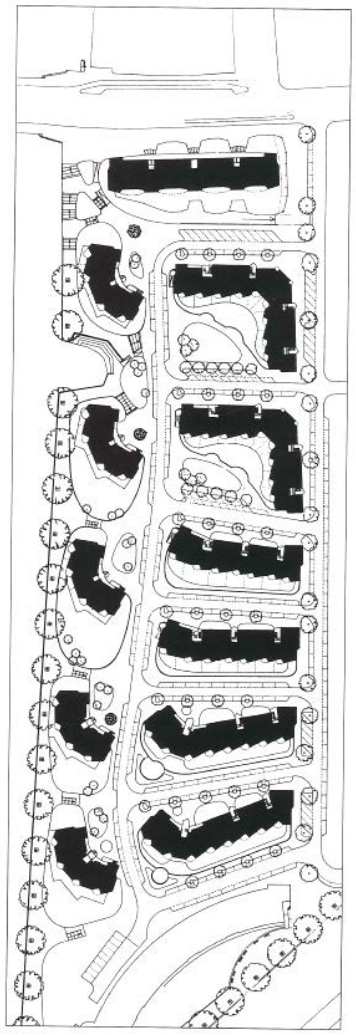


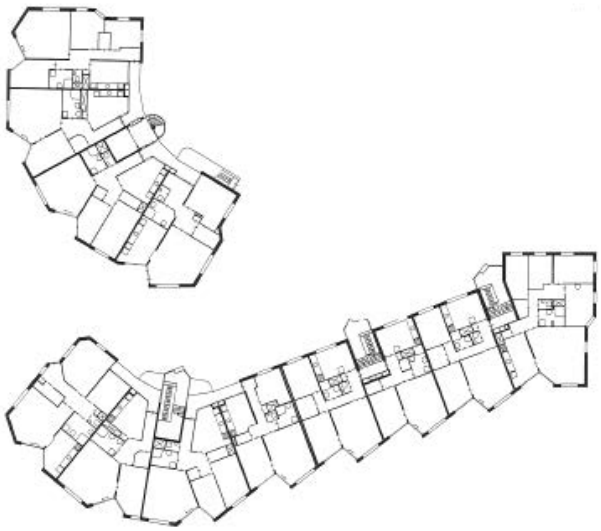
Afbeeldingen 55 en 56: Situatie (links boven) en gevel (links onder) van De Stadshuizen. Uit: *Westerpark: Architectuur in een Amsterdams stadsdeel 1990-1998*, 1998, p. 84. Afbeelding 57 (rechts): De Stadshuizen. Foto: M en A, 2018.

GDH/Werfterrein (nr. 7 op afb. 42)

Het GDH/Werfterrein woningbouwproject is in 1987 door architectenbureau L. Lafour & R. Wijk ontworpen in opdracht van Woningstichting Zomers Buiten en Muwi Vastgoed en is in 1995 opgeleverd. Deze voormalige industrielocatie is net als het Witteneiland door water begrensd, in dit geval door de Kostverlorenvaart en de Hugo de Grootgracht. De architecten hebben alles kunnen ontwerpen, van stedenbouw tot inrichting van het maaiveld. De lagere stroken (vier bouwlagen) zijn zo gebogen dat

doorzichten ontstaan naar het water. De hogere torenachtige volumes van acht bouwlagen staan aan de rand van de Kostverlorenvaart. Het project bevat een menging van sociale huurwoningen, premiekoopwoningen en bedrijfsruimtes.





Afbeeldingen 58 en 59: Situatie (links) en plattegrond (rechts) van het woningbouwproject op het GDH/Werfterrein. Uit: *Westerpark: Architectuur in een Amsterdams stadsdeel 1990-1998*, 1998, p. 48.

3.2. Stedenbouwkundige, typologische en architectonische aspecten

Stedenbouwkundige opzet

Aan de Staatsliedenbuurt ligt een gridsysteem ten grondslag dat in de late 19e eeuw gedeeltelijk over het bestaande kanalen- en slotenpatroon werd heen gelegd. Uitzondering hierop zijn de ontwikkelingen die tot stand zijn gekomen in de tweede helft van de 20e eeuw en in de 21e eeuw. De Staatsliedenbuurt heeft twee te onderscheiden delen, een negentiende-eeuwse waaiervormig noordoostelijk deel en een lange gerekte strook ten west van de Van Hallstraat waar rond de eeuwwisseling een menging van sociale woningbouw en industrie zich vestigde in een diversiteit van verkavelingsvormen.
Terwijl de Staatsliedenbuurt hoofdzakelijk oost-west is verkaveld, is de Frederik Hendrikbuurt hoofdzakelijk noord-zuid verkaveld, met een stratenpatroon haaks op de Singelgracht en door de Frederik Hendrikstraat, de Frederik Hendrikplantsoen en het Hugo de Grootplein gedomineerd. Hier is de gang van de oorspronkelijke sloten alleen nog aanwezig in de Jacob Catskade en de Hugo de Grootkade. De Tweede Hugo de Grootstraat vormt samen met de Jan van Galenstraat één van de radialen die vanuit de concentrische binnenstad naar de Westelijke Tuinsteden loopt. Langs de Da Costagracht, in de aangrenzende Da Costabuurt, is de noord-zuid gerichte verkaveling van de buurt voortgezet en de Frederik Hendrikstraat is onderdeel van een brede verkeersbaan om de stad die in de Pijp de naam Ceintuurbaan dan ook bekomt.
De twee buurten zijn hoofdzakelijk met gesloten bouwblokken gebouwd en zijn van elkaar 'gescheiden' via de Kostverlorenvaart en de Kattensloot. Verder is het plangebied aan de noordkant door de Haarlemmerweg begrensd en ten noorden daarvan bevinden zich het Westerpark en het Westergasfabriekterrein.

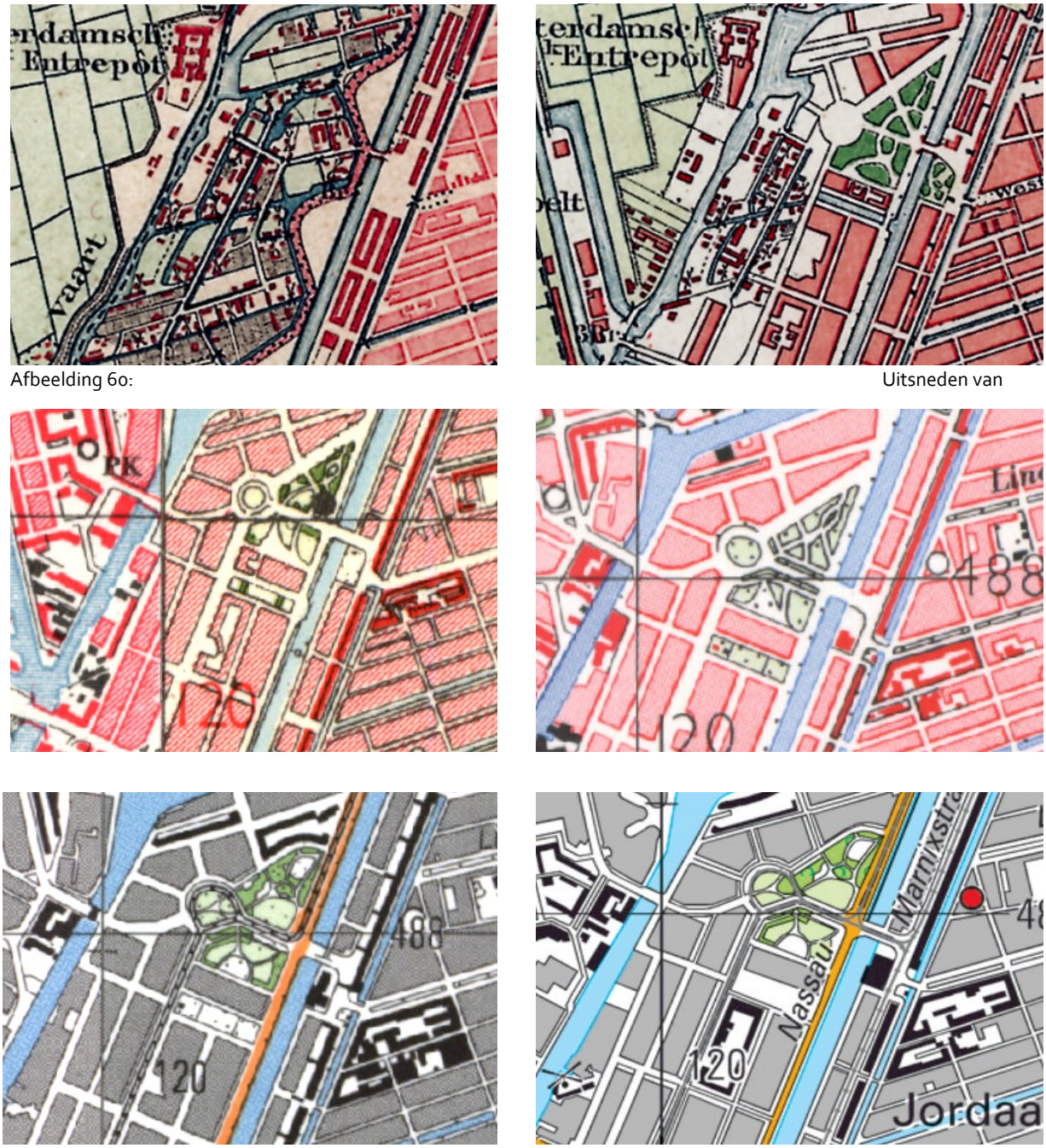
Openbare ruimte, groen en water

De waarden van groen hebben de manier waarop Amsterdam sinds de 17de eeuw is vormgegeven, sterk bepaald. Het groen is misschien wel dé rode draad in de ontwikkeling van de moderne stad. Om te beginnen in de grachtengordel. Die werd door en voor de rijken gebouwd, en groen zit daar ruimschoots in verwerkt: diepe binnentuinen en bomen langs de grachten zorgen voor een weldadige woonomgeving - iets wat in groot contrast stond met het dicht bebouwde middeleeuwse stadshart. De regelgeving (keuren) waarmee de tuinen van de grachtengordel vanouds wordt beschermd, toont dat dat hier vanaf begin veel belang aan gehecht is. Tussen 1680 en 1865 behoudt Amsterdam haar 17de-eeuwse omvang. Maar dan, in de tweede helft van de 19de eeuw, barst de stad letterlijk uit zijn voegen en grote aantallen arbeiders leven in armoede in volgepakte krottenwijken. Epidemieën veroorzaken talloze slachtoffers. In het denken over de nieuwe stadsuitbreidingen, gold de grachtengordel en de manier waarop hierin met het groen is omgegaan, als lichtend voorbeeld. En hoewel een dergelijke aanleg financieel noch politiek haalbaar was voor de grote aantallen armlastige inwoners die vanaf dat moment gehuisvest moeten worden, worden soortgelijke leefbaarheidskwaliteiten wel nagestreefd. Er zijn drie partijen die deze problematiek op hun agenda zetten: de hygiënisten, de filantropen en de lokale overheid. Ze houden zich alle drie bezig met de kwaliteit van wonen, maar alle drie vanuit een ander perspectief. De hygiënisten richten zich op openbare sanitaire voorzieningen, de lokale overheid richt zich op de infrastructuur en kleinschalige particuliere initiatieven voor de gegoede burgerij, en de filantropen op goede woningen voor de arbeiders. Het gemeentebestuur is verantwoordelijk voor de regelgeving.

Ook al blijkt uit de regelgeving van die tijd de visie dat de overheid geen noemenswaardige regie op zich nam op het gebied van stedenbouw, evengoed wordt er in de verordening uit 1858 wel een koppeling gelegd tussen de bouwhoogtes en de straatbreedtes ten behoeve van goede lichtinval. Maar over de diepte van de binnenterreinen worden geen regels opgenomen. Desalniettemin blijkt dat men wel ideeën had over het belang van bouwblokdieptes voor de woonkwaliteit, zo merkt stadsingenieur J. G. van Niftrik het volgende op: "*Als de huizen 12 a 14 meters hoogte hebben, dan kunnen in de beneden-achterkamers nooit de zonnestralen door de vensters schijnen, als de tuin niet even breed is. Dat de afstand tusschen de gevels der huizen minstens even groot moet zijn als de hoogte dier perceelen, is een zoo eenvoudig hygiënisch voorschrift dat spreker er niet verder bij behoeft stil te staan*".[1]
De bebouwing in de 19de-eeuwse Ring, waarvan Westerpark-Zuid onderdeel uitmaakt, betreft voornamelijk gesloten bouwblokken. Sinds 1858 wordt, zoals hierboven weergeven, de hoogte van de blokken (maximaal vier woonlagen) medebepaald door de breedte van de straat, die nogal varieerde. Impliciet is de relatie (1:1) tussen de hoogte van het blok en de diepte van het achterterrein. Vanaf 1887 wordt een bepaling in de verordening opgenomen dat de percelen voor maximaal ¾ mogen worden bebouwd. De binnenterreinen zijn doorgaans ondiep en langgerekt. Sommige binnenterreinen zijn vrijwel volledig dichtgebouwd. Andere zijn grotendeels onbebouwd en van groen voorzien. De bezonning is afhankelijk van de oriëntatie en niet persé gunstig. De resterende onbebouwde terreinen vormen, net als in de binnenstad, evengoed een rustige en deels groene tegenhanger van de drukke, stenige straatruimte.
De stedenbouwkundige opzet van Westerpark-Zuid brengt met zich mee dat veel groen zich in de binnenhoven van de blokken bevindt. Dit betekent dat de niet-bebouwde ruimte binnen een bouwblok extra belangrijk is voor de kwaliteit van het wonen. Openbare groenvoorzieningen zijn beperkt tot boomaanplant in de straten, op pleinen en langs kades en een enkel plantsoen of wandelpark. Aan de westzijde van de stad was dat het Westerpark (tot aan de Westergasfabriek). De restanten van de Bolwerken werden ook als wandelstrook gezien. Te midden van de woonwijken zijn de belangrijkste openbare (deels groene) voorzieningen het Van Beuningenplein in de Staatsliedenbuurt en het Frederik Hendrikplantsoen en het Van Oldenbarneveldtplein in de Frederik Hendrikbuurt. Het Frederik Hendrikplantsoen was al in het Plan Kalff opgenomen en was deels op de oude bolwerken gepland. De klassieke inrichting ervan is in de loop van de jaren in een informelere parkaanleg in Engelse landschapsstijl veranderd, met verschillende ruimtes die samenkomen met behulp van meanderende routes en zorgvuldig gepositioneerde speelvoorzieningen. Het oorspronkelijke ontwerp is echter in de huidige situatie nog af te lezen. Kleinere groene voorzieningen, zoals het Van Bossepad, de plantsoentjes aan de Van Reenenstraat en de boombeplanting van straten en grachten (en in het bijzonder van de Nassaukade), behoren van begin af aan tot de 19de -eeuwse stadsuitleg en dragen ook bij aan de groene beleving van de buurten.

[1] Aardse en Statema 2017.

Frederik Hendrikplantsoen in de loop van de jaren



Afbeelding 60: Uitsneden van kaarten van Amsterdam ter plaatse van het Frederik Hendrikplantsoen. De kaarten laten de ontwikkeling van deze groenvoorziening zien. Met de klok mee: 1890, 1900, 1950, 1990 en 2010.
Uit: http://www.topotijdreis.nl/

Frederik Hendrikplantsoen in de loop van de jaren





Afbeelding 61 (links): Frederik Hendrikplantsoen 74-82 (v.l.n.r.), gezien in noordelijke richting. Links de ingang van de Gerard Schaepstraat, circa 1890. Uit: SAA, ANWT00192000001. Afbeelding 62 (rechts): Frederik Hendrikplantsoen met links de Lodewijk Tripstraat, circa 1900. Uitgave Buurman-De Haas, Amsterdam. Uit: SAA, PBKD00008000003.



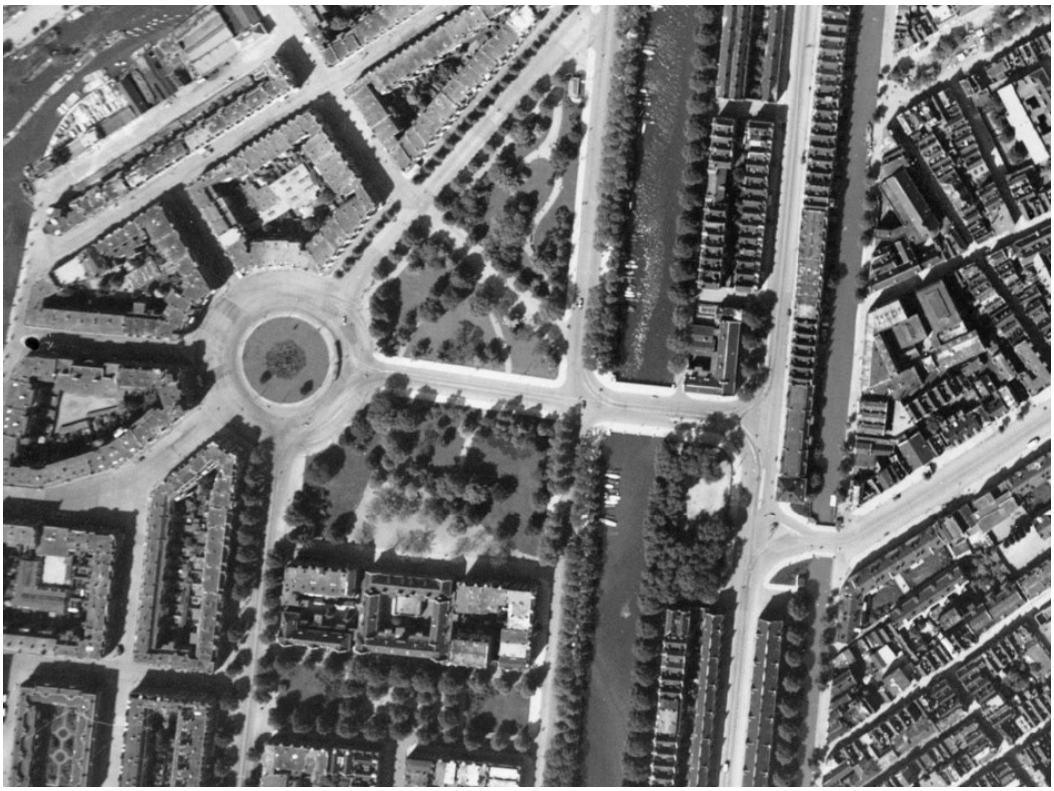


Afbeelding 63 (links): Frederik Hendrikplantsoen gezien naar het zuidwesten met diverse molens. Uitgave H.G. Schröder, Amsterdam, 1915. Uit: SAA, PBKD00008000001. Afbeelding 64 (rechts): Frederik Hendrikplantsoen, met links op de achtergrond de Westertoren en rechts de Marnixkade, in 1925. Uit: SAA, PBKD00008000004.



Afbeelding 65: Frederik Hendrikplantsoen in de jaren '60. Uit: SAA, 10009A005501.

Frederik Hendrikplantsoen in 1929 en in 2019



Afbeelding 66: Luchtfoto van het plangebied ter plaatse van het Frederik Hendrikplantsoen.
Uit: SAA, A04139001680, 1929.



Afbeelding 67: Luchtfoto van het plangebied ter plaatse van het Frederik Hendrikplantsoen.
Uit: City Data Amsterdam, luchtfoto 2019.

Andere pleinen die zich in de buurten bevinden, zoals het Hugo de Grootplein en het Van Limburg Stirumplein zijn tot stand gekomen door de bouwblokken met afgeschuinde kanten af te ronden. De inrichting daarvan gaat vooral uit van verkeer en niet van verblijf. Later, in de jaren tachtig en negentig, werden er veel open (groene) ruimten aan de openbare ruimte toegevoegd door de transformatie van oude industrieterreinen.

Kleinschalige groenvoorzieningen





Afbeeldingen 68 en 69: Klein groene voorzieningen in de wijk. Links: Van Bossepad, Rechts: Van Reenenstraat. Uit: M en A, 2018.

Verder wordt het plangebied doorgekruist door twee grote waterwegen, de Kostverlorenvaart en de Kattensloot, die een significante rol hebben gehad in de ontstaansgeschiedenis van de wijk en belangrijke ruimtelijke assen zijn. Van oorsprong zijn dit belangrijke handelsroutes, maar tegenwoordig worden ze vooral ook ervaren als aantrekkelijk onderdeel van de leefomgeving, voor uitzicht en recreatie op het water.

Maatschappelijke voorzieningen

Er bevinden zich in het gebied een aantal gebouwen die als filantropische voorzieningen gebouwd werden. In een tijd dat de financiële en sociale zorg nog niet van overheidswege was geregeld namen religieuze en andere ideëel gemotiveerde instellingen de verantwoordelijkheid op zich voor de opvang en huisvesting van weduwen, bejaarden, wezen en zieken. In de zeventiende en achttiende eeuw waren 'hofjes' door particulieren en kerkelijke gemeenten in de stad gesticht en de in het gebied aanwezige filantropische voorzieningen zijn met een vergelijkbaar doel en zijn dus een voorbeeld van late negentiende-eeuws hofjes. Ook elders in de 'negentiende-eeuwse ring' zijn enkele van dit soort voorzieningen te vinden, maar over het geheel zijn het zeldzame elementen geworden in deze uitbreidingswijken.
Deze en andere gebouwen met bijzondere functies (zoals kerken en scholen) zijn systematisch in de wand van het bouwblok geplaatst en staan zelden geïsoleerd. Sommige scholen zijn ook volledig op binnenterreinen te vinden, zoals de Zaagmolenschool aan de Kempenaerstraat, en hebben geen gevel die aan de straat grenst. Voorbeelden van uitzonderingen hiervan zijn de later gebouwde Nassaukerk aan de Wittenkade en de voormalige Prinsesseschool aan de Bossestraat.

Tijdens de stadsvernieuwing werden de buurten met speelplaatsen, buurtcentra, gezondheidscentra, bibliotheken en bejaardenwoningen verrijkt.

Bedrijvigheid

Langs de Kostverlorenvaart, de Kattensloot en de Hugo de Grootgracht zijn sinds de 16de eeuw industriële complexen gevestigd zoals houtzaagmolens en fabrieken. Buiten dit plangebied, maar wel van betekenis zijn dat de Westergasfabriek, de Centrale Markthallen en de Vuilverbanding. Binnen het plangebied is veel gesloopt. Van de complexen die nog bestaan, is het Gemeentewaterleiding Bedrijf (GWL) – dat van niet te onderschatten betekenis was voor de verbetering van de hygiëne in de stad dankzij de komst van schoon drinkwater uit de duinen (zie verder de CHV GWL-terrein, 2012/2018) – het belangrijkste. Van de oude molens bleef slechts één bewaard, 'De Otter'. Verschillende terreinen langs de Kostverlorenvaart zijn nog tot de jaren 70 voor de vestiging van op dat moment moderne industrie in gebruik genomen.

Architectuur

De wijk wordt door het negentiende-eeuwse gesloten bouwblok, meestal met vier bouwlagen en een kap, gedomineerd. De kap wordt grotendeels parallel aan de straat geplaatste en de blokken hebben karakteristieke verticale ramen en dakkappelen met een uitkragende hijsbalk. Op de begane grond bevinden zich vaak winkels. Bij sommige blokken is er uit hygiënisch oogpunt op de ontmoeting tussen de lange zijde van een woonblok en de kopbebouwing ruimte opengelaten voor lichtinval en luchtdoorstroming. De al eerder genoemde kenmerkende afgeschuinde hoeken zijn vaak voorzien van verbijzonderingen in de architectuur. De 19de -eeuwse woningbouw varieert verder van rijk gedecoreerde herenhuizen aan bijvoorbeeld de Nassau- en de Wittenkade en soberder revolutiebouw in de rest van de wijk. Maar ook bij die laatste categorie is vaak sprake van contrasterende speksteenlagen, natuursteen boven de deuren, geprofileerde daklijsten en bijzondere toppen zodat een samenhangend en kenmerkend straatbeeld is ontstaan.
Sinds de inwerkingtreding van de woningwet in 1901 bouwden verschillende woningbouwverenigingen aan de westzijde van de Van Hallstraat sociale huurwoningen. Ook hier gaat het om gesloten bouwblokken met vier lagen en een kap. Het betreft in de regel grotere complexen die uit één of meerdere bouwblokken zijn opgebouwd en werden ontworpen door gerenommeerde architecten als Van Eepen en De Bazel. De architectuur heeft Amsterdamse School elementen, maar is relatief sober in de zichtbare toepassing van ornamenten, semi-expressionistische vormen en het plastische gebruik van baksteen.
Tijdens de stadsvernieuwing in de jaren zeventig en tachtig is er moderne woningbouw toegevoegd, met een eigentijdse maar contextuele architectuur die de aanwezige verkavelingsvormen respecteert. De meeste woningen hebben toen ruimere indelingen en balkons gekregen. Tijdens en na de stedelijke vernieuwing in jaren negentig zijn er open blokken en andere vormen van woningbouw toegevoegd die grotendeels voor de markt bedoeld was. Er is vaak voor een historiserende, postmoderne architectuurstijl gekozen.

Open ruimte tussen twee blokken voor de inval van licht



Afbeelding 70: Open ruimte tussen twee blokken voor de inval van licht in de Staatsliedenbuurt. Uit: MenA, 2018.

Kunst in de openbare ruimte

In het kader van de stadsvernieuwing heeft de gemeenteraad in 1983 besloten dat 1,5% van het budget aan 'sculpturale wijkversieringen' besteed moest worden en dat de buurtbewoners en de architecten mede konden beslissen in de keuze van de kunstenaar. Het resultaat hiervan is dat vele pleinen en straten verfraaid zijn met bijzondere kunstwerken.

Kunstwerk in het Van Limburg Stirumplein



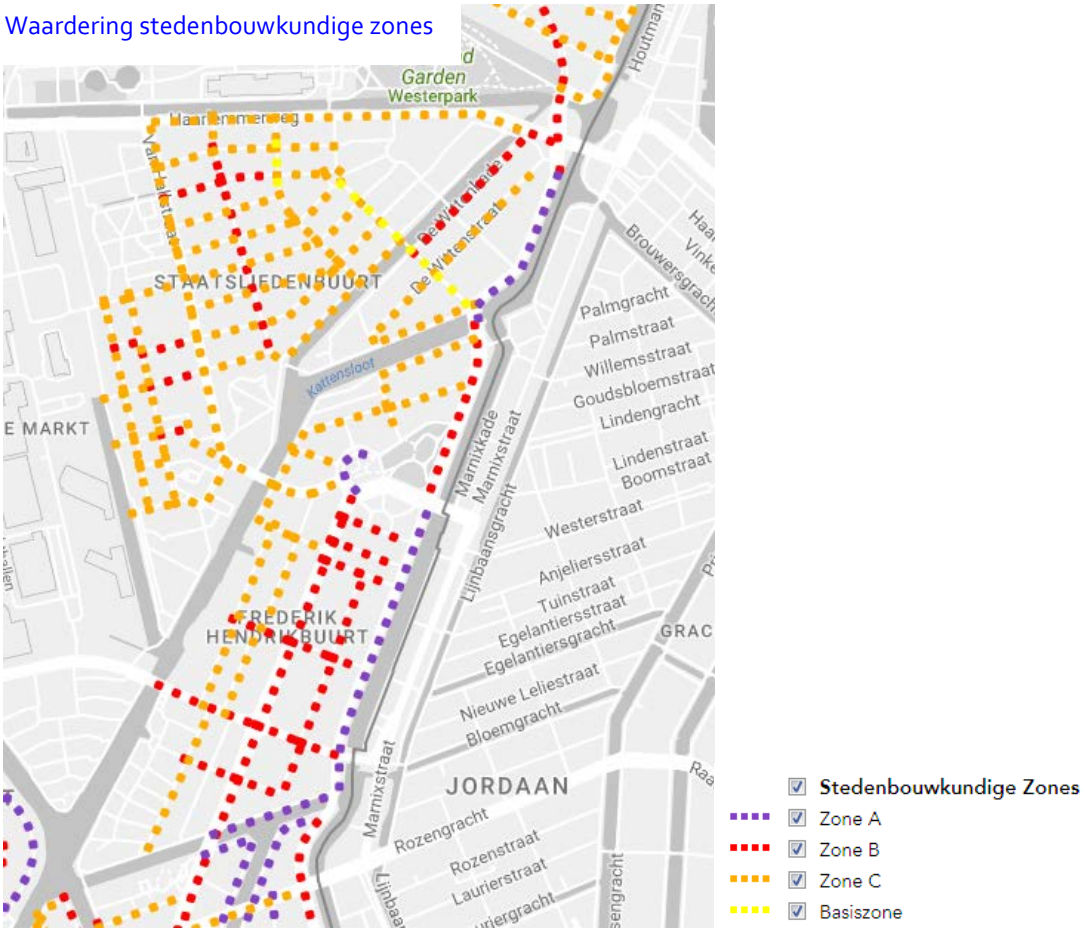
Afbeelding 71: Kunsttoepassing tramhalte Van Limburg Stirumplein, Frank Halsman 1997.
Uit: http://www.michielmorel.nl/reizen-het-geheugen-van-frank-halmans/ [2018]

4 Betekenisvolle structuren, elementen en bebouwing

Stedenbouwkundige zones

In 2004 werd de *Atlas 19de -eeuwse Ring* gepubliceerd waarin waarderingskaarten van de stedenbouwkundige structuur en de bebouwing zijn opgenomen. Deze kaarten zijn in combinatie met de Welstandsnota van 2013 vastgesteld. Op deze kaarten zijn de straten en pleinen als stedenbouwkundige zones gewaardeerd. Hieronder wordt het openbaar gebied verstaan, dat wil zeggen straten en pleinen of combinaties dan wel gedeelten daarvan, in samenhang met flankerende bebouwing, groen, water en privétuinen die grenzen aan het openbaar gebied. Deze zones zijn gewaardeerd van een basiszone, via zone C en B opklimmend naar Zone A (zie welstandsnota *De Schoonheid van Amsterdam*, p. 44). De zonewaardering helpen bij de cultuurhistorische waardering van de verschillende gebieden in Westerpark-Zuid. Omdat het hierbij vooral om een esthetische waardering gaat, kan een gebied ondanks de vele met een basiszone gewaardeerde straten toch van cultuurhistorisch hoge waarde zijn door de historische betekenis ervan.

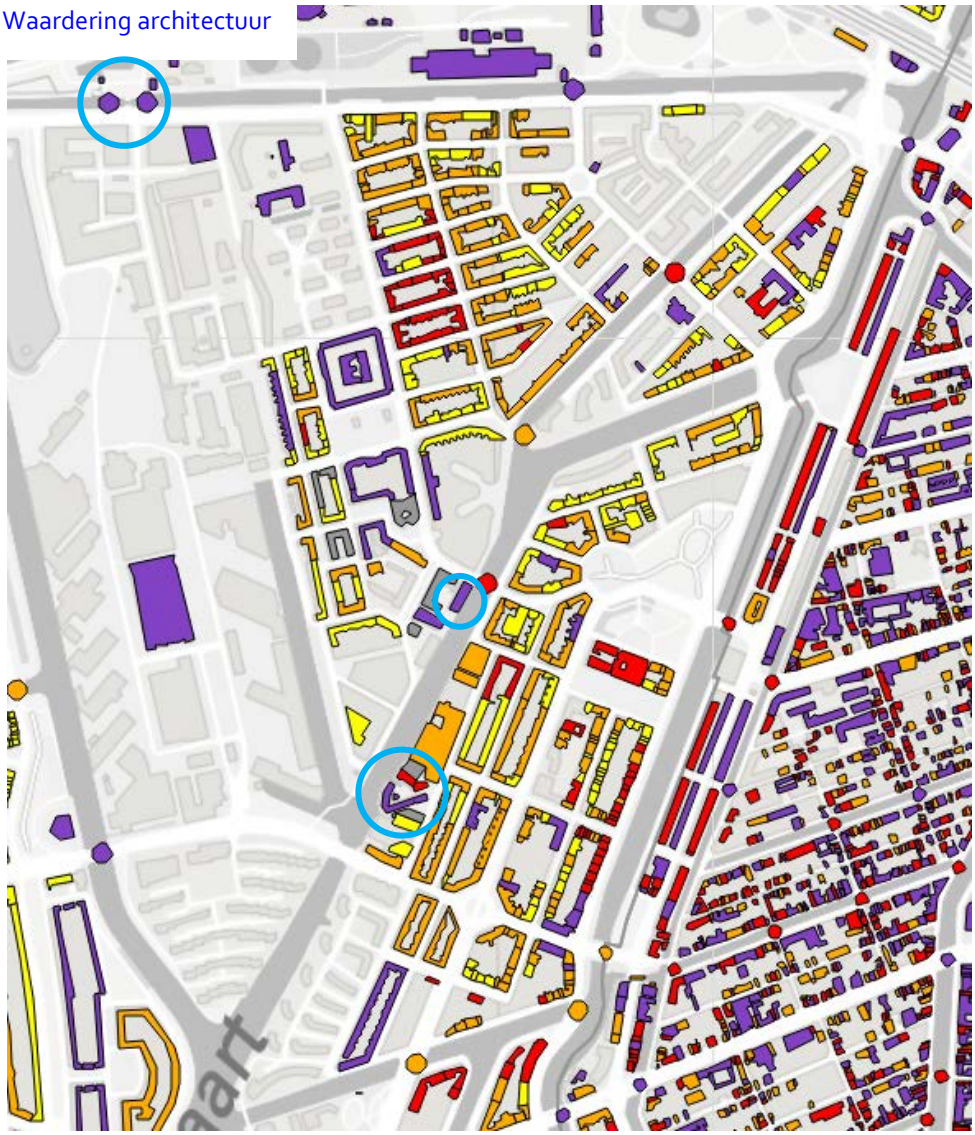
Waardering stedenbouwkundige zones



Afbeelding 72: Uitsnede van de *Waarderingskaart architectonische en stedenbouwkundige kwaliteit: stedenbouwkundige zones* ter plaatse van het plangebied.

Bebouwing en andere bouwwerken

Op de waarderingskaarten in de *Atlas 19de -eeuwse Ring* die hierboven werd genoemd, wordt de architectonische kwaliteit van de bebouwing en andere bouwwerken zoals sluizen en bruggen in opklimmende waardering aangegeven met basisorde, orde 3, orde 2 en orde 1. Op deze kaarten staat ook aangegeven of de panden behoren tot een architectonische eenheid van twee of meer panden, waar accenten in de architectuur zijn aangebracht en of het om een symmetrisch vormgegeven architectuureenheid gaat. Op de kaarten is alleen de bebouwing die dateert uit de periode 1860-1940 gewaardeerd, bebouwing van voor 1860 en de naoorlogse bebouwing hebben geen waardering gekregen. Op dit ogenblik wordt ook de bebouwing van voor 1860 en die dateert uit de periode 1940 – 1975 gewaardeerd. Daarnaast zijn de aangewezen rijks en gemeentelijke monumenten op deze kaarten aangegeven.



Afbeelding 73: Uitsnede van de *Waarderingskaart architectonische en stedenbouwkundige kwaliteit: architectuur* ter plaatse van het plangebied. De drie ensembles als rijksmonument aangewezen zijn met een blauwe cirkel aangegeven.

De architectonische ordes worden in de 19e-eeuwse Ring als volgt gedefinieerd:
Paars – Orde 1: De geregistreerde en beoogde Rijks- en Gemeentelijke monumenten.
Rood – Orde 2: Monumentwaardige bouwwerken met een nadrukkelijke architectonische verbijzondering en bouwwerken met een bijzondere cultuurhistorische betekenis.
Oranje – Orde 3: Karakteristieke bouwwerken met architectonische en/of stedenbouwkundige meerwaarde.
Geel – Basisorde: Voor de periode kenmerkende bouwwerken met basiskwaliteit, of bouwwerken die door ingrijpende wijzigingen hun architectonische meerwaarde hebben verloren.
Grijs – Bebouwing uit overige perioden.

Er bevinden zich drie rijksmonumenten in het plangebied die bijzonder aandacht vragen: Schutsluis Haarlemmervaart en molen De Otter uit de 19de eeuw en de drukinktfabriek uit 1939. Deze bouwwerken vormen, samen met bijbehorende sluiswachterswoning, aanbouwen en achterterreinen, waardevolle ensembles die de cultuurhistorische gelaagdheid van het gebied afleesbaar houden.

<u>Openbare ruimte, groen en water</u>
De pleinen en plantsoen die van begin af aan tot de 19de -eeuwse stadsuitleg behoren zijn betekenisvolle elementen in het gebied. Ook kleinere groene voorzieningen, zoals in het vorige hoofdstuk beschreven, zijn van betekenis voor de leesbaarheid van het 19de -eeuwse karakter van de wijk.
Alle waterwegen en met name de Haarlemmer- en Kostverlorenvaart en de Singelgracht, maar ook de Kattensloot en Hugo de Grootgracht, die een significante rol hebben gehad in de ontstaans- en ontwikkelingsgeschiedenis van de wijk, zijn belangrijke ruimtelijke assen en betekenisvolle cultuurhistorische elementen. Dat geldt eveneens voor bijbehorende waterbouwkundige (kunst)werken zoals de sluizen, bruggen en wachtershuisjes.

N.B. Momenteel wordt aan waarderingskaarten van de stadsvernieuwingspanden, de bedrijven/industrie van na 1950 en de architectuur van na 1970 gewerkt. Hierin zullen zowel de (industriële) architectuur als de stedenbouwkundige eenheden gewaardeerd worden.

Bronnen

Publicaties

- H. Aardse en M. Statema, *Van licht, lucht en groen wordt je een 'beter' mens, een cultuurhistorische verkenning naar de tuin in de Amsterdamse stedenbouw*, Monumenten en Archeologie, Amsterdam 2017
- Gemeente Amsterdam, Visie op Molenterrein De Otter, Amsterdam 2017
- H. Ibelings en T. Verstegen, *Westerpark: Architectuur in een Amsterdams stadsdeel 1990-1998*, Rotterdam 1998
- I. Haagsma en H. de Haan, *Stadsvernieuwingsgids van Amsterdam,* Amsterdam 1985
- M. van Haaren e.a., *Atlas van de 19de -eeuwse Ring,* Amsterdam 2004
- T. Heijdra, *Westerpark: Barren, Sparren en Koperen Knopen*, Alkmaar 2007
- Gemeentelijke Dienst Volkshuisvesting Amsterdam, *Sociale Woningbouw Amsterdam 68-86*, Amsterdam 1987
- MenA, *CHV Oud-West*, Amsterdam 2015

Archieven

- Beeldbank Archief Monumenten en Archeologie
- Bureau Monumenten & Archeologie, Beschrijvingen gebouwen in Amis, Amsterdam 2018.

Websites

- 'Het Staatsarchief: Het archief van de kraak- en actiebeweging in Nederland': <http://www.iisg.nl/staatsarchief/publicaties/voettussendedeur/hoofdstuk04.php> [juni 2018]
- Informatie over nieuwbouwproject Meander: <http://www.latei.nl/Project/amersfoort-toermalijn-3-2-3-2-2-2-2-2-2-3/> [juni 2018]
- Informatie over Rijksmonument Schutsluis Haarlemmervaart <https://monumentenregister.cultureelerfgoed.nl/monumenten/526737> [november 2020]

Colofon

Datum:	december 2020
Status:	definitief
Tekst en onderzoek:	Sandra Guarda
Redactie:	Jouke van der Werf, Hester Aardse

© Monumenten en Archeologie, Gemeente Amsterdam, 2020
Postbus 10718, 1001 ES Amsterdam, 020-2514900

De kennis uit deze uitgave mag door derden gebruikt worden voor niet-commerciële doeleinden mits van bronvermelding sprake is. Bij vermenigvuldiging op enigerlei wijze voor commerciële doeleinden voorafgaande schriftelijke toestemming van M en A nodig. M en A aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek. M en A doet zelf altijd haar uiterste best rechthebbende te vermelden en waar nodig om toestemming voor gebruik te vragen. Mocht u van mening zijn dat uw copyright geschaad is dan verzoeken we contact met ons op te nemen.

Bijlage 2 Cultuurhistorische verkenning GWL-terrein

2012 C-023
Augustus 2012

Gemeente Amsterdam
Bureau Monumenten & Archeologie

Cultuurhistorische verkenning en advies

GWL-terrein

Amsterdam 2012

Inhoud

	Inleiding	**3**
1	**Beleidskader**	**4**
2	**Historisch stedenbouwkundige analyse**	**5**
2.1	Sloter-Binnenpolder	**5**
2.2	Amsterdamsche Duinwatermaatschappij	**5**
2.3	Gemeentelijke Waterleidingen	**6**
2.4	Herontwikkeling GWL-terrein	**6**
	Resumé	
3	**Cultuurhistorisch betekenisvolle bebouwing, elementen en structuren**	**8**
4	**Advies**	**12**
	Colofon	**13**

Inleiding

Stadsdeel West heeft Bureau Monumenten en Archeologie (BMA) verzocht te adviseren over de cultuurhistorische waarden die bij het opstellen van het bestemmingsplan voor het plangebied GWL-terrein van belang zijn. Dit heeft geresulteerd in een uiteenzetting van de ontstaansgeschiedenis en een overzicht van de aanwezige cultuurhistorische waarden. Het plangebied wordt begrensd door de Haarlemmervaart in het noorden, de Van Hogendorpstraat in het zuiden, de Van Hallstraat in het oosten en de Waterkering- en Waterpoortweg in het westen.



Stadsdeel West – Kaart van het plangebied GWL

1 Beleidskader

De Wet ruimtelijke ordening (Wro) uit 2008 voorziet in de verplichting voor overheden tot het opstellen van een structuurvisie voor hun gebied. Hierin kan onder andere worden opgenomen welke cultuurhistorische waarden binnen een gebied aanwezig zijn. De visie kan door middel van het bestaande vergunningenstelsel en regelgeving op het gebied van ruimtelijke ordening in praktijk worden gebracht. Voor Amsterdam geldt, naast de Provinciale Structuurvisie Noord-Holland 2040, de Structuurvisie Amsterdam 2040 'Economisch Sterk en Duurzaam' (vastgesteld 17 februari 2011). De Cultuurhistorische Waardenkaart van de Provincie is wat de bovengrondse waarden betreft gericht op gemeente-overschreidende zaken waardoor het geen inzicht biedt op de lokale waarden.

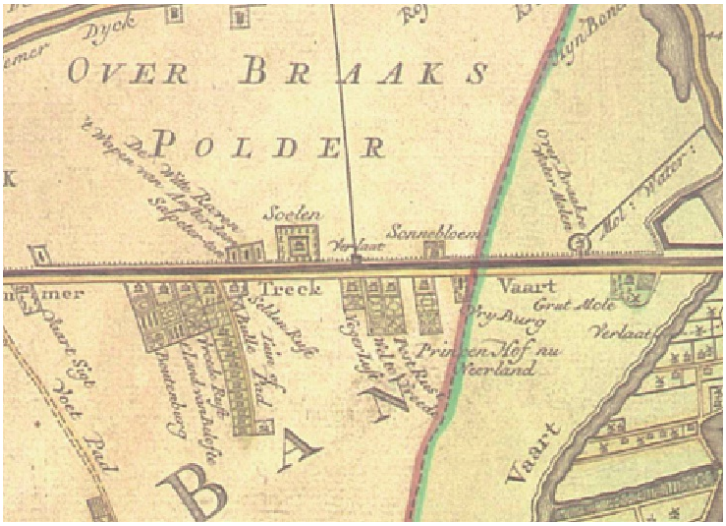
In artikel 3.1.6 van het Besluit ruimtelijke ordening (Bro) uit 2010, waarin de Wro nader is uitgewerkt, is opgenomen dat per 1 januari 2012 bij het maken van bestemmingsplannen een beschrijving moet worden opgenomen van de wijze waarop met de in het gebied aanwezige cultuurhistorische waarden en in de grond aanwezige of te verwachten monumenten rekening is gehouden. Bij nieuwe ontwikkelingen in een gebied, dienen de gevolgen voor de cultuurhistorische waarden op voorhand in kaart te worden gebracht. Zodoende is het sinds 1 januari 2012 verplicht om cultuurhistorische waarden te verankeren in het proces van ruimtelijke ordening en moet bij het opstellen of wijzigen van een bestemmingsplan daarmee rekening worden gehouden. Voor Amsterdam komt dit punt ook aan bod in de Beleidsnota 'Ruimte voor Geschiedenis' (vastgesteld 13 april 2005) en 'Spiegel van de Stad, visie op het erfgoed van Amsterdam' (vastgesteld 14 november 2011).

2 Historisch stedenbouwkundige analyse

Een groot deel van de grond ten westen van de stad Amsterdam behoorde tot het begin van de twintigste eeuw tot de Gemeente Sloten. In de loop der tijd wist de stad de grens steeds iets naar het westen te verleggen, tot er in 1921 eindelijk tot volledige annexatie kon worden overgegaan. Het huidige GWL-terrein lag nog tot het einde van de negentiende eeuw op het grondgebied van Sloten.

2.1 Sloter-Binnenpolder

Het plangebied GWL is gelegen in de voormalige Sloter-Binnenpolder. Deze grote polder aan de westkant van Amsterdam behoorde tot het begin van de twintigste eeuw tot de Gemeente Sloten. De polder bestond grotendeels uit grasland en werd gekenmerkt door poldersloten. In het noorden werd de Sloter-Binnenpolder begrensd door de Haarlemmerweg en -trekvaart uit het begin van de zeventiende eeuw. Deze route was een relatief veilig alternatief voor de Spaarndammerdijk, die vaak onder water stond, en vormde de belangrijkste verbinding tussen Amsterdam en Haarlem. Aan weerszijden van de weg werden buitenplaatsen gebouwd.
De bestrating van het zandpad langs de Haarlemmertrekvaart halverwege de achttiende eeuw, vergemakkelijkte het vervoer van personen en goederen per wagen en de route werd zo mogelijk nog belangrijker. In de tweede helft van de negentiende eeuw maakten de buitenplaatsen één voor één plaats voor fabrieksgebouwen van bedrijven die zich aan de Haarlemmerweg vestigden. Enkele voorbeelden van gebouwen die uit deze ontwikkeling voortkwamen, zijn de Westergasfabriek en het inmiddels gesloopte energiebedrijf Electra N.V.



Detail kaart Amsterdam uit 1770. De Haarlemmertrekvaart met de buitenplaatsen aan weerszijden is duidelijk herkenbaar.

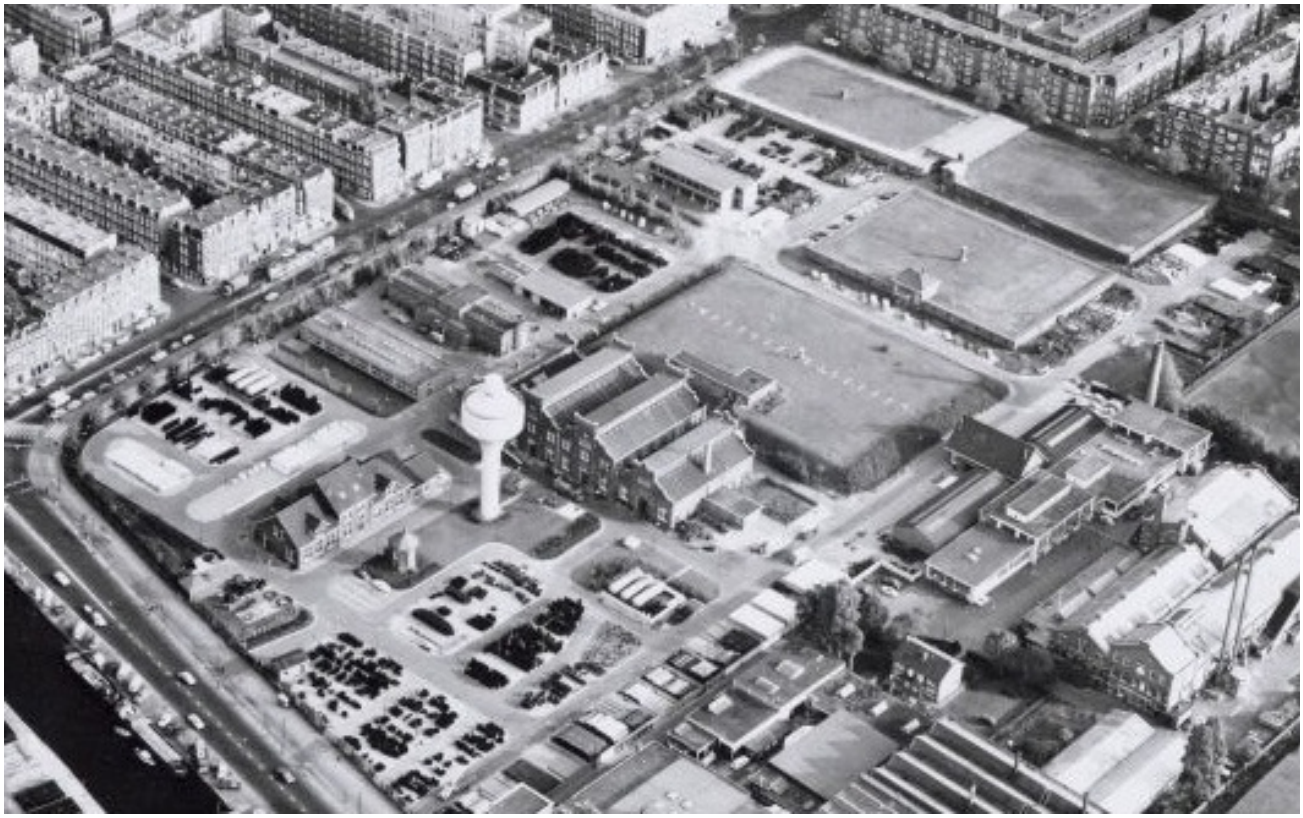
2.2 Amsterdamsche Duinwatermaatschappij

Tot halverwege de negentiende eeuw was de beschikbaarheid van vers drinkwater niet vanzelfsprekend. Grachtenwater was niet drinkbaar en Amsterdammers waren aangewezen op regenwater of op water dat per schuit uit de Vechtstreek werd aangevoerd. Om hier verandering in te brengen werd in 1851 op particulier initiatief de Amsterdamsche Duinwatermaatschappij opgericht. Dit bedrijf verzorgde de aanvoer van vers drinkwater uit de duinen via leidingen. Hiermee was Amsterdam de eerste stad in Nederland die over een waterleiding beschikte. Enkele jaren later konden er abonnementen worden afgesloten, maar de levering was onbetrouwbaar door de grote vraag. De behoefte aan vers en veilig drinkwater kan worden gezien binnen de grotere tendens uit de negentiende eeuw van verbeteringen op het gebied van hygiëne, gezondheidszorg en leefomstandigheden. Vanwege het grote openbare belang besloot de gemeente in 1896 de exploitatie van de waterleiding zelf op zich te nemen. Leidingen die op dat moment in het bezit van de Duinwatermaatschappij waren, kwamen per direct in

handen van de gemeente Amsterdam. Om voldoende druk op de leidingen te krijgen was er al spoedig een pompstation vereist. De Duinwatermaatschappij had reeds een terrein aan de Haarlemmerweg in bezit waar zij een reservebassin had aangelegd. Op dit terrein besloot de gemeente in 1897 een grootschalig pompstation met waterreservoir te bouwen, aangezien het door een annexatie inmiddels binnen de gemeentegrens viel. Dit is het huidige plangebied GWL-terrein (Gemeentelijke Waterleidingen).

2.3 Gemeentelijke Waterleidingen

De vroegste bebouwing op het terrein, het oorspronkelijke complex van de Gemeentelijke Waterleidingen, was grotendeels op het noordelijke deel gesitueerd. Het pomp- annex hoofdgebouw lag een stuk terug van de Haarlemerweg en het voorterrein bleef lange tijd relatief onbebouwd, waardoor er vrij zicht mogelijk was op het complex. De reservoirs waren ten zuiden van het pompstation gelegen.
Naarmate de stad Amsterdam zich uitbreidde werd de vraag naar water groter en was uitbreiding van de capaciteit van het terrein aan de Haarlemmerweg genoodzaakt. In 1923 werd er een tweede waterreservoir aangelegd, in 1939 een derde en tenslotte in 1954 een vierde. In 1966 werd er op het terrein nog een watertoren geplaatst. Halverwege de jaren tachtig waren de voorzieningen op het terrein verouderd en was nieuwbouw noodzakelijk. Omdat er vanuit het stadsdeel ook nieuwe woningbouw gewenst was, werd besloten om de verschillende onderdelen van het GWL-terrein te verspreiden over andere locaties. Op het naastgelegen terrein, voorheen in gebruik bij de Dienst der Was-, Schoonmaak-, Bad en Zweminrichtingen (WSBZ), werd een nieuw pompstation gebouwd. Overige functies verhuisden naar elders in de stad.

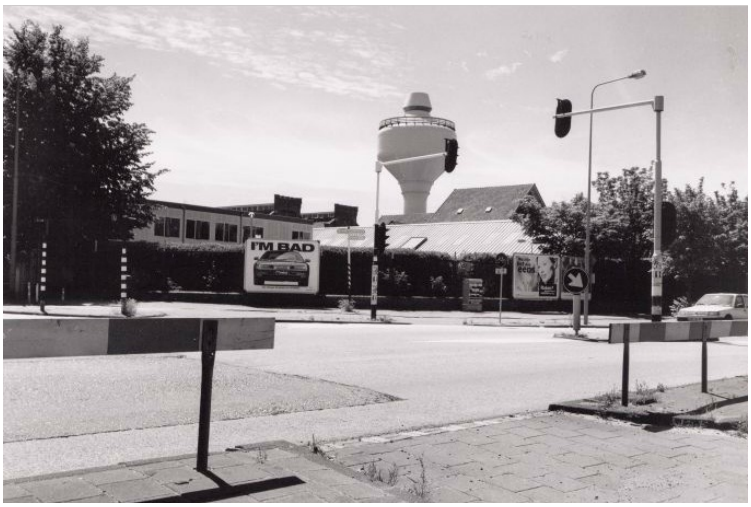


Luchtfoto van de Dienst der Publieke Werken uit 1969. De opzet van het GWL-terrein is hier goed zichtbaar. Aan de Haarlemmerweg (linksonder) is het terrein relatief open. Op het achterterrein (rechtsboven) zijn de waterkelders gelegen.

2.4 Herontwikkeling GWL-terrein

Aan het einde van de jaren tachtig van de twintigste eeuw besloot Stadsdeel West tot de herontwikkeling van het GWL-terrein. Hiertoe werd begin jaren negentig een ontwerpwedstrijd uitgeschreven die door architect K. Christiaanse en landschapsarchitect A. Geuze werd gewonnen. Het complex moest een autoluw, op duurzaamheid gericht woongebied worden.

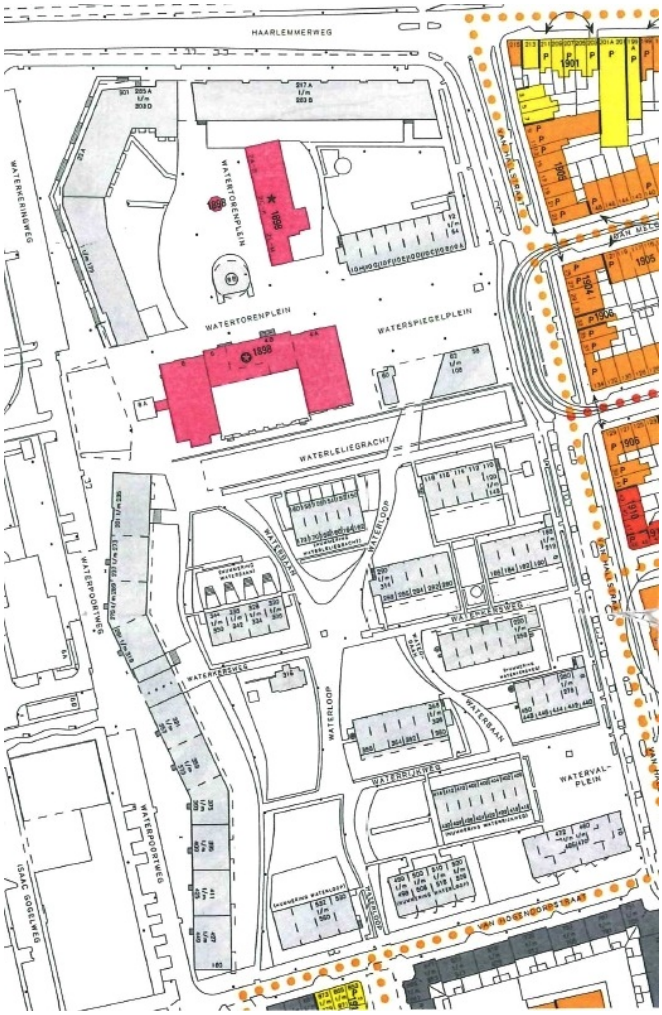
Daarbij heeft een deel van de bestaande bebouwing van de voormalige Gemeentelijke Waterleidingen een plaats gekregen binnen de nieuwe woonwijk. Het voormalige pompgebouw, het magazijn, het toegangsgebouw tot de waterreservoirs, de windketel en de watertoren zijn bewaard gebleven. Deze gebouwen hebben alle een nieuwe bestemming gekregen en zijn waar nodig gerestaureerd.
Het ontwerp voor de woonwijk bestaat voornamelijk uit korte, middelhoge woonblokken die in het groen zijn gelegen. De nieuwbouw is voornamelijk in de plaats van de waterreservoirs gekomen, maar langs de west- en noordrand van het terrein staat een tweetal langwerpige flatgebouwen om de vereiste woningdichtheid te kunnen behalen. Het blok aan de noordrand fungeert ook als geluidsbuffer voor de Haarlemmerweg en de rest van de woonwijk, maar het zicht op het terrein vanaf de Haarlemmerweg is hiermee volledig verdwenen.
Het terrein wordt geleed door middel van enkele oost-west gelegen voetpaden die doorkruist worden door diagonale paden in noord-zuidrichting. Een deel van de woningen is voorzien van een privétuin. Voor het deel van de bewoners dat niet over een eigen tuin beschikt, zijn er nutstuinen aangelegd in de wijk. Om zoveel mogelijk openbare ruimte te creëren is de wijk niet voor autoverkeer toegankelijk en zijn er alleen langs de randen enkele parkeerplaatsen aangelegd.
De nieuwbouw werd ontworpen door Atelier Zeinstra en Van der Pol, Meyer en Van Schooten Architecten, Neutelings Riedijk Architecten, Kees Christiaanse Architecten en DKV Architecten. Het gebruik van één type baksteen is erop gericht de verschillende gebouwen een samenhangend karakter te geven.



T. van Rijn, 1994 – Zicht vanaf de kruising van de Haarlemmerweg met de Van Hallstraat. Door de hoge gevelwand langs de Haarlemmerweg is dit zicht verdwenen, al zijn de woningen op het GWL-terrein hierdoor beter afgeschermd van de drukke Haarlemmerweg.

3 Cultuurhistorisch betekenisvolle bebouwing, elementen en structuren

Binnen het plangebied GWL kunnen enkele objecten of ruimtelijke elementen als betekenisvol worden aangeduid. Op de onderstaande ordekaart uit de 'Atlas Negentiende-eeuwse Ring' is slechts een klein deel van de bebouwing van een waardering voorzien. Dit valt te verklaren doordat de periode waarin de meeste bebouwing tot stand is gekomen, buiten de kaders van deze ordekaarten valt. Het voormalige toegangsgebouw tot één van de waterkelders van de Gemeentelijke Waterleiding is abusievelijk niet van een waardering voorzien, maar verdient eveneens een Orde 1-waardering.



Uitsnede van ordekaart 1 van de 'Atlas 19e-eeuwse Ring'

De architectonische ordes worden in de 19e-eeuwse Ring als volgt gedefinieerd:
Paars – Orde 1: De geregistreerde en beoogde Rijks- en Gemeentelijke monumenten.
Rood – Orde 2: Monumentwaardige bouwwerken met een nadrukkelijke architectonische verbijzondering en bouwwerken met een bijzondere cultuurhistorische betekenis.
Oranje – Orde 3: Karakteristieke bouwwerken met architectonische en/of stedenbouwkundige meerwaarde.
Geel – Basisorde: Voor de periode kenmerkende bouwwerken met basiskwaliteit, of bouwwerken die door ingrijpende wijzigingen hun architectonische meerwaarde hebben verloren.
Grijs – Bebouwing uit overige perioden.

De bebouwing binnen plangebied GWL is hoofdzakelijk van relatief recente datum. Om deze reden zijn er nog geen inventarisaties gemaakt van potentieel monumentwaardige gebouwen. Onderstaande bebouwing is momenteel als cultuurhistorisch betekenisvol of anderzijds waardevol aangemerkt.

Voormalig Pompgebouw, Watertorenplein 4
Architect: onbekend (vermoedelijk Dienst der Publieke Werken)
Bouwjaar: 1897 – 1900
Status: Rijksmonument



H. van Gool, 2007.

Voormalig pompgebouw van de Gemeentelijke Waterleidingen. Bestaat uit vier geschakelde langshallen, waarvan de middelste twee hallen hoger zijn dan de twee buitenste. Elke hal is drie beuken breed en negen traveeën diep op een rechthoekig grondplan en is afgedekt met een zadeldak. De opbouw uit drie beuken is door middel van lisenen afleesbaar aan de buitenarchitectuur. De middenbeuk is als risaliet behandeld en is aan de bovenzijde beëindigd met kantelen. Dit is een verwijzing naar kasteelarchitectuur, een vormentaal die ook voor veel watertorens is gebruikt. De architectuur van voor- en achtergevels is gelijkvormig, alleen aan de voorzijde is de detaillering iets rijker. Ook het interieur is goed bewaard gebleven.
Tegenwoordig zijn er in het gebouw een café-restaurant, kantoren en een sportschool gehuisvest.
Van algemeen belang vanwege de cultuur- en architectuurhistorische, alsmede de typologische en industrieel-archeologische waarde. Tevens van belang wegens ensemblewaarde vanwege de ruimtelijke en historisch-functionele relatie met de overige complexonderdelen alsook met het aan de overzijde gelegen complex van de Westergasfabriek. Beide fabriekscomplexen kwamen immers ongeveer gelijktijdig tot stand, in een periode van verstedelijking en schaalvergroting, en hadden als nutsbedrijf een vergelijkbare functie.

Voormalig Magazijngebouw, Watertorenplein 2
Architect: onbekend (vermoedelijk Dienst der Publieke Werken)
Bouwjaar: ca. 1897 – 1900
Status: Rijksmonument



Magazijngebouw op een samengesteld rechthoekig grondplan met één tot twee bouwlagen boven het maaiveld. Afgedekt door zadeldaken met blauwgrijze kruispannen. Het gebouw is samengesteld uit een in totaal acht traveeën breed hoofdgebouw met hoger middendeel en een in het verlengde liggende lagere vleugel aan de zuidzijde. Tegen de oostgevel nog een lagere aanbouw onder plat dak. Gemetselde gevels in roodbruine baksteen in afwisselend koppen- en strekkenlagen, in kruisverband en op een donkere plint. Gebruik van natuursteen bij de afgeschuinde benedendorpels, aanzetstenen van de segmentbogen boven vensters en deuren en hoekstenen van de plint.
Het gebouw werd in 1997 omgebouwd tot appartementencomplex naar ontwerp van CASA Architecten.
Van algemeen belang wegens industrieel-archeologische waarde en als historisch-functioneel onderdeel van het complex Pompstation Gemeentewaterleidingen Amsterdam.

Voormalig Windketelhuis, Watertorenplein 8C
Architect: onbekend (vermoedelijk Dienst der Publieke Werken)
Bouwjaar: ca. 1897 – 1900
Status: Rijksmonument



Op het voorterrein in de middenas van het pompgebouw geheel vrijstaand gelegen octogonaal windketelhuis, een expansiehuis voor de onderliggende waterkelder. Telt één bouwlaag onder een overstekend tentdak met gootrand en wordt bekroond door een open smeedijzeren pijnappel. Gemetselde gevels in bruinrode baksteen in afwisselend koppen- en strekkenverband en per gevel alternerend een hoog en getoogd en in oorsprong 18-ruits venster, of een getoogde blindnis onder segmentbogen.
Het windketelhuis is door architect Paul Westerman in 2003 omgebouwd tot short-stay accommodatie.
Van algemeen belang vanwege de architectonische, industrieel-archeologische en typologische waarden, alsmede van belang als historisch-functioneel onderdeel van het complex Pompstation Gemeentewaterleidingen van Amsterdam.

Voormalig Entreegebouw waterkelders, hoek Waterloop/Waterkersweg
Architect: onbekend (vermoedelijk Dienst der Publieke Werken)
Bouwjaar ca. 1897-1899



Voormalig entreegebouw tot de overdekte waterreservoirs van de Gemeentelijke Waterleidingen. Opgetrokken uit roodbruine baksteen, gebouwd op een nagenoeg rechthoekig grondplan en afgedekt met een schilddak. Van de oorspronkelijke aansluiting op de waterkelders zijn nog bouwsporen te zien.
Sinds 1998 in gebruik als clubhuis voor de Beheervereniging Nutstuinen GWL-terrein. Op de plaats van de waterkelders zijn nu tachtig van deze tuinen gelegen.
Van algemeen belang vanwege de architectonische, industrieel-archeologische en typologische waarden, alsmede van belang als historisch-functioneel onderdeel van het complex Pompstation Gemeentewaterleidingen van Amsterdam.

Watertoren, Watertorenplein 8B
Architect: onbekend
Bouwjaar: 1966



Watertoren uit het de tweede helft van de twintigste eeuw dat gekenmerkt wordt door een sobere detaillering. In zijn geheel voorzien van een gladde, stalen behuizing, afgewerkt met een witte coating. Er zijn weinig tot geen constructieve/technische elementen in het zicht gelaten. Door deze ranke vormgeving verschilt de toren van de meeste oudere en contemporaine watertorens. Geplaatst als een van de laatste uitbreidingen in de capaciteit van het terrein.
Momenteel is gebruik voor de opslag van extra water in het geval van tekorten.
Van algemeen belang als historisch-functioneel onderdeel van het complex Pompstation Gemeentewaterleidingen van Amsterdam. Van architectonisch belang vanwege de imposante functionele vormgeving.

Bronnen:

Website GWL-Terrein < http://www.gwl-terrein.nl/ > (7 augustus 2012).

Bureau Monumenten & Archeologie, Beschrijving Magazijngebouw, Amsterdam 2003.

Bureau Monumenten & Archeologie, Beschrijving Pompgebouw, Amsterdam 2003.

Bureau Monumenten & Archeologie, Beschrijving Windketelgebouw, Amsterdam 2003.

Heijdra, T., Westerpark : Barren, Sparren en Koperen Knopen, Alkmaar 2007.

Advies

Resumé
Halverwege de negentiende eeuw werd de Amsterdamsche Duinwatermaatschappij opgericht met als doel de stad van vers drinkwater te voorzien. De vraag naar drinkwater nam sterk toe en aan het einde van de negentiende eeuw en de Gemeente Amsterdam nam de maatschappij in 1896 over. De duinwaterleiding maakte vanaf dat moment deel uit van de Gemeentelijke Waterleidingen. Vrijwel direct daarna werd besloten tot de bouw van een nieuw pompstation met waterreservoir en een reeks andere utilitaire gebouwen. Als locatie werd al spoedig het huidige GWL-terrein aangewezen. Het pompstation werd in 1900 in gebruik genomen. Tot de sluiting van het terrein halverwege de jaren negentig, werd de capaciteit nog enkele malen uitgebreid.
Reeds aan het einde van de jaren tachtig werd door Stadsdeel West de wens uitgesproken om woningen te realiseren op het terrein. Vanaf de helft van de jaren negentig werd het GWL-terrein omgebouwd tot woonwijk, naar een stedenbouwkundig ontwerp van K. Christaanse en A. Geuze. Voor dit plan zijn de reservoirs gesloopt, maar bleef een groot deel van de oorspronkelijke bebouwing bewaard. De woningen zijn ondergebracht in meerdere losstaande bouwblokken. Het resultaat is een autoluwe woonwijk met veel (semi-)openbaar groen.

De woonbebouwing binnen plangebied GWL is hoofdzakelijk van relatief recente datum. Om deze reden zijn er nog geen inventarisaties gemaakt van potentieel monumentwaardige gebouwen.

BMA adviseert om bij cultuurhistorisch betekenisvolle architectuur bouwhoogten, rooilijnen en kapvormen in de regels van het bestemmingsplan vast te leggen, de aanwezige monumenten op de plankaart aan te duiden en de ordekaart als bijlage op te nemen.

Colofon

Datum: 15-08-2012
Status: Definitief
Redactie: H. Aardse
Tekst: C. van Onna

© Bureau Monumenten & Archeologie, Gemeente Amsterdam, 2012
Postbus 10718, 1001 ES Amsterdam, 020-2514900

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op enigerlei andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van BMA. BMA aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

Bijlage 3 Cultuurhistorische verkenning Kop van Jut

Gemeente Amsterdam

Kop van Jut

Cultuurhistorische verkenning

C 20-143 Amsterdam 2020

Inhoud

	Inleiding	**5**
1	**Samenvatting, aanwezige waarden en advies**	**6**
2	**Beleidskader**	**8**
3	**Historisch stedenbouwkundige analyse**	**9**
4	**Cultuurhistorisch betekenisvolle bebouwing, elementen en structuren**	**18**
	Literatuur en bronnen	**20**
	Colofon	**20**

Inleiding

Stadsdeel West heeft Monumenten en Archeologie (MenA) verzocht te adviseren over de bovengrondse cultuurhistorische waarden die bij het opstellen van het bestemmingsplan voor plangebied Westerpark Zuid van belang zijn. Dit heeft geresulteerd in een beknopte uiteenzetting van de ontstaansgeschiedenis en een overzicht van de in het gebied aanwezige bovengrondse cultuurhistorische waarden. Dit rapport gaat over het deelgebied Kop van Jut, zie voor de geschiedenis van de rest van het bestemmingsplangebied de *CHV Westerpark-Zuid* (MenA, 2018/2020). Voor de ondergrondse cultuurhistorische waarden verwijzen we naar het Archeologisch Bureauonderzoek van MenA.
Bij cultuurhistorische waarden gaat het over sporen, objecten, patronen en structuren die zichtbaar of niet zichtbaar onderdeel uitmaken van onze leefomgeving en een beeld geven van een historische situatie of ontwikkeling. In veel gevallen bepalen deze cultuurhistorische waarden de identiteit van een plek of gebied en bieden ze aanknopingspunten voor toekomstige ontwikkelingen. Het is meestal niet nodig alle cultuurhistorische elementen aan te wijzen als beschermd monument of gezicht. Het is wel van belang dat cultuurhistorische waarden worden betrokken in de planvorming en worden meegewogen in de besluitvorming over de inrichting van een gebied.



Afbeelding: Recente luchtfoto met begrenzing van het te onderzoeken gebied. Bron: Data en informatie, Gemeente Amsterdam, 30-11-2020

1 Samenvatting, aanwezige waarden en advies

1.1. Samenvatting

Kop van Jut hoort bij de wijk Centrale Markt in het stadsdeel Amsterdam-West. Het wordt begrensd door de Jan van Galenstraat aan de noordkant, het Westelijke Marktkanaal aan de westkant en de Kostverlorenvaart aan de oostkant. In de jaren '80 steeg de woningnood in Amsterdam. Er werd gezocht naar aanvullende bouwlocaties, inbreidingen, verdichtingsbouw, etc. Kop van Jut werd daarom begin jaren '80 uit de grond gestampt als binnenstedelijke uitbreiding op een braakliggend terrein in de stad. Hier werd een woonbuurt met zo'n 300 woningen gerealiseerd. Van Rhijn ontwierp een buurt met zes langwerpige blokken die evenwijdig aan elkaar liepen en in dezelfde verhouding ten opzichte van elkaar verspringen. De wijk wordt gekenmerkt door autoluwe straten, veel collectief groen en gevarieerde woningen. Vanaf het einde van de 20ste eeuw werd er nieuw leven in de buurt geblazen. Architect Sjoerd Soeters werd aangesteld als coördinerend architect voor deze vernieuwing. De oude noodschool in de noordwestelijke hoek van het plangebied werd gesloopt. Twee nieuwe woonblokken werden aan de buurt toegevoegd en voegden zich in het voormalige ontwerp van Van Rhijn. Daarbij zag Soeters zijn kans schoon om de buurt op de kaart te zetten. Het nieuwe Marcanticollege en de opvallende woontoren "De Piramides" aan de Jan van Galenstraat werden het nieuwe visitekaartje voor en tevens de nieuwe toegangspoort tot de Kop van Jut.



Afbeelding: De Kop van Jut gezien vanaf het zuidoosten, 1990. Bron: SAA 010122007082, 1990

1.2. Aanwezige waarden en advies

De adviezen zijn uitgesplist naar de verschillende aanwezige waarden die voor het plangebied gelden.

Stedenbouwkundige eenheid
De Kop van Jut is voor een groot deel planmatig ontworpen. Latere aanpassingen zijn in het kader van dit plan ingepast. MenA adviseert om bij wijzigingen de wijk te behandelen als stedenbouwkundige eenheid.

Verkavelingspatroon
Het ensemble van de evenwijdig lopende woonblokken met plat dak is het beschermen waard. MenA adviseert om de voor- en achterrooilijnen vast te leggen, inclusief aanwezige verspringingen, zodat het verkavelingspatroon van de buurt herkenbaar blijft.

Bouwhoogtes
De zes langwerpige blokken van Kop van Jut zijn uniform uitgevoerd met dezelfde bouwhoogte - dat aspect is karakteristiek en beeldbepalend. MenA adviseert daarom om de bestaande bouwhoogte van de te onderscheiden gebouwendelen aan te houden.

Bebouwing/ architectuur
Het verdient aanbeveling om voor de betekenisvolle bebouwing die met een orde 3 gewaardeerd is en zich in een stedenbouwkundige zone B bevindt, een sloopvergunningsstelsel op te nemen waarbij een bepaling van zodanige strekking wordt opgenomen dat een nadere cultuurhistorische afweging gemaakt moet worden.
De achtergrond hiervan is dat sinds 1 april 2012 voor de activiteit slopen alleen nog een meldingsplicht geldt en geen samenloopregeling van kracht is tussen de melding en de omgevingsvergunning. Dit is wel het geval indien een sloopregeling wordt opgenomen in het bestemmingsplan. Aangezien het ruimtelijke beeld/stads- en straatbeeld in het geding is bij alle orde 1 en 2 panden en bij orde 3 panden in combinatie met een stedenbouwkundige zone A of B, ligt hier de ruimtelijke relevantie en relatie met het bestemmingsplan.

Groen, water en openbare ruimte
De stedenbouwkundige opzet van de Kop van Jut, met autoluwe doodlopende straten en open bouwblokken, brengt met zich mee dat de openbare ruimte met tamelijk veel collectief groen ingericht werd en dat het groen in de kleine privétuintjes visueel overgaat in het collectieve groen. Het verdient daarom aanbeveling om deze situatie te bestendigen en de maximale bouwhoogte van erfafscheidingen te verlagen naar 1 meter voor tuinen die direct aan de openbare ruimte grenzen. MenA adviseert tevens om de aanwezige groen- en waterstructuren als zodanig te behouden.
Verder dragen de autoluwe wegen bij aan de stedenbouwkundige kwaliteit van de wijk: een intieme wijk waar veilig op straat gelopen en gespeeld kan worden. Het advies is om deze situatie te bestendigen.

2 Beleidskader

Naar aanleiding van de Modernisering van de Monumentenwet en de wijziging van artikel 3.1.6 van het Besluit ruimtelijke ordening (Bro, d.d.17 juni 2011, staatsblad 5 juli 2011, nr 339) dient per 1 januari 2012 bij het maken van bestemmingsplannen een beschrijving te worden opgenomen "van de wijze waarop met de in het gebied aanwezige cultuurhistorische waarden en in de grond aanwezige of te verwachten monumenten rekening is gehouden".
In de toelichting van de Bro staat dat dit betekent dat gemeenten een analyse moeten verrichten van de cultuurhistorische waarden en daar conclusies aan verbinden die in een bestemmingsplan verankerd worden. Dit vermindert de noodzaak tot het aanwijzen van nieuwe beschermde monumenten omdat aan het belang van de cultuurhistorie dan waarde wordt toegekend via het proces van de ruimtelijke ordening.

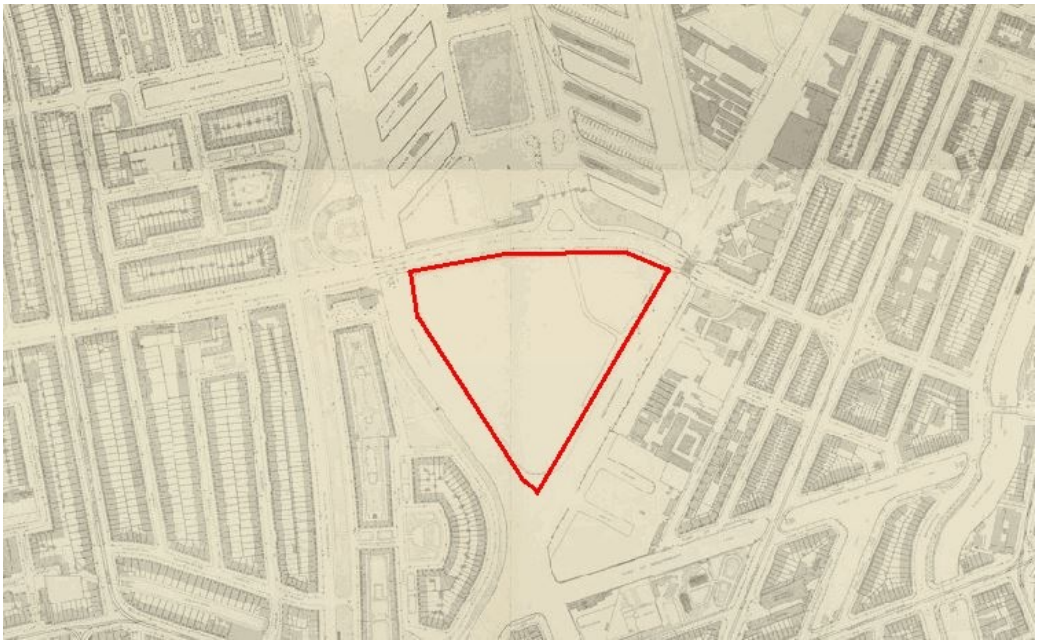
Voor Amsterdam komt het verankeren van de cultuurhistorie in het proces van ruimtelijke ordening en transformatieopgaven ook aan bod in de Beleidsnota 'Ruimte voor Geschiedenis' (vastgesteld 13 april 2005), 'Spiegel van de Stad, visie op het erfgoed van Amsterdam' (vastgesteld 14 november 2011) en in 'Erfgoed voor de stad, agenda voor het erfgoed in een groeiend Amsterdam' (vastgesteld 5 juli 2016).

De Informatiekaart Landschap en Cultuurhistorie van de provincie Noord-Holland is een geografische uitwerking van de Leidraad Landschap en Cultuurhistorie (besluit d.d.21 juni 2010). De kaart geeft in zijn algemeenheid informatie over landschapstypen, aardkundige waarden, cultuurhistorische objecten/monumenten, archeologische verwachtingen en structuurdragers als militaire structuren en historische dijken. Deze informatiekaart is voor wat betreft bovengrondse cultuurhistorische waarden vooral gericht op gemeenteoverschrijdende zaken. Het is daarom niet gericht op de specifiek Amsterdamse waarden, en het geeft daar dan doorgaans ook geen beeld van – hetgeen niet wil zeggen dat er geen waarden zijn.

3 Historisch stedenbouwkundige analyse

3.1. Bouwgeschiedenis van het plangebied

Het driehoekige plangebied Kop van Jut, ofwel het Marcanti-schiereiland, wordt begrensd door de Jan van Galenstraat aan de noordkant, het Westelijke Marktkanaal aan de westkant en de Kostverlorenvaart aan de oostkant. Het gebied was een uitloper van de industrie- en handelsstrook in Amsterdam-West. Langetijd werd dit braakliggende terrein gebruikt als opslagplaats en kermisterrein. De naam Kop van Jut verwijst dan ook naar een traditionele kermisattractie waarmee met slagkracht gepoogd wordt een bel te luiden.

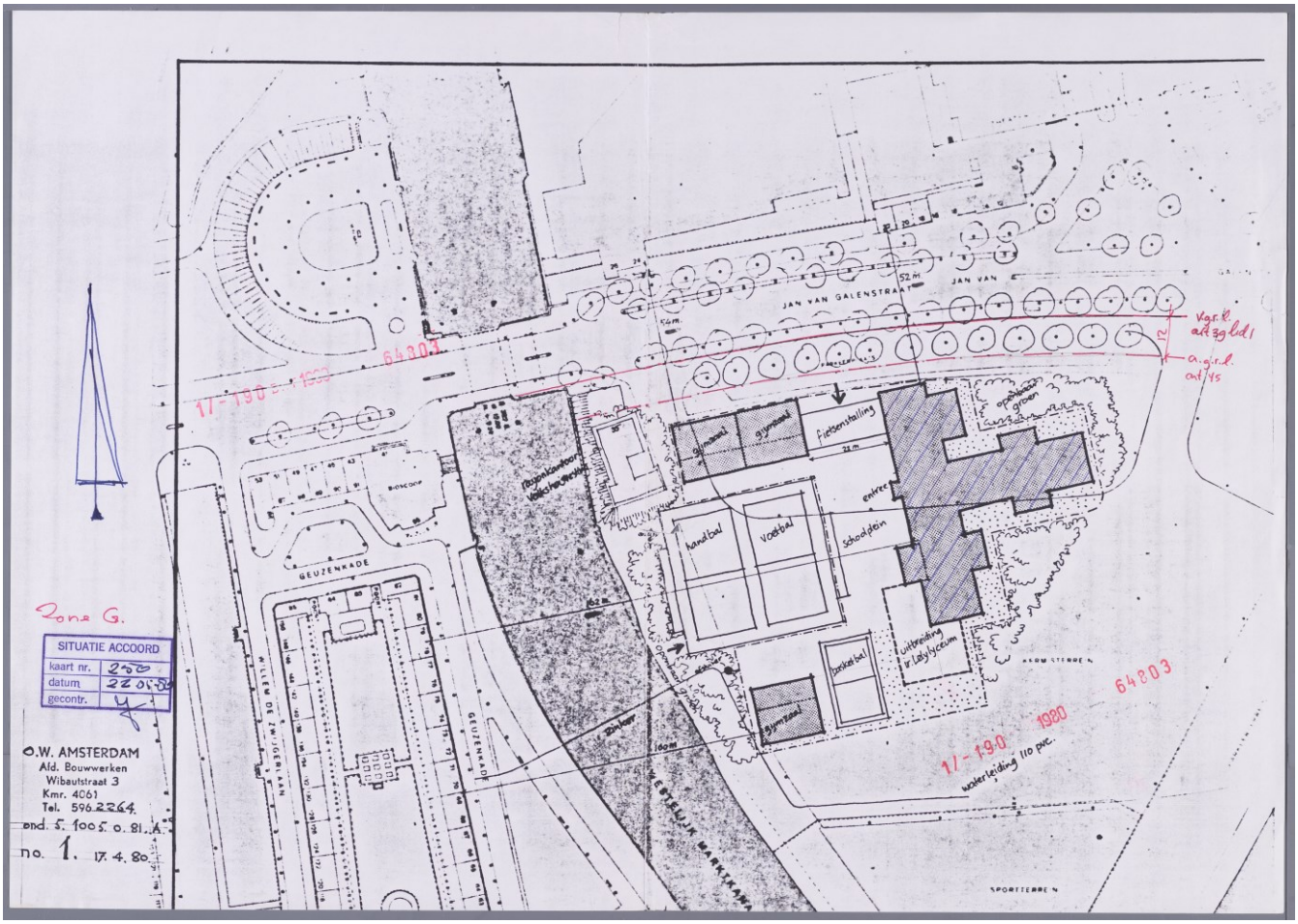


Afbeelding: Het plangebied (rood omlijnd) op deze historische kaart uit 1943. Bron: Dienst der Publieke werken, 1943



Afbeelding: Luchtfoto uit 1973. Te zien zijn de Centrale Markthallen met ten zuiden daarvan het braakliggende terrein (plangebied). Bron: Boooooo34792, Archief van de Dienst Ruimtelijke Ordening, 1973

In 1980 werd besloten in de noordwestelijke hoek van het plangebied een noodschool te bouwen. De afdeling bouwwerken van de Dienst Openbare Werken was verantwoordelijk voor het ontwerp, de constructie en de uitvoering. De tijdelijke school bestond uit een hoofdgebouw, gymnastieklokaal, speelvelden en een terrein dat was bedoeld voor een latere uitbreiding. Dit alles moest in twee maanden worden opgeleverd.



Afbeelding: Stedenbouwkundig ontwerp voor de noodschool, 1980. Bron: Centraal Tekeningen Archief, SAA

Voor het overige deel van het braakliggende terrein werd in 1982 door Woningstichting "Zomers Buiten" een aanvraag gedaan voor een woningbouwproject. Het programma bestond uit 197 woningen (8 rolstoelwoningen, 89 woningen voor max. twee personen, 67 wooneenheden (HAT), 4 wooneenheden met atelierruimten en 5 woningen met de bijzondere bestemming "groepswoning"), kantoorruimten en een buurtcentrum. Het plan was tegenstrijdig met het uitbreidingsplan "Landlust" (vastgesteld, 15 april 1931) waarbij het Jan van Galenterrein was aangewezen voor openbare diensten (kermisterrein Jan van Galenstraat), maar werd uiteindelijk goedgekeurd in het kader van de woningnood in de jaren tachtig. In tegenstelling tot stadsvernieuwing in de 19de-eeuwse woningbouwwijken, biedt de herontwikkeling van verlaten industrieterreinen de mogelijkheid tot een vrije aanpak van de verkavelingsstructuren. Architect Sier van Rhijn profiteerde van deze vrijheid bij zijn ontwerp voor het nieuwbouwproject op de Kop van Jut.



Afbeelding: Luchtfoto uit 1983. Te zien is hoe het plangebied in aanbouw is. De noodschool is op dat moment al voltooid.
Bron: SAA B00000036425, 1983

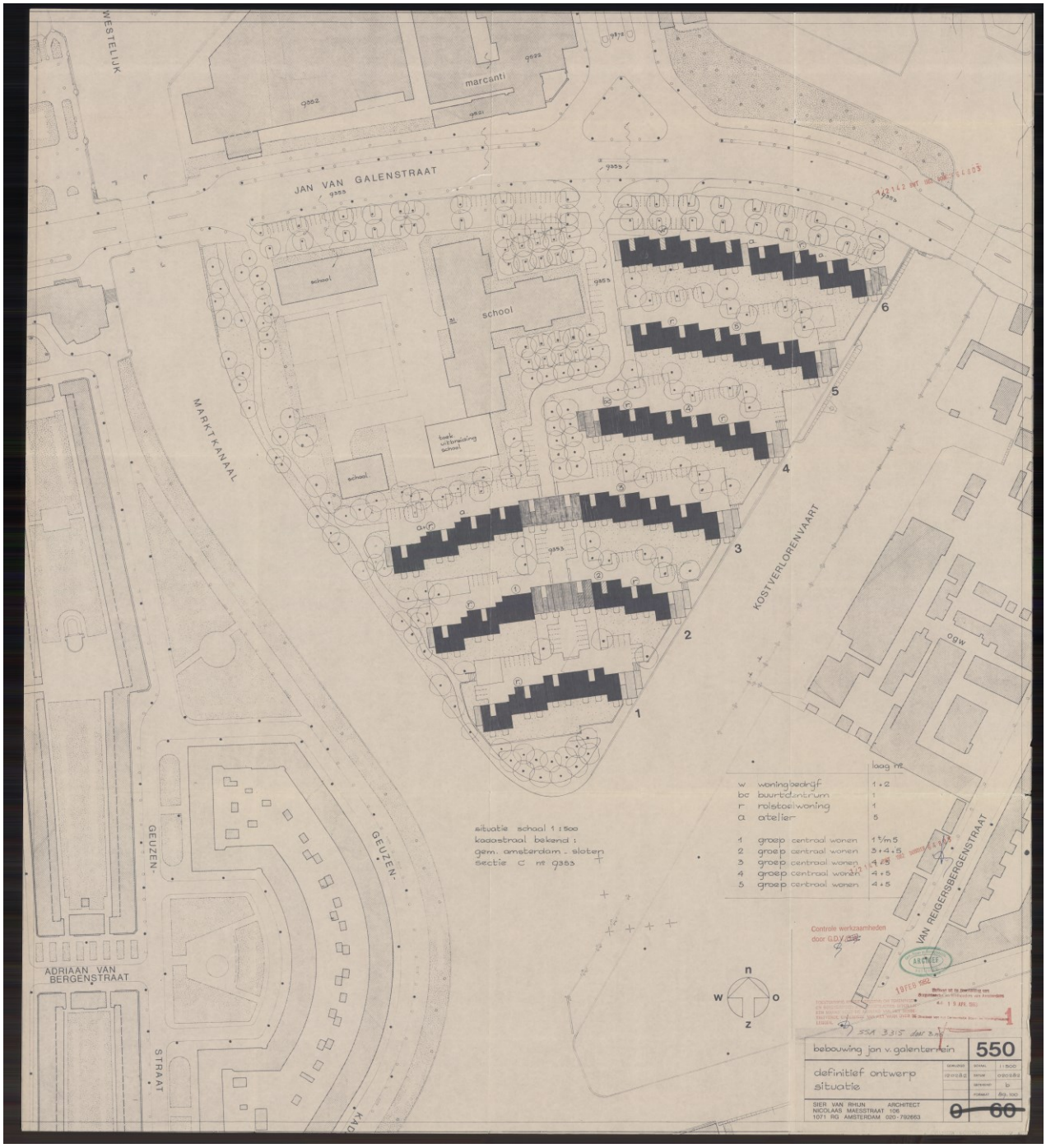


Afbeelding: Luchtfoto uit 1986. Te zien is dat het woningbouwproject is voltooid. Bron: SAA B00000037258, 1986

3.2. Hoofdkenmerken ontwerp Sier van Rhijn, 1982

Verkaveling

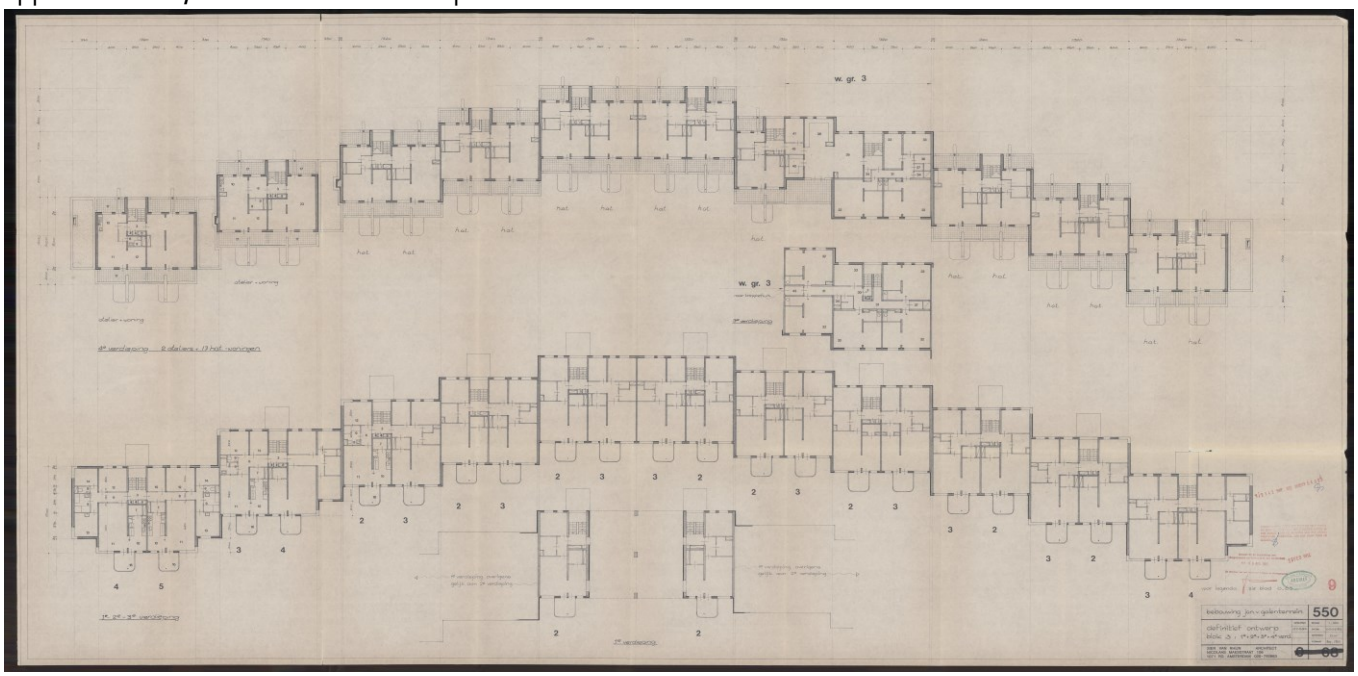
De woningen zijn ondergebracht in 6 langwerpige blokken van 6 lagen. Ondergronds bevindt zich een kelder met daarin bergingen. Daarboven bevinden zich 5 lagen met woningen. De woonblokken zijn als stroken ontworpen. Ze verspringen in dezelfde verhouding ten opzichte van elkaar. Hierdoor blijft de ruimte tussen de woonblokken constant. De 3 zuidelijkste blokken worden gekenmerkt door een onderdoorgang in het midden van het blok. Aan de uiteinden van de woonstroken zijn doorzichten naar het water gecreëerd.



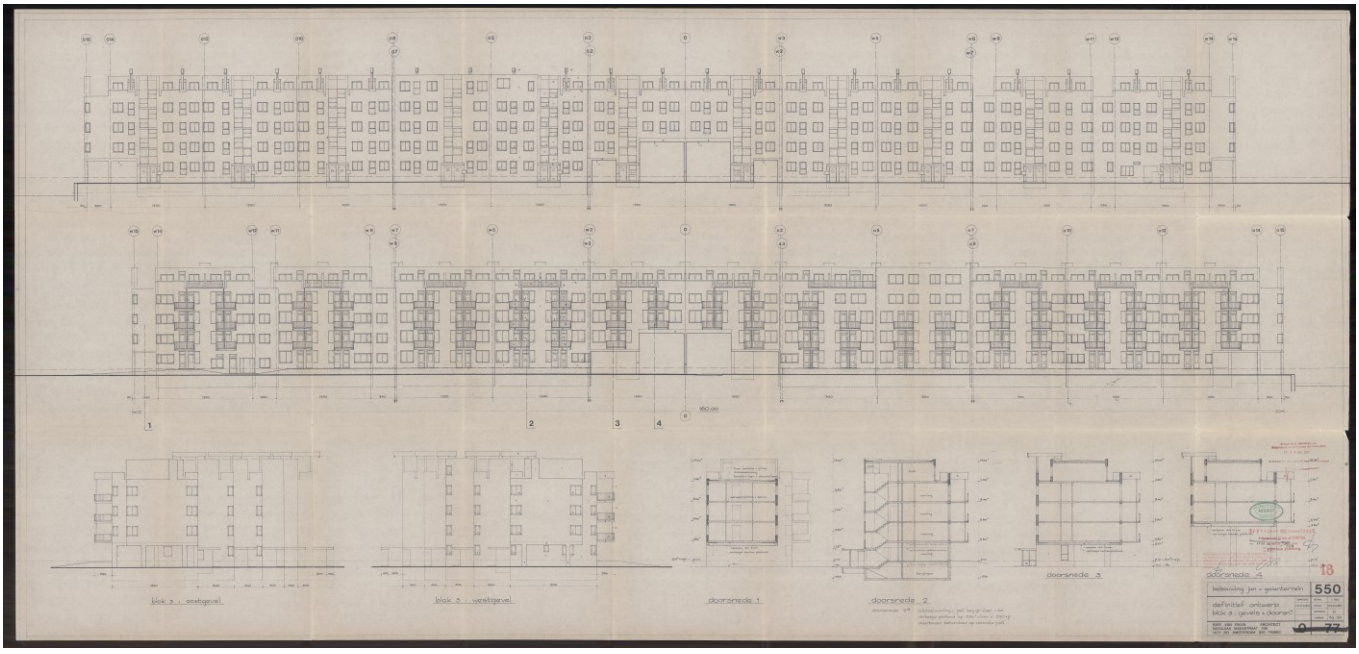
Afbeelding: Stedenbouwkundig ontwerp Sier van Rhijn, 1982. Bron: Centraal Tekeningen Archief, SAA

Woningen

De variëteit in de grootte van de woningen en de aanwezigheid van rolstoelwoningen, wooneenheden met atelierruimten en groepswoningen, geeft aan dat gepoogd werd een diverse bewonerssamenstelling te creëren. Opgenomen waren woningen variërend van 2 tot 5 kamers. Alle woningen zijn noord-zuid georiënteerd. Aan de noordzijde bevinden zich de portieken met de entrees naar de woningen. De zonnige zuidzijde leent zich uitstekend voor de plaatsing van de balkons. De gekozen oriëntering van de woonblokken zorgt voor maximale zonuren per dag in de appartementen, wat het wooncomfort positief beïnvloedt.



Afbeelding: Woningplattegronden. De nummers geven aan hoeveel kamers elke woning bevat. Te zien zijn de entrees aan de noordkant en de balkons aan de zuidkant. Bron: Centraal Tekeningen Archief, SAA



Afbeelding: Gevelontwerp. Te zien is de onderdoorgang in het midden van het woonblok. Bron: Centraal Tekeningen Archief, SAA

Verkeer

De verkeersfunctie is in het ontwerp van Van Rhijn ondergeschikt gemaakt aan de woonfunctie. Doodlopende straten waarin langzaam rijdend verkeer wordt getolereerd, wijst hierop. Gepoogd werd de intimiteit van een woonerf te creëren en daardoor een rustige woonomgeving. Er zijn geen doorgaande wegen aanwezig op het eiland. Auto's kunnen de buurt in en uit via dezelfde toegangsweg aan de Jan van Galenstraat. Op deze manier blijft de circulatie van het verkeer binnen het gebied en wordt er een autoluwe buurt gecreëerd waar kinderen veilig buiten kunnen spelen. De straten zijn informeel aangelegd en bevatten op onregelmatige plekken parkeervakken op maaiveld.



Afbeelding: Op deze luchtfoto zijn te zien de informeel aangelegde wegen en onregelmatige parkeervakken.
Bron: Google Earth, 24-11-2020



Afbeelding: Van Rhijn had een woonerf-achtige sfeer voor ogen. Bron: SAA 010122007079, 1997

Openbare ruimte

Het centrale plein, de groene stroken langs de waterkant en de zuidelijke punt van het eiland zijn bedoeld voor recreatief gebruik. Het ontwerp van Sier van Rhijn bevat tamelijk wat collectief groen. De woningen op de begane grond bezitten kleine privétuinen. Ondanks dat deze middels een hek fysiek gescheiden worden van de openbare ruimte, loopt het groen visueel over in het collectieve groen langs de wegen. Het groen bevindt zich vooral langs de waterkanten en op het zuidelijke punt van het plangebied. Langs de waterkant vertaalt het zich als grasvelden, afgewisseld met solitaire bomen waar men kan gaan zitten of kinderen kunnen spelen. Tussen de bebouwing vertaalt het zich als heggen, middelhoge beplanting en bomen.



Afbeelding: Beplanting is hier net aangelegd, maar het is goed te zien hoe de privé-tuinen visueel overlopen op het collectieve groen. Bron: Booooo028359, Archief van de Dienst Ruimtelijke Ordening, 1985

3.3. Latere ontwikkelingen in het plangebied

Met het sloopbesluit van de noodschool aan het einde van de 20ste eeuw, kwamen er nieuwe kansen vrij in het gebied. Sjoerd Soeters werd aangesteld als coördinerend architect voor de vernieuwing van het plangebied. In 2000 werd de aanvraag ingediend voor twee nieuwe woonblokken bestaande uit 40 woningen, ontworpen door Onno Vlaanderen Architecten. Soeters was van mening dat het symmetrische plan van Van Rhijn moest worden doorgezet. De nieuwe woonblokken werden zo gepositioneerd dat de tussenruimte tussen de blokken gewaarborgd bleef en de blokken zouden in dezelfde verhoudingen ten opzichte van elkaar verspringen. Alleen in de organisatie van de woningen zou de opzet anders zijn. De nieuwe woningen waren transparanter van opzet door het toepassen van hoekramen en open puien ter plaatse van de trappenhuizen. De trappenhuizen van de woonblokken uit '82 werden aangepakt om dezelfde openheid te krijgen.



Afbeelding: Stedenbouwkundig plan van Onno Vlaanderen Architecten voor de twee nieuwe verkavelingsstroken, 2000. Bron: Centraal Tekeningen Archief, SAA

De verkaveling in het plangebied staat lager dan en met de rug naar de Jan van Galenstraat. Bij Soeters ontstond er hierdoor de behoefte om een markant punt te maken aan de Jan van Galenstraat. Soeters van Eldonk Architecten kwam in 1999 met een ontwerp voor een nieuwe school, het Marcanticollege. De school voegde zich net als de nieuwe woningen in de bestaande stedenbouwkundige opzet: het spiegelde de blokstructuur om de as van het eiland en completeerde de oorspronkelijk bedoelde symmetrie. De blikvanger die Soeters voor ogen had werd vooral gezocht in de bouw van een woontoren aan de Jan van Galenstraat (aanvraag voor vergunning in 2002). De woontoren werd ontworpen met 82 appartementen, een parkeergarage voor 114 voertuigen en twee ruimtes voor sociaalcultureledoeleinden. .
Woontoren "de Piramides" bestaat uit twee in elkaar geschoven driehoekige torens, met elk een lift en een trappenhuis, en voorzien van terrassen in de getrapte zijkanten. De driehoekige vorm van de torens verwijst naar de contouren van het Marcanti-eiland. Tegen de achterkant van het gebouw, op het dak van de half verdiepte parkeergarage, is een plein aangelegd. Het plein is openbaar toegankelijk. Het is opgetrokken in dezelfde rode baksteen die ook voor de woontorens werd gebruikt. De ontluchtingspijpen van de garage onder het plein, die de vorm kregen van ouderwetse schoorstenen, markeren tegelijkertijd de opgangen naar het plein. Met zijn kloeke ontwerp voor "de Piramides" heeft Soeters dit stuk stad weer op de kaart willen zetten. Waar de voormalige verkaveling met "de rug" naar de Jan van Galenstraat stond, wordt er met dit gebouw weer een aansluiting met de rest van de stad gezocht. Aan weerszijden bevinden zich de twee hoofdtoegangswegen tot de Kop van Jut. Daarmee fungeert de woontoren als toegangspoort naar de buurt.



Afbeelding: De "Piramides" gezien vanaf de Jan van Galenstraat. Bron: www.funda.nl, 24-11-2020

4 Betekenisvolle structuren, elementen en bebouwing

Waarderingskaart architectonische en stedenbouwkundige kwaliteit 1965-1985

In 2016 heeft de gemeenteraad MenA opdracht gegeven om het erfgoed tussen 1965 en 1985 te gaan waarderen. Deze actie wordt momenteel uitgevoerd en zal leiden tot de Waarderingskaart architectonische en stedenbouwkundige kwaliteit 1965-1985. Op de kaart wordt aangegeven:

- Ordes van gebouwen, bruggen en viaducten
- Zones van structuren, stedenbouwkundige eenheden, groen/water
- Groen/blauwe hoofdstructuur
- Openbaar groen
- Privé-tuinen grenzend aan openbaar groen
- Lanen,wijkontsluitingswegen en buurtontsluitingswegen

De waardering van architectuurordes en stedenbouwkundige/landschappelijke zones leidt in combinatie met elkaar tot een versterking van de aanbevelingen van de aanpak van zowel de architectonische eenheden als van de openbare ruimte.

<u>Stedenbouwkundige zones</u>
De waardering van de ordekaarten voor de Gordel 20-40 en 19^{de}eeuwse Ring is gebaseerd op een systeem van architectuurordes gecombineerd met stedenbouwkundige zones. Het waarderingssysteem van de ordekaarten voor de AUP-gebieden wijkt hiervan: de stedenbouwkundige waardering wordt opgenomen in de ordewaardering. De komende ordekaart erfgoed tot 1985 bouwt qua waardering voort op het bestaande systeem, met dien verstande dat de ingreep om de stedenbouwkundige waardering in de ordewaardering op te nemen, wordt teruggedraaid. Er is dan weer sprake van 4 ordes gecombineerd met 4 zones.
De indeling in stedenbouwkundige zones geschiedt vanuit het oogpunt van stedenbouwkundige, landschappelijke en of cultuurhistorische waarde. Stedenbouwkundige zones maken deel uit van het openbaar gebied in samenhang met de flankerende bebouwing, groen, parken, waterlopen, privétuinen die grenzen aan het gebied. De kwaliteit en uniciteit van het stedenbouwkundig plan, het profiel, de kwaliteit van de architectuur, de inrichting van de openbare ruimte, de groenvoorziening en de aanwezigheid van zichtlijnen zijn waardebepalende factoren.
Bij de stedenbouwkundige zones gaat het om de ruimtelijke samenhang van al deze elementen en de hiermee verbandhoudende kwaliteit van het stadsbeeld, straatbeeld, groenvoorziening en water en de aanwezigheid van bijvoorbeeld zichtlijnen.

- **Zone basis**: voor de periode kenmerkende zone met basiskwaliteit, of een zone waarin door latere invullingen sprake is van een onsamenhangend of verstoord straatbeeld.
- **Zone C**: voor de periode karakteristieke zone met stedenbouwkundige en/of landschappelijke meerwaarde. Dit is een zone met meerwaarde doordat het oorspronkelijk stedenbouwkundig plan en de authentieke bebouwing zorgen voor een architectonische of architectuurhistorische continuïteit. Deze continuïteit kan ook ontstaan door beplanting/groenvoorziening.
- **Zone B**: Zone met een nadrukkelijke stedenbouwkundige en/of landschappelijke meerwaarde, dikwijls onderdeel van een stedenbouwkundig plan. In deze zone wordt de stedenbouwkundige meerwaarde versterkt door bijzondere

architectuur of doordat de zone deel uitmaakt van een bijzonder stedenbouwkundig plan en/of cultuurhistorische betekenis.

- **Zone A**: Zone te beschouwen als dragende structuur van een hooggewaardeerd stadsgezicht. De bebouwing en het groen en/of het water is/zijn van uitzonderlijke kwaliteit en/of gaafheid en het gebied is gerealiseerd volgens een belangrijk stedenbouwkundig ontwerp of maakt deel uit van een bijzondere ruimtelijke structuur.

Architectuur

Op de waarderingskaart die hierboven werd genoemd, wordt de architectonische kwaliteit van de bebouwing (woningbouw, scholen, winkelcentra, kerken, kantoren, enzovoort) in opklimmende waardering aangegeven met basisorde, orde 3, orde 2 en orde 1. Bij de ordes gaat het vooral om de wijze waarop de verschillende architectuureenheden tot een harmonisch geheel zijn samengevoegd. Dit leidt per bouwstijl/periode tot een waardering in verschillende gradaties.

- Orde basis: voor de periode kenmerkende bouwwerken/architectuureenheden met basiskwaliteit, of bouwwerken die door geringe ontwerpkwaliteit dan wel ingrijpende wijzigingen hun architectonische meerwaarde hebben verloren.
- Orde 3: Een bouwwerk/architectuureenheid met een voor de periode kenmerkende vormgeving en/of kenmerkende typologie en/of de bijzonderheid daarvan in de periode.
- Orde 2: Een architectuureenheid met een voor de periode karakteristieke architectonische vormgeving en/of typologie, met een nadrukkelijke architectonische, typologische verbijzondering en/of van cultuurhistorische betekenis.
- Orde 1: Een bouwwerk/architectuureenheid die op basis van typologie en/of architectonische vormgeving de status heeft van geregistreerd Rijks- dan wel Gemeentelijk monument en panden met een vergelijkbare cultuurhistorische waarde.



Afbeelding: Uitsnede van de concept Waarderingskaart architectonische en stedenbouwkundige kwaliteit 1965-1985 ter plaatse van het plangebied. Zoals te zien is op de uitsnede van de waarderingskaart is alleen aan de architectuur van het plan van Van Rhijn een orde 3 toegekend. De rest van de bebouwing werd pas na 1985 gerealiseerd. Het grootste deel van het plangebied wordt als zone B aangemerkt. N.B. De vertoonde waarderingskaart architectonische en stedenbouwkundige kwaliteit 1965-1985 is nog een conceptversie (24-11-2020). Aan deze kaart kunnen daarom geen rechten worden ontleend. De kaart kan nog veranderen.

Literatuur en bronnen

- Laar, Felix van der. *Amsterdam woont hier: volkshuisvesting en stadsvernieuwing tussen 1972 en 1994*. Amsterdam, Stedelijke Woningdienst Amsterdam. 1994
- Monumenten en Archeologie. *Cultuurhistorische verkenning GWL-terrein*. Amsterdam, Gemeente Amsterdam. 2012
- Monumenten en Archeologie. *Cultuurhistorische verkenning Westerpark-Zuid*. Amsterdam, Gemeente Amsterdam. 2020

- Stadsarchief Amsterdam (SAA), Beeldbank
- Stadsarchief Amsterdam (SAA), Centraal tekeningen archief

- <https://www.arcam.nl/en/de-piramides/> [november 2020]
- <https://www.parool.nl/nieuws/stadsgezichten-de-piramides~b5f0a7c5/> [november 2020]
- <https://www.zoeken.hetnieuweinstituut.nl/nl/personen/detail?q=Sier+van+Rhijn&page=2> [november 2020]

Colofon

Datum:	3 december 2020
Status:	concept
Onderzoek en tekst:	Fenny Ramp
Redactie:	Sandra Guarda en Tessa Henkes

© Monumenten en Archeologie, Gemeente Amsterdam, 2020
Postbus 10718, 1001 ES Amsterdam, 020-2514900

De kennis uit deze uitgave mag door derden gebruikt worden voor niet-commerciële doeleinden mits van bronvermelding sprake is. Bij vermenigvuldiging op enigerlei wijze voor commerciële doeleinden voorafgaande schriftelijke toestemming van M&A nodig. M&A aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek. M&A doet zelf altijd haar uiterste best rechthebbende te vermelden en waar nodig om toestemming voor gebruik te vragen. Mocht u van mening zijn dat uw copyright geschaad is dan verzoeken we contact met ons op te nemen.

Bijlage 4 Archeologisch onderzoek

Gemeente Amsterdam

Archeologisch bureauonderzoek

Bestemmingsplangebied Westerpark-Zuid

BO 18-078 Amsterdam 2018
Monumenten en Archeologie

Inhoud

Inhoud 3
Samenvatting 4
Inleiding 5
1 Basisgegevens 6
2 Wet- en regelgeving 7
2.1 Algemeen 7
2.2 Rijk 7
2.3 Provincie Noord-Holland 7
2.4 Gemeente Amsterdam 8
2.5 Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie 8
3 Historisch-topografische en archeologische inventarisatie 10
3.1 Geomorfologie en bodem algemeen 10
3.2 Historie algemeen 10
3.3 Historisch-topografische inventarisatie 11
3.3.1 Ontginningen 11
3.3.2 Polder 12
3.3.3 Buitengebied 14
Recreatie 15
3.3.4 Verstedelijking 16
3.4 Archeologische inventarisatie van het plangebied 19
3.4.1 Archeologische Monumentenkaart 19
3.4.2 Vindplaatsen 20
3.4.3 Bodemopbouw 22
3.5 Conclusie: verwachtingsmodel 23
4 Archeologische verwachtingskaart 24
5 Archeologische beleidskaart 26
6 Conclusie 28
7 Bronnen 29
Appendix I: beleidsvarianten en stroomschema 30

Samenvatting

Monumenten en Archeologie heeft in opdracht van Stadsdeel West een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor bestemmingsplangebied Westerpark-Zuid, stadsdeel West. Dit onderzoek is bedoeld om een beeld te krijgen van de ondergrondse cultuurhistorische waarden die in deze gebieden aanwezig kunnen zijn. Een dergelijk bureauonderzoek past binnen de verplichting van gemeenten om conform de Monumentenwet beleid te ontwikkelen ten aanzien van het behoud cq documentatie van die overblijfselen bij bouw- en aanlegwerkzaamheden.

Het bureauonderzoek gaat uit van een beknopt overzicht van de historisch-topografische ontwikkeling van het plangebied. Het historisch overzicht wordt aangevuld met archeologische informatie afkomstig van vindplaatsen in de omgeving van het plangebied. De historische en archeologische informatie over de ruimtelijke topografische ontwikkelingen is omgezet naar een beeld van archeologische verwachtingen.

Op de archeologische verwachtingskaart (p. 24) worden zes zones aangegeven. Aan de hand hiervan is een archeologische beleidskaart opgesteld, waarin de beleidsregels en maatregelen voor de vereiste archeologische monumentenzorg zijn vastgelegd. De beleidskaart telt eveneens zes zones (p. 26). Hiervoor is gespecificeerd in welke gevallen archeologisch onderzoek dient te worden opgenomen in planontwikkelingen.

Voor het gehele plangebied geldt de wettelijke meldingsplicht. Dit houdt dat ook wanneer geen archeologisch onderzoek is vereist, en toch bodemvondsten worden gedaan waarvan redelijkerwijs kan worden vermoed dat deze van archeologische waarde zijn, dit wordt gemeld bij Monumenten en Archeologie. In overleg met de ontwikkelaar worden vervolgens maatregelen getroffen worden tot documentatie en berging van de vondsten.

Inleiding

Monumenten en Archeologie heeft in opdracht van Stadsdeel West een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor bestemmingsplangebied Westerpark-Zuid. Dit gebied wordt ruwweg begrensd door de Haarlemmerweg, Nassaukade, Hugo de Grootkade, Kostverlorenvaart, van Bossepad en van Hallstraat. Het bureauonderzoek geeft een overzicht van bekende of verwachte archeologische waarden binnen het plangebied. Hierbij is gebruik gemaakt van historisch kaartmateriaal, relevante publicaties en archiefbronnen in samenhang met archeologische informatie over al bekende vindplaatsen in het plangebied en omgeving. Deze informatie is samengevat in een archeologisch verwachtingsmodel op basis waarvan de beleidsregels voor erfgoedzorg worden vastgelegd ten behoeve van het bestemmingsplan.

In het bureauonderzoek komen het nationale, provinciale en gemeentelijke archeologiebeleid (hoofdstuk 2) en een landschappelijke, historische en archeologische analyse van het plangebied (hoofdstuk 3) aan de orde. Hieruit volgt een archeologische verwachtingskaart (hoofdstuk 4), gekoppeld aan een beleidskaart (hoofdstuk 5) die inzichtelijk maakt in welke gevallen archeologische maatregelen binnen (toekomstige) planontwikkeling vereist zijn.

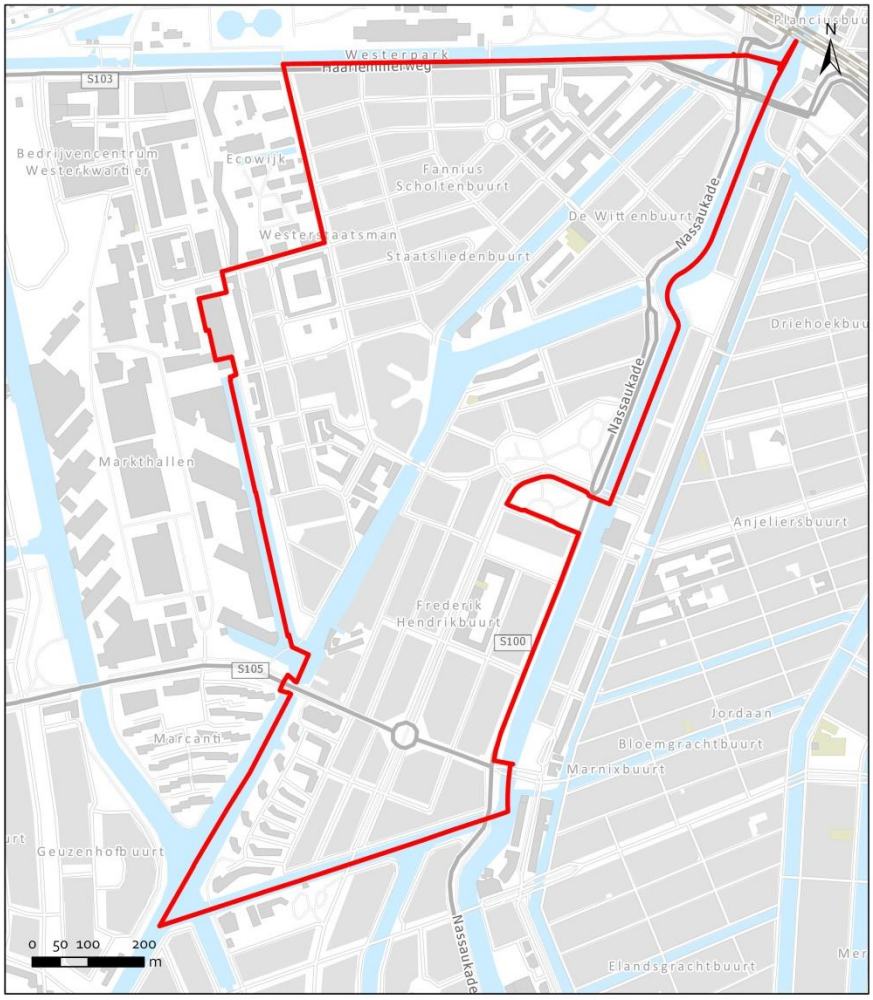
1 Basisgegevens

Opdrachtgever

Opdrachtgever	Ruimte en Duurzaamheid
Contactpersoon	Hugo Misset (Van Riezen & Partners)
Adres	Weesperplein 8
Postcode / plaats	1018 XA Amsterdam

Plangebied

Provincie	Noord-Holland
Plaats	Amsterdam
Stadsdeel	West
ARCHIS onderzoeksnummer	4629729100
Centrum coördinaat	120044,227 488123,146



1 Het onderzoeksgebied (rood omlijnd) op de topografische basiskaart (ESRI)

2 Wet- en regelgeving

2.1 Algemeen

Het archeologisch erfgoed bestaat uit structuren, grondsporen en voorwerpen die in de bodem bewaard zijn gebleven. Deze materiële overblijfselen vormen een onderdeel van onze leefomgeving. Het beleid voor het archeologisch erfgoed heeft dan ook veel raakvlak met dat van de ruimtelijke ordening. Voor een optimale integratie van archeologie in de ruimtelijke ordening heeft het rijk onder andere de Monumentenwet 1988 en de Wet ruimtelijke ordening aangepast, en de Erfgoedwet geïntroduceerd. De Monumentenwet is per 1 juli 2016 vervallen, maar het deel dat betrekking heeft op de fysieke leefomgeving blijft via het Overgangsrecht in de Erfgoedwet van toepassing.[1]

2.2 Rijk

In 1992 hebben de Europese ministers van Cultuur het Verdrag van Valletta opgesteld (ook bekend als het Verdrag van Malta). Deze culturele overeenkomst had tot doel om meer bewustzijn van het Europese erfgoed te creëren en in het bijzonder het Europese archeologische erfgoed voor toekomstige generaties beter in stand te houden.

In Nederland wordt aan dit uitgangspunt invulling gegeven door behoud van archeologisch erfgoed in de bodem *(in situ)* tijdens de planontwikkeling mee te wegen. Als behoud in de bodem (bijvoorbeeld door middel van technische maatregelen of planaanpassing) geen optie is, dan worden archeologische resten opgegraven (behoud *ex situ*). De initiatiefnemer van een ruimtelijk plan dat bodemverstoring tot gevolg heeft, is verantwoordelijk voor de planologische en de financiële inpassing van het archeologisch onderzoek.

In de Monumentenwet is een bepaling opgenomen dat in elk bestemmingsplan rekening moet worden gehouden met de in de grond aanwezige, dan wel te verwachten archeologische waarden.[2] De Erfgoedwet bevat een verplichting om toevalsvondsten te melden (de zogenaamde meldingsplicht).[3]

2.3 Provincie Noord-Holland

Als toetsingskader voor bestemmingsplannen en omgevingsvergunningen gebruikt de provincie Noord-Holland de structuurvisie, de leidraad Landschap en Cultuurhistorie en de Informatiekaart Landschap en Cultuurhistorie (ILC).[4] Op grond van de Wro dienen gemeenten bij de vaststelling van bestemmingsplannen, projectbesluiten en beheersverordeningen de Provinciale Ruimtelijke

[1] Hoofdstuk 9 Erfgoedwet 2016.

[2] Artikel 9.1 Erfgoedwet (overgangsrecht); Artikel 38a lid 1 van de gewijzigde Monumentenwet schrijft hierover dat *De gemeenteraad bij vaststelling van een bestemmingsplan als bedoeld in artikel 3.1 van de nieuwe Wet ruimtelijke ordening en bij de bestemming van de in het plan begrepen grond, rekening houdt met de in de grond aanwezige dan wel te verwachten monumenten.* Met 'monument' wordt hier een (onbeschermd) archeologisch monument bedoeld, ofwel *alle terreinen welke van algemeen belang zijn wegens hun schoonheid, hun betekenis voor de wetenschap of hun cultuurhistorische waarde* (art. 1 Monumentenwet).

[3] Artikel 5.10, tweede lid, Erfgoedwet 2016.

[4] Provincie Noord-Holland, 2010.

Verordening in acht te nemen. Op de ILC zijn o.a. archeologisch verwachtingsvolle gebieden opgenomen. Naast de ILC beheert de provincie de Archeologische Monumentenkaart (AMK) van het rijk. Op de AMK staan de beschermde archeologische monumenten, de terreinen van zeer hoge en hoge archeologische waarde en de gebieden met een archeologische betekenis. De waardestellingen van de ILC en AMK zijn bedoeld als algemene indicaties die per specifiek plangebied nadere invulling en precisering nodig hebben.

2.4 Gemeente Amsterdam

De gemeente Amsterdam vindt het belangrijk dat archeologie vroegtijdig in ruimtelijke ordeningsprocessen wordt geïntegreerd.[5] Hiermee worden twee doelen gediend. Ten eerste een efficiënte voortgang en kostenbeheersing van bouwprocessen. En ten tweede een kwalitatief goed en stadsbreed uniform beheer van het archeologische erfgoed.

Op basis van de resultaten uit het archeologisch bureauonderzoek wordt bepaald of in het bestemmingsplan regels met betrekking tot archeologie moeten worden opgenomen. De Monumentenwet biedt een tweetal mogelijkheden (artikelen 39-40) die Monumenten en Archeologie heeft uitgewerkt in de modelregels archeologie.

De bescherming van (verwachte) archeologische waarden in een bestemmingsplan wordt geregeld met een omgevingsgunning als bedoeld in artikel 2.1 lid 1 van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht. Aan een omgevingsvergunning zijn bouwregels verbonden: die bepalen dat in het belang van de archeologische monumentenzorg de aanvrager van een omgevingsvergunning een archeologisch rapport met selectiebesluit dient te overleggen. Daarnaast kan in het bestemmingsplan worden opgenomen dat een omgevingsvergunning moet worden aangevraagd voor het uitvoeren van aanlegwerkzaamheden.

Aan een omgevingsvergunning kunnen voorschriften worden verbonden. Dit houdt in dat aan de vergunning de verplichting wordt gekoppeld om technische maatregelen tot behoud te treffen, om de archeologische resten op te graven of om de werkzaamheden te laten begeleiden door een archeoloog.

De bouwregels en de omgevingsvergunning voor aanlegwerkzaamheden bevatten daarnaast uitzonderingen die duidelijk maken in welke gevallen archeologisch onderzoek niet nodig is. In Amsterdam gelden elf beleidsvarianten, zoals de uitzondering van archeologisch onderzoek bij bodemingrepen kleiner dan 10.000 m^2 of ondieper dan de 19de- of 20ste-eeuwse ophogingen (Appendix: Beleidsvarianten). In de praktijk komen per plangebied meestal twee tot zes varianten voor.

2.5 Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie

De uitvoering van archeologisch onderzoek is gebonden aan de Beoordelingsrichtlijn Archeologie (BRL SIKB 4000) en daarmee samenhangend de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA). De KNA gaat uit van een gefaseerde aanpak. Er wordt onder meer onderscheid gemaakt tussen Bureauonderzoek, een Inventariserend Veldonderzoek, en het doen van Opgravingen (Appendix: stroomschema).

[5] Monumenten en Archeologie, 2016.

Het inventariserend veldonderzoek is bedoeld om de resultaten van het bureauonderzoek te toetsen. Het geeft inzicht in de aanwezigheid en toestand van de archeologische overblijfselen in de bodem. Een opgraving wordt uitgevoerd wanneer er sprake is van een vindplaats met waardevolle archeologische resten. Archeologisch veldonderzoek wordt, afhankelijk van de bodemingreep en de verwachting, voorafgaand aan of tijdens de civieltechnische werkzaamheden (variant archeologische begeleiding) uitgevoerd. Elke onderzoeksfase wordt afgesloten met een selectiebesluit. Hierin wordt vastgesteld welke delen van een plangebied in aanmerking komen voor verder archeologisch onderzoek of voor bescherming en welke delen van het plangebied worden vrijgegeven.

Voor archeologisch veldonderzoek is een Programma van Eisen (PvE) vereist. Hierin zijn de kwalitatieve randvoorwaarden en onderzoeksvragen voor het werk vastgelegd. Het vormt de basis voor verdere planning en kostenraming. Het laten opstellen ervan behoort tot de verantwoordelijkheid van de initiatiefnemer van het bouwplan.

3 Historisch-topografische en archeologische inventarisatie

3.1 Geomorfologie en bodem algemeen

Het huidige natuurlijke landschap in en om Amsterdam is in grote mate bepaald door de landschapsvorming in het Holoceen. Dat is de geologische periode na de laatste IJstijd (vanaf ca. 10.000 v.Chr.). Er heerste toen een gematigd klimaat waarin in enkele duizenden jaren grote pakketten veen groeiden in de kuststreek. Dit Hollandveen bevindt zich in de huidige ondergrond op gemiddeld 2 à 3 m - NAP.

Het natuurlijke landschap werd vanwege grootschalige veenontginningen vanaf de 12de eeuw omgevormd tot een veenweidegebied. Aan de noordzijde van het IJ, in Waterland, begon deze ontwikkeling al in de 10de eeuw. Aangezien de waterhuishouding een cruciale rol speelde bij de veenontginningen, begon tegelijkertijd de aanleg van het stelsel van (zee)dijken ter bescherming van het nieuwe bouw- en akkerland. Later, in de 17de en 18de eeuw, volgden de droogmakerijen waarbij grote watergebieden in Noord-Holland werden ingepolderd.

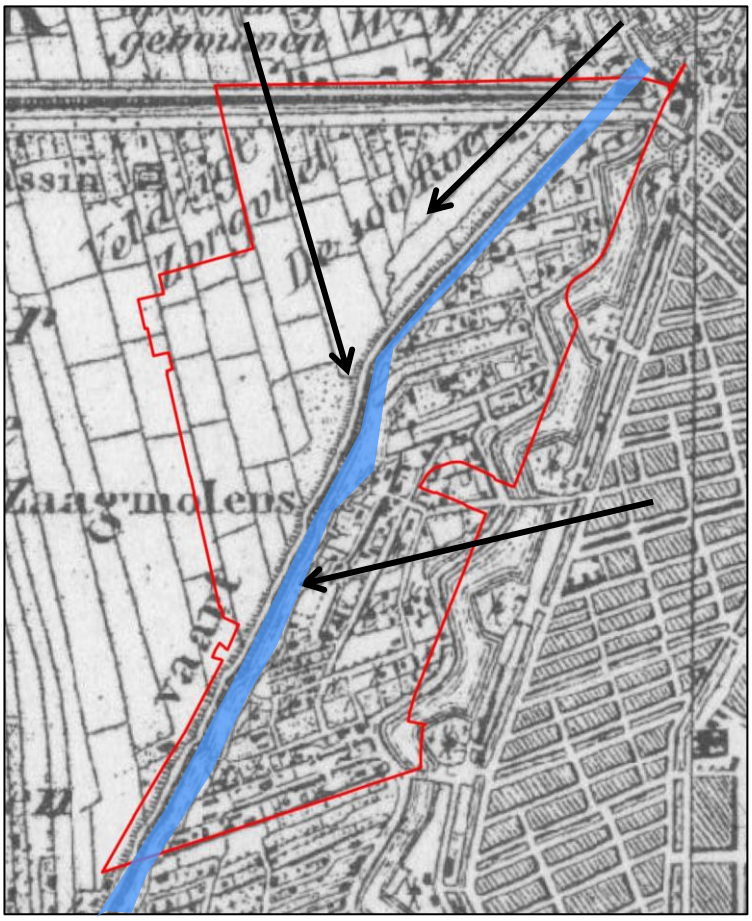
3.2 Historie algemeen

De vroegste sporen van menselijke bewoning of activiteiten binnen het gemeentelijk gebied van Amsterdam gaan dankzij recente vondsten in de Noord/Zuidlijn bouwputten op het Damrak en Rokin terug tot het late Neolithicum (ca. 2400 v. Chr.). Ook rond de stad, op vooral de hoger gelegen strandwallen, zijn dergelijke oude vindplaatsen. De oudste stedelijke bewoningssporen, voor zover nu archeologisch bekend, beginnen in de 12de eeuw en zijn teruggevonden aan de Nieuwendijk / Kalverstraat en de Warmoesstraat/Nes. Met de aanleg van de (Nieuwezijds en Oudezijds) burgwallen in de 14de eeuw startte het proces van stadsvorming. De laatmiddeleeuwse stad was omsloten door de huidige Singel aan de westkant en de Geldersekade en Kloveniersburgwal aan de oostkant. In de periode 1585-1663 groeide de stad explosief door vier stadsuitbreidingen. Ten tijde van de Eerste Uitleg (1585-1586) verplaatste de stadsrand zich naar de huidige Herengracht en de Oudeschans. Bij de Tweede Uitleg (1592-1596) kwamen er vier nieuwe woon- en werkeilanden (Marken, Uilenburg, Rapenburg en Vlooienburg) aan de oostkant van de stad. In 1613 ontstond met de Derde Uitleg aan de westzijde van de stad de woon- en werkbuurt de Jordaan en het eerste deel van de grachtengordel tot aan de Leidsegracht. Met de Vierde Uitleg van 1663 werd in de Gouden Eeuw het halfcirkelvormige stadsplan van Amsterdam voltooid. Het oostelijk deel van de grachtengordel werd aangelegd over de Amstel en aan het IJ kwamen de drie oostelijke haveneilanden Kattenburg, Wittenburg, Oostenburg.

De eerste woonwijken buiten de Singelgracht ontstonden naar aanleiding van het uitbreidingsplan Kalff in 1877, gevolgd door een tweede ring na annexatie van grote delen van de gemeenten Nieuwer-Amstel en Sloten in 1896. De 20ste-eeuwse groei van de stad valt uiteen in vier fasen. Tussen 1915 en 1940 werd in Noord, Oost, Zuid en West de Gordel 20-40 gebouwd. Deze werd gevolgd door de naoorlogse tuinsteden in West, Buitenveldert en Noord, en in de jaren zestig en zeventig door het volbouwen van de Bijlmermeerpolder. Met IJburg borduurt de stad begin 21ste eeuw weer voort op het concept van vier eeuwen tevoren, het creëren van stedelijk areaal in en aan het IJ. Daarnaast wordt door de bouw van woningen binnen het bestaande stedelijk gebied ingezet op verdichting van de stad.

3.3 Historisch-topografische inventarisatie

Plangebied Westerpark-Zuid wordt ruwweg begrensd door de Haarlemmerweg, Nassaukade, Hugo de Grootkade, Kostverlorenvaart, Van Bossepad en Van Hallstraat. Bij de historisch-topografische analyse van dit gebied is uitgegaan van verschillende historische kaarten, waaronder kaarten 7 en 32 uit het Kaartboek A door Cornelis Danckertsz de Rij (1648-1654), de kaart van Jan Mol (1770), het kadastraal minuutplan van Sloten en Amsterdam (1832), de Topografisch Militaire Kaart (1854), de kaarten van H. J. Scheltema (1900) en Publieke Werken (1929).



2 Het plangebied (rood omlijnd) op de Topografisch Militaire Kaart, 1854 (SAA) met de verschillende ontginningsrichtingen (zwarte pijlen), en de Kostverlorenvaart (blauw)

3.3.1 Ontginningen

Tot in de late 19de eeuw maakte het plangebied deel uit van het veenweidelandschap rondom Amsterdam. Dit landschap was in belangrijke mate tot stand gekomen tijdens de ontginning van het Hollandse veengebied. In de 11de/12de eeuw trokken de eerste ontginningsboeren plaatselijk het veen in. Ook het plangebied werd toen geschikt gemaakt voor bewoning en landbouw.[6] Loodrecht op natuurlijke verhogingen in het landschap werden sloten gegraven, waardoor het

[6] Stol 1993, 29; Borger 1987, 16-17

veen kon ontwateren en vruchtbaar akkerland ontstond.[7] Dit proces verliep volgens het recht van vrije opstrek, waarbij de lengte van de kavel niet vooraf was vastgesteld, maar werd bepaald door natuurlijke barrières of door aanspraak van anderen op reeds ontgonnen gebieden. Het recht van vrije opstrek resulteerde in zeer lange percelen, ook wel weren genoemd.

De toegenomen ontwatering van het veen door de aanleg van sloten en weteringen bracht een proces van bodemdaling op gang, waardoor de landbouwkavels jaar na jaar lager kwamen te liggen en natter werden. Daardoor werden ze onbruikbaar als akkerland en waren de boeren telkens gedwongen om nieuw veen in cultuur te brengen en hun boerderijen te verplaatsen.[8] Nederzettingen uit de vroege ontginningsperiode kenmerken zich daarom door een vrij diffuse spreiding van verhoogde huisplaatsen (terpen). Met het verdwijnen van de laatste geschikte akkergronden in de 13de eeuw werden deze oudste nederzettingen verlaten en hergroepeerden de bewoners zich in lintdorpen. [9] Er zijn geen aanwijzingen dat een dergelijke lintbewoning zich in het plangebied heeft ontwikkeld.

De ontginningssystematiek van het plangebied werd in belangrijke mate bepaald door een hoge veenrug die in noordoostelijke richting door het Hollandse veengebied liep. Deze vormde het richtpunt voor zowel ontginningen vanuit de Amstel als vanuit het IJ en de veenstroom de Slochter in het noordwesten. Waar de ontginningsblokken elkaar raakten, op de top van de veenrug, werd een wetering aangelegd, de voorloper van de Kostverlorenvaart (afb. 2).[10] In 1413 kreeg het Hoogheemraadschap van het Rijnland grafelijke toestemming om deze wetering tussen het Nieuwe Meer, de Schinkel en het IJ te verbreden en spuisluizen te plaatsen in de zeedijk. Omdat Amsterdam vreesde dat de sluizen door vijanden misbruikt zouden worden om de stad onder water te zetten, liet het stadsbestuur deze kort na de aanleg dichten. Het graven van het kanaal leek aanvankelijk dus voor niets te zijn geweest. De 'Kostverlorenvaart, zoals het kanaal dan ook werd genoemd, vond echter al gauw veelvuldig gebruik als snelle scheepvaartverbinding met het Haarlemmermeer en de steden ten zuiden van Amsterdam.[11] Een andere naamsverklaring volgt uit de verbreding van de sloot langs de Heiligeweg tot de Heiligewegsvaart in 1430, waardoor al snel een efficiëntere verbinding met het Haarlemmermeer tot stand kwam.[12] Desondanks ontwikkelde de Kostverlorenvaart zich uiteindelijk tot een belangrijke waterwegverbinding met de steden in het zuiden.

3.3.2 Polder

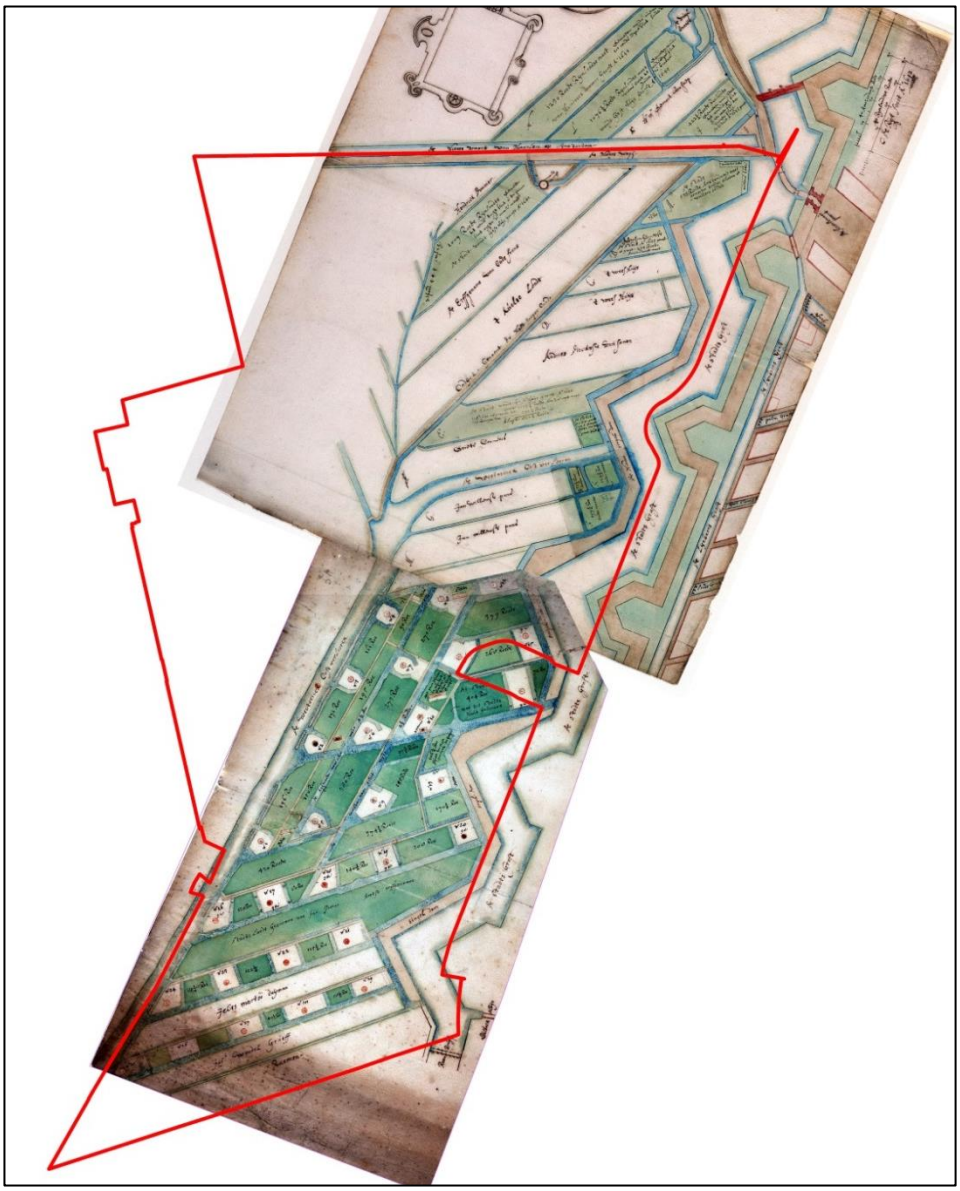
De ontginningskades en weteringen (3.3.1) verdeelden het veenweidegebied in verschillende waterstaatkundige eenheden, later polders genoemd. In de 16de en 17de eeuw, waren de landerijen door bodemklink dermate laag te liggen dat de ontwatering niet langer vanzelf verliep. De landeigenaren verenigden zich daarop in polderorganisaties, om gezamenlijk zorg te dragen voor de aanleg van de kades en watermolens, die voor de waterafvoer noodzakelijk waren.

Het plangebied ten westen van de Kostverlorenvaart behoorde oorspronkelijk tot de Sloterpolder en viel onder het bestuur van de ambachtsheerlijkheden Sloten, Sloterdijk, Osdorp

[7] De Bont 2009, 464, 560
[8] Stol 1993, 29; Borger 1987, 16-17.
[9] De Bont 2009, 577
[10] De Bont 2014, 76-77
[11] Heijdra 2004, 13
[12] Heijdra 2001, 10

en de Vrije Geer. Met de aanleg van de Haarlemmertrekvaart in de jaren 1631-1632, dwars door de polders tussen Amsterdam en Haarlem, ontstond een nieuwe indeling en kwam het westelijk deel van het plangebied in de Sloterbinnenpolder te liggen, die via de Kattensloot uitwaterde op de rond 1613 aangelegde Singelgracht. Uit een besluit tot samenwerking ontstonden tenslotte in 1673 de Sloterbinnen- en Middelveldse (gecombineerde) polders.

Het deel van het plangebied ten oosten van de Kostverlorenvaart viel oorspronkelijk onder de ambachtsheerlijkheid Nieuwer-Amstel, maar werd in 1529 door Amsterdam ingelijfd om de eigen waterhuishouding beter te kunnen beheersen. De landeigenaren tussen de Overtoom, Singelgracht en Kostverlorenvaart verenigden zich in 1636 in de Stads- en Godshuispolder.[13]

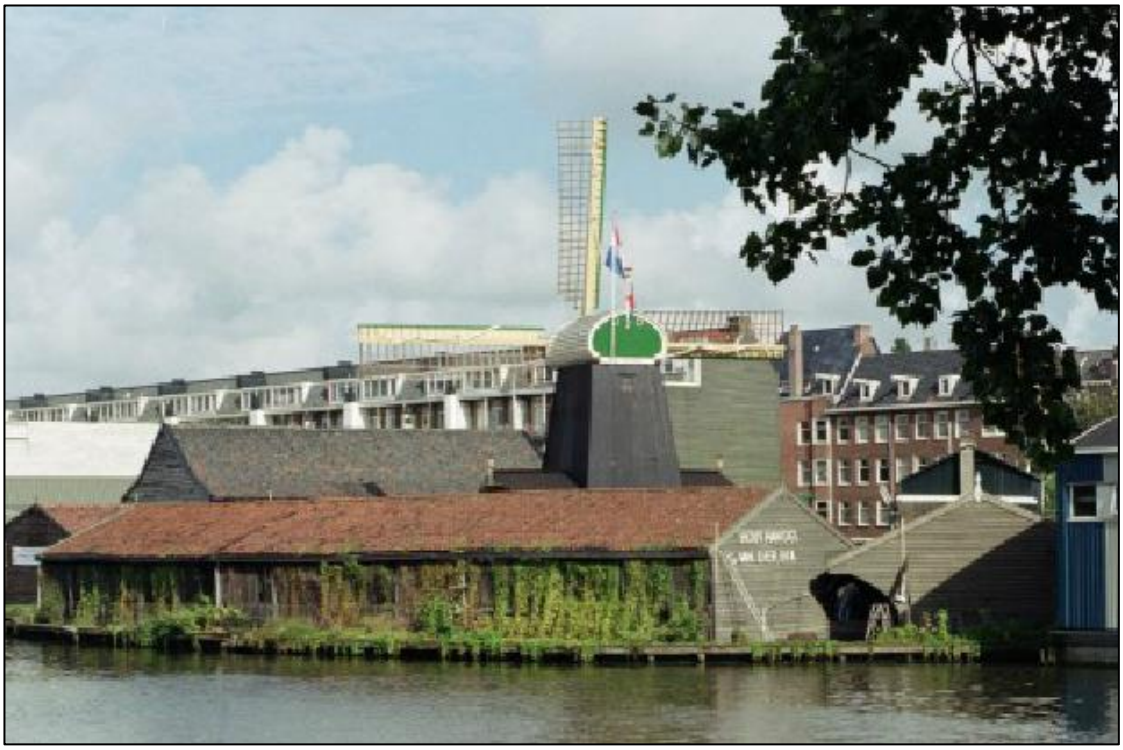


3 Het plangebied (rood omlijnd) op twee samengestelde kaartbladen (7 en 32) uit Kaartboek A door de Rij, 1648- 1654 (SAA)

[13] Heijdra 2001, 17-18

3.3.3 Buitengebied

In het buitengebied rond Amsterdam werden naast rurale activiteiten van oudsher allerlei bedrijvigheden uitgevoerd waarvoor binnen de stadswallen geen plaats was. Naarmate Amsterdam groeide, nam ook de omvang van deze ambachtelijke en landbouwkundige periferie toe.[14] Toen de stadsgrenzen met de Derde Uitleg (1613) opschoven tot aan de huidige Singelgracht kwam de ontwikkeling van het gebied, die zich tot dan met name zal hebben geconcentreerd langs de Kostverlorenvaart, in een stroomversnelling. De verschillende functies die in dit deel van het Amsterdamse buitengebied bestonden worden hieronder kort beschreven.



4 Houtzaagmolen de Otter langs de Kostverlorenvaart in 1996 (SAA)

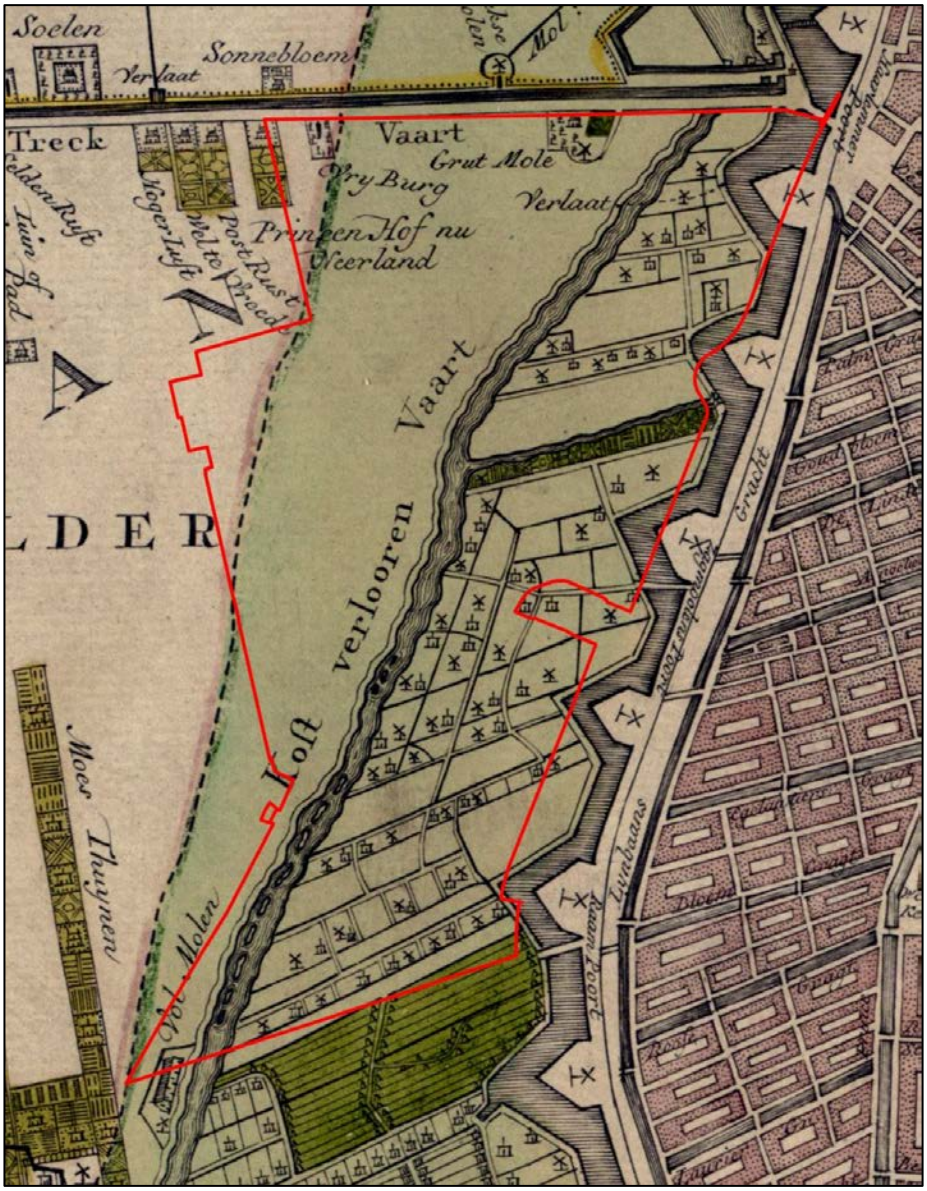
Bedrijvigheid

De gunstige ligging ten opzichte van de westenwind maakte het noordelijk deel van de Stads en Godshuispolder tot een ideale locatie voor windmolens. Een groot deel van de percelen tussen Singelgracht en Kostverlorenvaart werd daarom door het stadsbestuur toegewezen aan de houtzagerscompagnie. Tussen 1630 en 1670 liet die hier vele tientallen houtzaagmolens bouwen - in 1655 waren dit er al meer dan 80; zodanig veel dat het gebied bekend kwam te staan als de (Zaag)molenbuurt (afb. 3).[15] In de vroege 19de eeuw waren nog 39 van deze houtzaagmolens in bedrijf, en waren de omringende woonhuizen en bijgebouwen grotendeels in bezit van houtkopers, timmerlieden en molenaars. Naarmate de 19de eeuw vorderde werden steeds meer molens afgebroken, totdat uiteindelijk alleen de omstreeks 1631 gebouwde paltrokmolen *de Otter*

[14] Abrahamse 2010, 242
[15] Schmall 1987, 40-41

over was. In 1996 werd de molenromp gerestaureerd en in 2009 werd de Otter weer draaivaardig gemaakt (afb. 4).[16]

Aan de Haarlemmertrekvaart stond in de 17de en 18de eeuw de grutmolen Het Schaap met een woonhuis en twee knechtswoningen (afb. 3, 5). Het betrof een zogenaamde rosmolen, die niet door wind, maar door paardenkracht werd aangedreven. De molen en de woningen zijn na een brand in 1741 weer hersteld.[17] Op de plaats van de grutmolen is omstreeks 1800 Herberg de Eenhonderd Roe gebouwd, genoemd naar de ligging ervan op 100 Amsterdamse roeden (ca. 368 m) afstand van de Singelgracht.



5 Het plangebied (rood omlijnd) op de kaart van Mol, 1770 (SAA)

[16] Molendatabase id. 637
[17] Molendatabase id. 17151

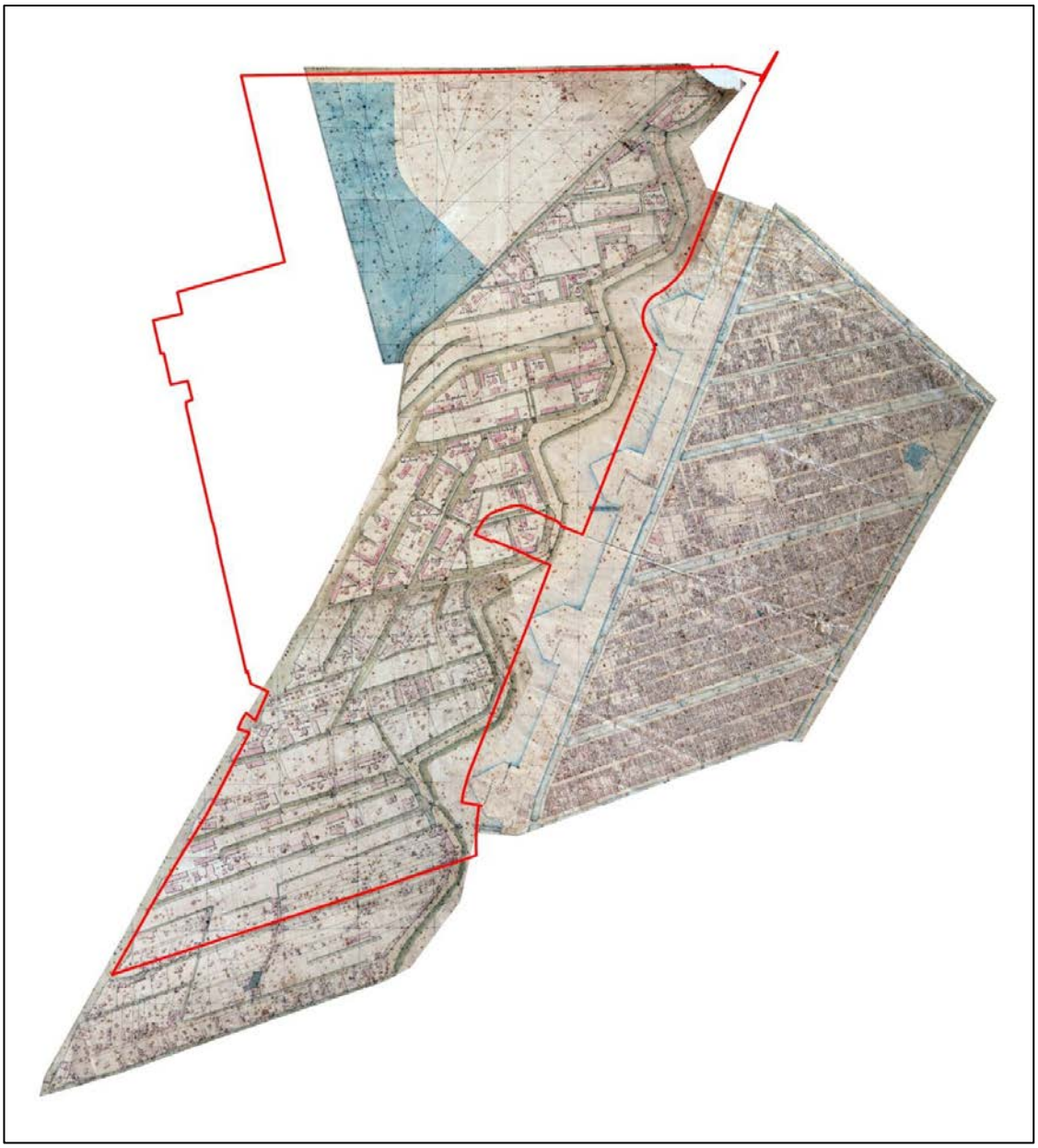
Recreatie
In de 17de- en 18de eeuw lieten steeds meer Amsterdamse patriciërs in de landelijke omgeving rond Amsterdam luxe buitenplaatsen en pleziertuinen bouwen. Vaak werden hiertoe oude boerderijen en tuinderijen omgebouwd, en vaak behielden de buitenplaatsen ook een agrarische nevenfunctie. De meeste buitenplaatsen ten westen van de stad waren te vinden langs de Haarlemmerweg. Uitgaande van de kaart van Mol (1770), gerelateerd aan het kadastraal minuutplan van 1832 waren dit er binnen het plangebied twee: *Vrij Burg* en ten westen daarvan *Princen Hof*, later *Neerland* genaamd.[18] In de vroege 19de eeuw lijken de buitenplaatsen weer in gebruik te zijn genomen als boerenerf.[19]

Rurale activiteiten
Ondanks alle ambachtelijke en productieve bedrijvigheid bleef een aantal percelen van de Stads- en Godshuispolder tot in de 19de eeuw in gebruik als weidegrond, moestuin of boomgaard (afb. 6). De overzijde van de Kostverlorenvaart was het belangrijkste veeteeltgebied, met uitzondering van een strook langs het noordelijk deel van de vaart, waar grond was opgeworpen om *moesland* creëren. De boerderijen zelf waren gevestigd aan de belangrijkste ontsluitingsroutes: de Haarlemmerweg, en in mindere mate de Kostverlorenvaart. Deze laatste strook met bebouwing langs de westzijde van de waterweg lijkt zich pas gedurende de 19de eeuw ontwikkeld te hebben (afb. 6, 7).[20]

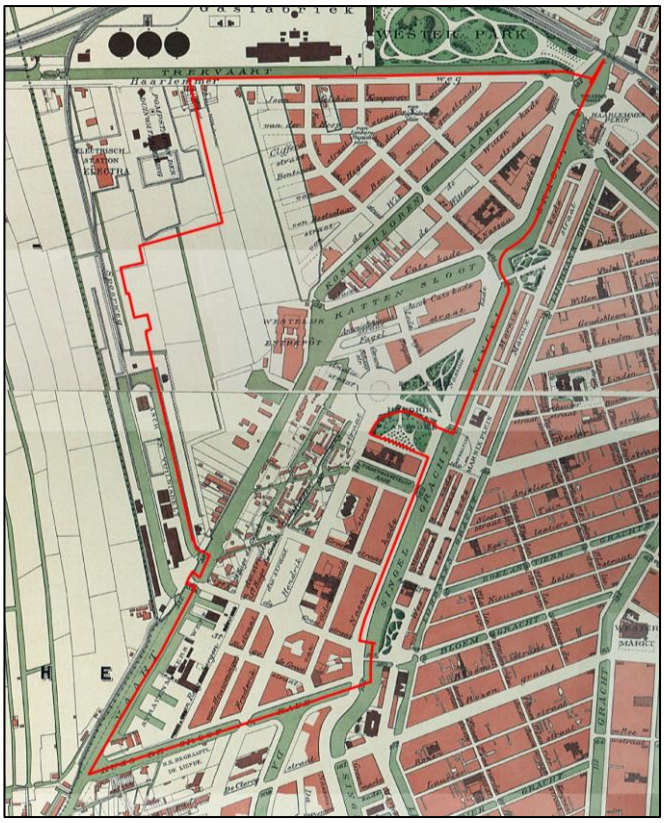
3.3.4 Verstedelijking

Het plangebied bleef tot ver in de 19de eeuw deel uitmaken van het buitengebied van Amsterdam. De transformatie tot de huidige woonwijk werd ingezet toen de stad volgens Plan Kalff (1877) werd uitgebreid naar de gordel buiten de Singelgracht. Vanaf de vroege 20ste eeuw volgde de rest van het plangebied in deze ontwikkeling. Alle bebouwing, met uitzondering van houtzaagmolen de Otter (3.3.3) werd afgebroken en verdween onder een pakket ophogingszand. De Kostverlorenvaart, Kattensloot en Singelgracht werden gekanaliseerd door delen aan te plempen en af te graven. Op de kaarten van Scheltema en Publieke Werken (afb. 7 en 8) is te zien hoe de verstedelijking in de 19de eeuw en 20ste eeuw zich voltrok.

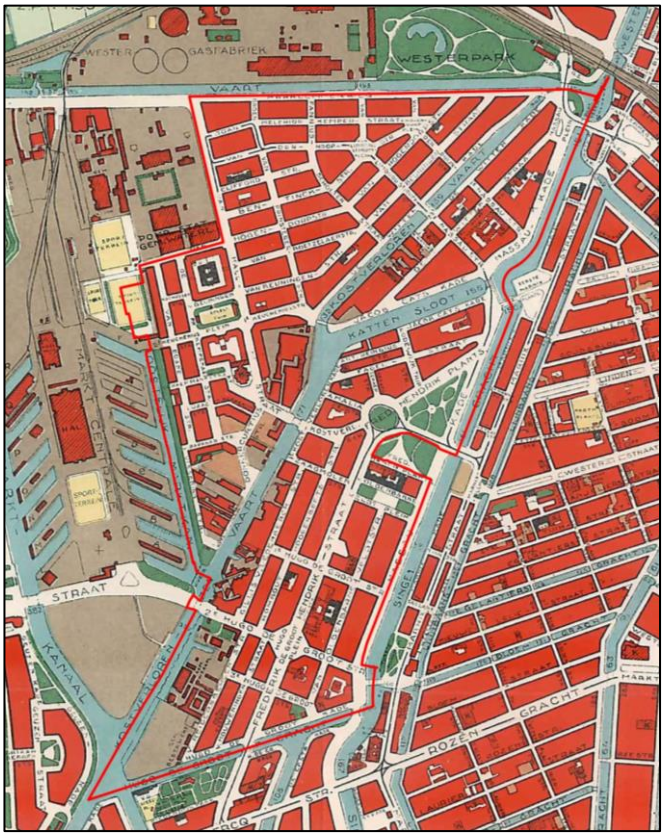
[18] Bertram 2005, 209, 358
[19] De terreinen staan aangeduid als 'erf', zonder verdere informatie (Kadastraal minuutplan Amsterdam en Sloten, 1832)
[20] Kadastraal minuutplan van Amsterdam en Sloten, 1832



6 Het plangebied (rood omlijnd) op een uitsnede van het kadastraal minuutplan van Sloten en van Amsterdam, ca. 1832 (SAA)



7 Het plangebied (rood omlijnd) op de kaart van Scheltema, 1900 (SAA)

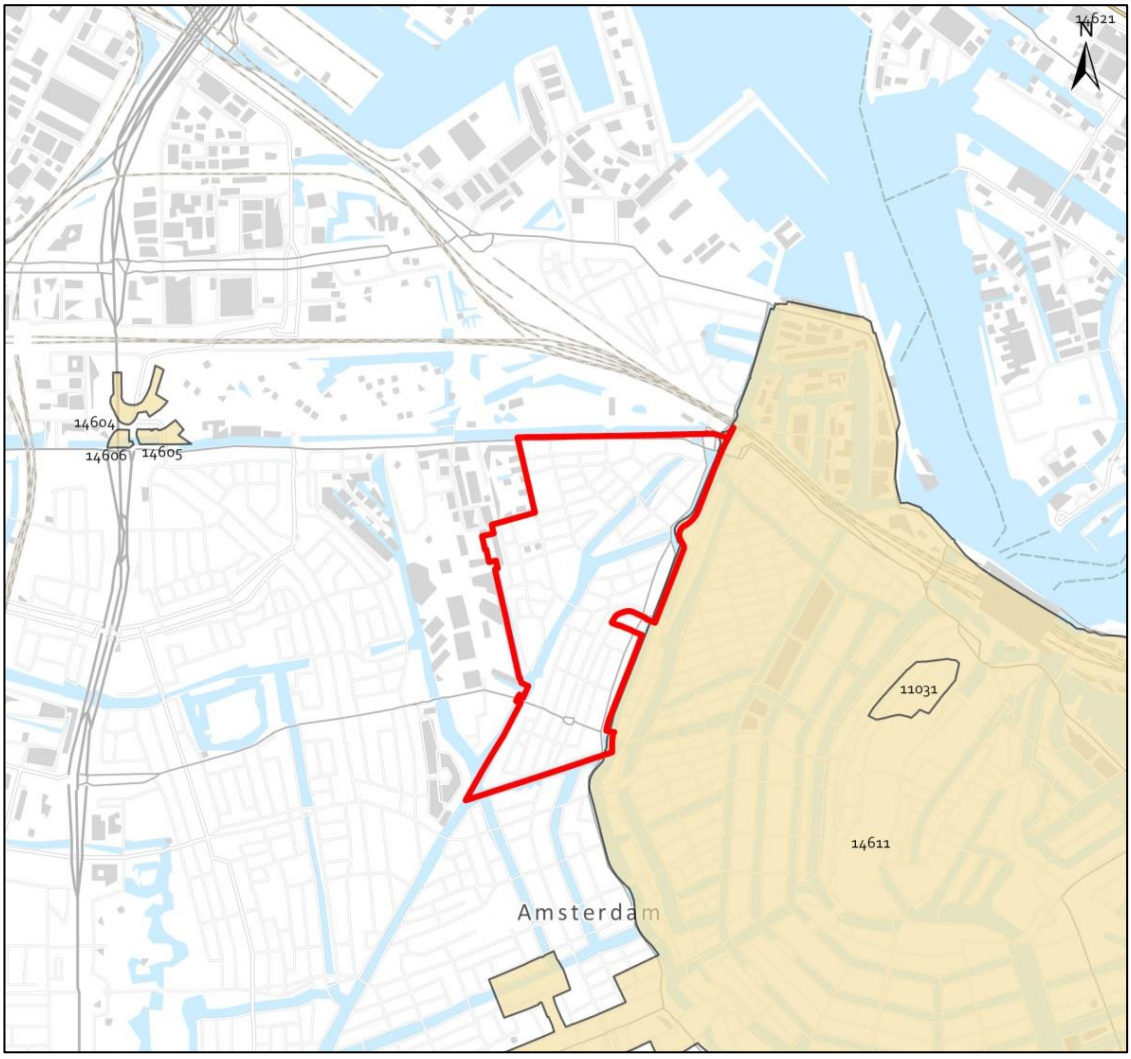


8 Het plangebied (rood omlijnd) op de kaart van Publieke Werken, 1929 (SAA)

3.4 Archeologische inventarisatie van het plangebied

3.4.1 Archeologische Monumentenkaart

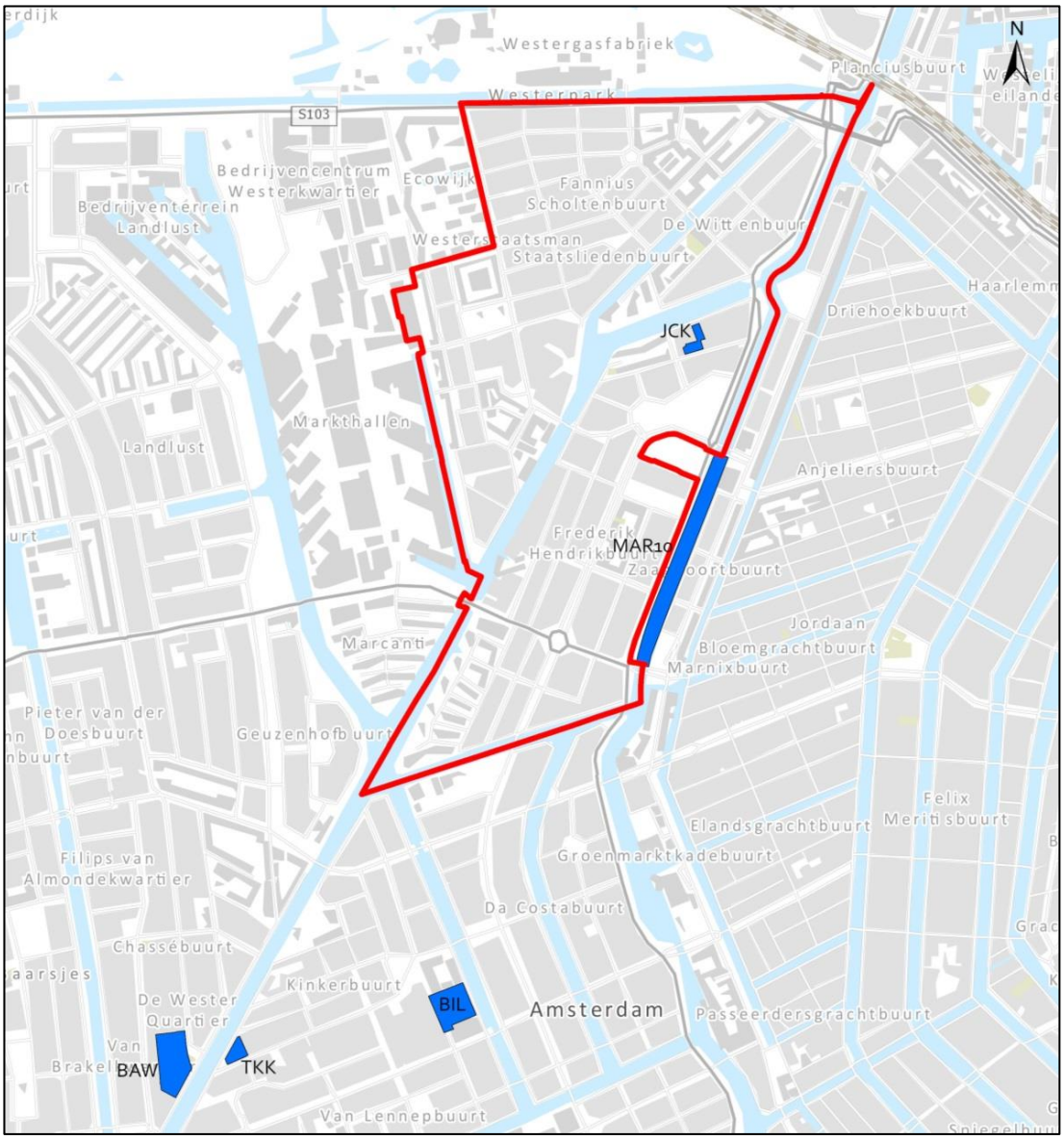
Binnen het plangebied zijn volgens de Archeologische Monumentenkaart (AMK) van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed geen archeologische monumenten aangewezen (afb. 9). Wel heeft het plangebied volgens deze kaart een kleine overlap met een zone van een hoge archeologische verwachtingswaarde (de binnenstad van Amsterdam – AMK nr. 14611). De Informatiekaart Landschap en Cultuurhistorie van de Provincie Noord-Holland komt overeen met het AMK-kaartbeeld. De verwachtingen op deze kaarten zijn algemeen van aard en dienen in het geval van planvorming nader te worden uitgewerkt. Een inhoudelijke en ruimtelijke specificatie van de archeologische verwachtingen volgt in hoofdstuk 4.



9 Het plangebied (rood omlijnd) op de Archeologische Monumenten Kaart (AMK, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed)

3.4.2 Vindplaatsen

Binnen het plangebied is tot op heden één archeologisch veldonderzoek uitgevoerd. Daarnaast bieden diverse onderzoeken binnen een met het plangebied vergelijkbare landschappelijke context een inzicht in de aard, kwaliteit en diepteligging van eventuele archeologische resten. De vindplaatsen worden hieronder kort beschreven (afb. 10).



10 Het plangebied (rood omlijnd) en de vindplaatsen

Jacob Catskade 37-41 / Fagelstraat 44-66 (JCK)
In 2012 is een Archeologische Begeleiding (AB) uitgevoerd naar aanleiding van een vondstmelding op de bouwplaats Jacob Catskade 37-41 / Fagelstraat 44-60. Op circa 3,5 m uit de rooilijn van de Jacob Catskade lag een cirkelvormige plattegrond van houten palen met een totale doorsnede van

9 m (afb. 11). De palen lagen op gemiddeld 1,35 m – NAP, en werden omgeven door een veenbodem met plaatselijk zaagsel. Op 5 m ten zuiden van de plattegrond lag een oost-west georiënteerde gedempte sloot die voor een deel werd begrensd door een houten beschoeiing. De molen is geïdentificeerd als houtzaagmolen De Star, één van de vier molens op de zuidelijke oever van de Kattensloot. Dit was een zogenaamde paltrokmolen, gebouwd in 1652.[21]



11 De paalfundering van houtzaagmolen de Star (wit gemarkeerd) ten midden van recentere bouwsporen (vindplaats JCK).

Tweede Kostverlorenkade 105-109 (TKK)

In januari 2006 werd voorafgaand aan het nieuwbouwproject Tweede Kostverlorenkade 105-109 een Inventariserend Veldonderzoek (IVO) ingelast. Dit wees uit dat het terrein in de tweede helft van de 17de eeuw door ophoging bouwrijp was gemaakt. Het oudste bouwspoor bestond uit een bestrating van ijsselsteentjes uit de late 17de of vroege 18de eeuw. Het oudste bouwwerk waarvan nog sporen resteerden betrof een houten schuur of werkplaats waarvan de houten wanden rustten op een bakstenen rand. Het langshout was niet zoals gebruikelijk gefundeerd op palen, maar op omgekeerd ingegraven halve tonnen. Een dergelijke funderingstechniek is bekend van het 17de/19de-eeuwse platteland rond Amsterdam. Dit past in het beeld dat de oever van de Kostverlorenvaart een landelijk gebied was waar allerlei eenvoudige utiliteitsgebouwtjes stonden voor de nijverheid die daar vanuit de stad naartoe was verplaatst. Het gebouw behoorde vermoedelijk bij een scheepswerf die tot het begin van de 20ste eeuw aan de Kostverlorenkade in gebruik was, gelegen aan het einde van de Bellamystraat, onder de huidige rijweg.[22]

[21] Archief MenA
[22] Gawronski & Jayasena 2006

RIVA-terrein (BAW)
Voor het RIVA-terrein gold een archeologische verwachting gebaseerd op de veronderstelde aanwezigheid van sporen van nijverheid en bewoning langs de Kostverlorenvaart. Het IVO dat hier in mei 2005 werd uitgevoerd heeft echter uitgewezen dat de bewonings- en gebruikssporen dermate schaars en fragmentarisch waren dat verder onderzoek is komen te vervallen. Wel heeft de IVO een inzicht gegeven in de lokale bodemopbouw. Zo werd vastgesteld dat onder een 20ste-eeuws ophogingspakket van zand en puin op NAP - 1,80 m een intact 18de-/vroeg 19de-eeuwse loopniveau aanwezig was. Het natuurlijke veen bevond zich op NAP -3,00 m.[23]

De Hallen (BIL)
Voorafgaand aan de uitvoering van de eerste fase van het stedenbouwkundig plan De Hallen werd in september/oktober 2006 een Inventariserend Veldonderzoek uitgevoerd op een terrein van de gemeentereiniging in stadsdeel Oud-West. Er gold voor dit terrein een archeologische verwachting omdat het deel uitmaakte van de voormalige Kwakerspoel, een voormalig nijverheidsgebied gericht op de houtzagerij. Onder een 1,5 m dik pakket ophogingszand bevonden zich sporen van de aanleg van de Kwakerspoel in het midden van de 17de eeuw. Een verharding van dakpanpuin die op sommige plaatsen op de natuurlijke ondergrond van veen was aangebracht stamt mogelijk eveneens uit deze periode. Op dit niveau bevonden zich ook bouwsporen in de vorm van een houten goot en diverse funderingspalen, daterend uit de periode 1660–1900.

De balkhavens bleken zowel zachte oevers te hebben gehad waar riet langs gegroeid heeft, als beschoeiingen van grenen planken. Waterbodemsedimenten bevatten onder meer bezonken zaagsel en diverse voorwerpen uit de late 17de en 18de eeuw. De overblijfselen bleken verstoord en fragmentarisch, aangezien voorafgaand aan de ophoging delen van het terrein waren afgegraven en de vaarten gedeeltelijk waren gedempt.[24]

Singelgracht (MAR10)
In 2013 is een Inventariserend Veldonderzoek uitgevoerd in de Singelgracht tussen brug 161 (Zaagpoort) en brug 165 (Raampoort) vanwege plannen voor de aanleg van een ondergrondse parkeergarage. Met een baggerschip werden in het 500 m lange rak slibmonsters genomen ten behoeve van een archeologische waardering van de Singelgrachtbodem. Het bodemtalud langs beide walkanten van de Singelgracht bleek opvallend schoon. Er zijn in totaal negen slibmonsters genomen die 27 vondsten bevatten, uit de periode 1650-1900. Vanwege dit resultaat verviel de noodzaak voor een archeologische begeleiding van de ontgraving van het rak.[25]

3.4.3 Bodemopbouw

Bijna het gehele plangebied is in het kader van de laat 19de-eeuwse en 20ste-eeuwse stadsuitbreidingen opgehoogd naar ca. 0,8 m + NAP. Alleen rond molen de Otter is het terrein niet recent opgehoogd. Uitgaande van de maaiveldhoogte ter plaatse van ca. 0 m - NAP betekent dit dat het oude maaiveld van de Stads- en Godshuispolder is afgedekt door een recent zandpakket van ca. 1 m.

[23] Gawronski & Veerkamp 2008
[24] Gawronski & Veerkamp 2006
[25] Gawronski & Veerkamp 2017

In de Osdorper Binnen-, Sloterbinnen- en Middelveldse Gecombineerde Polders was voorafgaand aan de verstedelijking nog sprake van een oorspronkelijk veenweidegebied op een hoogte van ca. 1,8 m – NAP. Uitgaande van het huidige peil (gemiddeld 0,5 m + NAP) is het gebied opgehoogd met ca. 2,5 m zand. Voor beide gebieden geldt dat het oorspronkelijke maaiveld kan zijn aangetast door recent grootschalig grondverzet.

In het 17de-eeuwse tracé van de Singelgracht grachten kunnen archeologische resten direct in de oorspronkelijke waterbodem worden verwacht. Dit geldt ook voor de gedempte delen van de Kostverlorenvaart, Kattensloot en Singelgracht. De diepte van de oorspronkelijke waterbodem is hier gelijkgesteld aan de gemiddelde doorvaartprofieldiepte van de nog bestaande delen van deze waterwegen (ca. 2,5 m – NAP).[26] Ter plaatse van de in de late 19de eeuw gegraven delen van deze grachten en de Hugo de Grootgracht is de oorspronkelijke landbodem juist vergraven, waardoor hier geen archeologische resten meer worden verwacht. Ook bij vindplaats JCK die na archeologisch veldonderzoek is vrijgegeven voor bouwontwikkeling worden geen archeologische resten meer verwacht.

3.5 Conclusie: verwachtingsmodel

Op basis van bovenstaande inventarisatie zijn binnen het plangebied Westerpark-Zuid materiële overblijfselen te verwachten die samenhangen met ontginning, bewoning en landgebruik vanaf de 12de eeuw. Tot de middeleeuwse fase behoren sporen van ontginning en landgebruik in het voormalige veenweidegebied, en van het transport de middeleeuwse Kostverlorenvaart. Dergelijke resten hebben echter een wijde spreiding. Het intensieve gebruik van de Stads- en Godshuispolder en de strook langs de Haarlemmerweg vanaf de 17de eeuw heeft het grootste aandeel in de archeologische verwachting. Ten aanzien van de archeologische kwaliteit van de ondergrond van het plangebied dient verder rekening te worden gehouden met grootschalige 19de- en 20ste-eeuwse bodemingrepen waarbij het oorspronkelijke polderpeil is vergraven, zoals bij het kanaliseren van de Kostverlorenvaart, Kattensloot en Singelgracht en de aanleg van de Hugo de Grootgracht.

[26] De doorvaartprofieldiepte is door Dienst Binnenwaterbeheer vastgelegd op 3 m – NAP (Kostverlorenvaart, Kattensloot, noordelijk deel Singelgracht) tot 2,20 – NAP (zuidelijk deel Singelgracht).

4 Archeologische verwachtingskaart

Op basis van bovenstaande inventarisatie zijn binnen het plangebied Westerpark-Zuid materiële overblijfselen te verwachten die samenhangen met ontginning, bewoning en landgebruik vanaf de 12de eeuw. Het intensieve gebruik van het gebied vanaf de 17de eeuw heeft echter het grootste aandeel in de archeologische verwachting. Dit leidt tot een archeologische verwachtingskaart met zeven zones met een hoge of lage verwachting. Een hoge verwachting duidt op een dichte spreiding van archeologische resten met een sterke onderlinge samenhang. In zones met een lage verwachting hebben de sporen een lagere trefkans en/of betreffen deze vooral losse vondsten.



Zone A: Stads- of Godshuispolder

Verwachting: laag

In het (voormalige) veenweidegebied kunnen archeologische resten voorkomen die verband houden met bewoning en landgebruik vanaf de 12de tot in de 19de eeuw, zoals sloten, sporen van landgebruik en losse vondsten. Ook kunnen huisplaatsen uit de ontginningsperiode aanwezig zijn, maar deze hebben een lage trefkans.



Zone B: Sloterbinnen- en Middelveldse Gecombineerde Polders

Overeenkomstig met zone A.



Zone C: Bewoning en bedrijvigheid

Verwachting: hoog

Betreft het bewonings- en nijverheidsgebied waar tussen de 17de-19de eeuw allerlei bedrijfsgebouwen, (zaag)molens, boerderijen en buitenplaatsen gelegen waren. De bebouwing die op grond van historische kaarten te projecteren valt op de huidige topografie is in oranje weergegeven, en betreft een momentopname. Archeologische resten kunnen in de gehele zone voorkomen in de vorm van ophogingslagen, houten en bakstenen funderingen, beerputten met huishoudelijk afval, kuilen met productieafval, diverse beschoeiingen en kadeconstructies.



Zone D: Bolwerk

Verwachting: hoog

Een klein deel van de gemetselde saillanten (punten) van twee bolwerken van de 17de-eeuwse vestingwerken van Amsterdam reikte tot in het plangebied. Het grootste deel is echter vergraven bij het kanaliseren van de Singelgracht in de late 19de eeuw. Archeologische resten bestaan uit gemetselde gewelfbogen, funderingen en ophogingen van het bolwerk.



Zone E: Kostverlorenvaart

Verwachting: laag

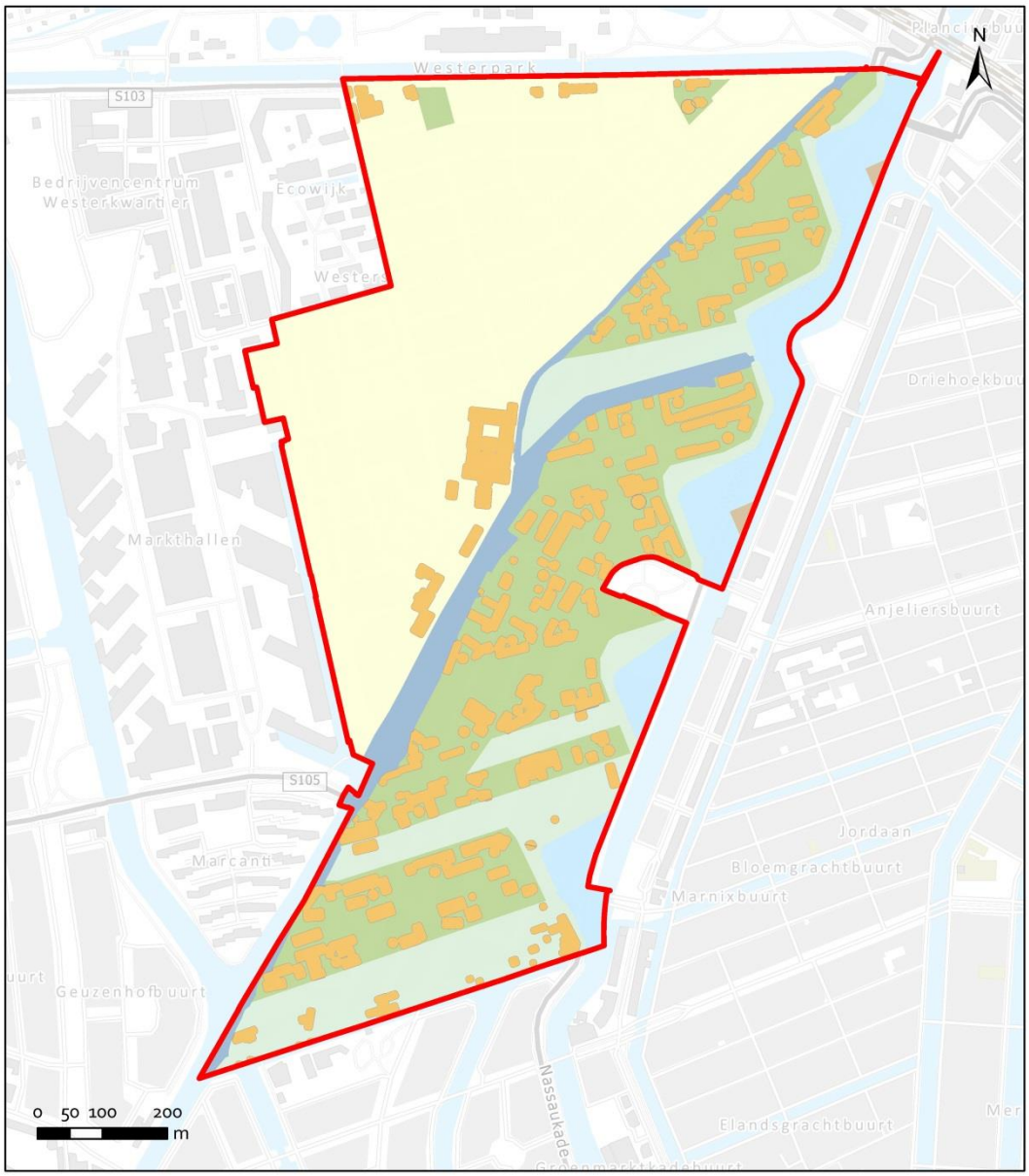
In de bedding van de Kostverlorenvaart kunnen losse vondsten voorkomen die verband houden met het transport over de waterweg vanaf de 15de eeuw, en met diverse bedrijvigheid op de oever.



Zone F: Singelgracht

Verwachting: laag

Het oorspronkelijk tracé van de Singelgracht maakte deel uit van de 17de-eeuwse verdedigingslinie van Amsterdam. In de bedding van de (voormalige) gracht kunnen losse vondsten voorkomen die verband houden met het militair gebruik en het vervoer over de waterweg. Uitgaande van vindplaats MAR10 hebben deze resten een lage dichtheid.



Gemeente Amsterdam

Archeologische verwachtingskaart
Westerpark-Zuid

- Plangebied
- A. Stads- en Godshuispolder
- B. Sloterbinnenpolder
- C. Bewoning en bedrijvigheid
- D. Bolwerk
- E. Kostverlorenvaart en Kattensloot
- F. Singelgracht

5 Archeologische beleidskaart

De archeologische beleidskaart van het plangebied Westerpark-Zuid is bedoeld als een ruimtelijk schema van de maatregelen die nodig zijn voor de zorg voor het archeologisch erfgoed binnen bepaalde zones of locaties in het plangebied. De verwachtingen worden gekoppeld aan de huidige toestand van het terrein en mogelijk opgetreden bodemverstoringen. De clustering van de verwachtingszones resulteert in een beleidskaart met daarop zes zones met bijbehorende specifieke beleidsmaatregel (Appendix: beleidsvarianten, stroomschema).

Beleidsvariant 3: (bij hoge verwachting in niet opgehoogd gebied)
Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij bodemingrepen kleiner dan 100 m^2 of ondieper dan 0,50 m.

Beleidsvariant 4: (bij hoge verwachting in opgehoogd gebied zone I)
Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij bodemingrepen kleiner dan 100 m^2 of ondieper dan 1 m.

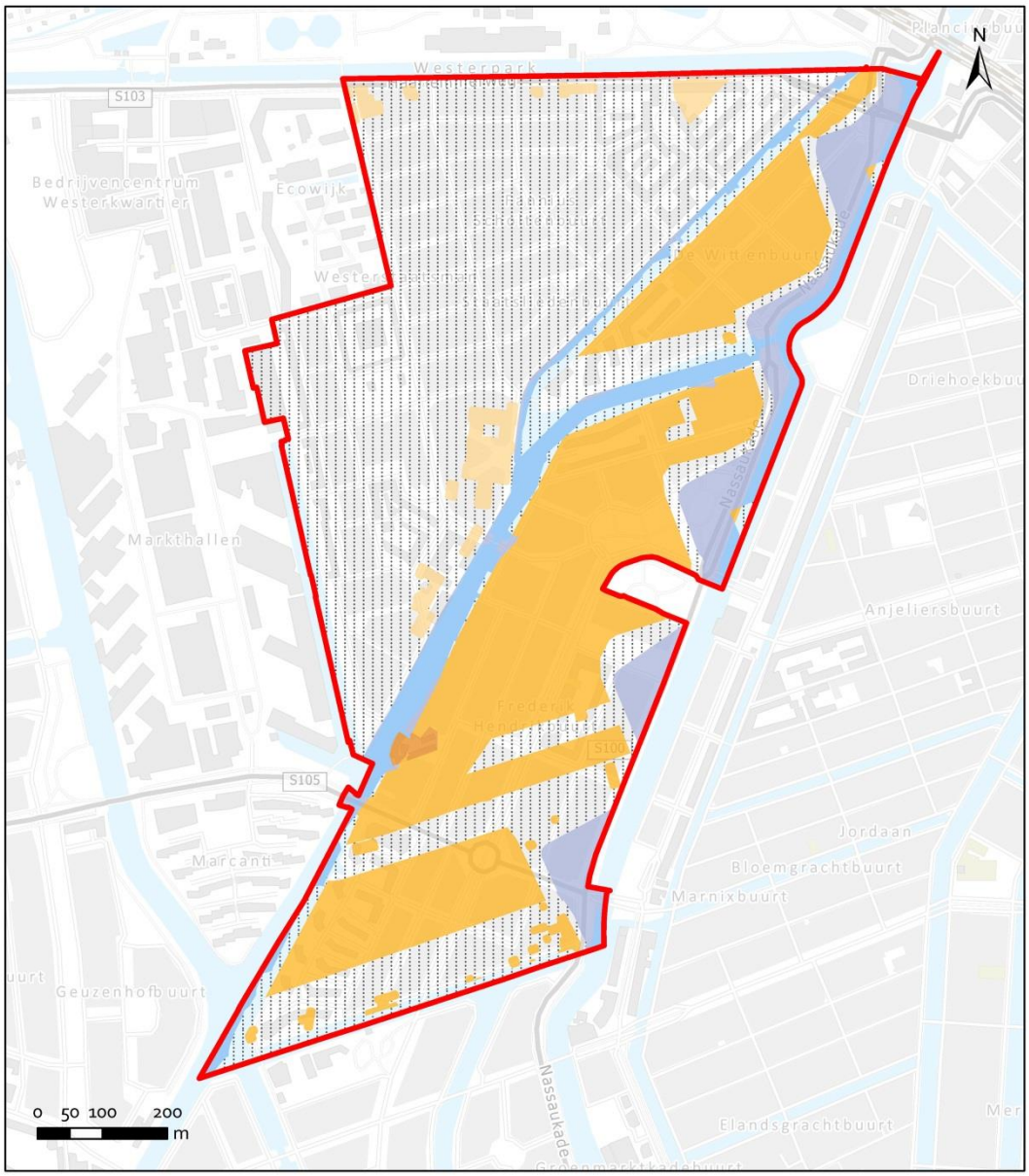
Beleidsvariant 4: (bij hoge verwachting in opgehoogd gebied zone II)
Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij bodemingrepen kleiner dan 100 m^2 of ondieper dan 2,5 m.

Beleidsvariant 9: (verwachtingszones F en G - waterbodem)
Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij ingrepen in de (oorspronkelijke) waterbodem of kleiner dan 10.000 m^2.

Beleidsvariant 10: (verwachtingszones F en G - gedempt)
Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij ingrepen in de oorspronkelijke waterbodem op 2,5 m - NAP of kleiner dan 10.000 m^2.

Beleidsvariant 11: (bij lage verwachting op het land of bodemverstoring)
Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij alle bodemingrepen.

Daarnaast geldt voor het gehele plangebied conform de Erfgoedwet een meldingsplicht. Indien tijdens de uitvoering van bouwwerkzaamheden vondsten worden gedaan waarvan redelijkerwijs kan worden vermoed dat deze van archeologische waarde zijn, wordt dit aan Monumenten en Archeologie, Gemeente Amsterdam gemeld zodat in overleg met de opdrachtgever maatregelen getroffen worden tot documentatie en berging van de vondsten.



Gemeente Amsterdam

Archeologische beleidskaart
Westerpark-Zuid

- Plangebied
- Beleidscategorie 3
- Beleidscategorie 4 (ophogingszone I)
- Beleidscategorie 4 (ophogingszone II)
- Beleidscategorie 9
- Beleidscategorie 10
- Beleidscategorie 11

6 Conclusie

Het voorliggende bureauonderzoek naar archeologische waarden is uitgevoerd voor bestemmingsplan Westerpark-Zuid. Binnen het plangebied gelden acht archeologische beleidszones.

Voor de eerste zone geldt een uitzondering van archeologisch onderzoek bij bodemingrepen kleiner dan 100 m^2 of minder diep dan 0,50 m.

Voor de tweede zone geldt een uitzondering van archeologisch onderzoek bij bodemingrepen kleiner dan 100 m^2 of minder diep dan 1,00 m.

Voor de derde zone geldt een uitzondering van archeologisch onderzoek bij bodemingrepen kleiner dan 100 m^2 of minder diep dan 2,5 m.

Voor de vierde zone geldt een uitzondering van archeologisch onderzoek bij ingrepen in de waterbodem kleiner dan 10.000 m^2.

Voor de vijfde zone geldt een uitzondering van archeologisch onderzoek bij ingrepen in de oorspronkelijke waterbodem op 2,5 m – NAP of kleiner dan 10.000 m^2.

Voor de zesde zone geldt vrijstelling van archeologisch onderzoek bij alle bodemingrepen.

Voor het gehele plangebied geldt conform de Erfgoedwet een meldingsplicht. Indien tijdens de uitvoering van bouwwerkzaamheden vondsten worden gedaan waarvan redelijkerwijs kan worden vermoed dat deze van archeologische waarde zijn, wordt dit aan Monumenten en Archeologie, Gemeente Amsterdam gemeld zodat in overleg met de opdrachtgever maatregelen getroffen worden tot documentatie en berging van de vondsten.

7 Bronnen

Digitale bronnen
Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2), 50 cm maaiveld gridproduct, shaded relief. Geodan/ Esri Nederland
ARCHIS: Archeologisch Informatiesysteem: http://www.archis.nl/archisii/html/index.html
CHW: Cultuurhistorische Waardenkaart provincie Noord-Holland: http://chw.noord-holland.nl/
Dinoloket: Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond (DINOloket) TNO, Geologische Dienst Nederland: https://www.dinoloket.nl/
HisGIS: Historisch Geografich Informatiesysteem: http://www.hisgis.nl/
SAA: Stadsarchief Amsterdam: https://www.amsterdam.nl/stadsarchief/

Literatuur
Bertram, C., 2005: *Noord-Hollands Arcadia. Ruim 400 Noord-Hollandse buitenplaatsen in tekeningen, prenten en kaarten uit de Provinciale Atlas Noord-Holland,* Alphen aan den Rijn
Bont, C. de, 2009: *Vergeten land: ontginning, bewoning en waterbeheer in de westnederlandse veengebieden (800-1350),* Wageningen Universiteit
Borger, G.J., 1987: 'Ontgonnen, bedijkt, bebouwd. De agrarische voorgeschiedenis van het stedelijk gebied', in: W.F. Heinemeijer, & M.F. Wagenaar, *Amsterdam in kaarten. Verandering van de stad in vier eeuwen cartografie.* Antwerpen
Gawronski, J. en Jayasena, R., 2006: *Tweede Kostverlorenkade. Inventariserend Veldonderzoek (2006)*, Amsterdamse Archeologische Rapporten
Gawronski, J., J. Veerkamp, *De Hallen. Inventariserend veldonderzoek Bilderdijkkade (2006)*, Amsterdam 2006
Gawronski, J. en J. Veerkamp, 2017: *Het RIVA-terrein. Inventariserend veldonderzoek Baarsjesweg (2005)*, Amsterdamse Archeologische Rapporten
Gawronski, J. en J. Veerkamp, 2017: *De 17de-eeuwse vestingwerken van Amsterdam. Vijf Archeologische Begeleidingen en een IVO op zes locaties langs de vestingwerken van Amsterdam (2008 – 2015), A*msterdamse Archeologische Rapporten 98, Amsterdam
Heijdra, T., *De victorie begint in Oud-West,* Alkmaar 2001
Heijdra, T., *Bos en Lommer & de Baarsjes. De geschiedenis van Amsterdam-West,* Alkmaar 2004
Monumenten en Archeologie, 2016, *Erfgoed voor de stad. Agenda voor het erfgoed in een groeiend Amsterdam,* Amsterdam
Provincie Noord-Holland, *Leidraad Landschap en Cultuurhistorie Noord-Holland. Ontwikkelen met Ruimtelijke Kwaliteit.* Haarlem 2010
Schmall, H., 1987: 'De rand van de stad. Agrarische en industriële activiteiten', in W. F. Heinemijer, M. F. Wagenaar, *Amsterdam in kaarten. Verandering van de stad in vier eeuwen carthografie,* Antwerpen
Stol, T., *Wassend water, dalend land. Geschiedenis van Nederland en het water.* Utrecht/ Antwerpen 1993

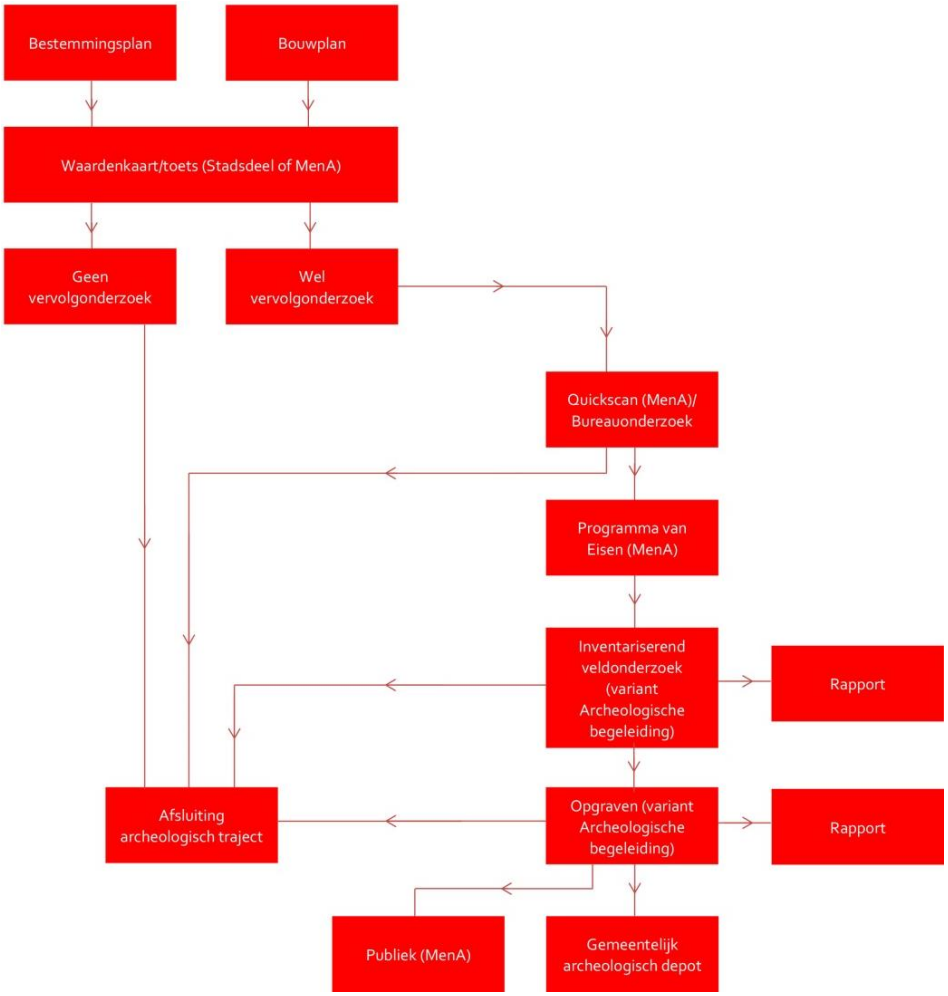
Appendix I: beleidsvarianten en stroomschema

Het archeologisch beleid wordt als maatwerk voor een bepaald plangebied in Amsterdam vastgesteld aan de hand van elf varianten, die een afweging bieden op basis van de aard van de verwachting in combinatie met de specifieke (oppervlakte/diepte) bodemingreep.

- 1: Gebieden met bekende archeologische waarden. Aangezien hier met zekerheid archeologische overblijfselen aanwezig zijn, is bij elke ingreep in de (water)bodem, ongeacht het oppervlak of de diepte, archeologisch onderzoek noodzakelijk.
- 2: Bebouwde gebieden met een hoge archeologische verwachting binnen het historische centrum van Amsterdam (tot en met de Vierde Uitleg: binnen de Singelgracht). Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij bodemingrepen kleiner dan 50 m^2 of minder dan 0,5 m onder maaiveld.
- 3: Gebieden met een hoge archeologische verwachting langs nog aanwezige historisch infrastructurele assen / in een historische woonkern buiten het historische centrum van Amsterdam. Deze gebieden zijn onbebouwd of de bebouwing dateert van vóór de 19de eeuw. Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij bodemingrepen kleiner dan 100 m^2 of minder dan 0,5 m onder maaiveld.
- 4: Gebieden met een hoge archeologische verwachting buiten het historische centrum van Amsterdam, waarvan de huidige bebouwing dateert uit de late 19de eeuw. De verwachte resten hebben een dichte spreiding. Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij bodemingrepen kleiner dan 100 m^2 of ondieper dan de 19de-eeuwse ophogingen.
- 5: Gebieden met een hoge archeologische verwachting buiten het historische centrum van Amsterdam, waarvan de huidige bebouwing dateert uit de late 19de of 20ste eeuw. Indien de bebouwing dateert uit de 19de eeuw hebben de verwachte resten een wijdere spreiding. Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij bodemingrepen kleiner dan 500 m^2 of ondieper dan de 19de- en 20ste-eeuwse ophogingen.
- 6: Onbebouwde gebieden met een lage archeologische verwachting in de landelijke periferie van Amsterdam. Hier liggen archeologische vondsten dicht aan het oppervlak, zodat relevante archeologische lagen kunnen zijn opgenomen in de bouwvoor. De bouwvoor heeft gemiddeld een diepte van 0,3 – 0,5 m waaronder een eerste sporenvlak zichtbaar wordt. Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij bodemingrepen kleiner dan 10.000 m^2 of minder dan 0,5 m onder maaiveld.
- 7: Bebouwde gebieden met een lage archeologische verwachting binnen het historische centrum van Amsterdam (tot en met de Vierde Uitleg: binnen de Singelgracht). De bebouwing dateert uit het einde van de 19de en de 20ste eeuw. Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij bodemingrepen kleiner dan 10.000 m^2 of ondieper dan de 19de en 20ste eeuwse ophogingen.
- 8: Terreinen met een hoge archeologische verwachting die als vaarweg in gebruik zijn binnen het historische centrum van Amsterdam (tot en met de Vierde Uitleg: binnen de Singelgracht). Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij ingrepen in de waterbodem kleiner dan 500 m^2.
- 9: Gebieden met een lage archeologische verwachting die als vaarweg in gebruik zijn of waren binnen en buiten het historische centrum van Amsterdam. Uitzondering van archeologisch

veldonderzoek geldt bij ingrepen in de (voormalige) waterbodem binnen het historisch centrum kleiner dan 2.500 m^2 (9a) en buiten het historisch centrum kleiner dan 10.000 m^2 (9b).
- 10: Gebieden met een lage archeologische verwachting die onder water liggen, of die onder water gelegen hebben en ingepolderd zijn of opgespoten zijn. Uitzondering van archeologisch veldonderzoek geldt bij ingrepen kleiner dan 10.000 m^2 of in de oorspronkelijke waterbodem of in het oorspronkelijke maaiveld.
- 11: Gebieden zonder archeologische overblijfselen omdat hier al archeologisch onderzoek of grootschalig grondverzet heeft plaatsgevonden voor bijv. zware funderingen, kelders, tunnels e.d. en gebieden in de voormalige landelijke periferie van Amsterdam buiten de Singelgracht met een lage archeologische verwachting die bovendien opgehoogd, onderheid en bebouwd zijn aan het einde van de 19de en in de 20ste eeuw. Hier geldt een vrijstelling van archeologisch onderzoek. Gebieden waar al archeologisch onderzoek heeft plaatsgevonden zijn wel indirect van belang voor archeologische planning omdat ze aanwijzingen geven voor de eventuele aanwezigheid van archeologische resten in omliggende gebieden.

Voor de beleidsvarianten, 4, 5 en 7 tot en met 10 geldt dat het dieptecriterium op de uiteindelijke beleidskaart nader wordt gespecificeerd.



Stroomschema archeologie MenA

Colofon

Archeologisch bureauonderzoek BO 18-078

Amsterdam 2018

Voor akkoord controle proces en waardestelling:



Prof. dr. J.H.G. Gawronski
Senior KNA-archeoloog Ma (specialisme waterbodems)
Hoofd afdeling Archeologie
Gemeente Amsterdam
Monumenten en Archeologie

Datum:	17-9-2018
Status:	1.0
Tekst:	T. Terhorst MA
Redactie:	Prof. dr. J.H.G. Gawronski
Cartografie:	T. Terhorst MA
Vormgeving:	Monumenten en Archeologie, gemeente Amsterdam

© Monumenten en Archeologie, Gemeente Amsterdam, 2018
Postbus 10718, 1001 ES Amsterdam, 020-2514900

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op enigerlei andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Monumenten en Archeologie. MenA aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

Bijlage 5 Visie Molenterrein De Otter

Gemeente Amsterdam

Visie op
Molenterrein De Otter



Datum: juni 2017

Status: concept

Tekst: Geertje Kuijt (PMB), Hester Aardse (M&A), Stan Steegeling (R&D)

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave **1**

Inleiding **2**

Aanleiding 3

Leeswijzer 4

1. Bouwstenen toekomstvisie **5**

Toekomstbeeld 5

Bouwstenen 5

Toetsing aan beleid 6

Wensen en zorgen van bewoners en belanghebbenden 7

2. Cultuurhistorische uitgangspunten **8**

Waardering 8

Monumentale status 9

Richtlijnen 9

3. Stedenbouwkundige uitgangspunten **11**

Stedenbouwkundige kenmerken bestaande situatie 11

Kaders en contouren 12

Nieuwe contouren 13

Architectuur en materialisering 14

Buitenruimte 14

4. Proces **15**

Vervolgproces 15

Plannen bestuurlijke besluitvorming 15

Bijlagen **16**

Redengevende omschrijving rijksmonumenten 16

Nota van uitgangspunten cultuurhistorische waarden Molenterrein De Otter, M&A 2016 16

Stedenbouwkundige uitgangspunten Molenterrein De Otter 16

Beslissing op bezwaar - weigering monumentenvergunning Houtzaagmolen De Otter, dd. 6 maart 2012 .. 16

Verslag informatiebijeenkomst 7 december 2016 16

Inleiding

Aan de Kostverlorenvaart ligt het rijksmonumentale molenterrein De Otter. Molen De Otter is de enige nog resterende 17e eeuwse paltrokmolen in Amsterdam die ook nog op de oorspronkelijke locatie staat. Het is zelfs de oudste van Nederland. Het bewaard gebleven historische ensemble, bestaande uit de molen, westelijke houtloods, de zuidelijke houtloods, oostelijke houtloods, voormalige knechtswoning, structuur, balkengat en invaarsloot, maakt deel uit van het voormalige, aan de rand van de stad gelegen industriegebied, en is van grote cultuurhistorisch waarde. Tegenwoordig ligt de molen middenin de stad; in de Frederik Hendrikbuurt in de wijk Westerpark.

Er is een juridisch conflict ontstaan tussen de eigenaar en het stadsdeel over de vraag of de molen op zijn oorspronkelijke plek moet blijven of dat de molen mag worden verplaatst. Het stadsdeel Amsterdam West heeft zich op het standpunt gesteld de molen te behouden op de huidige locatie. In het besluit "Beslissing op bezwaar weigering monumentenvergunning, dd. 6 maart 2012", geeft het stadsdeel aan te streven naar het behoud van cultureel erfgoed[1]. Ook vindt het bestuur van het stadsdeel dat dit rijksmonument thuis hoort op zijn historische locatie langs de Kostverlorenvaart. De juridische procedures tussen eigenaar van de opstallen en het stadsdeel duren al meer dan 10 jaar.

Al jaren wordt gesproken over de molen en het molenterrein. Er is sprake van achterstallig onderhoud van zowel de gebouwen als het maaiveld. Bewoners en belanghebbenden vragen aan de gemeente wat er gaat gebeuren. Ontwikkelaars vragen naar mogelijkheden voor ontwikkeling. In 2002 is de kade ingestort en wordt sindsdien gestut door damwanden. V&OR is verantwoordelijk voor het herstel van de kade en heeft hiervoor een budget gereserveerd. Om de kade op te knappen en de oorspronkelijke vorm terug te geven, moeten de droogloodsen tijdelijk worden verplaatst.

In 2014 heeft een bodemonderzoek plaatsgevonden. Er is matig tot sterk vervuilde grond aangetroffen. Bij de aanpak van het molenterrein zal de grond worden gesaneerd.

De eigendoms- en overige rechten die op het gebied gevestigd zijn, zijn verouderd en onduidelijk. In het bestemmingsplan heeft het grootste deel van het gebied de bestemming "bedrijf". De behoefte bestaat om het huidige bestemmingsplan[2] aan te passen en zo een nieuwe situatie mogelijk te maken.

De hierboven omschreven situatie met onduidelijkheden en conflicten zorgt al meer dan 10 jaar voor een impasse. Het ensemble en met name de droogloodsen moeten dringend opgeknapt en onderhouden worden om verdere verwaarlozing te voorkomen.

[1] Het besluit is als bijlage toegevoegd
[2] De procedure voor het aanpassen of nieuw opstellen van het bestemmingsplan wordt later bepaald.



Afbeelding 1 Kostverlorenvaart met molenterrein De Otter (naar het noorden gezien), 2011

Aanleiding

De buurt, ontwikkelaars en belangengroeperingen vragen aan stadsdeel West om duidelijkheid te geven over hun visie op het molenterrein.

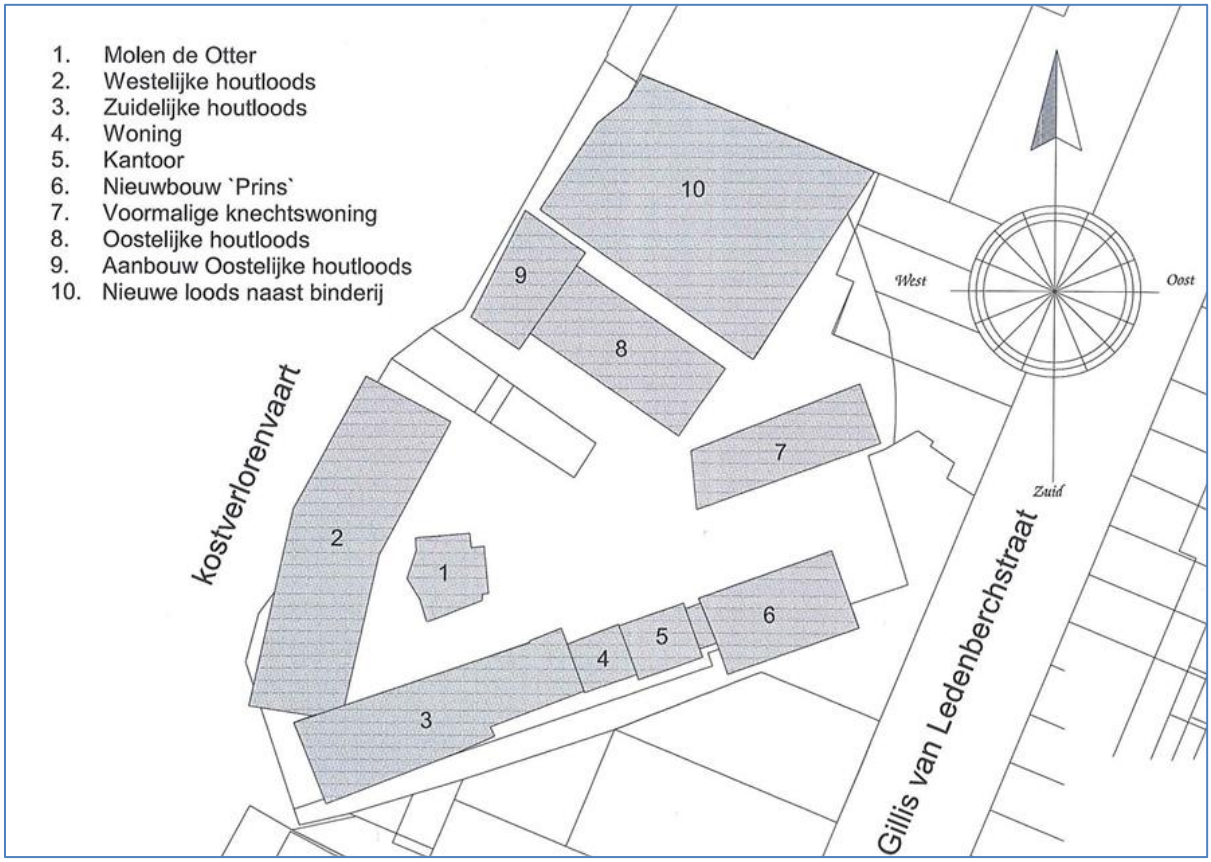
In het huidige bestemmingsplan is de bestemming op het molenterrein "bedrijf". Het terrein is gelegen middenin een woonwijk; de Frederik Hendrikbuurt. Voor duurzaam behoud van de molen en het molenterrein is functiedifferentiatie gewenst. Om dit te kunnen bewerkstelligen moet het huidige bestemmingsplan worden aangepast. Aanpassing van het bestemmingsplan is ook aan de orde als er een (concept) omgevingsvergunning wordt ingediend. Op dat moment moet het stadsdeel haar publiekrechtelijke rol vervullen.

Vanuit deze publiekrechtelijke rol dient het stadsdeel ervoor te zorgen dat de juridisch planologische kaders op orde zijn. Hierbij speelt de verantwoordelijkheid voor een zorgvuldige omgang met aanwezige erfgoed een essentiële rol. Ook het meenemen van de meningen van de bewoners en belanghebbenden is de verantwoordelijkheid van het stadsdeel. Ten slotte heeft het stadsdeel ook een rol in het vergunningverleningstraject.

Een eerste stap in het komen tot een juridisch planologisch kader is het vaststellen van de Visie door het bestuur van stadsdeel West. Voorliggend document, visie op molenterrein De Otter, beschrijft de visie van het stadsdeel op het toekomstige molenterrein en dient als insteek voor het participatie- en communicatieproces dat doorlopen wordt in aanloop naar het aanpassen van het bestemmingsplan voor dit gebied[3].

[3] Proces conform participatienota bestemmingsplannen stadsdeel West

In de Visie wordt geprobeerd een balans te vinden tussen het behouden van de molen en het molenterrein aan de ene kant en het bieden van enige ontwikkelruimte aan de andere kant. Het doel van de visie is om de molen en het molenterrein te behouden en op te knappen. Daarbij kan, naast wijziging van functies, ook toevoeging van ruimte aan de orde zijn. Voorwaarde hiervoor is dat dit binnen de lijnen van de Visie gebeurt.



Afbeelding2 Overzichtskaart Molenterrein. Gebouwen en balkengat (tussen westelijke houtloods 92) en oostelijke houtloods (8,9))

Leeswijzer

In dit document is de visie van het stadsdeel op het molenterrein te lezen. Allereerst worden de bouwstenen omschreven die de gemeente belangrijk vindt voor het toekomstbeeld. Vervolgens worden de cultuurhistorische uitgangspunten gegeven. Op basis hiervan zijn de stedenbouwkundige uitgangspunten opgesteld. Ten slotte wordt het proces van deze visie en het vervolgproces beschreven.

1. Bouwstenen toekomstvisie

Het stadsdeel heeft een helder beeld van het toekomstige molenterrein voor ogen, maar heeft dat niet concreet ingevuld. In dit hoofdstuk staan bouwstenen genoemd voor het toekomstige terrein.

In de eerste paragraaf wordt het toekomstbeeld geschetst. Vervolgens staan de bouwstenen genoemd. Ten slotte wordt aan het geldende beleid gerefereerd en worden de wensen en zorgen benoemd die bewoners hebben geuit ten aanzien van het molenterrein.

Toekomstbeeld

In de toekomst krijgt een bezoeker aan het molenterrein een aantrekkelijk beeld voorgeschoteld. De molen staat er in volle glorie, de droogloodsen en overige waardevolle gebouwen en structuren hebben een geschikte functie gekregen. De verhalen van de locatie worden verteld en kunnen worden geplaatst in de nog aanwezige oorspronkelijke setting. De bezoeker kan hier prettig verblijven en genieten van het uitzicht op het water. De ruimte tussen de gebouwen is duurzaam aangelegd en oogt aantrekkelijk. Het ademt de sfeer van vroeger en voldoet aan de eisen van de huidige tijd zonder dat dit afbreuk doet aan de cultuurhistorische waarde. Het is een ontmoetingsplaats waar een verscheidenheid aan gasten komt. Bezoekers uit de directe omgeving maar ook belangstellenden uit verre omstreken. Het is een kleinschalige enclave, maar wel één die levendig onderdeel uitmaakt van de stad Amsterdam.

Bouwstenen

De gemeente ziet een scala aan mogelijke invullingen voor het toekomstige molenterrein. De volgende vier punten vormen de bouwstenen voor dit toekomstbeeld.

1. Historisch bewustzijn. Vertel de verhalen van de molen.
2. Toegankelijkheid van het gebied / onderdeel van stad.
3. Gastvrijheid. Voor omwonenden en voor bezoekers.
4. Functiedifferentiatie, met de molen als uitgangspunt.



Afbeelding 3 Kostverlorenvaart met (van links naar recht) de molens de Eenhoorn, De Otter en 't Luipaard, circa 1909 (Stadsarchief, Beeldbank)

Ad 1 Historisch bewustzijn. Vertel de verhalen van het molenterrein
Over het terrein kunnen veel verhalen verteld worden. De verhalen uit de geschiedenis van Amsterdam en de vorming van de stad. Maar ook de (destijds vernieuwende) techniek van de paltrokmolens en de waarde van windenergie, toen en nu. Het illustreert de, voor de ontwikkeling van de stad (scheeps- en huizenbouw) zo cruciale houtzaagindustrie langs de Kostverlorenvaart. En zo zijn er nog meer waardevolle verhaallijnen te vinden die het waard zijn om verteld te worden. Door het molenterrein een (deels) museale functie te geven, worden al deze verhalen bewaard en verteld.

Ad 2 Het gebied is open en vormt een onderdeel van de stad
Het gebied is nu gesloten. Het terrein is slecht onderhouden en de locatie keert zich af van de omgeving. Bewoners waarderen het molenensemble, maar niet de huidige invulling en het gebruik van het gebied. Voor het toekomstige molenterrein zijn oplossingen wenselijk voor dit gesloten karakter. Het moet een aangenaam, open gebied zijn waar bezoekers welkom zijn. Door het molenterrein beter te ontsluiten en aantrekkelijk te maken, wordt het gebied weer een volwaardig onderdeel van de stad.

Ad 3 Gastvrijheid. Voor omwonenden en voor bezoekers
Het toekomstige molenterrein is een gastvrij gebied waar zowel omwonenden als bezoekers van verder weg welkom zijn en naar toe worden getrokken.

Drukte in de stad een programma dat wordt ingezet om de drukte in de stad te spreiden en zorgt voor evenwicht tussen omwonenden en bezoekers. Een doel van dit programma is "De stad groter maken". Dit wordt onder andere bereikt door het spreiden van bezoekers en het stimuleren van ontwikkeling van bestaande buurten buiten het centrum.

Ad 4 Functiedifferentiatie, met de molen als uitgangspunt
Functiedifferentiatie draagt bij aan het levendig maken van deze locatie. De molen wordt uit de anonimiteit gehaald en behoudt het authentieke karakter. Een deel van het molenterrein kan als museum fungeren. Voor de rest van het terrein is functiedifferentiatie gewenst waarbij gedacht kan worden aan functies die passen binnen de Visie op het molenterrein. Bijvoorbeeld (dag of kleine) horeca zou een ondersteunende rol kunnen hebben en bij detailhandel kan gedacht worden aan de verkoop van producten die op het terrein gemaakt worden. Gezien het industriële verleden zou een hedendaagse industrie, zoals de creatieve maakindustrie, welkom zijn. Ook wonen (bijvoorbeeld zelfbouw) is hier mogelijk.

Toetsing aan beleid
In de fase waarin wordt gewerkt aan een (ver)nieuw(d) bestemmingsplan zijn de cultuurhistorische en stedenbouwkundige randvoorwaarden leidend. Daarnaast is ook het overig stadsbreed vigerende beleid van toepassing. De verwachting is dat met name de monumentale waarde, het beleid ten aanzien van horeca, het parkeerbeleid en hoe om te gaan met de vervuilde grond bepalend zullen zijn voor wat er in het bestemmingsplan kan worden opgenomen.

Wensen en zorgen van bewoners en belanghebbenden

Op 7 december 2016 vond een informatiebijeenkomst plaats. Hier waren bewoners, molenaars, belanghebbenden en andere geïnteresseerden aanwezig. Tijdens deze avond kregen de aanwezigen de mogelijkheid om hun wensen en zorgen te uiten.

Algehele mening was dat molen De Otter zeer wordt gewaardeerd en dat men het molenterrein graag weer in ere hersteld ziet en dat de gemeente hierop aanstuurt. Voor eventueel toe te voegen functies werden veel ideeën geopperd; van houtzagerij tot museum, van koffietentje tot maatschappelijke onderneming. De functie horeca riep gemengde gevoelens op. Sommige bewoners uitten hun zorgen over grootschalige en commerciële ontwikkeling die zou leiden tot overlast, zowel in geluid als in aantallen bezoekers. In het vervolgtraject zal hier rekening mee moeten worden gehouden en een passend antwoord op moeten worden gegeven.

De wensen en zorgen die tijdens en naar aanleiding van de informatiebijeenkomst zijn geuit, zijn in het verslag van de bijeenkomst opgenomen en komen op hoofdlijnen terug in deze visie: te weten behoud van het molenterrein waarbij de gemeente helder aangeeft dat bij het nieuw leven inblazen ervan de bijzondere waarden centraal staan en dat er rekening gehouden wordt met het woonkarakter van de buurt. De vragen die zijn gesteld, worden in het bijgevoegde verslag beantwoord.

Tijdens de bijeenkomst is beloofd dat de input die we hebben opgehaald aan het Algemeen Bestuur wordt voorgelegd. De meeste ideeën betreffen een (nieuwe) invulling van het terrein. Ook is toegezegd dat de ideeën aan de (toekomstig) eigenaar worden doorgegeven.

2. Cultuurhistorische uitgangspunten

Molen De Otter is in de 17e eeuw gebouwd als houtzaagmolen. De stad Amsterdam wilde de molens graag binnen de gemeentegrenzen hebben om economisch sterk te staan. Om de destijds zeer moderne, industriële houtzagers zoveel mogelijk in Amsterdam te vestigen (in plaats van de Zaanstreek) werden gronden net buiten de Singelgracht aangewezen, waar men houtzaagmolens kon vestigen. In een slim grid verrees aan de Kostverlorenvaart een industrieterrein met tientallen molens. Molen De Otter is de enige nog resterende paltrokmolen uit deze tijd in Amsterdam, en zelfs de oudste van Nederland, op de oorspronkelijke locatie en met bijbehorende bebouwing en structuur.

Intussen zijn de tijden veranderd. Eind 19e – begin 20e eeuw is de historische structuur en bebouwing in de directe omgeving verdwenen ten behoeve van de stadsuitbreidingen. Het behoud van de historische bebouwing en structuren bestaande uit de molen, westelijke houtloods, de zuidelijke houtloods, oostelijke houtloods, voormalige knechtswoning, molenterrein, balkengat en invaarsloot is evident. Daarom moeten bij het opstellen van een nieuw bestemmingsplan de cultuurhistorische waarden van dit ensemble van gebouwen en structuren in acht worden genomen.

De RVE Monumenten & Archeologie van de gemeente Amsterdam is gevraagd om de cultuurhistorische waarden van Molenterrein De Otter te omschrijven en uitgangspunten ten behoeve van de visie op te stellen. In dit hoofdstuk is een samenvatting van hun advies opgenomen. Het gehele advies is als bijlage bij dit document gevoegd.

Waardering

Het Molenterrein De Otter is om meerdere redenen van eminent cultuurhistorisch belang. Het ensemble is van uitzonderlijke hoge waarde omdat het bestaat uit een combinatie van de oorspronkelijke zeventiende-eeuwse molen, balkengat en invaarsloot, molenterrein en later opgetrokken loodsen en woningen. Het is uniek en van niet te overschatten belang, dat in de vorm van het molenterrein met het balkengat en invaarsloot nog de pre-stedelijke veenweideverkaveling en historische kadestructuur herkenbaar bewaard is gebleven. Die oorspronkelijke, karakteristieke rafelige rand is verder helemaal verdwenen langs de Kostverlorenvaart.



Afbeelding 44 De Kostverlorenwetering met onregelmatig kadeverloo en duidelijk herkenbare pre-stedelijke veenweidestructuur (kadasterkaart 1832)



Afbeelding 5 Situatie 1909 (Dienst Openbare Werken, kaart 1:1000)

Monumentale status

De paltrokmolen De Otter, de westelijke en de zuidelijke houtloods zijn sinds 1980 beschermde rijksmonumenten. De overige gebouwen en structuren zijn van belang als onderdeel van het ensemble en zijn daarom als behoudenswaardig[4] aangemerkt. Het gaat hier om de oostelijke houtloods, voormalige knechtswoning, balkengat, zijsloot, de oude kadecontour en molenterrein.

Richtlijnen

Op basis van de geformuleerde waarden van het complex zijn uitgangspunten opgesteld. Deze uitgangspunten zijn, samen met de stedenbouwkundige vertaling en de visie van het stadsdeel, de leidraad bij het komen tot een aangepast bestemmingsplan.

Richtlijnen ensemble

Het molencomplex betreft een samenhangend geheel van gebouwen en structuur die in relatie staan met de pre-stedelijke situatie en met hun ligging aan de Kostverlorenvaart:

- Behoud van het (hout)industriële karakter.
- Behoud van de contour en verloop van de kade.
- De ruimten rondom en tussen de loodsen open houden, de kade toegankelijk en onbebouwd houden.
- Behoud van balkengat en invaarsloot in relatie tot Kostverlorenvaart.
- De visuele kwaliteit van en de relatie tussen het terrein, bebouwing en de waterstructuren behouden en benutten.
- Het ensemble is ook te zien als een gebied, en is dus meer dan een verzameling van gebouwen.
- Het molenterrein wordt als ensemble beschermd. Plannen voor onderdelen van dit ensemble worden ook beoordeeld in relatie met het geheel.
- In de opzet van het ensemble is de pre-stedelijke verkavelingsstructuur herkenbaar; nieuwe invullingen respecteren die verkavelingsstructuur. De aansluiting van het terrein met de Gillis van Ledenberchstraat is dus ook een landschappelijke opgave.
- Onlosmakelijk deel van het ensemble is het terrein om en tussen de gebouwen. Dat betekent het open houden van het werkterrein tussen de molen en loodsen. Het balkengat en de invaarsloot vormen een wezenlijk onderdeel. Dit terrein blijft herkenbaar als molenterrein en het functioneren daarvan. De verbinding van de molen en loodsen met het water en de aanwezigheid van balkengat en de invaarsloot is kenmerkend en het behouden waard. Toe te voegen programma zal deze verbinding niet mogen verbreken.
- Alle historische gebouwen die deel zijn van het ensemble hebben een eigen functie en vorm. Ze hebben een duidelijk herkenbaar karakter, vorm en een heldere structuur. De verschillende delen van het ensemble bezitten ook een eigen karakter, schaal en structuur. Voor de herbestemming van het gebied moeten de ingrepen primair worden beoordeeld op het niveau van karakter en structuur.
- Zichtlijn vanaf de Gillis van Ledenberchstraat naar de molen open houden.
- Kenmerkend zijn de bescheiden bouwhoogtes van de bijbehorende bebouwing van 1 of 2 lagen met kap. Omringende bebouwing direct naast de molen is niet toegestaan en in de eerste linie om de molen mag die niet hoger zijn dan de houtloodsen. In de tweede linie daar

[4] Zie bijlage wat als behoudenswaardig wordt aangemerkt.

omheen is beperkt meer hoogte dan de houtloodsen mogelijk, maar die mag de molen en het molenterrein niet domineren.

Richtlijnen gebouwen

- Behoud van de rijksmonumenten in situ – de molen de Otter, de zuidelijke en de westelijke houtloodsen. Van betekenis zijn onder meer de houtconstructie, hoofddraagconstructie, kapvorm, zwart geteerde houten beschieting en dakbedekking, het silhouet en het mechaniek. Concrete plannen worden getoetst aan de erfgoedwet (1 juli 2016).
- De historische gebouwen en onderdelen maken deel uit van een groter ensemble; de samenhang van het ensemble wordt benadrukt door de continuïteit van het binnen- en buitengebruik van de molenactiviteiten. De intensieve relatie tussen binnen en buiten komt ook tot uitdrukking in de inrichting van het gebied, passend bij een houtzaagmolenterrein.
- Karakteristiek aan de loodsen is de hoofddraagconstructie met de (eenzijdig) overkragende kappen met luifels ten behoeve van de droogfunctie. Daarnaast is het contrast tussen de dichte houten kopse kanten en de open zijkanten (met uitneembare doorwaaibare schotten) kenmerkend voor de droogloodsen.
- De overige behoudenswaardige bebouwing: in situ en karakteristiek behouden als uitgangspunt.
- De ruimtelijkheid van de loodsen is overal ervaarbaar. Invullingen respecteren deze ruimtelijkheid.
- Voor alle historische gebouwen geldt dat ze als familie herkenbaar dienen te blijven, dus een samenhangende visie en aanpak in plaats van een caleidoscoop.
- Het opnamevermogen van de verschillende monumentale gebouwen (programmatisch en in volume) is geen autonoom gegeven of resultante van het feitelijk aanwezig volume per gebouw, maar deels afhankelijk van het te respecteren (beeldbepalende) karakter per gebouw.

3. Stedenbouwkundige uitgangspunten

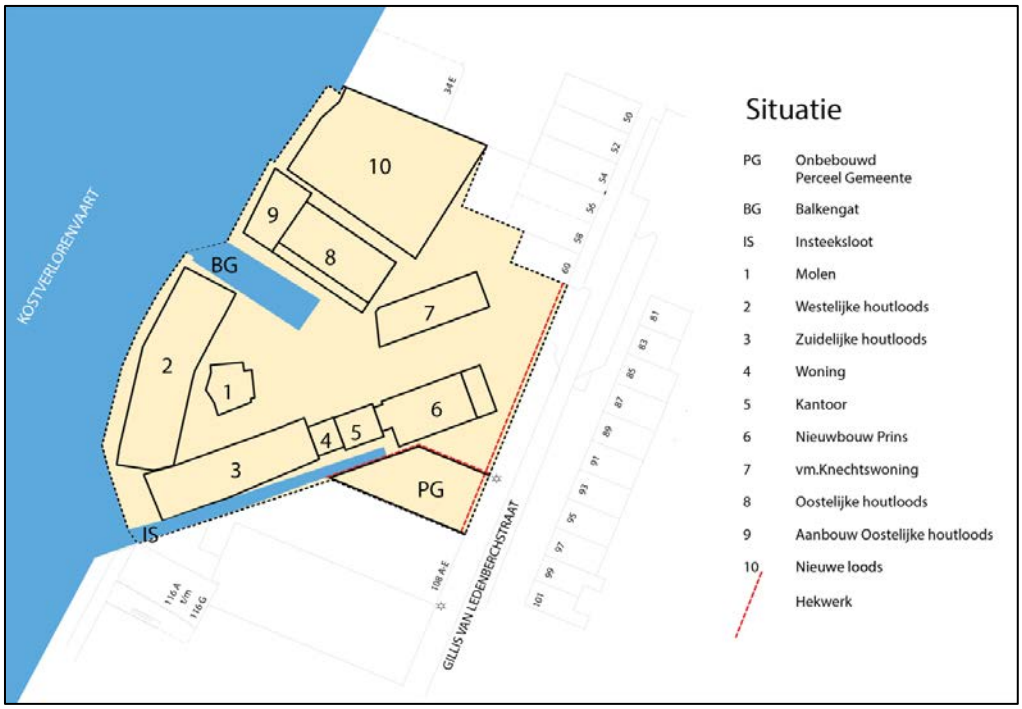
De stedenbouwkundige uitgangspunten zijn voor een belangrijk deel gebaseerd op de in het vorige hoofdstuk uiteengezette cultuurhistorische waarden.

In dit hoofdstuk worden op hoofdlijnen de uitgangspunten benoemd, de volledige omschrijving is in de bijlagen gegeven. Eerst worden de stedenbouwkundige kenmerken van de bestaande situatie geschetst. Vervolgens worden de kaders, de ruimtelijke en programmatische uitgangspunten gegeven en de contouren van het molenterrein beschreven. Binnen deze contouren kan bebouwing worden gerenoveerd, kunnen de functies wijzigen en is (beperkte) toevoeging mogelijk.

Stedenbouwkundige kenmerken bestaande situatie

De structuur en het karakter van de zeventiende-eeuwse verkaveling van het molenterrein zijn vanuit stedenbouwkundig oogpunt betekenisvol en hebben hun waarde in de huidige situatie.

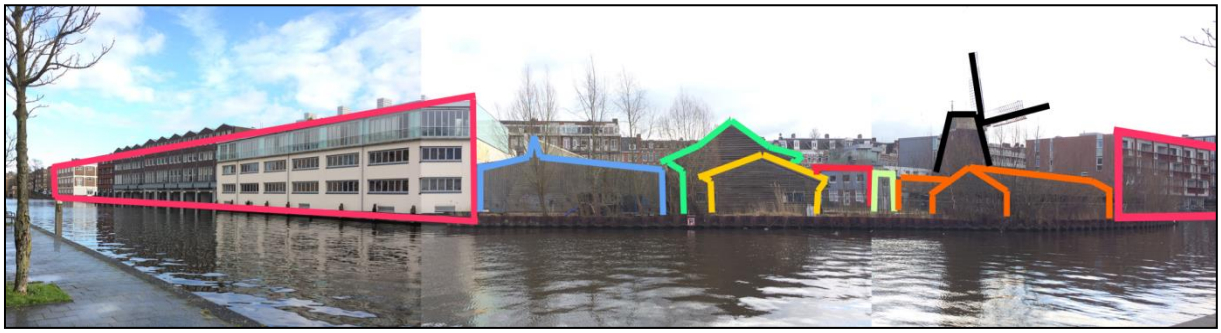
De verdraaiing ten opzichte van het stratenpatroon van de Frederik Hendrikbuurt maakt het terrein direct onderscheidend van de omgeving. Door de veelheid aan kleine losse bouwwerken ontstaan er doorkijkjes die een contrast vormen met de gesloten bouwblokken die kenmerkend voor de buurt zijn.



Afbeelding 5 Situatie molenterrein

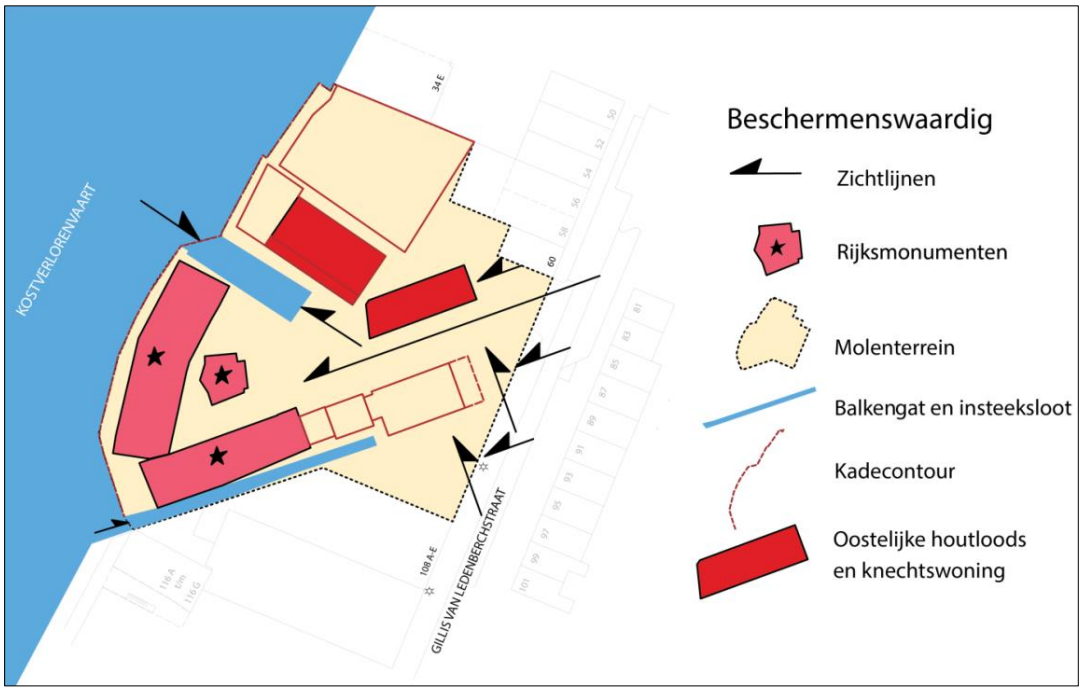
De relatie met de Kostverlorenvaart is belangrijk. De kademuur volgt de oorspronkelijke lijn welke stamt uit de tijd van voor dat er gemetselde kademuren bestonden. Vanaf de Buijskade (overzijde van de Kostverlorenvaart) is duidelijk te zien dat de hoofdrichting van de bebouwing langs de Kostverlorenvaart horizontaal is. Aan weerszijden van het molenterrein staat aaneengesloten dichte bebouwing van gemiddeld vier lagen hoog. Kenmerkend voor het molenterrein is de veelheid aan losse en geschakelde gebouwen in de historische verkaveling, wat de dichte

bebouwingswanden doorbreekt. De paltrokmolen vormt met een nok op ruim dertien meter hoogte het hoogste punt op het terrein.



Afbeelding 6 Stedenbouwkundig opzet Kostverlorenvaart

De openheid en de afwijkende oriëntatie van de gebouwen heeft ook invloed op de aansluiting op de Frederik Hendrikbuurt en de Gillis van Ledenberchstraat. Het bijzondere van het molenterrein is de rafelige rooilijn in die straat. De onder een hoek op de straat geplaatste koppen van gebouwen veroorzaken een zaagtandvorm in de rooilijn. Door de afwijkende verkaveling, de verspringende rooilijn en de verschillende bouwhoogten ontstaan er open zichtlijnen vanaf de straat naar de molen.



Afbeelding 7 Zichtlijnen en bebouwing

Kaders en contouren

De unieke kenmerken en structuur van het ensemble moeten in acht worden genomen bij het opstellen van een nieuw bestemmingsplan. In de bijlage staan alle uitgangspunten en voorwaarden. De voornaamste uitgangspunten bij het opstellen van een bestemmingsplan zijn:

<u>Verkavelingsstructuur</u>

- De van oorsprong functionele en op het houtzaagproces gerichte opzet van het molenterrein vormt het ruimtelijke uitgangspunt.

- De bestaande zichtlijnen op de karakteristieke molen en gebouwkoppen worden gerespecteerd.
- Langs de Gillis van Ledenberchstraat wordt de aanwezige zaagtandrooilijn verder doorgevoerd.

<u>Bouwhoogte</u>

- De nok van de molen vormt het hoogste punt op het molenterrein.
- De aanwezige opbouw van en diversiteit in bouwhoogte en maat wordt gerespecteerd.

<u>Architectuur</u>

- De bebouwing (huidig en toekomstig) sluit aan op de architectuur van de karakteristieke aanwezige bebouwing.

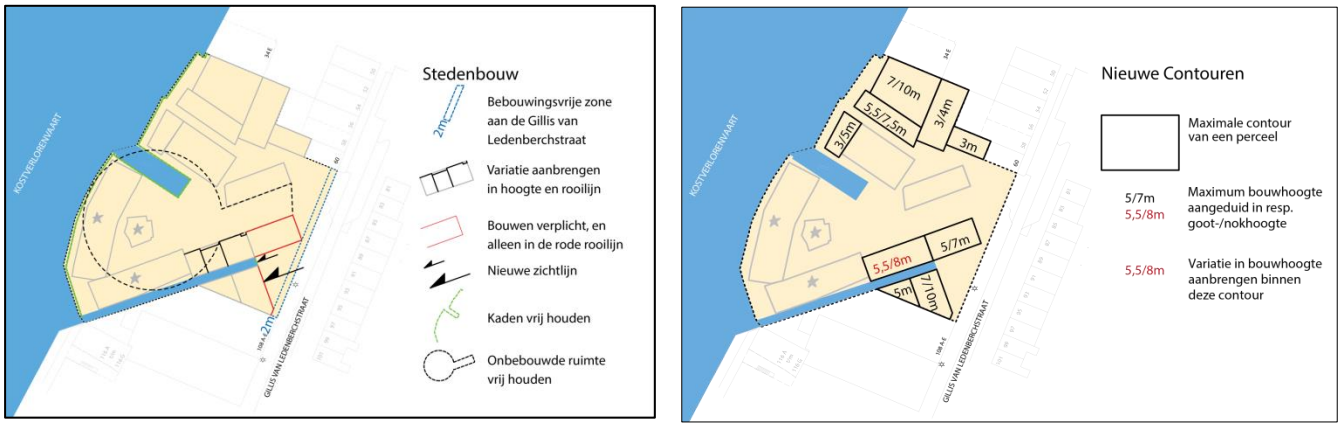
Nieuwe contouren

Het molenterrein is onlosmakelijk verbonden met het rijksmonument. Het terrein is beschermenswaardig. Vanzelfsprekend kan direct rond de molen niet gebouwd worden.

1. De molen en de zuidelijke en westelijke houtdroogloodsen (nr 2 en 3)[5] zijn rijksmonumenten. Deze zijn beschermd en moeten worden behouden.
2. De voormalige knechtswoningen (nr 7) en de oostelijke houtloods (nr 8)zijn beschermenswaardig.
3. Op de plaats van de woning (nr 4), het kantoor (nr 5) en Prins (nr 6), de nieuwe loods (nr 10) en de aanbouw van de oostelijke houtloods (nr 9) en achter Gillis van Ledenberchstraat 60 en naast huisnummer 108 in de Gillis van Ledenberchstraat (PG) is nieuwbouwontwikkeling mogelijk. Ter plaatse van de woning en het kantoor is nog opgenomen in de kaart *Stedenbouw* dat er variatie in voorgevelrooilijn en bouwhoogte dient te worden aangebracht.

De adviseurs van RVE M&A worden betrokken bij het opstellen van een nieuw bestemmingsplan .

De nieuwe contouren zijn op afbeelding 8 Stedenbouw en 9 Nieuwe Contouren weergegeven. Nieuwbouw en verantwoorde volumetoename kunnen alleen als dit niet belastend is voor de kleinschaligheid en de ruimtelijkheid die de ruimtelijke opzet van dit molenterrein kenmerkt.



Afbeelding 8 Stedenbouw en afbeelding 9 Nieuwe Contouren

Aansluitend op de zuidelijke houtloods staat bebouwing die bijdraagt aan het karakter op het terrein van kleine individuele bouwwerken met een eigen architectuur. Bij het opstellen van het nieuwe bestemmingsplan wordt de stedenbouwkundige structuur van het ensemble conserverend

[5] De nummers zijn terug te vinden op afbeelding 6 Situatie molenterrein

opgenomen. De "zaagtand"- rooilijn is de rooilijn waarin gebouwd dient te worden. Direct aansluitend op de monumentale zuidelijke houtloods dient de bouwhoogte bescheiden te zijn. Naast huisnummer 60 is bebouwing niet toegestaan omdat die hier het zicht op het terrein zou blokkeren. Verder op het terrein, ten noorden van de knechtswoningen en ten noorden en westen van de oostelijke houtloods staan niet beschermenswaardige gebouwen waar eveneens ruimte is voor een nieuwe ontwikkeling. De aangegeven maximale bouwhoogte op deze locatie wordt niet alleen ingegeven door het cultuurhistorische waardevolle ensemble dat geen hoge gebouwen duldt, maar ook door rekening te houden met de bezonning van de achterliggende terreinen aan de Gilles van Ledenberchstraat 60 en lager.

In het vigerende bestemmingsplan voor dit gebied, bestemmingsplan Westerpark Zuid, hebben de gebouwen aan de Gillis van Ledenberchstraat 56, 58 en 60 over het hele bouwvlak (dat gelijk is aan het bestemmingsvlak) een maximum bouwhoogte van 18 meter. De panden hebben een woonbestemming, alleen in de plint zijn niet-woonfuncties. De maximale bouwhoogte geldt ook voor de huidige lagere bebouwing aan de achterzijde van de panden. In het nieuw te maken bestemmingsplan voor het molenterrein zal deze maximale bouwhoogte worden verlaagd naar tot maximaal aansluitend aan de huidige eerste verdiepingsvloer.

Architectuur en materialisering

De gebouwen op het molenterrein zijn bijna allemaal voorzien van een zadeldak. Dit maakt dat er een onderstuk en een kap zijn. Door de kappen ontstaat naast een bepaalde landelijke sfeer ook veel lucht tussen de gebouwen. De overstekken van de loodsen zijn fors en zeer beeldbepalend. Een onderscheid in basis en beëindiging (bovenste laag/lagen) van nieuwbouw is hiermee een belangrijk thema. Voor de nieuwbouw geldt dat aansluiting gezocht moet worden bij dit thema 'kap'. Daarom zijn in de kaart ook goot- en nokhoogten opgenomen en een bij de karakteristieken van dit gebied passende hellingshoek (ca. tussen de 30 en 60 graden).

Het thema hout is duidelijk aanwezig. De loodsen zijn van hout, de planken in de gevels zijn horizontaal. Het hout is geteerd, ook dit is kenmerkend voor de gebouwen. Dit is een karakteristiek waar in nieuwbouw rekening mee gehouden dient te worden. Naast architectuur die aansluit bij de kenmerken van de historische bebouwing, is gebruik van transparante materialen zoals glas in de nieuwbouw zeer geschikt voor een terughoudende en verbindende architectuur.

Buitenruimte

Bij het historische karakter van het molenterrein is het goed denkbaar dat ook de inrichting van de buitenruimte hetzelfde van oorsprong functionele en het op het houtzaagproces gerichte karakter heeft als de bebouwing. Voor de beleving van de historische verkaveling en -gebouwen wordt gezocht naar een inrichting van de buitenruimte die past bij de relatie die het ensemble met het water heeft en met materialen die passen bij de historische karakteristiek van het molenterrein. Een terughoudend ontwerp met materialen van hoge kwaliteit en terughoudend kleurgebruik dragen bij aan een setting waarin het monumentale ensemble goed tot zijn recht komt.

De buitenruimte heeft een nauwe relatie met de gebouwen, beide zijn gericht en afgestemd op het houtzaagproces. De overgang tussen de Gillis van Ledenberchstraat zou zo toegankelijk mogelijk moeten zijn, liefst zonder hekwerken die het terrein afsluiten. De ruimte van de Gillis van Ledenberchstraat zou onopvallend door moeten lopen in het molenterrein zodat benadrukt wordt dat het terrein onderdeel van de ruimte uitmaakte waar hout van en naartoe getransporteerd werd.

De bestratingskeuze van het molenterrein zal ook een belangrijke rol spelen in de beleving van de overgang van stad naar 'molenlandschap'. De inrichting moet ook voorzien in gebruik van de kade langs de Kostverlorenvaart.

4. Proces

Dit document "Visie op molenterrein De Otter" is opgesteld in samenspraak met het projectteam Molen De Otter. In dit projectteam zijn naast leden uit het gebiedsteam Westerpark ook de RVE Grond & Ontwikkeling, Ruimte & Duurzaamheid en Communicatie vertegenwoordigd. RVE Monumenten & Archeologie heeft meegeschreven en geadviseerd. Ook de beleidsmedewerker Hotelbeleid heeft geadviseerd over de wenselijkheid en mogelijkheid van een hotel.

Parallel aan het opstellen van deze visie, hebben gesprekken plaatsgevonden met belangengroepen, belangstellenden, ontwikkelaars en initiatiefnemers, en de bewoners die zich gemeld hadden met vragen of opmerkingen over de molen.

Op 7 december 2016 is een informatiebijeenkomst georganiseerd waarvoor een zo breed mogelijke groep van bewoners, belangstellenden en belangengroepen is uitgenodigd zodat een goed beeld kon ontstaan van de meningen die leven over de molen en wat er met het molenterrein zou moeten gebeuren. Deze bijeenkomst is georganiseerd voordat de Visie klaar werd gemaakt voor bestuurlijke besluitvorming met als doel alle geïnteresseerden op de hoogte te brengen van de stand van zaken en de verschillende meningen te peilen. Op deze avond en de opgehaalde input wordt in de paragraaf "Wensen en zorgen van bewoners en belanghebbenden" verder ingegaan. Het verslag van de avond is, samen met de daarna binnengekomen wensen en zorgen, als bijlage toegevoegd.

Vervolgproces

Dit document "Visie op molenterrein De Otter" wordt ter vaststelling voorgelegd aan het bestuur van stadsdeel West. Op het moment dat de (huidige of toekomstige) eigenaar met plannen voor het molenterrein komt, kan de gemeente hierover in gesprek gaan. De vastgestelde Visie vormt de insteek van de gemeente in deze gesprekken. Ook met de belanghebbenden zal overleg gevoerd worden. De eigenaar wordt bij een ontwikkelplan ook geadviseerd om met bewoners en andere belanghebbenden in gesprek te gaan.

Als de ingediende plannen niet passen in het bestemmingsplan, zal een nieuw bestemmingsplan moeten worden opgesteld. Het participatieproces dat staat omschreven in de participatienota bestemmingsplannen stadsdeel West wordt hier gevolgd. Dit houdt in dat een startnotitie wordt opgesteld waarin het proces staat beschreven en bewoners mee mogen praten over het voorontwerp bestemmingsplan. Over het ontwerp bestemmingsplan, dat vervolgens wordt opgesteld, wordt een inspraakprocedure gestart. Na vaststelling van het nieuwe bestemmingsplan kunnen bewoners en belanghebbenden, als ze het niet eens zijn met het plan, bezwaar maken

Plannen bestuurlijke besluitvorming

DB besluitvorming :	11 juli
Bestuurscommissie (oordeelsvormend) :	12 september
Bestuurscommissie (besluitvormend) :	26 september

Bijlagen

Redengevende omschrijving rijksmonumenten

Nota van uitgangspunten cultuurhistorische waarden Molenterrein De Otter, M&A 2016

Stedenbouwkundige uitgangspunten Molenterrein De Otter

Beslissing op bezwaar - weigering monumentenvergunning Houtzaagmolen De Otter, dd. 6 maart 2012

Verslag informatiebijeenkomst 7 december 2016

Bijlage 6 Grondwatereffect onderkeldering Amsterdam

Gemeente Amsterdam

Datum
13 maart 2019

Grondwater effecten van onderkeldering in Amsterdam

modelstudie vier deelgebieden

J. de Jong (Ingenieursbureau Amsterdam)
E. Bekking (Waternet)

Met bijdragen van:
D. de Vries (Ingenieursbureau Amsterdam)
J. Beemster (Waternet)
I. van Wielink (Waternet)

waternet
waterschap amstel gooi en vecht
gemeente amsterdam

Gemeente Amsterdam

Inhoud

Inhoud **3**

1 Aanleiding **6**

2 De ondergrond van Amsterdam **8**
2.1 Bodemopbouw 8
2.2 Waterhuishouding 9
2.3 Grondwateroverlast en -onderlast 10
2.4 Grondwaterzorgplicht 12
2.5 Rainproof 12

3 Onderzoeksgebieden **14**
3.1 Keuze onderzoeksgebieden 14
3.2 Beschrijving onderzoeksgebieden 15
3.2.1 Slotervaart Zuid 15
3.2.2 Frederik Hendrikbuurt 16
3.2.3 Museumkwartier West 17
3.2.4 Middenmeer 18

4 Berekening en scenario's **19**
4.1 Berekeningsmethode 19
4.2 Scenario's 20

5 Resultaten grondwatermodel **22**
5.1 Modelresultaten 22
5.2 Toelichting op resultaten per wijk 23

6 Conclusies en aanbevelingen **28**

7 Bijlage 1 modelparameters **29**

8 Bijlage 2 Modelresultaten (uitgebreid) **31**
8.1 Slotervaart Zuid 32
8.2 Frederik Hendrikbuurt 35
8.3 Museumkwartier West 43
8.4 Middenmeer 46

9 Bijlage 3 Kaart gebieden met hoog grondwater **51**

Bijlage 1 Grondwatermodel uitgangspunten
Bijlage 2 Resultaten per wijk (uitgebreid)
Bijlage 3 Kaart gebieden met hoog grondwater

Samenvatting

Gemeente Amsterdam en Waternet hebben de afgelopen maanden onderzoek gedaan naar de grondwatereffecten van het aanleggen van kelders in de stad. Dit is één van de onderdelen uit de motie 447 van 16 mei 2018 van raadsleden Van Renssen (GroenLinks), De Heer (PvdA), Hammelburg (D66) en Flentge (SP) over de gevolgen van onderkeldering en andere vormen van verstening van binnentuinen in Amsterdam.

De resultaten van het onderzoek geven aan dat de cumulatieve effecten van kelderbouw in de stad op middellange termijn tot lange termijn tot ernstige (grond)wateroverlastsituaties kunnen leiden. Door de barrièrewerking van kelders kan de grondwaterstand bij bouwblokken stijgen en/of dalen. Overlast door te hoge of onderlast door te lage grondwaterstanden is dan een gevolg. Daarnaast kan hemelwater dat in gesloten woonblokken met kelders valt onvoldoende afstromen naar de omgeving. Door de grondwaterstijging die optreedt kan hier de bodem minder hemelwater bufferen, waardoor de klimaatbestendigheid afneemt. In de stad zijn de bovenstaande effecten per wijk nader te specificeren waarbij de meest negatieve effecten optreden in gesloten bouwblokken in de bestaande wijken binnen de ring A10.

De noodzaak voor het opstellen van een, zo generiek mogelijk, afwegingskader voor het aanleggen van kelders is dan ook een van de belangrijkste generieke aanbevelingen uit het onderzoek. Op grond van de Wet ruimtelijke ordening stelt de gemeente bestemmingsplannen en straks omgevingsplannen vast. Hierin kunnen regels voor het realiseren van kelders opgenomen worden. Meer buiten de ring A10 is er een keuze om wel/geen maatregelen voor te schrijven. Vanuit klimaatbestendigheid en vanuit het uitgangspunt om bij bouwaanvragen de grondwaterstanden niet negatief te beïnvloeden (stand-still) wordt aanbevolen ook deze gebieden mee te nemen in het afwegingskader.

Opgemerkt moet worden dat naast een generiek afwegingskader er in specifieke aandachtsgebieden toch specifieke advisering op vergunningsaanvragen nodig is en blijft, zoals in polderrioleringsgebieden.

De oplossing ligt in het grondwaterneutraal aanleggen van de kelders. Dit is het zodanig bouwen van een kelder waarbij het grondwater na de aanleg duurzaam en ongehinderd kan blijven stromen. Een eerste concrete maatregel in deze richting is het vrijhouden van 30 cm grond aan weerszijden van de kelders. Deze maatregel helpt op korte termijn om de grondwateruitwisseling in stand te houden. Op de langere termijn is het alleen treffen van deze maatregel onvoldoende om het totale effect goed te kunnen bestrijden.

Om helemaal grondwaterneutraal te bouwen zullen aanvullende of andere haalbare maatregelen verkend, gespecificeerd en uitgewerkt moeten worden. Voorgesteld wordt om de kennis hiervoor op te halen bij de bouwers en constructeurs van de kelders. Hiervoor wordt op korte termijn een kennissessie kelders en grondwater georganiseerd.

Daarnaast wordt geadviseerd om de bestaande ondergrondse constructies in de stad te inventariseren en vast te leggen. Deze informatie is in Amsterdam wel bekend in de vorm van afgegeven vergunningen maar het is nog niet procesmatig geborgd dat geografische informatie wordt ontsloten en/of systematisch wordt vastgelegd. Hiermee kan het ondergronds bouwen in openbare en particuliere ruimte beter gestuurd worden.

Tot slot verkent de gemeente momenteel de mogelijkheden om een hemelwaterverordening tot stand te brengen waarin het realiseren van waterberging op eigen terrein wordt verplicht. Hiermee kunnen nieuwe gebouwen en indien wenselijk ook aanbouwen, waarvoor een omgevingsvergunning nodig is, verplicht zijn om een waterbergende voorziening op te nemen.

1 Aanleiding

In Amsterdam neemt het aanleggen van kelders onder particuliere woningen de laatste jaren toe. Het aanleggen van een kelder zorgt voor meer woonoppervlakte waardoor gezinnen in de stad kunnen blijven wonen. Hierdoor wordt de beschikbare ruimte beter benut en dit sluit aan op het Amsterdamse beleid van verdichting. Het extra woonoppervlak zorgt ook voor een waardestijging. Met het aanleggen van een kelder wordt ook vaak de fundering vervangen, waardoor de woningvoorraad van Amsterdam weer stevig verankerd staat in de slappe ondergrond.

Maar het aanleggen van kelders zorgt ook voor overlast. Door de forse toename van het aantal bouwprojecten ontstaat er in de straat en wijk overlast door de vele bouwactiviteiten. Deze overlast bestaat uit de aanwezigheid van bouwcontainers tot geluids- en stankoverlast. Daarnaast ervaren direct aangrenzende huiseigenaren soms schade aan hun woning door de bouwactiviteiten en ingrepen aan de gezamenlijke fundering. In de eindsituatie kan het grondwatersysteem hinder ondervinden door (gedeeltelijke) afsluiting van de ondergrond. Regenwater dat normaal in de tuin valt en afgevoerd wordt via het grondwater kan hierdoor moeilijker of niet meer weg, met overlast tot gevolg. Andersom kan het grondwatersysteem in de omgeving de binnentuinen in droge perioden moeilijker voeden, waardoor grondwaterstanden uitzakken waardoor schade kan optreden aan beplanting/bomen en funderingen. Dit wordt grondwater onderlast genoemd.

Op 18 mei 2018 heeft de gemeenteraad een motie aangenomen over het inzichtelijk maken van de gevolgen van onderkeldering en andere vormen van verstening in de binnentuinen van Amsterdam (motienummer 447). In de motie is toegezegd de volgende acties uit te voeren.

1. Nader onderzoek te laten doen naar de gevolgen van onderkelderingen in de gehele stad Amsterdam
2. Een afwegingskader op te stellen voor de behandeling van aanvragen voor omgevingsvergunningen voor onderkeldering van tuinen.
3. Voor zover mogelijk hierbij te kijken naar de samenhang met het oprukkend aantal uitbouwen van gevels in Amsterdam.

Voor het doen van nader onderzoek naar de gevolgen van onderkeldering op het grondwateraspect hebben gemeente Amsterdam Ingenieursbureau (IB) en Waternet (WN) een aantal grondwaterberekeningen uitgevoerd. De berekening geeft een beeld van de structurele stijging en daling van de grondwaterstand door het aanleggen van kelders onder bestaande woningen. Hierbij wordt uitgegaan van een conservatief scenario waarbij de kelders de gehele bodemlaag afsluiten waar grondwater doorheen stroomt.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor vier wijken in Amsterdam. Deze wijken zijn gekozen op basis van een aantal representatieve kenmerken die in Amsterdam voorkomen. Op deze manier kan er voor andere wijken met ongeveer dezelfde karakteristieken een beeld worden verkregen over de omvang van de effecten op de waterhuishouding.

Bij de berekening zijn verschillende scenario's doorgerekend; huidige situatie, 50% kelders en 100 % kelders. Om een relatie te leggen met de toename van uitbouwen wordt in de berekening ook aandacht gegeven aan het aanleggen van een kelder onder een potentiële uitbouw in de tuin. Ook is de eerder geformuleerde oplossingsrichting, het vrijhouden van 30 cm grond aan weerszijden van de nieuwe kelder, doorgerekend. Hiermee krijg je inzicht in de effectiviteit van deze ingreep en kun je beoordelen of dit mogelijk afdoende is als maatregel. Daarnaast wil Amsterdam toekomstbestendig bouwen. Eén aspect is dat de stad, conform het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie, beter bestand moet zijn tegen klimaatverandering. Indien de effecten bij een 100% situatie gering zijn wordt deze ook uitgezet tegen het klimaatscenario om te bepalen of de effecten in de toekomst beperkt blijven.

Doel
Met de resultaten van de berekening wordt de lange termijn omvang en het effect van het bouwen van kelders op de grondwaterhuishouding in Amsterdam inzichtelijk gemaakt. Met deze informatie kan afgewogen worden of het opstellen van een afwegingskader vanuit dit thema nuttig en nodig is en of extra maatregelen nodig zijn. Hierbij moet ook de afweging gemaakt of -, en wat voorgeschreven moet/kan worden en welke mogelijke beleidskaders hiervoor geschikt zijn (bijvoorbeeld Bestemmingsplan, verordening of Omgevingsvisie/-plan).

Leeswijzer
In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de opbouw van de ondergrond van Amsterdam en de werking van het grondwatersysteem en hoe de verantwoordelijkheden van het grondwater zijn geregeld. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving en onderbouwing van de gebieden die in dit onderzoek zijn onderzocht. In Hoofdstuk 4 worden de uitgangspunten voor de grondwaterberekening toegelicht, inclusief de verschillende scenario's die doorgerekend zijn. In Hoofdstuk 5 volgen de resultaten van de grondwaterberekening en een uiteenzetting van de lokale grondwatereffecten van de onderkeldering in de onderzoeksgebieden. Het rapport wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

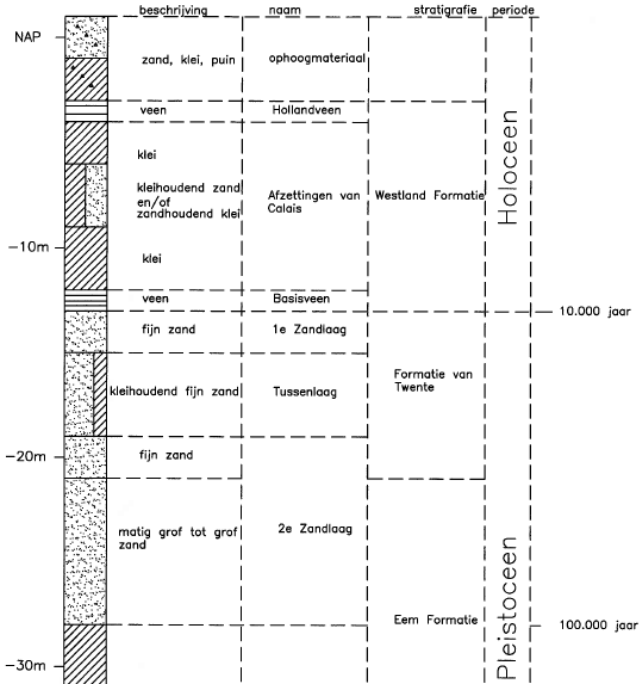
2 De ondergrond van Amsterdam

Om iets te kunnen zeggen over de effecten van kelders op de waterhuishouding is het belangrijk om te weten hoe het (grond)watersysteem in Amsterdam werkt. Belangrijke factoren bij de werking van het (grond)watersysteem is de bodemopbouw en de inrichting van het watersysteem. Bij de bodemopbouw gaat het over de diepere ondergrond en de bovengrond. Bij het watersysteem gaat het over de grachten en singels (oppervlaktewater) en het water in de bodem (grondwater).

2.1 Bodemopbouw

Geohydrologische opbouw

De globale indeling van de bodem onder Amsterdam staat hiernaast weergegeven. Het bestaat grofweg uit een variabele ophoog laag die kan bestaan uit zand, klei en puin, zie paragraaf 2.2.2., waar het ondiepe (freatische) grondwater stroomt. Daaronder ligt een veen/kleilaag op 4-8 meter diep. Deze laag laat maar een geringe hoeveelheid water door. Op circa 12 meter zit de eerste zandlaag. Dit is de zandlaag waar huizen met een paalfundering meestal op rusten. Heipalen zijn in Amsterdam dus circa 10-15 meter lang. In deze eerste zandlaag stroomt het diepe grondwater, net zoals in de tweede zandlaag gebeurt. Eerste en tweede zandlaag samen worden het eerste watervoerend pakket genoemd.



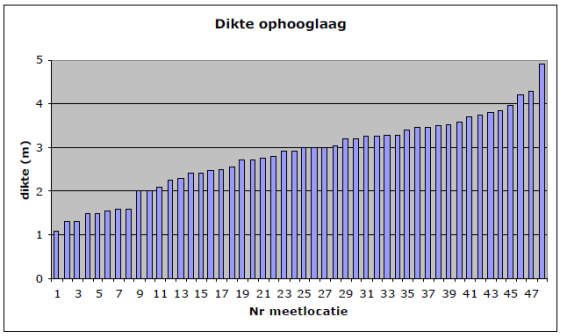
Figuur 1 Globale bodemopbouw Amsterdam

Ophoog laag

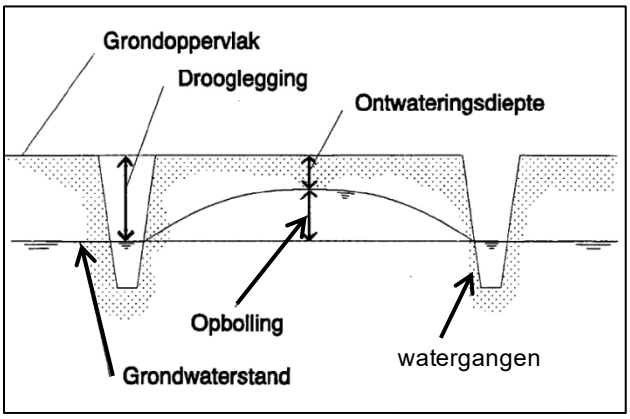
De ophoog laag is een belangrijke laag in Amsterdam. Dit is een laag grond die opgebracht is om het gebied bouwrijp te maken. Hierop zijn de straten en huizen aangelegd en zijn de grachten en singels gegraven.

De ophoog laag was nodig omdat de originele bodem uit slap veen en klei bestond. In Amsterdam vind je de relatief laag gelegen en slecht draagkrachtige grond nog terug in de verschillende stadsparken zoals het Vondelpark, Sarphatipark en het Oosterpark.

De dikte en de samenstelling van het ophoogmateriaal is per locatie verschillend. Dit is afhankelijk van welk materiaal er bij het bouwrijp maken aanwezig was. Idealiter bestond het ophoogmateriaal uit zand, dat goed doorlatend is voor het grondwater, maar er kan ook sprake zijn van een mengsel van verschillende materialen. Ook de dikte loopt flink uiteen. Als voorbeeld staat in de afbeelding hiernaast de dikte van de ophoog laag in de Jordaan weergegeven. De dikte varieert tussen 1 en 5 meter. In Amsterdam komen ook plaatsen voor waar de ophoog laag kleiner is dan 1 meter en incidenteel groter dan 5 meter.



Figuur 2 Jordaan voorbeeld dikte ophoog laag (m)



Figuur 3 Enkele begrippen grondwater

Manier van ophogen

In Amsterdam zijn verschillende wijken ook op verschillende manieren opgehoogd. Onderscheid wordt gemaakt tussen integraal ophogen of gedeeltelijk ophogen. Bij integraal ophogen wordt er ophoogmateriaal over de gehele te ontwikkelen wijk verspreid. Overal is de ophoog laag aanwezig met wellicht variatie in dikte en samenstelling. Delen van het centrum van Amsterdam en de wijken in omliggende polders (Nieuw-West en Zuidoost) zijn zo opgehoogd.

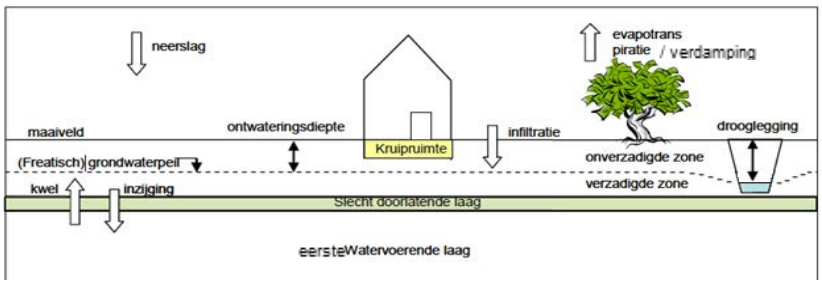
Wijken ontwikkeld tussen 1920-1940 zijn niet allemaal integraal opgehoogd. Dit zijn in Amsterdam de wijken binnen de ring maar buiten het centrum. Hier komen woonblokken voor waar alleen de openbare ruimte opgehoogd is en de tuinen aan de achterzijde niet of zeer gering. De huizen hebben hier vaak een souterrain en de tuinen zijn vaak drassig, door de lage ligging.

2.2 Waterhuishouding

In de ophoog laag zijn ook de grachten en singels van de stad gegraven. In Amsterdam hebben de grachten en singels van het boezemsysteem (Stadsboezem Amsterdam en Amstellands Boezem) een vast waterpeil van NAP – 0,40 m. In de omliggende poldergebieden zijn de peilen anders. Het Stadsdeel Nieuw-West ligt voor een groot deel in de Sloterbinnenpolder. In deze polder hebben de watergangen een vast waterpeil van NAP – 2,10 m. De Watergraafsmeer is een diepe polder met waterpeilen variërend tussen NAP -5,50 m tot plaatselijk NAP -6,20 m.

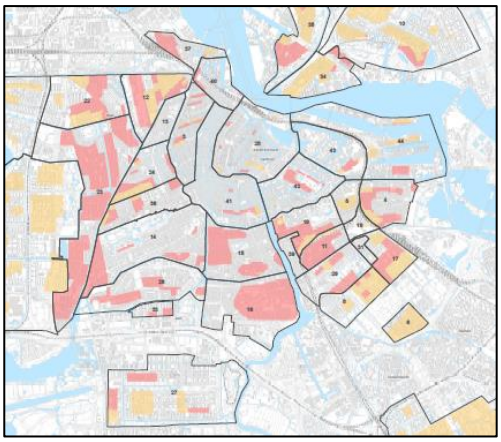
Grachten, singels en sloten worden aangelegd om de ophoog laag te ontwateren. Hierdoor stroomt de neerslag, die in een gebied valt, ondergronds via het grondwater af naar de grachten en singels. De dikte, samenstelling en de integraliteit van de ophoging bepaalt de effectiviteit van deze afwatering. Is een dikke goed doorlatende ophoog laag van zand aanwezig, dan stroomt het regenwater makkelijk weg en is de opbolling van het grondwater beperkt. Bij een dunnere en slechter doorlatende ophoog laag is de ontwatering lastiger en trager en kunnen er hogere grondwaterstanden voorkomen.

De grondwaterstand wordt ook voor een deel beïnvloed door toestroming of wegzijging van grondwater uit of naar dieper gelegen zandlagen. In diepere polders stroomt er vaak water vanuit de ondergrond toe: dit wordt kwel genoemd. In het grootste deel van Amsterdam vindt er echter een geringe hoeveelheid wegzijging plaats. Hierbij zakt het grondwater langzaam weg richting diepere grondlagen, zie onderstaand plaatje.



Figuur 4 Enkele grondwaterbegrippen

De grondwaterstanden worden gemeten in peilbuizen/ peilfilters. In de hele stad staan circa 2.500 peilfilters die 6 tot 7 keer per jaar worden gemeten. De gebieden waar hoge grondwaterstanden voorkomen staan globaal in figuur 5 weergegeven. De kaart is ook in groter formaat in bijlage 3 toegevoegd. Zowel de rode als gele vlekken geven globaal de gebieden aan waar de ontwatering (grondwaterstand ten opzichte van maaiveldhoogte) kleiner dan 0,90 m is. Een ontwatering van kleiner dan 0,90 m kan in de openbare ruimte en aangrenzende bebouwing zorgen voor overlast. Geel zijn globaal de gebieden waar door het meeleggen van drainage de ontwatering verbeterd kan worden. In de rode gebieden is extra ontwatering lastig door de indicatieve hoogteligging van de houten fundering*: meer draineren zou hier mogelijk kunnen leiden tot droogstand van houten funderingen. Nadere analyse van grondwatergegevens en funderingen zal hier moeten plaatsvinden.



Figuur 5 gebieden met hoog grondwater

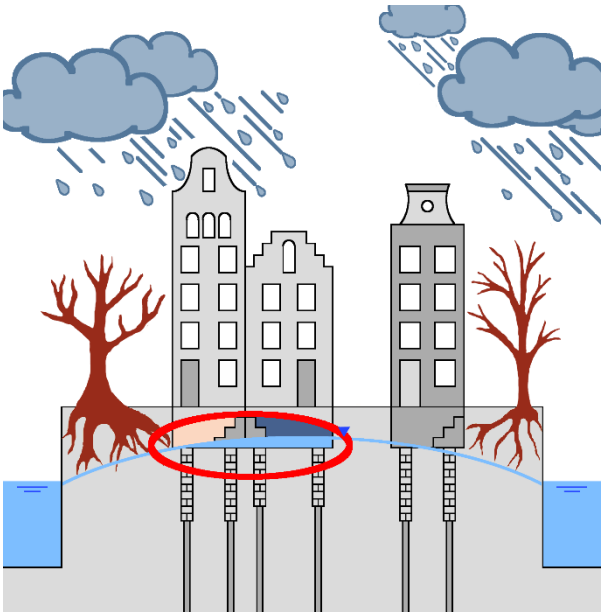
*Nu bepaald op basis van een globale eenmalige inventarisatie historische bouwarchief met wisselende betrouwbaarheid

2.3 Grondwateroverlast en -onderlast

Een (te) hoge grondwaterstand kan leiden tot grondwateroverlast, een (te) lage grondwaterstand tot grondwateronderlast. Hieronder wordt toegelicht waaruit overlast en onderlast kan bestaan en hoe een grondwaterstandverandering het risico hierop kan vergroten.

Overlast uit zich vooral in:

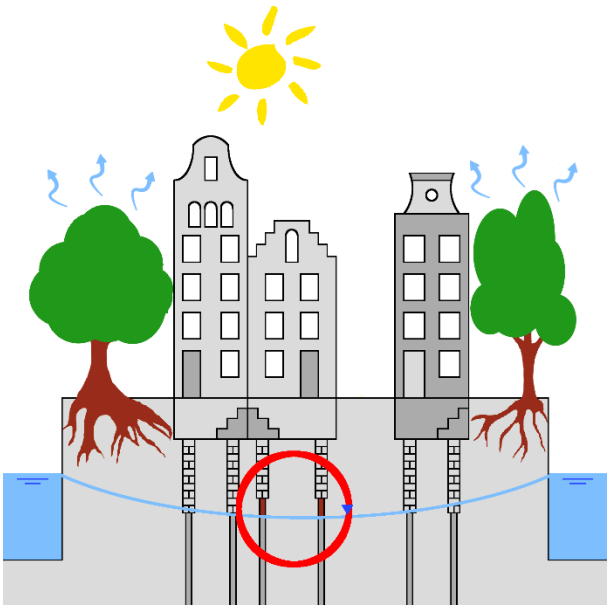
- Grondwater in kruipruimten, eventueel leidend tot optrekkend vocht in de woning of muggenoverlast
- Grondwater in (lekke) kelders en souterrains. Deze bouwwerken moeten waterdicht zijn, maar zijn dat in praktijk niet altijd. Scheuren boven de grondwaterspiegel die nu niet lekken, zouden bij een grondwaterstandstijging wel kunnen gaan lekken.
- Natte tuinen.
- Verminderde bomengroei. Bomen wortelen alleen boven de grondwaterspiegel. Bij een grondwaterstandstijging wordt de wortelruimte kleiner en kunnen bestaande wortels onder water komen en afsterven. In het uiterste geval sterft een boom af.
- Opvriezen van wegen. Hiermee wordt bedoeld dat de grondwaterspiegel stijgt



Figuur 6 Voorbeeld overlast van grondwater bron: Waternet, Pytrik Graafstra

tot boven de diepte waar de vorst kan indringen (circa 0,7 m onder maaiveld). Het grondwater kan in de winter bevriezen. Hierdoor kunnen wegen scheuren en is er meer wegonderhoud nodig.
- Grondwater op maaiveld. Dit kan ontstaan wanneer de grondwaterstandstijging zeer fors is.

Onderlast uit zich vooral in:
- Droogvallende houten funderingen. Deze dienen altijd onder het grondwater te blijven. Wanneer de funderingen periodiek droogvallen, begint een proces van aantasting van de houten palen (paalrot). In het algemeen geldt: hoe langer de cumulatieve periode van droogstand, des te groter het risico op aantasting. Het risico is sterk afhankelijk van het gebruikte houttype, herkomst en transportwijze. In Amsterdam is dit risico zeer reëel.
- Verdroging van groen en bomen. Planten, heesters en bomen zijn kwetsbaar voor verdroging. Maar ook geïsoleerde vijvers en paddenpoelen kunnen gedeeltelijk droogvallen.
- Droogval van archeologische objecten. Archeologische waardevolle objecten worden onder het grondwater goed bewaard, maar wanneer ze boven de grondwaterspiegel komen, kunnen beschadigingen ontstaan.
- Verhoogde zetting van de ondergrond. Kans op leidingbreuk en onregelmatige zetting. Toename in hoogteverschil tussen openbare ruimte en particuliere ruimte. Openbare ruimte wordt opgehoogd, particuliere ruimte niet/minder



Figuur 7 voorbeeld grondwateronderlast bron: Waternet, Pytrik Graafstra

De grondwaterstand fluctueert door het jaar heen. In het algemeen zijn de grondwaterstanden het hoogst in de winter, het laagst in de zomer. Deze momenten zijn bepalend voor overlast en onderlast. De langjarige grondwatermetingen in Amsterdam geven aan dat de hoogste/laagste grondwaterstanden vaak 0,1 à 0,4 m boven/onder de gemiddelde grondwaterstand liggen. Daarom worden in dit onderzoek niet alleen de grondwatereffecten berekend in een gemiddelde situatie, maar ook in een erg natte c.q. droge situatie. De doorgerekende situaties komen grofweg één maal in de anderhalf á twee jaar voor.

Voor nieuwbouw geldt dat sprake is van grondwateroverlast als de ontwateringsdiepte (de afstand tussen het maaiveld en de hoogste grondwaterstand) met een herhalingskans van 1 keer per 2 jaar gedurende maximaal 5 aaneengesloten dagen overschreden mag worden. Voor bebouwing met kruipruimte is de ontwateringsdiepte 0,9m en voor bebouwing zonder kruipruimte is dat 0,5m.
Voor bestaande bouw zijn geen normen opgesteld maar wordt als richtlijn gebruikt dat de gemiddeld hoogste grondwaterstand bij voorkeur 0,9m (bebouwing met kruipruimte) dan wel 0,5m (bebouwing zonder kruipruimte) of meer onder maaiveld staat. Circa 5% van de tijd is de grondwaterstand gelijk aan of hoger dan de gemiddeld hoogste grondwaterstand.

De meest kwetsbare objecten voor grondwateronderlast zijn over het algemeen woningen met houten funderingen. Er is sprake van grondwateronderlast als de grondwaterstand lager is dan de bovenkant van de houten fundering. Omdat de werkelijke houthoogte vaak verschilt van de houthoogte volgens oude bouwtekeningen, wordt bij voorkeur nog een grondwaterstand marge van 40 cm boven de houten fundering gehanteerd.

2.4 Grondwaterzorgplicht

Gemeenten hebben op grond van de Waterwet een grondwaterzorgplicht.

Op grond van deze zorgplicht dienen gemeenten zich zoveel mogelijk in te spannen om in openbaar gemeentelijk gebied structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken. Bij het maken van het bestemmingsplan worden de problemen onderkend op basis van de 'watertoets' (ruimtelijke ordening) en in de inrichtingsfase worden de maatregelen gerealiseerd door middel van grondexploitatie en bouwvoorschriften (omgevingsvergunning voor bouwen).

Mochten zich daarna nog problemen voordoen in verband met de grondwaterstand dan dient de gemeente, binnen de grenzen van doelmatigheid, maatregelen te treffen om deze gevolgen zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken.

In Amsterdam voert Waternet de grondwaterzorgtaak uit in opdracht van de gemeente Amsterdam. In het Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP) staan de doelen voor de planperiode 2016-2021 verder uitgewerkt. Het streven is een duurzaam functionerend grondwatersysteem, waarbij bestaande problemen van te hoge of te lage grondwaterstanden worden verminderd en nieuwe problemen zoveel mogelijk worden voorkomen. Daarbij wordt ook de invloed van klimaatverandering meegenomen. In een gebiedsgerichte aanpak worden de opgaven en knelpunten voor stedelijk afvalwater, hemelwater, grondwater en de ruimtelijke inrichting in samenhang bekeken en – zo mogelijk – opgelost. Het onderdeel hemelwater van het GRP vermeldt dat hemelwater bij voorkeur in de bodem wordt geïnfiltreerd om de sponswerking van de stad te benutten, waaruit een directe link met grondwater blijkt.

Op basis van dezelfde Waterwet zijn particuliere woningeigenaren in principe zelf verantwoordelijk voor water op de eigen grond en onder het huis. De woningeigenaar moet dus zelf maatregelen nemen tegen eventuele grondwaterover- of grondwateronderlast.

Beoordelen bouwaanvragen
Waternet verzorgt vanuit de gemeentelijke grondwaterzorgtaak een advies op basis van de omgevingsvergunning. Het Stadsdeel is hiervoor de regievoerder.
Waternet (waterschap AGV) is ook in beeld als het gaat om het onttrekken en infiltreren van grondwater tijdens de bouwfase. Op grond van de Waterwet en de eigen verordening (Keur AGV) van het waterschap worden aan de bouwwerkzaamheden extra voorschriften verbonden. Dit kan via een maatwerkbesluit of een watervergunning.

Bij een beoordeling van individuele bouwaanvragen, zijn de grondwatereffecten van individuele kelders vaak klein. Bij aanleg van meer kelders komt er echter een omslagpunt, waarop het cumulatieve effect van alle kelders te groot wordt en er problemen kunnen ontstaan. Bij advisering geldt als uitgangspunt dat de constructie de huidige grondwatersituatie niet mag verslechteren (stand-still principe). Daarom wordt in de meeste gebieden geadviseerd om bij kelderbouw grondverbetering toe te passen waarbij de grondverbetering aan voor- en achtergevel / straat- en tuinzijde in goed contact staat met het maaiveld en er geen gebruik gemaakt wordt van verloren damwanden, zodat grondwater uit de binnentuinen onder de woning door kan stromen.

2.5 Rainproof

Grondwater heeft een directe link met hemelwater en bodemdaling. Door de klimaatverandering valt er steeds vaker in korte tijd veel neerslag. De bodem kan deze hoeveelheden maar moeilijk verwerken. Als er sprake is van een hoge grondwaterstand dan is de hoeveelheid berging die deze grond nog heeft minimaal. Als de bodem wordt verhard is er nauwelijks bodemberging en stroomt het hemelwater

versneld af, en belast hiermee ook de riolering en het oppervlaktewater. De laatste tijd treden veel overlastsituaties op waarvan het lastig is om de oorzaak te herleiden. Vaak is er sprake van een combinatie van grondwater en/of hemelwateroverlast en een laag maaiveld.

Waternet voert samen met de gemeente Amsterdam het programma Rainproof uit. Het programma is erop gericht om schades aan gebouwen en infrastructuur door hemelwater te voorkomen. In de knelpuntenkaart Rainproof is inzichtelijk gemaakt waar in Amsterdam de grootste hemelwaterknel punten zijn. Het programma bestaat uit het nemen van maatregelen in de openbare ruimte om meer water te bergen maar ook om de bewoners van Amsterdam bewust te maken van de nut, noodzaak en de uitdaging om op eigen terrein je woning, dak en tuin 'Rainproof' in te richten.

De gemeente verkent momenteel de mogelijkheden om een hemelwaterverordening tot stand te brengen waarin het realiseren van waterberging op eigen terrein wordt verplicht. Hiermee kunnen nieuwe gebouwen en indien wenselijk ook aanbouwen, waarvoor een omgevingsvergunning nodig is, verplicht zijn om een waterbergende voorziening op te nemen.

3 Onderzoeksgebieden

Het vorige hoofdstuk omschreef de complexiteit van de ondergrond in Amsterdam en de factoren die meespelen bij het onderzoek naar de grondwatereffecten van het aanleggen van kelders in de stad. Dit hoofdstuk beschrijft en onderbouwt de gebieden die nader onderzocht zijn.

3.1 Keuze onderzoeksgebieden

Voor vier gebieden in Amsterdam is een grondwatermodel gemaakt of is een bestaand model gebruikt om de effecten van het bouwen van kelders op de waterhuishouding door te rekenen. Deze gebieden zijn gekozen op basis van een aantal gebiedskenmerken die representatief zijn voor Amsterdam. Kenmerken waarvoor gekozen is zijn:

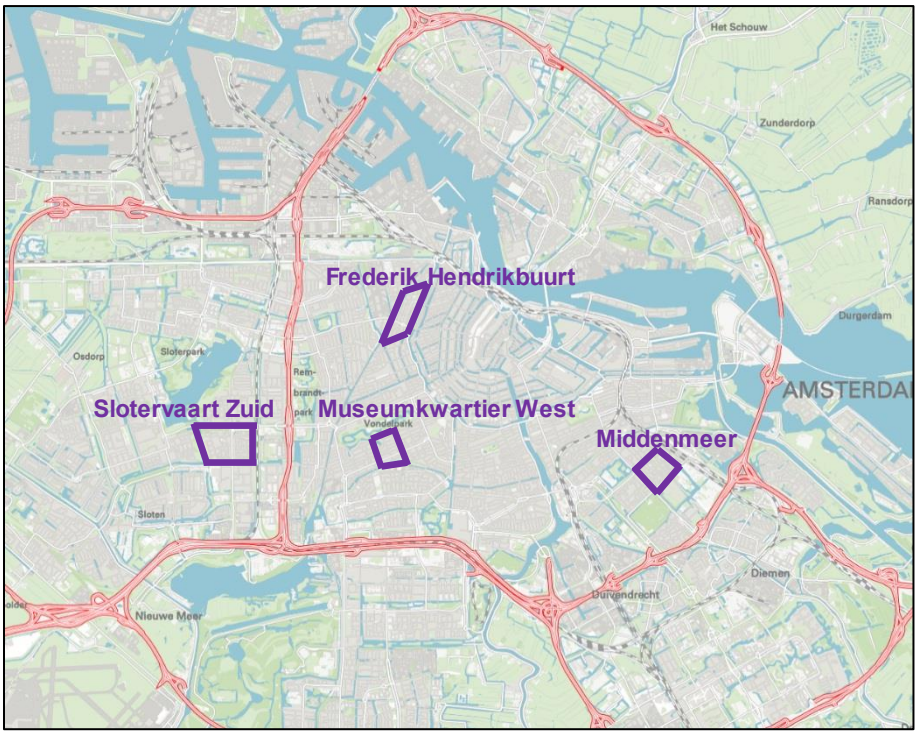
- Afstand tot watergangen (dichtbij en verder weg)
- Bebouwingsdichtheid (hoog: veel verstening; laag: relatief veel groengebieden en tuinen)
- Integraal opgehoogd (wel/niet)
- Kwel/inzijging (opwaartse druk van diep grondwater of wegzijging van water naar het diepere grondwater)
- Stedenbouwkundige opzet (wel/geen gesloten bouwblokken).

Gebied/ wijk	Omschrijving	Afstand tot watergangen (m)	Dichtheid bebouwing	Wel/ Geen gesloten bouwblokken	Integraal opgehoogd	Kwel/ Inzijging	Risicogebied lage grondwaterstanden	Grondwater probleemgebied (structureel te hoog grondwater
West: Frederik Hendrikbuurt	Vooroorlogse buurt in Stadsboezem gebied	350	Hoog	Zowel wel als geen	Ja	Inzijging	+	+/-
Oud-Zuid: Museumkwartier-West	Overgangsgebied tussen twee watersystemen met verschillend peil	400-700	Hoog	Wel	Ja	Inzijging	+	+/-
Nieuw-West: Slotervaart Zuid	Naoorlogse wijk in een ondiepe polder	700-950	Laag	Geen	Ja	Inzijging	-	-
Watergraafsmeer/ Middenmeer	Naoorlogse wijk in een diepe polder	550	Laag	Zowel wel als geen	Ja	Kwel	-	+

Tabel 1 Overzicht van onderzoeksgebieden met bijhorende kenmerken van het gebied

De locatie van de vier onderzochte wijken binnen Amsterdam is weergegeven in figuur 2 op de volgende bladzijde.

Met de resultaten kan er een globale indicatie gegeven worden voor andere wijken in Amsterdam met ongeveer dezelfde karakteristieken. Omdat de dikte en doorlatendheid van de ophoog laag een belangrijke rol speelt zullen de resultaten van deze modelberekeningen nooit één op één overgenomen kunnen worden voor andere wijken. Wel kunnen ze een indicatie geven.



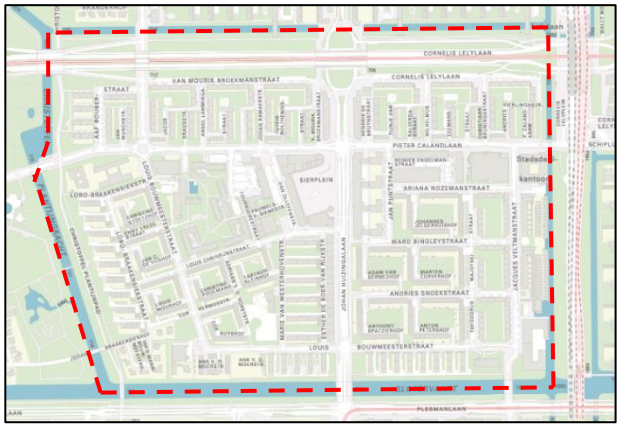
Figuur 8 Locaties van de vier onderzochte wijken in Amsterdam

3.2 Beschrijving onderzoeksgebieden

3.2.1 Slotervaart Zuid

Het onderzochte gebied is zichtbaar in Figuur 9 en bevat de Johan Huizingalaan en Pieter Calandlaan. Het gebied wordt aan vier zijden omringd door watergangen met polderpeil NAP -2,10 m. Het gebied is in de jaren 1953-1954 opgehoogd met zand uit de Sloterplas. Dit zand is in het algemeen vrij goed doorlatend en is in een vrij dikke laag (tot enkele meters onder maaiveld) aanwezig. De wijk is integraal opgehoogd, waarbij zowel de openbare ruimte als de tuinen zijn opgehoogd. De bodemopbouw is relatief gunstig voor de afstroming van grondwater.

Minder gunstig is de afstand tussen de watergangen, die met 700 tot 950 m veel groter dan gangbaar is binnen de ring A10. Hierdoor moet het grondwater een vrij grote afstand afleggen naar de watergangen en kan een grote opbolling van het grondwater ontstaan. Er is geen drainage bekend in de wijk. Het gebied is vrij groen ingericht als onderdeel van westelijke tuinsteden, waardoor relatief veel neerslag infiltreert naar het grondwater. De bouwblokken zijn meestal halfopen, met veel openbare “binnen” tuinen. Een geringe hoeveelheid grondwater infiltreert naar het eerste watervoerend pakket (inzijging).



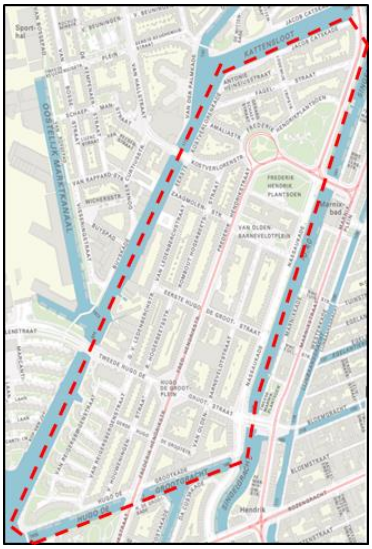
Figuur 9 Slotervaart Zuid

In de huidige situatie is het maaiveld circa NAP -0,7 à -0,9 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) verschilt per locatie en is circa NAP -1,8 m. Derhalve is de ontwatering (afstand tussen maaiveld en grondwaterstand) in een natte situatie ongeveer 1,0 m. Dit is ruim voldoende voor bomen, wegen en woningen met kruipruimten. Het risico op grondwateroverlast in deze wijk is vrij klein. Er is nog een

marge aanwezig van circa 0,1 à 0,2 m voordat er in een natte periode risico ontstaat op grondwateroverlast. In deze wijk zijn van de afgelopen 5 jaar geen meldingen van overlast bekend. In de directe omgeving van deze wijk zijn er locaties waar de ontwatering in een natte situatie kleiner is. Ik deze wijken is wél sprake is van grondwateroverlast.
De woningen in de wijk zijn gefundeerd op houten paalfunderingen, maar met betonnen opzetters. Het hoogst voorkomende funderingshout bevindt zich overwegend ruim 2 meter lager dan de gemiddeld laagste grondwaterstand. Vanwege deze zeer ruime marge is er vrijwel geen risico op grondwateronderlast.

3.2.2 Frederik Hendrikbuurt

Het onderzochte gebied is zichtbaar in Figuur 10. De Frederik Hendrikbuurt is opgehoogd in de jaren 1930 met circa 2 tot 3 m redelijk doorlatend ophoogzand. De meeste woningen stammen uit dezelfde periode; een aantal bouwblokken zijn van de jaren 1980 tot nu. De omringende watergangen hebben een streefpeil van NAP -0,40 m (Stadsboezem). De afstand tussen de westelijke en oostelijke watergang is met circa 350 m relatief klein. Het grondwater wordt lokaal kunstmatig verlaagd door drainage in een aantal straten. De meeste bouwblokken zijn gesloten, met tuinen in het midden. De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is circa NAP -2,1 m, zodat er een situatie van inzijging is van het bovenste watervoerende (freatische) pakket naar het dieper gelegen eerste watervoerend pakket.



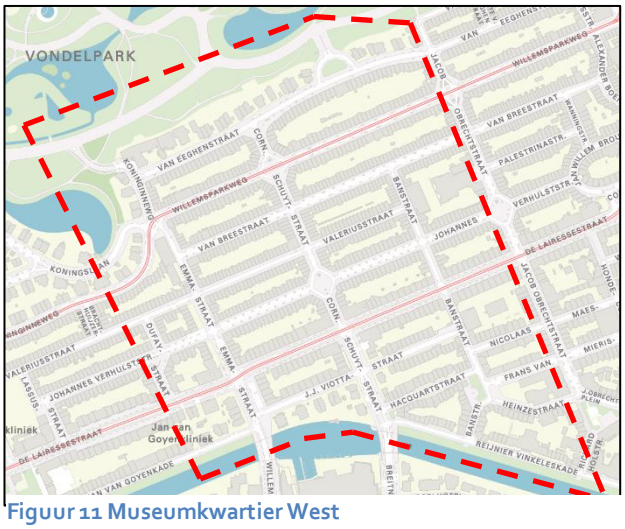
Figuur 10 Frederik Hendrikbuurt

De maaiveldhoogte varieert tussen NAP +0,4 à +0,6 m, terwijl de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) circa NAP -0,1 à -0,2 m is. Hierdoor is er sprake van een vrij geringe ontwatering van circa 0,6 m onder maaiveld. De ontwatering voor bomen en wegen is kleiner dan gewenst, tegelijk zijn er geen acute problemen. De afgelopen 5 jaar zijn er weinig tot geen meldingen over (grond)wateroverlast bekend. Bij een stijging van het grondwater, is het risico op overlast groot. Tegelijk is de wijk deels afhankelijk van drainages; bij teruglopende werking kan overlast ontstaan.

De houten paalkoppen liggen grotendeels op circa NAP -0,8 m maar er is een aantal bouwblokken waar het hout waarschijnlijk hoger ligt. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) is circa NAP -0,6 m. In droge perioden kan mogelijk een deel van de hoger gelegen funderingen droogvallen. Een verlaging van de gemiddeld laagste grondwaterstand verhoogt direct het risico op grondwateronderlast. De Frederik Hendrikbuurt is een kwetsbaar gebied dat gevoelig is voor grondwateroverlast en –onderlast.

3.2.3 Museumkwartier West

Het onderzochte gebied omvat de Cornelis Schuytstraat met de bouwblokken aan weerszijden ervan. Het onderzochte gebied is zichtbaar in Figuur 11. Het Museumkwartier West is opgehoogd in de periode 1898-1907, het deel ten zuiden van de Viottastraat in 1916-1921. Er is circa 2 tot 3 m redelijk doorlatend ophoogzand aanwezig. De meeste woningen stammen uit de ophoogperiode; met gesloten bouwblokken. De binnentuinen binnen de bouwblokken zijn vaak minder dik opgehoogd, waardoor ze iets lager liggen dan de openbare weg.



Figuur 11 Museumkwartier West

De watergang ten zuiden van het gebied (Noorder Amstelkanaal) heeft een streefpeil van NAP -0,40 m, terwijl de watergangen en vijvers aan de noordzijde in het Vondelpark een peil hebben van NAP -2,45 m. Dit is een overgangsgebied, waar het freatische grondwater van een hoog oppervlaktewaterpeil aan de zuidzijde toestroomt naar het Vondelpark, waar een lager peil wordt gehanteerd. De stroming is noordelijk gericht. De afstand tussen de noordelijke en zuidelijke watergang is 600 à 800 m.

Het grondwater wordt lokaal kunstmatig beheerst door infiltratie- en drainagemiddelen.

Er is een situatie van wegzijging. De maaiveldhoogte daalt geleidelijk vanaf circa NAP +0,5 m aan de Reijnier Vinkeleskade tot NAP +0,0 m in de Van Eeghenstraat, terwijl de gemiddelde grondwaterstand daalt van circa NAP -0,4 m tot NAP -1,7 m op hetzelfde tracé. De gemiddelde ontwatering varieert tussen 0,4 en 2,0 m onder maaiveld. In de periode 2012 – heden zijn er een aantal meldingen van grondwateroverlast aanwezig, zie figuur 12. Deze meldingen gaan vaak over grondwater in de kelder of souterrain. Bij een stijging van het grondwater of afname van de werking van drainages, neemt het risico op grondwateroverlast toe.

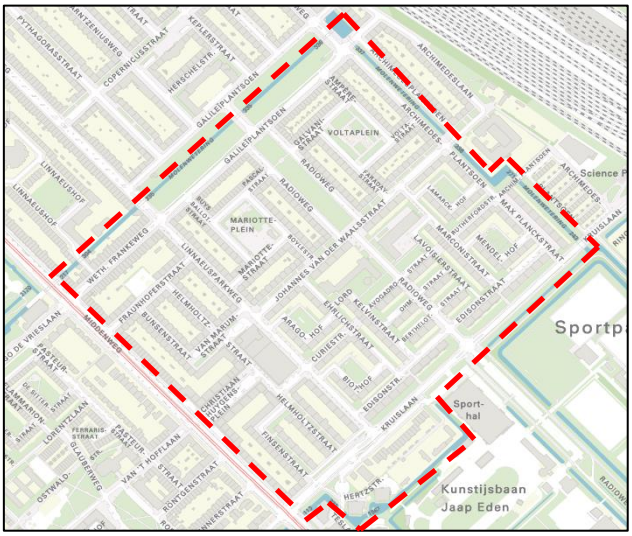


Figuur 12 meldingen (grond)wateroverlast 2012-2018

De hoogte van de houten paalkoppen verloopt van circa NAP -0,6 m aan de JJ Viottastraat tot circa NAP -2,1 m aan de Van Eeghenstraat. In droge perioden kan mogelijk een deel van de hoger gelegen funderingen droogvallen. Een verlaging van de gemiddeld laagste grondwaterstand verhoogt het risico op grondwateronderlast. Het Museumkwartier West is een kwetsbaar gebied voor grondwateronderlast. Wat betreft grondwateroverlast is de marge klein, waarbij stijgingen ongewenst zijn voor met name woningen en de wijk ook deels afhankelijk is van drainages.

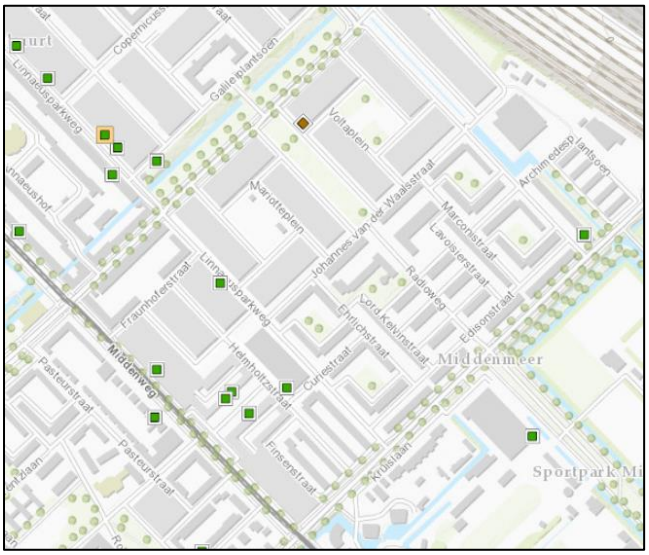
3.2.4 Middenmeer

Het onderzochte gebied beslaat de buurt rondom de Johannes van der Waalsstraat, onderdeel van wijk Middenmeer in de Watergraafsmeerpolder. Het onderzochte gebied is zichtbaar in Figuur 13. Het noordelijk deel is opgehoogd in 1921, het zuidelijk deel is deels uit 1939 en deels uit de periode 1951-1958. De woningen zijn grotendeels vooroorlogs (gefundeerd op houten palen) en in het zuidelijke deel is een aantal lage jaren 1950 flats aanwezig (gefundeerd op beton). Er is circa 2 tot 3 m redelijk doorlatend ophoogzand aanwezig. De oudbouw zijn vaak gesloten bouwblokken. De watergangen hebben een streefpeil van NAP -5,5 m, sportpark Middenmeer een zomer-/winterpeil van NAP -5,80/-5,95 m. De afstand tussen de noordelijke en zuidelijke watergang is circa 550 m. Het grondwater wordt lokaal kunstmatig verlaagd door met name riolen die in de loop der tijd zijn gaan lekken. De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is circa NAP -3,5 m, zodat er een situatie is met kwel, van het eerste watervoerend pakket naar het freatische pakket. De maaiveldhoogte varieert tussen circa NAP -3,3 en NAP -3,8 m. De gemiddeld hoogste grondwaterstand is in het gros van de wijk circa NAP -4,2 à -4,8 m. Op een aantal plaatsen is de ontwatering in een natte periode kleiner dan 0,5 m. In de periode 2012 tot heden zijn er ook lokaal meldingen van (grond)wateroverlast. Het gaat hierbij voornamelijk om meldingen over (grond)water in de kelder of souterrain of (grond)water in de tuin. Het gebied is deels afhankelijk van de drainerende elementen. Bij een stijging van het grondwater of afname van de werking van drainerende elementen, neemt het risico op grondwateroverlast toe.



Figuur 13 Middenmeer

De houten paalkoppen liggen grotendeels op circa NAP -7 m maar er kunnen afwijkende panden zijn. De gemiddeld laagste grondwaterstand ligt op circa NAP -4,7 à -5,2 m. Vanwege de continue kwelstroom vanuit de diepere ondergrond, zakt het grondwater niet ver uit en blijft in de regel boven het polderpeil. Er is op dit moment geen problematiek van grondwateronderlast bekend.
Middenmeer is een kwetsbaar gebied voor grondwateroverlast. Wat betreft grondwateronderlast is het risico vrij klein, maar wel een aandachtspunt omdat de meeste woningen houten palen hebben.



Figuur 14 Meldingen (grond)wateroverlast 2012-heden

4 Berekening en scenario's

Voor elk van de vier wijken is een grondwatermodel opgesteld. Een grondwaterberekening gaat ervan uit dat de omliggende watergangen een vast waterpeil hebben en daarmee vaste punten zijn voor het freatische (ondiepe) grondwatersysteem. De grondwaterberekening rekent de opbolling van het grondwater tussen twee watergangen uit (zie figuur) in een aantal scenario's. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de randvoorwaarden van de grondwaterberekening en de scenario's die doorgerekend zijn.

Zoals eerder is aangegeven treden problemen bij kelderbouw vaak op door een cumulatief effect. E én kelder is vaak geen probleem maar naarmate er een meer aaneengesloten barrière ontstaat kunnen problemen gaan optreden. In de modelberekening is uitgegaan van een huidig scenario. In dit scenario gaan we wel uit van de aanwezigheid van kelders met een zodanige hoeveelheid en verdeling dat deze nog geen probleem vormen voor de lokale afwatering.

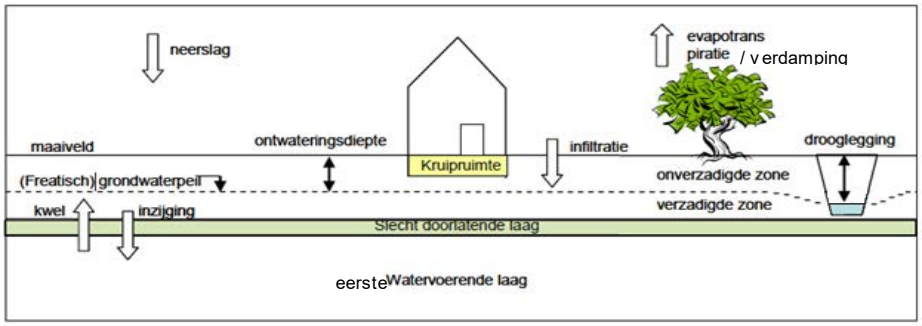
Waar bestaande ondergrondse constructies in de stad al aanwezig zijn, is niet op kaart bekend. De informatie is in Amsterdam wel bekend in de vorm van afgegeven vergunningen maar nog niet procesmatig geborgd waarbij de geografische informatie en details van de constructie (breedte, diepte) is ontsloten en/of systematisch wordt vastgelegd. Het advies is om de bestaande ondergrondse constructies te inventariseren en vervolgens de toekomstige constructies bij te houden, om het ondergronds bouwen beter te kunnen sturen en gerichter te kunnen adviseren. Dit is nog niet belegd bij een specifieke afdeling binnen de gemeente Amsterdam of Waternet.

In 2017 hebben het stadsdeel West en Waternet onderzoek laten doen naar het voorkomen van nadelige hydrologische effecten van onderkeldering in Amsterdam West. Hieruit is naar voren gekomen dat een ruimtereservering voor grondverbetering aan beide zijden van de kelderwand over een afstand van 30 cm, gerekend vanaf de buitenzijde van de ondergrondse bouwlaag, en over een diepte van ten minste onderzijde kelder tot grondwaterstand, ontoelaatbare nadelige effecten worden voorkomen.

Dit principe, met 30 cm grond, hebben we in alle gebieden doorgerekend om te bepalen of dit ook het gewenste effect heeft.

4.1 Berekeningsmethode

De modellen zijn eerst gekalibreerd op de meetreeks 2000-2010. De kalibratie heeft als doel dat de gemodelleerde grondwaterstanden zoveel mogelijk de gemeten grondwaterstanden (in peilbuizen) benaderen. Daarbij is per locatie het type oppervlak bepaald (verhard/daken, open verharding en onverhard) waarna de infiltratie/grondwateraanvulling is berekend. De grondwateraanvulling is het deel van de neerslag dat netto het grondwater bereikt. Bij een plantsoen is de grondwateraanvulling hoger dan bij een open verharding, waar nauwelijks hemelwater kan infiltreren in de bodem. Anderzijds is er in een plantsoen meer verdamping dan onder verhardingen.



Figuur 15 Basisbegrippen grondwatermodel

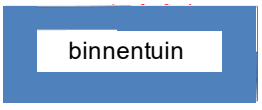
Eerst is de huidige situatie berekend. Per wijk verschilt de mate waarin er nu grondwateroverlast en –onderlast is.
Vervolgens worden diverse kelderscenario's doorgerekend (zie Tabel 2). Bij elk scenario wordt onderzocht, hoeveel het grondwater stijgt of daalt ten opzichte van de huidige situatie. Dit noemen we het grondwatereffect. Als er nu al sprake is van te hoog of te laag grondwater, is de wijk al zeer gevoelig voor kleine grondwaterveranderingen. Heeft de wijk nu geen grondwaterproblemen, dan is een beperkte grondwaterstijging/-daling niet direct schadelijk, maar resteert er minder buffer tegen klimaatveranderingen.
Het grondwatereffect wordt onderzocht voor een gemiddelde, een droge en een natte situatie. Dit is als volgt aangehouden:

- Gemiddelde situatie: gemiddelde grondwaterstand in de periode 2000-2010.
- Natte situatie: de hoogst berekende grondwaterstand in de periode 2000-2010 (namelijk februari 2001).
- Droge situatie: de laagst berekende grondwaterstand in de periode 2000-2010 (namelijk augustus 2003).
- De natte en droge situatie zijn naar verwachting extremer en dus minder vaak voorkomend dan de GHG/GLG-definitie uit hoofdstuk 2.3.

4.2 Scenario's

De volgende scenario's zijn in het model gebracht. Scenario's 1, 2 en 5 zijn voor elke gebied doorgerekend.

Tabel 2 Scenario's

nr.	scenario	modellering	toelichting
1	50% kelders	Van een aantal bouwblokken is aangenomen dat onderkeldering waarschijnlijk[1] is. Vervolgens is een ononderbroken rij kelders gemodelleerd, op twee overliggende hoeken van het bouwblok. De kelders worden geacht het freatisch pakket (ondiepe grondwater) volledig te blokkeren.	Bouwblok met in blauw de kelders (twee hoeken principe): 
2	100% kelders	Zoals 50% kelders - maar nu is een ononderbroken rij kelders onder 100% van de gebouwen gemodelleerd. Als het een gesloten bouwblok is, worden de binnentuinen volledig afgesloten van het grondwatersysteem in de wijk.	Bouwblok met in blauw de kelders: 
3	100% kelders plus tuinen	Zoals 100% kelders – maar nu is de binnentuin voor 100% onderkeldert.	Bouwblok en binnentuin met in blauw de kelders: 

[1] Grote gebouwen die geacht worden nog 20-50 jaar te blijven staan zijn niet onderkelderd. Een aantal gebouwen is al onderkelderd, dit is meegenomen.

nr.	scenario	modellering	toelichting
4	100% kelders + klimaateffect	Zoals 100% kelders – maar nu is gerekend met het toekomstige klimaat met KNMI-scenario Wh2050. Door veranderingen in neerslag en verdamping verandert de grondwateraanvulling (zie bijlage 1).	
5	100% kelders + 30 cm grond	Zoals 100% kelders – maar nu laat men aan beide zijden van de kelder, grenzend aan de buren, een 30 cm brede grondstrook zitten.	De bestaande grond blijft zitten. Het idee is dat dit ophoogzand is, waardoor grondwater kan stromen.
6	100% kelders + grote grondverbetering	In het model Frederik Hendrikstraat is een grote grondverbetering meegenomen; hierin wordt een dikkere of bredere laag (drainage)zand aangebracht dan bovenstaand.	Uitvoeringswijze nog te beschouwen.

De model-uitgangspunten en berekeningsmethoden zijn vermeld in bijlage 1. Om de resultaten van de vier wijken goed te kunnen vergelijken, zijn de model-uitgangspunten van de vier modellen zoveel mogelijk gelijk gehouden.

5 Resultaten grondwatermodel

5.1 Modelresultaten

Hieronder staan in tabelvorm per wijk de modelresultaten voor de grondwatereffecten bij de scenario's 50% onderkeldering, 100% onderkeldering en 30 cm grond en eventuele overige scenario's. Daarna worden de resultaten besproken: neemt het risico op grondwateroverlast of –onderlast toe? Als dit zo is, is de vraag welke maatregelen nodig zijn per wijk.

Elke modellering kent onzekerheden en de resultaten zijn indicatief. Ook zijn de resultaten van de ene wijk niet 1 op 1 te vertalen naar een naburige wijk. De grondwatersituatie kan verschillen: bijvoorbeeld de ene wijk heeft geen drainage terwijl de naburige wijk veel drainages bevat. Ook zijn er verschillen in de ophoog laag, de peilen in de watergangen, het type bouwblok, het percentage verharding enzovoort. Toch geeft dit onderzoek een eerste beeld van problematiek en oplossingen voor bepaalde gebieden.

Tabel 3 Modelresultaten per wijk

Gebied	Scenario	Stijgingen* (m)	Risico op overlast	Dalingen** (m)	Risico op onderlast	Noodzaak voor extra maatregel
Slotervaart Zuid	Huidig	-	Klein	-	Verwaarloosbaar	Nee, Wel de constatering dat enige ruimte wordt opgesoupeerd en de klimaatbestendigheid afneemt
	50% kelders	< +0,05	Klein	< -0,05	Verwaarloosbaar	
	100% kelders	+0,10	Vrij klein	-0,05	Verwaarloosbaar	
	30 cm grond	< +0,05	Klein	< -0,05	Verwaarloosbaar	
Frederik Hendrikbuurt	Huidig	-	Vrij groot	-	Groot	Ja, verdergaande maatregelen dan vrijhouden 30 cm grond aan weerszijden
	50% kelders	+0,1 à +0,2 (lokaal +0,5)	Groot	0 à -0,1 (Lokaal -0,3)	Zeer groot	
	100% kelders	+0,1 à +0,2 (tuinen >+0,5)	Groot (straten) Zeer groot (tuinen)	-0,3 in tuinen +0,3 in straten	Zeer groot in tuinen; neemt af aan straatzijde	
	30 cm grond	+0,1 à +0,2	Groot	-0,1 à -0,2 (tuinen) +0 à +0,1 (straten)	Zeer groot in tuinen	
	Grote grondverbetering	< +0,05 m	Gelijk aan huidige situatie	< -0,05 m	Gelijk aan huidige situatie	
Museumkwartier West	Huidig	-	Middel	-	Middel	Ja, op termijn verdergaande maatregelen dan 30 cm grond vrijhouden aan weerszijden.
	50% kelders	+0,1	Vrij groot	-0,1	Vrij groot	
	100% kelders	+0,2	Groot (straten) Zeer groot (tuinen)	-0,2	Vrij groot (straatzijde) Groot (tuinen)	
	30 cm grond	<+0,1	Vrij groot	<-0,1	Vrij groot	

Gebied	Scenario	Stijgingen* (m)	Risico op overlast	Dalingen** (m)	Risico op onderlast	Noodzaak voor extra maatregel
Middenmeer	Huidig	-	Groot	-	Klein	Ja, verdergaande maatregelen dan vrijhouden 30 cm grond aan weerszijden
	50% kelders	+0,2	Zeer groot	-0,05 à -0,1	Klein	
	100% kelders	+0,3	Zeer groot	-0,2	Klein	
	30 cm grond	+0,1 à +0,2	Zeer groot	-0,05	Klein	

*uitgaande van de natte situatie
**uitgaande van de droge situatie

Samengevat zijn de resultaten en risico's als volgt:

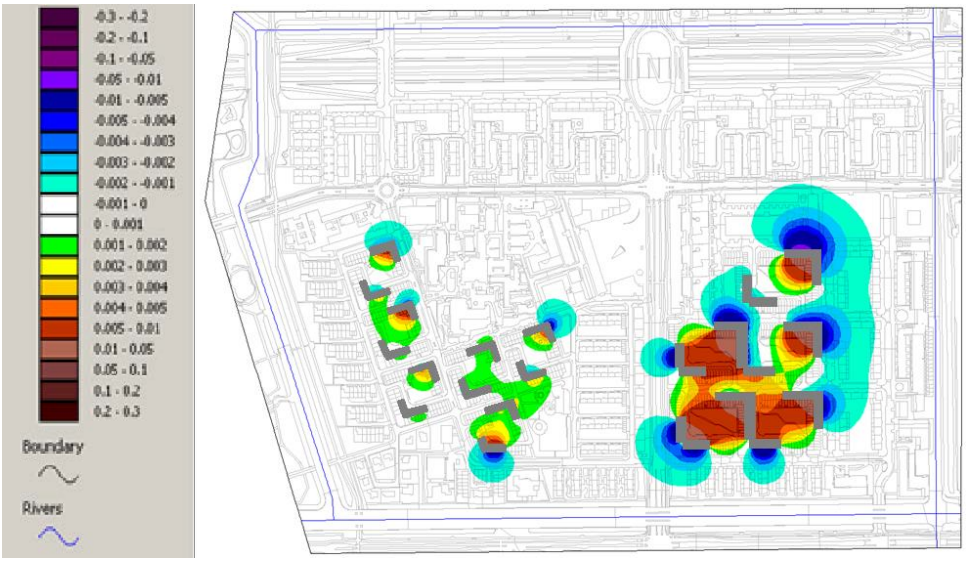
- Per wijk is het risico verschillend, afhankelijk van de huidige mate van overlast of onderlast.
- Ruwweg zijn er binnen de ring A10 nu al grote risico's op onderlast en overlast. Het effect van 50% onderkeldering is al groot. Deels komt dit door de stedenbouwkundige opzet van de wijken: de bouwblokken liggen loodrecht op de grondwaterstroming. Hierdoor kan het grondwater moeilijk naar de watergangen stromen, met grondwaterstijging tot gevolg. Anderzijds kunnen de watergangen in droge perioden minder goed water infiltreren naar het grondwatersysteem in de wijk. Bij 100% kelders zijn de effecten nog groter, vooral bij gesloten bouwblokken, met onacceptabele effecten in de binnentuinen die volledig worden afgesloten van het grondwatersysteem van de wijk.
- Buiten de ring in de naoorlogse wijken zijn de huidige risico's van overlast en onderlast gemiddeld kleiner, maar er zijn gebieden met overlast. Door de onderkeldering van 50% zijn er vrij kleine effecten en nemen de risico's op overlast licht toe. In gebieden met overlast is dit niet wenselijk. In gebieden waar geen overlast ontstaat, wordt een deel van de speling opgesoupeerd met het oog op klimaatverandering, omdat de bodem minder water kan bergen. Bij 100% onderkeldering zijn de effecten groter, maar nog steeds relatief klein ten opzichte van binnen de ring A10. Een groot verschil is dat het binnentuin-probleem nauwelijks speelt, omdat gesloten bouwblokken buiten de ring A10 weinig aanwezig zijn.
- De maatregel met 30 cm grond aan weerszijden van de kelder helpt binnen de ring A10 om het probleem van de "afgesloten binnentuinen" te voorkomen en de effecten te verminderen.
- Echter de maatregel van 30 cm grond is op termijn onvoldoende. Het risico op overlast of onderlast neemt dan nog steeds toe.

5.2 Toelichting op resultaten per wijk

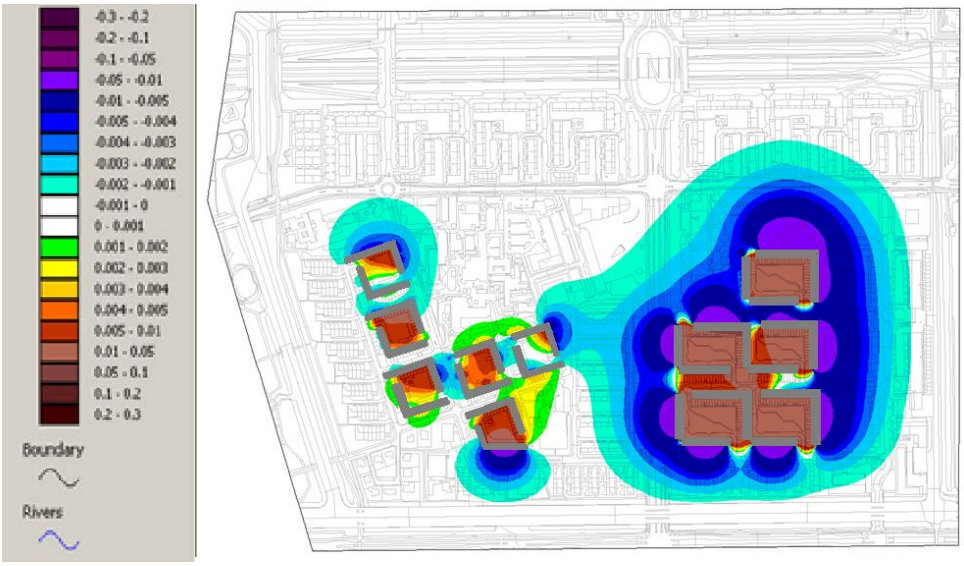
Hieronder volgen de resultaten en grondwatereffecten per wijk. Een positief getal is een grondwaterstijging, een negatief getal een grondwaterdaling. In bijlage 2 wordt per wijk elk scenario besproken en zijn de figuren groter weergegeven.

Slotervaart Zuid
De conclusie is dat de waterhuishoudkundige effecten bij 50% en 100% beperkt blijven. Dit komt mede doordat de bouwblokken niet helemaal gesloten zijn. Wel is te zien dat de 30 cm grond de optredende grondwatereffecten niet helemaal neutraliseert. Op vergelijkbare locaties waar in de huidige situatie al sprake is van grondwateroverlast is deze maatregel niet voldoende om de overlast te verkleinen of gelijk

te houden. Hier is dan een andere maatregel nodig, bijvoorbeeld een grondverbetering waardoor grondwater kan blijven stromen, onder de kelder door.



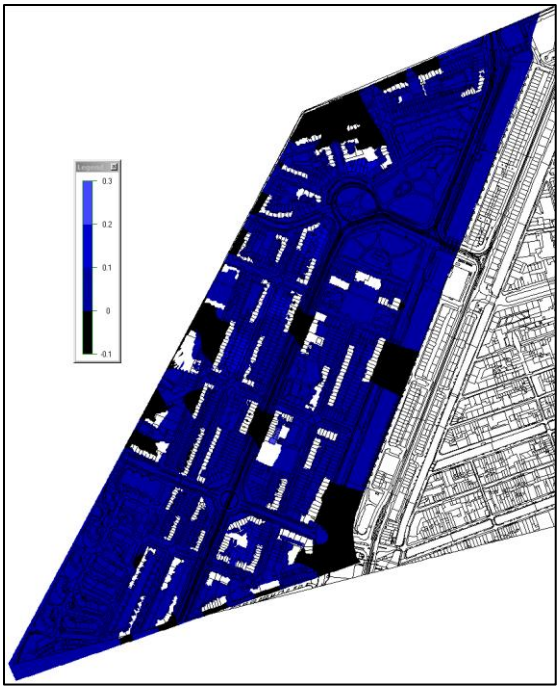
Figuur 16 Grondwatereffect (m) - Slotervaart 50% kelders (grijs) – gemiddelde situatie

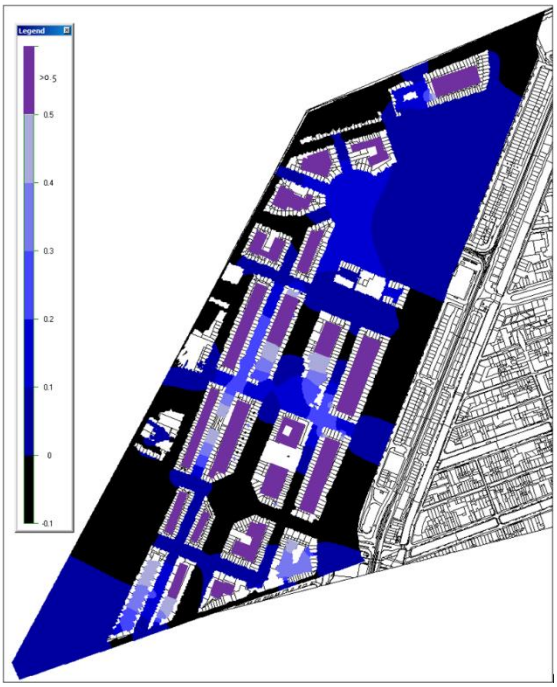


Figuur 17 Grondwatereffect (m) - Slotervaart 100% kelders (grijs) –gemiddelde situatie

Frederik Hendrikbuurt

De conclusie is, dat er reeds bij 50% kelders nadelige grondwatereffecten ontstaan en het risico op zowel grondwateroverlast als -onderlast significant toeneemt. Bij 100% kelders zijn de effecten groter en in de binnentuin zijn de effecten onacceptabel, omdat het grondwater in de binnentuinen geïsoleerd raakt van de omgeving. Berekeningen geven aan dat de grondwaterstanden hier met meer dan 0,50 m kunnen stijgen. Hierdoor ontstaat er in deze gebieden een reële kans dat bij hoosbuien woningen onder water kunnen lopen. De maatregel met 30 cm grond beperkt deze gevolgen, maar is op lange termijn bij het aanleggen van steeds meer kelders onvoldoende. Een meer ingrijpende maatregel is nodig. Bij het terugbrengen van het huidige doorlaatvermogen door onder de kelders bijvoorbeeld 0,50 m zand aan te leggen, wordt vrijwel grondwaterneutraal gebouwd, met zeer geringe grondwatereffecten tot gevolg.

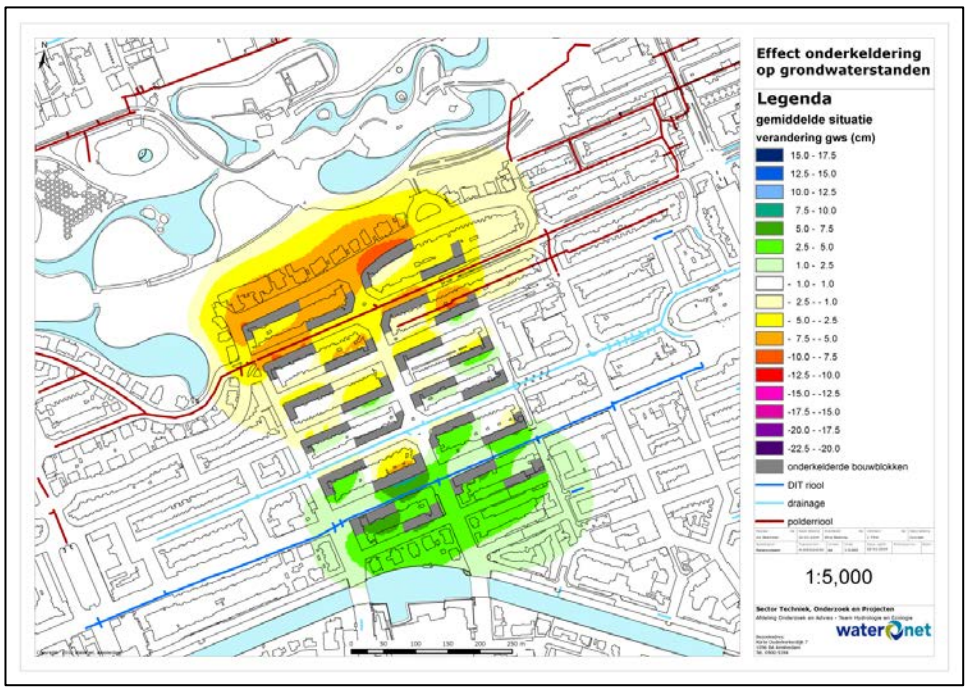




Figuur 18 Grondwatereffect in m – 50% kelders (wit) Figuur 19 Grondwatereffect in m – 100% kelders (wit)

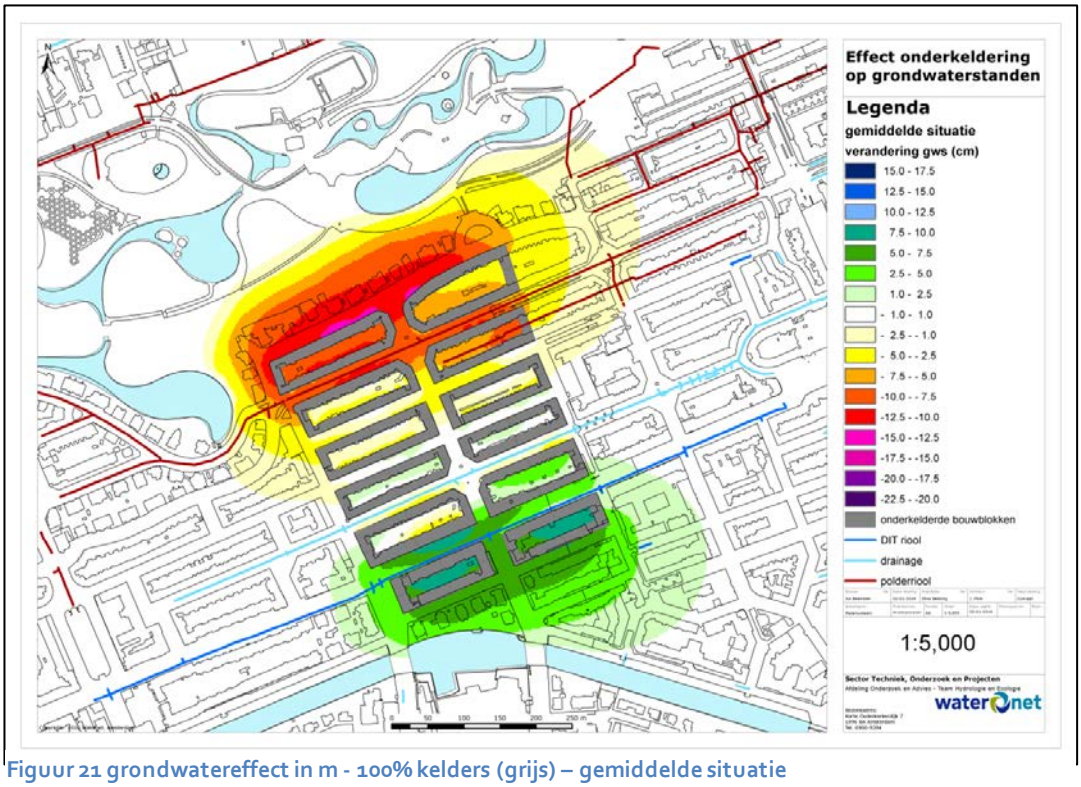
Museumkwartier West

De conclusie is, dat er bij 50% kelders licht negatieve gevolgen zijn voor grondwateroverlast. In de situatie met 100% kelders zijn er negatieve gevolgen voor grondwateroverlast, waarbij de situatie in binnentuinen van gesloten bouwblokken onacceptabel is. Voor onderlast is er sprake van lokaal optredende risico's en op de meeste plekken geen acuut risico aan de straatzijde, al neemt de grondwaterdekking op de palen af. Aan de achterzijde van de woningen ontstaan grotere risico's op onderlast.



Figuur 20 Grondwatereffect in cm - 50% kelders (grijs) - gemiddelde situatie

De maatregel met 30 cm grond is onvoldoende om de grondwatereffecten te neutraliseren. Op lange termijn, zeker wanneer we toegaan naar een situatie met meer dan 50% onderkeldering, is een grotere grondverbetering nodig. In het toekomstig klimaat neemt het risico op grondwateroverlast verder toe. Het risico op onderlast neemt in theorie af, maar kan bij lange droge perioden toenemen.

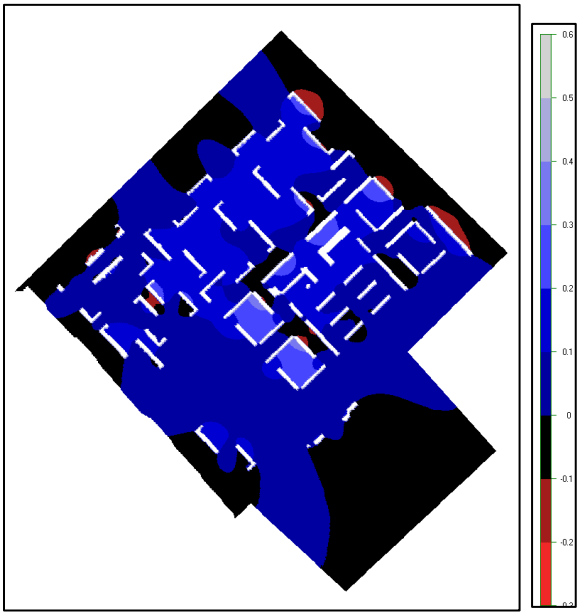


Figuur 21 grondwatereffect in m - 100% kelders (grijs) – gemiddelde situatie

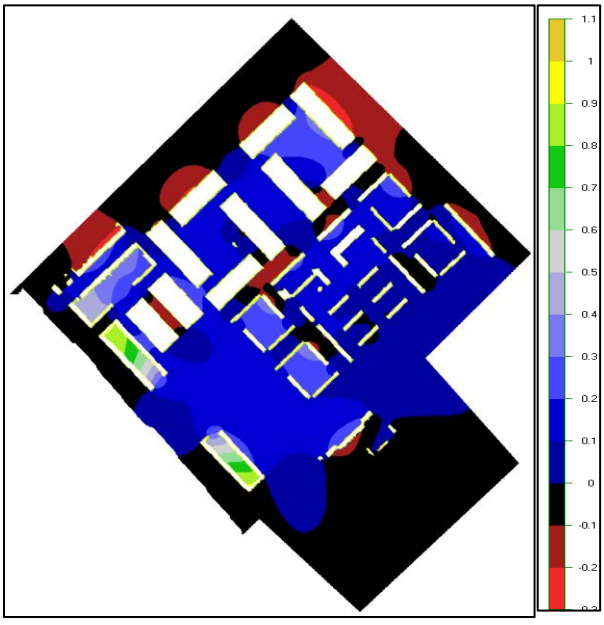
Middenmeer

De conclusie is dat er zowel bij 50% als 100% onderkeldering een significant risico is op overlast of een toename daarvan. Overlast kan optreden bij woningen en in kruipruimten en op termijn bij bomen (verminderde groei) en wegen (opvriezen). Bij 100% kelders is het overlastrisico in afgesloten binnentuinen zeer groot: de binnentuinen “lopen vol”. Bij 100% kelders met een klimaatscenario neemt de kans op overlast nog aanzienlijk toe. De maatregel met 30 cm grond is niet voldoende om overlast te voorkomen.

De kans op onderlast neemt bij 50% kelders licht toe, Bij 100% kelders zijn de effecten groter maar ook dan blijft de grondwaterdekking op de houten funderingen ruim voldoende. Er zijn houten funderingen dus het blijft een aandachtspunt.



Figuur 22 Grondwatereffect in m – 50% onderkeldering (wit) – gemiddelde situatie



Figuur 23 Grondwatereffect in m – 100% kelders (wit) – gemiddelde situatie

6 Conclusies en aanbevelingen

Belangrijkste conclusies:

- Door de onderkeldering ontstaan grote cumulatieve grondwatereffecten, waarbij er risico op overlast/onderlast ontstaat, in sommige wijken al bij 50% onderkeldering. Bij 100% onderkeldering ontstaat ook een zeer groot probleem in de binnentuinen omdat deze volledig worden afgesloten van het grondwater in de omgeving.
- Een maatregel waarbij aan weerszijden van de kelder 30 cm grond wordt vrijgehouden helpt op korte termijn (bij nog een gering aantal kelders) om de grondwateruitwisseling tussen binnentuinen en omgeving in stand te houden. Deze maatregel is op termijn, als overal kelders gebouwd worden, onvoldoende om het totale cumulatieve effect goed te kunnen bestrijden en grondwaterneutraal te bouwen.
- Gevoeligheid voor grondwateroverlast is vooral afhankelijk van:
    - Gesloten woonblokken;
    - Afstand tot oppervlaktewater;
    - Kwel of wegzijging;
    - Dikte en samenstelling ophoog laag;
    - Bestaande problemen met grondwater;
    - Bestaande problemen met regenwater volgens de knelpuntenkaart rainproof.
    - Omvang en type van bouwwerken in de woonblokken
- De onderkeldering zorgt ervoor dat hemelwater dat in gesloten woonblokken met kelders valt onvoldoende kan afstromen naar de omgeving. Door de grondwaterstijging die optreedt kan hier de bodem minder hemelwater bufferen, waardoor de klimaatbestendigheid afneemt. In gebieden waar nu al rainproof knelpunten optreden kunnen hemelwaterproblemen optreden in de binnentuinen.
- Altijd ruimte houden voor maatwerk (in kwetsbare gebieden, bv. deklaag dun, bv laaggelegen zoals Bellamybuurt) voor wat betreft de benodigde maatregelen. Dat zal dan in het omgevingsplan voor dat gebied opgenomen moeten worden.

Belangrijkste aanbevelingen:

- Advies is een zo generiek mogelijk afwegingskader op te stellen voor verschillende wijken in de stad.
- Geadviseerd wordt om kelders in Amsterdam grondwaterneutraal te bouwen, waarbij:
    - Grondwater na de aanleg duurzaam en ongehinderd kan blijven stromen.
    - De benodigde maatregelen hiervoor specifiek en haalbaar uitgewerkt worden.
    - De kennis hiervoor op te halen bij bouwers en constructeurs van de kelders

  Bij grondwaterneutraal bouwen kan men toewerken naar een lange termijn beeld van een klimaatbestendige, sterk verdichte stad waarin in principe alle woningen de mogelijkheid hebben gekregen een kelder aan te leggen.
- Deze maatregelen functioneel voor te schrijven in bestemmingsplannen en/of omgevingsplannen waarbij overeind blijft dat specifieke advisering op vergunningsaanvragen in bepaalde aandachtsgebieden nodig zal blijven.
- Buiten de ring A10 een keuze te maken om wel/geen maatregelen voor te schrijven. Vanuit klimaatbestendigheid en vanuit het uitgangspunt om bij bouwaanvragen de grondwaterstanden niet negatief te beïnvloeden (stand-still) wordt aanbevolen ook hier maatregelen op te nemen.
- Het doorzetten van de reeds ingezette verkenning naar een hemelwaterverordening, om het aandeel van het regenwaterprobleem het hoofd te bieden.
- Geadviseerd wordt om de bestaande ondergrondse constructies in de stad te inventariseren. Deze informatie is in Amsterdam wel bekend in de vorm van afgegeven vergunningen maar het is nog niet procesmatig geborgd dat geografische informatie wordt ontsloten en/of systematisch wordt vastgelegd, om het ondergronds bouwen beter te kunnen sturen.

7 Bijlage 1 modelparameters

Rekenmethode: er is freatisch gerekend. De modellen zijn instationair doorgerekend, met uitzondering van Slotervaart Zuid waar stationair is gerekend.

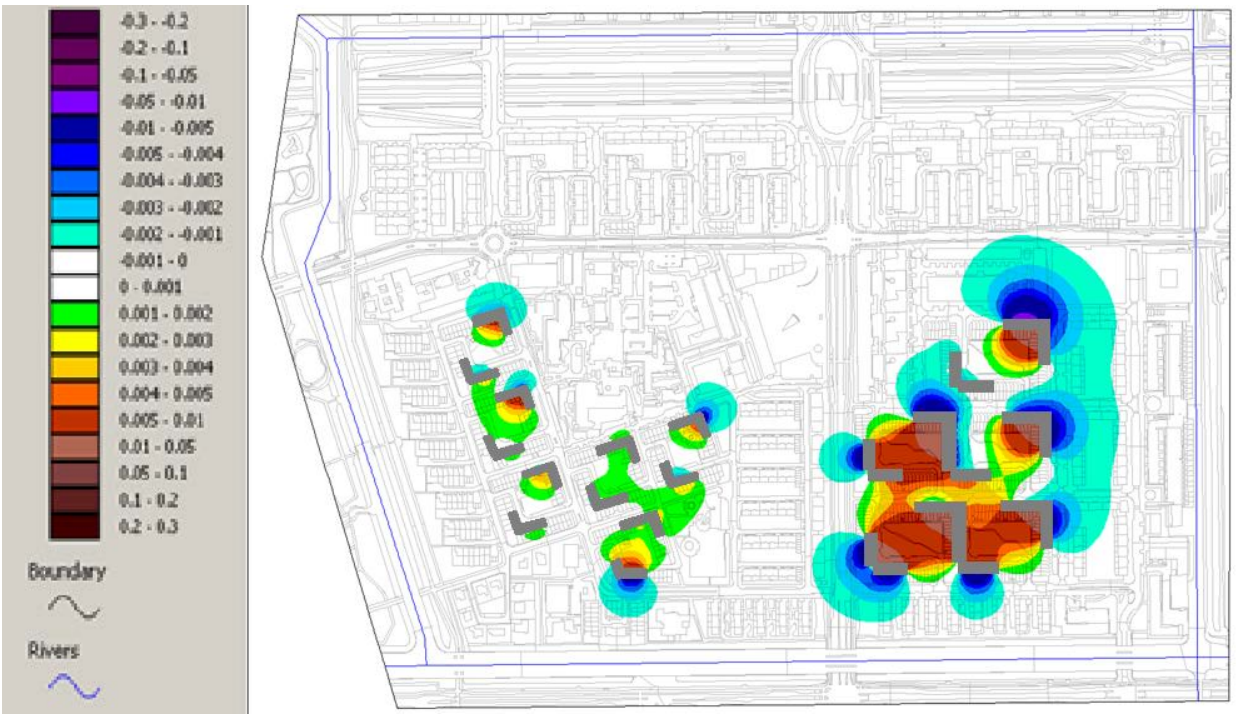
Parameter	Waarde (range over de modellen)	Bron	Toelichting
Waterpeil oppervlaktewater H1	Slotervaart Zuid NAP -2,10 m Frederik Hendrikbuurt NAP -0,40 m Museumkwartier-West NAP -0,40 m /NAP -2,45 m Middenmeer NAP -5,50 m	Peilbesluiten	Verschilt per wijk, vaste peilen aangehouden.
In/uittreeweerstand watergangen C1	Tussen 5 en 20 dagen	Modelkalibratie	Bepaald uit modelkalibratie
Doorlatendheid freatisch pakket k1	Tussen 3 en 15 m/dag	Modelkalibratie	Bepaald uit modelkalibratie
Bergingscoëfficiënt (freatisch) S1	Tussen 0,1 en 0,3	Modelkalibratie	Bepaald uit modelkalibratie
Dikte freatisch pakket (MT1)	Tussen 2 en 4 m onder maaiveld, in parken afwezig.	Boringen en sonderingen	(Ophoog)zand is gekarakteriseerd als freatisch pakket.
Verticale hydraulische weerstand C2	Tussen 2.000 en 18.000 dagen	Waternet	Afkomstig uit regionaal grondwatermodel Waternet
Doorlaatvermogen eerste watervoerend pakket kD2	Tussen 500 en 1.000 m^2/dag	Waternet	Afkomstig uit regionaal grondwatermodel Waternet; toegepast indien stijghoogte niet vast.
Stijghoogte eerste watervoerend pakket H2	Gemiddelde stijghoogte per locatie. In Frederik Hendrikbuurt en Middenmeer tevens vaste stijghoogte.	Waternet	Afkomstig uit regionaal grondwatermodel Waternet.
Bergingscoëfficiënt (eerste watervoerend pakket) S1	Tussen 0,0001 en 0,002	Waternet	Afkomstig uit regionaal grondwatermodel Waternet
Grondwateraanvulling (huidig)	Bepaald met meetreeks 2000-2010 met dagwaarden. Neerslag van KNMI-station 441 Amsterdam. Referentie gewasverdamping van KNMI-station 240 Schiphol.	KNMI	Na modelkalibratie blijkt de extreem droge en de extreem natte situatie benaderd te kunnen worden door de datums 22-8-2003 en 13-2-2001. De gemiddelde situatie wordt het best benaderd door een stationair model of de datum 5-5-2005.
Grondwateraanvulling (toekomstig)	Bepaald met meetreeks 2000-2010 (zie boven), getransformeerd naar toekomstige neerslag/verdamping met KNMI-transformatieprogramma met scenario Wh2050.	KNMI	De meetreeks toont de natuurlijke variaties, maar er is een klimaattoeslag op toegepast.

Grondwateraanvulling per oppervlak (formule)	Verhard en daken = 0. Open verharding = 0,15 * neerslag. Onverhard = neerslag - referentie gewasverdamping (gewasfactor 1).	Oppervlakken afkomstig uit GBKA Afvalwater	Voor elke locatie in het model is bepaald welk type oppervlak er is en is vervolgens de lokale grondwateraanvulling bepaald.
Drainage	Drainagepeil variabel naar aanleiding van modelkalibratie. Intreeweerstand 5 tot 20 dagen. Drainage draineert alleen, infiltreert niet.	Beheerdata Waternet.	Drainage is ingevoerd indien er drainages of lekke riolen bekend zijn en dit benodigd is vanuit de modelkalibratie.
Scenario's			
50% en 100% kelders	De kelders worden geacht het freatisch pakket volledig te blokkeren: doorlatendheid K1 wordt 0.		Kelders worden geacht in de onderliggende, slecht doorlatende klei-/veenlaag te reiken.
30 cm grond	Ter plaatse van de kelders blijft 5% à 10% van de aanwezige doorlatendheid K1 van het ophoogzand aanwezig. Rekenvoorbeeld: pandbreedte = 6 m, aan weerszijden blijft 0,30 m ophoogzand aanwezig (samen 0,6 m). De nieuwe doorlatendheid is 0,6/6 = 10% van de huidige doorlatendheid. Als de doorlatendheid 5 m/dag was, wordt de nieuwe doorlatendheid 10%*5 = 0,5 m/dag.		Grond blijft aanwezig. Kelder wordt aan elke zijde 0,30 m smaller.
Grote grondverbetering	Alleen gemodelleerd in de Frederik Hendrikbuurt: huidige doorlatendheid 8 m/dag, nieuwe doorlatendheid is de helft namelijk 4 m/dag.		Hydrologisch principe is dat (slechts) een halvering van de doorlatendheid zorgt voor een relatief beperkt grondwatereffect.

8 Bijlage 2 Modelresultaten (uitgebreid)

8.1 Slotervaart Zuid

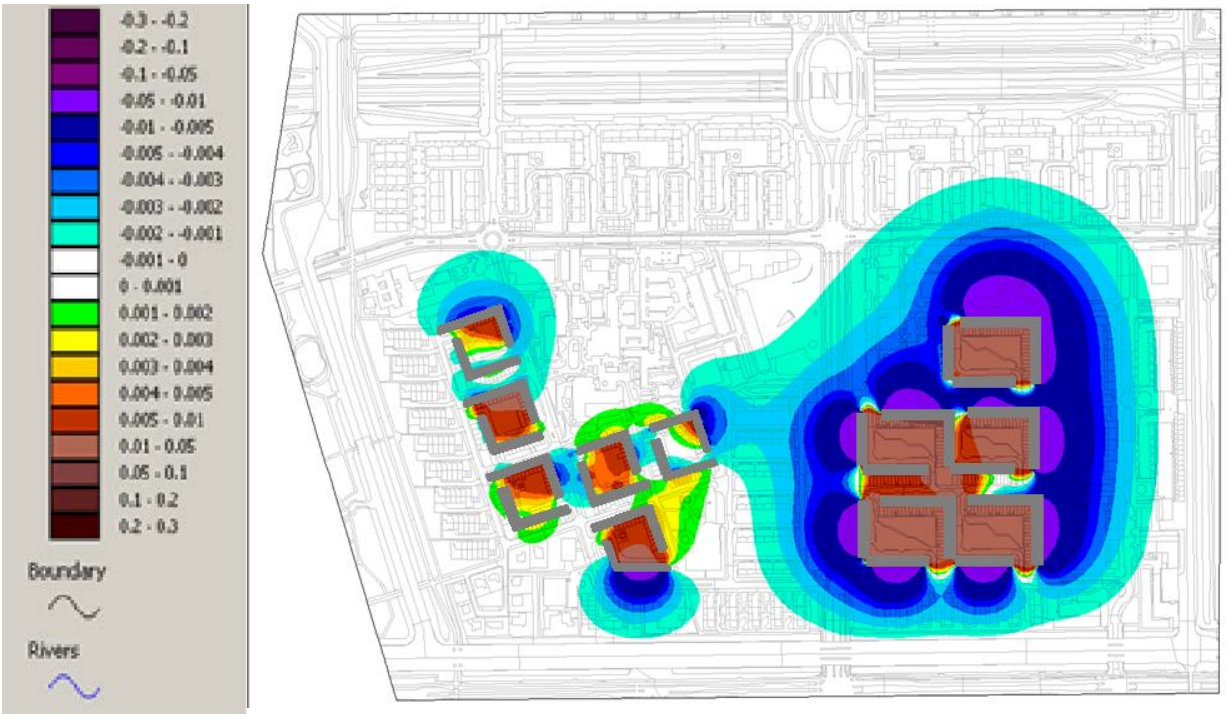
Grondwatereffect 50% kelders



Figuur 24 Grondwatereffect (in m) bij 50% kelders – gemiddelde situatie, kelders in grijs

Bij 50% kelders zijn de grondwatereffecten zeer klein: een lichte stijging (<0,05 m) in de binnentuinen en een lichte daling (< 0,05 m) aan de buitenzijde van het onderkelderde blokdeel. De effecten zijn klein, omdat er een vrij geringe grondwaterstroming is; lagen de kelders vlakbij de watergang dan was de stroming groter geweest met grotere effecten. Verder is het grondwater-blokkerende effect van de kelders vrij klein: er resteren brede grondstroken tussen de kelders, waardoor het grondwater gemakkelijk tussen de kelders door kan stromen. De grondwaterstand staat circa 1,0 m onder maaiveld dus de kans op wateroverlast in de binnentuinen blijft (ook bij de geringe stijging) klein. De houten palen hebben meer dan 2 m grondwaterdekking, waardoor het risico op droogval nauwelijks toeneemt door de geringe grondwaterdaling.

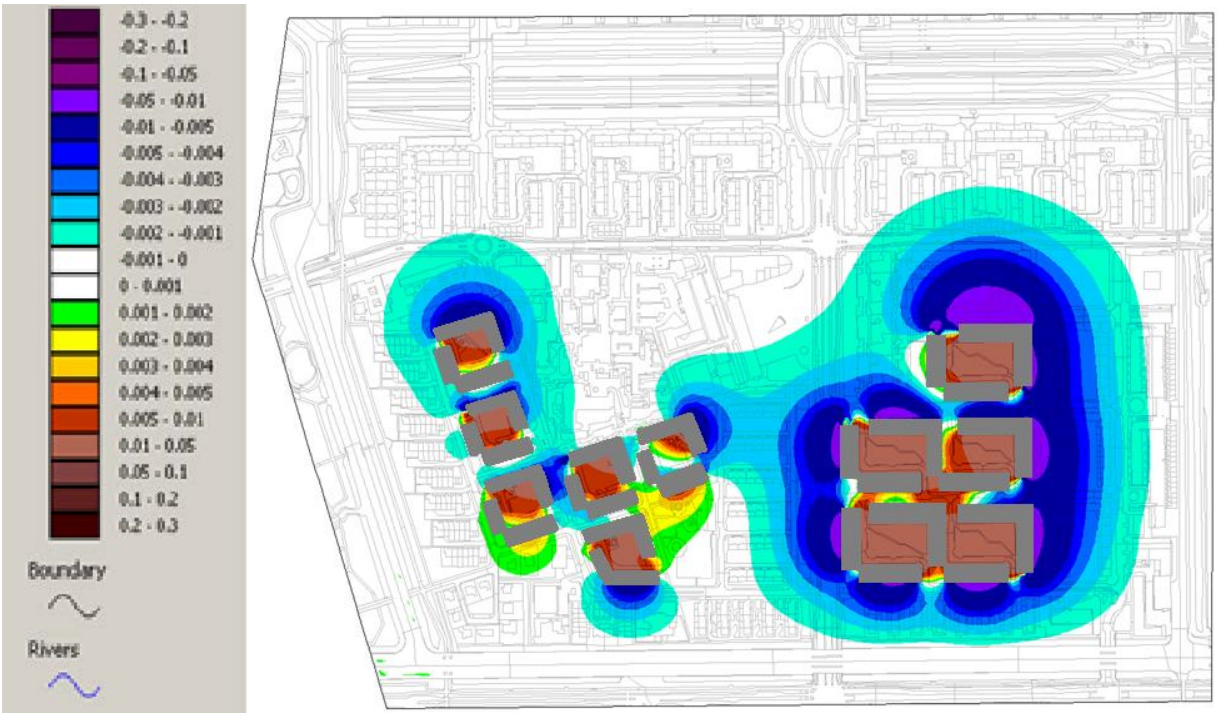
Grondwatereffect 100% kelders



Figuur 25 Grondwatereffect (in m) bij 100% kelders – gemiddelde situatie, kelders in grijs

In Figuur 25 is zichtbaar dat bij 100% onderkeldering de grondwaterstroming bij de bouwblokken grotendeels wordt geblokkeerd, maar dat er vrij smalle (20 m) grondstroken overblijven tussen de kelders waar grondwater kan stromen. De effecten zijn maximaal 10 cm verhoging in de binnentuin en maximaal 5 cm verlaging buiten het bouwblok bij de gevel. Het invloedsgebied (waar de effecten groter zijn dan 5 cm) is groter dan bij 50% kelders. In de binnentuinen is er een stijging en neemt de ontwatering af van circa 1,0 m naar 0,9 m; nog steeds voldoende, maar een deel van de marge ten aanzien van wateroverlast en klimaatverandering wordt dan opgesoupeerd. Het risico op droogval van houten funderingen blijft verwaarloosbaar klein.

Grondwatereffect 30 cm grond



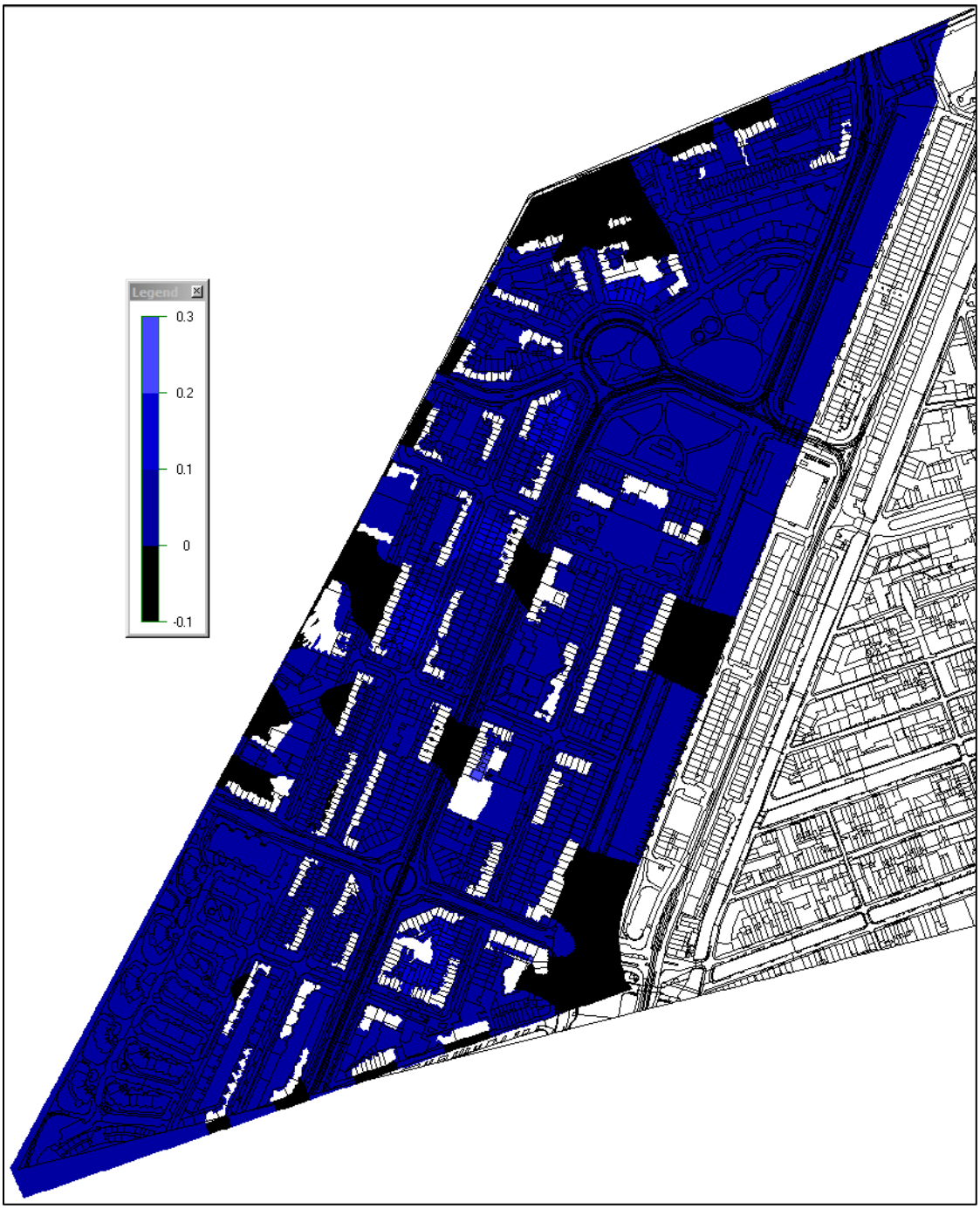
Figuur 26 Grondwatereffect (in m) bij 30 cm grond – gemiddelde situatie

Door het aanbrengen van 30 cm grond aan weerszijden van de kelder nemen de grondwatereffecten iets af, maar de maatregel zorgt niet voor een neutralisatie van het grondwatereffect. Er is minder dan 5 cm stijging in de binnentuinen en minder dan 5 cm daling aan de gevelzijde. De effecten zijn klein.
De grondwatereffecten in een natte situatie kunnen groter zijn dan in de gemiddelde situatie.
Dat speelt een grotere rol in situaties waar het grondwater vrijwel ingesloten is door kelders.
In Slotervaart zijn de bouwblokken open, waarbij enig grondwater tussen twee bouwblokken door kan blijven stromen en de situatie relatief gunstig is. Daarnaast is de ontwatering in een natte situatie circa 1,0 meter. Een geringe afname van de ontwatering levert in deze wijk geen directe problemen op. In andere delen van het onderzochte gebied (waar de huidige ontwatering 0,8 m is) of andere delen van Slotervaart, waar sprake is van hoog grondwater, kan het knelpunt iets worden verergerd.

Conclusie Slotervaart Zuid
De conclusie is, dat de 30 cm grond de grondwatereffecten niet neutraliseert. In situaties met grondwateroverlast is de maatregel niet voldoende om de overlast te verkleinen of gelijk te houden, en zou een meer ingrijpende maatregel nodig zijn. In wijken waar de ontwatering ruim voldoende is (lijkt het geval in het onderzochte gebied) is bouwen van de kelders wellicht toe te staan zonder maatregelen.

8.2 Frederik Hendrikbuurt

Grondwatereffect 50% kelders
In Figuur 27 zijn de berekende effecten weergegeven van 50% onderkelderde bouwblokken. Een positief getal is een stijging, een negatief getal is een daling.

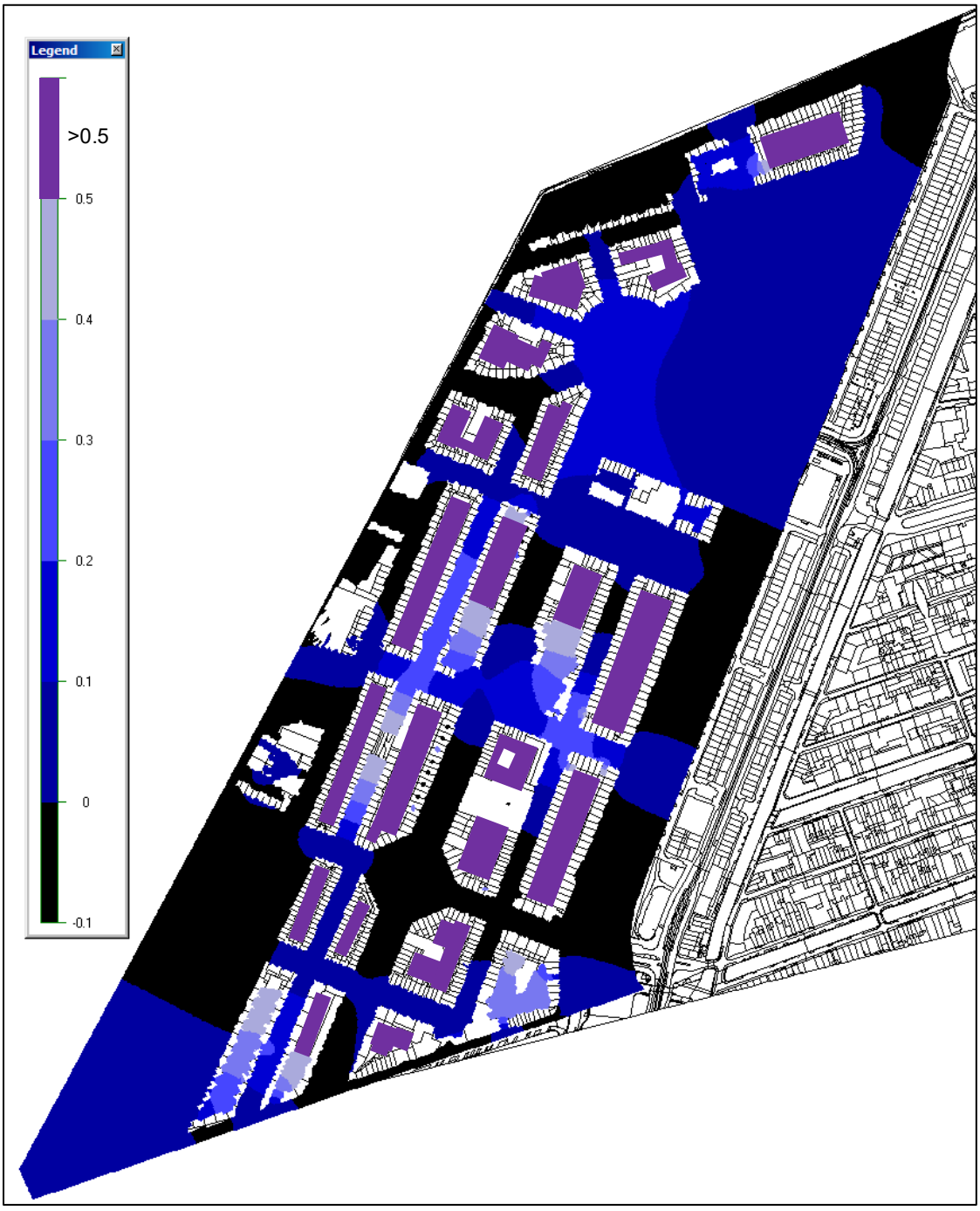


Figuur 27 Grondwatereffect in m - 50% kelders – gemiddelde situatie

In de gehele wijk zijn stijgingen zichtbaar tot 0,2 m. De stijging is ca. 0,05 m in Frederik Hendrikstraat, ca. 0,1 m in andere straten, tot 0,2 m stijging in semi-ingesloten binnentuinen. Dit is te verklaren: in de Frederik Hendrikstraat is een drainage actief die het grondwater constanter houdt, in overige straten is

dit niet altijd het geval, en in semi-ingesloten binnentuinen heeft infiltrerend grondwater meer moeite om, om de kelders heen, richting de watergangen te stromen. De kelders staan loodrecht op de stroomrichting: dit leidt tot een significante stijging van het grondwater.
In een natte periode is de stijging groter: berekend is ca. 0,1 m stijging in de Frederik Hendrikstraat, in overige straten 0,1 à 0,2 m stijging, tot 0,5 m stijging in semi-ingesloten binnentuinen. Het risico op grondwateroverlast neemt dus fors toe: in niet-gedraineerde straten en vooral onder binnentuinen. De stijging is groter op de locaties tussen twee bouwblokken met kelders (grondwater moet daar verder omstromen).
In een droge situatie varieert het effect van een lichte stijging van 0,05 m (op die locaties zakt het grondwater minder ver uit en neemt de kans op de grondwateronderlast iets af) tot dalingen van 0,1 m, met lokale dalingen tot 0,3 m. De dalingen treden op aan de bovenstroomse zijde van de kelders, dit is de kant waar het grondwater aanstroomt. In de zomer wordt het grondwatersysteem gevoed vanuit de watergangen; als er een kelder wordt gebouwd, treedt er aan de zijde die het dichtst bij de watergang ligt een daling op; het water uit de watergangen kan minder goed naar die plek toe stromen. Op locaties die sterk worden ingesloten door kelders kan de daling tot ca. 0,3 m bedragen. Het risico op onderlast neemt toe: de grondwaterdekking op houten palen neemt aan één pandzijde ca. 0,1 m af. Vaak gaat een onderkeldering gepaard met funderingsverbetering, waarbij grondwateronderlast geen risico meer is. Als de houten palen echter blijven zitten, dan neemt het onderlast-risico toe.
De situatie met 50% kelders vergroot fors het risico op overlast en vergroot tevens het risico op onderlast.

Grondwatereffect 100% kelders



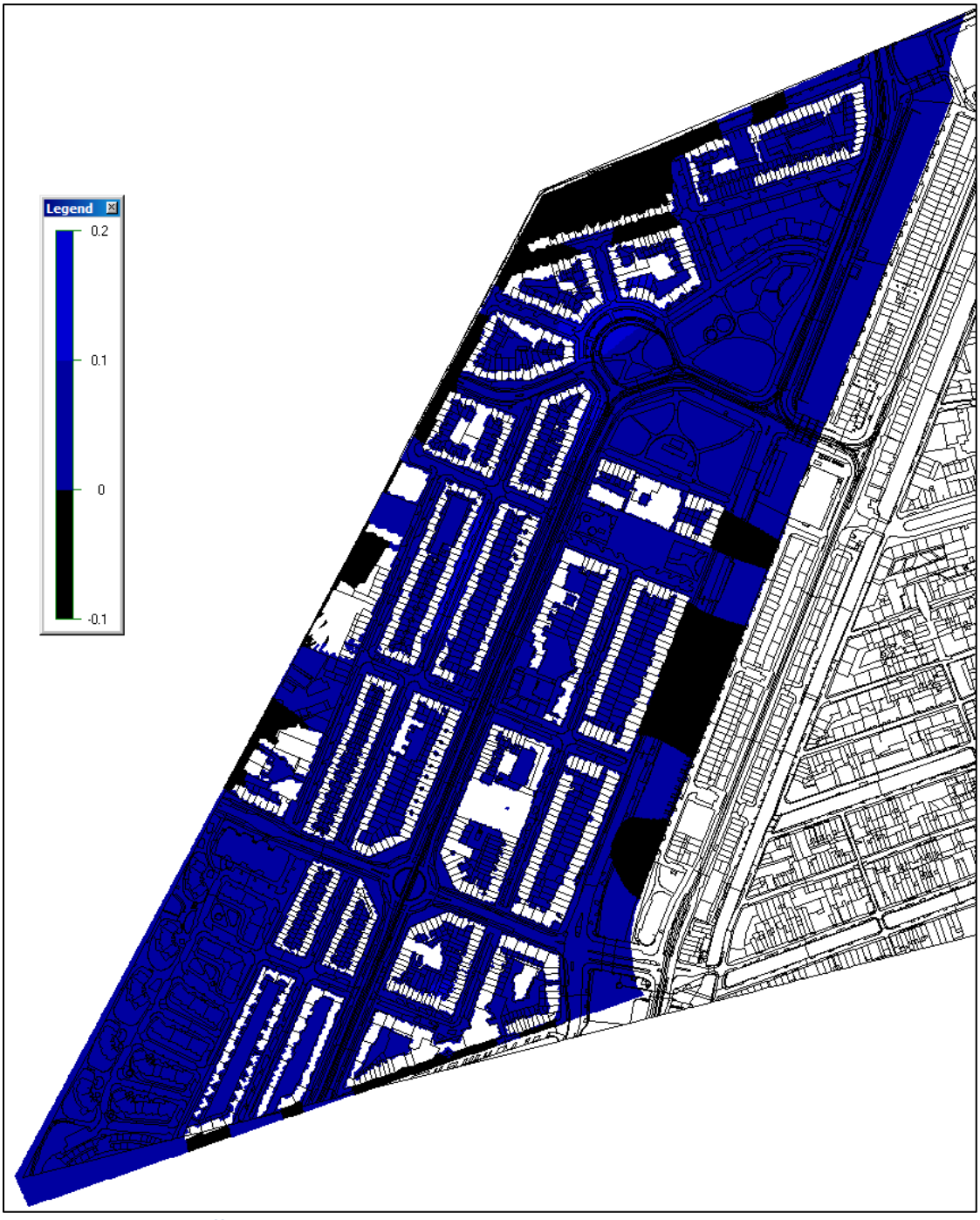
Figuur 28 Grondwatereffect in m - 100% onderkeldering – gemiddelde situatie

De berekende grondwaterstijging is ca. 0,1 m in Frederik Hendrikstraat en andere straten met drainage, stijgingen bedragen ca. 0,2 m in andere straten. In tussen kelders ingesloten binnentuinen is er meer stijging: tot >0,5 m (paarse delen).
Bij 100% onderkelderingen lopen de binnentuinen “vol” qua grondwater. Het grondwater kan daar niet meer wegstromen naar de omgeving en de watergangen, maar kan alleen nog inzijgen of verdampen. De grondwateraanvulling door neerslag is echter groter dan de inzijging en verdamping. Er gaat dus

meer water in dan uit, met als gevolg dat de binnentuin in theorie “volloopt”. In praktijk zal het gaan om zeer grote stijgingen (>0,5 m) met onacceptabele wateroverlast.
In de openbare ruimte is de stijging 0,1 à 0,2 m, dit is iets minder groot dan in de variant met 50% kelders. Dit komt doordat het grondwater uit de tuinen niet meer wordt toegevoegd aan het grondwatersysteem van de wijk (waar dat voorheen wel het geval was), waardoor er in totaal minder grondwater onder de straten stroomt.
In een natte situatie zijn de effecten ongeveer even groot. Het gevolg is een merkbare toename van het risico op wateroverlast in de straten (slechtere boomgroei en schades aan wegdek door opvriezen) en vergroot risico op wateroverlast bij de woningen. In de binnentuinen ontstaat zeer grote wateroverlast, die ook merkbaar is aan de achterzijde van woningen.
In een droge situatie zakt het grondwater in de straten tot 0,3 m minder ver uit dan in de huidige situatie, maar aan de achterzijde van de woningen (binnentuinen) zakt het grondwater volgens de berekening tot 0,3 m. In de straten is de grondwaterstand bij aanvang van de droge periode hoger. Hierdoor zakt het grondwater minder ver uit en neemt het risico op grondwateronderlast aan de voorzijde van de woningen juist af.
In binnentuinen is het andersom: hier is een klein lokaal, afgesloten grondwatersysteem met veel verdamping en geen aanvulling vanuit het grondwater in de omgeving. Grondwater in de binnentuinen zakt daarom sneller uit in langere droge perioden. Het risico op grondwateronderlast aan de achterzijde van de woningen neemt dan sterk toe.

De conclusie is, dat er bij 100% onderkeldering onacceptabele grondwatereffecten ontstaan in de binnentuinen, omdat er geen grondwater meer weg of heen kan stromen: zeer grote wateroverlast en een sterke toename op onderlast bij de achterzijde van de woning.
In de straten is er een merkbare toename van het risico op overlast; het onderlast-risico neemt aan de voorzijde van de woningen juist af.

Grondwatereffect 30 cm grond
Het grondwatereffect is weergegeven in Figuur 29..



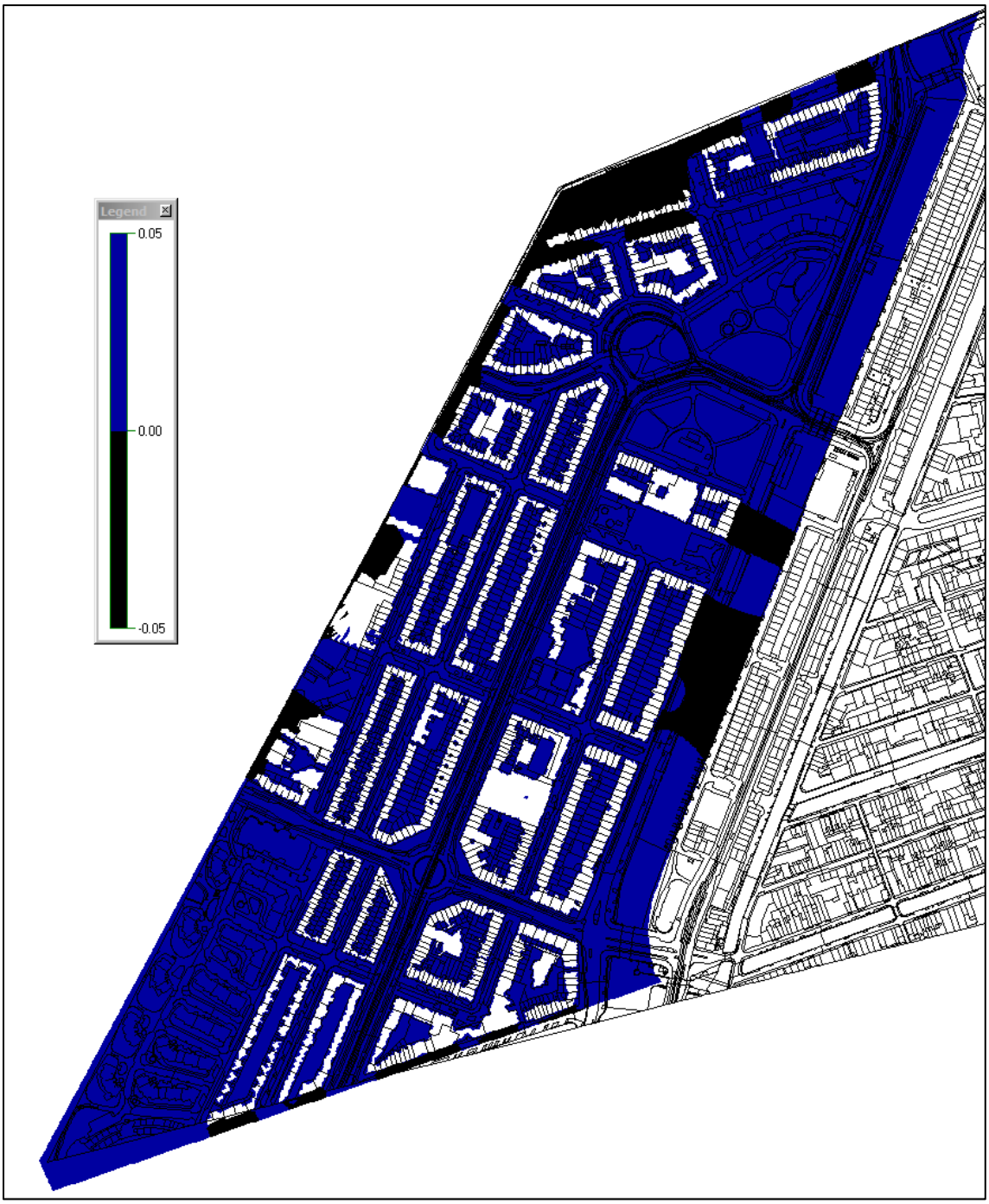
Figuur 29 Grondwatereffect in m – 100% kelders met 30 cm grond – gemiddelde situatie

De gemiddelde situatie toont beperkte stijgingen van 0,05 m in gedraineerde straten en circa 0,10 m in de andere straten. Door de maatregel wordt het opstuwende, stijgende grondwatereffect van de kelders ruwweg tot de helft beperkt. Door de maatregel zijn de binnentuinen niet meer opgesloten qua grondwater.

In een natte situatie ziet men dat het grondwater echter lastig weg kan uit de binnentuinen, leidend tot een merkbare grondwaterstijging van 0,2 m; er is toename van overlast. In niet-gedraineerde straten is de stijging circa 0,15 m met een toename van het wateroverlast-risico.
In een droge situatie is het andersom: het grondwater uit de omgeving kan slecht naar de binnentuinen toestromen. Daardoor kan het grondwater met 0,1 à 0,2 m dalen. Het risico op droogval van houten funderingen neemt toe aan de achterkant van de woningen, als daar nog een houten fundering aanwezig is.

Conclusie: de maatregel “30 cm grond” is al enigszins effectief, omdat de grootste effecten worden tegengegaan en er contact is tussen het grondwater in de binnentuinen en de omgeving. De maatregel is echter op termijn niet effectief genoeg voor de binnentuinen en niet-gedraineerde straten. Het risico op wateroverlast neemt merkbaar toe en aan de achterzijde van de woningen neemt ook het onderlast-risico toe. De maatregel is op de lange termijn onvoldoende.

Variant grote grondverbetering
Om te onderzoeken welke maatregel dan wél effectief is, is een grote grondverbetering in het model ingevoerd. De berekende grondverbetering brengt het doorlaatvermogen van de huidige grond terug. Dit kan bereikt worden door bijvoorbeeld 0,50 m drainagezand of grond aan te brengen onder de kelder: in dit laatste geval zijn er ook horizontale zandkolommen nodig om contact te maken met het omliggende freatische pakket. Het is nog niet bekend welke uitvoeringswijze haalbaar is, om dit soort maatregel te realiseren. Dit wordt nader onderzocht met marktpartijen.



Figuur 30 Grondwatereffect in m – grote grondverbetering – gemiddelde situatie

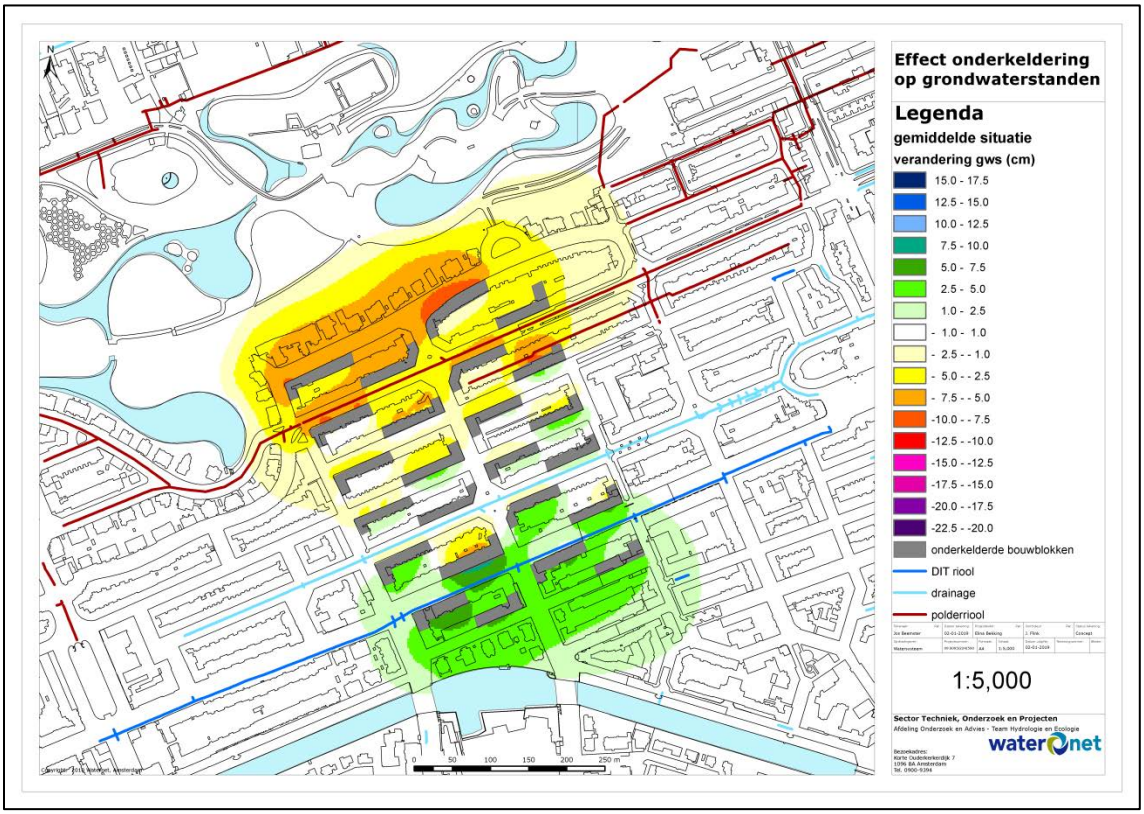
In Figuur 30 is zichtbaar dat de maatregel zeer effectief is: de grondwaterstijgingen en –dalingen zijn kleiner dan 0,05 m. In een natte en droge situatie is dit ook het geval. Wanneer het doorlaatvermogen even groot is als in de huidige situatie, kunnen de effecten tot vrijwel 0 worden teruggebracht en is er sprake van grondwaterneutraal bouwen.
Conclusie: een maatregel met een grote grondverbetering heeft zeer geringe grondwatereffecten waarbij vrijwel de huidige situatie zonder kelders wordt teruggebracht. De maatregel staat vrijwel gelijk aan grondwaterneutraal bouwen. De maatregel dient verder te worden uitgewerkt zodat er grondwaterneutraal wordt gebouwd.

Variant klimaateffect en onderkelderde tuinen
Er is een variant doorgerekend met 100% kelders, volledig onderkelderde tuinen en klimaattoeslag. Door perioden van grote neerslag én droge perioden zijn de grondwaterfluctuaties in het Frederik Hendrik plantsoen tot 0,2 m groter, met zowel hoge als lage grondwaterstanden. In het stedelijk deel zijn de fluctuaties echter minder groot, omdat het grondwater onder de verhardingen minder sterk reageert op neerslag (er infiltreert weinig), terwijl in droge perioden de verdamping onder de verharding klein is. De conclusie is dat de klimaateffecten sterker worden gevoeld in de onverharde wijkdelen.

Conclusie Frederik Hendrikbuurt
De conclusie is, dat er reeds bij 50% kelders nadelige grondwatereffecten ontstaan en het risico op zowel overlast als onderlast significant toeneemt. Bij 100% kelders zijn de effecten groter en in de binnentuin zijn de effecten onacceptabel, omdat het grondwater in de binnentuinen geïsoleerd raakt van de omgeving.
De maatregel met 30 cm grond beperkt deze gevolgen, maar is op lange termijn onvoldoende. Een meer ingrijpende maatregel is nodig. Bij het maken van een grote grondverbetering onder/naast de kelders, wordt vrijwel grondwaterneutraal gebouwd, met zeer geringe grondwatereffecten tot gevolg.

8.3 Museumkwartier West

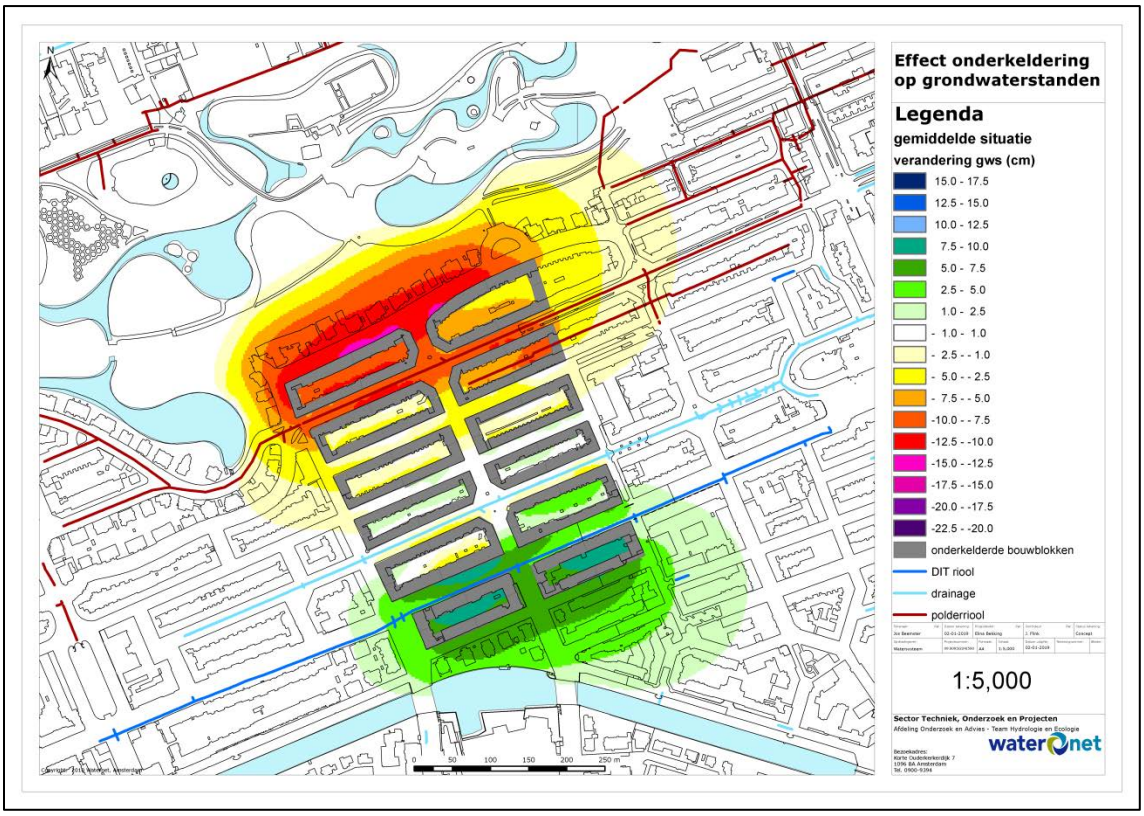
Grondwatereffect 50% kelders



Figuur 31 Grondwatereffect in cm - 50% kelders (grijs) met 30 cm grond - gemiddelde situatie

De effecten van 50% onderkeldering met 30 cm grond in een gemiddelde situatie zijn een grondwaterstijging van 0,05 à 0,10 m aan de zuidzijde van het gebied en een daling van 0,05 à 0,1 m aan de noordzijde van het gebied. Daarbij de kanttekening dat zonder de 30 cm grond de stijging en daling met maximaal 0,05 m toenemen. Omdat het grondwater in noordelijke richting stroomt, treden de kelders op als een ondergrondse barrière die loodrecht op de grondwaterstroming staat. Er zijn daarom verhogende effecten op aan de zuidzijde van de kelders (bovenstrooms) en verlagende effecten aan de noordzijde van de kelders (benedenstrooms, “luwe zijde”).
In een natte situatie zijn de effecten iets kleiner maar van vergelijkbare orde grootte. De ontwatering neemt dus af met 0,05 m tot lokaal 0,10 m. Dit zal niet direct negatieve gevolgen hebben, maar wanneer er een klimaatscenario wordt toegepast, worden deze stijgingen echter groter, vooral ten zuiden van de Johannes Verhulststraat.
In een droge situatie daalt het grondwater met name aan de noordzijde van het onderzochte gebied, nabij het Vondelpark. Uit een controle van de bovenkant van het funderingshout blijkt, dat deze funderingen nu voldoende grondwaterdekking hebben, ook na de grondwaterverlaging. In de rest van het onderzochte gebied ligt het funderingshout hoger maar is geen acuut risico op droogval. Wel neemt de grondwaterdekking op de palen (de marge) af.
Conclusie: de situatie met 50% kelders heeft licht negatieve gevolgen.

Grondwatereffect 100% kelders
Het grondwatereffect bij 100% onderkeldering (met 30 cm grond) is weergegeven in Figuur 32.



Figuur 32 Grondwatereffect in cm - 100% kelders met 30 cm grond - gemiddelde situatie

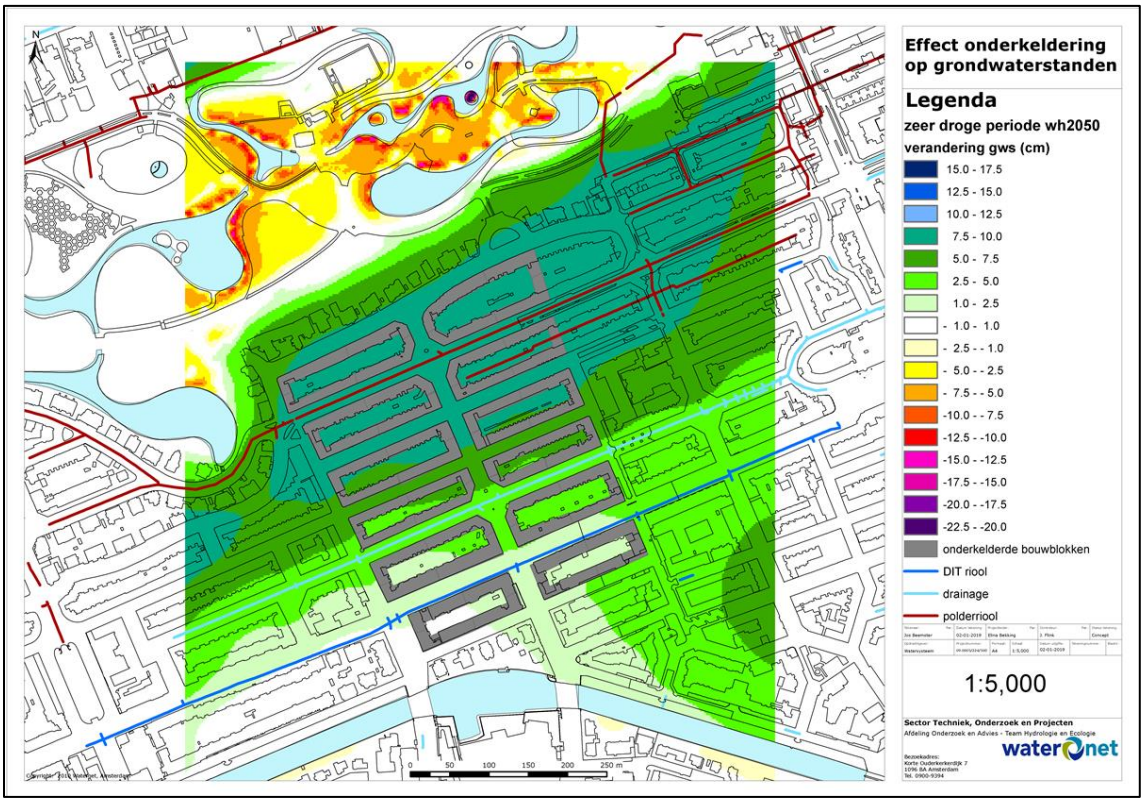
De effecten in de straten zijn groter dan in de situatie met 50% kelders. De maximale verhoging én verlaging is circa 0,1 m. Daarbij de kanttekening dat zonder 30 cm grond de verhoging en verlaging met maximaal 5 cm toenemen, waarbij mogelijk effecten van circa 0,15 m ontstaan.
In een natte situatie zijn de effecten groter dan in een gemiddelde situatie. Blijkbaar heeft het grondwater moeite om de onderkelderde bouwblokken heen te stromen, die loodrecht op de stroomrichting staan. De grondwaterverhoging kan oplopen tot meer dan 0,2 m, waarmee het risico op grondwateroverlast merkbaar zal toenemen. Het stijgend effect is nog groter in de binnentuinen, met name zonder de 30 cm grond als ze een geïsoleerd grondwatersysteem krijgen. Het effect van 'vollopen' van de binnentuinen lijkt hier niet het geval, omdat de inzijging vrij groot is, maar de stijgingen kunnen ruim boven 0,2 m liggen. Het effect in de binnentuinen is onzeker maar groot.
In een droge situatie daalt het grondwater ten noorden van de Johannes Verhulstraat tot ruim 0,2 m. Aan de achterzijde van de woningen kan de binnentuin niet meer worden aangevuld met grondwater uit de omgeving, waardoor de grondwaterdaling met name aan de achterzijde van de woningen meer dan 0,2 m kan bedragen. Aan de Van Eeghenstraat kan dit leiden tot droogval. Aan de voorzijde van de woningen, lijkt het risico op droogval kleiner omdat het grondwater daar beter wordt aangevuld vanuit de omgeving, maar neemt de grondwaterdekking op de houten palen af.

Conclusie: de situatie met 100% kelders heeft negatieve gevolgen voor grondwateroverlast. Voor onderlast is vooral een toename van het risico aan de achterzijde van de woningen, omdat daar het grondwater minder goed wordt aangevuld.

Grondwatereffect 30 cm grond
De maatregel met 30 cm grond is onvoldoende om de grondwatereffecten te neutraliseren. Op lange termijn, zeker wanneer men toegaat naar een situatie met meer dan 50% onderkeldering, is een grotere grondverbetering nodig.

Klimaateffect

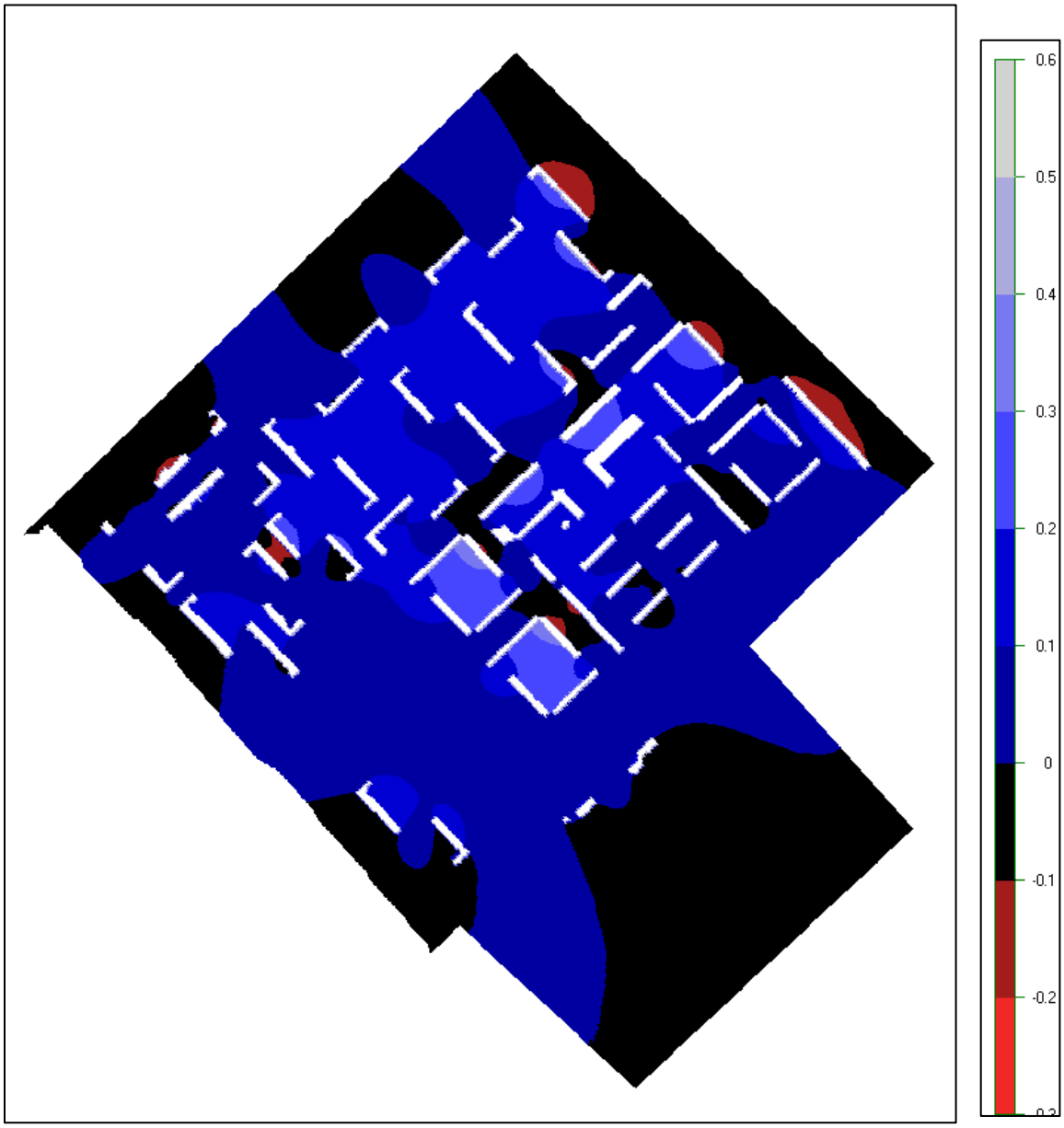
Het klimaatscenario Wh2050 heeft een verhogend effect op het grondwater, zowel in natte als droge perioden. Dit betekent dat het risico op grondwateroverlast in de toekomst toeneemt (met 0,05 à 0,1 m). In combinatie met de verhogende effecten van de kelderbouw, kan merkbare overlast ontstaan. Anderzijds zakt door het nattere klimaat het grondwater circa 0,05 à 0,1 m minder uit in droge perioden. Aan het begin van de droge periode heerst immers een hogere begin-grondwaterstand. Hierdoor neemt de kans op grondwateronderlast licht af. Opgemerkt wordt, dat dit een theoretische benadering is waarbij een langere (dan het klimaatscenario) periode zonder neerslag vrij grote effecten kan hebben. Een grondwaterstand in een binnentuin kan in een droge zomer tot 1 cm per dag dalen; mocht de droge periode twee weken langer duren dan het klimaatscenario, dan is de extra grondwaterdaling al 0,14 m. De conclusie is dat het risico op grondwateroverlast in het toekomstig klimaat toeneemt, terwijl het risico op onderlast in theorie kan afnemen maar bij lange droge perioden toeneemt.



Figuur 33 Grondwatereffect klimaatscenario (in cm) t.o.v. geen klimaatscenario - 100% kelders - droge situatie

8.4 Middenmeer

Grondwatereffect 50% kelders
Het grondwatereffect van 50% kelders is zichtbaar in Figuur 34. Een aantal blokken in het zuidoosten van het gebied hebben nu al kelders, die zijn meegenomen onder de 50% kelders.



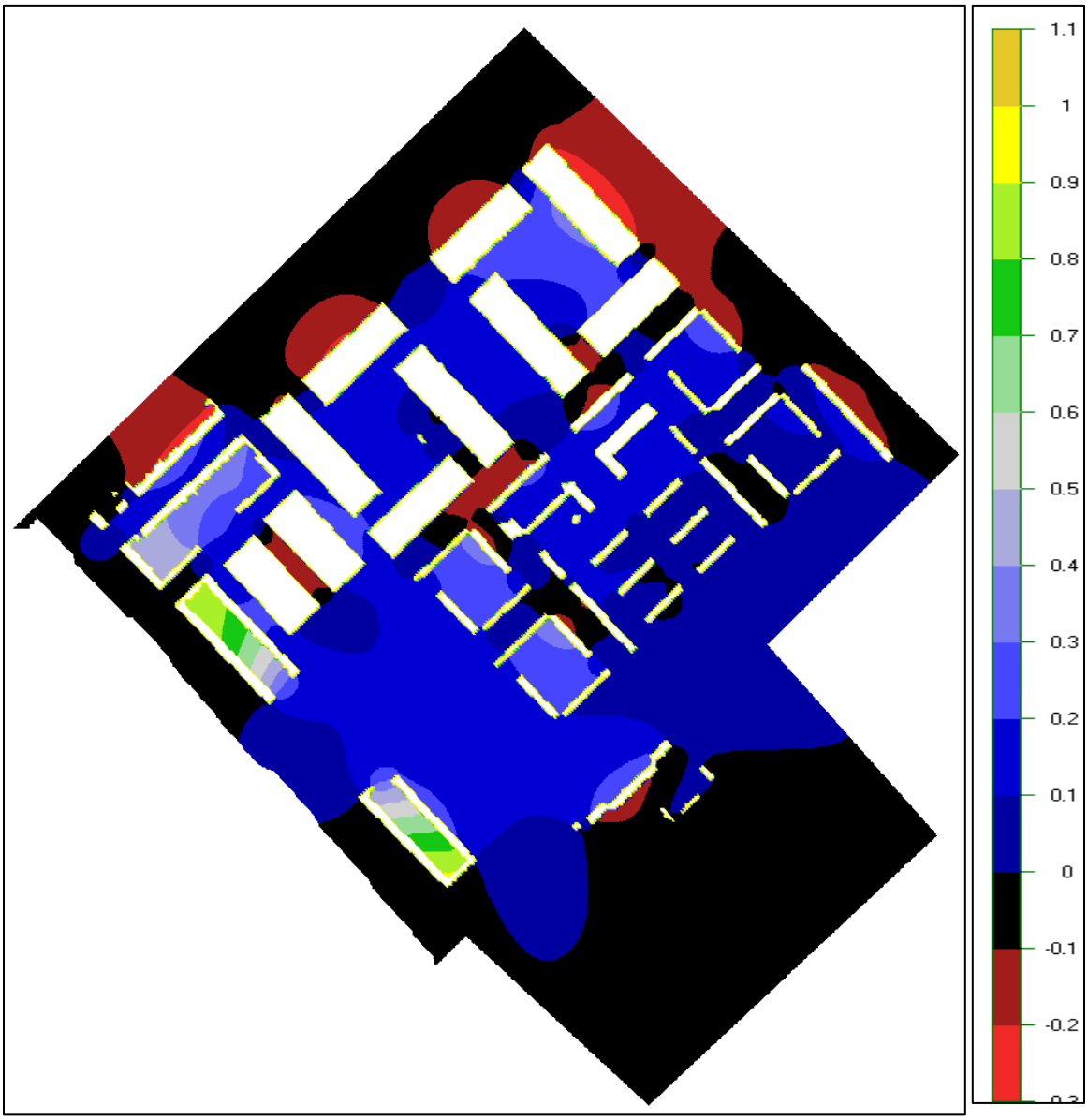
Figuur 34 Grondwatereffect in m – 50% onderkeldering – gemiddelde situatie

Er zijn in de gemiddelde situatie in de gehele buurt grondwaterstijgingen tot 0,2 m, lokaal hoger. Op enkele locaties zijn er dalingen van circa 0,1 m. De stijging wordt met name veroorzaakt door kelders die loodrecht op de stromingsrichting staan, die gericht is richting de watergangen. De stijging is relatief groot doordat het een kwelgebied betreft waarbij de horizontale stroming groot is.
Aan de stroomafwaartse zijde ("luwte") van sommige kelders vindt daling plaats; dit is bijvoorbeeld zichtbaar bij de meest noordelijke bouwblokken.

In een natte periode zijn de stijgingen iets groter (tot 0,25 m). Het risico op wateroverlast neemt merkbaar toe tot zeer groot. Wateroverlast kan mogelijk optreden bij woningen en in kruipruimten en op termijn bij bomen (verminderde groei) en wegen (opvriezen).
In een droge periode is er bij een twintigtal bouwblokken een daling die meest tussen 0,05 en 0,1 m ligt. De GLG wordt dus lager, waardoor er minder grondwaterdekking op de houten funderingen resteert. Er blijft een ruime grondwaterdekking aanwezig waarmee het risico op onderlast bij 50% kelders klein is.

De conclusie is dat er reeds bij 50% onderkeldering een significant risico is op overlast. Het risico op onderlast neemt licht toe, maar naar verwachting is er nog ruim voldoende grondwaterdekking op de palen en is het risico klein.

Grondwatereffect 100% onderkeldering
De effecten zijn zichtbaar in Figuur 35.



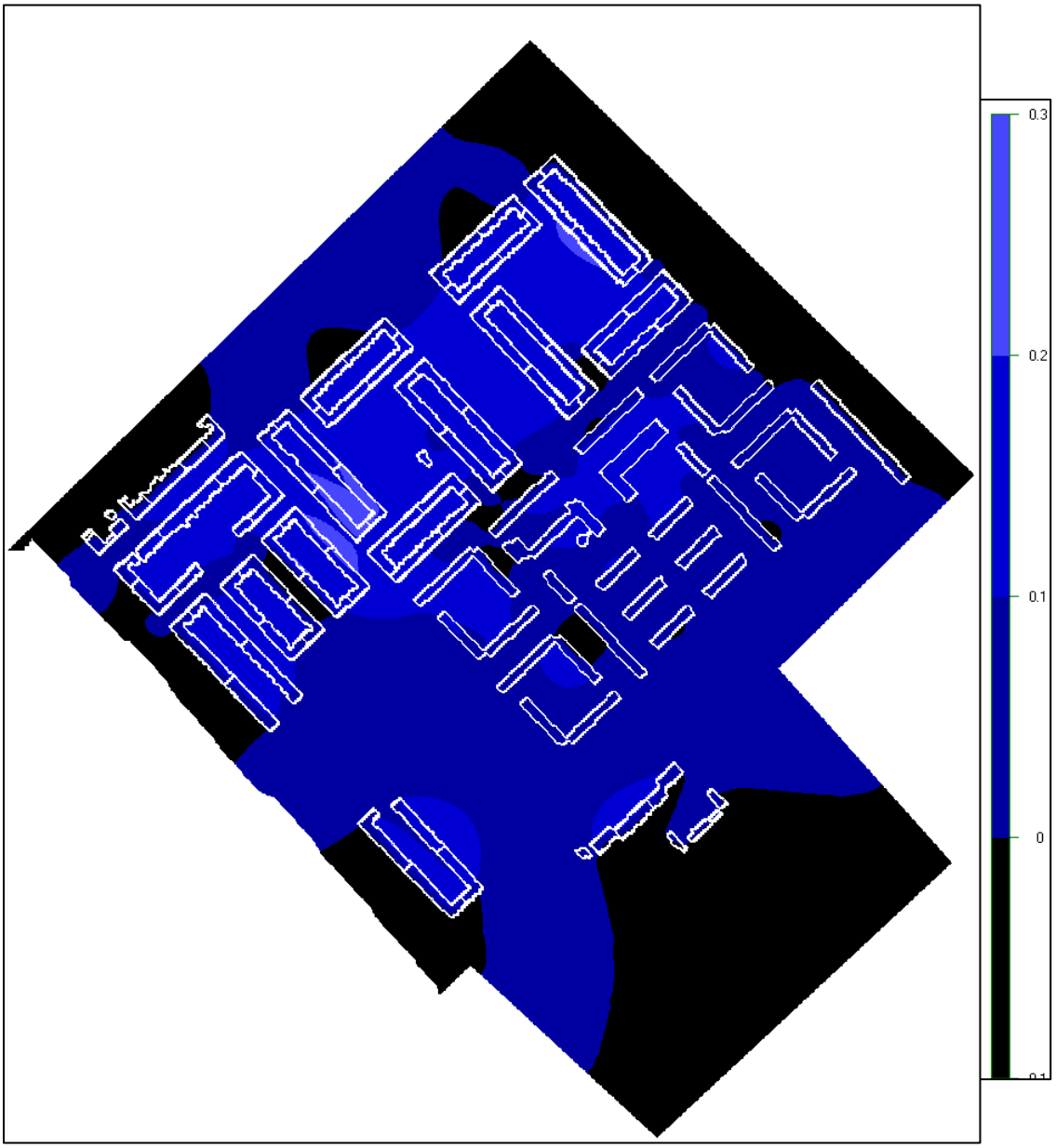
Figuur 35 Grondwatereffect in m – 100% kelders – gemiddelde situatie

Bij 100% onderkeldering is er in de gemiddelde situatie zowel sprake van grondwaterstijgingen (tot 0,3 m) als -dalingen (tot 0,2 m). De stijging is ongeveer gelijk aan de situatie met 50% kelders. Dit komt omdat de binnentuinen in gesloten bouwblokken qua grondwater worden afgesloten van het grondwatersysteem in de wijk. Hierdoor wordt er minder grondwater afgevoerd onder de straten en tegelijk moet het grondwater om de onderkelderde bouwblokken heen stromen. Het netto-effect van beide mechanismen is ongeveer gelijk aan de situatie 50% kelders.

In een natte periode, neemt (net zoals bij 50% kelders) het risico op wateroverlast merkbaar toe tot zeer groot. Overlast kan mogelijk optreden bij woningen en in kruipruimten en op termijn bij bomen (verminderde groei) en wegen (opvriezen). Maar vooral het risico in afgesloten binnentuinen is zeer groot: de aanvulling van het grondwater (neerslag en kwel) is groter dan de hoeveelheid grondwater die weg kan (verdamping). De binnentuinen “lopen vol”.
In een droge periode zijn de dalingen groter dan bij 50% kelders: tot 0,2 m daling. Hierdoor resteert er minder grondwaterdekking op de houten funderingen. Waarschijnlijk blijft de grondwaterdekking op de houten funderingen ruim voldoende en is het risico klein.

Grondwatereffect 30 cm grond

De effecten zijn zichtbaar in figuur 19. De effecten van 100% kelders, waarbij 30 cm grond is toegepast, zijn voor zowel de gemiddelde als de natte situatie nog steeds tot 0,2 m stijging en tot 0,05 m daling. De stijging en daling zijn aanzienlijk kleiner dan wanneer geen 30 cm grond wordt toegepast, maar doordat de ontwatering in dit gebied al minimaal is, is het effect bij 30 cm grond nog steeds te groot en neemt het risico op grondwateroverlast merkbaar toe. Het risico op onderlast blijft klein.

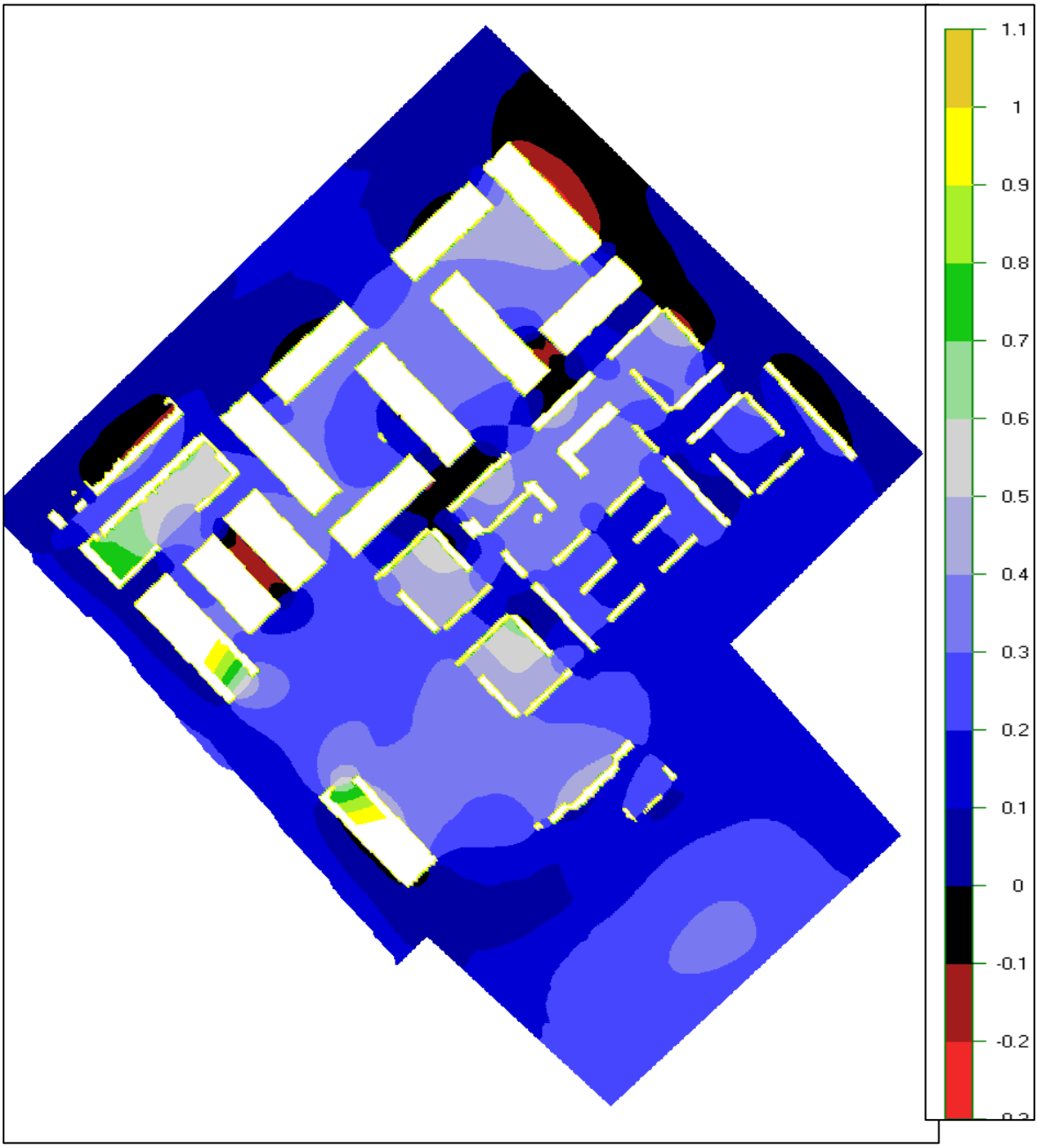


Figuur 36 Grondwatereffect in m – 100% kelders + 30 cm grond – gemiddelde situatie

Grondwatereffect Klimaatscenario

In de situatie met 100% kelders en een klimaatscenario Wh2050, is er een extra verhogend effect op het grondwater, zowel in natte als droge perioden. Er is sprake van een stijging tot circa 0,40 m (lokaal hoger) en een daling tot -0,15 m (lokaal hoger). De kans op grondwateroverlast in combinatie met kelderbouw neemt met het toekomstige klimaatscenario aanzienlijk toe.

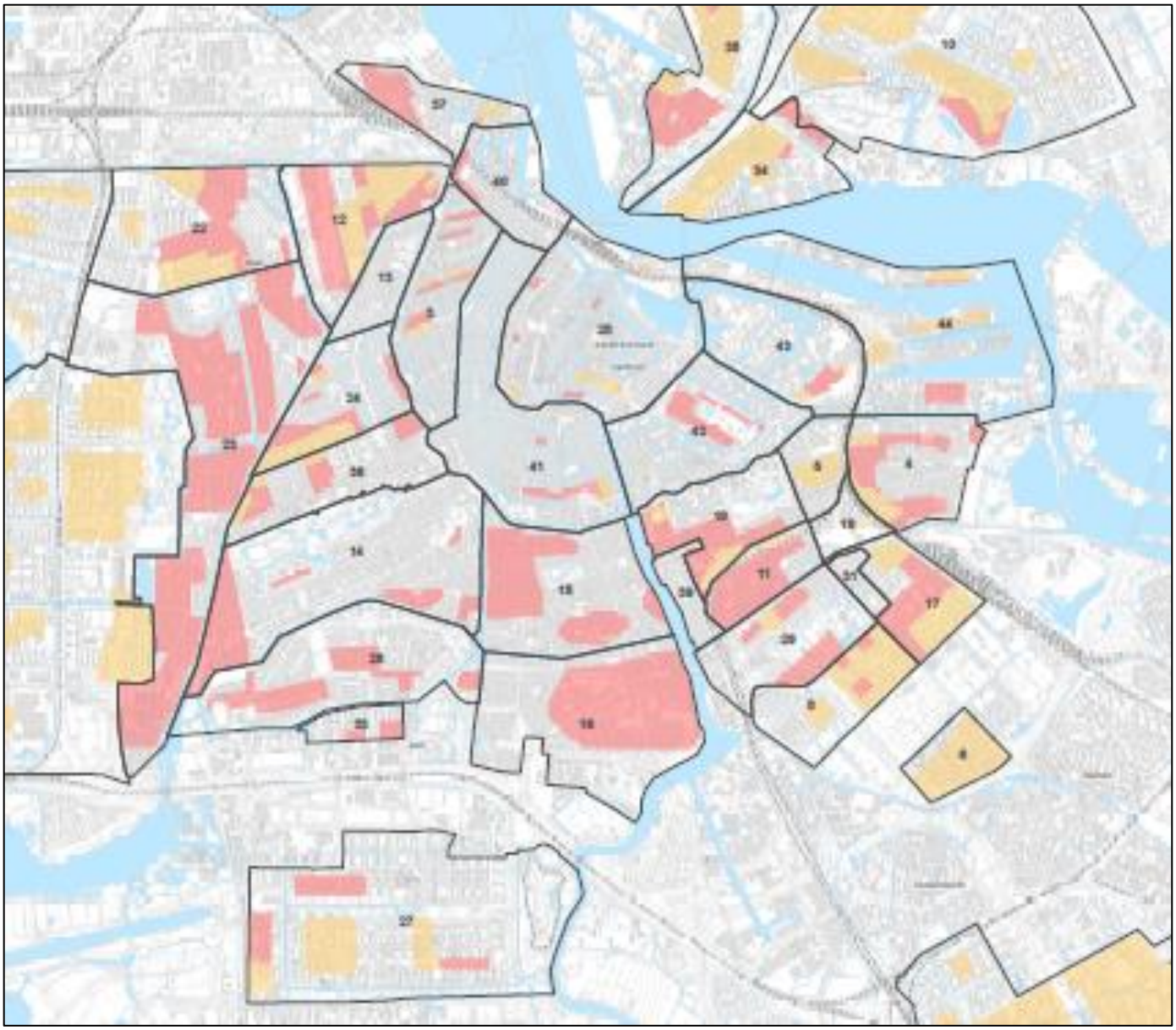
Anderzijds zakt door het nattere klimaat het grondwater circa 0,05 à 0,1 m minder uit in droge perioden. Aan het begin van de droge periode heerst immers een hogere begin-grondwaterstand. Hierdoor neemt de kans op gr licht af. Wanneer de droge perioden langer zijn dan in het klimaatscenario, kan er een lichte daling optreden maar blijft het risico op onderlast klein.



Figuur 37 Grondwatereffect in m – 100% kelders + klimaatscenario Wh – gemiddelde situatie

9 Bijlage 3 Kaart gebieden met hoog grondwater

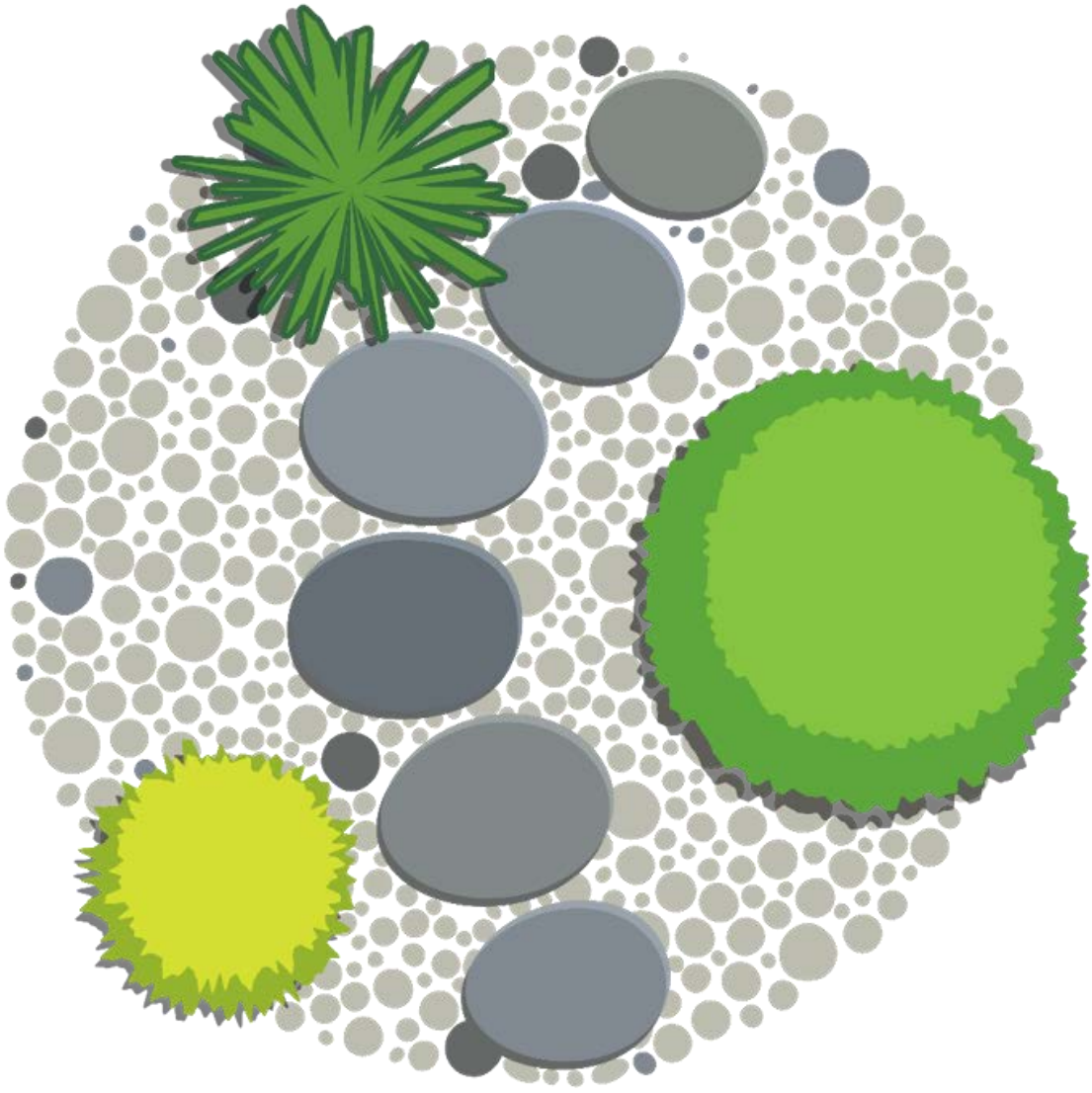
Geel: Ontwateringsdiepte < -0,90 m; drainage mogelijk
Rood: Ontwateringsdiepte < -0,90 m; drainage niet/beperkt mogelijk door indicatie hooggelegen funderingen



Bijlage 7 Groenpercentage en vergroeningspotentieel particuliere tuinen

Deloitte.

Climate Adaptation Services



Nederlandse tuin kan bijna drie keer groener

Een onderzoek naar het groenpercentage en het vergroeningspotentieel van de Nederlandse particulierentuin

10 oktober 2019

Nederlandse tuin kan bijna drie keer groener

De Nederlandse particulierentuin bestaat voor 36% uit vegetatie en is dus voor iets meer dan een derde ‘groen’. Dit blijkt uit een omvangrijke data-analyse op basis van openbare bronnen die is uitgevoerd door Deloitte in samenwerking met Climate Adaptation Services (CAS). Ook blijkt dat er grote verschillen zijn tussen buurten en gemeenten. Zo zijn de tuinen van Rotterdammers maar liefst drie keer groener dan de tuinen van Amsterdammers. Het aandeel groen in tuinen kan relevant zijn voor beleidsmakers, omdat vegetatie in bewoond gebied zorgt voor verkoeling, goede afwatering, biodiversiteit en CO2-vermindering.

Nederlandse tuin kan bijna drie keer groener

De Nederlandse particulierentuin is gemiddeld voor 36% bedekt met groen. Het is voor het eerst dat door middel van data-analyse feitelijk is vastgesteld hoe hoog het groenpercentage is in de tuinen van Nederland.

Dit onderzoek laat op landelijk, gemeentelijk en buurtniveau zien hoe groen de tuinen zijn. Ook is berekend hoeveel oppervlakte deze tuinen in beslag nemen. Op basis daarvan is te bepalen wat het vergroeningspotentieel is in gemeenten en in buurten.

De vijf grootste steden

In stedelijke gebieden zijn deze positieve effecten van vegetatie extra welkom, met name de verkoeling die het met zich meebrengt kan van waarde zijn in steden. In stedelijk gebied kan warmte namelijk minder goed weg en in stenen wordt hitte lang vastgehouden. Dit zogeheten Urban Heat Island-effect zorgt ervoor dat het in Nederlandse steden soms tot 8°C warmer is dan in de rest van het land[1]. Dit onderzoek zoomt daarom extra in op de vijf grootste steden van Nederland. Zo is voor deze steden berekend met hoeveel graden Celsius de temperatuur zou kunnen dalen als al het vergroeningspotentieel in zijn volledigheid zou worden benut.

Rotterdammers hebben drie keer groenere tuin dan Amsterdammers

Uit deze analyse komen aanzienlijke verschillen tussen gemeenten en buurten naar voren. Misschien wel het opmerkelijkste verschil vinden we terug tussen de grote steden. Zo blijkt dat de tuinen in Rotterdam (gemiddeld voor 33% bedekt met vegetatie) maar liefst drie keer groener zijn dan de tuinen in Amsterdam (gemiddeld voor 11% bedekt met vegetatie). Bovendien blijkt dat lage percentage groen in de Amsterdamse tuinen, voldoende voor het predicaat 'de Nederlandse gemeente met de minst groene tuinen'.

4 **datasets**
zijn gebruikt per berekening. Alle vier openbaar en gratis toegankelijk

40 **cloud-computers**
door heel Europa hebben 2 weken lang, 24 uur per dag gerekend

9,3 **miljoen adressen**
in Nederland zijn geanalyseerd

3 **miljard m² tuin**
is gecontroleerd op het percentage groen

De terminologie in dit rapport

Particulierentuin (vanaf nu '**tuin**'): een tuin die zich in een perceel met een woonfunctie bevindt.

Vegetatie (vanaf nu '**groen**'): grond die volgens de NDVI-index een waarde heeft van 0,2 of hoger wordt beschouwd als vegetatie (zie volgende hoofdstuk).

Groenpercentage: het percentage groen per m² per particulierentuin in een bepaald gebied.

Vergroeningspotentieel: het aantal m² aan tuin in een bepaald gebied dat nog bedekt kan worden met groen.

[1]Steeneveld et al. 2011. Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands

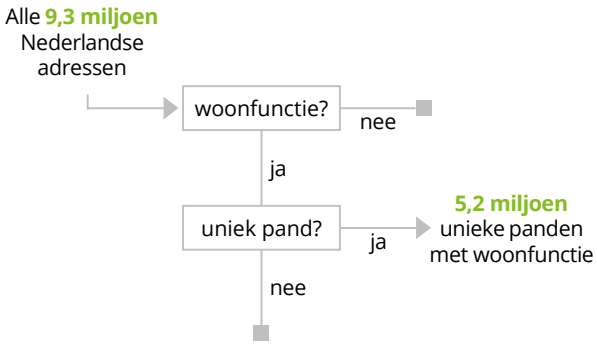
Hoe 3 miljard vierkante meter aan tuin is geanalyseerd

Eenvoudige adresgegevens hebben uiteindelijk geleid tot nauwkeurige data over het groenpercentage per tuin. Hieronder wordt uitgelegd hoe dit in zijn werk is gegaan. Deze data-analyse is onder te verdelen in drie fasen die beantwoorden aan drie vragen.

Waar zijn woningen op de begane grond?

Het uitgangspunt van dit onderzoek is dat een tuin zich op de begane grond moet bevinden. In deze stap zijn woningen op de begane grond geïdentificeerd. Het verzamelen van de benodigde data is begonnen bij de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG). Hieruit zijn alle 9,3 miljoen adressen in Nederland opgehaald. Van elk adres is vervolgens nagegaan of het gaat om een woonfunctie. Ook is gecontroleerd of het een uniek pand betreft. Hierdoor is een pand met meerdere woonlagen maar een keer meegeteld.

Woningen van Nederland



Waar precies bevinden zich deze tuinen?

Per pand zijn de coördinaten van het pand opgehaald bij de BAG en de perceelcoördinaten bij de Basisregistratie Kadaster (BRK). Deze zijn gecombineerd om alleen de coördinaten van alleen de tuin over te houden. Panden zonder tuin vallen hier af.

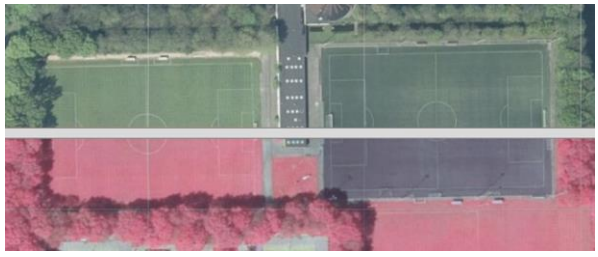
Berekening tuincoördinaten



Welk deel van deze tuinen bestaat uit groen?

Met de coördinaten is het juiste stuk luchtfoto opgehaald uit Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK). Er is gebruik gemaakt van een infraroodluchtfoto uit 2018 waarop groen (vegetatie) rood oplicht. Met deze methode is gras goed van kunstgras te onderscheiden, wat op basis van een gewone foto moeilijk is. Voor iedere pixel in de weergave van de tuin is vervolgens de NDVI-waarde berekend. NDVI staat voor Normalized Difference Vegetation Index en is de internationale standaard voor het meten van vegetatiekwaliteit. Elke pixel krijgt een waarde tussen de -1 (water) en 1 (bebossing). Een NDVI-waarde van hoger dan 0,2 geldt als 'groen'. Uiteindelijk is zo per m² het groenpercentage vastgesteld.

Gewone foto versus infraroodfoto



De tuinen van Nederland in kaart

Nu het groenpercentage voor alle Nederlandse tuinen berekend is, blijkt dat er grote verschillen zijn tussen gemeenten en buurten. Op de online interactieve kaart kun je de gegevens vinden van de tuinen in jouw gemeente en jouw buurt.

Op de kaart van Nederland zijn alle gemeenten vertegenwoordigd door een gekleurde stip. Hoe donkerder groen de stip, hoe groener de tuin gemiddeld in deze gemeente. Hoe donkerder rood, hoe lager het groenpercentage. Het globale beeld is dat de Nederlandse tuin een stuk groener kan. Uit de analyse van de 3 miljard vierkante meter aan Nederlandse tuin blijkt dat 36% daarvan is bedekt met groen. De verschillen zijn echter groot. Een mogelijke verklaring ligt in de oppervlakte van tuinen. Uit deze analyse blijkt namelijk dat hoe groter de tuin is, hoe hoger het groenpercentage.

Wassenaar de groenste, Amsterdam de minst groene tuinen

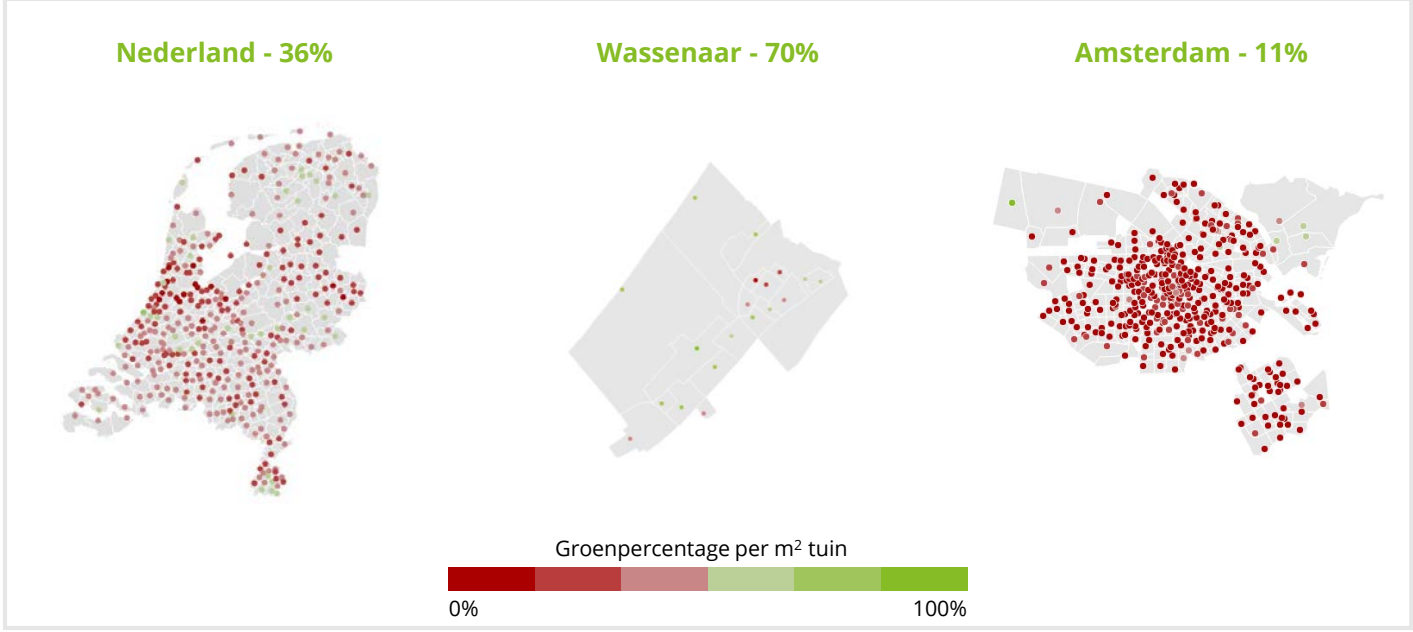
Het hoogste groenpercentage in tuinen wordt gehaald in de gemeente Wassenaar. Maar liefst 70% van de tuin is hier bedekt met groen. Amsterdam scoort het laagst: slechts 11% van de tuinen in Amsterdam is bedekt met groen.

Groene en minder groene buurten

Op de kaart van gemeenten is elke buurt vertegenwoordigd door een stip. Ook hierbij geldt: hoe donkerder groen de stip, hoe groener de tuin gemiddeld in de buurt. Hoe donkerder rood, hoe lager het groenpercentage.

285.000 voetbalvelden

Naast het groenpercentage is ook het vergroeningspotentieel berekend voor Nederland en voor de afzonderlijke gemeenten en buurten. Dit vergroeningspotentieel is het totaal aan vierkante meters per tuin die tijdens de analyse niet bedekt was met groen. Voor heel Nederland komt dit vergroeningspotentieel neer op 1,4 miljard m². Ter vergelijking, dit is meer dan 14 keer de oppervlakte van de gemeente Utrecht of 285.000 voetbalvelden.



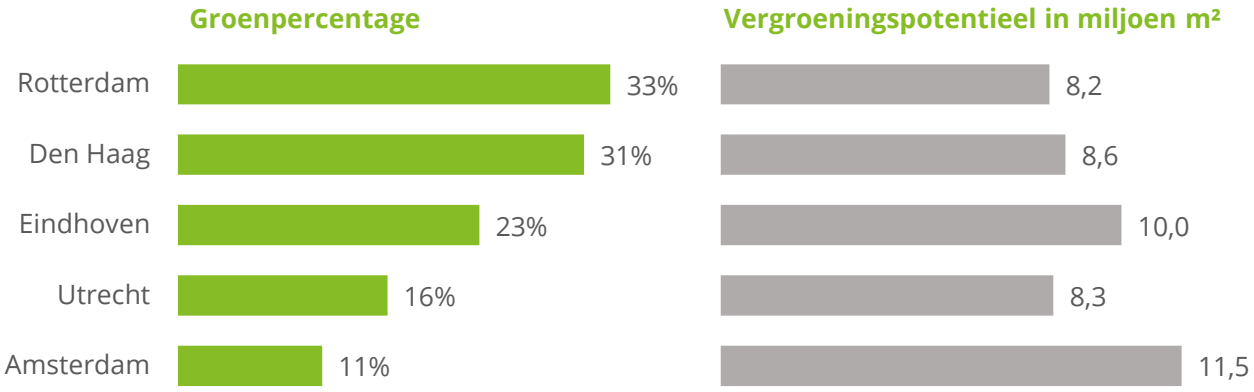
De 5 grootste steden van Nederland

Een blik op de vijf grootste steden van Nederland toont dat er grote verschillen zijn in de hoeveelheid groen die stedelingen in hun tuinen hebben. Zo blijken Rotterdammers drie keer groenere tuinen te hebben dan Amsterdammers.

Van de vijf grootste steden van Nederland haalt geen enkele een groenpercentage dat gelijk is aan of hoger dan het landelijk gemiddelde. Rotterdam komt nog het meeste in de buurt met een groenpercentage van 33%. Als buurgemeente van Wassenaar (70%) heeft Den Haag een flink lager groenpercentage, namelijk 31%. Eindhoven (23%) en Utrecht (16%) volgen op plek 3 en 4. Amsterdam scoort met 11% het laagst. Het lage groenpercentage in steden kan mogelijk gedeeltelijk worden verklaard door de tuinen die in steden gemiddeld kleiner zijn dan in de rest van het land.

Vergroeningspotentieel

Op het gebied van vergroeningspotentieel liggen de vijf steden minder ver uiteen. Amsterdam heeft als stad met het laagste groenpercentage ook in absolute zin het hoogste vergroeningspotentieel.



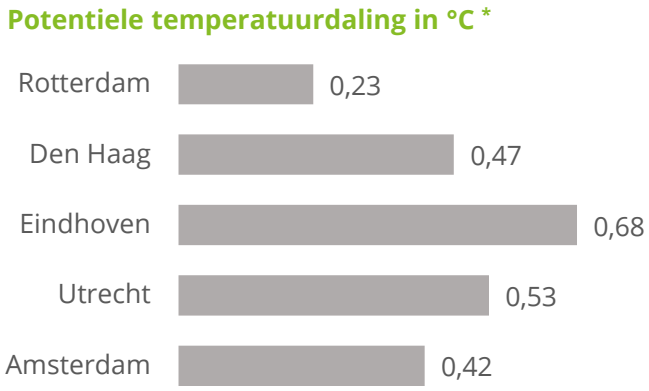
De temperatuur in de vijf grootste steden

Nu het vergroeningspotentieel van de vijf grootste steden van Nederland berekend is, kan ook worden gekeken naar wat het effect op de temperatuur zou zijn van het volledig benutten van dit vergroeningspotentieel.

De reden dat in dit onderzoek expliciet wordt gekeken naar de vijf grootste steden, is dat meer groen in deze stedelijke gebieden relatief zeer waardevol zou kunnen zijn. Steden zijn gemiddeld 3°C en soms tot zo'n 8°C warmer dan de rest van het land. Dit komt onder meer doordat stenen warmte vasthouden waar groen juist zorgt voor verkoeling. Uit eerder onderzoek blijkt dat voor elke 10% toename van groen in de gehele buurt (en dus niet alleen in tuinen), de temperatuur in de buurt met 0,6°C daalt. Daarmee rijst de vraag, wat als de vijf grootste Nederlandse steden hun volledige vergroeningspotentieel zouden benutten? Zou dit kunnen leiden tot een vermindering van het Urban Heat Island-effect dat zorgt voor het verschil in temperatuur tussen steden en de rest van het land?

Benutten van het vergroeningspotentieel

Als de bevinding van het effect van groen op de temperatuur in buurten wordt doorgetrokken naar het gehele stedelijke gebied, betekent dit dat bij het benutten van het volledige vergroeningspotentieel, de temperatuur in de vijf grote steden met de hieronder weergegeven graden zou dalen. Het gaat hierbij slechts om het benutten van het vergroeningspotentieel van tuinen. Als ook het vergroeningspotentieel van de openbare ruimte zou worden berekend en benut zou dit effect veel sterker kunnen zijn. Voor het berekenen van de overige positieve effecten van groen (verkoeling, goede afwatering, biodiversiteit en CO2-vermindering) bleken geen modellen voor handen die toepasbaar zijn op deze dataset (op landelijk, gemeente- en buurtniveau).



* De potentiele temperatuurdaling in °C is ter indicatie berekend voor de vijf grootste steden maar is in principe voor elke gemeente te berekenen.

Contact



Louise van Loon
Senior manager
Monitor Deloitte
Mobiel: +31630648986
Werk: +31882886565
E-mail: lvanloon@deloitte.nl



Marloes de Raad
Manager
Deloitte Consulting
Analytics & Cognitive
Mobiel: +31682019098
Werk: +31882886072
E-mail: mderaad@deloitte.nl



Frank ten Have
Partner
Deloitte Financial Advisory
Mobiel: +31652615018
Werk: +31882882462
E-mail: ftenhave@deloitte.nl

Auteurs

- Louise van Loon
- Marloes de Raad
- Frank ten Have
- Maarten Snijders
- Roos Klaassen
- Sophie Slinkert
- Naomi Verdult
- Sandy Hofland (CAS)
- Koen Veenenbos (CAS)
- Arjen Koekoek (CAS)
- Fons Mentink
- Pim Peeters
- Evert Haasdijk
- Pouya Zarbanoui
- Erica Kostense-Smit
- Danielle Schuitemaker

Deloitte.

Deloitte refers to one or more of Deloitte Touche Tohmatsu Limited ("DTTL"), its global network of member firms, and their related entities. DTTL (also referred to as "Deloitte Global") and each of its member firms are legally separate and independent entities. DTTL does not provide services to clients. Please see www.deloitte.nl/about to learn more.

Deloitte is a leading global provider of audit and assurance, consulting, financial advisory, risk advisory, tax and related services. Our network of member firms in more than 150 countries serves four out of five Fortune Global 500® companies. Learn how Deloitte's approximately 286,000 people make an impact that matters at www.deloitte.nl.

This communication contains general information only, and none of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, its member firms, or their related entities (collectively, the "Deloitte network") is, by means of this communication, rendering professional advice or services. Before making any decision or taking any action that may affect your finances or your business, you should consult a qualified professional adviser. No entity in the Deloitte network shall be responsible for any loss whatsoever sustained by any person who relies on this communication.

© 2019 Deloitte The Netherlands

Designed by CoRe Creative Services. RITM0329175

Bijlage 8 Advies GGD

Gezondheid en Welzijn - GGD Advies op bebouwing in binnentuinen

De binnentuinen van Westerpark Zuid zijn van groot belang voor een prettig leefklimaat en voor de gezondheid van de bewoners. Het is belangrijk dat de binnentuinen niet verder verstenen en/of (visueel) verdichten. In de zomer heeft de stad te maken met hittegolven en de verwachting is dat in de toekomst de temperaturen verder zullen stijgen en er vaker hevige regenval zal plaatsvinden.

Gezondheidsrisico's van hitte

Het probleem
Hoge temperaturen vormen een risico voor de gezondheid. Als gevolg van klimaatverandering zal het aantal hete dagen (en nachten) per jaar stijgen. Het is daarom waarschijnlijk dat hitte gerelateerde ziekten in de toekomst vaker plaats zullen vinden.[1]

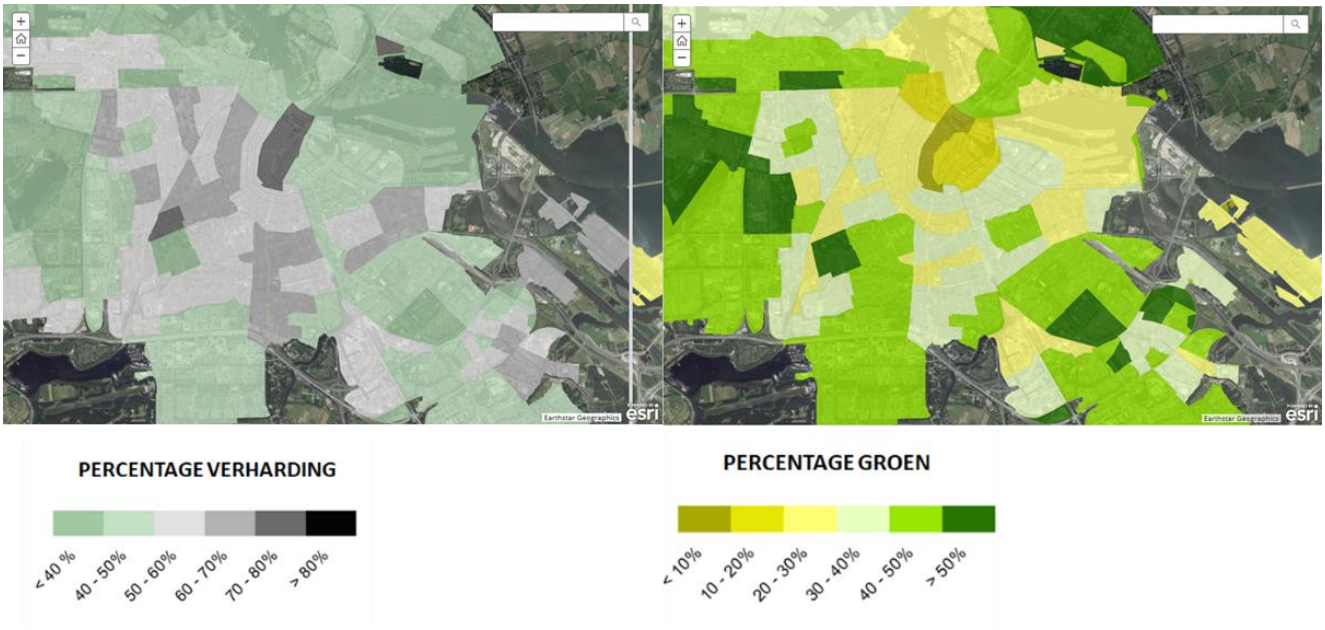
Het is belangrijk dat Westerpark Zuid rekening houdt met hitteproblematiek en inspeelt op de te verwachten ontwikkelingen. Westerpark Zuid behoort tot de dichtst bebouwde woonomgevingen van Amsterdam. Door het zogeheten stedelijk hitte-eilandeffect is het vooral in de avond en 's nachts een paar graden warmer dan op het platteland. In Nederlandse steden is het soms tot 8°C warmer dan in de rest van het land.[2] De gebouwde omgeving en de inrichting van de stad kunnen ervoor zorgen dat de gevoelstemperatuur op bepaalde locaties onaangenaam hoog worden door de afwezigheid van schaduw door bomen en uitstraling van materialen zoals stenen en asfalt. Verschillen in gevoelstemperatuur tussen verschillende plekken in de stad kunnen hierdoor oplopen tot 22°C.[3]



Kaart hitte-stress (Bron: Atlas Natuurlijk Kapitaal)
Deze kaart geeft het stedelijk hitte-eiland effect (UHI) weer in °C. Dit is het gemiddelde luchttemperatuursverschil tussen de stedelijke en omliggende landelijke gebieden. Het stedelijk hitte-eiland effect is het sterkst 's nachts. Het zorgt ervoor dat de luchttemperatuur 's nachts niet daalt waardoor gevoelige bevolkingsgroepen (baby's, kinderen, ouderen) gezondheidseffecten ondervinden.
De waarden op de kaart zijn jaargemiddelden. Het temperatuurverschil tussen stad en omringend gebied blijft daardoor onder de 3 graden. Op hete zomerdagen kan het verschil echter beduidend verder oplopen dan de waarden in de kaart, zeker tijdens de avonden als het platteland sneller afkoelt dan de stad

[1] https://www.nationalgeographic.com/news/2017/06/heatwaves-climate-change-global-warming/
[2] Steeneveld et al. 2011. Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands.
[3] Klok, L., Rood, N., Kluck, J., & Kleerekoper, L. (2018). Assessment of thermally comfortable urban spaces in Amsterdam during hot summer days. International Journal of Biometeorology, 63(2), 129–141

Steden worden warmer gedurende de dag en blijven 's nachts ook langer warm dan het platteland. De grootte van dit stedelijk hitte-eiland effect hangt sterk af van de dichtheid en hoogte van de bebouwing en van de hoeveelheid groen.[4] Donkere oppervlaktes absorberen de hitte namelijk meer dan witte of groene oppervlaktes. Westerpark Zuid is een van de dichtst bebouwde gebieden van Amsterdam. Hittestress is hier een punt van zorg. Dit speelt des te meer nu de temperaturen door klimaatverandering stijgen. Cijfers laten zien dat in de afgelopen 70 jaar het aantal zomerse dagen in Amsterdam verdubbeld is. Er is een duidelijke stijgende trend.[5]



Kaart verharding en groen in Amsterdam en Westerpark Zuid (Bron : http://www.klimaateffectatlas.nl/nl/kaartverhaal-hitte)

Om de stad overdag leefbaar te houden zijn er voldoende koele plekken dicht bij de woning nodig. In de schaduw is de gevoelstemperatuur circa 10-15 graden lager dan in de zon. Schaduw is de meest effectieve manier om de gevoelstemperatuur omlaag te brengen. Daarnaast is het belangrijk om de gemiddelde dag/nacht temperatuur in de stad zoveel mogelijk te beperken. Dit kan het beste door meer verdamping te creëren. Het groen in de stad zorgt voor deze verdamping.

Een hoge temperatuur, in combinatie met een hoge luchtvochtigheidsgraad zorgt voor hitte omstandigheden die een gezondheidsrisico opleveren.[6] Een hoge luchtvochtigheidsgraad zorgt voor een warmere beleving van temperaturen omdat het lichaam dan moeilijker hitte kwijt kan raken. Er zijn vier manieren waarop het lichaam hitte kwijtraakt: conductie, radiatie (straling), convectie (stroming) en evaporatie (zweten). Bij hogere temperaturen moet het lichaam het vooral hebben van evaporatie. Dat gaat moeilijk wanneer de luchtvochtigheid hoog is omdat het vocht (zweet) niet goed kan verdampen.[7] In Nederland ligt de gemiddelde luchtvochtigheid in de zomer rond de 70%.[8]

De mogelijke gezondheidsklachten door hitte lopen uiteen. Hoge temperaturen kunnen leiden tot hittestress. Hittestress vormt een bedreiging voor de gezondheid. Het kan leiden tot verminderd thermisch comfort, slaapverstoring, gedragsverandering (grotere agressie) en verminderde arbeidsproductiviteit. Hittestress kan ook tot zwaardere aan hitte gerelateerde ziekten leiden zoals:

[4] http://klimaatverandering-mra.vormgeving.com/
[5] http://klimaatverandering-mra.vormgeving.com/
[6] https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/gevoelstemperatuur-bij-warm-weer
[7] https://wetenschap.infonu.nl/anatomie/129754-metabolisme-thermoregulatie.html
[8] https://www.airsain.nl/luchtvochtigheid-in-nederland-en-belgie

huiduitslag, krampen, oververmoeidheid, beroertes, nierfalen en ademhalingsproblemen, met mogelijk levensbedreigende gevolgen.[9]

Hittestress zorgt voor een groeiend aantal zieken, ziekenhuisopnamen en sterfgevallen[10]; arbeidsprestaties nemen af en het arbeidsverzuim neemt toe. In Nederland stijgt tijdens hittegolven de sterfte met 12% (ongeveer 40 doden per dag extra). Dood door hitte zelf is echter zeldzaam. In de meeste gevallen maakt hitte een al bestaande aandoening ernstiger. Zo kan hitte leiden tot uitdroging, wat verschillende ziekten verergert, waaronder hart- en long ziekten zoals astma, COPD, hartfalen en diabetes. Hitte leidt tot een afname van waakzaamheid. Hoewel een verminderde waakzaamheid op zichzelf geen nadelig gezondheidseffect is, kan het in tal van arbeidssituaties leiden tot een verhoogd risico op fouten en ongevallen.[11] Hitte beïnvloedt cognitieve functies en veroorzaakt concentratieproblemen[12] en heeft een negatieve invloed op productiviteit. [13] Warme nachten verstoren de nachtrust wat de waakzaamheid van mensen nog verder kan belemmeren.

Hittestress komt met name voor bij de al kwetsbare groepen. Dit zijn ouderen, baby's, mensen met chronische aandoeningen, personen die bepaalde medicijnen gebruiken en mensen met een lage sociaal economische status omdat zij vaak al een hoge ziektelast (of zwakkere gezondheid) hebben. Vergrijzing en het gegeven dat ouderen steeds langer thuis blijven wonen zal in de komende decennia leiden tot een grotere groep kwetsbaren.[14,15]

Advies

Het is van groot belang dat het groen in Westerpark Zuid niet vermindert. Steden zijn met name in de avond en nacht extra warm, omdat verharding hitte vasthoudt; groen zorgt voor verdamping en koelt steden af en het zorgt voor minder opwarming. In Oud-West is het meeste groen te vinden in de binnentuinen. Openbaar groen is schaarser en alleen te vinden in het zuidelijk gelegen Vondelpark en een aantal plantsoenen en pleintjes zoals bij het Nicolaas Beetsplantsoen, Staringplein, Ten Kateplein en het Bellamyplein.

Het groen zorgt er ook voor dat we ons thermisch prettig voelen. Thermisch comfort betekent: hoe wij de warmte beleven, hoe (on)aangenaam het samenspel van temperatuur, wind luchtvochtigheid en straling aanvoelt. Het thermisch comfort is een belangrijke indicator, omdat die beschrijft hoe mensen de warmte ervaren. Het groen zorgt ervoor dat we ons prettig voelen in de stad op een warme zomerse dag.[16] Thermisch comfort zal in de toekomst steeds belangrijker worden, omdat mensen op zoek gaan naar thermisch aangename plekken. Groene binnentuinen spelen daarbij een belangrijke rol.

Van de vijf grootste steden, is het aandeelgroen in tuinen, in Amsterdam met 11% veruit het laagste.[17] Daarentegen heeft Amsterdam met 11,5 miljoen m² verhard tuinoppervlak ook het grootste vergroeningspotentieel.

---

[9] https://www.quickscangezondeleefomgeving.nl/wp-content/uploads/2018/02/GGW-Factsheet-Hittev2.0.pdf
[10] van Loenhout, J.A.F., Delbiso, T.D., Kiriliouk, A. et al. Heat and emergency room admissions in the Netherlands. BMC Public Health 18, 108 (2018). https://doi.org/10.1186/s12889-017-5021-1
[11] Hittestress op de Werkplek, De gezondheidsraad 2008
[12] https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1002605
[13] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2799237/
[14] De Meer G et al, GGD-richtlijn medische milieukunde. Gezondheidsrisico's van zomerse omstandigheden, RIVM 2012
[15] https://www.rivm.nl/hitte
[16] https://www.wur.nl/nl/nieuws/Resource-Stadsgroen-maakt-warmte-dragelijk.htm
[17] https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/data-analytics/articles/state-of-state-data-analyse-brengt-groenpercentage-tuinen-in-kaart.html

Het is aan te bevelen de binnentuinen zo veel mogelijk onbebouwd te houden. Uitbouwen gaat in de eerste plaats vaak ten koste van het groen in de tuin, niet van het terras. Verharding maakt binnentuinen warmer. Voor de bewoners op de bovengelegen verdiepingen geldt dat met de uitbouw van de onderburen een verhard oppervlakte 'omhoog' komt. Als het dak warm wordt, is dit eerder voelbaar voor hen dan wanneer het terras op de begane grond warm wordt. Daarnaast is er minder plek voor bomen en groen, die voor schaduw en verdamping kunnen zorgen.

Risico's van hevige regenval op de gezondheid van bewoners

Het probleem
In Westerpark Zuid ligt een gemengd rioleringsstelsel. Dat betekent dat onder de straten in één rioolbuis regenwater en afvalwater van toilet, douche en wasmachine samenkomen. Het water stroomt via de riolering en een rioolgemaal naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) in Westpoort. Als het water gezuiverd is, loost de RWZI het schone water in het Noordzeekanaal.[18] Wanneer er meer regen valt dan het rioleringsstelsel aan kan, raakt de buis vol. Het regenwater vloeit dan bij een gemengd stelsel via een overstort direct naar het oppervlaktewater, of komt op straat te staan.[19] Dit noemen we riooloverstort. Omdat rioolwater verontreinigd is met ziekteverwekkers kan dit gezondheidsklachten (diarree, overgeven, keelpijn of huidklachten) veroorzaken wanneer mensen met het water in contact komen.[20,21]

In een stedelijke omgeving, leidt hevige regenval sneller tot overbelasting van het rioleringsstelsel. Verharding zorgt ervoor dat regenwater direct naar het riool vloeit. "Door het oppervlak te verharden, kan regenwater niet meer in de grond zakken; het natuurlijke systeem van wateropvang is onderbroken."[22] Door klimaatverandering zullen we vaker te maken krijgen met extreme regenval. In Westerpark Zuid, een van de dichtst bebouwde gebieden van Amsterdam, is overbelasting van het rioleringsstelsel is hier een punt van zorg, o.a. vanwege gezondheidsrisico's bij contact met vervuild water. Dit risico kan toenemen als we in de toekomst meer en hevigere neerslag krijgen.

Advies

Het is van groot belang dat de binnentuinen van Westerpark Zuid niet verder verdichten. Onverharde tuinen zijn nodig om hevige regenval te kunnen verwerken. Dit verkleint het risico dat riolen overstromen en de daarmee gepaarde gezondheidsrisico's.

Van een onverhard oppervlak wordt gemiddeld slechts 10 procent van de jaarlijkse neerslag via het riool afgevoerd – afhankelijk van de bodemsoort en met name bij hevige neerslag. De overige 90 procent infiltreert en verdampt.[23] Het vergroten van rioolbuizen, waardoor extreme piekbuien wél direct verwerkt kunnen worden, is zeer kostbaar. Groenstroken, straten en pleinen zijn dus onmisbaar om bij hevige buien water even op te slaan.[24]

---

[18] https://www.rainproof.nl/de-weg-van-de-druppel
[19] https://www.rainproof.nl/de-weg-van-de-druppel
[20] LCI Draaiboek 2018 - Waterrecreatie en infectieziekten
[21] Butter M & Snieders R. Riooloverstorten, rioolzuivering en volksgezondheids: een literatuuronderzoek naar de microbiele belasting van oppervlaktewater. Rijksuniversiteit Groningen, 1999: 76.
[22] https://waterenklimaat.nl/nl/onderzoekslijnen/klimaatbestendige-stad/kenniskrant-voor-een-klimaatbestendige-stad/natte-krant/hevige-buien-het-rioolstelsel-voorbij/
[23] https://waterenklimaat.nl/nl/onderzoekslijnen/klimaatbestendige-stad/kenniskrant-voor-een-klimaatbestendige-stad/natte-krant/hevige-buien-het-rioolstelsel-voorbij/
[24] https://waterenklimaat.nl/nl/onderzoekslijnen/klimaatbestendige-stad/kenniskrant-voor-een-klimaatbestendige-stad/natte-krant/hevige-buien-het-rioolstelsel-voorbij/

Prettig leefklimaat

Het probleem
Amsterdam is een drukke, compacte stad waar geluidoverlast nooit geheel te vermijden is. Geluid hoort bij een levendige, bruisende stad. Tegelijkertijd is het belangrijk dat er plekken zijn waar de bewoner zich kan onttrekken aan het intensieve stedelijke leven. Plekken waar rust en stilte de boventoon voert. Een groene en stille omgeving is essentieel voor het goed kunnen rusten en ontspannen.[25,26,27]

Lawaai is schadelijk voor de gezondheid, terwijl stille plekken in de stad juist kunnen compenseren voor de drukte van de stad, bijdragen aan herstel en 'op adem komen'.[28] Geluidbelaste locaties veroorzaken meer hinder als er ook sprake is van een druk aanzicht. Analoog hieraan neemt de hinder af als het aanzicht aangenaam is, waarbij groen door veel mensen als aangenaam wordt ervaren.[28]

Advies

Om de stille beleving van de binnentuinen kracht bij te zetten en daarmee het verblijfsklimaat aangenaam te houden, is het van belang om de binnentuinen niet verder te verdichten.

De geluiden in de binnentuinen zijn hoofdzakelijk geluiden die door mensen, dieren en weersomstandigheden worden voortgebracht. Deze "natuurlijke" geluiden worden over het algemeen als prettig en niet storend ervaren[29]. Op het moment dat de tuinen bebouwd worden, gaat dit ten koste van de rustgevende werking van groen en ruimtelijke beleving van de binnentuin. Dit geldt voor de bewoners met een tuin, maar zeker ook voor de bewoners op hogere verdiepingen met uitzicht op de tuinen.

[25] Quiet Areas and the Need for Quietness in Amsterdam", H. Booi en F. van den Berg, 2012.
[26] https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2006/07/04/stille-gebieden-en-gezondheid
[27] https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2004/06/09/invloed-van-natuur-op-sociaalpsychisch-en-lichamelijk-welbevinden
[28] The acoustic and visual factors influencing the construction of tranquil space in urban and rural environments tranquil spaces-quiet places? Pheasant et al. (2007)
[29] https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/sites/default/files/2018-09/informatieblad_groen_en_geluid.pdf

Bijlage 9 HvA Hittebestendige stad

Hogeschool van Amsterdam

Een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte

De hittebestendige stad



dr. ir. Jeroen Kluck
dr. ir. Lisette Klok
dr. ir. Anna Solcerová
dr. ir. Laura Kleerekoper
dr. Liesbeth Wilschut
dr. ir. Cor Jacobs
ir. Ronald Loeve

Mei 2020

Creating Tomorrow

Hogeschool van Amsterdam
Onderzoeksprogramma Urban Technology
Faculteit Techniek

ISBN: 978-94-92644-80-0

Foto omslag: Nerja, Spanje. Linda Hooijer.

Een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte

De hittebestendige stad

dr. ir. Jeroen Kluck
dr. ir. Lisette Klok
dr. ir. Anna Solcerová
dr. ir. Laura Kleerekoper
dr. Liesbeth Wilschut
dr. ir. Cor Jacobs
ir. Ronald Loeve

Met bijdragen van:

Erica Caverzam Barbosa, MSc. (Hogeschool van Amsterdam)
dr. ir. Floris Boogaard (Hanzehogeschool Groningen)
dr. ir. Emma Daniels (Wageningen Environmental Research)
dr. Rutger Dankers (Wageningen Environmental Research)
ir. Monique de Groot – Reichwein (Tauw)
Kylian Postema, BSc. (Hogeschool van Amsterdam)
Allard Roest, MSc. (Hanzehogeschool Groningen)
Luc van Zandbrink, MSc. (Hogeschool van Amsterdam)

Mei 2020

Colofon

Uitgave:
Onderzoeksprogramma Urban Technology, Faculteit Techniek, Hogeschool van Amsterdam

Auteurs:
dr. ir. Jeroen Kluck, dr. ir. Lisette Klok, dr. ir. Anna Solcerová, dr. ir. Laura Kleerekoper, dr. Liesbeth Wilschut, dr. ir. Cor Jacobs, ir. Ronald Loeve

Samenwerking:
Deze publicatie is het resultaat van het praktijkgerichte onderzoeksproject 'De hittebestendige stad', uitgevoerd door een consortium van gemeenten en kennisinstellingen. Aan dit project werkten in consortiumverband mee: gemeente Amsterdam (Joyce van den Berg, Geertje Wijten), gemeente Arnhem (Hans van Ammers), gemeente Apeldoorn (Diederik Anema, Theo Straatsma), gemeente Beverwijk (Erik Warns, Bärbel Böhling, Rixt Hofman, Wouter Stolp), gemeente Breda (Vincent Kuiphuis, Sanne Verbeek), BUCH[1] gemeenten (Otto van den Berg), gemeente Eindhoven (Luuk Postmes, Rosalie Franssen), gemeente Groningen (Martijn Schuit), gemeente Haarlem (Diana Bakboord, Hans Bueno, Joram de Ruijter), gemeente Leeuwarden (Pietrik Hoornstra), gemeente Rheden (Tanja Mosselman), Samenwerkingsverband RIVUS[2] (Thomas Braaksma, Leander Ernst, Freddy ten Kate, Marcel Wenker, Rik Zeeuwen), gemeente Tilburg (Petra Mackowiak), GGD Amsterdam (Wouter Egas, Ben Rozema), Klimaatverbond Nederland (Madeleen Helmer), Stichting CAS (Hasse Goosen, Arjen Koekoek, Anna Stolk), Wetterskip Fryslân (Karel Veeneman), Wageningen Environmental Research (Cor Jacobs, Emma Daniels, Rutger Dankers), Tauw B.V. (Monique de Groot – Reichwein, Sanne Huisman, Ruben Keizer), Hanzehogeschool Groningen (Floris Boogaard, Allard Roest, Doutsen Krol) en de Hogeschool van Amsterdam (Jeroen Kluck, Lisette Klok, Anna Solcerová, Laura Kleerekoper, Liesbeth Wilschut, Ronald Loeve, Erica Caverzam Barbosa, Kylian Postema, Luc van Zandbrink).

Redactie:
Els de Roon Hertoge, Fonar

Vormgeving:
Creja Ontwerpen

Financiering:
Dit onderzoek is medegefinancierd door Regieorgaan SIA, onderdeel van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).



Contact:
dr. ir. Jeroen Kluck
j.kluck@hva.nl
Hogeschool van Amsterdam, Faculteit Techniek
Postbus 1025, 1000 BA Amsterdam
hva.nl/klimaatbestendigestad

Meer informatie:
Deze publicatie is ook online beschikbaar op:
hva.nl/klimaatbestendigestad

ISBN: 978-94-92644-80-0

1 BUCH: Bergen, Uitgeest, Castricum en Heiloo.
2 RIVUS is een samenwerkingsverband in de afvalwaterketen in West-Overijssel tussen de gemeenten Dalfsen, Deventer, Kampen, Olst-Wijhe, Raalte, Staphorst, Zwartewaterland, Zwolle en Waterschap Drents Overijsselse Delta.

Samenvatting

Het klimaat verandert. Het wordt natter en heter. Nederland moet zich aanpassen aan het veranderende klimaat. Daarom staan de gemeenten voor de uitdaging om er vanaf 2020 voor te zorgen dat een (her)inrichting van een straat of wijk klimaatbestendig is.

Voor wateroverlast en waterveiligheid weten we ongeveer hoe dat moet. Voor hitte is eigenlijk nog niet duidelijk wat er moet gebeuren. En dat is zorgelijk, want hitte kan grote problemen geven. Hitte kan leiden tot extra sterfte en zal het leven in de stad bovendien steeds vaker onaangenaam maken. Duidelijk is dat er aandacht nodig is op het sociale vlak (o.a. in de zorg), voor gebouwen (koele binnenruimtes) en voor de buitenruimte. Dit rapport richt zich op dat laatste: op het hittebestendig inrichten van de buitenruimte, omdat daar nog veel kennis ontbreekt.

Stedenbouwkundigen, landschapsarchitecten, projectontwikkelaars, waterbeheerders en andere professionals bij gemeenten weten vaak niet welke eisen ze moeten stellen aan nieuwe hittebestendige ontwerpen van de stad, van wijken en van straten. Ze weten niet wat de gewenste hittebestendige eindsituatie van een ontwerp is en welke maatregelen nodig zijn om een hittebestendig ontwerp te realiseren. Kortom, de hitteopgave is nog onvoldoende bekend.

Daarom hebben de Hogeschool van Amsterdam, Hanzehogeschool Groningen, Wageningen Environmental Research (WENR) en Tauw een consortium gevormd met een twaalftal gemeenten en twee gemeentelijke samenwerkingsverbanden[3]. Onderzoekers en professionals werkzaam bij deze gemeenten hebben de afgelopen twee jaar onderzocht hoe gemeenten inzicht kunnen krijgen in de vragen wat hun hitteopgave is en welke maatregelen en ontwerprichtlijnen effectief zijn.

In het eerste onderdeel van het onderzoek, over de hitteopgave, concluderen we dat vanuit het werkveld van ruimtelijke adaptatie de hitteopgave gezien kan worden als dat wat je moet doen om de stad en vooral de buitenruimte leefbaar en comfortabel te houden met het oog op hitte. De door ons ontwikkelde interactieve mindmap maakt zichtbaar welke problemen er door een hittebestendige buitenruimte kunnen worden voorkomen. We adviseren de hitteopgave voor een bepaald gebied te bepalen met getallen die aangeven hoe vaak hitte nu en in de toekomst zal optreden. Daarnaast adviseren wij drie soorten hittekaarten te gebruiken om inzicht in de hitteopgave te krijgen: temperatuurkaarten, hitterisicokaarten en toetsings- of maatregelenkaarten. Onze inzichten in de hitteopgave zijn voor een deel al verwerkt in de landelijke standaard voor hittekaarten.

In het onderdeel over hittemaatregelen hebben we ervoor gekozen van twee doelen uit te gaan. Het ene doel is tijdens hete periodes de gemiddelde luchttemperatuur in de stad zo laag mogelijk te houden. Dit kan het beste door meer verdamping te creëren. Over het algemeen leidt 10

3 De deelnemende publieke partijen zijn de gemeenten Amsterdam, Arnhem, Apeldoorn, Beverwijk, Breda, Eindhoven, Groningen, Haarlem, Rheden, Leeuwarden en Tilburg. Daarnaast zijn er twee gemeentelijke samenwerkingsverbanden aangesloten (RIVUS en BUCH).

procentpunt[4] meer groen tot een verlaging van de luchttemperatuur met grofweg 0,5°C . Dat is op een hete dag natuurlijk niet veel (het verschil tussen 34,5 en 35°C), maar gemiddeld zal het overdag en 's nachts dan toch iets koeler zijn. Het andere doel is overdag de hitte te beperken en de stad leefbaar te houden door voldoende koele plekken te creëren. Daarvoor gebruiken we de gevoelstemperatuur PET als indicator. In de schaduw is de gevoelstemperatuur 10-15°C lager dan in de zon. Schaduw creëren is dan ook de meest effectieve manier om de gevoelstemperatuur omlaag te brengen.

Deze twee doelen hebben we samengevoegd in een drietal bruikbare en toetsbare ontwerprichtlijnen die gemeenten bij het (her)inrichten van hun openbare ruimte kunnen hanteren.

- **Afstand tot koelte:** Iedere woning moet zich voldoende dicht bij een aangename en aantrekkelijke koele verblijfsplek bevinden (voorstel: binnen 300 m).
- **Percentage schaduw op belangrijke looproutes en in buurten:** Er is op het heetst van de dag voldoende schaduw (voorstel minimaal 40%) op belangrijke looproutes, zodat essentiële functies in de stad voor iedereen bereikbaar blijven. Ook is er op het heetst van de dag op loopgebieden in buurten voldoende schaduw (voorstel minimaal 30%), zodat de buurten aantrekkelijk blijven.
- **Percentage groen per buurt:** Er moet zoveel groen zijn dat er verdamping kan optreden en de gemiddelde luchttemperatuur wordt beperkt (voorstel afhankelijk per wijktype).

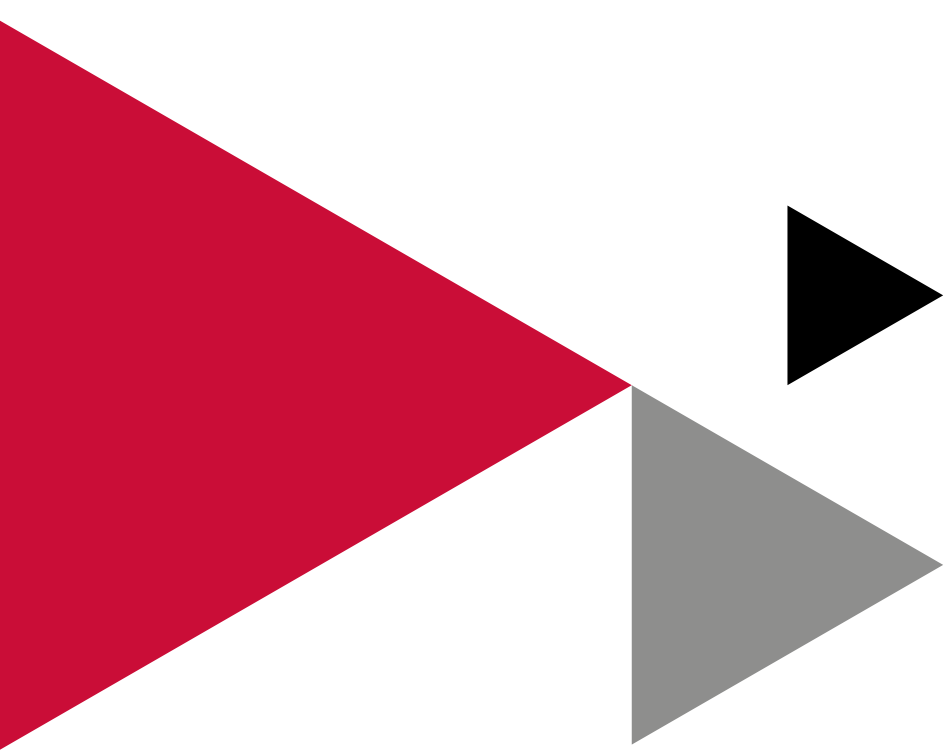
Voor deze richtlijnen hebben we duidelijke grenzen voorgesteld. We kiezen bewust niet voor visies als doelstelling (bijvoorbeeld 'meer groen is beter') of voor harde normen ten aanzien van temperaturen, omdat die of te vaag zijn, of niet controleerbaar of niet haalbaar. De professionals die bij een gemeente werken, kunnen deze concrete richtlijnen gebruiken bij het beoordelen van ontwerpen. De richtlijnen geven daarbij voldoende vrijheid aan de ontwerpers om zelf te bedenken hoe iets moet worden ingericht.

Het onderzoeksconsortium hittebestendige stad is van mening dat met de voorgestelde richtlijnen de hitteopgave tot eenvoudige hanteerbare regels is teruggebracht, omdat de richtlijnen het mogelijk maken om hitte als een extra ontwerpeis bij een (her)inrichtingsproject te hanteren.

Dus nu aan de slag! (en o ja, natuurlijk zijn er nog aanvullende onderzoeksvragen, en daar helpen we u graag mee verder in een volgend onderzoek).

4 Procentpunt: eenheid voor het absolute verschil tussen waarden die in procenten worden uitgedrukt. Voorbeeld: een stijging van vier naar vijf procent is een stijging van één procentpunt, of een stijging van 25%.





Inhoudsopgave

1 Inleiding 12
- 1.1 Aanleiding 12
- 1.2 Doelstelling 13
- 1.3 Leeswijzer 14
- 1.4 Kader en organisatie 15

2 Hitteopgave 18
- 2.1 Het fenomeen hitte 18
- 2.2 Gevolgen van hitte 21
- 2.3 Risico door hitte 25
- 2.4 Hittekaarten 26
- 2.5 Slimme keuzes in het weergeven van de hitteopgave 33
- 2.6 Conclusies 34

3 Hittemaatregelen 38
- 3.1 Doelen van hittemaatregelen in de stedelijke inrichting 38
- 3.2 Verkoelingsprincipes 38
- 3.3 Resultaten modellering: maatregelen op stadsschaal 45
- 3.4 Resultaten modellering: maatregelen op lokale schaal 47
- 3.5 Maatregelenoverzicht 55
- 3.6 Conclusies 59

4 Hitterichtlijnen 64
- 4.1 Richtlijnen hitte, tussen visie en temperatuurwaarde 64
- 4.2 Koele plekken 68
- 4.3 Ons advies: drie ontwerprichtlijnen voor een hittebestendige stad 73
- 4.4 Conclusies 84

5 Conclusies 88

Literatuur 92
Bijlagen 104

Inleiding




1

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Wetenschappelijk onderzoek laat keer op keer zien dat het klimaat verandert. De internationale politiek heeft in Parijs afgesproken de temperatuurstijging te proberen te beperken tot +2°C (Verenigde Naties, 2015). De kans is echter groot dat we bij een stijging van 3 tot 4°C gaan uitkomen (IPCC, 2013). Duidelijk is dat ook als de temperatuur 'slechts' 2°C stijgt, het aantal warme dagen zal toenemen en er meer hittegolven in Nederland zullen optreden (KNMI, 2015). Dit betekent dat burgers meer last gaan krijgen van (extreme) hitte. Daar komt nog bij dat de steden zogenoemde hitte-eilanden zijn en dat vooral 's nachts de temperatuur zo'n 3-4°C (Echevarria Icaza, 2017) hoger kan zijn dan op het platteland. En in grote steden als Rotterdam kan het 's nachts wel 8°C warmer zijn (Heusinkveld en Holtslag, 2010). Bovendien wordt de groep ouderen die kwetsbaar is voor hitte groter vanwege de vergrijzing. Ook het overheidsbeleid dat ouderen langer thuis blijven wonen is een factor die in tijden van hitte de kwetsbaarheid verhoogt. Hittegolven vormen voor het komende decennium het klimaatrisico met de grootste waarschijnlijkheid en de grootste impact (>100 dodelijke slachtoffers per event) (PBL, 2015).

De Deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie (Deltaprogramma, 2014) beoogt dat Rijk, provincies, waterschappen en gemeenten samen zorgen dat Nederland in 2050 zo klimaatbestendig mogelijk is ingericht. Gemeenten, waterschappen en provincies zijn relatief ver met thema's als overstromingsrisico's en wateroverlast, iets minder ver met droogte en **het minst ver met het thema hittestress** (PBL, 2016).

Duidelijk is dat hittegolven vaker zullen optreden: het aantal nachten boven 20°C neemt toe van nu ongeveer één week per jaar tot 2 à 4 weken per jaar in het jaar 2050 (Klimaateffectatlas, 2019). De maatregelen die nodig zijn, liggen op het vlak van zorg (zorgen voor de kwetsbare mensen), de gebouwen (de binnenruimte koel houden) èn de openbare ruimte (de buitenruimte aangenaam en aantrekkelijk houden). De hittebestendige inrichting van de buitenruimte is een van de onderwerpen waarvoor aandacht nodig is en waarover nog veel kennis ontbreekt.

Gemeenten hebben de opgave om vanaf 2020 bij herinrichting van de stad deze voldoende klimaatbestendig te laten zijn. Over het onderwerp ***hittebestendig inrichten*** van de buitenruimte speelde bij het begin van dit onderzoek een aantal belangrijke vraagstukken die nu nog steeds actueel zijn:

- Het is niet duidelijk wanneer een ontwerp (voor een herinrichting) *voldoende hittebestendig* is.
- Het is niet duidelijk welke maatregelen de bij de openbare ruimte betrokken professionals zouden moeten kiezen om de stad voldoende koel te houden. Ook is niet duidelijk hoe ze daarbij rekening moeten houden met verschillen in gebruik van de openbare ruimte: denk aan gebieden met veel ouderen, of winkelgebieden en andere gebieden met veel voetgangers. Kies je bijvoorbeeld voor witte daken, groene gevels of fonteinen?
- Er zijn geen normen en geen duidelijke doelstellingen of richtlijnen.

Zonder een goede kennis van het klimaatbestendig en vooral het hittebestendig inrichten van de stad kunnen gemeenten geen plannen maken of beoordelen die bijdragen aan de klimaatbestendigheid. Daardoor kunnen ze niet voldoen aan de opgave om vanaf 2020 klimaatbestendig te zijn.

1.2 Doelstelling

Voor u ligt het resultaat van twee jaar praktijkgericht onderzoek dat het kennishiaat omtrent de hittebestendige inrichting in steden wil verkleinen. Ook wil het de professional **handvatten geven voor een hittebestendige stedelijke inrichting van de buitenruimte.** Wij richten ons op professionals met verschillende achtergronden, bijvoorbeeld: stedenbouwkundigen, landschapsarchitecten, hydrologen, planologen, civiel technici, klimaatambassadeurs, beleidsmedewerkers klimaatadaptatie, ontwerpers, groenbeheerders, wegbeheerders en waterbeheerders. Zij werken bij gemeenten maar ook bij bedrijven die gemeenten helpen. We hebben de ruimte genomen de nodige concepten en achtergronden uit te leggen, zodat de professionals met kennis van zaken eigen en beargumenteerde keuzes kunnen maken om de stad voldoende hittebestendig in te richten.

Omdat het onderwerp nog te veel in ontwikkeling is, is dit niet een 'kookboek' geworden waarin staat 'doe dit en dit', maar een basisboek waarin in staat 'weet dit en dit'.



Figuur 1.1 Onderzoeksopzet.

De centrale onderzoeksvraag is:

> Wanneer is een stad, wijk of straat voldoende hittebestendig?

Deze vraag is opgesplitst in een aantal deelvragen verdeeld over drie onderdelen: hitteopgave, hittemaatregelen, en hitterichtlijnen zoals in figuur 1.1:

1. **Hitteopgave**
   - 1.1. Met welke gevolgen van hitte in de stad moet je rekening houden als je de buitenruimte (her)inricht? Wat is de hitteopgave van een stad, wijk of straat?
   - 1.2. Welke data en kennis hebben gemeentelijke professionals nodig om te kiezen waar welke maatregelen nodig zijn? Denk hier bijvoorbeeld aan hittekwetsbaarheidskaarten.
2. **Maatregelen in de openbare ruimte en aan gebouwen**
   - 2.1. Welke maatregelen in de openbare ruimte en aan de schil van gebouwen zijn het effectiefst en efficiëntst? Denk bijvoorbeeld aan schaduw, bomen, gevelgroen, kleur en materiaal van de be strating en gebouwschil.
   - 2.2. Welke maatregelen kunnen gemeenten toepassen? Past het bijvoorbeeld in het budget en bij het beleid, is het acceptabel, spelen er andere belangen?
3. **Ontwerprichtlijnen voor een voldoende hittebestendige inrichting van de stad**
   - 3.1. Hoe vertaal je de hitteopgave en inzichten in maatregelen naar ontwerprichtlijnen voor professionals?
   - 3.2. Welke ontwerprichtlijnen werken in de praktijk?

Beperking

Binnen het thema van de hittebestendige stad hebben wij ons in dit onderzoek beperkt tot de hittebestendige inrichting van de buitenruimte. We leggen wel uit wat alle gevolgen van hitte in de stad zijn, maar we gaan niet nader in op adaptatiemaatregelen op het sociale vlak of met betrekking tot zorg of gedrag. Ook behandelen we niet de noodzakelijke maatregelen aan gebouwen om het binnen koel te houden. Daarnaast: hittebestendigheid is vanzelfsprekend slechts een van de vele aspecten die een rol spelen bij de inrichting van de openbare ruimte. Afweging van het belang van die verschillende aspecten is niet het doel van dit onderzoek

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat over de hitteopgave. Het geeft inzicht in de manier waarop de zomerse temperaturen zich in Nederland ontwikkelen en wat de gevolgen daarvan zijn. We laten zien met welke kaarten je hitte en hittekwetsbaarheden in beeld kunt krijgen. Er volgt hieruit echter geen eenduidige definitie van de hitteopgave. Daarvoor is inzicht in de maatregelen nodig en dat vertaalt zich uiteindelijk in richtlijnen.

In hoofdstuk 3 vertellen we welke hittemaatregelen er zijn en hoe deze gebaseerd zijn op verschillende verkoelingsprincipes. We leggen uit welke maatregelen bijdragen aan een stadsbrede verlaging van de luchttemperatuur en welke kunnen worden ingezet om lokaal aangename koele plekken te creëren waar de gevoelstemperatuur lager is. Daarbij geven we een overzicht van de effectiviteit van maatregelen op basis van eigen onderzoek en literatuuronderzoek.

Tot slot tonen we in hoofdstuk 4 een set van richtlijnen waarmee je een stad, wijk of straat hittebestendig kunt inrichten.

1.4 Kader en organisatie

Het onderzoek is medegefinancierd vanuit de regeling RAAK-publiek van Regieorgaan SIA, onderdeel van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). RAAK-publiek financiert onderzoeksprojecten van hogescholen in samenwerking met de publieke sector. De regeling stimuleert samenwerking en kennisuitwisseling tussen hogescholen en professionals uit de publieke sector en heeft als doel het creëren van ruimte voor praktische innovaties die direct aansluiten op de dienstverlening door de sector.

Het onderzoek is uitgevoerd door een consortium uit de publieke sector en kennisinstellingen. De volgende kennisinstellingen en specialisten vormden het projectteam:

- Hogeschool van Amsterdam, faculteit Techniek, Onderzoeksprogramma Urban Technology is penvoerder en biedt een toonaangevende en diverse onderzoeksgroep op het gebied van hitte in de stad. Bovendien heeft de onderzoeksgroep veel nauwe contacten met gemeenten in de omgeving.
- Wageningen Environmental Research (WENR) is het kennisadviesbureau gekoppeld aan de WUR. WENR beschikt over specialistische kennis van hitte in de stad en met name van het modelleren van temperaturen op schaal van stad en straat.
- Tauw heeft veel gemeenten geadviseerd over het klimaatbestendig inrichten van de stedelijke leefomgeving. Met deze praktijkervaring loopt Tauw voorop in het ontwikkelen van een analyse over hitte in de stad.
- Hanzehogeschool Groningen, Kenniscentrum Noorderruimte doet met en voor gemeenten in Noord-Nederland onderzoek naar klimaatadaptatie.

De specialisten van de publieke sector in het consortium kwamen uit de gemeenten Amsterdam**,** Arnhem, Apeldoorn, Beverwijk, Breda, Eindhoven, Groningen, Haarlem, Leeuwarden, Rheden en Tilburg. Daarnaast zijn er twee gemeentelijke samenwerkingsverbanden aangesloten (RIVUS[5] en BUCH[6]). Ongeveer de helft van de gemeenten verzorgt casestudies. Alle gemeenten brengen hun eigen ervaring in over het vaststellen van de hitteopgave, over de bruikbaarheid van hittekaarten en over het zoeken naar pragmatische ontwerprichtlijnen. Daarnaast werd het onderzoek ondersteund door een divers klankbord met brede kennis over het klimaatbestendig inrichten van steden: City Deal Klimaatadaptatie, De BouwCampus, Deltaprogramma Ruimtelijke adaptatie, gemeenten Heemskerk en Utrecht, GGD Amsterdam, Klimaatverbond Nederland, ProRail, Provincie Noord-Brabant, Stichting CAS, VNG en Wetterskip Fryslân.

Het onderzoeksbudget heeft het mogelijk gemaakt dat het onderzoeksteam, bestaande uit ervaren onderzoekers met verschillende disciplines, zich twee jaar heeft kunnen buigen over dit interessante onderwerp. Het heeft daardoor veel vragen uit de praktijk kunnen beantwoorden en een keur aan relevante kennis beschikbaar kunnen maken voor de praktijk.

5 RIVUS: samenwerkingsverband tussen de gemeenten Dalfsen, Deventer, Kampen, Olst-Wijhe, Raalte, Staphorst, Zwartewaterland, Zwolle en Waterschap Drents Overijsselse Delta.
6 BUCH: Bergen NH, Uitgeest, Castricum, Heiloo.



Hitteopgave



2

2. Hitteopgave

De centrale vraag die we in dit hoofdstuk willen beantwoorden, is: **'Wat is de hitteopgave?'** Met de hitteopgave bedoelen we 'dat wat je moet doen om je stad hittebestendig te maken'. De opgave is dus het verschil tussen hoe je wilt dat het gaat worden en hoe het nu is of wordt door klimaatverandering. Dat hoeft niet concreet te zijn, het kan juist ook globaal zijn.

Vanuit het werkveld van ruimtelijke adaptatie kan de hitteopgave worden gezien als het **leefbaar** en **comfortabel** houden van de buitenruimte. Maar de hitteopgave is breder dan alleen de buitenruimte. Het gaat in de hitteopgave om alle niet-acceptabele gevolgen van hitte en hoe je die tegengaat met aanpassingen in de buitenruimte, aan gebouwen of in gedrag.

Het doel van dit hoofdstuk is om gemeenten en ruimtelijke professionals handvatten aan te reiken waarmee zij de eigen hitteopgave kunnen formuleren. Daartoe leggen we uit:

- wat het fenomeen hitte is en wat het hitte-eilandeffect is;
- welke temperatuurscenario's Nederland kan verwachten;
- wat de gevolgen van hitte in de stad zijn;
- wat het hitterisico is;
- welke hittekaarten de hitteopgave in beeld kunnen brengen.

Vervolgens geven we tips om de hitteopgave met hittekaarten te kunnen visualiseren. Tot slot vatten we samen hoe de hitteopgave voor de buitenruimte van een gebied kan luiden en hoe je deze kunt ondersteunen met getallen en kaartmateriaal.

NB Naast hittekaarten kunnen ook metingen helpen om inzicht te krijgen in de hitteopgave. Metingen kunnen de lucht- of gevoelstemperatuur op bepaalde momenten en plekken in de stad in beeld brengen. Als professionals bij gemeenten (of studenten) zelf metingen verrichten, vergroten zij bovendien hun inzicht in het verschijnsel van stedelijke hitte en de processen die bepalen waarom het ergens aangenaam of juist onaangenaam is. In het onderzoek hebben we twee meetmethodes verkend die ook inzicht kunnen geven in de hitteopgave. We hebben geëxperimenteerd met de *thermal walk* met als doel medewerkers van gemeenten het fenomeen hitte aan den lijve te laten ondervinden. Meer informatie over de thermal walk staat in bijlage 2. Een andere meetmethode die we verkend hebben maakt gebruik van mobiele apparatuur waarmee de ruimtelijke en temporele variatie in temperatuur onderzocht kan worden. Zie hiervoor bijlage 3.

2.1 Het fenomeen hitte

2.1.1 Van wereldschaal naar straatniveau

Op wereldschaal zijn er grote variaties in de hitteproblematiek. In landen dicht bij de evenaar met weinig vegetatie kunnen luchttemperaturen oplopen tot 50°C. In bijvoorbeeld India vormt de hitte een groot probleem vanwege de combinatie van hoge temperaturen en weinig (financiële) mogelijkheden voor mensen om zich aan te passen aan of zich te beschermen tegen de hitte. In mediterrane landen zijn de zomers over het algemeen

warmer dan in Nederland en zien we dat de architectuur zich met kleine ramen, witte materialen en arcades heeft aangepast aan het klimaat.

In tegenstelling tot India heerst in Nederland een relatief gunstig klimaat, met – in de afgelopen millennia – relatief koele zomers. Door klimaatverandering komen er nu echter steeds vaker hittegolven en extreem hete dagen voor, zoals we in 2019 ervaren hebben. Gebouwen en buitenruimte in Nederland zijn daar vaak nog niet op ingericht. Zo blijft de warmte dikwijls hangen in de Nederlandse voor de winter geïsoleerde huizen en zijn pleinen en straten vaak volledig verhard en zonder bankjes in de schaduw.

Maar het wordt niet overal in Nederland even heet. Aan de kust is er meer sprake van een zeeklimaat, met meer wind en mildere temperaturen in zomer (zie ook tabel 2.1) en winter. In oostelijke en zuidelijke richting wordt het effect van de zee kleiner en zijn de temperaturen in de zomer hoger en in de winter lager.

Daarnaast zijn er verschillen in hitte als gevolg van de inrichting en kan de hitte per wijk verschillen. Afhankelijk van de wijktypologie warmt een wijk meer of minder op (Kleerekoper, 2016). Vooral in wijken met compacte bebouwing, veel verharding en weinig groen, kunnen temperaturen enkele graden hoger zijn dan elders in de stad (Van Hove et al., 2015).



2.1.2 Nu en in de toekomst

Door klimaatverandering zullen de gemiddelde temperaturen in de zomer en het aantal zomerse en tropische dagen in de toekomst toenemen (Tabel 2.1; KNMI, 2015). Hoeveel hete dagen en nachten we precies kunnen verwachten, hangt af van hoe de gemiddelde temperatuur wereldwijd zich gaat ontwikkelen en met welk luchtstromingspatroon Nederland te maken gaat hebben. Het KNMI heeft daarom vier klimaatscenario's opgesteld, waarbij rekening is gehouden met een **gematigd** ($\mathbf{G}_L$ en $\mathbf{G}_H$) of **warm** ($\mathbf{W}_L$ en $\mathbf{W}_H$) scenario voor de gemiddelde temperatuur wereldwijd en een **lage** (G_L en W_L) of **hoge** waarde (G_H en W_H) voor het luchtstromingspatroon.

Tabel 2.1 laat zien dat extreme hitte vaker zal voorkomen in de toekomst. Daarnaast blijkt dat het aantal hete dagen (nu en in de toekomst) in Zuidoost-Nederland sterk verschilt met die in Noordwest-Nederland. Het aantal zomerse en tropische dagen ligt nu met een verschil van respectievelijk 22 en 5 dagen duidelijk hoger in het zuidoosten van Nederland en dit verschil neemt in de toekomst toe.

Tabel 2.1. Huidige zomerklimaat (1981-2010) en klimaatscenario's voor 2050 voor Maastricht en De Kooy bij Den Helder (Bron: KNMI, 2015).

	Maastricht					**De Kooy bij Den Helder**				
Indicator	Huidig klimaat	G_L 2050	G_H 2050	W_L 2050	W_H 2050	Huidig klimaat	G_L 2050	G_H 2050	W_L 2050	W_H 2050
Gemiddelde temperatuur in de zomer (°C)	17,5	18,6	19,0	19,3	20,0	16,4	17,4	17,7	18,1	18,6
Aantal zomerse dagen per jaar[7]	32	40	44	47	55	9	12	14	15	19
Aantal tropische dagen per jaar[8]	6	9	12	13	18	1	1	2	2	4
Aantal tropische nachten per jaar[9]	0	1	2	4	5	0	2	2	4	5

2.1.3 Het probleem: hitte of het stedelijk hitte-eiland?

In de afgelopen 10 jaar is er steeds meer aandacht ontstaan voor het hitte-eilandeffect van de Nederlandse steden (Van Hove et al., 2015). Uit verschillende onderzoeken bleek dat de luchttemperatuur van het stedelijk gebied in Nederland door het hitte-eilandeffect enkele graden hoger kan zijn dan op het platteland (Steeneveld et al., 2011; Brandsma en Wolters, 2012). Het hitte-eilandeffect werd als nieuw probleem geformuleerd, met name voor de gezondheid van ouderen (Döpp, 2011). Door deze inzichten zijn waarschijnlijk veel klimaatadaptatie-experts onbewust en onterecht het hitte-eilandeffect gaan zien als het voornaamste hitteprobleem van steden (Martilli et al., 2020). In het werkveld lijkt het stedelijk hitte-eilandeffect soms synoniem te zijn geworden voor het hitteprobleem. Hitteproblemen in steden ontstaan echter niet alleen als gevolg van het hitte-eilandeffect. Ze ontstaan met name als gevolg van warm weer en doordat klimaatverandering het aantal hitte-extremen doet toenemen.

7 Een zomerse dag heeft een maximumtemperatuur van 25°C of hoger.
8 Een tropische dag heeft een maximumtemperatuur van 30°C of hoger.
9 Een tropische nacht heeft een minimumtemperatuur van 20°C of hoger.

Het is daarom goed om bij het definiëren van de hitteopgave helder te verwoorden waardoor hitte in de stad wordt veroorzaakt:

1. Problemen met hitte in het stedelijk gebied ontstaan tijdens periodes met warm weer (hete dagen en hete nachten). Deze periodes komen door klimaatopwarming steeds vaker voor.
2. Het stedelijk gebied versterkt de hitte op twee manieren:
    a. Vooral in de avond en 's nachts zorgt het hitte-eilandeffect ervoor dat de **luchttemperatuur** in de stad een paar graden warmer is dan de omgeving (Steeneveld et al., 2011; Brandsma en Wolters, 2012). Het effect neemt toe als gevolg van stadsuitbreiding en -inbreiding. NB Een veelgehoord misverstand is dat het stedelijk hitte-eilandeffect de problemen overdag zou vergroten. Dat is niet waar. Overdag is het hitte-eilandeffect doorgaans klein (Oke et al., 2017).
    b. Met name overdag kan de **gevoelstemperatuur** op bepaalde locaties in de stad onaangenaam hoog worden. Dat komt vooral doordat daar geen schaduw van bomen is of doordat bepaalde materialen veel warmte uitstralen, zoals asfalt en baksteen en de reflectie van zonnestraling door ramen en glazen gevels of zeer lichtgekleurde oppervlakken. Verschillen in de gevoelstemperatuur tussen verschillende plekken in de stad kunnen hierdoor oplopen tot 22°C (Klok et al., 2019).

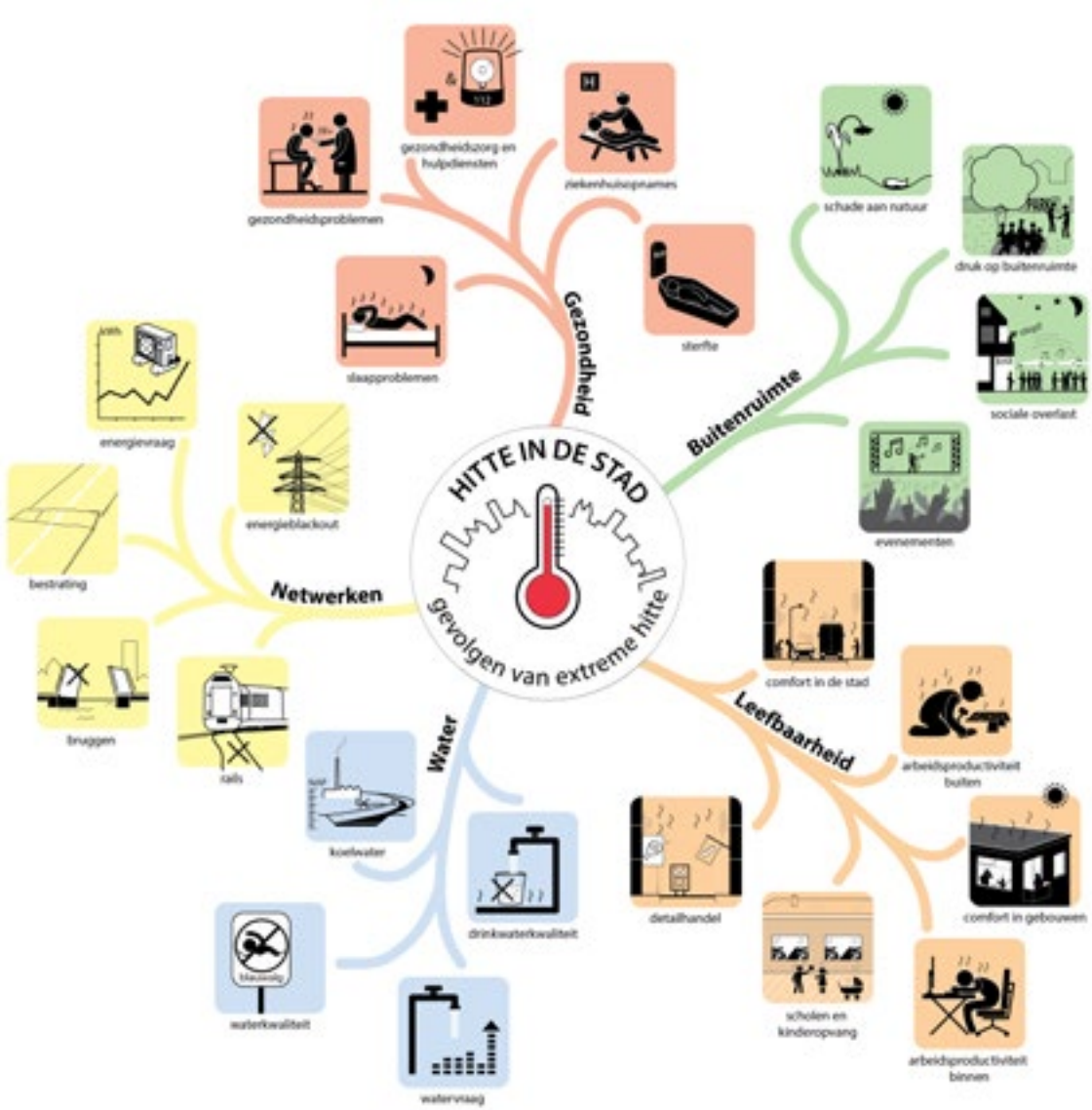
2.2 Gevolgen van hitte

2.2.1 De mindmap – overzicht van gevolgen

Hitte heeft vele gevolgen. Deze zijn in te delen in vijf hoofdthema's: netwerken, water, leefbaarheid, buitenruimte en gezondheid. Deze thema's zie je terug in de mindmap 'Hitte in de stad' (Klok & Kluck, 2018; figuur 2.1). De mindmap hebben we in 2017 ontwikkeld en in 2019 een update gegeven en is nu als interactieve tool beschikbaar, als onderdeel van de gestandaardiseerde stresstest Ruimtelijke adaptatie (www.hittebestendigestad.nl/mindmap/). De mindmap ondersteunt gemeenten en lokale overheden bij de voorbereiding op de risicodialoog over hitte. Daarnaast helpt de mindmap hen om de belangrijkste problemen te verkennen die door hitte kunnen optreden en om de hitteopgave te formuleren. De interactieve mindmap toont in totaal 24 gevolgen van extreme hitte voor stedelijk gebied. Voor elk gevolg is een factsheet beschikbaar met een beknopte uitleg van het probleem. Daarin staat ook vermeld op welke manier kaarten en andere informatie het gevolg inzichtelijk kunnen maken. Iedere factsheet sluit af met suggesties voor maatregelen.

In voorbereiding op de risicodialoog kun je de interactieve mindmap gebruiken om te bepalen welke gevolgen, onderwerpen of partijen bij de dialoog moeten worden betrokken. In de tool kun je namelijk aangeven of je een gevolg in deze fase van het proces wilt meenemen of niet. Deze keuze is zichtbaar in de mindmap, zodat er uiteindelijk een overzicht ontstaat van de meest relevante gevolgen van hitte voor de gemeente in kwestie. Zo helpt de mindmap het werkveld ruimtelijke adaptatie om de gevolgen van hitte voor het ruimtelijk domein te duiden zonder de andere gevolgen te vergeten.

De mindmap is vooral een tool om in gesprek te gaan en is altijd in ontwikkeling. Het kan zijn dat de mindmap voor sommige situaties niet compleet is en dat er nog andere hitteproblemen van belang zijn. Het is goed om dit te beseffen.



Figuur 2.1. Mindmap van de belangrijkste gevolgen van extreme hitte voor de stad.

2.2.2 Diverse oorzaken en gevolgen van hitte en diverse maatregelen

Om meer grip te krijgen op de hitteproblematiek is het zinvol te onderzoeken welke fysieke aspecten van hitte de kernoorzaak zijn van de hittegevolgen. Tabel 2.2 toont voor ieder gevolg uit de mindmap op welke manier dit samenhangt met de temperatuur: de luchttemperatuur, de gevoelstemperatuur, de binnentemperatuur, de nachttemperatuur of de dagtemperatuur.

Uiteindelijk zijn natuurlijk altijd hoge buitentemperaturen de oorzaak, maar er zijn ook gevolgen die vooral gerelateerd zijn aan hitte in gebouwen, dus aan hoge binnentemperaturen. Ook zijn er gevolgen die voornamelijk een relatie hebben met een hoge gevoelstemperatuur buiten. De tabel laat zien dat sommige gevolgen meer gekoppeld zijn aan hitte overdag en andere aan hitte 's nachts. We horen overigens vaak in het werkveld dat het hitteprobleem veelal een nachtelijk probleem zou zijn, omdat het hitte-eilandeffect dan het sterkst is. Op zo'n moment wordt vergeten dat ook de hoge temperaturen overdag tot problemen leiden. Kortom, de problemen die door hitte in de stad ontstaan, treden zowel overdag als 's nachts op. Daarnaast treden sommige problemen pas op na een langdurige periode van hoge temperaturen terwijl andere al kunnen ontstaan op een enkel heet moment.

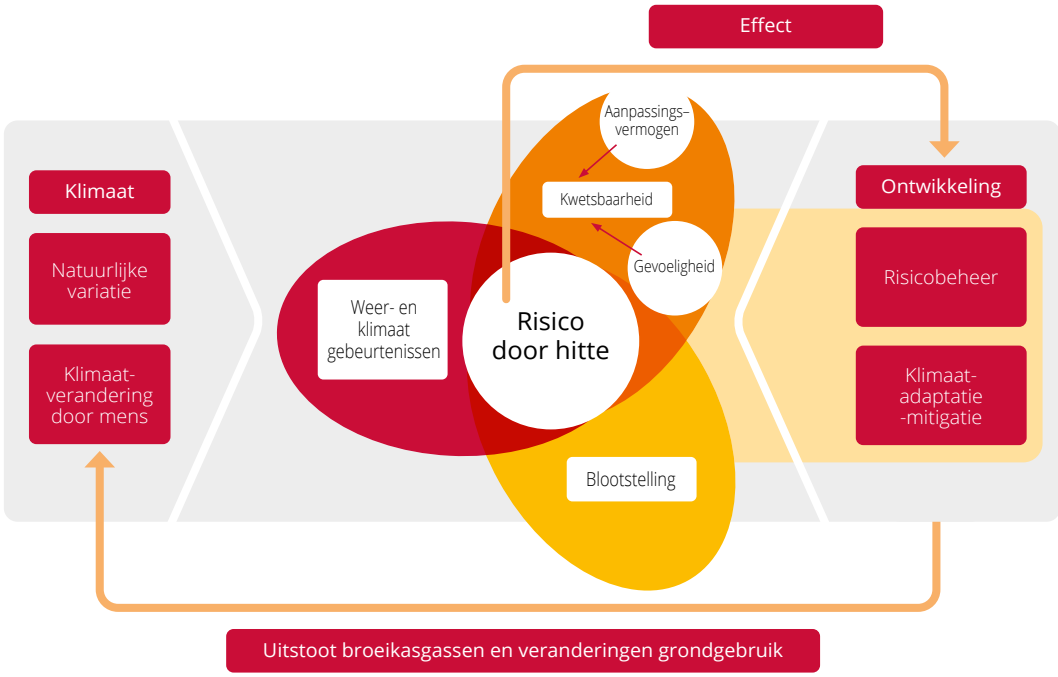
De laatste kolom van tabel 2.2 laat zien in welk domein de meest effectieve maatregelen kunnen worden genomen. Hieruit blijkt dat ruimtelijke adaptatie alleen een deel van de hitteproblemen kan oplossen. Zorg voor de medemens, gedragsverandering en aanpassingen aan gebouwen zijn in veel gevallen effectievere maatregelen dan ruimtelijke adaptatie. Uiteindelijk is het voor de realisatie van een hittebestendige stad nodig om verschillende domeinen en werkvelden te verbinden.



Tabel 2.2. Gevolgen van extreme hitte in de stad gekoppeld aan 1) verschillende temperatuurvariabelen die verschillen in type en vorm en 2) het domein waaraan de meest effectieve maatregelen zijn gekoppeld. Hierin staat 'anders' voor andere maatregelen dan die in ruimtelijke inrichting, aan gebouwen of in zorg en gedrag.

Thema	Gevolg van extreme hitte in de stad	Temperatuurvariabelen							Domein voor meest effectieve adaptatiemaatregelen
		Type			Vorm				
		Luchttemperatuur binnen	Luchttemperatuur buiten	Gevoelstemperatuur buiten	Dagwaarde	Nachtwaarde	Een enkele piekwaarde	Langere hete periode	
Gezondheid	slaapproblemen	X				X		X	gebouw
	gezondheidsproblemen	X	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	gezondheidszorg en hulpdiensten	X	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	ziekenhuisopnames	X	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
	sterfte	X	X	X	X	X	X	X	zorg en gedrag
Buitenruimte	schade aan natuur		X		X			X	ruimtelijke inrichting
	druk op buitenruimte		X	X	X		X		ruimtelijke inrichting
	sociale overlast		X	X	X	X	X		zorg en gedrag
	evenementen		X	X	X		X		zorg en gedrag
Leefbaarheid	comfort in de stad		X	X	X		X	X	ruimtelijke inrichting
	arbeidsproductiviteit buiten		X	X	X		X		zorg en gedrag
	comfort in gebouwen	X			X	X		X	gebouw
	arbeidsproductiviteit binnen	X			X			X	gebouw
	scholen en kinderopvang	X		X	X			X	zorg en gedrag
	detailhandel		X	X	X		X		ruimtelijke inrichting
Water	koelwater		X		X	X		X	anders
	waterkwaliteit		X		X	X		X	anders
	watervraag		X					X	anders
	drinkwaterkwaliteit		X		X			X	ruimtelijke inrichting
Netwerken	energieblack-out		X		X	X	X	X	anders
	energievraag	X	X		X	X	X	X	anders
	bestrating		X		X		X		ruimtelijke inrichting
	bruggen		X		X		X		anders
	rails		X		X		X		anders

2.3 Risico door hitte



Figuur 2.2. Het risico door hitte (naar IPCC, 2012).

Het risico als gevolg van hitte is een optelsom van een aantal factoren, zie figuur 2.2. Het risico wordt in de eerste plaats veroorzaakt door de intensiteit en duur van de hitte. Daarnaast hangt het risico af van de **blootstelling**: hoeveel mensen (of objecten/flora/fauna) er door de hitte worden getroffen. De blootstelling is groter wanneer het gebied waar hitte optreedt groter is of de bevolkingsdichtheid hoger. Tot slot hangt het risico af van de **kwetsbaarheid** van de mensen, de objecten, de flora of fauna. Deze kwetsbaarheid is op te splitsen in **gevoeligheid** en **aanpassingsvermogen**. Oudere mensen zijn kwetsbaarder voor gezondheidsrisico's als gevolg van hitte doordat zij gevoeliger zijn, maar ook doordat hun aanpassingsvermogen vaak beperkter is.

Een voorbeeld: het hitterisico voor mensen in het centrum van Amsterdam wordt bepaald door hoe hoog de temperaturen oplopen in het centrum en hoe vaak dit voorkomt (de weersomstandigheden), hoeveel mensen er aan de hitte zijn blootgesteld (blootstelling), hoe gevoelig zij zijn doordat zij bijvoorbeeld eenzaam zijn en afhankelijk van thuiszorg (gevoeligheid), en hoe gemakkelijk zij zich kunnen aanpassen aan het hete weer door maatregelen te nemen in gedrag, aan gebouwen of in de inrichting van de buitenruimte (aanpassingsvermogen).

In de definitie van de hitteopgave kun je vervolgens aan al deze factoren aandacht geven op de volgende manier:

- **Weeromstandigheid**: de hitteopgave is het grootst waar bijvoorbeeld de gevoelstemperatuur of het aantal tropische dagen per jaar een bepaalde waarde overschrijdt.
- **Blootstelling**: de hitteopgave is het grootst waar de meeste mensen wonen of verblijven, bijvoorbeeld in het centrum of in winkelcentra.
- **Gevoeligheid**: de hitteopgave is het grootst waar het percentage ouderen, chronisch zieken of kinderen hoog is of waar bijvoorbeeld verkeersstromen te maken hebben met beweegbare brugdelen.
- **Aanpassingsvermogen**: de hitteopgave is het grootst voor degenen die zich het minst makkelijk kunnen aanpassen, dus voor specifieke personen en op specifieke plekken, zoals wijken waar mensen wonen met een lager opleidings- en inkomensniveau.

Uiteindelijk lijkt een combinatie logisch: de opgave is het meest urgent op plekken waar het heet is en waar kwetsbare mensen wonen die niet kunnen ontsnappen aan hitte. Zie ook paragraaf 2.4.1 over hitterisicokaarten.

2.4 Hittekaarten

Hittekaarten zijn een handig hulpmiddel voor gemeenten om het probleem van hitte in de stad te onderzoeken en om te bepalen of ze een hitteopgave hebben. Er zijn veel soorten hittekaarten die je kunt gebruiken. Welke hittekaart het handigst is, hangt af van het doel dat je wilt bereiken. Hieronder geven we een overzicht van de hittekaarten waaruit je kunt kiezen.

2.4.1 Categorieën hittekaarten

Hittekaarten zijn grofweg te verdelen in zeven categorieën (figuur 2.3) die gekoppeld zijn aan het klimaatadaptatieproces van weten-willen-werken van het Deltaprogramma Ruimtelijke adaptatie en aan de doelen binnen dit proces:

- Weten – Waar is het heet?
- Willen – Waar is hitte een probleem? Of waar is hitte een probleem dat ik wil aanpakken?
- Werken – Hoe ontwerp ik hittebestendig?



Figuur 2.3. De zeven categorieën hittekaarten. Bij elke kaart staat aangegeven in welk deel of welke delen van het klimaatadaptatieproces (weten-willen-werken) je de kaarten inzet.

Klimatopenkaarten (of *stedelijke klimaatzonekaarten*) brengen deelgebieden in de stad in kaart die eenzelfde landgebruik en bebouwingstypologie hebben en daardoor ook een soortgelijk stedelijk klimaat (Ren et al., 2011). Klimatopenkaarten geven aan welke deelgebieden koeler of warmer zijn tijdens een hete dag en sluiten dus aan bij het doel te identificeren waar het heet is.

Temperatuurkaarten (zie voorbeeld in figuur 2.4) tonen een inschatting van de lucht-, gevoels- of oppervlaktetemperatuur, op basis van modellen, metingen of satellietbeelden. De kaarten geven de temperatuur weer op een tijdstip op een hete dag, of geven een gemiddelde of maximum van een periode, zoals tijdens een hittegolf of een zomer. Temperatuurkaarten zijn vooral bedoeld om te verkennen waar de hitte het grootst is of waar het nog enigszins koel is.

Voorbeelden van temperatuurkaarten zijn:

- de twee hittekaarten uit de gestandaardiseerde stresstest Ruimtelijke adaptatie: aantal hete nachten en gevoelstemperatuur (zie paragraaf 2.4.2);
- de oppervlaktetemperatuur op basis van satellietbeelden;
- het hitte-eilandeffect van verschillende wijken in een stad op een bepaald moment of over een periode.



Figuur 2.4. Voorbeeld van een temperatuurkaart. In dit geval van de gevoelstemperatuur (PET) in Middelburg volgens de Nederlandse standaard.

NB Temperatuurkaarten laten vooral zien welke gebieden heter zijn dan andere. Maar vergeet niet dat het op een hete dag eigenlijk overal heet is! De huidige en toekomstige problemen met hitte in de stad ontstaan meestal doordat het steeds vaker heet is en die hitte is overal in de stad merkbaar. Denk bijvoorbeeld aan de hittegolfdagen van de zomer van 2019: het was toen uitzonderlijk heet op alle plekken in de stad. Een temperatuurkaart van de stad laat zien waar het door het stedelijk effect tot iets meer of minder hitte leidt, maar problematisch heet is het op extreem hete dagen waarschijnlijk overal.

Kwetsbaarheidskaarten zijn kaarten waarop een combinatie van gevoeligheid voor hitte en aanpassingsvermogen wordt weergegeven. Deze kaarten laten zien waar hitte tot problemen kan leiden. Een voorbeeld is een hittekaart die ook aangeeft in welke gebieden eenzaamheid voorkomt of een kaart met informatie over de bevolkingsopbouw of het percentage thuiswonende ouderen. Wat hier niet in zit, is informatie over blootstelling, zoals het inwoneraantal van een buurt. Onder hittekwetsbaarheidskaarten vallen verder de kaarten die de locaties van kwetsbare groepen zoals seniorenwoningen, kinderdagverblijven of basisscholen of kwetsbare objecten zoals bruggen aanduiden.

Risicokaarten combineren temperatuurkaarten met blootstelling en kwetsbaarheid. Zo krijg je een kaart waarop je ziet waar in het gebied de hitte het grootst is in combinatie met de plaatsen waar de meest kwetsbare groepen mensen (of objecten of natuurgebieden, etc.) zich bevinden. Zo zal op een bedrijventerrein waar de temperaturen hoog oplopen het risico op hitteproblemen minder groot zijn dan in een versteende wijk met veel ouderen. Zie voor een voorbeeld en meer informatie bijlage 1.



Toetsingskaarten zijn bedoeld om doelstellingen op het gebied van hitte te toetsen (zie voorbeeld in figuur 2.5). Dat kan het toetsen zijn van het percentage schaduw, de afstand tot koele plekken vanaf elk woonadres of het percentage groen. In deze kaarten gaat het om het toetsen van ontwerprichtlijnen en het verkennen van wat nodig is voor een hittebestendig ontwerp. Ook geven toetsingskaarten weer waar hitte een probleem kan zijn. Voor een toetsingskaart is het nodig dat er een doelstelling, richtlijn of norm is gekozen.



Figuur 2.5. Voorbeeld van een toetsingskaart. In dit geval loopafstand-tot-koelte in Nijmegen, waarbij de kleuren aangeven hoeveel minuten het lopen is naar een koele plek van minimaal 5000 m². De kaart gaat uit van een loopsnelheid van 4 km/uur (Kaartontwerp: Hester Bijen, Tauw).

Kansenkaarten laten *quick-wins* en *no regret*-maatregelen zien en geven zo een ruimtelijk beeld van de mogelijkheden om toe te werken naar een hittebestendig ontwerp. Arnhem maakte de hitte-attentiekaart (Gemeente Arnhem, 2012). Hierop staat aangegeven welke maatregelen kunnen bijdragen aan het verminderen van de hitte in verschillende delen van de stad, en welke delen van de stad voor verkoeling zorgen, zoals uiterwaarden en parken.

Maatregelenkaarten zijn meestal temperatuurkaarten of toetsingskaarten waarop het effect van bepaalde hittemaatregelen is aangegeven, zoals het plaatsen van bomen of een zonnedoek. Je kunt de effecten van maatregelen kwantificeren, zoals is gedaan voor verstedelijkte wijken in Rotterdam (Kennis voor klimaat, 2011) en Haarlem (Kleerekoper et al., 2018).

2.4.2 Basiskaarten gestandaardiseerde stresstest

De gestandaardiseerde stresstest Ruimtelijke adaptatie adviseert op dit moment twee temperatuurkaarten om de hitteopgave weer te geven: een met het aantal hete nachten per jaar en een gedetailleerde kaart van de gevoelstemperatuur buiten[10].

Temperatuurkaart met het aantal hete nachten

Deze kaart toont het aantal nachten per jaar waarop de luchttemperatuur boven de 20°C blijft. Deze kaart is beschikbaar in de klimaateffectatlas[11]. In Nederland beschouwen we het aantal keren per jaar dat de nachttemperatuur hoger blijft dan 20°C als een goede indicator voor de problemen die worden veroorzaakt door hete nachten. Als het buiten niet afkoelt tot onder de 20°C is het moeilijker om het binnen aangenaam koel te houden en om goed te slapen (Mureau et al., 2018). De nachttemperatuur heeft een sterk verband met andere gevolgen op het gebied van gezondheid, arbeidsproductiviteit, binnencomfort, oppervlaktewater, drinkwater en netwerken (zie tabel 2.2). Een kaart met het aantal hete nachten per jaar komt overigens aardig overeen met een kaart van het stedelijk hitte-eilandeffect, omdat het stedelijk hitte-eiland vooral door verschillen in de nachttemperatuur tot uiting komt, zoals is uitgelegd in paragraaf 2.1.3.

Gedetailleerde kaart van de gevoelstemperatuur buiten

Deze kaart heeft als doel een eerste indruk te geven van de hitte overdag en gaat daarmee over gezondheid en de leefbaarheid van de buitenruimte (zie tabel 2.2). De kaart laat in hoog ruimtelijk detail zien op welke locaties de stedelijke inrichting tijdens een hete dag tot aangenaam koele of onaangenaam hete locaties leidt. De kaart biedt daarmee een basis voor een risicodialoog over het nemen van hittemaatregelen in de buitenruimte.

Als gevoelstemperatuur toont de kaart de PET-index. PET staat voor Physiological Equivalent Temperature. De PET-index is gebaseerd op de energiebalans van het menselijk lichaam (Höppe., 1999, en zie ook paragraaf 3.2.2) en is de meest gebruikte index in Europa om de gevoelstemperatuur aan te duiden (Matzarakis et al., 1999).

10 https://ruimtelijkeadaptatie.nl/stresstest/bijsluiter/hitte/
11 http://www.klimaateffectatlas.nl/

De PET is een functie van een aantal meteorologische variabelen op lichaamshoogte: luchttemperatuur, windsnelheid, luchtvochtigheid, directe en gereflecteerde zonnestraling en warmtestraling van objecten in de omgeving. De interactie tussen lichaam en omgeving bepaalt hoe warm of koud men het lokale microklimaat ervaart. Zo kan het lichaam bij een hogere luchttemperatuur zijn warmte minder goed kwijt, maar een hogere windsnelheid maakt dat weer makkelijker. Bij een hogere luchtvochtigheid kan er minder zweet van de huid ontsnappen, en dus ook minder warmte. Hoe feller de zonnestraling of hoe meer warme objecten in de omgeving, hoe meer straling het lichaam ontvangt. De meteorologische parameters verschillen per locatie en worden bepaald door de inrichting en het microklimaat van de omgeving.

PET is gekoppeld aan thermische perceptie (hoe we de omgeving thermisch gezien ervaren), variërend van zeer koud tot zeer heet, en aan de mate van fysiologische stress (tabel 2.3). Tussen een PET-waarde van 18 en 23°C ervaren we de omgeving voornamelijk als aangenaam en is er geen sprake van thermische stress. Boven 23°C PET kan al hittestress ontstaan. Vanaf 41°C PET is er sprake van extreme hittestress.

Tabel 2.3. PET-klasses, thermische perceptie en mate van fysiologische stress (Matzarakis et al., 1999).

PET (°C)	**Thermische perceptie**	**Mate van fysiologische stress**
< 4	Zeer koud	Extreme koudestress
4 – 8	Koud	Sterke koudestress
8 – 13	Koel	Gematigde koudestress
13 – 18	Beetje koel	Lichte koudestress
18 – 23	Aangenaam	Geen thermische stress
23 – 29	Beetje warm	Lichte hittestress
29 – 35	Warm	Gematigde hittestress
35 – 41	Heet	Sterke hittestress
> 41	Zeer heet	Extreme hittestress

In 2019 hebben onderzoekers van de WUR een recept ontwikkeld waarmee iedereen in Nederland op dezelfde manier een PET-kaart kan maken (Nijs et al., 2019). Deze standaard PET-kaart geeft voor een hete dag in hoog ruimtelijk detail de verwachte gevoelstemperatuur in de stad weer. De PET-kaart wordt gemaakt op basis van ruimtelijke informatie (hoogtekaart, luchtfoto, gebouwen-, water-, en groenoppervlakken) en meteorologische uurwaarden van een nabijgelegen KNMI-meetstation. Met de ruimtelijke informatie worden op leefniveau (lichaamshoogte) de openheid voor zon en wind, de warmteuitstraling van groen en verhard oppervlak, de schaduw en de door het hitte-eilandeffect veroorzaakte luchttemperatuurverschillen bepaald. Vervolgens worden deze gegevens gecombineerd met meteorologische uurwaarden van buiten de stad om een inschatting te doen van de lokale PET-waarden in de stad. Hiervoor wordt een regressiemodel gebruikt dat gebaseerd is op bakfietsmetingen op de tropisch hete dag van 2 augustus 2013, 14:00 uur lokale tijd.



Figuur 2.6. Voorbeeld van een PET-middaggemiddeldekaart van het centrum van Breda.

Figuur 2.6 geeft een voorbeeld van een PET-kaart voor het centrum van Breda. De kaart geeft de grootste temperatuurverschillen boven verhard oppervlak tussen plekken in de schaduw en plekken in de zon (ca. 15°C). De kaart toont veel kleinere verschillen tussen verharde en groene oppervlakken (1 tot 2°C). Naast schaduw heeft vooral de dichtheid van bebouwing invloed op de PET-waarde. Dichtere bebouwing leidt tot een lagere windsnelheid, waardoor de gevoelstemperatuur stijgt.

Een PET-kaart ziet er met het hoge ruimtelijke detail erg overtuigend uit, maar de modellering is een eerste poging om met relatief beperkte middelen voor heel Nederland een standaard te definiëren. Er zijn een aantal beperkingen:

- Het is onzeker of de wind goed wordt ingeschat met het ontwikkelde recept. De vertaling van de wind gemeten op het KNMI-station buiten de stad naar een waarde met een hoge ruimtelijke resolutie in de stad, gebeurt namelijk op basis van een model dat niet voor een resolutie van 1 m^2 is bedoeld. Daardoor worden specifieke lokale windpatronen en het effect daarvan op de PET mogelijk onvoldoende gesimuleerd.
- Het model gebruikt geen informatie over soorten bouwmaterialen (muren, schuttingen, glazen puien). Opwarming en uitstraling van materialen worden alleen heel algemeen verrekend via het stedelijke hitte-eilandeffect.
- De standaard PET-kaart is een gemiddelde van de gehele middag. Plekken die de hele middag in de zon liggen komen veel heter naar voren dan plekken die maar even zon krijgen (figuur 2.6).

Tot slot: een enkele PET-hittekaart geeft niet aan waar de hitteproblemen het grootst zijn, maar geeft wel een indruk van de locaties waar de buitenruimte aangenaam koel of onaangenaam heet kan zijn tijdens een hete dag. De PET-hittekaart laat ook zien op welke plekken de inrichting kan worden verbeterd. Om de hitteopgave van een gebied echt goed in beeld te krijgen, adviseren we de PET-hittekaart te combineren met andere kaarten en informatiebronnen.

2.5 Slimme keuzes in het weergeven van de hitteopgave

Hoe geef je de hittekaarten weer? Met doordachte keuzes vergroot je de effectiviteit van de kaarten. Zorg er in ieder geval voor dat de weergave van de kaarten goed aansluit bij het doel en de doelgroep.

2.5.1 2D of 3D

De 2D-kaartweergave is het bekendst. Een voordeel van een 2D-kaart is dat hij vaak een goed overzicht kan geven. De weergave kan ook meerdere typen informatie (meerdere kaartlagen) in één kaart combineren, zoals aantallen bezoekers en gevoelstemperatuur.

Je kunt kaarten ook in 3D weergeven, waardoor de gebruiker bijvoorbeeld een beter beeld krijgt van hoogteverschillen tussen gebouwen of schaduweffecten. 3D-weergaves zijn vaak beter herkenbaar en spreken soms meer tot de verbeelding. Let op dat 3D-weergaves vooral geschikt zijn als het gaat om een klein projectgebied en voor het weergeven van een enkele kaartlaag. Als het gebied dat je wilt bespreken te groot is, of je wilt meerdere kaartlagen tegelijk laten zien, wordt een 3D-weergave snel onoverzichtelijk. Een 3D-weergave kan ook te mooi of te flitsend zijn waardoor ze afleidt van de opgave of het doel van de kaart.

2.5.2 Hoge of lage resolutie

Het voordeel van een hoge resolutie is de herkenbaarheid: mensen herkennen hun werk- of woonomgeving. Vaak wordt een hoge resolutie echter verward met een hoge nauwkeurigheid. Dit hoeft zeker niet zo te zijn. Ook met een onjuist rekenmodel kun je een kaart produceren op een schaal van centimeters. Deze schijnzekerheid is iets waarmee weinig rekening wordt gehouden en waarop commerciële organisaties soms handig inspelen.

Een lage resolutie kan als voordeel hebben dat de kaart overzicht biedt en kan daarom geschikt zijn om vragen te beantwoorden die op gemeenteniveau spelen. Een kaart met een lage resolutie is geschikt voor algemene communicatie over de plaatsen waar het heet en koel is in de stad. Een hogeresolutiekaart is meer geschikt voor specifieke adviezen op kleiner schaalniveau.

2.5.3 Statisch of interactief

Steeds vaker worden kaarten ook interactief weergegeven. Je kunt in- en uitzoomen, met een muisklik verschillende typen informatie laten zien en interactief berekeningen maken. Zo kun je bijvoorbeeld het effect van het plaatsen van een rij bomen op de gevoelstemperatuur berekenen terwijl de ontwerpers om de tafel zitten. Dit kan heel zinvol zijn als je vooraf heldere vragen hebt geformuleerd. Een aandachtspunt is dat een interactieve kaart ook snel te veel informatie kan opleveren, waardoor de gebruiker door de bomen het bos niet meer ziet. Vereisten voor een interactieve weergave zijn dus een gedegen voorbereiding, zeker als zulke kaarten gebruikt worden in een sessie. Maar dat geldt natuurlijk ook voor het gebruik van een statische kaart.

2.5.4 Momentopname of tijdsinterval

Het tijdsinterval dat de kaart weergeeft, heeft ook veel invloed op de effectiviteit van een kaart en bepaalt de boodschap. Een kaart kan gemiddelde temperaturen weergeven of temperaturen op een bepaald tijdstip. Momentopnames van een hete dag die nog vers in het geheugen ligt, spreken vaak meer tot de verbeelding en zijn makkelijker te interpreteren dan een kaart met gemiddelde temperaturen op een dag of in de zomer. Bij hitte werken gemiddelden vaak ook minder goed, omdat het juist om de extreme temperaturen gaat: dan ervaren mens en natuur immers de nadelige gevolgen.

Let op: kaarten die momentopnames of gemiddelden weergeven, geven geen informatie over het verloop van de temperaturen over een dag of bepaalde periode. Die informatie kan ook tot belangrijke inzichten leiden.

2.6 Conclusies

We begonnen dit hoofdstuk met de centrale vraag: wat is de hitteopgave? Vanuit het werkveld van ruimtelijke adaptatie kan de hitteopgave worden gezien als dat wat je moet doen om de stad en vooral de buitenruimte bij hitte leefbaar en comfortabel te houden. Dat betekent dat je alle niet-acceptabele gevolgen van hitte in de stad moet tegengaan door aanpassingen te doen in de buitenruimte.

Toch is op de vraag ‘Wat is de hitteopgave?’ geen eenduidig antwoord te geven. De stad voldoende leefbaar en comfortabel inrichten kan betrekking hebben op de optredende temperaturen en het verminderen van het hitterisico. Maar in tegenstelling tot wateroverlast is er geen duidelijke maximale temperatuur waaronder een stad hittebestendig is. De maximale temperatuur verschilt voor elk gevolg dat in de mindmap staat (figuur 2.1).

Om de hitteopgave toch iets concreter te maken, hebben we in dit hoofdstuk een overzicht gegeven van data en kaarten die inzicht geven. Samengevat adviseren we om de hitteopgave van een specifiek gebied met focus op ruimtelijke adaptatie te verkennen aan de hand van:

- Getallen die aangeven hoe vaak hoge temperaturen nu en in de toekomst door verdere klimaatopwarming zullen voorkomen. Denk daarbij aan hittegolven, zomerse dagen en tropische nachten.
- Het inzicht dat het stedelijk hitte-eilandeffect de temperatuur in de stad vooral tijdens de avond en nacht enkele graden kan verhogen. Onderbouw dit inzicht het liefst met getallen of meetwaarden.
- Een overzicht van de niet-acceptabele gevolgen van hitte in de stad uit de mindmap die kunnen worden tegengegaan met aanpassingen in de buitenruimte.
- Een drietal typen hittekaarten die gecombineerd het weten-willen-werken voor een hittebestendige stad in kaart brengen:
  1. Temperatuurkaarten om aan te geven waar het heet is. Gebruik daarvoor bijvoorbeeld de twee basiskaarten uit de gestandaardiseerde stresstest.
  2. Hitterisicokaarten om aan te geven waar hitte een groot probleem is.
  3. Toetsings- of maatregelenkaarten om te verkennen welke maatregelen of ontwerprichtlijnen nodig zijn voor een hittebestendig ontwerp. Want zonder handelingsperspectief is het niet zinvol een opgave te benoemen.

Met deze handvatten kan de hitteopgave naar ons idee worden geformuleerd. Daarvoor is het wel van belang om te weten hoe effectief maatregelen zijn en wat de mogelijkheden zijn om daar richtlijnen voor op te stellen. Dat zijn de onderwerpen van de volgende twee hoofdstukken.



Hittemaatregelen



3

3. Hittemaatregelen

Het is nog niet helemaal duidelijk welke maatregelen bij de openbare ruimte betrokken professionals zouden moeten kiezen om de stad voldoende koel te houden. Kiezen we voor witte daken, groene gevels of fonteinen? Welke hittemaatregelen in de openbare ruimte en aan de schil van gebouwen zijn het effectiefst en efficiëntst? Welke maatregel verdient prioriteit? Dat zijn vragen waar dit hoofdstuk op ingaat.

In dit hoofdstuk leggen we eerst uit dat maatregelen om een stad koeler in te richten twee verschillende doelen dienen: 1) stadsbreed de luchttemperatuur verlagen en 2) lokaal koele plekken creëren. Daarna presenteren we een overzicht van de verkoelingsprincipes en leggen we uit hoe deze de lucht- en de gevoelstemperatuur beïnvloeden. Daartoe duiken we eerst in de theorie en beschrijven we hoe de lucht- en gevoelstemperatuur zijn gekoppeld aan de stedelijke energiebalans en de energiebalans van het menselijk lichaam.

Verder geven we aan hoe effectief verschillende hittemaatregelen zijn om stadsbreed de luchttemperatuur of lokaal de gevoelstemperatuur te verlagen. Dit doen we op basis van eigen modelstudies, maar we geven ook een overzicht van de effectiefste hittemaatregelen op grond van in wetenschappelijke literatuur gevonden waarden.

3.1 Doelen van hittemaatregelen in de stedelijke inrichting

Uit hoofdstuk 2 weten we dat problemen met hitte in het stedelijk gebied enerzijds ontstaan door klimaatopwarming, waardoor we steeds vaker te maken hebben hoge **luchttemperaturen**: hete dagen en hete nachten. Anderzijds leidt de stedelijke omgeving zelf tot meer hitte: vooral 's nachts zorgt het hitte-eilandeffect ervoor dat de **luchttemperatuur** in de stad een paar graden warmer is dan in de omgeving, en overdag leiden de stedelijke bebouwing en het gebrek aan schaduw ertoe dat de **gevoelstemperatuur** op bepaalde locaties onaangenaam hoog is.

Met inrichtingsmaatregelen in de buitenruimte kunnen we een deel van de hitteproblemen aanpakken. Tabel 2.2 (paragraaf 2.2.2) laat zien dat die problemen vooral gerelateerd zijn aan de luchttemperatuur of aan de gevoelstemperatuur of aan beide.

Er zijn daarom twee belangrijke doelen te onderscheiden die hittemaatregelen in de stedelijke inrichting kunnen dienen:

1. Stadsbreed de **luchttemperatuur** verlagen, overdag en 's nachts.
2. Lokaal koele plekken met een lage **gevoelstemperatuur** creëren om verkoeling te zoeken tijdens een hete dag.

Beide doelen komen in de volgende paragrafen aan bod.

3.2 Verkoelingsprincipes

Verkoelingsprincipes om de lucht- en gevoelstemperatuur te beïnvloeden, zijn er op kleine en grote schaal. Voordat we meteen de diepte van de verschillende verkoelingsprincipes in duiken, is het belangrijk om even afstand te nemen en het grotere geheel te begrijpen. Als we kijken naar hittemaatregelen in steden, maken we onderscheid tussen twee doelen. Het eerste doel, het verlagen van de luchttemperatuur op stadsschaal, houdt

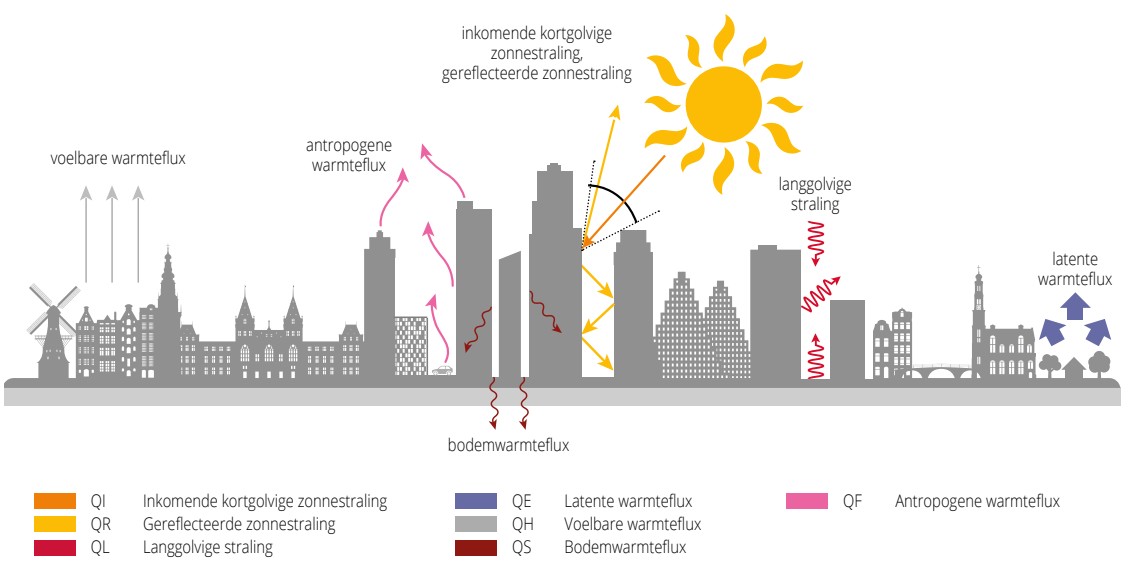
verband met de energiebalans van de stad. Het tweede doel, het verlagen van de gevoelstemperatuur op lokale schaal, houdt verband met de energiebalans van het menselijk lichaam. Eerst worden beide energiebalansen in deze paragraaf toegelicht. Daarna gaan we in op de belangrijkste verkoelingsprincipes.

3.2.1 Energiebalans van de stad

Als we het hebben over stedelijke hitte, dan praten we eigenlijk over energie. Warmte is immers een vorm van energie. Daarom kijken we eerst naar de energie die van de zon komt. Laten we uitgaan van een zonnige zomerse dag en kijken naar de energiebalans van de stad voor een volledig etmaal. Er komt over een etmaal gemiddeld 320 W/m^2 energie van de zon binnen op het aardoppervlak als zogenoemde kortgolvige straling (Qi in figuur 3.1 en figuur 3.2). Een deel daarvan wordt gereflecteerd terug de ruimte in of in een andere richting. Daarnaast is er ook langgolvige straling, warmtestraling. Deze is afkomstig uit de atmosfeer (o.a. van wolken) en van alles wat op aarde aanwezig is (bodem, bomen, gebouwen). De langgolvige straling van wolken is er de oorzaak van dat het tijdens een bewolkte nacht in de winter vaak warmer is dan tijdens een onbewolkte nacht. De langgolvige straling van wolken is er bijvoorbeeld de oorzaak van dat het tijdens een bewolkte nacht in de winter vaak warmer is dan tijdens een onbewolkte nacht. Langgolvige straling is ook de warmtestraling die je voelt als je langs de gevel van een gebouw loopt. Deze straling is dag en nacht aanwezig en de energie van deze straling is in de zomer over 24 uur gemiddeld even groot of zelfs groter dan die van de zon.

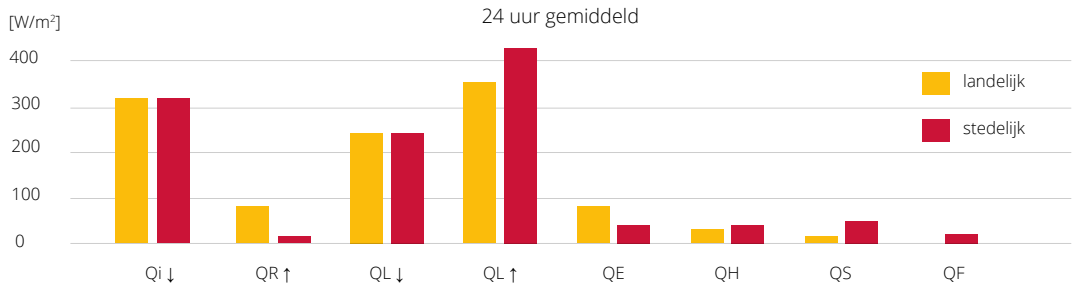
De inkomende stralingstermen in figuren 3.1 en 3.2 zijn groter dan de uitgaande stralingstermen. Het energieverschil verdeelt zich over drie componenten:

1) Een deel zorgt voor verdamping van bodemvocht of door planten (latente warmteflux, QE).
2) Een deel verwarmt de lucht (de voelbare warmteflux, QH).
3) Een deel verwarmt het oppervlak, de bodem, maar ook de gebouwen (de bodemwarmteflux, QS).



Figuur 3.1 Energiebalans stedelijk gebied.

De benamingen van deze warmtefluxen – latente, voelbare, en bodemwarmte – vertellen hoe ze onze omgeving en onszelf beïnvloeden. Voelbare warmte kunnen we voelen als de warme lucht om ons heen. De bodemwarmte wordt gedurende de dag opgeslagen in de bodem en in andere materialen. Vervolgens stralen deze materialen en de bodem de warmte weer uit, wat vooral voelbaar wordt als het later op de dag kouder wordt. En latente warmte? Die kunnen we niet voelen of ervaren en ze wordt niet opgeslagen in oppervlakken. Vandaar de naam latent, wat verborgen betekent. Latente warmte is belangrijk als het gaat om het beperken van warmteontwikkeling in steden. Immers, als er meer energie wordt gebruikt voor verdamping, blijft er minder energie over om de lucht en het oppervlak op te warmen.



Figuur 3.2 Verschillen tussen de energiebalans van landelijk en stedelijk gebied (gebaseerd op Oke, 2017 en Sass, 2019). Qi↓ – inkomende kortgolvige zonnestraling, QR↑ – gereflecteerde zonnestraling, QL↓ – inkomende langgolvige straling, QL↑ – uitgaande langgolvige straling, QE – latente warmteflux, QH – voelbare warmteflux, QS – bodemwarmteflux, QF – antropogene warmteflux.

Bijna elke hittemaatregel die gericht is op een verlaging van de luchttemperatuur is gebaseerd op een van de volgende vier principes: **verdamping, beschaduwing, ventilatie** en **reflectie**. Deze principes zijn grotendeels gekoppeld aan de energiebalans van de stad. Het principe van verdamping bestaat uit het vergroten van het aandeel latente warmte in de energiebalans, zodat er minder energie overblijft voor het opwarmen van lucht en oppervlak. Beschaduwing werkt op basis van het afvangen van zonnestraling, zodat de hoeveelheid energie die aan het beschaduwde oppervlak komt, wordt beperkt. Op eenzelfde manier helpt het verhogen van de reflectie van het oppervlak van gebouwen of bestrating om de beschikbare energie die de stad opwarmt te verminderen. Ventilatie zorgt voor afvoer van warme lucht de stad uit – en is niet aangegeven in figuur 3.1 als warmteflux. De warmtefluxen zijn natuurlijk niet constant, maar variëren sterk gedurende dag en nacht, en door het jaar heen.

Dat de luchttemperatuur in steden vaak hoger is, komt door het verschil in de energiebalans van stedelijk en landelijk gebied. In landelijk gebied is de hoeveelheid gereflecteerde zonnestraling bijvoorbeeld vijf keer zo hoog, de latente warmte twee keer zo hoog en de opslag van warmte in de grond slechts een kwart vergeleken met stedelijk gebied (zie figuur 3.2).

Door de energiebalans van stedelijk gebied dichter bij die van landelijk gebied te brengen kan de luchttemperatuur in steden worden beperkt. Door meer vegetatie aan te planten wordt de latente warmteflux bijvoorbeeld vergroot, waardoor de voelbare warmteflux die anders de lucht zou opwarmen kleiner wordt. Ook kan de hoeveelheid warmteopslag worden gereduceerd door het gebruik van bouwmaterialen die meer zonlicht reflecteren. Als gevolg hiervan geven gebouwen 's nachts minder warmte af.

Figuur 3.1 toont ook een warmteflux QF die de antropogene warmte presenteert. Antropogene warmte is ook een energieflux in de stedelijke energiebalans en bestaat uit de warmte die vrijkomt als gevolg van menselijke activiteiten zoals de verbranding van fossiele brandstoffen voor gebouwen, voertuigen en industriële processen. Hitte in steden kan worden beperkt door de antropogene warmteuitstoot te verminderen. Dit is niet per se een adaptatiemaatregel, maar meer een maatregel om extra hitte te voorkomen. Desondanks is het belangrijk te beseffen dat er warmte wordt toegevoegd aan de buitenomgeving als we de binnenomgeving koelen met airconditioning. Het is niets meer dan het verplaatsen van het probleem, terwijl er ook nog extra energie (en dus warmte) aan wordt toegevoegd.

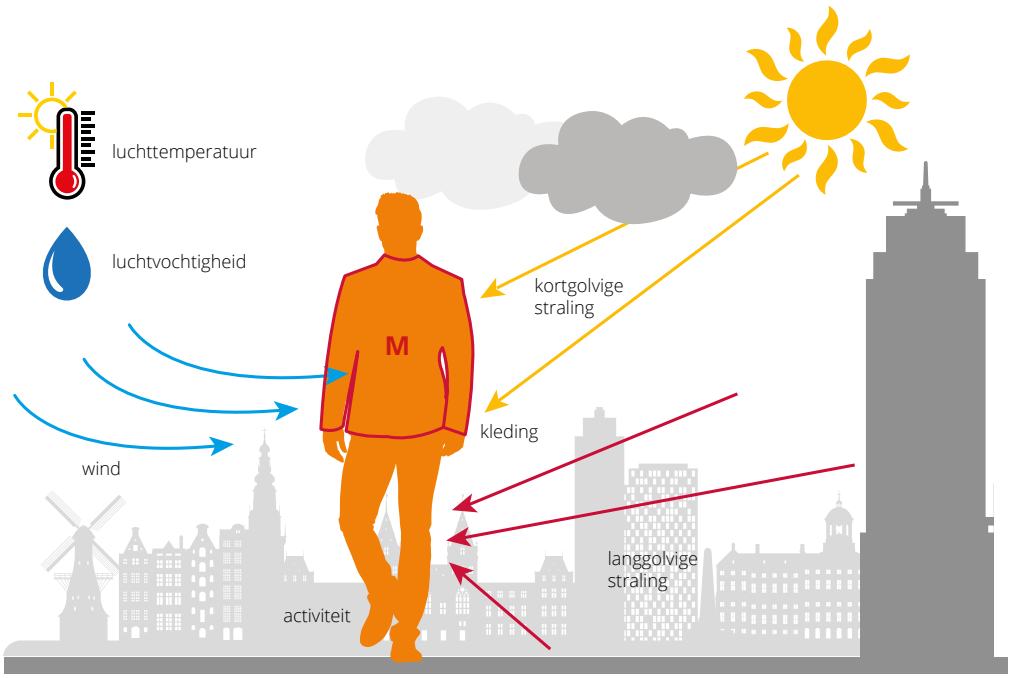
3.2.2 Energiebalans van het menselijk lichaam

Net als de energiebalans van een stad kunnen we met hittemaatregelen ook de energiebalans of thermische balans van het menselijk lichaam (figuur 3.3) beïnvloeden. Enerzijds zijn er factoren als activiteit, kleding en metabolisme die de thermische balans beïnvloeden. Anderzijds spelen meteorologische omgevingsfactoren een belangrijke rol en bepalen deze de uiteindelijke gevoelstemperatuur. Zoals vermeld in paragraaf 2.4.2 zijn luchttemperatuur, straling, wind en luchtvochtigheid de belangrijke meteorologische parameters die bepalen hoe warm of koud de omgeving aanvoelt.

De twee belangrijkste verkoelingsprincipes die tijdens hete dagen de gevoelstemperatuur kunnen verlagen, zijn **beschaduwing en ventilatie**. Schaduw creëren is van deze twee verreweg de efficiëntste manier. Zo kan op een warme zomermiddag de maximale inkomende (kortgolvige) zonnestraling 1000 W/m^2 bereiken. In de schaduw is deze straling al snel 10 keer kleiner (Shahidan et al., 2010). Dit betekent dat er veel minder energie is die ons lichaam zal verwarmen.

Het tweede effectieve principe is ventilatie (wind). Wind bevordert de warmteuitwisseling tussen een lichaam en de omgeving. Omdat het lichaam meestal warmer is dan de luchttemperatuur, leidt een hogere windsnelheid tot een afname in gevoelstemperatuur.

Eerder beschreven we dat **verdamping** een zeer efficiënt verkoelingsprincipe is om de luchttemperatuur in de stad te verlagen (paragraaf 3.2.1) en schaduw en wind de belangrijkste verkoelingsprincipes zijn voor het verlagen van de gevoelstemperatuur (deze paragraaf). Het principe van verdamping kan echter ook worden gebruikt om de gevoelstemperatuur te verlagen. Als water direct verdampt van de huid (na een verfrissende duik of een rondje hardlopen door de mist), is de temperatuur voor ons gevoel het laagst. Bij 30°C luchttemperatuur en 50% luchtvochtigheid, bijvoorbeeld, voelt de temperatuur met een vochtige huid slechts aan als 22°C. Daarom is mensen in contact brengen met water een zeer effectieve manier om hittestress te verminderen.



Figuur 3.3 Schematische weergave van de energiebalans van het menselijk lichaam. 'M' staat voor metabolisme. Gebaseerd op Havenith (1999) en https://transsolar.com/approach/transsolar-academy/2014/mahrooh-basar.

3.2.3 Verdamping

Verdamping van groen en wateroppervlakken verlaagt de temperatuur doordat er 2260 kJ per liter nodig is voor verdamping. In een stad verdampt er per jaar 200-250 mm minder dan in landelijk gebied. Verdamping is de effectiefste maatregel om stadsbreed de luchttemperatuur te verlagen. Verkoeling door verdamping is overdag het sterkst, omdat ook planten dan verdampen. Doordat hierdoor tegelijk minder warmte wordt opgeslagen, zet het effect ook 's nachts door. Toename van verdamping heeft vooral invloed op de luchttemperatuur. Het effect ervan op de gevoelstemperatuur is te verwaarlozen.

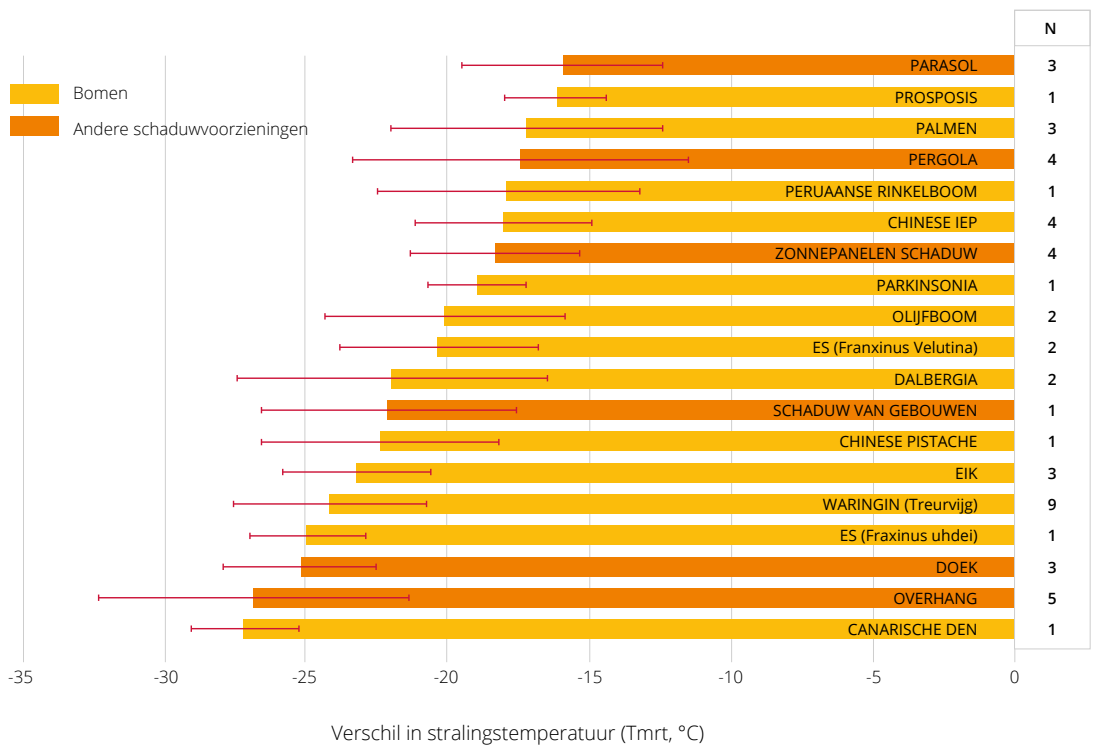
Hittemaatregelen waarbij verdamping een rol speelt zijn waterelementen zoals zoals vijvers, sloten of fonteinen en groenelementen zoals parken, bomen, gazons of groene daken. Waterelementen zijn effectiever als het water uit kleine druppels bestaat. Een openwaterlichaam verkoelt de lokale luchttemperatuur met circa 1°C, terwijl vernevelingssystemen de luchttemperatuur lokaal met gemiddeld 0,7 tot 3°C kunnen verlagen (Ishii et al., 2009; Farnham et al., 2011; Yamada et al., 2006; Yamada et al., 2008). Het uiteenspatten van druppels zorgt ervoor dat het oppervlak van waar het water kan verdampen vele malen groter wordt. Groenelementen hebben genoeg water nodig om te kunnen verdampen. Als vegetatie uitdroogt of als het te heet wordt, stopt de verdamping.

3.2.4 Beschaduwing

Het principe van schaduw bestaat uit het afvangen van zonnestraling, zodat de energie die het oppervlak

bereikt kleiner wordt. Schaduw kan de inkomende zonnestraling met een factor tien verlagen. In dat geval is er tien keer minder zonne-energie beschikbaar om de temperatuur van een oppervlak onder de boom, bijvoorbeeld de huid van iemand die in de schaduw van de boom zit, op te warmen. Het verschil in gevoelstemperatuur tussen een locatie die blootgesteld is aan de zon en een locatie in de schaduw van een boom is 3 tot 19°C (Klok et al., 2019). Schaduw is de beste manier om de gevoelstemperatuur te verlagen.

Er zijn verschillende manieren waarop steden in schaduw kunnen voorzien. Figuur 3.4 toont het effect van verschillende schaduwmaatregelen op de stralingstemperatuur (*mean radiant temperature*, Tmrt). Tmrt is net als PET ook een index voor de gevoelstemperatuur en combineert luchttemperatuur en straling. Temperatuur en straling zijn twee van de vier meteorologische variabelen die ook in PET worden gebruikt. Dit maakt Tmrt een belangrijke invoervariabele voor de berekening van PET. Gebouwen zorgen voor veel schaduw, maar bomen zijn veruit de beste oplossing, omdat ze niet alleen voor schaduw zorgen, maar ook door verdamping bijdragen aan verkoeling. Dat neemt niet weg dat, als er geen bomen zijn, schaduw van een pergola of parasol eveneens een goede optie is als de straat weinig ruimte biedt voor vegetatie, zoals in smalle winkelstaatjes. Een voordeel van dat soort schaduwvoorzieningen is dat ze 's avonds kunnen worden verwijderd, waardoor de in de bodem en gebouwen opgeslagen warmte kan ontsnappen en de stad sneller afkoelt.

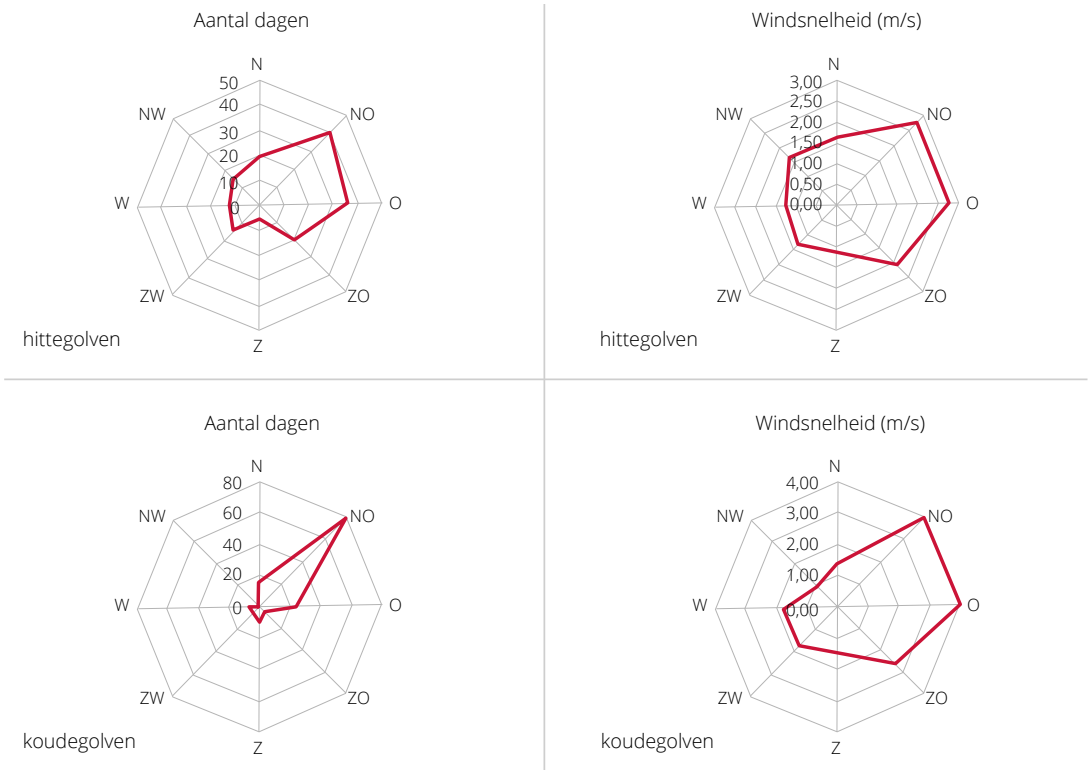


Figuur 3.4 Het verschil tussen verschillende schaduwelementen – bomen in het geel en andere schaduwvoorzieningen in het oranje – uitgedrukt in de stralingstemperatuur (Tmrt). De rechterkolom bevat het aantal metingen gedaan in Phoenix, Arizona. Figuur van Schneider et al. (2019).

3.2.5 Ventilatie

Het doorlaten van wind in steden zorgt voor zowel de afvoer van warme lucht als verversing met mogelijk koelere lucht van elders. Daarnaast heeft wind een directe invloed op de gevoelstemperatuur. Het is niet eenvoudig om voor meer ventilatie te zorgen in steden. De logische aanpak is voorkomen dat bestaande windcorridors worden geblokkeerd en gebruikmaken van grote open groenblauwe structuren in de stad. Een lang recht (water)oppervlak zonder grote obstakels, bijvoorbeeld een relatief rechte rivier of een kanaal, kan ventilatie bevorderen. Een klein briesje, langs de oever van een rivier kan een plek prettig koel maken, zeker in combinatie met schaduw en vegetatie. Op kleinere schaal kunnen bijvoorbeeld voetbalvelden, parkeerplaatsen of lange rechte wegen voor ventilatie zorgen.

Het is belangrijk te beseffen dat de wind zowel tijdens hittegolven als in koude periodes in Nederland voornamelijk uit oostelijke richting komt (figuur 3.5) en dat er veel minder wind is tijdens een hittegolf. Windsnelheid en het aantal dagen met noordoostenwind zijn 's winters hoger dan 's zomers (Kleerekoper, 2016). Dit betekent dat als we wind in steden kunstmatig bevorderen, we de situatie tijdens hittegolven slechts marginaal zullen verbeteren, en mogelijk verslechteren tijdens koude periodes in de winter.



Figuur 3.5. Windroos met het aantal dagen (links) en de gemiddelde windsnelheid (rechts) per windstreek tijdens hittegolven (boven) en in koude perioden (beneden) tussen 1950 en 2011, gebaseerd op KNMI-data (Kleerekoper, 2016). Let op de verschillen in de schaalverdeling voor windsnelheid.

3.2.6 Reflectie

Elk oppervlak heeft een bepaalde albedo, 'witheid', ofwel reflectiefactor. Deze variabele representeert de hoeveelheid zonnestraling die het oppervlak reflecteert vergeleken met de hoeveelheid die het ontvangt. Witte oppervlakken hebben een albedo van bijna 100%, omdat ze bijna al het licht reflecteren. Zwarte oppervlakken zitten dicht bij 0%. Oppervlakken in de stedelijke omgeving hebben gemiddeld een albedo van slechts 5%, terwijl landelijke gebieden gemiddeld uitkomen op zo'n 25% (Oke et al., 2017). Dit verschil zorgt ervoor dat steden veel minder energie van de zon reflecteren dan landelijk gebied. Het verhogen van de albedo (i.e. meer reflectie) vermindert de opwarming van een oppervlak. Daarom voelt het koeler aan in een wit T-shirt dan in een zwart T-shirt.

Het verhogen van de albedo is een goede maatregel voor horizontale oppervlakken als daken. Witte daken warmen minder op dan traditionele daken. Daarnaast zorgt een wit dak ervoor dat de ruimte onder het dak koeler is dan onder een zwart dak. Een hogere albedo heeft ook voordelen op straat, omdat het zorgt voor een lagere oppervlaktetemperatuur. Als je in de buurt van zwart asfalt staat, kun je de warmte voelen die het uitstraalt. Dat is bijvoorbeeld niet het geval voor lichtgekleurd beton.

Hoewel een hogere albedo de oppervlaktetemperatuur – en daarmee de warmtestraling van onderaf – kan verlagen, kan men toch bedrogen uitkomen. Een parelwitte stad zou letterlijk verblindend zijn voor haar inwoners. Bovendien zorgt de extra weerkaatsing van de zonnestraling ervoor dat het lichaam netto meer straling zou kunnen ontvangen, waardoor de gevoelstemperatuur juist stijgt. Een hogere albedo is vooral effectief voor horizontale oppervlakken waaronder brede straten. In straten met een hoogte-breedteverhouding groter dan 1 (smalle straten) wordt de straling vanaf het trottoir gereflecteerd in de richting van de aanliggende gevels.

3.3 Resultaten modellering: maatregelen op stadsschaal

Omdat nog onvoldoende duidelijk is welke maatregelen het effectiefst zijn en welke maatregelen de professionals dus zouden moeten kiezen om de luchttemperatuur op stadsschaal te reduceren, hebben we het effect van verschillende maatregelen doorgerekend. De focus van dit deel van het onderzoek lag vooral op maatregelen die, op de schaal van een wat grotere Nederlandse stad, via meer verdamping voor verkoeling zorgen. Grootschalige vergroening is een dergelijke maatregel, bedoeld om de temperatuur van de stad tot op leefniveau te verlagen. Extra verdamping van bomen, struiken, gras en andere vegetatie zorgt ervoor dat er minder van de binnenkomende energie wordt omgezet in direct voelbare of in gebouwen opgeslagen warmte. Dit beperkt de opwarming van de lucht zowel overdag als 's nachts. Deze paragraaf beschrijft beknopt de uitkomsten van dit deel van het onderzoek, meer details staan in bijlagen 4, 5 en 6.

3.3.1 Keuze van representatieve stad: Breda

De effecten van maatregelen tegen hitte zijn gekwantificeerd voor Breda, een stad die op grond van belangrijke eigenschappen voor de opbouw van hitte als een 'gemiddelde' Nederlandse stad kan worden beschouwd.
De hittebepalende kenmerken die we als selectiecriteria hebben gekozen voor een 'gemiddelde' stad zijn de groenfractie en de mate van verharding binnen de gemeentegrenzen. Op grond van een vergelijking van deze kenmerken tussen Nederlandse gemeenten met 100.000 of meer inwoners kwam Breda als modelstad uit de bus.

3.3.2 Maatregelen op stadsschaal: grootschalige vergroening

Eerder onderzoek op basis van metingen in Nederland heeft uitgewezen dat een toename van de fractie groen op wijk- of stadsschaal met 10 procentpunten[12] tot een verkoeling van ongeveer 0,5°C leidt (Steeneveld et al., 2011; Heusinkveld et al., 2014; Van Hove et al., 2015). Deze mate van verkoeling via vergroening wordt als een voor Nederland geldende vuistregel beschouwd (Gehrels et al., 2016). De vuistregel betreft in Nederland vooral verkoeling in de nacht door een daling van de luchttemperatuur.

Via modellering is deze vuistregel later in grote lijnen bevestigd. Steeneveld et al. (2018) hebben effecten van vergroening doorgerekend voor grote wijken van een geïdealiseerd modeltype, onder omstandigheden als tijdens de hittegolf van 15-19 juni 2006. Zij constateerden een daling van de gemiddelde temperatuur van ongeveer 0,25°C per 10% extra groen (alleen goed verdampend gras). Deze daling kwam vrijwel volledig doordat de intensiteit van het hitte-eiland afnam, dus doordat de nachttemperatuur daalde; overdag was het effect veel kleiner (Witteveen & Bos, 2014). Voor diezelfde hittegolf hebben Kleerekoper et al. (2018) een vergroeningsscenario voor de stad Haarlem doorgerekend. Volgens die berekeningen zouden de nachten, over heel Haarlem en over de hele periode gemiddeld, ongeveer 0,5°C koeler worden bij 10 procentpunten extra groen (het aandeel bomen plus plantsoenoppervlak plus goed verdampende groene daken nam toe van 18% tot 28% van het oppervlak). Ook de dagen werden volgens die berekeningen koeler, bijna 1,5°C. Tijdens de warmste dag en nacht in die periode liep de berekende verkoeling op sommige plekken in de stad op tot respectievelijk 3,5°C en 1,5°C.

In het huidige onderzoek (de hittebestendige stad) hebben wij soortgelijke berekeningen uitgevoerd voor de regio Breda (stad en buitengebied). We hebben daarbij twee scenario's met extra groen doorgerekend en een met juist minder groen (zie bijlage 6 voor een uitgebreide beschrijving van de scenario's):

- In het scenario 'Groener' nam de groenfractie met 10 procentpunten toe ten opzichte van de referentie en werd 12,5% van het dakoppervlak vervangen door groene daken.
- In het scenario 'Groenst' nam de groenfractie met 20 procentpunten toe en veranderde 25% van het dakoppervlak in een groen dak.
- In het scenario 'Grijzer' nam de groenfractie juist af met 10 procentpunt en waren er geen groene daken.

De modelberekeningen zijn uitgevoerd voor de periode 23 juli – 6 augustus 2018, een periode met een hittegolf waarbij de luchttemperatuur (gemeten op een KNMI-station buiten de stad) op twee dagen opliep tot boven 36°C en gedurende vier nachten niet onder de 20°C kwam.

De resultaten voor de warmste dag en nacht in de periode (27 juli) zijn samengevat in tabel 3.1 en gelden voor het domein zonder het 'buitengebied' van Breda (zie ook bijlage 6).

12 Procentpunt: eenheid voor het absolute verschil tussen waarden die in procenten worden uitgedrukt. Voorbeeld: een stijging van vier naar vijf procent is een stijging van één procentpunt, of een stijging van 25%.

Tabel 3.1. Berekende temperatuurverschillen voor de drie scenario's. Het verschil kan positief (verwarming) of negatief (verkoeling) zijn.

		Senario		
		Grijzer	Groener	Groenst
Maximumtemperatuur (overdag)	Gemiddeld **verschil** in °C	+0,071	+0,086	-0,14
	Maximale **verkoeling** (lokaal) in °C		0,57	0,64
Minimumtemperatuur (nacht)	Gemiddeld **verschil** in °C	+0,056	-0,024	-0,077
	Maximale **verkoeling** (lokaal) in °C		0,26	0,38

De groenere scenario's leverden enige verkoeling op, 'Groenst' iets meer dan 'Groen', terwijl 'Grijzer' gemiddeld voor enige verwarming zorgde. Deze rangorde in verkoeling voor de drie scenario's is conform de verwachting, maar de vastgestelde effecten zijn opmerkelijk klein in deze berekeningen. Op de warmste dag waren de maximale luchttemperaturen gemiddeld 0,14°C lager bij 'Groenst' dan in de referentiesituatie. De verkoeling liep zeer lokaal op tot maximaal 0,64°C. Iets dergelijks geldt voor de minimumtemperatuur 's nachts. Voor de warmste nacht was het sterkste effect bij 'Groenst' een gemiddelde verkoeling van 0,077°C, zeer lokaal oplopend tot 0,38°C. Gemiddeld over de hele periode zijn de verschillen nog kleiner, zowel 's nachts als overdag. De maximale lokale verkoeling bij 'Grijzer' is te sterk afhankelijk van lokale verschillen in landgebruik en is hier niet gegeven. Zie bijlage 6 voor een uitgebreidere beschrijving van de resultaten.

Er kunnen legio redenen zijn waarom de vergroening in de huidige berekeningen een dergelijk klein effect heeft, slechts 10-15% van de verkoeling van de 0,5°C volgens de vuistregel. Om de oorzaken hiervan te achterhalen is er veel extra onderzoek nodig, dat we in dit project niet konden uitvoeren. Voorlopig bevelen we daarom aan grootschalige verkoeling door vergroening in te schatten op basis van de vuistregel: vermeerdering van de groenfractie op wijk- of stadsschaal leidt tot een verkoeling van ongeveer 0,5°C per 10 procentpunten extra groenbedekking (dus bij 20 procentpunten extra zou een verkoeling van 1°C worden bereikt, enzovoort). Vervolgonderzoek zal moeten uitwijzen hoe duurzaam deze vuistregel is. Het kan zijn dat droogte een rol speelt, omdat er voor extra verdamping nu eenmaal extra water nodig is.

3.4 Resultaten modellering: maatregelen op lokale schaal

Er zijn meerdere manieren om een straat of buurt anders in te richten om de gevolgen van hitte tegen te gaan en lokaal koelteplekken te creëren. Van de genoemde principes in paragraaf 3.2 is schaduw het effectiefst. Dat kan met bomen. Bomen zorgen lokaal voor schaduw en verdampen daarnaast aanzienlijke hoeveelheden water – tot wel 170 liter per dag (Waternet, 2019). Focus van dit modelonderzoek was daarom om op lokale schaal het verkoelende effect van groene maatregelen en dan vooral van bomen te bepalen.

Bomen zijn de perfecte maatregel voor buurten met relatief brede straten of binnenhoven zoals in naoorlogse woonwijken en tuinsteden. In sommige wijktypen, zoals de volkswijk, zijn straten echter vaak smal en is het aantal parkeerplaatsen beperkt. Bomen worden dan als onhandig gezien, omdat ze veel ruimte innemen. In een volkswijk zijn geveltuintjes, groene gevels en schaduwvoorzieningen daarom betere opties. In de volgende

paragrafen worden verschillende groene maatregelen voorgesteld voor drie verschillende buurten: een naoorlogse woonwijk, een naoorlogse tuinstad hoogbouw en een volkswijk. Met modelberekeningen laten we zien hoe effectief de maatregelen zijn in het creëren van koelteplekken met een lagere gevoelstemperatuur (PET).

Om de effectiviteit van deze hittemaatregelen te bepalen, hebben we gebruik gemaakt van het micrometeorologisch model UMEP (Lindberg et al., 2018). De output van UMEP is de gemiddelde stralingstemperatuur (Tmrt), waarmee we de PET hebben berekend. Op deze manier hebben we de schaduwpatronen en het effect van verschillende groene ingrepen op de gevoelstemperatuur geanalyseerd. We hebben verschillende straatoriëntaties en verschillende positioneringen van bomen doorgerekend en onderzocht hoe boomhoogte en doorlatendheid van de kroon van invloed zijn op de gevoelstemperatuur.

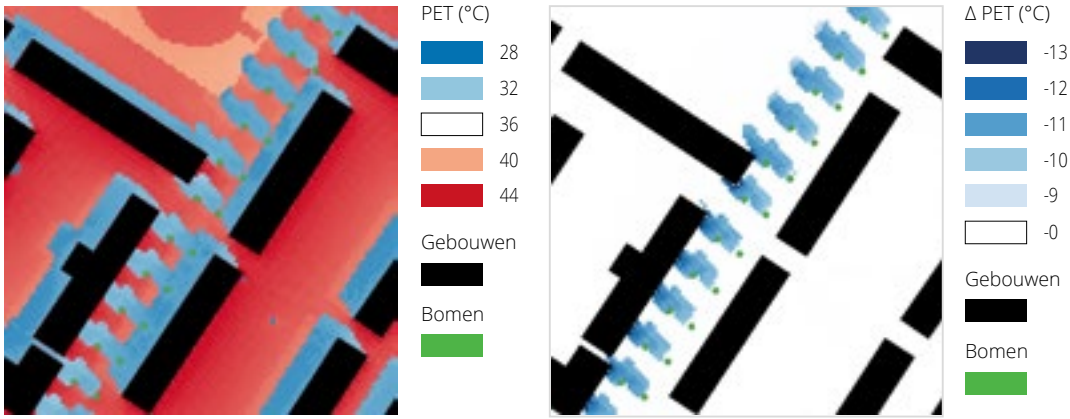
Voor de modellering hebben we een warme zomerdag gekozen: 2 augustus 2018 om 12:00 uur. Het was toen 27°C, zonnig, onbewolkt en er was relatief weinig wind (1 m/s). De resultaten hebben we ook vergeleken met die van andere zomerdagen. De effecten van vegetatie zijn nagenoeg hetzelfde voor verschillende luchttemperaturen. Op dagen met minder zonnestraling neemt vooral het effect van de schaduw van vegetatie af. Hierna presenteren we alleen de resultaten voor 2 augustus 2018.

3.4.1 Naoorlogse woonwijk

Dit wijktype kenmerkt zich door eengezinswoningen met zowel een voor- als een achtertuin. De huizen hebben twee of drie verdiepingen en de straten zijn relatief breed (zo'n 20 meter), vaak met veel parkeerruimte. Voortuinen zijn echter vaak verhard en bieden geen enkele verkoeling op warme dagen. De straatoriëntatie bepaalt het schaduwpatroon gedurende de dag.

Om het effect van bomen bij verschillende schaduwpatronen door gebouwen te onderzoeken, hebben we twee loodrechte straatoriëntaties doorgerekend: van zuidwest naar noordoost en van zuidoost naar noordwest. Voor beide oriëntaties beschrijven we op basis van onze modelresultaten:

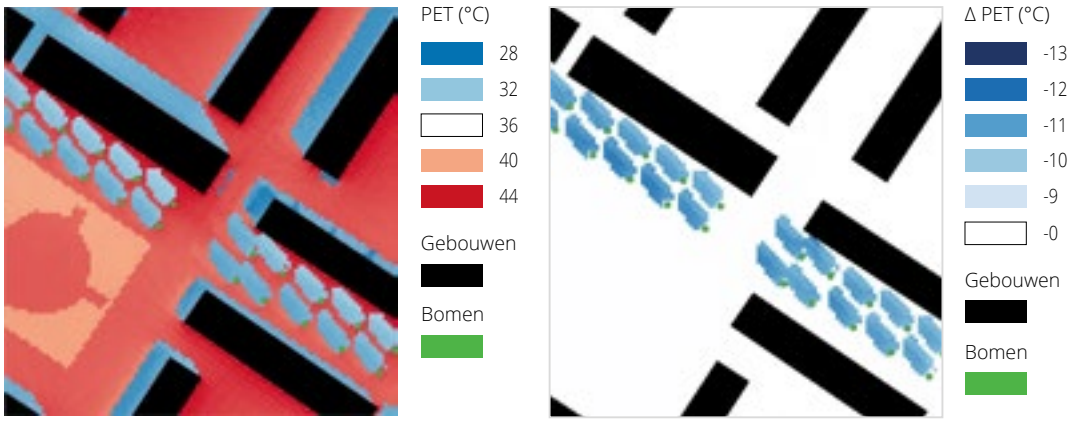
- de schaduwpatronen in het algemeen,
- de beste manier om bomen aan te planten voor maximale verkoeling en
- het uiteindelijke gemodelleerde verkoelende effect.



Figuur 3.6 De gevoelstemperatuur (links) en het verkoelende effect van bomen (rechts) in een van zuidwest naar noordoost georiënteerde straat.

Van zuidwest naar noordoost georiënteerde straat (zie ook Figuur 3.6)

- ZW-NO-georiënteerde straten hebben wat schaduw in de ochtend aan de westkant, maar bijna geen schaduw gedurende de middag.
- Aanplant van bomen heeft voordelen aan beide kanten van de straat, met een lichte voorkeur voor de westkant: 's ochtends en aan het begin van de middag bieden de bomen aan de westkant schaduw op het trottoir en op de gevels, terwijl de bomen aan de oostkant alleen voor schaduw op straat zorgen. Gedurende de middag (14-17 uur) valt de schaduw parallel aan de gevels. Om schaduw te bieden op het trottoir heeft de boomkroon daarom een voldoende grote diameter nodig.
- Het verkoelende effect van de boom is tussen 10 en 13°C PET. De sterkste verkoeling is dicht bij de gevel te vinden, want wanneer de gevel wordt beschaduwd, straalt hij ook minder warmte uit naar de omgeving.



Figuur 3.7 De gevoelstemperatuur (links) en het verkoelende effect van bomen (rechts) in een van zuidoost naar noordoost georiënteerde straat.

Van zuidoost naar noordwest georiënteerde straat (zie ook figuur 3.7)

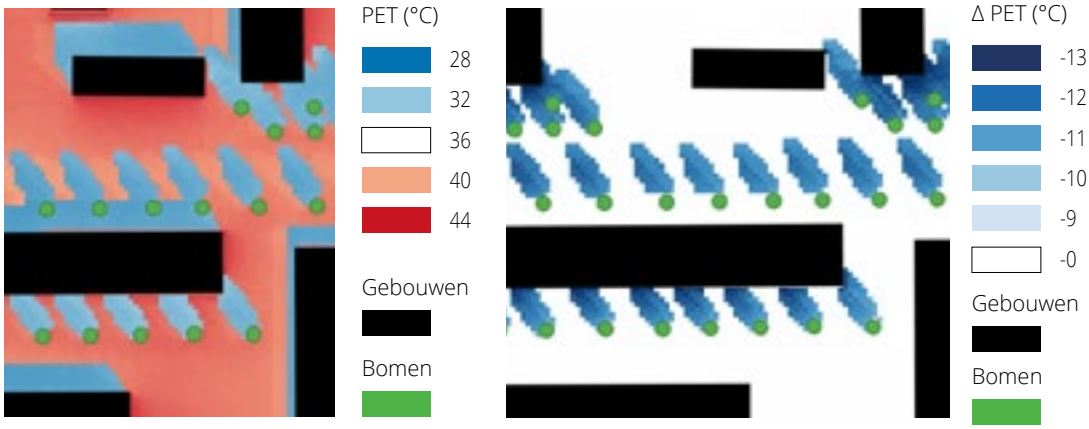
- ZO-NW-georiënteerde straten hebben bijna geen schaduw in de ochtend. Later op de dag zorgen de gebouwen voor schaduw op het trottoir aan de zuidwestkant van de straat.
- Als er geen gebouwen zijn aan de zuidwestkant is de straat gedurende de hele dag blootgesteld aan de zon.
- De aanplant van bomen heeft vooral voordelen aan de noordoostkant van de straat. Ze bieden 's middags schaduw op het trottoir en de gevels.
- Het verkoelende effect is tussen 10,5 en 11,5°C PET. In de onderzochte situatie valt de schaduw niet op de gevel. Het verkoelende effect is daarom verder van de muur sterker en er is geen uitstraling van warmte die de gevoelstemperatuur beïnvloedt.

3.4.2 Naoorlogse tuinstad hoogbouw

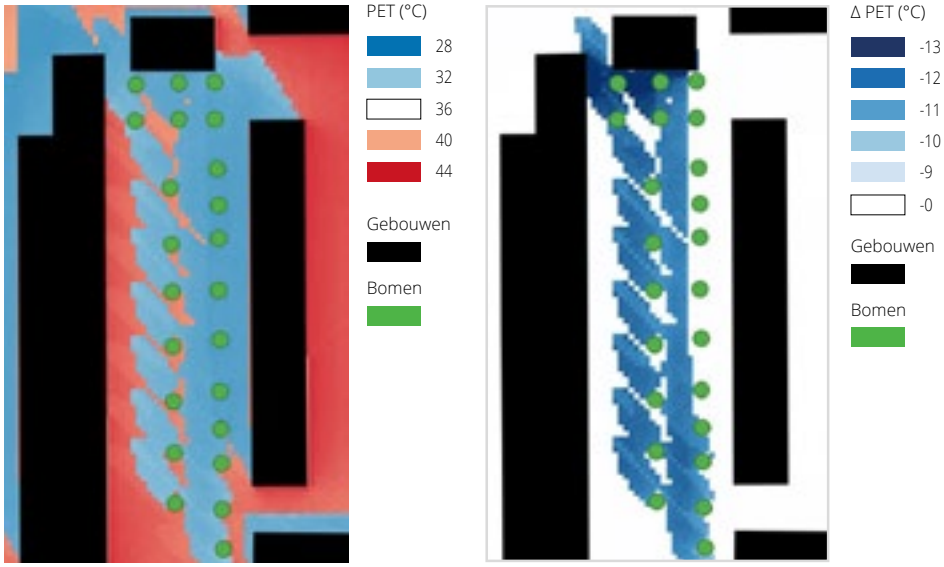
De naoorlogse tuinstad hoogbouw is een wijktype met open bouwblokken van vier tot zes verdiepingen met veel vegetatie tussen de blokken. In de straat is er echter vaak een gebrek aan vegetatie en binnenhoven zijn soms ook bestraat om te kunnen parkeren. De huizen hebben geen eigen tuin en daarom is het belangrijk om bewoners koele buitenruimtes te bieden.

Koele buitenruimtes kunnen worden gecreëerd door slim bomen te plaatsen, maar ook met bankjes aan de noordkant van de gebouwen of op andere locaties in de schaduw van de bebouwing. De verkoeling van bomen is het efficiëntst als ze schaduw werpen op zowel het trottoir als de gevel. Gevels in de schaduw stralen zoals gezegd minder warmte uit en voelen daardoor koeler aan.

Voor dit wijktype hebben we twee loodrechte oriëntaties onderzocht; van oost naar west en van noord naar zuid.



Figuur 3.8 De gevoelstemperatuur (links) en het verkoelende effect van bomen (rechts) in een van oost naar west georiënteerde straat.



Figuur 3.9 De gevoelstemperatuur (links) en het verkoelende effect van bomen (rechts) in een van noord naar zuid georiënteerde straat.

Van oost naar west georiënteerde straat (zie ook figuur 3.8)

- Het trottoir aan de zuidkant van deze straten ligt bijna altijd in de schaduw van de gebouwen.
- De aanplant van bomen heeft voordelen aan de noordkant van de straat, waar de bomen schaduw bieden op het trottoir en de gevels.
- Het verkoelende effect van de bomen om 12:00 varieert tussen 11°C PET aan de rand van de schaduw (onder de boom) en 13°C PET nabij de gevel.

Van noord naar zuid georiënteerde straat (zie ook figuur 3.9)

- Van noord naar zuid georiënteerde straten ontvangen 's ochtends wat schaduw aan de oostkant en aan het eind van de middag wat schaduw aan de westkant. Tijdens de warmste uren van de dag (13-17 uur) is er zeer weinig schaduw.
- De aanplant van bomen is nodig om gedurende de hele dag schaduw te bieden. Dat kan aan beide kanten van de straat. Bomen die te dicht bij de oostelijke gevel staan, bieden alleen schaduw aan de gevel zelf.
- Het verkoelende effect is 13°C dicht bij de gevel aan de oostzijde van de straat en 10,5°C onder de bomen.

3.4.3 Volkswijk

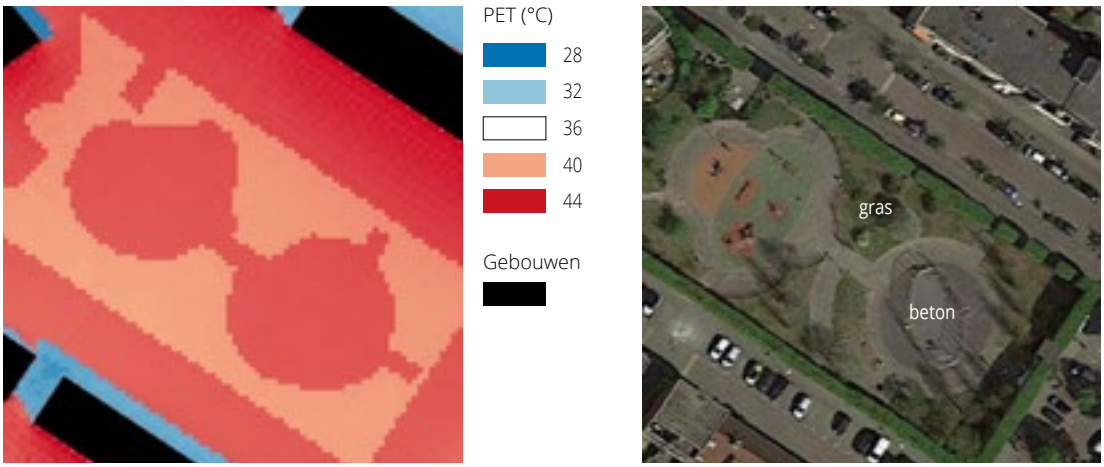
Voor de volkswijk presenteren we geen aparte modelberekeningen. We beschrijven de effecten van de voorgestelde maatregelen op basis van de inzichten uit de voorgaande paragrafen. Volkswijken zijn voornamelijk gebouwd tussen 1910 en 1940. De huizen hebben geen voortuin en hebben twee of drie verdiepingen. Er is zeer weinig gemeentelijk groen. De straten zijn relatief smal en bieden daarom weinig ruimte aan bomen. Voor dit wijktype is het daarom belangrijk om kruispunten te gebruiken en andere open locaties voor het creëren van koele plekken.

Allereerst kunnen in deze wijk bomen worden geplaatst op zoveel mogelijk locaties. Onze modelresultaten uit de voorgaande paragrafen laten zien dat de schaduw van een enkele boom op een warme zomerdag een lokale verkoeling tot 12°C van de gevoelstemperatuur kan bieden.

Op plaatsen waar de ruimte te klein is om bomen te planten, adviseren we andere schaduwbiedende voorzieningen, zoals pergola's, parasols of doeken. Pas als dat niet kan, adviseren wij geveltuintjes en gras. Onze modelresultaten laten namelijk zien dat geveltuintjes met lage vegetatie (goed verdampend gras) slechts een beperkte verkoelende invloed hebben op de gevoelstemperatuur, tot 0,6°C PET in de directe nabijheid.

Hoewel laag groen in de straat weinig effect heeft op de gevoelstemperatuur kan het toch sterk bijdragen aan het aangenamer en aantrekkelijker maken van een straat. Maar ook vegetatie die niet veel schaduw geeft, kan effectief zijn. Heesters en kleine bomen en groene gevels zijn vooral effectief omdat ze de oppervlaktetemperaturen van gevels verkoelen; tot 15,5°C aan de buitenmuur en 1,7°C aan de binnenmuur (Hoelscher et al., 2016). Koelere gevels stralen minder warmte uit en dragen meer bij aan een comfortabele omgeving. Deze maatregelen kunnen ook worden gebruikt in andere wijktypen met smalle straten en weinig vegetatie, bijvoorbeeld in winkelstraten.

Zoals groene gevels de buitenmuur kunnen koelen, kan gras de oppervlaktetemperatuur verminderen. Vergeleken met betonnen bestrating kan de oppervlaktetemperatuur van gras 24°C lager zijn (Armson et al., 2012). Zoals figuur 3.10 laat zien beïnvloedt het gazon (oranje) ook de gevoelstemperatuur. Ons model geeft verschillen tot 3°C PET (op 1,5 m boven het gras). Dat komt overeen met zowel model- als meetstudies uit de literatuur die effecten van gras laten zien tussen 1 en 3°C PET (Lobaccaro en Acero, 2015; Klok et al., 2019). Naarmate een gazonoppervlak kleiner is, koelt het minder efficiënt. Zoals eerder benoemd, zal een één meter brede strook (gemodelleerd als geveltuintje) slechts een effect van 0,6°C geven.



Figuur 3.10 Effect van gras op gevoelstemperatuur (PET, °C). In het midden van het grasveld ligt een betonnen speeltuin.

3.4.4 Doorlatendheid en grootte van bomen

Uiteindelijk kunnen we uit bovenstaande paragrafen concluderen dat het verkoelende effect van volgroeide bomen vrijwel gelijk is voor verschillende wijktypen en straatoriëntaties. Het effect is vooral afhankelijk van de positie van de boom ten opzichte van de gevel. Maar wat gebeurt er als de boom zeer klein is of dun van blad, waardoor de boom meer zonlicht doorlaat? Om deze vragen te beantwoorden hebben we voor de naoorlogse tuinstad hoogbouw een aantal extra modelberekeningen uitgevoerd met verschillende bomen.

Allereerst hebben we gevarieerd met de mate waarin de boom zonlicht doorlaat (transmissiviteit). De twee geteste waarden voor de transmissiviteit waren 10% en 3%. Een transmissiviteit van 3% wordt vaak in modellen gebruikt als standaard (Lindberg et al., 2018, Konarska et al., 2013). Normaal gesproken laten loofbomen 's zomers 1% (tamme kastanje) tot 5% (kers) van het zonlicht door (Konarska et al., 2013). Daarom is 3% representatief voor een volwassen en gezonde boom. Een transmissiviteit van 10% is dan vrij hoog en vertegenwoordigt een boom met relatief weinig bladeren, bijvoorbeeld een honingboom.

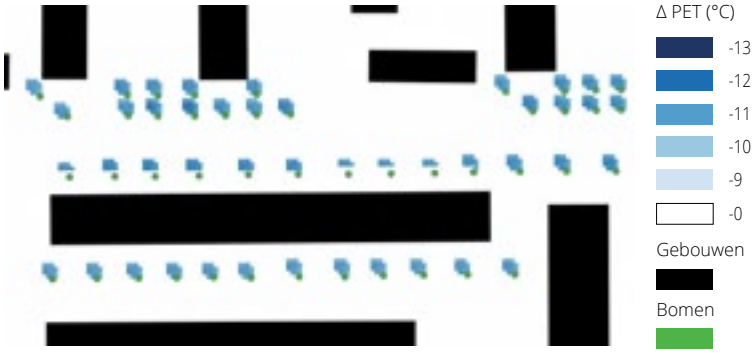
Daarnaast hebben we het effect van de boomgrootte onderzocht. Over het algemeen duurt het een tiental jaren voordat een boom zijn maximale grootte heeft bereikt, maar ook kleine bomen bieden schaduw en dragen door verdamping bij aan stadsbrede verkoeling. Grote bomen (17 meter hoog, 6 meter brede kroon, de groene lijn in figuur 3.12) hebben in principe hetzelfde effect als kleine bomen (6 meter hoog, 3 meter brede kroon, de gele lijn in figuur 3.12), namelijk schaduw. De omvang van schaduw is alleen veel groter.

Het effect van de doorlatendheid van de boomkroon

> Het verkoelende effect van een boom die 10% zonlicht doorlaat is tussen 9,5°C en 12°C PET (dicht bij de gevel). Een boom die 3% van het zonlicht doorlaat geeft ongeveer 1°C PET meer aan verkoelend effect.

Het effect van de grootte van de bomen (figuur 3.11)

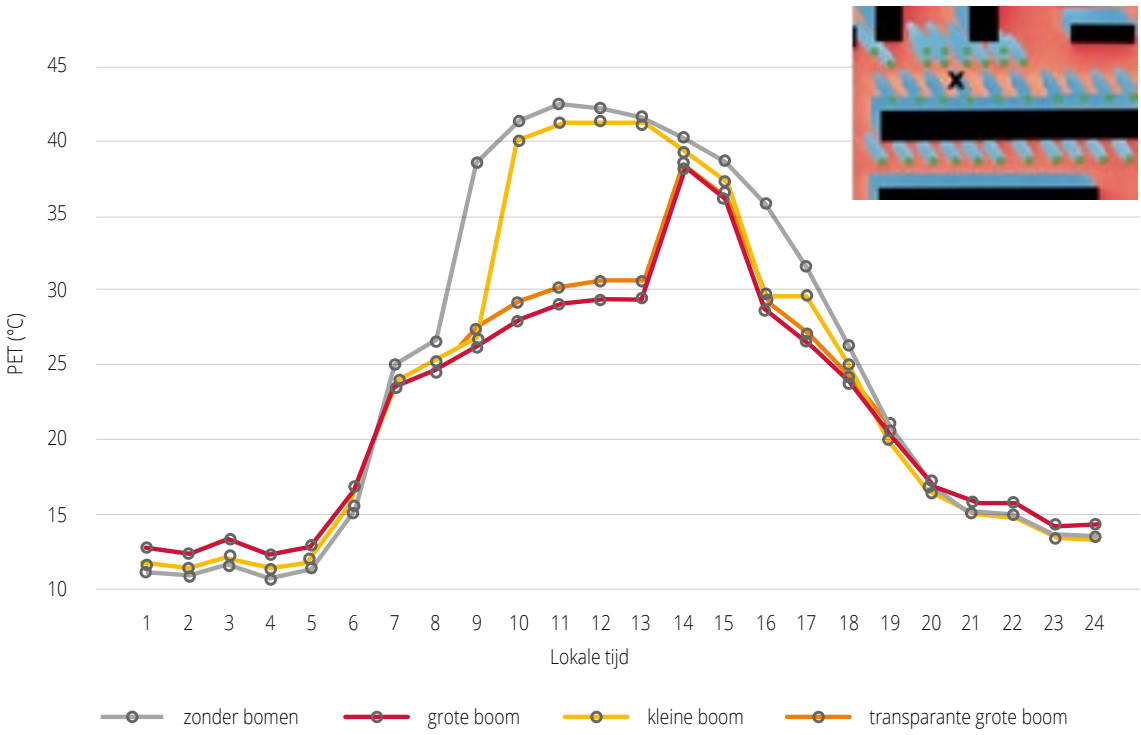
> Het verkoelende effect van kleine bomen is beperkt, omdat er maar een klein gebied wordt beschaduwd.
> De resultaten laten een verkoelend effect van 11,5°C zien.



Figuur 3.11 Het verkoelende effect van kleine bomen in een van oost naar west georiënteerde straat op de gevoelstemperatuur (PET, °C).

Figuur 3.12 toont over de dag de effecten van de boomgrootte en van de doorlatendheid van de boomkroon op de gevoelstemperatuur op één plek. Zolang er schaduw is, geven de simulaties zeer kleine verschillen in gevoelstemperatuur (tot 1°C PET) voor de bomen met verschillende doorlatendheden. Figuur 3.12 laat ook zien dat de PET-waarden in de schaduw circa 10°C lager zijn dan in de zon en dat de kleine boom (gele lijn) minder lang schaduw geeft dan de grote boom (rode en oranje lijn).

NB Een in Arizona uitgevoerde meetstudie laat grotere verschillen tussen verschillende bomen zien (10°C Tmrt, omgerekend zo'n 4,5°C PET, Schneider et al., 2019). Dit kan te verklaren zijn doordat Arizona een ander klimaat heeft dan Nederland, maar dit zou moeten worden geverifieerd.



Figuur 3.12 Dagelijks verloop van de gevoelstemperatuur op één plek (locatie x). De lijnen stellen verschillende boomhoogtes en kroondoorlatendheden voor.

Omdat de schaduwval gedurende de dag verandert, is het belangrijk om de positie van de bomen in een straat of buurt te optimaliseren, zodanig dat tijdens de heetste momenten van een dag banken, speeltuinen en andere vaak bezochte plaatsen zich in de schaduw bevinden. Zo is er in figuur 3.12 bijvoorbeeld in geen enkele situatie (met kleine noch grote bomen) schaduw tussen 14:00 en 15:00. Aan de andere kant zijn in de koelere perioden bankjes in de zon juist erg aantrekkelijk.

Het goede nieuws is dat het verkoelende effect van bomen ook zichtbaar is op de momenten dat er geen schaduw is. Deze verkoeling vlak bij de boom loopt toch nog op tot 2 °C PET overdag voornamelijk als gevolg van de lagere oppervlaktetemperatuur en het feit dat oppervlakken die eerder wel in de schaduw lagen minder warmte uitstralen. Zie bijvoorbeeld in Figuur 3.12 het verschil tussen de grijze en de gele lijn midden op de dag.

3.5 Maatregelenoverzicht

In deze paragraaf presenteren we een overzicht van inrichtingsmaatregelen die hitte in de stad tegengaan en voor een verlaging van de lucht- of gevoelstemperatuur kunnen zorgen. Tabel 3.2 presenteert ze in drie groepen:

- groen – maatregelen gebaseerd op het toevoegen van vegetatie
- blauw – maatregelen waarin water de basis vormt
- grijs – niet-natuurgerelateerde maatregelen, zoals technische constructies

We geven ook aan of de maatregel juist overdag of 's nachts effectief is en op welke schaal het effect merkbaar is. Een fontein heeft bijvoorbeeld een zeer lokaal effect op straatniveau en draagt niet bij aan verkoeling op stadsschaal. Aan de andere kant is het effect van een groen dak niet merkbaar op straatniveau, maar als het overal in de stad wordt toegepast, kan er een verkoeling tot circa 2°C van de luchttemperatuur worden bereikt (zie tabel 3.2)

Tabel 3.2 geeft per maatregel het soort en de omvang van het verkoelende effect aan. Het effect wordt meestal gegeven in de vorm van een bandbreedte, omdat de exacte temperatuurverandering afhankelijk is van vele factoren, waaronder het lokale microklimaat en specifieke eigenschappen van de maatregel. Als de maatregel geen effect heeft op de luchttemperatuur of de gevoelstemperatuur, of als het effect te verwaarlozen is, dan noteren we geen waarde (--). Als we een effect verwachten, maar er is geen onderzoek gevonden, bevat de cel vraagtekens (??). Dit is voornamelijk het geval bij gevoelstemperatuur, omdat onderzoek op dit gebied veel minder vaak voorkomt dan onderzoek naar de effecten op de luchttemperatuur. Ten slotte geven we voor elke maatregel het overheersende verkoelingsprincipe aan en literatuurverwijzingen.

Sommige maatregelen hebben een sterk effect op de oppervlaktetemperatuur, bijvoorbeeld albedoverlaging, groene gevels of een waterdak. Koelere oppervlakken stralen dan minder energie terug en helpen de gevoelstemperatuur te verlagen. Wat mogelijk nog belangrijker is, is dat koele daken en gevels helpen tegen hoge binnentemperaturen. Effecten op de binnentemperatuur vallen in principe buiten het bestek van dit onderzoek, maar inrichtingsmaatregelen die ook voor een koeler binnenklimaat zorgen, zijn natuurlijk ook onderdeel van een hittebestendige stad. Alle temperatuurwaarden in de tabel presenteren dus het effect op de buitenomgeving.

Tabel 3.2. *Overzicht van verkoelende groene, blauwe of grijze inrichtingsmaatregelen die door hun verkoelingsprincipe effectief zijn op het schaalniveau van de stad of lokaal en de lucht- of gevoelstemperatuur vooral overdag of 's nachts verlagen. De opgenomen temperatuureffecten komen uit verschillende wetenschappelijke studies en presenteren waarden die op verschillende momenten op de dag, hoogtes, en afstanden tot de maatregel kunnen zijn gemeten of gemodelleerd (-- betekent een te verwaarlozen effect, ?? betekent geen waarde gevonden in de literatuur).*

Soort	Maatregel	Verkoelings-principe	Maatregel vooral voor		Typisch schaal-niveau waarop maatregel effectief is		Verkoelende effecten gevonden in literatuur			Extra informatie
							Luchttemperatuur [°C]		Gevoels-temperatuur [°C PET]	
			Dag	Nacht	Stad	Lokaal	Stad	Lokaal	Lokaal	
Groen	**Bomen/ leibomen**	verdamping, beschaduwing	X		X	X	0,2 - 2,7	0,7 - 2,7	3,4 - 19,0	Effect afhankelijk van boomtype en -grootte en het lokale klimaat. Referenties zie voetnoot[13]
	Gras/Struiken	verdamping, reflectie	X	X	X	X	0,1 - 1,1	0,9 - 1,2	0,4 - 4,9	Effect van een gezond goed verdampend grasveld. Gras heeft ook effect op oppervlakte-temperatuur (tot 20°C kouder dan beton). Referenties zie voetnoot[14]
	Grasbeton-tegels	verdamping	X	X		X	--	--	--	
	Groene gevels	verdamping	X	X		X	0 - 1,9	0,2 - 1,5	??	Hoe smaller de straat, hoe groter het effect op de luchttemperatuur. Groter effect voor gevels met meer zonnestraling. Referenties zie voetnoot[15]
	Groene daken (extensief)	verdamping		X	X		0 - 1,8	0 - 0,8	--	Een met sedum bedekt groen dak geeft weinig verkoeling 's nachts (vergeleken met een wit dak). Effect op stadsniveau is als 100% van alle daken in de stad groen zijn. Referenties zie voetnoot[16]
	Groene daken (intensief)	verdamping	X	X	X		0 - 1,7	1,0 - 1,6	--	Effect op stadsniveau is als 100% van alle daken in de stad groen zijn. Referenties zie voetnoot[17]
	Park/groene wiggen/vingers in de stad	verdamping, beschaduwing	X	X	X		??	1,1 - 2,0	1,9 - 4,2	Effect afhankelijk van vegetatietype (boom versus gras), boomgrootte , grootte van het park en het lokale klimaat. Effect op PET gemeten in schaduw is groter dan hier genoemd. Referenties zie voetnoot[18]

13 Nouri & Matzarakis (2019); Klok et al. (2019); Lee et al. (2016); Amani-Beni et al. (2018); Wong & Jusuf (2010), Skelhorn et al. (2014); Spangenberg et al. (2008); Abreu-Harbich et al. (2015).
14 Takebayashi & Moriyama (2009); Lee et al. (2016); Amani-Beni et al. (2018); Yang et al. (2018); Klemm et al. (2015); Xi et al. (2012); Chatzidimitriou & Yannas (2016); Cheng & Ng (2013); Lobaccaro & Acero (2015).
15 Hoelscher et al. (2016); Djedjig et al. (2015); Djedjig et al. (2017); Wong et al. (2010); Herath et al. (2018).
16 Solcerova et al. (2017); Santamouris (2014); Sun et al. (2016); Peng & Jim (2013); Ouldboukhitine et al. (2014); Alcazar et al. (2016); Berardi (2016); Herath et al. (2018).
17 Santamouris (2014); Peng & Jim (2013); Speak et al. (2013); Lee & Jim (2019); Jin et al. (2018).
18 Amani-Beni et al. (2018); Klok et al. (2019); Jansson et al. (2006); Klemm et al. (2015); Spangenberg et al. (2008).

Soort	Maatregel	Verkoelings-principe	Maatregel vooral voor		Typisch schaal-niveau waarop maatregel effectief is		Verkoelende effecten gevonden in literatuur			Extra informatie
							Luchttemperatuur [°C]		Gevoels-temperatuur [°C PET]	
			Dag	Nacht	Stad	Lokaal	Stad	Lokaal	Lokaal	
Blauw	**Vijvers**	verdamping	X			X	0,5 - 1,3	0,5 - 0,7	0,6 - 3,6	Effect afhankelijk van het temperatuurverschil tussen water en lucht en de grootte van het waterlichaam. Referenties zie voetnoot[19]
	Meer	verdamping	X		X		1,0 - 2,0	0,5 - 1,6	??	Effect afhankelijk van het temperatuurverschil tussen water en lucht en de grootte van het waterlichaam. Referenties zie voetnoot[20]
	Singels/ grachten/ sloten	verdamping	X			X	??	0,1 - 0,8	0,2 - 2,0	Effect afhankelijk van het temperatuurverschil tussen water en lucht en de grootte van het waterlichaam. Referenties zie voetnoot[21]
	Rivier	verdamping, ventilatie	X		X		??	0,5 - 4,0	1,0 - 4,0	Effect afhankelijk van het temperatuurverschil tussen water en lucht en de grootte van het waterlichaam. Referenties zie voetnoot[22]
	Fonteinen	verdamping	X			X	--	1,0 - 4,7	1,0 - 5,0	Referenties zie voetnoot[23]
	Vernevelings-installaties	verdamping	X			X	--	0,7 - 3,0	??	Data zijn van Japanse studies. Referenties zie voetnoot[24]
	Besprenkeling straten	verdamping	X			X	--	0,8 - 3,0	??	Referenties zie voetnoot[25]
	Polderdaken	verdamping	X		X		??	--	--	Effect vergelijkbaar met dat van een intensief groendak. Referenties zie voetnoot[26]

19 Klok et al. (2019); Jacobs et al. (2020); Syafii et al. (2017); Taleghani & Berardi (2018); Taleghani et al. (2014); Fung & Jim (2020).
20 Theeuwes et al. (2013); Saaroni & Ziv (2003); Huang et al. (2008).
21 Klok et al. (2019); Jacobs et al. (2020).
22 Klok et al. (2019); Völker et al. (2013); Hathway & Sharples, (2012).
23 Jacobs et al. (2020); Nishimura et al. (1998); Xue et al. (2015); Gómez et al. (2013).
24 Ishii et al. (2009); Farnham et al. (2011); Yamada et al. (2006); Yamada et al. (2008)
25 Solcerova et al. (2018); Hendel et al. (2016).
26 Andenæs et al. (2018).

Soort	Maatregel	Verkoelings-principe	Maatregel vooral voor		Typisch schaal-niveau waarop maatregel effectief is		Verkoelende effecten gevonden in literatuur			Extra informatie
							Luchttemperatuur [°C]		Gevoels-temperatuur [°C PET]	
			Dag	Nacht	Stad	Lokaal	Stad	Lokaal	Lokaal	
Grijs	**Parasols/ doeken/per-gola's/arcades/ loggia's/luifels/ schuttingen**	beschaduwing	X			X	--	0 - 1,0	2,0 - 17,0	Genoemde effecten betreffen alleen schaduw door gebouwen. Referenties zie voetnoot[27]
	Zonneschoor-steen	ventilatie	X			X	--	??	??	
	Windcorridors	ventilatie	X		X	X	??	??	??	Windcorridors verhogen de windsnelheid tot 1,5 m/s. Effect op luchttemperatuur en PET is niet gekwantificeerd. Referenties zie voetnoot[28]
	Grote oppervlaktes	ventilatie	X	X	X		??	??	??	De openheid wordt weergegeven door de SVF (sky view factor). Een lage SVF leidt in de zomer tot een hogere temperatuur vanwege het blootgestelde oppervlak en het gebrek aan schaduw. Een 10% hogere SVF zorgt ook voor een toename van de windsnelheid met 8%. Totaaleffect van SVF op temperatuur of PET hangt ook af van albedo, aanwezigheid van vegetatie en hoogte-breedte verhouding straten. Referenties zie voetnoot[29]
	Hoogte-breedte verhouding straten	ventilatie, beschaduwing	X			X	--	??	??	Studies richten zich vaak op droge en hete klimaatzones, niet passend bij de Nederlandse context. Referenties zie voetnoot[30]
	Oriëntatie straten	ventilatie, beschaduwing	X			X	--	max 0,4	max 10,2	Referenties zie voetnoot[31]
	Lichte gevels	reflectie	X			X	--	0,1 - 0,7	??	Referenties zie voetnoot[32]
	Lichte bestrating	reflectie	X			X	--	max 1,9	??	Het wordt aanbevolen om reflecterende trottoirs alleen te gebruiken als als de hoogte-breedte verhouding van de straat niet groter is dan 1,0, anders wordt de straling gereflecteerd naar de gevels. Referenties zie voetnoot[33]
	Witte daken	reflectie	X		X		max 0,9	--	--	0,1-0,3 °C per 10% albedo verhoging Referenties zie voetnoot[34]

27 Nouri et al. (2018); Martinelli et al. (2015); Watanabe et al. (2014); Paolini et al. (2014).
28 Loibl et al. (2010).
29 Yang et al. (2013).
30 Bijvoorbeeld Shashua-Bar et al. (2004); Johansson (2006); Ali-Toudert & Mayer (2006), Andreou (2013).
31 Taleghani et al. (2015).
32 Nazarian et al. (2019); Zhang et al. (2018), Shashua-Bar et al. (2012).
33 Santamouris et al. (2012); Taleghani et al. (2014); Taleghani & Berardi (2018).
34 Santamouris (2014).

Uit tabel 3.2 kunnen we opmaken dat het verkoelende effect van bomen sterk kan variëren, maar ook dat van alle mogelijke maatregelen bomen het sterkst kunnen verkoelen.

Kleine stedelijke watervormen, zoals grachten en vijvers, zijn over het algemeen geen effectieve verkoelende maatregelen. Ze verlagen de lucht- of de gevoelstemperatuur maar in geringe mate (Jacobs et al., 2020).

Er zijn echter ook watervormen die wel voor verkoeling kunnen zorgen. Dat zijn maatregelen waarbij water in contact komt met de huid, zoals schone grachten om in te zwemmen en fonteinen of bedriegertjes om in te spelen. Ook kunnen op lokale schaal en voor kortere periodes vernevelingsinstallaties de luchttemperatuur merkbaar verlagen. Daarnaast biedt de omgeving rond stedelijke waterelementen vaak de gelegenheid om een verkoelende groene, schaduwrijke omgeving met bomen te creëren of de natuurlijke ventilatie te vergroten.

3.6 Conclusies

Inrichtingsmaatregelen voor een hittebestendige stad zijn onder te verdelen in 1) maatregelen die stadsbreed zorgen voor een verlaging in de luchttemperatuur en 2) maatregelen die lokaal de gevoelstemperatuur verlagen, waarmee op straat- of buurtschaal koele plekken kunnen worden gecreëerd. Bijna alle maatregelen zijn gebaseerd op vier verkoelende principes: verdamping, beschaduwing, reflectie en ventilatie, die ieder op een eigen manier zijn gekoppeld aan de stedelijke energiebalans en de energiebalans van het lichaam, die de uiteindelijke lucht- en gevoelstemperatuur bepalen.

Toename van verdamping door het aanleggen van zoveel mogelijk groene en blauwe oppervlakken is op stadsschaal de effectiefste manier om de luchttemperatuur naar beneden te krijgen. Hoe meer vegetatie en water er is, hoe meer energie er van het invallende zonlicht wordt gebruikt voor verdamping en hoe minder energie er overblijft om de stad en de lucht op te warmen. Op basis van metingen in Nederland (Steeneveld et al., 2011; Heusinkveld et al., 2014; Van Hove et al., 2015) kunnen we voor Nederlandse steden stellen dat een toename van de fractie groen op wijk- of stadsschaal met 10 procentpunten zal leiden tot een verkoeling van ongeveer 0,5°C. Ook reflectie van zonnestraling terug de atmosfeer in door het gebruik van witte daken, andere reflecterende stedelijke materialen zorgen ervoor dat er minder energie beschikbaar is om de lucht op te warmen, waardoor de luchttemperatuur stadsbreed omlaag gaat. Een verlaging van de luchttemperatuur met 1°C (door 20 procentpunt meer groen) is overigens niet veel als het meer dan 30°C is. Om hitteproblemen overdag te beperken dient men de gevoelstemperatuur te beperken.

Van alle verkoelende principes hebben schaduw en wind het sterkste effect op de gevoelstemperatuur en kunnen er met schaduw en ruimte voor wind lokaal koele plekken worden gecreëerd. Schaduw zorgt ervoor dat ons lichaam minder wordt opgewarmd en wind bevordert de warmteuitwisseling tussen lichaam en omgeving, waardoor de gevoelstemperatuur lager blijft.

Onze modelresultaten laten een verkoelend effect van bomen op de gevoelstemperatuur zien tussen 9,5 en 13°C PET. De sterkste verkoeling vinden we bij de schaduw van een boom die ook nog de gevel beschaduwt.



Het verkoelende effect van kleine bomen is ongeveer gelijk aan dat van grote bomen, maar ze bieden wel geringere schaduwoppervlakken. Daardoor zal de plek nabij de boom, met of zonder bankje, maar voor kortere tijd in de schaduw liggen.

Bomen met een minder dichte kroon blijken een verkoelend effect te hebben dat tot 1°C PET lager ligt dan dat van bomen met een volle kroon. Zo'n klein verschil komt niet overeen met eerdere studies die een veel groter belang van kroondichtheid laten zien, zo'n 4,5°C PET. Dit zou nader kunnen worden onderzocht.

We hebben in dit hoofdstuk ook een overzicht gegeven van de effectiviteit van verschillende inrichtingsmaatregen. Zowel onze modelresultaten als de literatuur wijzen bomen aan als de effectiefste maatregel voor een hittebestendige inrichting. Toch sluiten we andere adaptatiemaatregelen niet uit. Gras vermindert bijvoorbeeld de oppervlaktetemperatuur en koelt ook de luchttemperatuur op stadsschaal. Aan de andere kant droogt gras snel uit en kan het zelfs zorgen voor een lichte verhoging van de luchttemperatuur. Tabel 3.2 geeft een overzicht van het effect van andere maatregelen tegen hittestress.



Meer informatie over de meest gebruikte maatregelen is terug te vinden in de Ef-Fact checker[35]. Hierin beantwoorden we vragen over het effect van inrichtingsmaatregelen op zowel de lucht- als gevoelstemperatuur. Daarnaast gaan we in op praktische vragen zoals 'Wat zijn de beste bomen als we hittestress willen tegengaan?' of 'Is het verkoelende effect van een groendak merkbaar op straatniveau?'.

In het volgende hoofdstuk nemen we onze bevindingen over hittemaatregelen en verkoelingsprincipes mee in een voorstel voor ontwerprichtlijnen die bijdragen aan een stadsbrede verlaging van de luchttemperatuur of aan de realisatie van voldoende koele plekken.

35 www.hva.nl/klimaatbestendigestad.



Hitterichtlijnen



4

4. Hitterichtlijnen

Voor een hittebestendige inrichting van de buitenruimte zijn ontwerprichtlijnen nodig die helpen bij het kiezen en toetsen van de inrichting. De vraag die centraal staat is: w*elke ontwerprichtlijnen werken in de praktijk?*

Dit hoofdstuk maakt op basis van uitkomsten uit hoofdstuk 2 en 3 keuzes ten aanzien van richtlijnen. Deze leiden tot het antwoord op de centrale hoofdvraag van het onderzoek: *wanneer is een (ontwerp van een) stad, wijk of straat voldoende hittebestendig?*

Richtlijnen moeten zo worden gekozen dat gemeenten ermee kunnen bepalen wat zij hittebestendig vinden en waaraan ze ontwerpen kunnen toetsen. Bovendien dienen de richtlijnen haalbaar te zijn. De afgelopen twee jaar hebben we richtlijnen verkend en besproken met de twaalf gemeentelijke consortiumpartners en bij zeven van hen getoetst. Hieruit kwamen drie ontwerprichtlijnen naar voren.

In onderstaande paragrafen beschrijven we allereerst de werkwijze en keuzes van gemeenten op het gebied van hittebestendigheid. Dan volgt een verdieping in een van de richtlijnen (afstand tot koelte), omdat er behoefte bestond aan inzicht in effectiviteit en bruikbaarheid van deze richtlijn. De laatste paragraaf presenteert de drie ontwerprichtlijnen.

4.1 Richtlijnen hitte, tussen visie en temperatuurwaarde

Uit verschillende werksessies[36] die we afgelopen jaren bij gemeenten hebben gehouden, komt naar voren dat een ruime meerderheid behoefte heeft aan concrete richtlijnen. Als je bedacht hebt dat je in je inrichting rekening wilt houden met hitte, heb je namelijk een manier nodig om ervoor te zorgen dat het ook zo in de (her)inrichting terechtkomt.

In de aanloop naar de eis dat in de toekomst iedere gemeente hittebestendig ingericht moet zijn, zijn een aantal gemeenten al voorzichtig begonnen met het formuleren van een hittebestendig beleid. De doelstelling van een hittebestendige inrichting wordt door gemeenten op verschillende wijzen benaderd en is in wezen in drie varianten op te splitsen: 1) een doelstelling voor hitte in de vorm van een visie, 2) een cijfermatige aanpak in de vorm van een temperatuurwaarde of 3) met een richtlijn. Tabel 4.1 toont voor elke wijze van benaderen een aantal doelstellingen. We hebben hier telkens de implicaties voor meetbaarheid, toetsbaarheid, handhaving en ontwerp aangegeven. Een overzicht van het hittebeleid van gemeenten en provincies staat in bijlage 7, tabel b.3. De manier waarop gemeenten en provincies hitte in beleid opnemen verschilt en kan in de loop van de tijd veranderen.

36 Werksessies bij gemeenten:
Amsterdam op 25-09-2018 en 27-06-2019, RIVUS op 30-10-2018 en 26-03-2019, Beverwijk-Heemskerk op 16-05-2019, Eindhoven op 08-07-2019 en Haarlem op 13-09-2018.

Tabel 4.1 Wijze van benadering hittebeleid door gemeenten en provincies in doelstellingen en de implicaties daarvan voor meetbaarheid, toetsing, handhaving en ontwerp.

	Doelstelling	Meetbaar met	Toets	Uitvoering handhaving	Implicaties voor ontwerp
1. Visie	Meer groen	Groenindex	Geen	Eenvoudig	Veel vrijheid
	Leefbaarheid verbeteren tijdens hitte	Interviews	Geen	Interviews kosten veel tijd	Veel vrijheid
2. Temperatuur-waarde	Stedelijk hitte-eilandeffect met 2°C omlaag brengen	Meerjarig monitor-ingsprogramma of met regionaal weermodel voor-spellen	Geen, de bijdrage van individuele ontwikkelingen zijn moeilijk te vertalen naar stadsschaal	Complex	Onduidelijk hoeveel een ontwerp zou moeten bijdragen aan de doelstelling
	Loop- en verblijfsgebieden niet warmer dan 41°C PET	GIS-analyse of ENVI-met modellering	Max 41°C PET op 1,5 m hoogte Let op: resulteert dit in een comfortabele openbare ruimte?	Complex: wat als de PET in de schaduw de 41°C overschrijdt?	Resulteert in 100% schaduw op loop- en verblijfsgebieden omdat deze PET op hete dagen alleen in de schaduw wordt gehaald
	Reeks warme nachten kleiner dan 7	Meerjarig monitor-ingsprogramma of GIS-analyse	Geen, de bijdrage van individuele ontwikkelingen zijn moeilijk te vertalen naar stadsschaal	Complex	Onduidelijk hoeveel een ontwerp zou moeten bijdragen aan de doelstelling
3. Richtlijn	Afstand tot koelte kleiner dan XX meter	GIS-analyse op basis van PET-kaart	Loopafstand tot en omvang van koele plek meten	Strategische locaties voor koele plekken kiezen	Vrijheid van inrichting koele plek, mits voldoende schaduw
	Verdampingsindex van groen > XX of % groen > XX	GIS-analyse op basis NDVI	Methode % groen vaststellen	Maakt kiezen van realistische doelstelling mogelijk	Manier en plaats van vergroening vrij
	50% oppervlakken verkoelend inrichten	GIS-analyse op basis van nader te bepalen verkoelend oppervlak	Methode % verkoelende oppervlakken vaststellen	Redelijk eenvoudig	Afhankelijk van de definitie van een verkoelend oppervlak
	% schaduw > XX	GIS-analyse op basis schaduwkaart	Methode % schaduw vaststellen	Alleen op logische plekken deze richtlijn toepassen	Kan met technische en natuurlijke middelen

De volgende paragrafen lichten de drie manieren van benaderen nader toe.

4.1.1 Visie als doelstelling

Wanneer hittebestendigheid een plek in een omgevingsvisie heeft, wordt dit vaak als onderdeel van een leefbare stad genoemd. Meer bomen en groen en daarmee minder verharding vervullen een sleutelrol op de weg naar een hittebestendige stad. Veel gemeenten zetten hitte ook in als extra argument voor het vergroenen van de stad.

De vragen die zich opdringen bij het gebruik van een visie als doelstelling zijn echter: *hoeveel groen? Welke soorten groen zijn belangrijk? En hoe is de verdeling van dat groen over de stad en de buurten?* Deze vragen worden vaak niet gespecificeerd. Wel worden sfeerbeelden gegeven van mogelijke vergroening van straten ter inspiratie. Plannen vanuit dergelijke visies kunnen worden vergeleken op hun bijdrage in mate van vergroening, maar er wordt geen ondergrens of streefwaarde duidelijk. De meeste gemeenten hebben juist een doorvertaling van de visie in concrete doelstellingen nodig om projecten en ontwerpen op hittebestendigheid te toetsen. Dat kan middels een temperatuurwaarde of richtlijn zoals in de volgende paragrafen is te lezen.

Ontwerpers hebben behoefte aan voldoende vrijheid, gemeenten aan duidelijke doelstellingen om te kunnen toetsen.

4.1.2 Temperatuurwaarde als doelstelling

De temperatuurwaarde als doelstelling kan bijvoorbeeld bestaan uit een maximale lucht- of gevoelstemperatuur op een bepaalde tijd van de dag, of in de vorm van een maximaal stedelijk hitte-eilandeffect[37]. Een andere mogelijkheid is om een maximale waarde binnen een vastgesteld tijdsinterval te stellen, zoals een reeks warme nachten. Een logische grenswaarde is een PET van 35 of 41°C, omdat daarboven mensen sterke respectievelijk extreme mate van hittestress ervaren (Matzarakis et al., 1999). Maar bij een doelstelling in temperatuurwaarde zul je moeten bepalen in welke situatie en hoe vaak een drempelwaarde of de tijdsduur dat men daaraan wordt blootgesteld mag worden overschreden. We hebben geen onderbouwingen voor dit soort keuzes kunnen vinden.

Bij het gebruik van een temperatuurwaarde als doelstelling komen er nog meer vragen op: *geldt de gestelde temperatuurwaarde voor de hele stad of voor bepaalde gebieden? Alleen op het maaiveld of ook op de daken? Hoe ga je om met zomerse dagen die relatief vaak voorkomen en weersextremen die zich slechts eens in de zoveel tijd voordoen (zoals de zomer van 2019 met luchttemperaturen boven de 40°C)?* En voor het beleidsveld een belangrijk punt: *Hoe kun je ieder ontwerp of iedere situatie beoordelen op een effect in graden?* Met welke methode of welk model moeten ontwerpen worden getoetst?

Voor bovenstaande vragen kan in principe een gestandaardiseerde methode worden gekozen, net zoals bij stresstesten wordt gedaan. Het opnemen van en voldoen aan een maximale temperatuurwaarde betekent echter nog niet dat mensen voldoende comfort of koelte hebben, het betekent alleen dat er geen extreem hete plekken zijn.

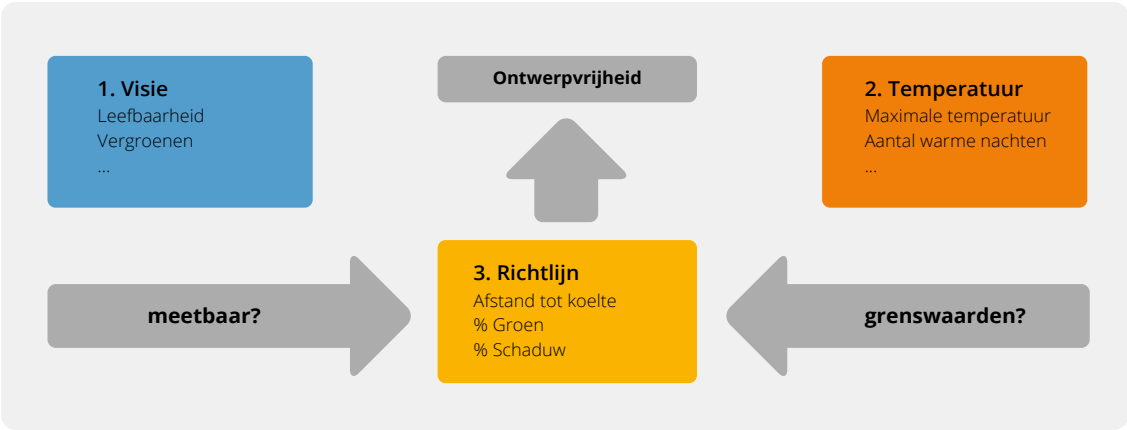
37 Het stedelijk hitte-eilandeffect is het verschil in de temperatuur in de stad en een meetpunt buiten de stad [zie voor uitleg paragraaf 2.1.3]

4.1.3 Richtlijnen als doelstelling

De beperkingen van een visie of van een temperatuurwaarde als doelstelling voor een hittebestendig ontwerp, roept de vraag op of het ook anders kan. Gemeenten in het onderzoekconsortium gaven aan behoefte te hebben aan richtlijnen die niet te vrijblijvend zijn of een waarde nastreven die niet te toetsen of handhaven is. Figuur 4.1 presenteert een schematische weergave van de doelstellingen voor hitte.

Het gaat om richtlijnen die:

- eenvoudig te meten en te toetsen zijn;
- een minimale grenswaarde aangeven;
- een streefwaarde aangeven;
- ruimte laten voor ontwerpers en ontwikkelaars.



Figuur 4.1 Van visie en temperatuurwaarden naar richtlijnen.

Naast deze uitgangspunten voor de richtlijnen is er ook behoefte aan ruimtelijke variatie binnen een richtlijn. Daarmee wordt bedoeld dat grenswaarden zouden kunnen verschillen per gemeente, per wijktype, per mate van verstedelijking of gebruik van het gebied.

In de sessies met gemeenten zijn verschillende mogelijke richtlijnen besproken. De drie richtlijnen die de meeste potentie lijken te hebben, zijn de volgende:

1. afstand tot koelte;
2. percentage schaduw op loopgebieden;
3. percentage groen per wijktype.

Paragraaf 4.3 geeft een beschrijving van deze drie richtlijnen.

Om klimaatadaptatiemaatregelen tot uitvoering te brengen zijn er duidelijke afspraken nodig met ontwerpers en bouwers. Richtlijnen kunnen daarbij helpen. Als opdrachtgever kies je een benadering die past bij de opgave en de gemeentelijke organisatie. Is dat een benadering van verleiding, waarmee meer innovatieve oplossingen tot stand kunnen komen, of een van dwang, waarmee prestatienormen worden behaald? Hitte is

een meekoppelthema maar kan met een duidelijke richtlijn worden geborgd in verschillende contractvormen. Voorbeelden uit de praktijk (Heijningen et al., 2019) geven aan dat in zowel bestek, design & contract als prestatiecontract een eenvoudige richtlijn de kans op realisatie vergroot. Wat je niet expliciet vraagt, wordt niet geleverd.

4.2 Koele plekken

Voordat de drie richtlijnen uit de vorige paragraaf verder kunnen worden ontwikkeld tot een richtlijn met grenswaarden, is er voor de richtlijn afstand tot koelte meer inzicht nodig in het gebruik van koele plekken. De centrale vragen zijn: *worden koele plekken in de stad gebruikt tijdens hete dagen?* en *hoe kunnen we koele plekken in de stad het best inrichten en definiëren?*

Op twee zomerdagen in 2019 is onderzoek gedaan op koele plekken in de wijk Middenmeer in Amsterdam. Er zijn temperatuurmetingen uitgevoerd, interviews gehouden en observaties gedaan, die samen inzicht geven in de vraag wat een koele plek voor mensen aantrekkelijk maakt op hete dagen. De metingen zijn gedaan op de twee warmste dagen van het jaar: 23 en 25 juli 2019. Met op 25 juli 2019 zelfs hitterecords van boven de 40°C op acht meetstations in Nederland. In Amsterdam (Schiphol) werd het ruim 32°C.

4.2.1 Aanpak

De selectie van de koele plekken is gemaakt op basis van een aantal criteria. De afstand-tot-koeltekaart gemaakt door Tauw met GIS is het eerste uitgangspunt, zie figuur 4.2. De kaart geeft de contouren van plekken met een gevoelstemperatuur (PET) onder 35°C. Een koele plek is geselecteerd als meetlocatie wanneer deze groter is dan 200m^2 en toegankelijk is (gemaaid grasveld, paden of bankjes). De grootte van minimaal 200 m^2 is gekozen omdat deze maat voor een significant koeleffect kan zorgen (Bacci et al., 2003) en minimaal nodig is om bijvoorbeeld een evenwichtig ecosysteem te vormen (Verploegh, 2016). Deze definitie is een werkdefinitie en behoeft nadere verkenning. Daarom hebben we naast drie koele locaties volgens deze definitie ook twee locaties gekozen die onze onderzoekers als koel zouden beoordelen op basis van de hoeveelheid schaduw, maar die niet als koele plek op de GIS-kaart staan. Dit zijn een fontein (meetpunt 1) en een groene binnentuin (meetpunt 3) van een open bouwblok. Figuur 4.2 toont de locaties van de meetpunten en de omvang van de koele plekken. Bijlage 8 toont foto's van de koele plekken.



Figuur 4.2 Kaart met koele plekken (Tauw) en de meetlocaties in Middenmeer, Amsterdam.

Op elke locatie zijn de volgende data verzameld:

- De meteodata benodigd om de gevoelstemperatuur in de zon en de schaduw te berekenen: luchttemperatuur, relatieve luchtvochtigheid, stralingstemperatuur (zwarte bol) en de windsnelheid[38];
- De ervaren temperatuur (via een enquête);
- De mening van de bezoekers over inrichting, frequentie van het gebruik en de afstand tot de woning (via een enquête);
- Het aantal mensen en waar zij verblijven: in de zon of de schaduw.

De gebruikte enquête- en observatieformulieren zijn op aanvraag beschikbaar.

Meetapparatuur

Er zijn drie Kestrels 5400 op statief als meetstation gebruikt: een als referentiestation en per locatie een in de zon en een in de schaduw. Het referentiestation stond in de zon op een terras aan de Linnaeusstraat 29 in Amsterdam, zie meetpunt 6 in figuur 4.2. Dit referentiepunt is geheel verhard met klinkers en heeft een hoge bakstenen gevel aan de meetkant en een gracht aan de andere kant. Deze locatie is daarmee bewust een voorbeeld van een warme locatie met weinig groen.

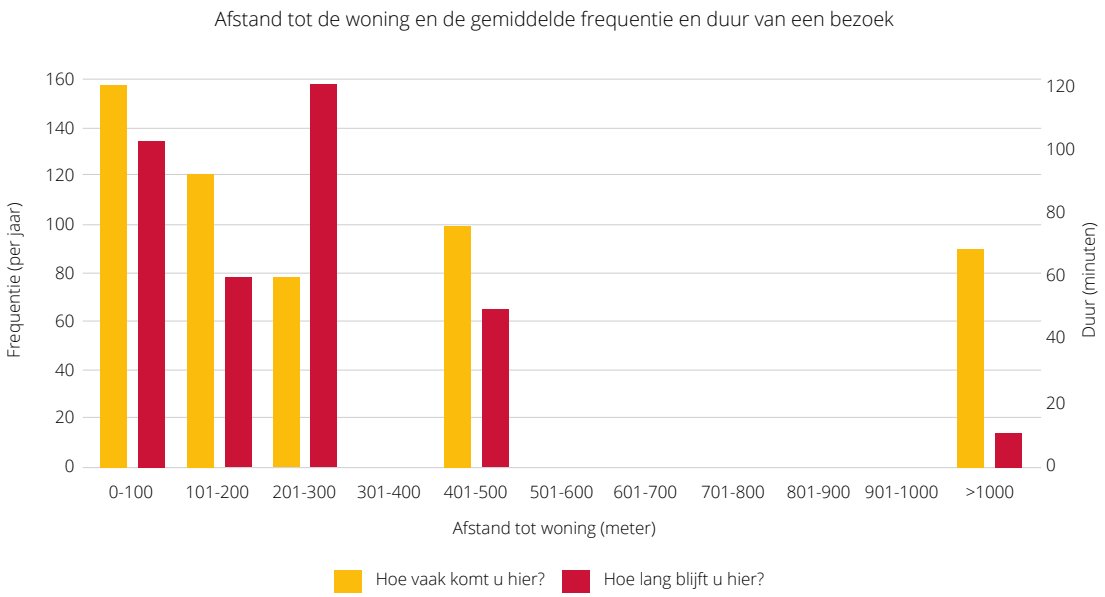
4.2.2 Observaties en enquêtes

Op de twee meetdagen zijn in totaal 21 enquêtes afgenomen. Voor alle deelnemers geldt dat zij meer dan 2 à 3 minuten op de locatie aanwezig waren alvorens de enquête werd afgenomen. Deze tijd is nodig voor een representatieve inschatting van de thermische beleving (Lau et al., 2019). Beide meetdagen vielen in de zomervakantie en de respondenten gaven aan dat er op de locaties normaal veel meer kinderen waren dan nu het geval was.

38 Op de eerste meetdag (23-07-2019) is de windsnelheid van de Kestrels niet juist geregistreerd. In plaats van de gemeten windsnelheid is de PET voor deze dag berekend met de uurgemiddelde windsnelheid op Schiphol.

Uit de observaties en enquêtes gepresenteerd in figuur 4.3 blijkt dat mensen een koele plek het vaakst bezoeken wanneer deze binnen 200 meter van de woning ligt. Bij een afstand boven de 500 meter van de woning neemt het aantal bezoekers en de verblijfsduur op een koele plek sterk af. De afstand tot de woning is niet hemelsbreed gerekend maar betreft de lengte van het tracé. In de enquête is gevraagd naar de reistijd en afstand van de woning tot de koele plek. In de schatting van de ondervraagden is de reistijd omgerekend naar de afstand tot de woning, omdat de inschatting van looptijd nauwkeuriger werd geschat dan de afstand.

Opvallend is dat bezoekers die meer dan een kilometer bij een locatie vandaan wonen weer vaker op de koele plek komen met maar een korte verblijfsduur. De verklaring hiervoor is dat koele plekken ook worden gebruikt door fietsers die er even uitrusten.



Figuur 4.3 De gemiddelde frequentie en duur van het bezoek ten opzichte van de afstand tot de woning op 23 en 25 juli 2019 tussen 13:00 en 17:00 uur.

De koele plek met de hoogste bezoekersaantallen is de Linnaeusparkweg, zoals te zien in figuur b.6 in bijlage 8. Op deze locatie zoekt met name de leeftijdsgroep onder de 16 jaar verkoeling bij de fontein, die goed te betreden is. De locatie is geheel verhard, met een aantal grote bomen en bankjes rondom de fontein. Ook is er aan de overkant van de straat een horecagelegenheid. De overige koele plekken hebben een gemengde samenstelling van bomen, struiken en gras. Het Galileïplantsoen heeft de grootste oppervlakte en wordt vaak aangedaan als onderdeel van een wandel- of fietsroute.

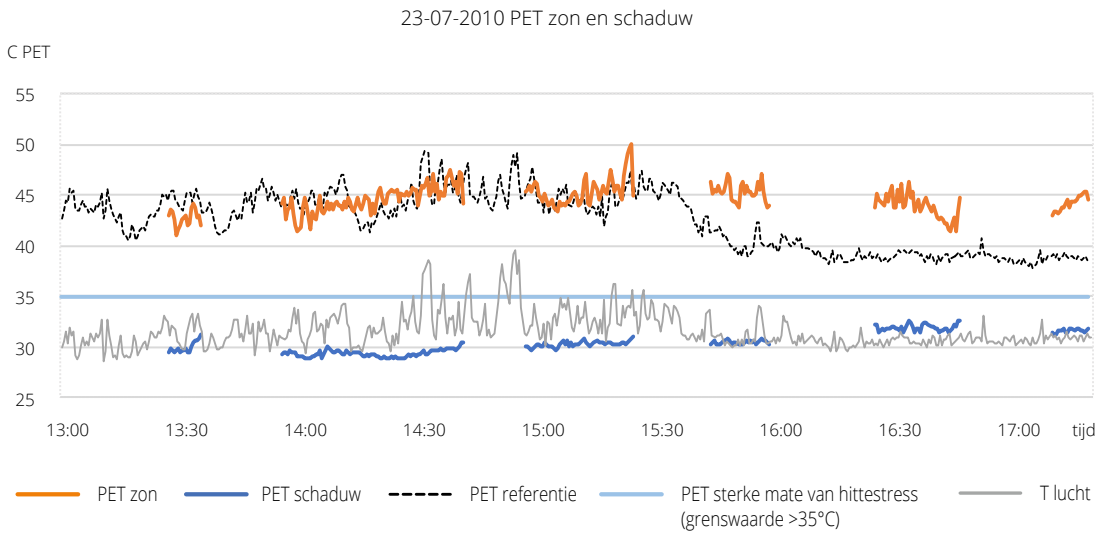
Een derde van de bezoekers van koele plekken geeft aan dat de groene inrichting en de sfeer de locatie aantrekkelijk maakt. Desondanks geeft iets minder dan een derde aan meer bankjes op de betreffende koele plek te wensen. Respondenten geven ook aan meer groen en schaduw te wensen.

Van alle respondenten geeft 81% aan koele plekken belangrijk te vinden om de hete dagen door te komen. Voor 52% van deze groep is het zelfs zeer belangrijk.

4.2.3 Metingen

De eerste meetdag op 23 juli 2019 geeft de potentie van koele plekken goed weer. Op alle locaties is het in de schaduw duidelijk koeler dan in de zon, zoals te zien is in figuur 4.4. De gevoelstemperatuur blijft in de schaduw onder de grens van 35°C PET (sterke hittestress), terwijl de locaties in de zon boven de grens van 41°C PET (extreme hittestress) komen. Tussen de zon en de schaduw is het verschil 9 tot 19°C in gevoelstemperatuur met een gemiddelde van 14°C. Het verschil tussen de metingen in de zon en de schaduw zijn het grootst tussen 14:00 en 16:00 uur, daarna neemt de zonnestraling wat af en wordt de gevoelstemperatuur in de schaduw hoger, terwijl die over de rest van de metingen vrij constant blijft. Een verklaring voor het stijgen van de temperatuur in de schaduw kan zijn dat de opwarming van de straten en gevels ertoe gaan bijdragen.

Figuur 4.4 toont ook dat de metingen in de zon ongeveer gelijk zijn aan die van het referentiepunt, totdat rond 15:45 uur de gevel naast het referentiepunt (niet het meetstation) in de schaduw komt. Het referentiestation staat op een plek met uitsluitend verharding, terwijl de twee mobiele meetstations op locaties met groen en water staan. Het lijkt alsof groen en water in de zon de PET niet verlagen. Deze conclusie kunnen we op dit kleine aantal metingen echter niet trekken en de metingen zijn ook niet opgezet om deze correlatie te bestuderen.

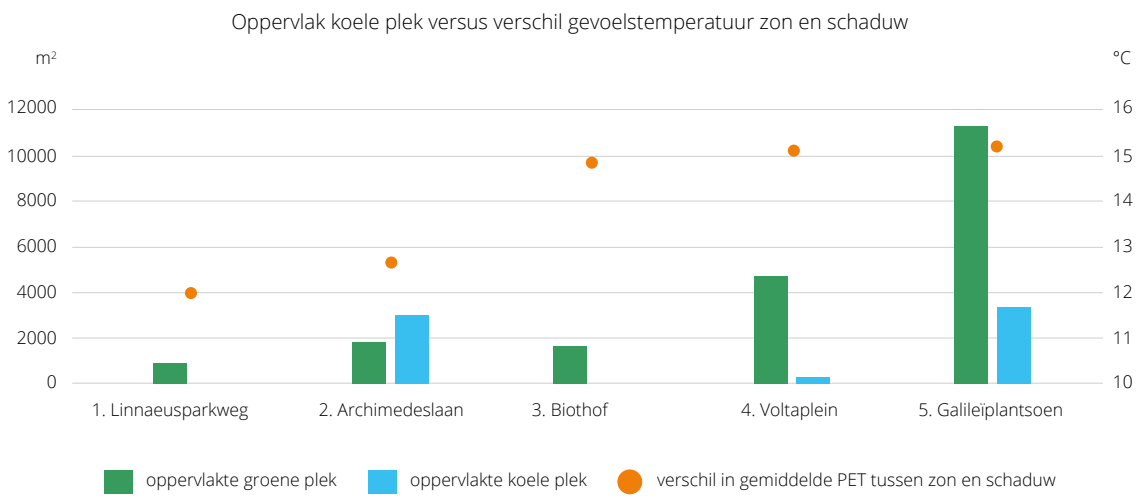


Figuur 4.4 Metingen op de koele plekken in Middenmeer in Amsterdam met drie mobiele meetstations in de zon, de schaduw en op een referentiepunt op 23-07-2019.

4.2.4 Verschillen tussen koele plekken

De koele plek met het grootste schaduw- en totaaloppervlak (zie tabel b.4 in bijlage 8) is het Galileïplantsoen. Zoals figuur 4.6 laat zien, is voor deze plek het verschil in PET tussen zon en schaduw het grootst: 15°C PET. Het onderlinge verschil tussen de locaties is overigens niet meer dan 3°C PET. Zelfs de kleinste koele plek in dit onderzoek van slechts 260 m^2 brengt de gevoelstemperatuur onder de 35°C. Dit geldt ook voor de locaties die volgens de analyse niet als koele plek naar voren komen (de fontein op Linnaeusparkweg en de binnentuin van Biothof). De minimale afmeting om een koele plek te creëren kunnen we hier niet mee vaststellen. Daarom blijven we bij de eerder in paragraaf 4.2.1 gestelde 200 m^2 als minimale maat vanwege de bruikbaarheid, de ecologische kwaliteit en de mogelijkheid om er een aantrekkelijke verblijfsplek van te maken.

NB over het algemeen is de groene plek aanzienlijk groter dan de koele plek. Groene stedelijke ruimtes worden meestal niet geheel beschaduwd, omdat er in minder warme periodes ook behoefte aan zon is. Er is daardoor meer groene ruimte nodig om tot een koele plek te komen dan de afmeting van de koele plek zelf. De locatie Linnaeus-parkweg met fontein en zes bomen is met in totaal 900 m^2 groen de kleinste groene plek waar we gemeten hebben.



Figuur 4.5 Het verschil in de gemeten gevoelstemperatuur in PET per locatie tussen zon en schaduw op 23-07-2019. De staafdiagrammen geven het oppervlak van de de groene plekken (groen) en het oppervlak van de koele plekken (blauw).

Bruikbare eisen voor een koele plek op basis van de metingen en enquêtes:

1. Een koele plek moet een aantrekkelijke verblijfsplaats zijn met zitgelegenheid in de schaduw en aantrekkelijk groen en er moet een gevoel van rust, gezelligheid en veiligheid van uitgaan.
2. Al het oppervlak dat onder de gevoelstemperatuur van 35°C PET blijft tijdens een gemiddelde warme zomerdag is potentieel onderdeel van een koele plek. Een afmeting van 200 m^2 is groot genoeg voor verkoeling, maar voor een aangename verblijfsplek is meestal een groter oppervlak nodig.
3. Zwemplekken en (te betreden) fonteinen op een koele plek zorgen voor extra verkoeling en worden zeer gewaardeerd.

4.3 Ons advies: drie ontwerprichtlijnen voor een hittebestendige stad

De doelstelling voor een hittebestendige openbare ruimte zal uiteindelijk door het bestuur van een gemeente moeten worden geformuleerd. Evenzo is de na te streven mate van veiligheid in het verkeer een politieke keuze. Met ons volgende voorstel denken we een pakket bruikbare en effectieve richtlijnen te bieden om het stedelijk gebied hittebestendig in te richten. De richtlijnen gepresenteerd in figuur 4.6 kunnen afzonderlijk worden toegepast, maar indien gecombineerd elkaar ook versterken.

Afstand tot koelte:

- Afstand van woning tot koele plek < 300 m
- Oppervlak > 200m² (ingericht als aantrekelijke verblijfsplek)



% schaduw op loopgebied

- > 40% op belangrijke looproutes
- > 30% per buurt



% groen per wijk

- Van voldoende tot onvoldoende



Figuur 4.6 Drie ontwerprichtlijnen voor de inrichting van een hittebestendige stad.

In de volgende paragrafen worden de richtlijnen nader toegelicht.

4.3.1 Afstand tot koelte[39]

De metingen en interviews die in de zomer van 2019 werden uitgevoerd, ondersteunen de gedachte dat koele plekken in de stad van groot belang zijn tijdens hitte. Deze houden de stad leefbaar, zodat mensen buiten kunnen verblijven in plaats van naar binnen te vluchten. Zoals in de vorige paragraaf staat beschreven, geven koele schaduwrijke plekken gemiddeld 14°C verkoeling van de gevoelstemperatuur op een hete dag. Een dergelijke koele plek heeft een andere functie dan de bomenrij in de straat. Koele plekken kunnen op strategische locaties veel mensen dienen. Waar veel mensen worden verwacht, moet daar in het ontwerp rekening mee worden gehouden.

De afstand die men in de hitte kan overbruggen is tijdgebonden. Voor ouderen – de meest kwetsbare groep – is de tijd van actieve beweging (looptijd) bepalend. Ouderen lopen met een gemiddelde snelheid van 3,5 km/u (Coffin & Morrall, 1995; Fitzpatrick et al., 2006). In 5 minuten legt een ouder persoon 292 meter af tegen 350 meter voor een gemiddeld persoon. De richtlijn van 300 meter loopafstand tot koelte is dus geschikt voor ouderen (Nuijten, 2008).

Ook blijkt dat de aanwezigheid van groen binnen 300 meter van de woning het gebruik ervan vergroot en de kans op obesitas verkleint (Toftager, 2011). In het buitenland wordt de richtlijn toegepast voor de inrichting van groen in de stad, bijvoorbeeld in Groot-Brittannië (Handley et al., 2003). Ons onderzoek naar koele plekken was niet omvangrijk genoeg voor harde conclusies. Maar figuur 4.3 van paragraaf 4.2.2 maakt aannemelijk dat het gebruik van de koele plekken toeneemt als de afstand tot een koele plek beperkt blijft tot 200 meter en dat het gebruik sterk terugloopt bij meer dan 500 meter. Bij een grotere stedelijke dichtheid is een kleinere afstand beter voor aantrekkelijke stadsnatuur, zoals een studie van Daams et al. (2017) uitwijst.

Een koele plek definiëren wij als een plek van minimaal 200 m^2 waar de gevoelstemperatuur koeler dan of gelijk aan 35°C PET is (daarboven spreekt men over sterke hittestress), en die als een aantrekkelijke verblijfsplaats is ingericht. Een koele plek ontstaat door schaduw van bomen, gebouwen of doeken. De metingen op koele plekken uit paragraaf 4.2 geven geen aanleiding om een andere omvang te kiezen.

Afstand-tot-koeltekaarten geven inzicht in de spreiding van koele plekken in de stad, zie figuur 4.7. De kaarten zijn gebaseerd op een gevoelstemperatuurkaart. In één oogopslag valt op een kaart te zien waar een tekort is aan koele plekken. Ook geeft een kaart inzicht in de hoeveelheid huizen die baat hebben bij één strategisch gekozen koele plek. Een combinatie van afstand-tot-koeltekaarten met een kaart waarop kwetsbare groepen worden aangeduid kan de urgentie van gebieden zichtbaar maken. De afstand-tot-koeltekaart kan dus helpen om strategische locaties te kiezen voor vergroening.

39 Deze paragraaf is voor een groot deel gebaseerd op het eerder verschenen artikel 'Een verfrissende blik op hitte' (Kleerekoper et al., 2019).



Figuur 4.7 Afstand-tot-koeltekaart (Tauw).

De koeltezones zijn in deze analyse nog niet op hun toegankelijkheid beoordeeld. Toegankelijkheid van het groen is natuurlijk essentieel om de beoogde effecten van een koele verblijfsplek te bereiken. Ten eerste dient het groen openbaar toegankelijk te zijn. Ten tweede dienen er geen obstakels te zijn zoals watergangen (zonder oversteekplaats) en spoor. Ten derde dient het groen ook toegankelijk te zijn door de aanwezigheid van een (wandel)pad, een zitgelegenheid in de schaduw of een activiteit. De kaarten die hierna volgen zijn gebaseerd op de loopafstand in plaats van de hemelsbrede afstand; er is dus rekening gehouden met barrières zoals watergangen.

De afstand-tot-koeltekaart kan worden ingezet als tool bij (her-)inrichtingen. Door in het beleid een maximale afstand tot koelte als ontwerprichtlijn vast te leggen kunnen ontwerpers aan de tekentafel zorgen dat groen en koelte voor iedereen dichtbij is.

Meerdere gemeenten hebben al een afstand-tot-koeltekaart laten maken, als aanvulling op lucht- en gevoelstemperatuurkaarten. De gemeente Nijmegen is een stap verder gegaan met de ontwikkeling van een looptijd-tot-koeltekaart. Hierop is de looptijd naar koele plekken te zien, berekend over een netwerk van wegen en paden (figuur 2.5 in paragraaf 2.4.1). Nijmegen definieert hierin de koele plek pas als zodanig wanneer het oppervlak van de koele plek groter is dan 5000 m^2, om het aannemelijk te maken dat er ook gerecreëerd kan worden.

Uit de kaart van Nijmegen blijkt dat als je uitgaat van een gemiddelde loopsnelheid (4 km/u) al veel wijken voldoen aan een looptijd van minder dan 5 minuten tot een koele plek, met uitzondering van delen van de historische binnenstad en volkswijken. De afstand-tot-koeltekaarten zijn makkelijk in te zetten voor meerdere doelen en doelgroepen. Een expert van de gemeente Nijmegen vertelt: '*Tot nu toe hebben we de looptijd-tot-*

koeltekaarten gebruikt voor interne bewustwording. Ook hebben we ze opgenomen in onze Stadsatlas. Later in het proces gaan we de kaarten inzetten in een risicodialoog over het lokale hitteplan.'

In Tilburg (figuur 4.7) vormt de afstand-tot-koeltekaart de basis voor een dialoog over de ambitie van Tilburg ten aanzien van hittestress, omdat de kaart voor mensen uit verschillende disciplines eenvoudig te begrijpen blijkt te zijn, makkelijker dan bijvoorbeeld een gevoelstemperatuurkaart. *'Bij een gevoelstemperatuur- of luchttemperatuurkaart vraag je je toch af hoe erg die rode gedeelten in de kaart nu daadwerkelijk zijn. Bij de afstand-tot-koeltekaart spreekt het onmiddellijk tot de verbeelding'*, aldus een professional van gemeente Tilburg.

Ook de gemeente Apeldoorn onderzoekt een passende definitie en grenswaarden voor de afstand-tot-koelterichtlijn. Een manier is om alle mogelijke koele plekken te bezoeken en te beoordelen. Daarvoor is Apeldoorn te groot. Voor Apeldoorn werd een eerste selectie van koele plekken in GIS gemaakt. Volgens een eerste analyse met gebruik van de meest recente landelijk gestandaardiseerde PET-kaart zijn er heel veel koele plekken in de stad en liggen vrijwel alle panden binnen 300 meter van een koele plek (zie de linker kaart in figuur 4.8). De definitie van koele plekken behoefde een aanpassing.

Daarom zijn in de tweede analyse koele plekken in smalle stroken groen en in een buffer langs grote wegen buiten beschouwing gelaten omdat die ongeschikt zijn als verblijfsplek. Ook koele plekken op privaat terrein zijn buiten beschouwing gelaten. Tot slot zijn alleen plekken met gemeentelijke zitbank meegenomen. Als gevolg daarvan lichten er op de middelste kaart van figuur 4.8 verspreid over de stad veel gebieden op waar de afstand tot koele verblijfsplekken met voldoende verblijfskwaliteit (bankjes) te groot is.



Alle koele plekken *Koele plekken met bankjes* *Koele plekken met minimaal 1000 m² groen*

Figuur 4.8 Afstand-tot-koeltekaarten voor de gemeente Apeldoorn met alle koele plekken (links), alleen de koele plekken met bankjes (midden) en koele plekken met minimaal 1000 m² groen (rechts) (Tauw).

Voor een derde analyse van de verblijfskwaliteit is de eis toegevoegd dat een koele plek in of aan een groene plek van minimaal 1000 m² moet liggen. In Apeldoorn komen met name gebieden rond het centrum als onvoldoende naar voren wanneer het groen nabij de koele plek minimaal 1000 m² dient te beslaan (zie rechter kaart in figuur 4.8). De gemeente Apeldoorn koos uiteindelijk voor deze derde variant.

4.3.2 Schaduw op loopgebieden

Historische binnenstad



Figuur 4.9 Doeken over de weg hebben geen ruimtebeslag op het maaiveld.

Volkswijk



Figuur 4.10 Pergola geeft schaduw op loopgebied zonder ruimtebeslag op parkeerplekken.

Belangrijke routes door de stad moeten ook tijdens hitte aangenaam zijn. Dit zijn bijvoorbeeld looproutes van, naar en op het station, het marktplein en de belangrijke winkelstraten. Daarop richt zich de tweede richtlijn voor schaduw op loopgebieden.

Voor deze richtlijn geldt niet 'hoe meer hoe beter'. Door variatie in persoonlijke voorkeuren en de variabele weersomstandigheden in Nederland is zonnestraling in de zomer ook vaak gewenst (Klemm et al., 2015). Het is belangrijk variatie op verblijfsplekken te creëren en niet te streven naar zoveel mogelijk schaduw. Met een doelpercentage schaduw op voetpaden kan worden getoetst of de route voldoende schaduw bevat. Maar hoe kies je die doelwaarde?

We hebben getracht een logische keuze te maken door ten eerste te bekijken wat de huidige percentages zijn en ons vervolgens te baseren op het gemiddelde en de spreiding van deze percentages. Hiervoor hebben we eerst gekeken naar het percentage schaduw op belangrijke voetgangersgebieden in specifieke straten. Daarna hebben we ook de percentages per buurt onderzocht, zowel gemiddeld als per wijktype. De analyses hebben we uitgevoerd voor het moment dat de zon ongeveer het hoogst staat (14:00 op 21 juni).

Schaduw op belangrijke looproutes

Om een voorbeeld te geven van de uitwerking van een schaduwpercentage in het straatbeeld toont figuur 4.11 drie historische binnensteden met noord-zuidoriëntatie. Met vrijwel geen bomen in de straat kom je hier al snel boven de 20% en in een straat met grote volwassen bomen die vrijwel de hele breedte van de straat beslaan rond de 65%. Het middelste voorbeeld geeft naar ons idee voldoende schaduw (expertinschatting). **Voor een belangrijke looproute is minimaal 40% schaduw op loopgebieden daarom een bruikbaar streven.**



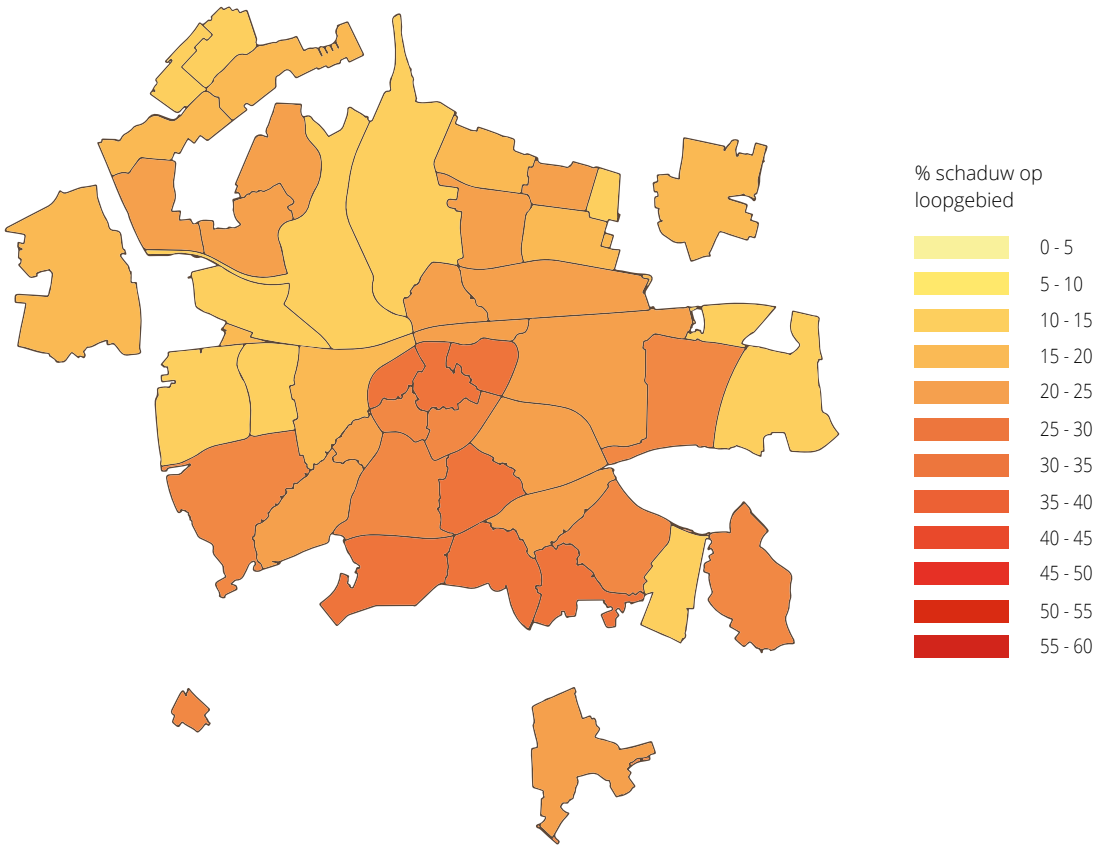
Figuur 4.11 Percentage schaduw op loopgebieden op 21 juni om 14:00 uur, met per straat het resultaat van de schaduwanalyse (links) – wit is loopgebied, zwart is schaduw, oranje is overig – en een foto op ooghoogte (midden) en vanuit de lucht (rechts).

Schaduw per buurt

De percentages schaduw hebben we vervolgens ook bepaald per buurt. In de praktijk komt het percentage schaduw op loopgebieden op buurtniveau lager uit dan dat op straatniveau.

Voor drie steden (Amsterdam, Haarlem en Breda) hebben we de schaduw op trottoirs bepaald. Uit een analyse van schaduw per buurt blijkt dat het percentage schaduw op loopgebieden om 14:00 op 21 juni tussen 5 en 45% ligt. Zie bijvoorbeeld figuur 4.12. De buurten met veel schaduw zijn ofwel de dichtstbebouwde delen van de stad met smalle straatjes en historische en hoge bebouwing, ofwel de groenste buurten van de stad met relatief veel schaduw door bomen. Op basis van het in de praktijk voorkomende percentage schaduw stellen wij voor: **Een streefwaarde voor het percentage schaduw op loopgebieden op buurtniveau is 30%.** Minder dan 25% schaduw rond het middaguur is onvoldoende.

Opvallend in figuur 4.12 is de grotere hoeveelheid schaduw in de binnenstad. Deze plekken lichten op de temperatuurkaarten op als hete plekken en dus als mogelijke probleemgebieden. Echter, de dichtbebouwde centrumgebieden zijn met de ruime mogelijkheid om in de schaduw te lopen minder problematisch dan de temperatuurkaart aangeeft. Het neemt niet weg dat de plekken in de zon in de binnenstad warmer zijn dan in andere stadsdelen het geval is.



Figuur 4.12 Percentage schaduw op loopgebieden op 21 juni om 14:00 uur per buurt binnen de bebouwde kom van Breda.

De percentages schaduw hebben we ook bepaald per wijktype. De gemiddelde waarde per wijktype liggen tussen 19 en 37% schaduw op loopgebied. Daarbij is de standaardafwijking van het gemiddelde per wijktype relatief groot en dus de voorspellende waarde klein. Zie tabel b.5 in Bijlage 8. We hebben er daarom voor gekozen geen percentage schaduw per wijktype als doelstelling voor te stellen. Een streefwaarde voor alle (typen) wijken ineens maakt de richtlijn niet onnodig complex maar geeft wel sturing.

Schaduw kan op verschillende manieren tot stand komen. In woonstraten zijn met name bomen en pergola's een geschikt middel om schaduw te creëren, zie figuur 4.10. Dit zijn robuuste elementen die vele andere voordelen met zich meebrengen voor de buurt. Met loofbomen of bladverliezende klimplanten krijg je een seizoensvariabele schaduw. Op belangrijke looproutes kunnen flexibele maatregelen uitkomst bieden, zoals in figuur 4.9. Door doeken te spannen heb je als gemeente eigen regie en veel keuzevrijheid in transparantie en locatie. Vaste schaduwelementen zoals arcades, overstekken en overkapte buitenruimtes bieden naast schaduw in de zomer ook bescherming tegen regen. Ze houden in de winter echter ook de zon tegen.

Voor meer comfort in de stad kan een aanvullende richtlijn op 'schaduw op loopgebieden' zijn: voldoende verkoeling langs belangrijke loop- en fietsroutes in de stad. Bijvoorbeeld bankjes in de schaduw met een watertappunt.

Belangrijk bij het percentage schaduw is ook de spreiding van de schaduw. De vraag is: welke afstand tussen schaduwgebieden is op zonnige dagen acceptabel? Het gaat om comfort, maar het is ook essentieel dat ouderen zonder oververhitting de route kunnen afleggen. Dit onderdeel willen we nader onderzoeken in een vervolgstudie. We zullen ons dan specifiek richten op de kwetsbare doelgroep en de fysieke reacties meten.

4.3.3 Percentage groen per wijktype

Volkswijk



Figuur 4.13 Met een groene loper is de uitgangssituatie groen, alleen bestraten wat nodig is. Dit kan alleen wanneer er een andere toekomst voor mobiliteit wordt gekozen.

Naoorlogse woonwijk



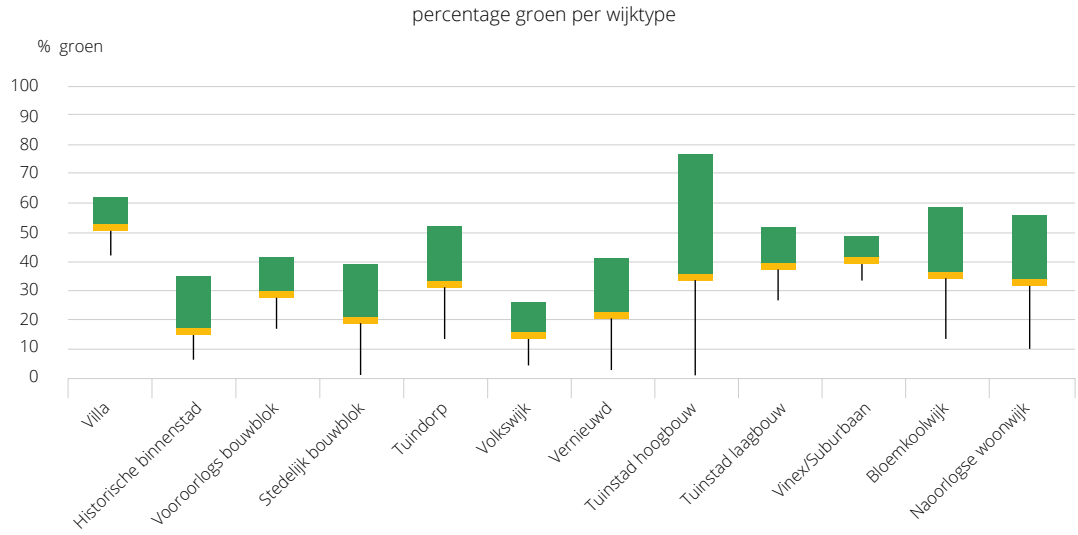
Figuur 4.14 Boven: bestaande situatie; midden: bomen in het straatbeeld geven al een heel ander aanzien en zijn het effectiefst tegen hitte; onder: een groene loper met daarin nog slechts enkele parkeerhavens geeft een geheel andere beleving.

Zoals aangegeven in hoofdstuk 3 is voldoende groen van belang om de stadstemperatuur omlaag te brengen en zo het aantal hete nachten te beperken. Ter indicatie gaan we uit van 0,5°C verkoeling bij 10 procentpunt meer groen. Maar hoeveel groen in de stad heb je nodig voor een aangenaam microklimaat? Deze vraag wordt vaak gesteld. Vanwege allerlei onzekerheden over de omvang van dit verkoelende effect en de vraag in hoeverre de problemen door deze verkoeling worden gereduceerd, hebben we ervoor gekozen een richtlijn te kiezen op basis van de mogelijkheden voor vergroening in de praktijk.

De hoeveelheid groen is op veel verschillende manieren te meten, wat het niet eenvoudig maakt een eenduidige richtlijn op te stellen. Of je bomen opneemt in verharding of in het groen, kan veel uitmaken voor het percentage groen. En in hoeverre tellen groene daken als volwaardig groen? Het is van belang tot een standaardisatie in groenanalyses te komen om streefwaarden te kunnen aangeven. Groenspecialisten en beleidsmakers voeren aan dat een streefgetal nodig is om te voorkomen dat groen alleen als aankleding en sluitstuk wordt opgenomen, waardoor het zijn andere mogelijke functies niet kan vervullen.

Om een voorstel te doen voor de richtlijn 'Percentage groen', zijn we uitgegaan van de in de praktijk voorkomende percentages groen. Hiervoor is één gemiddeld percentage over alle wijktypen niet geschikt. In een binnenstad kan moeilijk eenzelfde percentage groen als in een woonwijk worden gerealiseerd. Bijlage 8 geeft een beschrijving van de manier waarop we het percentage groen per wijktype hebben bepaald.

Figuur 4.15 geeft de in de praktijk voorkomende percentages groen voor twaalf wijktypen in vier Nederlandse steden (Amsterdam, Utrecht, Haarlem en Breda). Wij stellen voor het gemiddelde plus de standaarddeviatie als streefwaarde te hanteren. Bij de herinrichting van een buurt kan het percentage groen worden vergeleken met de streefwaarde om te zien hoe groen de buurt is ten opzichte van andere buurten met dezelfde typologie.



Figuur 4.15 Het percentage groen per wijktype op basis van vier steden (Amsterdam, Utrecht, Haarlem en Breda) met het gemiddelde percentage (geel) en de standaarddeviatie. De standaarddeviatie naar boven is in groen aangegeven.

De buurtinrichting, straatprofielen en mogelijkheden voor groen zijn ongeveer gelijk in buurten met hetzelfde wijktype. Zit de buurt dicht bij de ondergrens, dan is er ruimte voor verbetering. Per straat kunnen er verschillen zijn, maar het gemiddelde percentage is haalbaar op buurtniveau. De bovengrens is bepaald op basis van PC6-niveau en geeft de uitersten aan binnen een typologie. De spreiding van het percentage groen is binnen het wijktype Tuinstad hoogbouw het grootste. Voor een wijktype met een kleine spreiding zoals de volkswijken is er minder variatie in de hoeveelheid groen.

Voor de keuze van vergroeningsmaatregelen is het van belang om te weten of het groen privaat of openbaar is. Daarom wordt in bijlage 8, tabel b.5 per wijktype informatie gegeven over de verhouding tussen privaat en openbaar groen. Zo is af te lezen dat in tuindorpen het percentage groenoppervlak ten opzichte van de oppervlakte privaat eigendom vrijwel gelijk is aan het percentage groenoppervlak ten opzichte van het openbaar oppervlak. Het oppervlak privaat groen is echter bijna twee keer zoveel als het oppervlak openbaar groen.

In de tuinsteden (hoogbouw) is de situatie totaal anders. Hier is het openbare groen veel belangrijker dan het groen in eigendom van private partijen.

Vergroenen draagt bij aan de stadsbrede verkoeling. Wanneer bijvoorbeeld een buurt van het wijktype ‘stedelijk bouwblok’ nu een groenpercentage van 10% heeft, is dat voor dat type laag. Wanneer hier het groen met 15 procentpunt wordt verhoogd naar 25%, komt de buurt binnen de streefwaarde. Wanneer we uitgaan van de in hoofdstuk 3 aangegeven verkoeling door meer groen, betekent dat een 0,75°C afkoeling van de luchttemperatuur.

Het percentage groen per wijktype maakt het mogelijk streefwaarden in het beleid op te nemen en zo het groen dat in het algemeen voor een specifiek wijktype haalbaar is te maximaliseren. Op dit moment wordt er in de wijken nog weinig groen op daken en gevels toegepast en wordt er vaak uitgegaan van verharding als basis en groen waar het kan. Maar het kan ook anders: groen als basis en verharden waar nodig, zoals in figuur 4.13 en figuur 4.14.

We hebben in deze paragraaf laten zien hoeveel het percentage groen per buurt kan toenemen voor specifieke wijktypen. In deze analyse is vooralsnog geen onderscheid gemaakt in soorten groen. Omdat bomen tijdens warme en vooral droge perioden een grotere bijdrage aan de verdamping leveren dan gras, kan er aan de soorten groen een weging worden toegekend. Deze variatie in verdamping hebben we getest voor een weging van 100-60-30% voor boom-heester-gras. Er blijkt echter nog te veel onzekerheid te bestaan over de verschillen in verdamping om de weging nu te kunnen toepassen. Bovendien zijn ontwerpers vaak van mening dat het niet om de hoeveelheid moet gaan, maar om het type en de juiste invulling van het groen.



4.4 Conclusies

In dit hoofdstuk concluderen we dat ontwerprichtlijnen met concrete en controleerbare grenswaarden het meest geschikt zijn om een hittebestendige inrichting te realiseren. We kiezen bewust niet voor een visie als doelstelling omdat deze vaak niet gekwantificeerd is (bijvoorbeeld 'meer groen') en ook niet voor een temperatuurwaarde als grens, omdat die moeilijk te definiëren en te toetsen is.

Ons advies is samengevat in drie ontwerprichtlijnen:

1. Afstand tot koelte
2. Percentage schaduw op loopgebieden:
   a. van belangrijke looproutes
   b. per buurt
3. Percentage groen per wijktype

De eerste richtlijn *afstand tot koelte* waarborgt dat er voldoende en goed bereikbare koele plekken in de stad zijn. Ons onderzoek wijst uit dat 80% van de gebruikers koele plekken belangrijk vinden om de hete perioden door te komen. We stellen voor dat elk huis binnen 300 m van een aangename koele plek dient te liggen. Deze dient minimaal 200 m^2 groot te zijn maar vooral ook bereikbaar te zijn en als aangename verblijfsplaats te zijn ingericht.

De tweede richtlijn *percentage schaduw op loopgebieden* is belangrijk om a) essentiële functies in de stad via de belangrijke looproutes goed bereikbaar te houden en b) ook per buurt voldoende comfort in de buitenruimte te bieden om functies als een buurtsuper of een koele plek te bereiken.

Terwijl de twee eerste richtlijnen met name lokaal comfort overdag nastreven, beoogt de derde richtlijn een effect op grotere schaal over de dag én de nacht. Meer groen verhoogt ook de verdampingscapaciteit en daarmee de verkoeling van de stad. Om meer groen te kunnen realiseren is een duidelijke ambitie onontbeerlijk. Groen krijgt zo een prominentere plek in de inrichting, vergelijkbaar met de norm voor parkeren of voldoende plek voor kabels en leidingen. Niet in iedere buurt is een gelijke hoeveelheid groen realistisch, daarom is er per type wijk een percentage groen voorgesteld.

De richtlijnen zijn enerzijds toetsbaar en concreet, anderzijds bieden ze ontwerpers de vrijheid. Ze vertalen de vage doelstelling 'een hittebestendige stad' in iets concreets, zonder maatregelen voor te schrijven.



Conclusies



5

5. Conclusies

In twee jaar tijd hebben we met meer dan 10 onderzoekers en 12 gemeenten onderzoek gedaan naar het hittebestendig inrichten van straten, wijken en steden. Het doel van het onderzoek was vooral gemeenten te helpen bij het **hittebestendig inrichten van de buitenruimte**. Dit doel hebben we onderzocht aan de hand van een aantal praktijkvragen over het definiëren van de hitteopgave, over hittemaatregelen en uiteindelijk over hitterichtlijnen. De conclusies en adviezen op basis van ons onderzoek voor deze praktijkvragen zijn:

Hitteopgave

Ten aanzien van de onderzoeksvragen *Wat is de hitteopgave van een stad, wijk of straat* en *Welke data en kennis geven hier inzicht in?* concluderen wij dat er geen eenduidige definitie is van wat de hitteopgave is van een stedelijk gebied. Anders dan bij wateroverlast is er voor de vele gevolgen van hitte geen gelijke grenswaarde (maximale temperatuur) te definiëren. Om de hitteopgave te bepalen van een specifiek gebied met focus op ruimtelijke adaptatie helpt inzicht in:

- de frequentie van hete perioden zoals hittegolven, zomerse dagen en tropische nachten, nu en in de toekomst;
- de grootte van het stedelijk hitte-eilandeffect in het gebied, dat inhoudt dat de temperatuur vooral tijdens de avond en nacht enkele graden hoger kan zijn;
- de niet-acceptabele gevolgen van hitte in de stad, weergegeven op de mindmap, die kunnen worden tegengegaan met aanpassingen in de buitenruimte.

We adviseren het gebruik van drie typen hittekaarten om de hitteopgave in de buitenruimte in kaart te brengen:

1. **Temperatuurkaarten** om aan te geven waar het heet is, zoals de twee basiskaarten uit de gestandaardiseerde stresstest: een kaart met het aantal hete nachten en een kaart met de gevoelstemperatuur (PET-index) overdag;
2. **Hitterisicokaarten** om aan te geven waar hitte een groot probleem is in combinatie met de plaatsen waar de meest kwetsbare mensen of objecten zich bevinden;
3. **Toetsings- of maatregelenkaarten** om te verkennen welke maatregelen of ontwerprichtlijnen nodig zijn voor een hittebestendig ontwerp, want zonder handelingsperspectief is het niet zinvol een opgave te benoemen.

Hittemaatregelen

Ten aanzien van de onderzoeksvragen *Welke maatregelen in de buitenruimte zijn het effectiefst en efficiëntst?* en *Welke maatregelen zijn toepasbaar?* komen twee soorten maatregelen naar voren: enerzijds **maatregelen om de gemiddelde luchttemperatuur op stadsschaal te verlagen,** anderzijds **maatregelen om de gevoelstemperatuur te verlagen** voor een aangenaam leefklimaat overdag **op lokaal niveau** (op het plein, in de straat). De belangrijkste verkoelingsprincipes voor deze twee schaalniveaus zijn respectievelijk **verdamping** en **schaduw**. Op basis van eigen berekeningen en literatuuronderzoek hebben we een tabel samengesteld met de effectiviteit van allerlei hittemaatregelen in de buitenruimte. Daarin hebben we aangegeven of de maatregelen op zeer lokale schaal of buurtniveau werken en of deze de gemiddelde luchttemperatuur of juist de gevoelstemperatuur verlagen. In grote lijnen geeft verdamping 0,5°C verkoeling

van de luchttemperatuur per 10 procentpunt meer groen. Dit werkt dus vooral op stadsschaal en draagt onder andere bij aan de vermindering van het aantal hete nachten. De maatregelen voor meer schaduw reduceren de gevoelstemperatuur PET met 10 tot 20°C ten opzichte van plekken in de zon en kunnen daarmee op locatie het verschil maken tussen wel of geen ernstige hittestress. We concluderen op basis van micromodelstudies dat bomen een groter effect hebben op de gevoelstemperatuur als ze ook schaduw op de gevel werpen.

Hitterichtlijnen

Ten aanzien van de onderzoeksvragen *Hoe vertaal je de hitteopgave en maatregelen naar ontwerprichtlijnen?* en *Welke ontwerprichtlijnen werken in de praktijk?* hebben wij drie **concrete, haalbare en toetsbare richtlijnen** opgesteld die ruimte geven aan de ontwerper:

- Om lokaal voldoende koele plekken te creëren:
  1. **Afstand tot koelte**
     Elke woning is maximaal 300 m verwijderd van een aangename, koele verblijfsplek in de buitenruimte.
  2. **Schaduw op loopgebieden**
     a. Er is op het heetst van de dag voldoende schaduw (minimaal 40%) op belangrijke looproutes, zodat essentiële functies in de stad voor iedereen bereikbaar blijven.
     b. Er is op het heetst van de dag ook op loopgebieden in buurten voldoende schaduw (minimaal 30%), zodat de buurten aantrekkelijk blijven.
- Om stadsbreed de luchttemperatuur te verlagen:
  3. **Percentage groen**
     Het percentage groen binnen een buurt is groter dan een ondergrens die afhankelijk is van het wijktype. We hebben per wijktype een ondergrens en een streefwaarde aangegeven op basis van de situatie in de praktijk.

Deze richtlijnen zijn enerzijds toetsbaar en concreet, anderzijds bieden ze ontwerpers de vrijheid. Ze vertalen de vage doelstelling 'een hittebestendige stad' in iets concreets, zonder maatregelen voor te schrijven.

We hebben in de afgelopen twee jaar veel geleerd, maar we hebben ook veel vragen laten liggen. Enkele onderwerpen voor vervolgonderzoek die wij zien zijn:

- De uitwerking en implementatie van de voorgestelde richtlijnen en met name van de voorgestelde grenswaarden in de praktijk. Zijn de gekozen grenswaarden de meest effectieve, haalbare en acceptabele?
- Het effect van groen op verdamping en de bijdrage hiervan aan stadsbrede verkoeling. Er zijn aanzienlijke verschillen tussen resultaten van verschillende modelonderzoeken naar het effect van vergroening van de stad op stadsschaal.
- Het meten met de mobiele sensor. Nader onderzoek is nodig om betrouwbaarheid en bruikbaarheid te verbeteren.
- Het model voor de berekening van de PET volgens de gestandaardiseerde hittestresstest. Nader onderzoek is nodig naar de gevoeligheid van de resultaten voor een aantal modelaannames, o.a. wat betreft wind.
- De afstand tussen schaduwplekken op loopgebieden zodat ouderen op hete dagen zonder oververhitting een looproute kunnen afleggen.



Literatuur



6

6. Literatuur

Abreu-Harbich, L.V., Labaki, L.C. & Matzarakis, A. (2015). Effect of tree planting design and tree species on human thermal comfort in the tropics. *Landscape and Urban Planning, 138,* 99-109.

Alcazar, S.S., Olivieri, F. & Neila, J. (2016). Green roofs: experimental and analytical study of its potential for urban microclimate regulation in Mediterranean – continental climates. *Urban Climate*, *17,* 304-317.

Ali-Toudert, F. & Mayer, H. (2006). Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Building and Environment*, *41,* 94-108.

Amani-Beni, M., Zhang, B., Xie, G. & Xu, J. (2018). Impact of urban park's tree, grass and waterbody on microclimate in hot summer days: A case study of Olympic Park in Beijing, China. *Urban Forestry & Urban Greening*, *32*, 1-6.

Andenæs, E., Kvande, T., Muthanna, T.M. & Lohne, J. (2018). Performance of blue-green roofs in cold climates: A scoping review. *Buildings*, *8*(4), 55.

Andreou, E. (2013). Thermal comfort in outdoor spaces and urban canyon microclimate. *Renewable Energy*, *55*, 182-188.

Armson, D., Stringer, P. & Ennos, A.R. (2012). The effect of tree shade and grass on surface and globe temperatures in an urban area. *Urban Forestry & Urban Greening 11*(3), 245-255.

Bacci, L., Morabito, M., Raschi, A. & Ugolini, F. (2003). Thermohygrometric conditions of some urban parks of Florence (Italy) and their effects on human well-being. *Trees*, *6*, 49.

Berardi, U. (2016). The outdoor microclimate benefits and energy savings resulting from green roofs retrofits. *Energy and Buildings*, *121*, 217-229.

Brandsma, T. & Wolters, D. (2012). Modelling of the urban heat island of the city of Utrecht (the Netherlands). *Journal of Applied Meteorology and Climatology 51*(6), 1046-1060. https://doi.org/10.1175/JAMC-D-11-0206.1

Caverzam Barbosa, E. & Klok, E.J. (2020). *Thermal walk in practice – Marineterrein June 18, 2019: Conclusions & interpretations.* Hogeschool van Amsterdam. 24 pp

Chatzidimitriou, A. & Yannas, S. (2016). Microclimate design for open spaces: Ranking urban design effects on pedestrian thermal comfort in summer. *Sustainable Cities and Society*, *26*, 27-47.

Chen, L. & Ng, E. (2013). Simulation of the effect of downtown greenery on thermal comfort in subtropical climate using PET index: a case study in Hong Kong. *Architectural Science Review*, *56*(4), 297-305.

Coffin, A. & Morrall, J. (1995). Walking speeds of elderly pedestrians at crosswalks. *Transportation Research Record*, *1487*, 63.

Daams, M.N. & Veneri, P. (2017). Living near to attractive nature? A well-being indicator for ranking Dutch, Danish, and German functional urban areas. *Social indicators research*, *133*(2), 501-526.

Daniels, E., Lenderink, G., Hutjes, R. & Holtslag, A. (2016). Relative impacts of land use and climate change on summer precipitation in the Netherlands, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, *20*, 4129-4142. https://doi.org/10.5194/hess-20-4129-2016

Deltaprogramma Ruimtelijke adaptatie (2014). Deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie: Het Deltaprogramma: een nieuwe aanpak. De Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu en Ministerie van Economische Zaken. www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/deltaprogramma/inhoud/vijf-deltabeslissingen

De Wit, A., Boomsma, C., Smit, W. & De Wit, A. (2019) Weerkrachtig Zuid-Holland. Provincie Zuid-Holland, Archiveringsnummer: 181003690, Bijlage A.1 Programma van Eisen.

Djedjig, R., Belarbi, R. & Bozonnet, E. (2017). Green wall impacts inside and outside buildings: experimental study. *Energy Procedia*, *139*, 578-583.

Djedjig, R., Bozonnet, E. & Belarbi, R. (2015). Experimental study of the urban microclimate mitigation potential of green roofs and green walls in street canyons. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, *10*, 34-44.

Döpp, S. (red.) (2011). *Kennismontage Hitte en Klimaat in de Stad*. Climate Proof Cities Consortium.

Echevarria Icaza, L. (2017). Urban and regional heat island adaptation measures in The Netherlands. *A+BE | Architecture And The Built Environment*, *20*, 1-308. doi:10.7480/abe.2017.20.1874

European Environment Agency (EEA) (2002). Corine land cover 2000. www.eea.europa.eu/data-and-maps

Farnham, C., Nakao, M., Nishioka, M., Nabeshima, M. & Mizuno, T. (2011). Study of mist-cooling for semi-enclosed spaces in Osaka, Japan. *Procedia Environmental Sciences*, *4*, 228-238.

Fitzpatrick, K., Brewer, M.A. & Turner, S. (2006). Another look at pedestrian walking speed. *Transportation Research Record*, *1982*(1), 21-29.

Fung, C.K.W. & Jim, C.Y. (2020). Influence of blue infrastructure on lawn thermal microclimate in a subtropical green space. *Sustainable Cities and Society*, *52*, 101858.

Gehrels, H., Van der Meulen, S., Schasfoort, F., Bosch, P., Brolsma, R., Van Dinther, D., Geerling, G., Goossens, M., Jacobs, C., De Jong, M., Kok, S., Massop, H., Osté, L., Pérez-Soba, M., Rovers, V., Smit, A., Verweij, P., De Vries, B., Weijers, E. (2016). *Designing green and blue infrastructure to support healthy urban living.* TO2-federatie. http://www.adaptivecircularcities.com/downloads

Gemeente Amsterdam (2020). Strategie Klimaatadaptatie Amsterdam. https://assets.amsterdam.nl/publish/pages/937006/200218_def_webklaar_strategie_klimaatadaptatie_amsterdam_lowres.pdf.

Gemeente Amsterdam (2015). *Amsterdam Duurzaam. Agenda voor duurzame energie, schone lucht, een circulaire economie en een klimaatbestendige stad*. Amsterdam: auteur.

Gemeente Arnhem (2012) Hitte-attentiekaart van Arnhem, versie april 2012. Arnhem: auteur. https://groenarnhem.nl/wp-content/uploads/2015/11/2015.0.076.335-Hitte-aanbevelingen_kaart_van_Arnhem_april-20121.pdf

Gemeente Eindhoven (2018). *Bijlagenrapport Gemeentelijk Rioleringsplan Eindhoven*, Bijlage 5 Beleidsregel 'Klimaat robuust [sic] (her)inrichten en ruimtelijk ontwikkelen', 5. Eindhoven: auteur.

Gemeente Eindhoven (2016). *Klimaatplan 2016–2020. Verminderen van CO_2 uitstoot* [sic] *en aanpassen aan klimaatverandering*. Eindhoven: Ruimtelijke Expertise, Verkeer en Milieu.

Gemeente Haarlem (2017). Klimaatadaptatieagenda Haarlem, versie 19. www.gemeentebestuur.haarlem.nl/bestuurlijke-stukken/2017257496-2-Bijlage-Klimaatagenda.pdf

Gemeente Nieuwegein (2019) Afstudeeratelier klimaatbestendige stad 2018-2019: Project Nieuwegein. Opleiding Built Environment, Faculteit Techniek, Hogeschool van Amsterdam.

Gemeente Nieuwegein (2018) Visie Klimaatadaptatie. Nieuwegein: auteur.

Gómez, F., Cueva, A.P., Valcuende, M. & Matzarakis, A. (2013). Research on ecological design to enhance comfort in open spaces of a city (Valencia, Spain). Utility of the physiological equivalent temperature (PET). *Ecological Engineering*, *57*, 27-39.

Handley, J., Pauleit, S., Slinn, P., Barber, A., Baker, M., Jones, C. & Lindley, S. (2003). Accessible natural green

space standards in towns and cities: a review and toolkit for their implementation. English nature research reports, 526. Peterborough, VK: English Nature.

Hathway, E.A. & Sharples, S. (2012). The interaction of rivers and urban form in mitigating the Urban Heat Island effect: A UK case study. *Building and Environment*, *58*, 14-22.

Havenith, G. (1999). Heat balance when wearing protective clothing. *Annals of occupational Hygiene*, *43*(5), 289-296.

Hazeu, G.W., Schuiling, C., Dorland, G.J., Oldengarm, J. & Gijsbertse, H.A. (2010). Landelijk grondgebruiksbestand Nederland versie 6 (LGN6); vervaardiging, nauwkeurigheid en gebruik. Alterra-Rapport 2012. Wageningen, Alterra, 132 pp.

Hazeu, G.W., Schuiling, C., Dorland, G.J., Roerink, G.J., Naeff, H.S.D. & Smidt, R.A. (2014). Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland versie 7 (LGN7); Vervaardiging, nauwkeurigheid en gebruik. Alterra-rapport 2548. Wageningen: Alterra Wageningen UR (University & Research centre), 86 pp.

Hendel, M., Gutierrez, P., Colombert, M., Diab, Y. & Royon, L. (2016). Measuring the effects of UHI mitigation in the field: Application to the case of pavement-watering in Paris. *Urban Clim, 16*, 43-58.

Herath, H.M.P.I.K., Halwatura, R.U. & Jayasinghe, G.Y. (2018). Evaluation of green infrastructure effects on tropical Sri Lankan urban context as an urban heat island adaptation strategy. *Urban Forestry & Urban* Greening, *29*, 212-222.

Heusinkveld, B.G., Steeneveld, G.J., Van Hove, L.W.A., Jacobs, C.M.J. & Holtslag, A.A.M. (2014). Spatial variability of the Rotterdam urban heat island as influenced by urban land use. *J. Geophys. Res. Atmos.*, *119*, 677-692.

Heusinkveld, B. & Holtslag, A. (2010). Use of a mobile platform for assessing urban heat stress in The Netherlands. *7th Conference on Biometeorology*, Freiburg, april 2010, 433-438.

Hoelscher, M.T., Nehls, T., Jänicke, B. & Wessolek, G. (2016). Quantifying cooling effects of facade greening: Shading, transpiration and insulation. *Energy and Buildings*, *114*, 283-290.

Höppe, P. (1999). The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology, 43,* 71-75.

Huang, L., Li, J., Zhao, D. & Zhu, J. (2008). A fieldwork study on the diurnal changes of urban microclimate in four types of ground cover and urban heat island of Nanjing, China. *Building and Environment*, *43*, 7-17.

Iacono, M.J., Delamere, J.S., Mlawer, E.J., Shephard, M.W., Clough, S.A. & Collins, W.D. (2008). Radiative forcing by long–lived greenhouse gases: Calculations with the AER radiative transfer models. *Journal of Geophysical Research*, *113*(D13), 8 pp. doi:10.1029/2008JD009944

IPCC (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P.M. (Reds.)]. Cambridge, VK & New York, VS: Cambridge University Press, Cambridge, VK en New York, NY, VS, 1535 pp.

IPCC (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. *A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Field, C.B., Barros, V., Stocker, T.F., Qin, D., Dokken, D.J. Ebi, K.L., Mastrandrea, M.D. Mach, K.J., Plattner, G.K., Allen, S.K., Tignor, M. & Midgley P.M. (Reds.)]. Cambridge, VK & New York, VS: Cambridge University Press, 582 pp.

Ishii, T., Tsujimoto, M., Yoon, G. & Okumiya, M. (2009). Cooling system with water mist sprayers for mitigation

of heat-island. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Urban Climate (ICUC),* Yokohama, Japan, 29 June – 3 July 2009.

Jacobs, C., Klok, L., Bruse, M., Cortesão, J., Lenzholzer, S. & Kluck, J. (2020). Are urban water bodies really cooling? *Urban Climate*, *32*, 100607.

Janjić, Z.I. (1994). The Step-Mountain Eta Coordinate Model: Further Developments of the Convection, Viscous Sublayer, and Turbulence Closure Schemes. *Mon. Wea. Rev*., *122*, 927-945. https://doi.org/10.1175/1520-0493(1994)122%3C0927:TSMECM%3E2.0.CO;2

Jansson, C., Jansson, P.E. & Gustafsson, D. (2006). Near surface climate in an urban vegetated park and its surroundings. *Theoretical and Applied Climatology*, *89*, 185-193.

Jin, C., Bai, X., Luo, T. & Zou, M. (2018). Effects of green roofs' variations on the regional thermal environment using measurements and simulations in Chongqing, China. *Urban Forestry & Urban Greening*, *29*, 223-237.

Jin, J., Miller, N.L. & Schlegel, N. (2010). Sensitivity Study of Four Land Surface Schemes in the WRF Model. *Advances in Meteorology*, 2010.

Johansson, E. (2006). Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry climate: A study in Fez, Morocco. *Building and Environment*, *41*, 1326-1338.

Kennis voor Klimaat (2011). Hittestress in Rotterdam. KVK-rapportnummer KvK/039/2011. ISBN: 978-94-90070-44-1. Utrecht: auteur.

Kleerekoper, L., Wilschut, L. & Kluck, J. (2019). Afstand tot koelte: Een verfrissende blik op hitte. *Stadswerk*, *6*, 10-12.

Kleerekoper, L., Jacobs, C., Van der Kuur, J., Kluck, J. & Wilschut, L. (2018). *Baten van een groener Haarlem. Baten in euro's, graden verkoeling en leefbaarheid.* Hogeschool van Amsterdam.

Kleerekoper, L. (2016). Urban Climate Design: Improving thermal comfort in Dutch neighbourhoods. *A+BE: Architecture and the Built Environment*, *6*. 10.7480/abe.2016.11. 424 p. https://doi.org/10.7480/abe.2016.11

Klemm, W., Heusinkveld, B.G., Lenzholzer, S., Jacobs, M.H. & Van Hove, B. (2015). Psychological and physical impact of urban green spaces on outdoor thermal comfort during summertime in the Netherlands. *Building and Environment*, *83*, 120-128.

Klok, L., Rood, N., Kluck, J. & Kleerekoper, L. (2019). Assessment of thermally comfortable urban spaces in Amsterdam during hot summer days. *International Journal of Biometeorology*, *63*(2), 129-141. https://doi.org/10.1007/s00484-018-1644-x

Klok E.J. & Kluck, J. (2018). Reasons to adapt to urban heat (in the Netherlands), *Urban Climate*, *23*, 342-351.

www.klimaateffectatlas.nl/nl/kaartverhaal-hitte (Klimaateffectatlas, 2019)

Kluck, J., Kleerekoper, L., Klok, E.J., Loeve, R., Bakker, W.J. & Boogaard, F.C. (2017). *De klimaatbestendige wijk: Onderzoek voor de praktijk*. Hogeschool van Amsterdam, Onderzoeksprogramma Urban Technology, nummer 10. ISBN 978-94-92644-02-2

KNMI (2015). *KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie*, De Bilt: KNMI, 34 pp.

Konarska, J., Lindberg, F., Larsson, A., Thorsson, S. & Holmer, B. (2013). Transmissivity of solar radiation through crowns of single urban trees—application for outdoor thermal comfort modelling. *Theoretical and Applied Climatology*, *117*, 1-14.

Kusaka, H. & Kimura, F. (2004). Thermal effects of urban canyon structure on the nocturnal heat island:

Numerical experiment using a mesoscale model coupled with an urban canopy model. *Journal of Applied Meteorology*, *43*(12), 1899-1910.

Kusaka, H., Kondo, H., Kikegawa, Y., & Kimura, F. (2001). A Simple Single-Layer Urban Canopy Model For Atmospheric Models: Comparison With Multi-Layer And Slab Models. *Boundary-Layer Meteorology*, *101*(3), 329-358.

Lau, K.K., Shi, Y. & Ng, E.Y. (2019). Dynamic response of pedestrian thermal comfort under outdoor transient conditions. *International Journal of Biometeorology*, 1-11.

Lee, L.S.H. & Jim, C.Y. (2019). Urban woodland on intensive green roof improved outdoor thermal comfort in subtropical summer. *International Journal of Biometeorology*, *63*, 895-909.

Lee, H., Mayer, H. & Chen, L. (2016). Contribution of trees and grasslands to the mitigation of human heat stress in a residential district of Freiburg, Southwest Germany. *Landscape and urban planning*, *148*, 37-50.

Lindberg, F., Grimmond, C.S.B., Gabey, A., Huang, B., Kent, C.W., Sun, T., Theeuwes, N., Järvi, L., Ward, H., Capel-Timms, I., Chang, Y.Y., Jonsson, P., Krave, N., Liu, D., Meyer, D., Olofson, F., Tan, J.G., Wästberg, D., Xue, L. & Zhang, Z. (2018). Urban Multi-scale Environmental Predictor (UMEP) – An integrated tool for city-based climate services. *Environmental Modelling and Software*, *99*, 70-87. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.09.020

Lobaccaro, G. & Acero, J.A. (2015). Comparative analysis of green actions to improve outdoor thermal comfort inside typical urban street canyons. *Urban Climate*, *14*, 251-267.

Loibl, W., Andreas, J., Knoflacher, M., Köstl, M., & Züger, J. (2010). Urban streetscapes responding to changing climate conditions – Effects of street layout on thermal exposure. *Third German-Austrian Building Performance Simulation in a Changing Environment Conference*, 420-427.

Martilli, A., Krayenhoff, E. S. & Nazarian N. (2020). Is the Urban Heat Island intensity relevant for heat mitigation studies? *Urban Climate*, *31*, 100541.

Martinelli, L., Lin, T.P. & Matzarakis, A. (2015). Assessment of the influence of daily shadings pattern on human thermal comfort and attendance in Rome during summer period. *Building and Environment*, *92*, 30-38.

Matzarakis, A., Mayer, H. & Iziomon, M.G. (1999). Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International journal of biometeorology*, *43*(2), 76-84.

Mureau, R., Wesseling J. & Zijp H. (2018). Het belang van de minimumtemperatuur bij een hittegolf – kan ik mijn huis nog wel koelen? *Meteorologica*, *3*, 18-20.

Nazarian, N., Dumas, N., Kleissl, J. & Norford, L. (2019). Effectiveness of cool walls on cooling load and urban temperature in a tropical climate. *Energy and Buildings*, *187*, 144-162.

Nishimura, N., Nomura, T., Iyota, H. & Kimoto, S. (1998). Novel water facilities for creation of comfortable urban micrometeorology. *Solar Energy*, *64*(4-6), 197-207.

Nouri, A.S. & Matzarakis, A. (2019). The maturing interdisciplinary relationship between human biometeorological aspects and local adaptation processes: An encompassing overview. *Climate*, *7*(12), 134.

Nouri, A.S., Costa, J.P., Santamouris, M. & Matzarakis, A. (2018). Approaches to outdoor thermal comfort thresholds through public space design: A review. *Atmosphere*, *9*(3), 108.

Nuijten, D. (2008). Dwingend vergroenen? : Onderzoek naar de toepassing van het richtgetal van 75 m^2 groen per woning uit de Nota Ruimte en de relatie met de kwaliteit van het groen in de stad. Afstudeerscriptie Sociaal-Ruimtelijke Analyse, SAL-80436, Wageningen Universiteit, 117pp.

Oke, T. R., Mills, G., Christen, A. & Voogt, J. A. (2017). *Urban climates*. Cambridge University Press.

Ouldboukhitine, S.E., Belarbi, R. & Sailor, D.J. (2014). Experimental and numerical investigation of urban street canyons to evaluate the impact of green roof inside and outside buildings. *Applied Energy*, *114*, 273-282.

Panda, J. & Sharan, M. (2012). Influence of land-surface and turbulent parameterization schemes on regional-scale boundary layer characteristics over northern India. *Atmospheric Research*, *112*, 89-111.

Paolini, R., Mainini, A.G., Poli, T. & Vercesi, L. (2014). Assessment of thermal stress in a street canyon in pedestrian area with or without canopy shading. *Energy Procedi*a, *48*, 1570-1575.

PBL (2016). *Richting geven – Ruimte maken, Balans van de Leefomgeving*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2015). *Aanpassen aan klimaatverandering – Kwetsbaarheden zien, kansen grijpen*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Peng, L.L.H. & Jim, C.Y. (2013). Green-roof effects on neighbourhood microclimate and human thermal sensation. *Energies*, *6*, 598-618.

Pineda, N., Jorba, O., Jorge, J. & Baldasano, J.M. (2004). Using NOAA AVHRR and SPOT VGT data to estimate surface parameters: application to a mesoscale meteorological model. *International Journal of Remote Sensing*, *25*(1), 129-143.

Provincie Zuid-Holland (2018). Ontwerpprincipes Klimaat- en bodemdalingsbestendig, verstedelijken & verdichten. Thema: Adaptieve Delta, voorbereid op weersextremen en bodemdaling, Den Haag: auteur.

Nijs, T., Bosch, P., Brand, E., Heusinkveld, B., Van der Hoeven, F., Jacobs, C., Klok, L., Kluck, J., Koekoek, A., Koopmans, S., Van Nieuwaal, K., Ronda, R. & Steeneveld, G. (2019). Ontwikkeling Standaard Stresstest Hitte. 10.21945/RIVM-2019-0008. Bilthoven: RIVM, 127pp.

Ren, C., Ng E.Y. & Katzschner L. (2011). Urban climatic map studies, a review. *Int. J. Climatol. 31*(15), 2213-2233.

Ronda, R.J., Steeneveld, G.J., Heusinkveld, B.G., Attema, J.J. & Holtslag, A.A.M. (2017). Urban Finescale Forecasting Reveals Weather Conditions with Unprecedented Detail. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, *98*, 2675-2688.

Saaroni, H. & Ziv, B. (2003). The impact of a small lake on heat stress in a Mediterranean urban park: the case of Tel Aviv, Israel. *Int J Biometeorol*, *47*, 156-165.

Santamouris, M. (2014). Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy, 103,* 682-703.

Santamouris, M., Ding, L., Fiorito, F., Oldfield, P., Osmond, P., Paolini, R. & Synnefa, A. (2017). Passive and active cooling for the outdoor built environment–Analysis and assessment of the cooling potential of mitigation technologies using performance data from 220 large scale projects. *Solar Energy*, *154*, 14-33.

Santamouris, M. (2014). Cooling the cities–a review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar energy, 103*, 682-703.

Santamouris, M., Gaitani, N., Spanou, A., Saliari, M., Giannopoulou, K., Vasilakopoulou, K., & Kardomateas, T. (2012). Using cool paving materials to improve microclimate of urban areas – Design realization and results of the flisvos project. *Building and Environment, 53,* 128-136.

Sass, R.L. (2019). It´s not cool to be hot in Houston. Department of Ecology & Evolutionary Biology, Rice University. www.ruf.rice.edu/~sass/UHI.html

Schneider, F.A., Middel, A., AlKhaled, S., Hagen, B. & Coseo, P. (2019). 50 Grades of Shade – Assessment of

Engineered and Natural Shade in Hot Dry Communities. *Geophysical Research Abstracts (21),* EGU2019-12452.

Shahidan, M. F., Shariff, M. K., Jones, P., Salleh, E. & Abdullah, A. M. (2010). A comparison of Mesua ferrea L. and Hura crepitans L. for shade creation and radiation modification in improving thermal comfort. *Landscape and Urban Planning, 97*(3), 168-181.

Shashua-Bar, L., Tsiros, I.X. & Hoffman, M. (2012). Passive cooling design options to ameliorate thermal comfort in urban street of a Mediterranean climate (Athens) under hot summer conditions. *Building and Environment, 57,* 110-119.

Shashua-Bar, L., Tzamir, Y. & Hoffman, M.E. (2004). Thermal effects of building geometry and spacing on the urban canopy layer microclimate in a hot-humid climate in summer. *International Journal of Climatology, 24,* 1729-1742.

Skamarock, W.C., Klemp, J.B., Dudhia, J., Gill, D.O., Liu, Z., Berner, J., Huang, X., Wang, W., Huang, X. (2019). *A Description of the Advanced Research WRF Model Version 4*. NCAR Technical Note NCAR/TN-556+STR, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, USA, 145p. doi:10.5065/1dfh-6p97

Skamarock, W.C., Klemp, J.B., Dudhia, J., Gill, D.O., Barker, D., Duda, M.G., Huang, X., Wang, W., Powers, J.G. (2008). *A Description of the Advanced Research WRF Version 3*. NCAR Technical Note NCAR/TN-475+STR, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, USA. doi:10.5065/D68S4MVH

Skelhorn, C., Lindley, S. & Levermore, G. (2014). The impact of vegetation types on air and surface temperatures in a temperate city: A fine scale assessment in Manchester, UK. *Landscape and Urban Planning, 121*, 129-140.

Solcerova, A., Van Emmerik, T., Hilgersom, K., Van de Ven, F. & Van de Giesen, N. (2018). Uchimizu: A cool(ing) tradition to locally decrease air temperature. *Water, 10*(6)*,* 741.

Solcerova, A., Van de Ven, F., Wang, M., Michiel, R. & Van de Giesen, N. (2017). Do green roofs cool the air? *Building and Environment*, 111, 249-255.

Spangenberg, J., Shinzato, P., Johansson, E. & Duarte, D. (2008). Simulation of the influence of vegetation on microclimate and thermal comfort in the city of São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, *3*(2)*,* 1-19.

Speak, A.F., Rothwell, J.J., Lindley, S.J. & Smith, C.L. (2013). Reduction of the urban cooling effects of an intensive green roof due to vegetation damage. *Urban Climate, 3*, 40-55.

Steeneveld, G.J., Klompmaker, J.O., Groen, R.J. & Holtslag, A.A. (2018). An urban climate assessment and management tool for combined heat and air quality judgements at neighbourhood scales. *Resources, Conservation and Recycling*, *132*, 204-217.

Steeneveld, G.J., Koopmans, S., Heusinkveld, B.G., Van Hove, L.W.A. & Holtslag, A.A.M. (2011). Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands. *J. Geophys. Res*., *116*, D20129, doi:10.1029/2011JD015988

Sun, T., Grimmond, C.S.B., & Ni, G.H. (2016). How do green roofs mitigate urban thermal stress under heat waves? *Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 121*, 5320-5335.

Syafii, N.I., Ichinose, M., Kumakura, E., Jusuf, S.K., Chigusa, K. & Wong, N.H. (2017). Thermal environment assessment around bodies of water in urban canyons: A scale model study. *Sustainable Cities and Society, 34*, 79-89.

Takebayashi, H. & Moriyama, M. (2009). Study on the urban heat island mitigation effect achieved by converting to grass-covered parking. *Solar Energy, 83*(8), 1211-1223.

Taleghani, M. & Berardi, U. (2018). The effect of pavement characteristics on pedestrians' thermal comfort in Toronto. *Urban Climate, 24,* 449-459.

Taleghani, M., Kleerekoper, L., Tenpierik, M. & van den Dobbelsteen, A. (2015). Outdoor thermal comfort within five different urban forms in the Netherlands. *Building and Environment, 83*, 65-78.

Taleghani, M., Sailor, D.J., Tenpierik, M. & Van den Dobbelsteen. (2014). Thermal assessment of heat mitigation strategies: The case of Portland State University, Oregon, USA. *Building and Environment, 73,* 138-150.

Tauw (2019) *Nieuwe Klimaattoets 1.0 toetst leefomgeving op klimaatbestendigheid*. www.tauw.nl

Tewari, M., Chen, F., Wang, W., Dudhia, J., LeMone, M.A., Mitchell, K., Ek, M., Gayno, G., Wegiel, J., Cuenca, R.H. (2004). Implementation and verification of the unified NOAH land surface model in the WRF model. In *20th conference on weather analysis and forecasting/16th conference on numerical weather prediction*, 11-15.

Theeuwes, N.E., Solcerová, A. & Steeneveld, G.J. (2013). Modeling the infleunce of open water surfaces on the summertime temperature and thermal comfort in the city. *Journal of Geophysical Research, 118,* 8881-8896.

Thompson, G., Field, P.R., Rasmussen, R.M. & Hall, W.D. (2008). Explicit Forecasts of Winter Precipitation Using an Improved Bulk Microphysics Scheme. Part II: Implementation of a New Snow Parameterization. Mon. Wea. Rev., *136*, 5095-5115. https://doi.org/10.1175/2008MWR2387.1

Tiedtke, M. (1989). A Comprehensive Mass Flux Scheme for Cumulus Parameterization in Large-Scale Models. *Mon. Wea. Rev*., *117*, 1779-1800, https://doi.org/10.1175/1520-0493(1989)117<1779:ACMFSF>2.0.CO;2

Toftager, M., Ekholm, O., Schipperijn, J., Stigsdotter, U., Bentsen, P., Grønbæk, M., Randrup, T., Kamper-Jørgensen, F. (2011). Distance to green space and physical activity: A Danish national representative survey. *Journal of Physical Activity and Health*, *8*(6), 741-749. https://doi.org/10.1123/jpah.8.6.741

Van Heijningen, A., Kleerekoper, L., & Schenk, S. (2019). *Klimaat slimme* [sic] *verstedelijking*. Impactproject van het Deltaprogramma Ruimtelijke adaptatie.

Van Hove, L.W.A., Jacobs, C.M.J., Heusinkveld, B.G., Elbers, J.A., Van Driel, B., Holtslag, A.A.M. (2015). Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration. *Build. Environ*., *83*, 91-103.

Vasilikou C. & Nikololoulou, M. (2013). Thermal Walks: Identifying pedestrian thermal comfort variations in the urban continuum of historic city centres. In: *Proceeding of PLEA2013 - 29th Conference, Sustainable Architecture for a Renewable Future*, Munich, Germany 10-12 September 2013.

Vasilikou C., & Nikololoulou, M. (2015). Thermal notations as a design tool – evaluating the thermal comfort of pedestrians moving in spatial sequences. In: *Proceeding of ICUC9- 9th International Conference on Urban Climate*, Toulouse, France, 20-24 July 2015.

Verenigde Naties (2015). *Paris Agreement*. Beschikbaar op: https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf

Verploegh, T. (2016). Kleine wildernis: oerbos in de stad. *Stadswerk magazine*, maart 2016, 14-15.

Völker, S., Baumeister, H., Classen, T., Hornberg, C. & Kistemann, T. (2013). Evidence for the temperature-mitigating capacity of urban blue space – A health geographic perspective. *Erdkunde*, 67(4), 355-371.

Watanabe, S., Nagano, K., Ishii, J. & Horikoshi, T. (2014). Evaluation of outdoor thermal comfort in sunlight, building shade, and pergola shade during summer in a humid subtropical region. *Building and Environmen*t, *82*, 556-565.

Waternet (12 augustus 2019). Transpiratie van bomen. www.waternet.nl/innovatie/klimaatadaptatie/transpiratie-van-bomen/

Witteveen+Bos (2014). *UCAM: Urban Climate Assessment & Management* eindrapport, Rapport GV1102-2/14-023.839. https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/114614/ucam_eindrapport.pdf

Wong, N.H. & Jusuf, S.K. (2010). Study on the microclimatic condition along a green pedestrian canyon in Singapore. *Architectural Science Review*, *53,* 196-212.

Wong, N.H., Tan, A.Y.K., Chen, Y., Sekar, K., Tan, P.Y., Chan, D., Chiang, K., Wong, N.C. (2010). Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment, 45,* 663-672.

Xi, T., Li, Q., Mochida, A. & Meng, Q. (2012). Study on the outdoor thermal environment and thermal comfort around campus clusters in subtropical urban areas. *Building and Environment, 52,* 162-170.

Xue, F., Li, X., Ma, J. & Zhang, Z. (2015). Modeling the influence of fountain on urban microclimate. *J. Build. Simul*., 8(3), 285-295.

Yamada, H., Yoon, G., Okumiya, M. & Okuyama, H. (2008). Study of cooling system with water mist sprayers: Fundamental examination of particle size distribution and cooling effects. *J. Build. Simul., 1,* 214-222.

Yamada, H., Okumiya, M., Tsujimoto, M. & Harada, M. (2006). Study on Cooling Effect with Water Mist Sprayer: Measurement on Global Loop at the 2005 World Exposition. *Architectural Inst. of Japan Congress*. Kanto. p. 677. [in Japanese]

Yang, W., Lin, Y. & Li, C.Q. (2018). Effects of landscape design on urban microclimate and thermal comfort in tropical climate. *Advances in Meteorology*. *Article ID 2809649*.

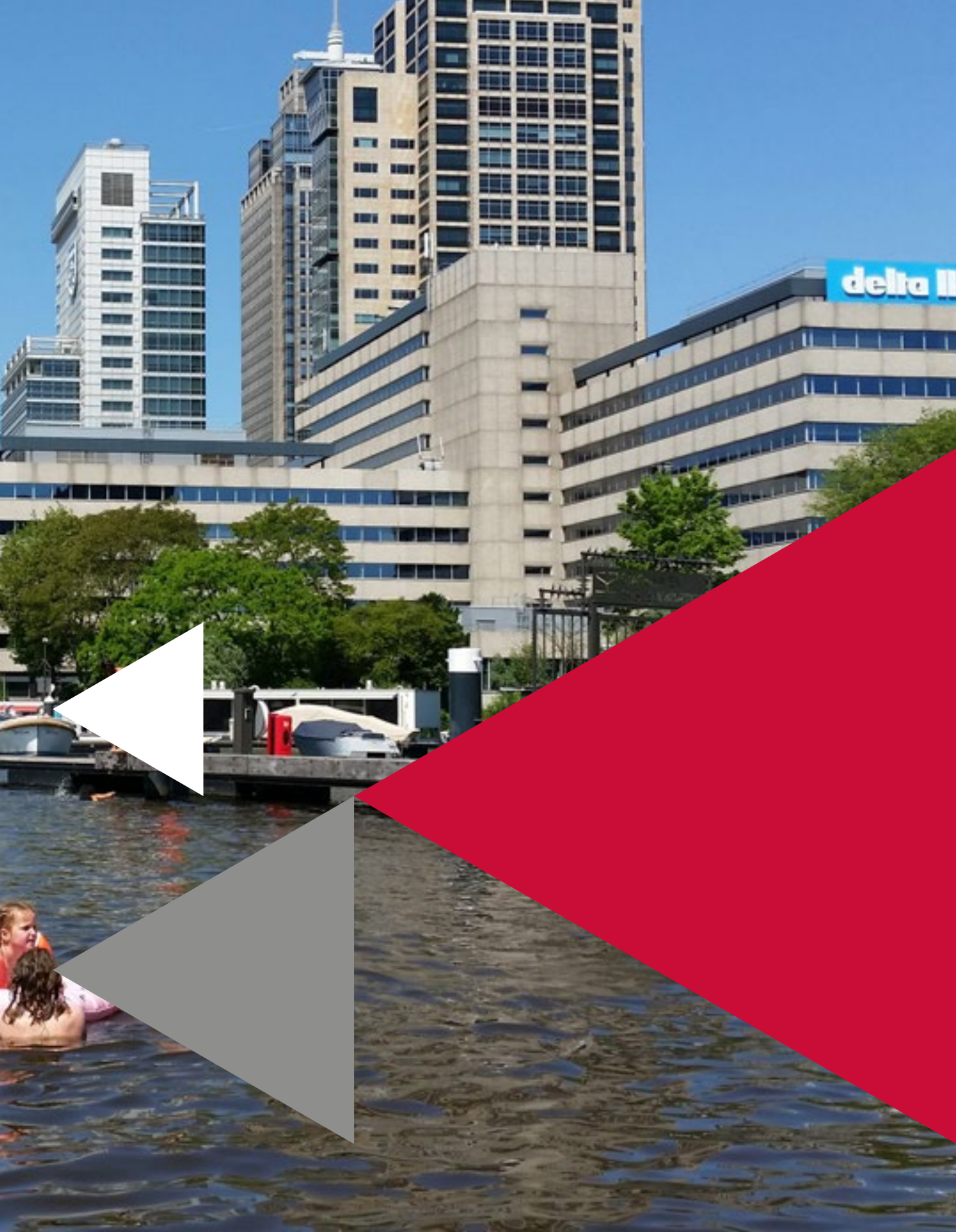
Yang, F., Qian, F. & Lau, S.S.Y. (2013). Urban form and density as indicators for summertime outdoor ventilation potential: A case study on high-rise housing in Shanghai. *Building and Environment, 70,* 122-137.

Zhang, J., Mohegh, A., Li, Y., Levinson, R. & Ban-Weiss, G. (2018). Systematic comparison of the influence of cool wall versus cool roof adoption on urban climate in the Los Angeles Basin. *Environ Sci Technol*, *52*, 11188-11197.

Zhang, C., Wang, Y. & Hamilton, K. (2011). Improved Representation of Boundary Layer Clouds over the Southeast Pacific in ARW-WRF Using a Modified Tiedtke Cumulus Parameterization Scheme. *Mon. Wea. Rev*., *139*, 3489-3513. https://doi.org/10.1175/MWR-D-10-05091.1

Bijlagen




delta

Bijlage 1: Hitterisico-voor-de-menskaart

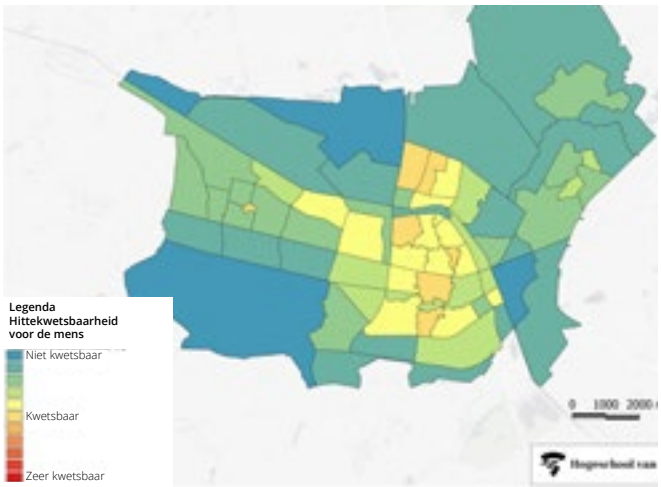
Ongeveer 50% van de geïnterviewde gemeenten gaf in 2018 aan behoefte te hebben aan een hittekaart die een prioritering (in tijd of ruimte) mogelijk maakt op basis van hitterisico's voor de mens. Wij ontwikkelden daarom een hitterisicokaart op gemeenteschaal waarmee je op buurtniveau een prioritering zou kunnen maken.

Er zijn meerdere informatiebronnen nodig om het hitterisico weer te geven. Voor het weergeven van de klimaatgebeurtenis gebruik je temperatuurkaarten. Hiervoor zijn de twee basiskaarten uit de gestandaardiseerde stresstest geschikt (paragraaf 2.4.2). De blootstelling is te bepalen met inwoneraantallen en functies van gebouwen (in gebouwen met airco zijn mensen overdag niet blootgesteld aan hitte). De gevoeligheid bepaal je door de gevoelige groepen (bijvoorbeeld eenzamen, ouderen, daklozen) in kaart te brengen. De mate van aanpassingsmogelijkheid hangt af van opleidingsniveau (mogelijkheid om gedrag aan te passen) en inkomen (mogelijkheid om zonwering aan te schaffen) en is in kaart te brengen met statistieken op wijk- of buurtniveau.
In dit onderzoek hebben we een hittekwetsbaarheid-voor-de-menskaart (figuur b.1) ontwikkeld, gebaseerd op vier factoren die bijdragen aan de hittekwetsbaarheid:

1) Gevoelstemperatuur overdag buiten (blootstelling)
2) Aantal inwoners (blootstelling)
3) % inwoners > 65 jaar (gevoeligheid)
4) % inwoners met inkomen onder sociaal minimum (vermogen tot adaptatie)

Deze factoren zijn geschaald van 1:10 en vervolgens gelijk gewogen. Als uitbreiding kun je bijvoorbeeld ook de gebouwen met kwetsbare functies per aantal inwoners weergeven. Kwetsbare functies zijn bijvoorbeeld bepaalde onderwijsgebouwen (scholen, kinderopvang, etc.) of gebouwen die gebruikt worden voor de zorg (ziekenhuizen, verzorgingshuizen, etc.).

Figuur b.1 geeft een beeld van de manier waarop het hitterisico voor de mens ruimtelijk verdeeld is. De kaart geeft aanknopingspunten om verder over de hitteopgave na te denken. De kaart kan bijvoorbeeld gebruikt worden om een prioritering te maken van buurten waar moet worden geflyerd over de risico's van een hittegolf. Ook kan de kaart dienen als aanknopingspunt voor discussie over de aanpak van hitte.



Figuur b.1 Voorbeeld van een hitterisico-voor-de-menskaart voor Tilburg op buurtniveau.

Bijlage 2: De thermal walk

Een thermal walk is een onderzoeksmethode die inzicht geeft in stedelijke hitte door deze te meten en te ervaren. Een thermal walk kan antwoord geven op vragen als: *hoe heet of koel is een winkelstraat, een woonwijk, een bepaalde looproute door de stad of een stationsgebied? Welke aanpassingen zijn nodig voor meer verkoeling? Welke factoren bepalen of de buitenruimte heet of koel is, en welk van deze factoren kunnen worden meegenomen in een hittebestendig ontwerp?* Een thermal walk kan eigenlijk op twee manieren professionals helpen die werken aan een hittebestendige inrichting van stedelijk gebied:

1. De methode geeft inzicht in het fenomeen hitte in de stad en in de principes en factoren die leiden tot een koele inrichtingsvorm.
2. De methode brengt de hittebestendigheid van een specifiek gebied in kaart en laat zien welke aanpassingen kunnen helpen bij het hittebestendig inrichten ervan.

Methodiek

De thermal walk onderzoekt de invloed van stedelijke inrichting op de thermische beleving van voetgangers die zich verplaatsen door een bepaald gebied. Het is een systematische aanpak om de manier waarop mensen de stedelijke buitenruimte ervaren te analyseren. De thermal walk is afgeleid van de methode *sense walking* (zintuigenwandeling) waarmee verschillende ervaringen zoals geluid of geur in kaart kunnen worden gebracht. De thermal walk helpt te begrijpen hoe verschillende factoren van invloed zijn op de ervaren temperatuur, dus of iemand het heet of koud heeft. De methodiek is grotendeels ontwikkeld door onderzoekers uit Engeland (Vasilikou & Nikolopoulou, 2013 en Vasilikou & Nikolopoulou, 2015). Tijdens een thermal walk bezoeken de deelnemers een aantal locaties in een bepaald gebied en onderzoeken zij de thermische situatie op deze locaties aan de hand van meteorologische metingen en een vragenlijst.

De meteorologische metingen worden opgeslagen of direct ingetekend op een grafiek in de vragenlijst en brengen de lucht- en gevoelstemperatuur van het gebied in kaart. Vooral de gevoelstemperatuur (in het Engels *thermal sensation*) is een bepalende indicator voor een koele plek. Van belang is bijvoorbeeld of een locatie in de zon of schaduw ligt, of het er waait en of er asfalt of gras ligt. Al deze factoren bepalen het microklimaat van de locatie en worden gemeten als luchttemperatuur, straling, windsnelheid en luchtvochtigheid. Hiermee wordt de gevoelstemperatuur berekend. De gevoelstemperatuur neemt over het algemeen toe bij minder wind en meer zonnestraling. Er bestaan sensoren die al deze meteorologische variabelen meten en die tijdens een thermal walk eenvoudig kunnen worden meegenomen, bijvoorbeeld de Kestrel 5400.

Naast luchttemperatuur en gevoelstemperatuur richt de thermal walk zich op de thermische beleving – dus hoe de deelnemers een bepaalde locatie thermisch gezien ervaren. Op elke locatie noteren de deelnemers de antwoorden op vragen uit de vragenlijst die gericht zijn op thermische beleving, zoals:

- Hoe warm voelt het aan? Antwoord in °C.
- Hoe voel je je op deze locatie: koud, fris, neutraal, warm, heet?
- Hoe ervaar je deze omgeving thermisch gezien: aangenaam, onaangenaam, erg onaangenaam?
- Welke factoren beïnvloeden je thermische beleving van de omgeving?

Door de metingen en vragenlijsten te analyseren en met elkaar te bespreken, krijgen de deelnemers inzicht in de manier waarop een omgeving koeler en aangenamer kan worden ingericht.

Thermal walk in Amsterdam

Tijdens het festival WeMakeThe.City 2019 gebruikten we de thermal walk om de hittebestendigheid van de looproutes op het Marineterrein in Amsterdam nader te onderzoeken en om de aanwezige deelnemers inzicht te geven in de principes en factoren die leiden tot een hittebestendige inrichting. In groepen van 10 onderzochten de deelnemers de thermische situatie op vier verschillende locaties op dit terrein: op een steiger aan het water, in een schaduwrijk parkje, onder een boom op straat en in een verharde zonnige omgeving. Onder de deelnemers waren beleidsadviseurs, ruimtelijk ontwerpers en klimaatexperts. Uit hun reacties bleek dat de thermal walk een goed middel is om stedelijk ontwerpers te laten verkennen en ervaren wat de invloed van groen, water en ruimte kan zijn op de luchttemperatuur, de gevoelstemperatuur en de thermische beleving. Eye-openers voor de aanwezigen waren dat de luchttemperatuur op de verschillende locaties niet sterk van elkaar verschilde en dat schaduw de gevoelstemperatuur sterk kan verlagen. De deelnemers waren verrast dat het water niet als koelste plek gemeten en ervaren werd. Hier speelde mee dat deze locatie in de volle zon lag en er weinig wind stond.

Daarnaast bleek uit de reacties dat de thermal walk een mooi instrument kan zijn om het onderwerp hitte met collega's en gemeentebesturen te verkennen en de risicodialoog te starten. Kortom, de thermal walk is een nuttige tool die kan bijdragen aan de realisatie van de hittebestendige stad. Meer resultaten van deze thermal walk zijn terug te lezen in het rapport van Caverzam Barbosa en Klok (2020).



Bijlage 3: Mobiele metingen

Onderzoekers en studenten van Hanzehogeschool Groningen hebben van 2017 tot 2019 een mobiele meetset ontwikkeld (zie figuur b.2a) waarmee studenten het fenomeen hitte in de stad kunnen onderzoeken. Deze fietssensor kan worden gebruikt om al rondrijdend de luchttemperatuur, infraroodtemperatuur, lichtintensiteit, luchtvochtigheid en windsnelheid te meten. Het uiteindelijke doel is de ontwikkeling van een meetset om data te verkrijgen waarmee hittemodellen kunnen worden gevalideerd en het verkoelende effect van maatregelen kan worden vastgesteld.

Een vroeg prototype van deze sensor (dat alleen luchttemperatuur en luchtvochtigheid meet) is in het voorjaar van 2018 gebruikt door een groep studenten van de RUG om onderzoek te doen naar gezonde en ongezonde plekken in verschillende wijken en naar de verkoelende effecten van blauw-groene maatregelen. In de zomer van 2018 is een volgende versie van de sensor gebruikt door een student van het Global Centre on Adaptation om voor de warmste dag van het jaar (25 juni 2018) data te verzamelen om hittemodellen te kunnen verifiëren. Deze versie van de mobiele sensor registreerde ook lichtintensiteit en luchtvochtigheid. Op basis van de metingen is een schatting gemaakt van de PET-waarden. Nader onderzoek is nodig naar hoe goed de PET-waarden zijn bepaald. Daarnaast zijn deze sensoren gebruikt om verschillende groepen studenten kennis te laten maken met het fenomeen hitte in de stad en het meten van hitte. Zo is de sensor gebruikt om in Rotterdam doorsneden van stedelijke hitte te maken en is de sensor ingezet om in Malmö en Peru lokale kennispartners te helpen met het in kaart brengen van lokale hitteproblematiek. Figuur b.2b,c,d geeft een indicatie van de meetresultaten.



A. Hittesensor



B. Hittepatronen in Groningen



C. Hittepatronen in Malmö



D. Hittepatronen in Rotterdam

Figuur b.2 Hittesensor (A) en hittepatronen in Groningen (B), Malmö (C) en Rotterdam (D).

De metingen met de fietssensoren in de stad Groningen bieden de mogelijkheid om snel enig inzicht te krijgen in de stedelijke hitte. De fietssensor is makkelijk en op elke fiets aan te brengen, en biedt daardoor ook mogelijkheden voor participatie en burgerwetenschap. Tijdens workshops omtrent hittestress kan het een verfrissende manier zijn om onderzoekers, lokale professionals en bewoners bij elkaar te laten komen en gezamenlijk data te verzamelen. Dat vergroot niet alleen hun kennis en bewustzijn, maar biedt ook de kans om een sterke relatie met lokale gemeenschappen op te bouwen. De ervaringen in Groningen, Rotterdam, Malmö en Peru tot nu toe laten zien dat het gezamenlijk in kaart brengen van het probleem de relaties tussen de deelnemers versterkt. Tegelijkertijd kunnen deelnemers een sterkere band met de lokale omgeving opbouwen. Dit kan helpen om de discussie tussen verschillende actoren te bevorderen, en tot gezamenlijk gedragen oplossingen te komen.

Bijlage 4: Selectie gemeente

Selectie van een representatieve gemeente om het effect van hittemaatregelen te kwantificeren: Breda

Effecten van maatregelen tegen hitte zijn gekwantificeerd voor een stad die op grond van belangrijke eigenschappen voor de opbouw van hitte als een 'gemiddelde' Nederlandse stad kan worden beschouwd. De hittebepalende kenmerken die we daarvoor hebben gekozen zijn de groenfractie en de mate van verharding binnen de gemeentegrenzen.

De gegevens komen uit de database van de Europese Urban Atlas 2012, met data over de periode 2011-2013 (https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/urban-atlas-2012). Deze atlas bevat betrouwbare en op Europese schaal vergelijkbare gegevens met een hoog oplossend vermogen, voor gemeenten met een bevolkingsomvang van 100.000 of meer. De fracties zijn bepaald aan de hand van hoogwaardige satellietgegevens, aangevuld met lokale data over gebiedsfuncties (bijvoorbeeld wegen, openbare voorzieningen, nutsbedrijven) en beschikbaar kaartmateriaal.

Voor Nederland gaat het om 50 gemeenten; voor 37 daarvan zijn er in deze versie van de atlas gegevens beschikbaar over de groenfractie en verharding.
De groenfractie en de mate van verhardingen zijn gesorteerd naar grootte (zie tabel b.1). Vervolgens is voor beide kenmerken bepaald welke gemeenten zich zowel qua groenfractie als qua verharding rond de middelste waarde bevinden. Ongeveer 50% van de gemeenten heeft een grotere waarde voor het kenmerk en de andere 50% een kleinere. Omdat normaal gesproken geen enkele stad precies de middelste waarde voor beide kenmerken zal vertegenwoordigen, is gezocht naar gemeenten in een wat grotere groep rond dit 50%-punt voor de twee kenmerken, namelijk tussen het 40%- en 60%-punt.
Van de onderzochte 37 gemeenten zaten Breda, 's-Hertogenbosch en Velsen voor zowel groenfractie als mate van verharding in de groepen rond de middelste waarde. Omdat Velsen direct aan de kust ligt is deze gemeente minder representatief. Uiteindelijk is er voor Breda gekozen als representatieve stad op het gebied van hitte, omdat de gegevens van deze stad die voor de berekeningen nodig zijn goed beschikbaar waren.

Tabel b.1 Groenfractie en verhardingsgraad in 37 Nederlandse gemeenten met een bevolkingsomvang van 100.000 of meer. De tabel is gesorteerd op beide kenmerken. De met blauw gemarkeerde namen geven gemeenten aan in de middelste 20 procent van een kenmerk, rond het 50%-punt. Donkerblauw gemarkeerde gemeenten komen voor beide kenmerken vóór in de groep van de middelste 20 procent. Er is sprake van enige (negatieve) correlatie tussen groen en verharding, maar die is zeker niet perfect, omdat delen die niet groen zijn niet verhard hoeven zijn (bijvoorbeeld water, kale grond, sommige stukjes groen in stadsdelen die op macroniveau als verhard worden beschouwd). Daarom ook is groenfractie + verhardingsgraad niet gelijk aan 100%.

Gemeente	Groenfractie	Gemeente	Verharding
Amstelveen	39.08	Ede	17.11
Hilversum	38.33	Amstelveen	30.12
Apeldoorn	37.68	Lelystad	30.87
Deventer	36.61	Apeldoorn	31.03
Ede	36.23	Deventer	32.76
Zwolle	35.70	Arnhem	35.95
Alphen aan den Rijn	33.02	Zwolle	37.80
Arnhem	32.85	Haarlemmermeer	38.97
Bergen op Zoom	32.71	Enschede	39.13
Middelburg	32.23	Bergen op Zoom	39.22
Enschede	32.15	Almere	39.59
Lelystad	30.52	Hilversum	39.62
Venlo	30.28	Alphen aan den Rijn	39.89
Alkmaar	29.62	Roosendaal	40.75
Almelo	29.02	**Breda**	41.50
's-Hertogenbosch	28.95	**Velsen**	42.03
Breda	28.53	Nijmegen	42.72
Roosendaal	28.03	**'s-Hertogenbosch**	43.24
Amersfoort	27.84	Middelburg	43.55
Heerlen	26.82	Zaanstad	43.89
Dordrecht	26.65	Leeuwarden	44.33
Velsen	25.88	Purmerend	44.34
Almere	25.79	Dordrecht	44.42
Hengelo	25.14	Amsterdam	44.53
Purmerend	23.95	Amersfoort	45.65
Tilburg	23.82	Venlo	46.55
Nijmegen	22.62	Tilburg	47.42
Leeuwarden	22.46	Alkmaar	48.47
Zaanstad	22.45	Hengelo	48.61
Gouda	22.40	Almelo	48.79
Maastricht	22.32	Maastricht	50.28
Haarlem	20.76	Gouda	51.48
Amsterdam	20.33	Hoorn	52.30
Hoorn	19.90	Heerlen	53.21
Haarlemmermeer	19.37	Haarlem	53.61
Leiden	19.05	Leiden	53.71

Bijlage 5: Technische beschrijving van weermodel WRF

Voor de berekeningen op stadsschaal hebben wij het *Weather Research and Forecasting model* (WRF) gebruikt. De hier toegepaste versie (Advanced Research WRF, ARW, versie 3.7.1) is een zogenoemd niet-hydrostatisch weermodel met een hoog oplossend vermogen in het aandachtsgebied, in dit geval de regio Breda. De principes van WRF zijn beschreven door Skamarock et al. (2008). Het model wordt vaak ingezet in onderzoek naar stadsklimaat. In Nederland zijn onlangs de mogelijkheden verkend van weersverwachtingen voor stedelijk gebied op basis van WRF (Ronda et al., 2017). Van de reken-infrastructuur die daarvoor nodig is (model setup, krachtige computer met landgebruiksdatabase Nederland en omgeving, databases stedelijk gebied), is in deze studie gebruikgemaakt.

WRF zoomt in op Breda door vanuit een buitendomein dat een groot deel van de regio rond deze stad omspant, via een middendomein naar een zogeheten binnendomein te werken met hoog oplossend vermogen (zie figuur b.3). Het oplossend vermogen in het buitendomein is 2,4 km, toenemend naar 0,6 km in het middendomein en 0,15 km in het binnendomein. Door van dit zogeheten *nesting*-principe gebruik te maken kan WRF rekening houden met de weersfactoren buiten de stad, zoals de aanvoer van lucht vanuit andere landsdelen of vanuit de zee.
De omstandigheden aan de randen van het buitendomein en aan het aardoppervlak moeten ook bekend zijn. Deze zijn gespecificeerd op basis van weergegevens uit het archief van het Europese Centrum voor Weersverwachtingen op de Middellange Termijn (ECMWF, in Reading). Deze zesuurlijkse gegevens vormen een slimme combinatie van verschillende soorten waarnemingen met berekeningen van het weermodel van het ECMWF. Dit weermodel wordt algemeen beschouwd als het beste weermodel ter wereld. Al met al ontstaat een zeer betrouwbaar beeld van de toestand van de atmosfeer in een gegeven periode. Deze toestand vertaalt WRF vervolgens vanuit de randen van het buitendomein naar het binnendomein rond Breda.

In WRF kun je kiezen tussen verschillende rekenschema's. De keuze voor een bepaald schema kan de resultaten beïnvloeden (Jin et al., 2010; Panda en Sharan, 2012). Wij hebben hier de CONUS-set gebruikt, die intensief is getest en ontwikkeld voor onder andere de hier gebruikte versie van WRF (Skamarock, 2019). De CONUS-set bestaat uit een aantal gekoppelde rekenschema's voor verschillende interacties en processen die het weer uiteindelijk meebepalen. Hieronder vallen een rekenschema voor de berekening van het transport van bijvoorbeeld warmte en waterdamp in de onderste lagen van de atmosfeer (Janjic, 1994), een schema om zeer kleinschalige processen te kunnen doorrekenen (Thompson et al., 2008), berekeningen van zonnestraling en warmtestraling (Iacono et al., 2008), berekeningen van wolkenvorming en neerslag (Tiedtke, 1989; Zhang et al., 2011) en een model om de interactie tussen de atmosfeer en het landoppervlak te beschrijven (Tewari et al., 2004). Het model voor landoppervlakteprocessen dat we hier hebben gebruikt (Unified Noah Land Surface Model) maakt het mogelijk om per oppervlaktecel verschillende soorten landoppervlak te onderscheiden en de invloed daarvan op de atmosfeer te wegen. Hier onderscheiden we maximaal 3 typen per cel.

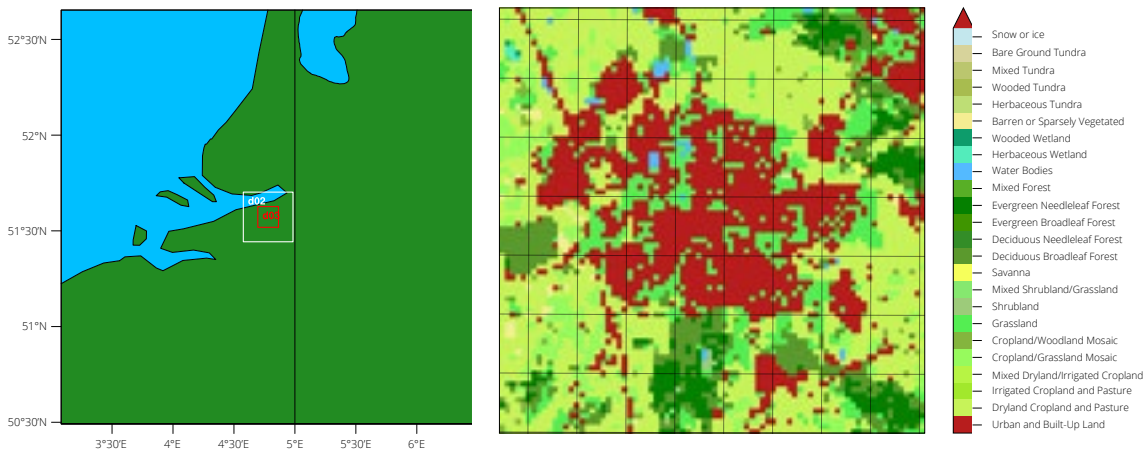
Voor stedelijk gebied is gerekend met het Single Layer Urban Canopy Model (SLUCM). SLUCM beschrijft gebouwd gebied op basis van één verticale laag en van gemiddelde kenmerken per roostervlak (Kusaka & Kimura, 2004; Kusaka et al., 2001). Stedelijke kenmerken zijn dus zeer vereenvoudigd. Binnen stedelijk gebied berekent het model effecten van:

- schaduwwerking van gebouwen;
- reflectie en absorptie van straling;
- de wind en het verloop daarvan met de hoogte;
- warmteoverdracht tussen lucht en gebouwen (wanden, daken) en lucht en straten.

Verder is er een optie om het effect van groene daken door te rekenen.

Voor de definitie van landgebruik buiten Nederland is de Corine-database gebruikt (EEA, 2002). Landgebruik binnen Nederland is gebaseerd op LGN6 (Hazeu et al., 2010) en LGN7 (Hazeu et al., 2014). De landgebruiksdata kunnen niet rechtstreeks worden gebruikt in WRF, omdat de landgebruiksclassificering in WRF niet overeenkomt met die van Corine en LGN. De Corine-data zijn daarom gereclassificeerd volgens Pineda et al. (2004), de LGN-data volgens de methode van Daniels et al. (2016).

In plaats van overal de standaardclassificatie voor bebouwd gebied te gebruiken, onderscheiden we urbaan en suburbaan gebied in het midden- en binnendomein. Dit komt overeen met de categorieën voor urbaan gebied die in WRF beschikbaar zijn. Voor de modelberekeningen hebben we bepaald welk type in elke modelcel voorkomt. Het onderscheid tussen de urbane gebieden hebben we gemaakt door Breda te classificeren in termen van wijktypen volgens Kleerekoper (2016) en op basis van de groenfractie in de wijk. Voor elke modelcel van 150 m x 150 m is het dominante wijktype bepaald, samen met de groenfractie. Dat laatste is gebeurd aan de hand van de landgebruikskaart van Nederland, LGN6 voor peiljaar 2007 (Hazeu et al., 2010; zie figuur b.3).



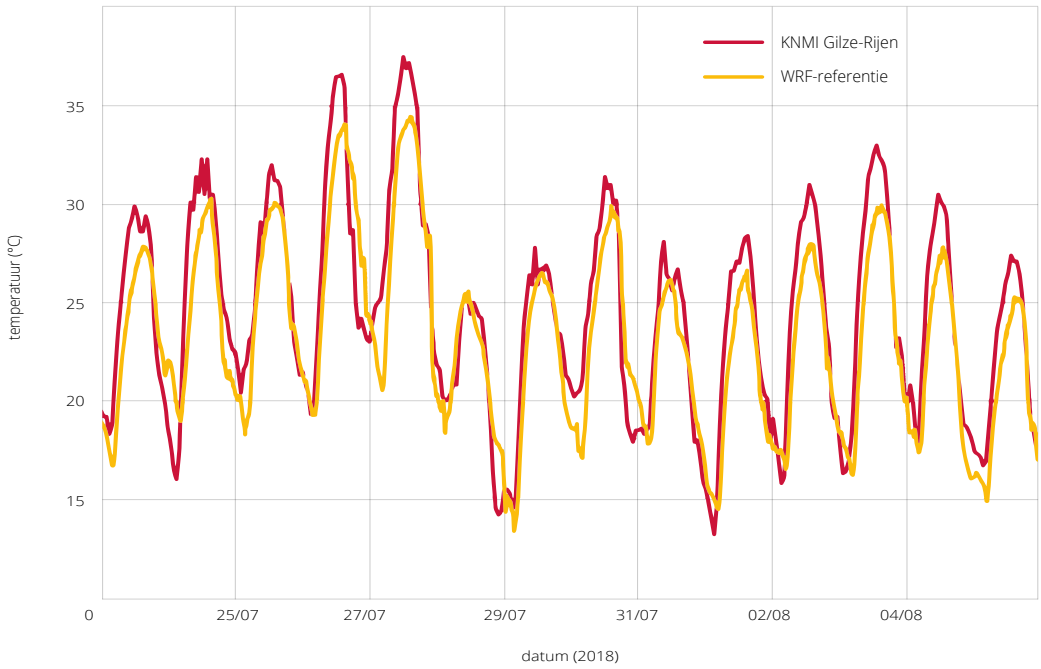
Figuur b.3 Inzoomen op Breda met weermodel WRF.

Het oplossend vermogen van de LGN-kaarten is met 25 m hoog in vergelijking met het oplossend vermogen van WRF (150 m). De vertaling van Nederlands landgebruik naar landgebruik voor WRF is dus relatief goed. Desondanks wordt de werkelijke fractie groen in urbane gebieden onderschat, omdat bijvoorbeeld individuele bomen en tuintjes binnen stukjes van 25 m x 25 m wegvallen binnen gebieden die in LGN als urbaan zijn geclassificeerd. Deze onderschatting van groen in gebouwd gebied hebben we gecorrigeerd door een

percentage groen binnen zulk gebied aan te nemen. De fracties worden opgeteld bij de groenfractie die binnen een WRF-roostervlak via de LGN-landgebruikskaart is bepaald.

De gekozen scenario's voor de modelberekeningen verschillen in de hoeveelheid groen (vegetatie) die in de urbane, suburbane en rurale gebieden aanwezig is en in de fractie groene daken (zie bijlage 6).

Figuur b.4 vergelijkt voor het referentiescenario de door WRF berekende luchttemperatuur op een hoogte van 2 m met de waargenomen temperatuur op KNMI-station Gilze-Rijen. De maximumtemperatuur was in de hele doorgerekende periode hoger dan 25°C. Op 9 van de 14 dagen bereikte de temperatuur maxima van 30°C of hoger, waarvan op twee dagen hoger dan 35°C volgens de waarnemingen. Minima waren vooral aan het begin vaak 20°C of hoger en in de nacht van 26 op 27 juli bleef het kwik zelfs steken op ruim 23°C.
Over het algemeen worden de temperatuurtrends door het model realistisch berekend. Dag-tot-dagverschillen worden door het model goed gevolgd. De maximumtemperaturen lijken echter systematisch te worden onderschat, met verschillen variërend tussen 0 en ongeveer 3°C. Zo worden maxima van 35°C volgens het model niet bereikt. De minima worden soms onderschat en soms overschat.
De verschillen zijn acceptabel. Naast onvermijdelijke onvolkomenheden in het model kan ook het verschil in locatie tussen het referentiepunt ten zuidoosten van Breda en Gilze-Rijen tot afwijkingen tussen model en waarnemingen leiden, bijvoorbeeld door verschillen in de bodem en vegetatie. Verder zijn mogelijke systematische afwijkingen minder relevant zodra niet de absolute waarden maar de verschillen in temperatuur tussen scenario's worden geanalyseerd.



Figuur b.4 Vergelijking tussen de door WRF gesimuleerde luchttemperatuur (referentiescenario) en de waarnemingen van KNMI-station Gilze-Rijen, voor 23 juli – 6 augustus 2018.

Bijlage 6: Scenarioberekeningen voor Breda met WRF

Ontwikkeling van de scenario's

Modelberekeningen zijn uitgevoerd voor de periode 23 juli – 6 augustus 2018. Dit was een extreem warme periode in Nederland (zie ook bijlage 5, technische beschrijving van WRF). Alle hierna beschreven scenario's gaan uit van precies dezelfde weerkundige situatie en andere achtergrondgegevens voor deze periode. Modelresultaten zijn beschikbaar per kwartier maar voor ons doel gemiddeld over langere periodes.

Het stadsmodel van WRF onderscheidt, naast het type "ruraal", twee typen stedelijk gebied, "urbaan" en "suburbaan". Het onderscheid tussen de urbane gebieden is gemaakt door Breda te classificeren in termen van wijktypes volgens Kleerekoper (2016) en op basis van de groenfractie in de wijk (zie tabel b.2).

Tabel b.2 Vertaling van wijktype volgens Kleerekoper (2016) en uit landgebruik geschatte groenfractie naar in het model gebruikt urbaan type. Niet alle door Kleerekoper (2016) onderscheiden wijktypes komen voor in Breda. Deze zijn uit de tabel weggelaten.

Dominante wijktype	Fractie groen	Type
Historische binnenstad	30%	Urbaan
Vooroorlogs bouwblok	23%	Urbaan
Tuindorp	39%	Suburbaan
Volkswijk	17%	Urbaan
Naoorlogse woonwijk	42%	Suburbaan
Bloemkoolwijk	43%	Suburbaan
Hoogbouw	24%	Urbaan
Vinex	56%	Suburbaan
Villawijk	60%	Suburbaan
Bedrijventerrein	59%	Suburbaan
Buitengebied	89%	Ruraal

De in de tabel gegeven fractie groen is uit landgebruikskaarten (LGN6; Hazeu et al., 2010) gehaald en weegt alleen grote groene stukken zoals parken en sportvelden mee. Voor als urbaan of suburbaan geclassificeerde stukjes houden we daarbij rekening met de aanwezigheid van kleine stukjes groen zoals bomen en tuintjes via een extra fractie groen die per type aan het begin van de berekeningen wordt vastgelegd. De scenario's voor de modelberekeningen verschillen in deze fractie voor kleine vegetatie binnen de urbane types. Verder voegen we in de twee groenere scenario's groene daken toe:

1. **Referentie**: Fractie groen in urbane gebieden is 15% en in suburbane gebieden 30%; er zijn geen groene daken.
2. **Groener**: Fractie groen in urbane gebieden is 25% en in suburbane gebieden 40%; 12,5% van de daken is groen.

3. **Groenst**: Fractie groen in urbane gebieden is 35% en in suburbane gebieden 50%; 25% van de daken is groen.
4. **Grijzer:** deze zijn gebaseerd op een ander landgebruik, LGN7 voor peiljaar 2012 (Hazeu et al., 2014), waarin juist meer gebouwd gebied is te vinden in de regio Breda dan in 2007. Fractie groen in urbane gebieden is 5% en in suburbane gebieden 20%; er zijn geen groene daken.

Effecten van de scenario's op hitte in en rond Breda zijn geëvalueerd aan de hand van de luchttemperatuur op 2m hoogte. Deze hoogte is de standaardhoogte voor temperatuurwaarnemingen op weerstations buiten de stad. De analyses betreffen vooral de warmste dag uit de gesimuleerde periode, 27 juli 2018. Voor die dag vergelijken we de maximum- en minimumtemperaturen van de gemodelleerde scenario's. Daarbij geven we het ruimtelijk beeld van de verschillen in luchttemperatuur over het hele binnenste domein van WRF.

Resultaten

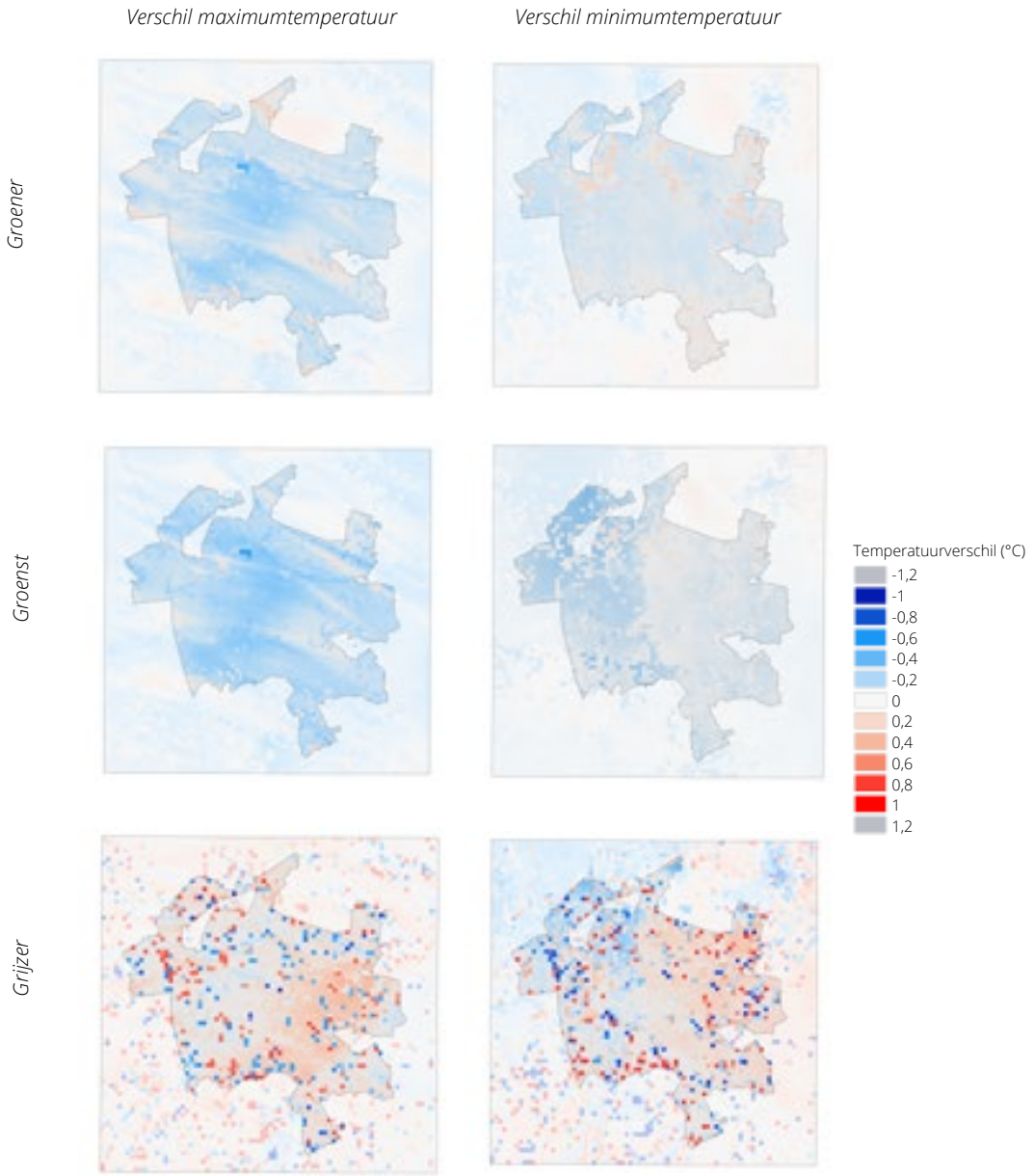
Figuur b.5 laat de patronen van de berekende temperatuurverschillen tussen het referentiescenario en de andere scenario's (Groener, Groenst en Grijzer) zien voor 5 uur 's nachts en 15 uur 's middags op 27 juli. Deze tijdstippen zijn representatief voor respectievelijk de minimum- en maximumtemperatuur. Negatieve verschillen geven verkoeling aan. De resultaten suggereren dat vergroening weliswaar verkoeling oplevert, maar dat de grootte van de effecten opmerkelijk gering is (zie paragraaf 3.3.2). In de verschillen is geen duidelijk door verschillen in stedelijke eigenschappen verklaarbaar patroon zichtbaar. Dit komt waarschijnlijk door atmosferische menging, zowel horizontaal als verticaal.

De verlaging van de maximumtemperatuur bedraagt zeer lokaal maximaal 0,58°C in Groener en 0,64°C in Groenst. Het is verrassend dat in beide scenario's de temperatuur op sommige plekken (20% van het domein bij Groen, 7,7% van het domein bij Groenst) enigszins toeneemt, tot maximaal 0,31°C bij Groener en 0,18°C bij Groenst. Het gemiddelde verschil in de maximumtemperatuur, berekend over het hele binnenste modeldomein zoals getoond in de figuur, bedraagt -0,06°C in Groener scenario en -0,11°C in Groenst. Als we alleen in het meer bebouwde gebied van Breda kijken (heldere uitsnede in de figuren) zijn de verschillen gemiddeld -0,09 voor Groener en -0,14 voor Groenst, met een ongeveer gelijke maximale lokale verkoeling, maar een iets kleinere maximale opwarming (0,19 °C bij Groener, 0,15 bij Groenst).

Ook het verschil in de nachttemperatuur, beoordeeld aan de hand van de minimumtemperatuur, blijft beperkt. Het gemiddelde verschil, berekend over het hele domein, bedraagt volgens WRF slechts -0,03°C in Groener en -0,07°C in het Groenst, met lokale uitschieters van -0,40°C en +0,38°C bij Groener en van -0,38°C en +0,27°C bij Groenst. Enige opwarming treedt op in een groter deel van het domein dan in het geval van de maxima (respectievelijk 36% en 18% bij Groener en Groenst). Binnen gebouwd gebied zijn de verschillen: gemiddelde -0,024 °C bij Groener en -0,077 °C bij Groenst. Uitersten zijn: -0,24 °C tot + 0,27 °C bij Groener en -0,38 °C tot + 0,18 °C bij Groenst.

Het Grijzer scenario laat enige opwarming zien. Dit is consistent met de resultaten volgens Groener en Groenst. Gemiddeld over het domein bedraagt het verschil in de maximumtemperatuur 0,07°C en in de minimumtemperatuur 0,02°C. In dit scenario verschilt ook het landgebruik via de onderliggende verschillen in landgebruikskaart. Op sommige plekken is dat verschil erg groot. Op zulke plekken komen

temperatuurverschillen van enkele graden voor, tot ruim 7°C verkoeling of opwarming. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer water is vervangen door gebouwd gebied, of omgekeerd. In de figuren zijn zulke extreme verschillen met een grijze kleur aangegeven omdat het achterliggende patroon anders teveel verstoord zou raken.



Figuur b.5 Door WRF berekende ruimtelijke patronen van de temperatuurverschillen tussen de verschillende scenario's en de referentiesituatie, op 27 juli 2018. Van boven naar beneden: Groener, Groenst en Grijzer; Links: verschillen voor maximumtemperatuur; rechts, verschillen voor minimumtemperatuur. Negatieve verschillen duiden op verkoeling.

Bijlage 7: Voorbeelden hittebeleid

Het hittebeleid van gemeenten en provincies kan verschillen en is aan verandering onderhevig door de ontwikkelingen in klimaatscenario's en adaptatiebeleid vanuit de Rijksoverheid. Het Nationaal Deltaprogramma Ruimtelijke adaptatie schrijft vanaf begin 2020 voor aan alle gemeenten beleid op hitte te hebben doorgevoerd en dit uit te voeren. Hitte is een relatief nieuw onderwerp, waar geen landelijke regels voor zijn. Tabel b.3 geeft enige voorbeelden van hittebeleid en veranderingen in de tijd.

Tabel b.3 Voorbeelden van richtlijnen voor een hittebestendige stad van gemeenten en provincies.

Overheid	**Beleid**	**Visie**	**Richtlijn**	**Temperatuur**
Gemeente Amsterdam 2020	Strategie Klimaatadaptatie Amsterdam > "Het bepalen of streefwaarden op het gebied van hitte realistisch/noodzakelijk zijn; > Verbanden onderzoeken tussen hitteproblematiek en de problematiek vanuit de andere thema's (droogte, wateroverlast en overstromingen). Op basis daarvan prioriteiten en knelpunten bepalen en oplossen; > Effecten van hittestress voor objecten/panden met een vitale functie zoals ziekenhuizen en scholen in beeld brengen en de grootste knelpunten onderscheiden; > Inzet op het vergroenen van de buitenruimte, daken en gevels, in het bijzonder op plekken waar overlast door hitte het meest voorkomt (versteende en schaduwarme gebieden) om zo op natuurlijke wijze (i.p.v. mechanisch) te koelen; > Lokale "koele plekken/postzegelparken" (waaronder zwemlocaties zoals het Marineterrein) waar buurtbewoners kunnen afkoelen; > Communicatie om Amsterdammers bewust te maken van de problematiek rondom hitte, koele plekken in de stad en de maatregelen die zij zelf kunnen treffen in en rondom hun huis. > Inzet op materiaalsoorten die hittestraling niet opnemen (en dus ook niet later afgeven); > Hittebestendig bouwen en inrichten als eis bij het opstellen van stedenbouwkundige plannen en bij het ontwerpen van nieuwe gebouwen en buitenruimte". (Amsterdam, 2020)	x		

Overheid	Beleid	Visie	Richtlijn	Temperatuur
Gemeente Amsterdam 2019	> Goede en koele verbindingen met koele scheggen; > Schaduwrijke koele plekken creëren binnen verdichtende stad; > Koele plek binnen 300 meter van woning; > Grachten en plassen in zomer niet geschikt voor zwemmen, maar (afhankelijk van grootte, positie en groene inrichting) wel als koele plekken; > Bij stedenbouwkundig ontwerp moet rekening worden gehouden met mogelijkheden voor ventilatie; > Gebruik van materialen in de openbare ruimte die minder warmte vasthouden. (Werksessie Amsterdam 23-03-2019 o.l.v. Mirjam Koevoet)	x	x	
Gemeente Amsterdam 2015	"De gemeente Amsterdam heeft met de Structuurvisie Amsterdam 2040 vastgesteld actief samen te gaan werken aan een stedelijk gebied dat in de toekomst beter bestand is tegen wateroverlast door extreme regenval, door overstromingen en tegen toename van langere perioden van hitte en droogte." (gemeente Amsterdam, 2015)	x		
Gemeente Eindhoven 2018	Zorg dat de straat niet onnodig opwarmt en dat er voldoende plekken voor verkoeling zijn op het heetst van de dag. (een van de drie beleidsregels 'Klimaatrobuust (her)inrichten en ruimtelijk ontwikkelen' > "Tenminste 50% schaduw op het gedeelte van de weg waar gelopen wordt, op het heetste moment van de dag rekening houdend met de schaduwstand in zomer: met voorkeur voor natuurlijke schaduw (planten en bomen) in plaats van bouwkundige constructies (o.a. luifels); > Hoeveelheid schaduw op totale straat en/of plein, afhankelijk van gebruiksfunctie langzaam of snel verkeer en verblijfmogelijkheid; > Bij de materiaalkeuze aandacht voor kleur en dichtheid in verband met opwarming en warmteafgifte en albedo-effect: Onderscheid is daarbij in gevel en vloer met aandacht voor weerspiegeling; > Binnen het plangebied natuurlijke koele verblijfsplekken realiseren die maximaal 300 meter uit elkaar liggen op basis van de werkelijke loopafstand. Deze norm is gebaseerd op de kwetsbare groep (beperkt mobiele ouderen) en hoge intensiteit van de plek; > In een woongebied verminderen van hitte gedurende de nacht binnenshuis door aangepaste bouw waardoor hitte-eiland effect wordt beperkt." (gemeente Eindhoven, 2018)	x	x	
Gemeente Eindhoven 2016	"Verdamping stimuleren: Water dat in de bodem infiltreert verdampt tijdens droge perioden via de vegetatie (bomen, struiken en andere bodembedekkers). Verdamping draagt weer bij aan het verlagen van de luchttemperatuur, zodat hittestress wordt beperkt." (gemeente Eindhoven, 2016)	x		

Overheid	Beleid	Visie	Richtlijn	Temperatuur
Gemeente Haarlem 2017	"Voor perioden van droogte en/of hitte en lage grondwaterstanden delen partijen de ambitie dat in 2050 aantasting van funderingen, ongelijkmatige zetting en schade aan groen, aantasting van de gezondheid van mensen en van de leefbaarheid van de stad zoveel mogelijk wordt voorkómen en de stedelijke infrastructuren zoveel mogelijk blijven functioneren." (Gemeente Haarlem, 2017)	x		
Provincie Zuid-Holland 2019	> Tenminste 50% schaduw in het plangebied op de hoogste zonnestand voor verblijfsplekken en gebieden waar langzaam verkeer zich verplaatst; > Opwarming van stedelijk gebied verminderen: 40% van alle oppervlakken wordt warmtewerend ingericht; > Koeling van gebouwen leidt niet tot opwarming van de (verblijfs)ruimte in de directe omgeving. (De Wit et al., 2019)		x	x
Provincie Zuid-Holland 2018	> "Comfortabel buitenklimaat nieuwbouw: nieuwbouw + omgeving is gemiddeld 2ºC koeler dan vergelijkbare oudbouw-omgeving; > Comfortabel binnenklimaat nieuwbouw: de nachttemperatuur binnen komt bij 7 aaneengesloten warme dagen niet boven 21ºC; > De openbare ruimte levert verkoeling en heeft geen plekken die onnodig opwarmen." (Provincie Zuid-Holland, 2018)	x		x
Gemeente Nieuwegein 2019	> Klimaatadaptatie meekoppelen met andere ruimtelijke opgaven, zoals onderhoud en herstructurering van de openbare ruimte, onderhoud van groen en infrastructuur; > Uitgangspunt is een toelaatbaar verschil in temperatuur met het platteland op hete dagen van 3 tot 5°C; > Schaduw op maximaal 1 minuut loopafstand (gemeente Nieuwegein, 2019)	x		x
Gemeente Nieuwegein 2018	In bestemmingsplannen met verruimde reikwijdte en omgevingsplannen worden normen en beleidsregels opgenomen voor het omgaan met regenwater, en voor hittebestendig en waterrobuust bouwen" (gemeente Nieuwegein, 2018)	x		
Klimaattoets Noord-Brabant 1.0 2019	De Klimaattoets 1.0 is ontwikkeld om ontwerpen – in welke fase dan ook – te toetsen aan de mate van klimaatbestendigheid (Tauw, 2019)		x	x

Bijlage 8: Achtergronden hitterichtlijnen

Koele plekken

Deze bijlage ondersteunt paragraaf 4.2.3 met een overzicht van de meetlocaties en hun eigenschappen in tabel b.4, een overzicht van het aantal en leeftijd van de bezoekers per meetlocatie in figuur b.6 en de metingen die zijn uitgevoerd op 25-07-2019 in figuur b.7.

Tabel b.4 Meetlocaties met afmeting, plattegrond en een locatiefoto.

1. Fontein Linnaeusparkweg

> Oppervlak koelte: geen koele plek volgens GIS-analyse
> Oppervlak totaal: 900 m^2





2. Archimedeslaan

> Oppervlak koelte: 3000 m2
> Oppervlak totaal: 1900 m^2





3. Biothof

> Oppervlak koelte: geen koele plek volgens GIS-analyse
> Oppervlak totaal: 1700 m^2





4. Voltaplein

> Oppervlak koelte: 300 m^2

> Oppervlak totaal: 4800 m^2





5. Galileïplantsoen

> Oppervlak koelte: 3400 m^2

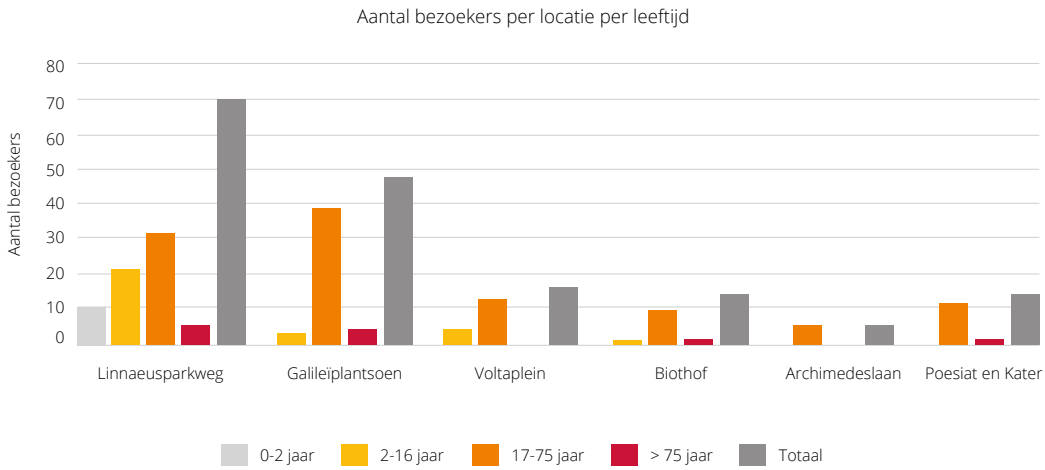
> Oppervlak totaal: 11.300 m^2





6. Referentiestation

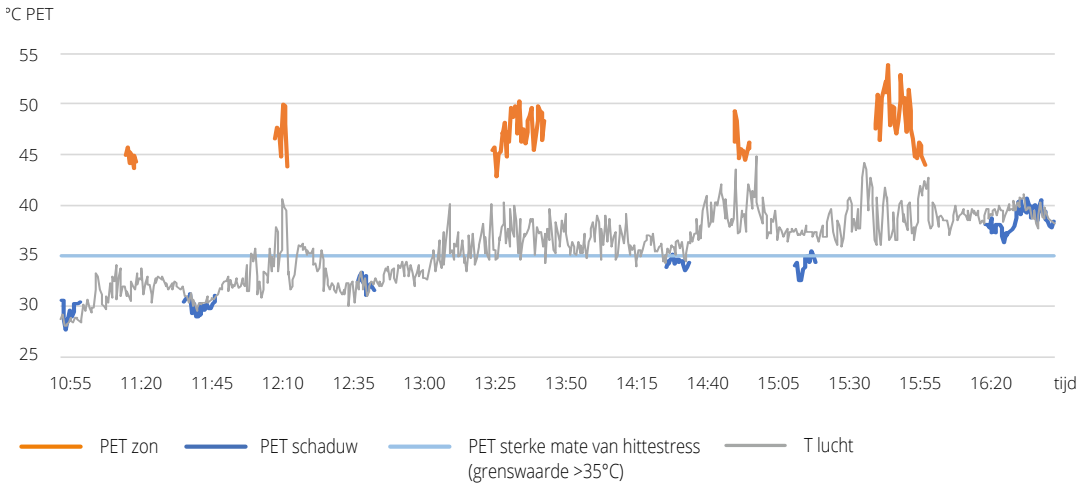




Figuur b.6 Het aantal bezoekers per koele plek, onderverdeeld in leeftijd en als totaal op 23 en 25 juli 2019 tussen 13:00 en 17:00 uur.

Metingen van 25 juli 2019

Op de heetste dag van de eeuw, 25 juli 2019, hebben we met maar één mobiel meetstation kunnen meten, zie figuur b.7. Omdat de meetdata van het referentiepunt op deze dag ontbreken, is deze dag niet meegenomen in de analyse van de interviews en observaties. Toch zijn de metingen van het ene meetstation interessant omdat dit een extreem hete dag was. De metingen geven aan dat zelfs op zulke hete dagen, rond het middag uur, als de gevoelstemperatuur PET in de zon al 45°C is, de PET in de schaduw onder de 35°C PET blijft Later in de middag (vanaf 15:00 uur) komt de PET hier wel bovenuit, net als bij de metingen op 23 juli. Dit valt mogelijk te verklaren door de opwarming van de verharding.



Figuur b.7 Metingen op de koele plekken in Middenmeer in Amsterdam met één mobiel meetstation in de zon en de schaduw op 25-07-2019.

Schaduw op loopgebieden

Tabel b.5 Percentage schaduw per wijktypologie op basis van drie steden (Amsterdam, Haarlem en Breda).

wijktype	gemiddeld % schaduw op loopgebied	Standaard deviatie* (%)
Villa	23	13
Historische binnenstad	36	7
Vooroorlogs bouwblok	33	7
Stedelijk bouwblok	37	7
Volkswijk	22	8
Tuindorp	27	4
Vernieuwd	19	9
Hoogbouw centrum	28	8
Tuinstad hoogbouw	29	12
Vinex	21	12
Bloemkoolwijk	23	11
Naoorlogse woonwijk	24	10
Tuinstad laagbouw	24	8
Totaal stad	27	

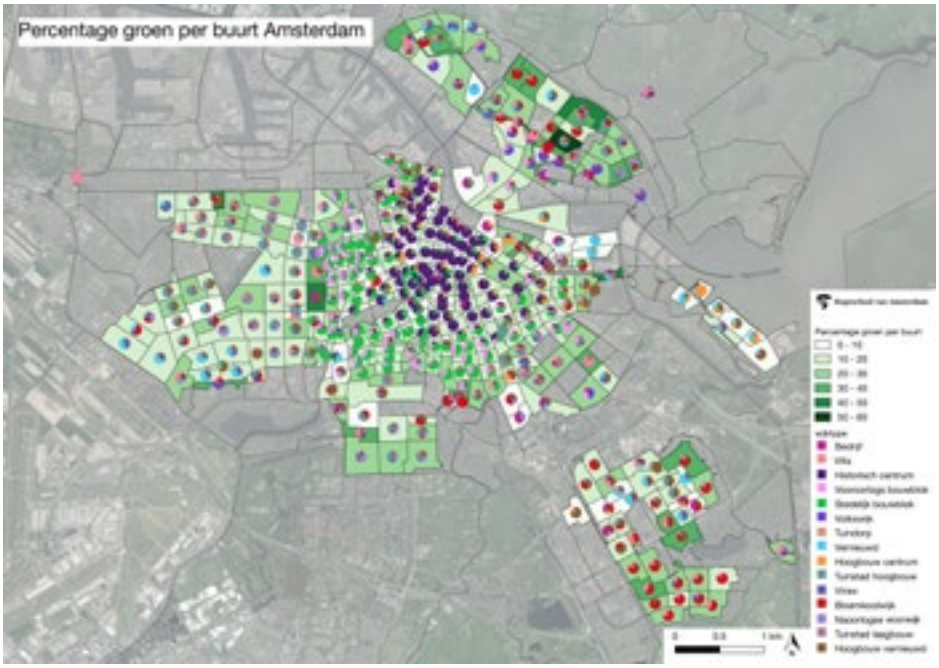
* Om een inzicht te geven in de spreiding van schaduw binnen een wijktype is de standaard deviatie berekend. Ondanks de niet geheel normaal verdeelde data geeft dit een eerste inzicht.

Percentage groen per wijktype

Methode

Voor dit onderzoek hebben we een methode ontwikkeld om het percentage groen per buurt vast te stellen. De zogenaamde vegetatiescan bestaat uit een infraroodluchtfoto waarmee de groenindex NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) is vastgesteld. Met AHN-data is de ruwheid van de gebieden gebruikt om groen te identificeren per buurt en postcode-6-gebied (PC6). Het percentage groen dat representatief is voor een wijktype bevat geen parken en hoofdwegen. Dat zijn voorzieningen die niet specifiek tot een wijktype van een buurt behoren. Wel is er een buffer van 10 meter binnen de rand rondom de hoofdwegen en parken meegenomen, omdat beplanting aan de rand van een park en langs wegen wel onderdeel uitmaakt van de buurt.

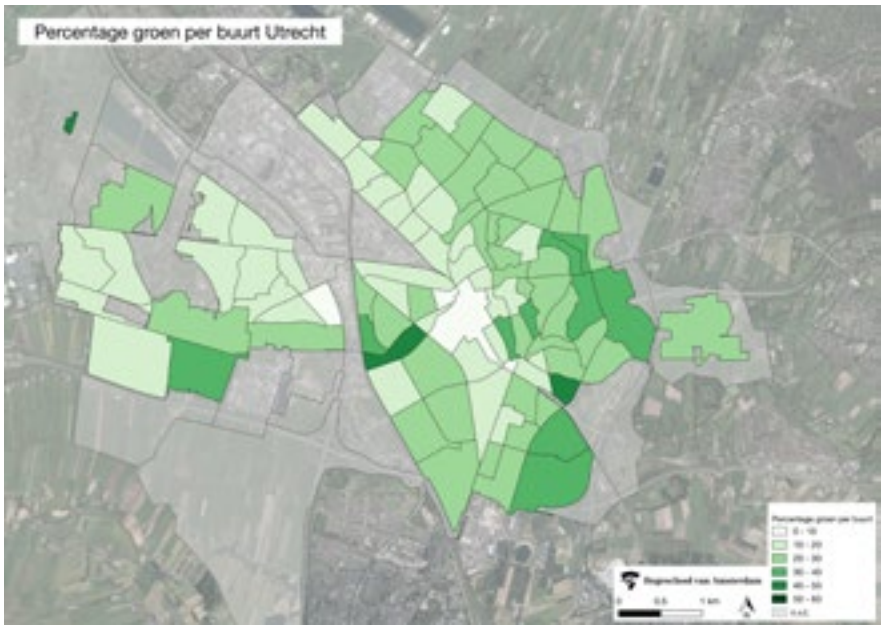
De analyse van het groenpercentage per wijktype hebben we zowel op PC6- en buurtniveau uitgevoerd, omdat we de verschillen in uitkomsten wilden zien. Voor PC6-gebieden is namelijk het wijktype veelal eenduidiger dan een buurt omdat een buurt vaak al een mix van verschillende typen is. Figuur b.8 geeft voor de stad Amsterdam het percentage groen en de variatie in wijktypen per buurt. Figuren b.8 t/m b.11 tonen het percentage groen per buurt voor de vier geanalyseerde steden. Elke buurt is onderverdeeld in PC6-gebieden. De groenwaarden die uit de PC6-analyse komen zijn het zuiverst. De verschillen tussen groenpercentage per wijktype op basis van PC6 of buurt blijken klein te zijn. Daarom hebben we besloten dat het groenpercentage per buurt voldoende nauwkeurig is voor deze eerste inschatting.



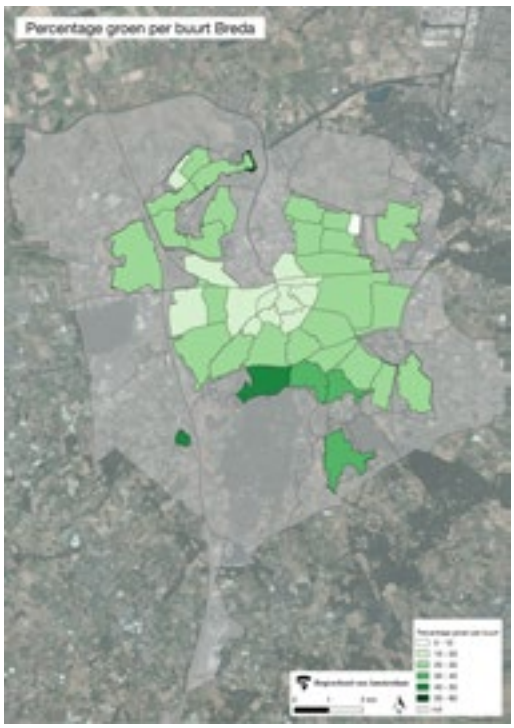
Figuur b.8 Gemiddeld percentage groen per buurt met verdeling van wijktype binnen de buurt.

Tabel b.6 Percentage groen per wijktypologie op basis van vier steden (Amsterdam, Utrecht, Haarlem en Breda) met daarin het aandeel groen op privaat en openbaar terrein.

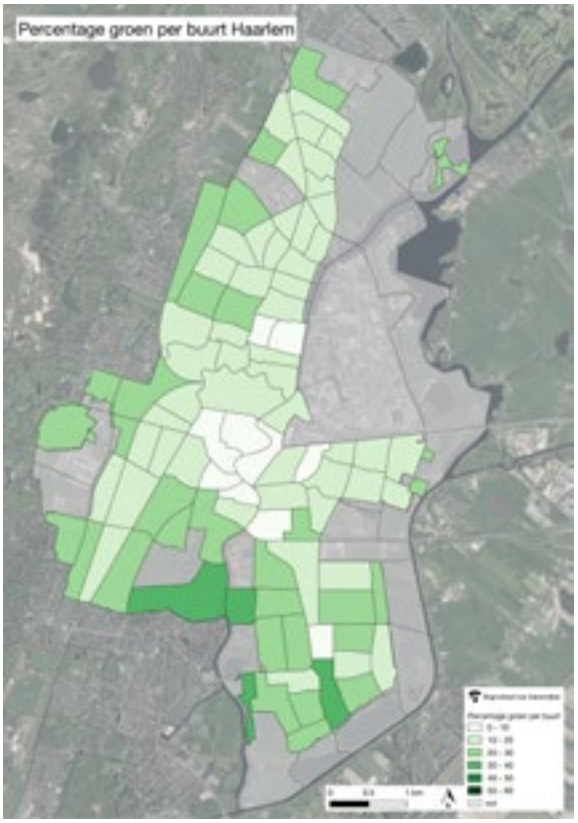
wijktype	Gemiddeld % groen per wijktype	% in openbaar gebied	% in privaat gebied
Villa	52	40	12
Historische binnenstad	16	6	10
Vooroorlogs bouwblok	29	11	18
Stedelijk bouwblok	20	6	14
Tuindorp	33	12	21
Volkswijk	15	6	10
Vernieuwd	22	12	10
Hoogbouw centrum	11	7	4
Tuinstad hoogbouw	35	29	7
Vinex	41	24	17
Bloemkoolwijk	36	22	14
Naoorlogse woonwijk	33	19	14
Tuinstad laagbouw	39	22	18



Figuur b.9 Percentage groen per buurt voor de stad Utrecht.

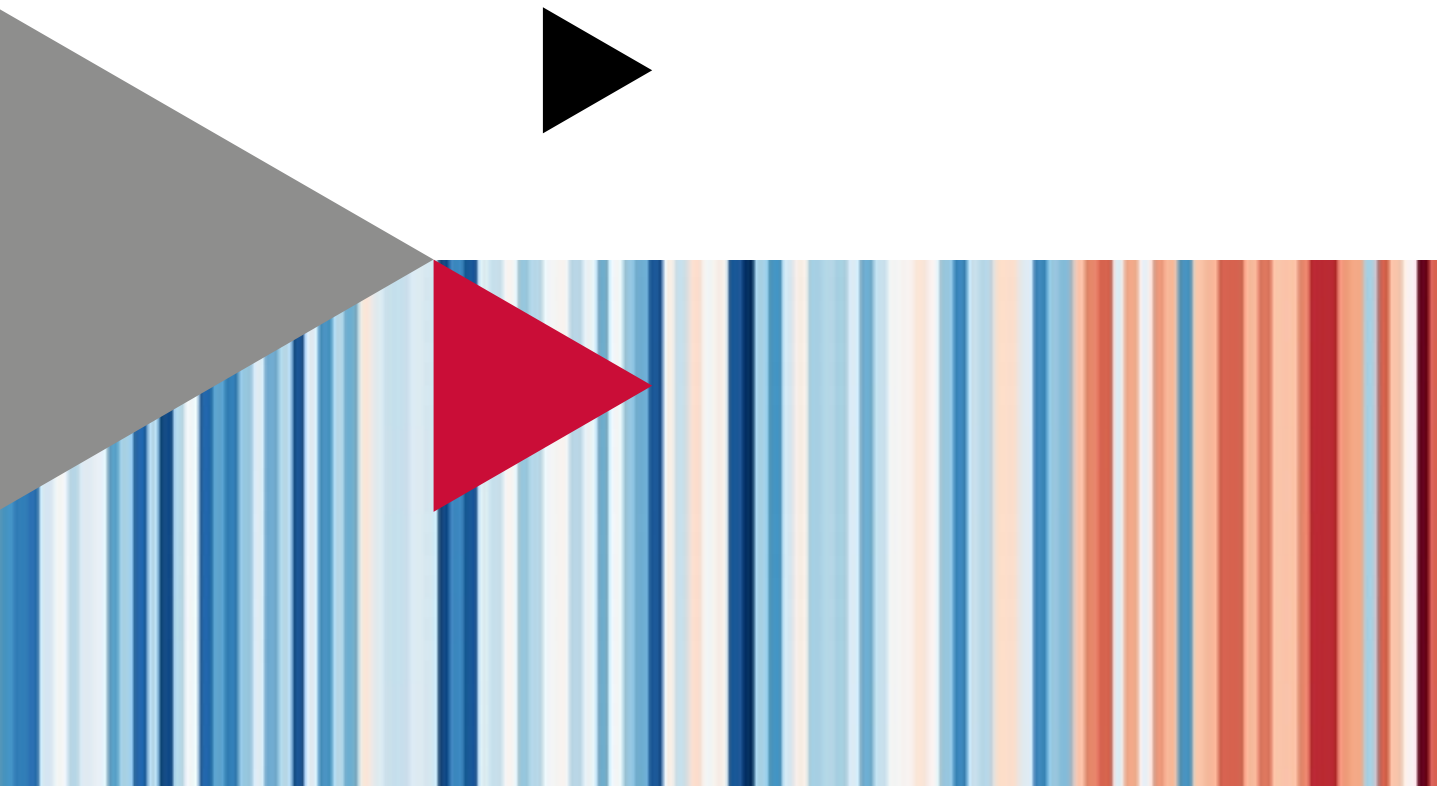


Figuur b.10 Percentage groen per buurt voor de stad Breda.



Figuur b.11 Percentage groen per buurt voor de stad Haarlem.

Hogeschool van Amsterdam



Een van de gevolgen van de klimaatcrisis is dat we steeds meer hittegolven krijgen. In de afgelopen zomers zijn Nederlandse hitterecords keer op keer gebroken. Steden worden steeds vaker onaangenaam heet. Dit heeft grote gevolgen voor de leefbaarheid van de stad. Daarom is het belangrijk dat bij de herinrichting van de buitenruimte in stedelijk gebied rekening wordt gehouden met het creëren van voldoende koele plekken, schaduw en groen. Deze publicatie geeft een koele kijk op dit onderwerp en handvatten om de stedelijke buitenruimte hittebestending in te richten.

hva.nl/klimaatbestendigestad

Bijlage 10 Nota van beantwoording zienswijzen

Gemeente Amsterdam

Nota van beantwoording zienswijzen en ambtshalve wijzigingen Bestemmingsplan Westerpark Zuid

geanonimiseerd

Colofon

Opdrachtgever	Gemeente Amsterdam, Stadsdeel West
Opdrachtnemer	Gemeente Amsterdam, Ruimte & Duurzaamheid
Datum	30 januari 2023

Inhoudsopgave

Inleiding
Formele aspecten
Ingekomen zienswijzen
Inhoudelijke behandeling
Conclusie
Bijlage: Zienswijzen

1. Inleiding

Deze Nota van Beantwoording zienswijzen behoort bij het bestemmingsplan Westerpark Zuid. In deze Nota van Beantwoording wordt op zienswijzen die tijdig zijn ingediend, inhoudelijk gereageerd. Daar waar zienswijzen tot wijzigingen van het ontwerpbestemmingsplan (en daarmee tot gewijzigde vaststelling van het bestemmingsplan) leiden, wordt dat vermeld. De Nota van Beantwoording maakt integraal onderdeel uit van het te nemen raadsbesluit over de vaststelling van het bestemmingsplan.

2. Formele aspecten

Overeenkomstig artikel 3.8 van de Wet ruimtelijke ordening is op de voorbereiding van het bestemmingsplan afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht van toepassing, met dien verstande dat zienswijzen omtrent het ontwerp door eenieder naar voren kunnen worden gebracht. Een beoordeling van belanghebbendheid is om die reden niet aan de orde.

Burgemeester en wethouders hebben bij besluit van 25 mei 2021 het ontwerpbestemmingsplan Westerpark Zuid vrijgegeven voor terinzagelegging. De kennisgeving van de terinzagelegging is op woensdag 9 juni 2021 gepubliceerd in de Staatscourant en op de website van de gemeente Amsterdam. Het ontwerpbestemmingsplan heeft overeenkomstig het bepaalde in de Wet ruimtelijke ordening met ingang van 10 juni 2021 gedurende zes weken tot en met 21 juli 2021 voor eenieder ter inzage gelegen bij het stadsdeelkantoor West. Het ontwerpbestemmingsplan was tevens digitaal raadpleegbaar via www.ruimtelijkeplannen.nl.

Tijdens de terinzageligging konden conform artikel 3:16 van de Algemene wet bestuursrecht (Awb) gedurende een termijn van zes weken zienswijzen naar voren worden gebracht. Deze termijn vangt, gelet op het tweede lid van dit artikel, aan met ingang van de dag waarop het ontwerp ter inzage is gelegd, in dit geval op 10 juni 2021. Een zienswijze is tijdig ingediend als deze voor het einde van de termijn is ontvangen. Bij verzending per post is een zienswijze tijdig ingediend indien het voor het einde van de termijn ter post is bezorgd, mits niet later dan een week na afloop van de termijn is ontvangen. De termijn liep tot en met 21 juli 2021.

3. Zienswijzen

Naar aanleiding van de terinzagelegging zijn tien zienswijzen kenbaar gemaakt. Eén zienswijze is inmiddels ingetrokken en wordt, op verzoek, niet genoemd in onderstaande opsomming. De door adressanten, hieronder genummerd onder 1 tot en met 7 ingediende zienswijzen zijn binnen de daarvoor gestelde termijn ingediend en kunnen gelet daarop in beschouwing worden genomen. De door adressanten, hieronder genummerd onder 8 en 9 ingediende zienswijzen zijn buiten de daarvoor gestelde termijn ingediend. De termijn voor het naar voren brengen van zienswijzen eindigde op 21 juli 2021.

1. De Avondmarkt, bij aangetekende brief van 16 juli 2021;
2. bij brief van 17 juli 2021;
3. Hemwood namens en bij aangetekende brief van 19 juli 2021, Amsterdam;
4. Pharos Advocaten namens bij aangetekende brief van 16 juli 2021,

5. Morgan & Mees, Amsterdam
   bij aangetekende brief van 20 juli 2021.
6. Amsterdam bij brief van 20 juli 2021;
7. Amsterdam bij brief van 21 juli 2021;
8. Houthandel G.T. van der Bijl BV,
   Amsterdam bij brief van 6 augustus 2021;
9. Pharos Advocaten namens Segesta Bouw BV bij aangetekende brief van 23 november 2021.

De reacties worden in hun geheel en in onderlinge samenhang beoordeeld. De reactie van de gemeente is dus gebaseerd op de volledige reactie van de adressant. Volledigheidshalve zijn alle betrokken zienswijzen integraal opgenomen in de bijlage van deze nota. Ook zijn de volledige zienswijzen onderdeel van de stukken die zijn voorgelegd aan het bevoegd gezag die dan ook kennis heeft genomen van de volledige zienswijze. De Nota van Beantwoording zienswijzen maakt onderdeel uit van het te nemen raadsbesluit over de vaststelling van het bestemmingsplan Westerpark Zuid.

4.1 De Avondmarkt, msterdam

Zienswijze
De Avondmarkt is volgens adressant een supermarkt: het is een zelfbedieningswinkel, waarvan circa 98% levensmiddelen en een omvang van 620 m². De openingstijden doen daar niets aan af. Door de bestemming Gemengd-2 in het ontwerpbestemmingsplan wordt de mogelijkheid tot het uitbaten van de winkel beperkt. Adressant wil graag bevestigd zien dat De Avondmarkt, gevestigd aan De Wittenkade 92-96, met een vestigingsgrootte van 620 m² kan voortbestaan en dat de winkel wordt aangemerkt als supermarkt.

Beantwoording
De Avondwinkel is sinds de jaren '70 op De Wittenkade 92-96 gevestigd. In het nieuwe bestemmingsplan heeft deze locatie de bestemming 'Gemengd-2' gekregen. Dat bekent dat een supermarkt niet meer is toegestaan. Het is niet de bedoeling van het bestemmingsplan om bestaande rechten weg te nemen. Om deze reden voegen we de functieaanduiding "supermarkt" toe aan de bestemming "Gemengd-2" zodat De Avondwinkel positief wordt bestemd.

Conclusie
De zienswijze geeft aanleiding tot het gewijzigd vaststellen van het bestemmingsplan voor wat betreft De Wittenkade 92-96.

4.2 Amsterdam

Zienswijze
Adressant vind dat de huidige horecabestemming van Frederik Hendrikplantsoen 36 gewijzigd zou moeten worden van categorie 3 (café, bar, e.d.) naar categorie 4 (restaurant, e.d.). Op dit moment is er in het pand een restaurant gevestigd. Dit bevalt adressant. Hiervoor was er een café gevestigd (café Broers). Omwonenden ervaarden veel overlast. Adressant wil voorkomen dat in de toekomst zich weer een café vestigt. Een café met lange openingstijden verstoort het woon- en leefklimaat ernstig.

Tenslotte geeft adressant aan het jammer te vinden dat de zienswijze niet per email ingediend kan worden, zoals dat bij veel andere besluiten van de gemeente wel het geval is.

Beantwoording
Adressant verzoekt om de huidige horecabestemming van Frederik Hendrikplantsoen 36 te wijzigen van categorie 3 naar categorie 4. De huidige aanduiding staat zowel gebruik als restaurant als café toe. In het verleden waren er verschillende cafés gevestigd maar nu is er een restaurant. Het bestemmingsplan neemt bestaande rechten over en maakt daarnaast geen nieuwe horeca mogelijk. Het past niet om een bestemming weg te nemen. Het staat niet vast dat een café op deze locatie niet passend is. Overlast dient te worden tegengegaan door de APV.

Conclusie
De zienswijze geeft geen aanleiding tot het gewijzigd vaststellen van het bestemmingsplan voor wat betreft Frederik Hendrikplantsoen 36.

4.3 Hemwood, namens met betrekking tot Van Limburg Stirumplein

Zienswijze
Adressant verzoekt om de bestemming van Van Limburg Stirumplein te wijzigen. In het ontwerpbestemmingsplan heeft het pand de bestemming 'Gemengd – 1'. Dat vindt adressant te beperkend. Bovendien hebben andere panden die aan het plein grenzen andere gebruiksmogelijkheden.

Beantwoording
Aan de hand van beleid worden in het bestemmingsplan de ruimtelijk-economische (winkel) assen en mate van functiemenging vastgelegd. Zo zorgen we voor een prettige afwisseling tussen levendige stadsstraten en pleinen en rustige woonstraten. De Omgevingsvisie wijst het Limburg van Stirumplein aan als een stadstraat/stadsplein. We willen dat stadstraten een publieksgerichte uitstraling en aantrekkingskracht hebben.
Het Van Limburg Stirumplein is in de Horecanota 2011 ook aangewezen als horecaconcentratiegebied. Dit beleid is nog steeds van toepassing en in het ontwerpbestemmingsplan niet goed geborgd.
In het bestemmingsplan Westerpark Zuid krijgt het hele plein dezelfde bestemming; 'Gemengd-1' met functieaanduiding 'horeca van categorie 3 en 4'. Dit sluit aan bij de gebruiksmogelijkheden onder het nog geldende bestemmingsplan, vastgesteld in 2010. Maatschappelijke functies kunnen zich op een locatie vestigen waar de focus minder ligt op het aantrekken van publiek. Er zijn voldoende andere invullingen voor dit pand mogelijk.

Conclusie
De zienswijze geeft aanleiding tot het gewijzigd vaststellen van het bestemmingsplan voor wat betreft de adressen die aan het Van Limburg Stirumplein grenzen.

4.4 Pharos Advocaten namens

Zienswijze
Adressant verzoekt om een vrijstellingsbepaling op te nemen in het bestemmingsplan. In het vingerende bestemmingsplan is er een bepaling opgenomen op grond waarvan met een binnenplanse afwijking van de maximale bouwhoogte kan worden afgeweken. Als deze vrijstellingsbepaling niet wordt overgenomen in het nieuwe bestemmingsplan, kan in de toekomst uitsluitend een vergunning worden verleend op basis van een buitenplanse afwijking. Adressant meent dat hij hierdoor benadeeld wordt.

Beantwoording

Dat in een bestemmingsplan een binnenplanse afwijkingsmogelijkheid is opgenomen, betekent niet dat daar altijd gebruik van gemaakt hoeft te worden. Het is geen bestaand recht. Wanneer verzocht wordt om het toepassen van een binnenplanse afwijkingsmogelijkheid dient de gemeente een belangenafweging te maken om te bepalen of er geen strijd is met een goede ruimtelijke ordening. Het is dus niet zo dat in het nieuwe bestemmingsplan een bestaand recht weggenomen. Het is alleen niet langer mogelijk om bij overschrijding van de bouwhoogte gebruik te maken van een binnenplanse afwijkingsmogelijkheid. Als bij een bouwplan voor dit adres de bouwhoogte wordt overschreden, kan met behulp van een reguliere Wabo-procedure worden afgeweken van het bestemmingsplan.
De beoordelingstoets is in beide gevallen hetzelfde.

Conclusie
De zienswijze geeft geen aanleiding tot het gewijzigd vaststellen van het bestemmingsplan voor wat betreft het adres Gillis van Ledenberchstraat 110.

4.5 Morgan & Mees, , Amsterdam

Zienswijze
Adressant is van mening dat het bestemmingsplan niet in zijn huidige vorm kan worden vastgesteld, omdat het ontwerpbestemmingsplan niet voorzien in een correcte regeling die past bij de bestaande situatie. Daarnaast wil adressant haar activiteiten uitbreiden naar de verdiepingen op Tweede Hugo de Grootstraat 10. Ze verzoekt in het bestemmingsplan voor te sorteren op deze uitbreiding.

Adressant meent dat de volgende wijzigingen dienen te worden doorgevoerd op de verbeelding:
- Toevoeging aanduiding voor hotel
- Wijziging aanduiding voor restaurant en bar
- Toevoeging aanduiding voor terras
- Aanpassing regeling maximum aantal m^2 per vestiging
- Aanpassing regeling dakterras
- Herstel gebruiksmogelijkheden vanaf 2^e bouwlaag
- Toevoeging aanduiding voor het terras in Gemengd-1
- Aanpassing van de regeling inzake inperking van het aantal m2 per vestiging als bedoeld in artikel 4.3.2.
- Dekterras toestaan
- Herstel van de aanduiding (invl bijbehorende functieregeling) 'specifieke vorm van gemengd - 2' conform het thans geldende bestemmingsplan Westerpark-Zuid

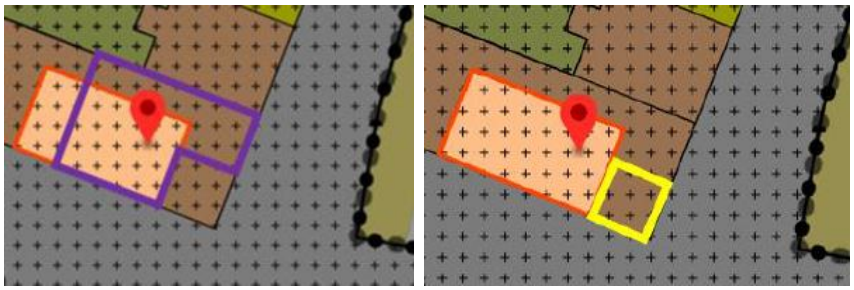
Adressant is zich ervan bewust dat het hotel in een gebied ligt dat in het Overnachtingsbeleid is aangeduid als "geen hotelontwikkeling toegestaan". Appellant meent echter dat dat Morgan & Mees een uitzonderlijke situatie is waarvoor, naar haar mening, kan worden afgeweken van het beleid.

Beantwoording
Adressant is van mening dat het bestemmingsplan niet in zijn huidige vorm kan worden vastgesteld, omdat het ontwerpbestemmingsplan niet voorziet in een correcte regeling die past bij de bestaande situatie. Daarnaast wil adressant haar activiteiten uitbreiden naar de verdiepingen op Tweede Hugo de Grootstraat 10. Ze verzoekt in het bestemmingsplan voor te sorteren op deze uitbreiding.
De huidige situatie, op basis van de vergunning, is inderdaad niet juist op de verbeelding van het bestemmingsplan opgenomen. De volgende wijzigingen zullen worden gemaakt:

1. De paars omlijnde gronden, met bestemming Gemengd-1, krijgen de functieaanduiding 'specifieke vorm van gemengd-1'. Ter plaatse van deze functieaanduiding is tevens toegestaan horeca 3 en 4, kantoren, bedrijven of maatschappelijke voorzieningen m.u.v. geluidsgevoelige

voorzieningen. Het hotel wordt mogelijk gemaakt door de functieaanduiding 'horeca – 5'.
De grens van de functieaanduidingen ligt gelijk aan de grens tussen de verdiepingen van nr. 10 en nr. 8 te liggen. De bebouwing van nummer 8 is namelijk circa 1 meter breder dan de bebouwing van nr. 10, waardoor nr. 8 vanaf de verdiepingen over nr. 10-H is gelegen.

2. De geel omlijnde gronden, met bestemming Gemengd-1, krijgen de functieaanduiding 'terras' ten behoeve van aangrenzende horeca'.
3. Aan de planregels wordt toegevoegd dat hetgeen bepaald in 4.2.4 onder a niet van toepassing is voor zover een dakterras legaal aanwezig was ten tijde van de inwerkingtreding van het bestemmingsplan. Hiermee wordt het bestaande dakterras positief bestemd.
4. Aan de planregels wordt toegevoegd dat hetgeen bepaald in 4.3.2 onder a alleen toepassing is op detailhandel, op locaties met de aanduiding 'specifieke vorm van gemengd-1'. Hiermee worden de bestaande rechten behouden.



Het deel van het terras dat in de bestemming verkeer is gelegen, zal positief worden bestemd mits het op tijdstip van inwerkingtreding van het bestemmingsplan krachtens een vergunning zal zijn gerealiseerd. Het is niet noodzakelijk om het bestemmingsplan op dit punt aan te passen.

Morgan & Mees ligt in een gebied dat in het Amsterdamse Overnachtingsbeleid is aangemerkt als "geen hotelontwikkeling toegestaan". In dit gebied werkt de gemeente niet mee aan nieuwe hotels of uitbreidingen van bestaande hotels. Dit beleid geldt ook voor eventuele uitzonderlijke initiatieven. De kans dat het dagelijks bestuur, in afwijking van het beleid, een vergunning zal verlenen voor uitbreiding van dit hotel is zeer klein. Er is geen sprake van een voldoende concreet plan waarvan de ruimtelijke aanvaardbaarheid is aangetoond. Om deze reden nemen we de beoogde uitbreiding niet mee in het bestemmingsplan.

<u>Conclusie</u>
De zienswijze geeft aanleiding tot het gewijzigd vaststellen van het bestemmingsplan voor wat betreft het adres Tweede Hugo de Grootstraat 2 – 6.

4.6 VP Amsterdam;

<u>Zienswijze</u>
Adressant meent dat de bestemming 'tuin' onvoldoende specifiek is, nu het daadwerkelijke gebruik in de praktijk afhangt van de bestemming van de hoofdbebouwing. Een tuin bij een woning heeft bijvoorbeeld andere ruimtelijke gevolgen dan een tuin bij een kinderdagverblijf.
Adressant meent daarnaast dat dakterrassen niet of alleen in zeer begrensde vorm ruimtelijk aanvaardbaar zijn binnen het plangebied omdat ze mogelijk tot geluidsoverlast kunnen leiden voor omwonenden.

Een deel van de zienswijze, die is gedateerd op 20 juli 2021, is per mail van 13 oktober 2021 ingetrokken. Op de onderdelen van de zienswijze die zijn ingetrokken zal bij de beantwoording verder niet op ingegaan worden.

Beantwoording
Gronden die als tuin bestemd zijn, mogen worden gebruikt ten dienste van de bestemming van het pand waar de tuin bij hoort. Nu er in het bestemmingsplan is vastgelegd welke bestemming verschillende panden hebben, is daaruit duidelijk welke gevolgen dit kan hebben voor het gebruik van de tuin en daarmee de ruimtelijke gevolgen van die tuin (zie ECLI:NL:RBAMS:2011:BT6948 en ECLI:NL:RVS:2011:BQ1895). Met betrekking tot het voorbeeld dat door adressant gegeven wordt ten aanzien van tuinen bij een kinderdagverblijf, wordt opgemerkt dat in het reeds geldende paraplubestemmingsplan stadsdeel West gebruiksregels zijn opgenomen ten aanzien van kinderopvangvoorzieningen. Het maximum aantal is hiermee beperkt tot 1 per bouwblok, tenzij er ten tijde van dit bestemmingsplan al 2 of meer waren gerealiseerd. Deze bepaling is in het nieuwe bestemmingsplan Westerpark Zuid overgenomen.

De bepalingen uit bestemmingsplan Westerpark Zuid over dakterrassen sluiten aan op Uitvoeringsrichtlijn Kruimelgevallen Stadsdeel West, vastgesteld op 30 maart 2021. In de uitvoeringsrichtlijn zijn de individuele belangen van de bewoner afgewogen tegen de belangen van omwonenden. Een dakterras vergroot het woongenot en de woonkwaliteit van de bewoner. Wanneer wordt voldaan aan de randvoorwaarden uit de uitvoeringsrichtlijn, zullen omwonenden geen onevenredige hinder ondervinden en zal er aan het algemeen belang geen schade worden toegebracht.

Conclusie
De zienswijze geeft geen aanleiding tot het gewijzigd vaststellen van het bestemmingsplan voor wat betreft de bepalingen t.a.v. de bestemming 'tuin' of het al dan niet toestaan van dakterrassen.

4.7 **Amsterdam**

Zienswijze
Adressant is van mening dat het Van Bossepad 1 – 3 niet juist is opgenomen op de verbeelding en zou graag zien dat er niets meer gebouwd kan worden en dat er een verbod komt op dakterrassen. Verder wordt voorgesteld wordt om schriftelijk extra voorwaarden te stellen aan het gratis weggeven van groen en een verbod op het kappen van bomen in openbaar groen. Ook is er geen enkele duidelijkheid omtrent de hoogte en een maximale erfafscheiding en worden vraagtekens geplaatst bij het vergunningproces en de wijze waarop de woningen gebouwd konden worden. Omdat dit een separaat traject is en geen onderdeel van dit bestemmingsplan, wordt hier in de beantwoording niet verder op ingegaan.

Beantwoording
Het Van Bossepad 1 – 3 is opgenomen op de verbeelding conform de verleende vergunning, waarbij zowel het bouwvlak als het bestemmingsvlak strak om de vergunde bebouwing zijn gelegd. Uitbreiding van bebouwing is daarmee niet mogelijk.
Daarnaast is voor de aangrenzende gronden gekozen voor de enkelbestemming 'Tuin' in combinatie met de dubbelbestemming 'Waarde - Landschap'. Dit om zeker te zijn dat op deze gronden geen bebouwing opgericht kan worden, waardoor de openheid, omgevingskenmerken en historie in de toekomst bewaard blijven. Hiermee wordt geregeld dat er geen (bouw)werkzaamheden mogen plaatsvinden zonder omgevingsvergunning en dat de gronden maximaal voor 50% mogen worden verhard.

Het mogelijk maken van een dakterras op de woonbebouwing aan het Van Bossepad 1 – 3 is gezien de afstand tot de omliggende woningen en de aangrenzende tuinen niet wenselijk. Het bestemmingsplan zal op dit punt worden aangepast.
In het bestemmingsplan worden geen regels opgenomen met betrekking tot bomen. Regels ten aanzien van bomen zijn vastgelegd in de bomenverordening.
Voor erfafscheidingen zijn in het bestemmingsplan geen specifieke regels opgenomen, maar gelden de regels zoals opgenomen in bijlage II van het Besluit omgevingsrecht ten aanzien van vergunningsvrij bouwen (artikel 2 lid 12). Afhankelijk van waar de erfafscheiding gebouwd gaat worden, geldt een bouwhoogte van 1 respectievelijk 2 meter.

Conclusie
De zienswijze geeft geen aanleiding tot het gewijzigd vaststellen van het bestemmingsplan voor wat betreft de bepalingen t.a.v. het al dan niet toestaan van dakterrassen.

4.8 Pharos Advocaten namens Segesta Bouw BV, Groen van Prinstererstraat 76 en Van

Zienswijze
Adressant meent dat de bestemming op de Groen van Prinstererstraat 76 onjuist bestemd is in het ontwerpbestemmingsplan. Krachtens huidig bestemmingsplan is op dit pand detailhandel toegestaan door middel van een functieaanduiding. In het ontwerpbestemmingsplan komt deze functieaanduiding niet terug.
Verder verzoekt adressant dat op de Van Boetzelaerstraat 41 hs de bestemming wonen wordt toegestaan. Adressant voert aan dat het pand als hoekpand wordt aangemerkt maar dit feitelijk onjuist is. Daarnaast voert adressant aan dat er krachtens vergunning uit 1911 en revisie uit 1912 bewoning als dienstwoning van de bedrijfsruimte aan de Groen van Prinstererstraat 76 van het pand toegestaan. In de overige woningen in de Van Boetzelaerstraat is wonen op de eerste bouwlaag toegestaan, aangezien Van Boetzelaerstraat 41 geen deel uitmaakt van het hoekpand op de Groen van Prinstererstraat is er vanuit het oogpunt van goede ruimtelijke ordening geen reden om deze niet te bestemmen als woning, maar dient het pand planologisch aan te sluiten bij de overige percelen.
Subsidiair verzoekt adressant dat indien zelfstandig wonen niet mogelijk wordt gemaakt, gebruik als dienstwoning wel wordt toegestaan.

Beantwoording
Ten aanzien van de bestemming op de Groen van Prinstererstraat 76 is abusievelijk de functieaanduiding detailhandel in het ontwerpbestemmingsplan niet opgenomen. In het kader van de conserverende aard van het bestemmingsplan zal de bestemming in het aankomende bestemmingsplan Gemengd-2 moeten worden.
Ten aanzien van de bestemming op de Van Boetzelaerstraat 41 hs geeft adressant aan dat er in 1912 een vergunning is verleend. Deze vergunning wijzigt de bestemming van woonhuis naar winkelhuis. Echter wordt er niet gewoond in dit pand. Daarnaast wordt zowel het huidige als het nieuwe bestemmingsplan wonen niet toegestaan. In de Groen van Prinstererstraat wordt in het kader van een goede ruimtelijke ordening gestuurd op behoud van bedrijfsfunctie (niet-woonfunctie) bij hoekpanden en clusters. In dit geval maakt het pand onderdeel uit van een een cluster, wat in de vergunningsweigering van 12 oktober 2021 per abuis een hoekpand is genoemd. Om deze reden blijft de bestemming van de Van Boetzelaerstraat 41 hs in het nieuwe bestemmingsplan Gemengd-3, waarin wonen niet mogelijk is. Voor het subsidiair aangevoerde geldt hetzelfde.

Conclusie

De zienswijze geeft aanleiding tot toevoegen van de functieaanduiding detailhandel op de Groen van Prinstererstraat 76. De zienswijze geeft geen aanleiding tot het wijzigen van de bestemming van de Van Boetzelaerstraat 41 hs.

4.9 Houthandel G.T. van der Bijl BV, Amsterdam

De zienswijze is op 6 augustus 2021 ontvangen. Dat is na het aflopen van de zienswijze periode. Ondanks dat de zienswijze niet tijdig is ingediend en er geen verplichting bestaat om op de zienswijze te behandelen in de Nota van Beantwoording Zienswijzen, is ervoor gekozen om dit wel te doen in het licht van recente jurisprudentie. Belanghebbende heeft daarnaast meermaals aangegeven hier prijs op te stellen.

De zienswijze

Naar mening van belanghebbende beperkt het ontwerpbestemmingsplan zijn bestaande rechten. Belanghebbende vraagt om de bestemmingen 'bedrijf A, B en C' toe te kennen; de beperking van vestigingsgrootte los te laten; en de molenbiotoop te vergroten volgens de molenbiotoopformule. Daarnaast laat belanghebbende weten bezig te zijn met een visiedocument. Het visiedocument is geruime tijd na het aflopen van deze termijn en het indienen van de zienswijze, gedeeld met het dagelijks bestuur.

Beantwoording

In het ontwerpbestemmingsplan zijn de volgende functies toegestaan op het molenterrein: bedrijven categorie A, kantoren, maatschappelijke dienstverlening en cultuur en ontspanning.

1. *Bedrijfsbestemming*

In het geldend bestemmingsplan is een bestaand recht voor bedrijven categorieën A en B. Categorie C is geen bestaand recht; er is slechts een binnenplanse afwijkingsmogelijkheid. Of de gemeente van deze mogelijkheid gebruik maakt, is afhankelijk van de vraag, of er geen strijd is met een goede ruimtelijke ordening. Deze regeling is overgenomen in het nieuwe bestemmingsplan.

2. *Vestigingsgrootte*

Bij het opstellen van nieuwe bestemmingsplannen geldt als uitgangspunt het hanteren van uniforme definities. Anders gezegd: Binnen alle bestemmingsplan van de gemeente Amsterdam gelden dezelfde regels en definities. Dit komt de duidelijkheid van het toe te passen beleid ten goede. In het ontwerpbestemmingsplan geldt als toegestane vestigingsgrootte van bedrijven maximaal 300 m^2 bruto vloeroppervlakte. Op basis van de zienswijze hebben we nog eens kritisch gekeken naar de bestemming van het molenterrein. We hebben een maatwerkbestemming opgesteld overeenkomstig de bestaande situatie. De toegekende bestemming Gemengd-7 staat toe dat de grond gebruikt wordt voor een houtzaagmolen, bedrijven categorie A en B, maatschappelijke functies en cultuur en ontspanning. Voor deze functies is geen maximum vestigingsgrootte opgenomen.

3. *Molenbiotoop*

Een molenbiotoop is een radius rondom de een molen waarbinnen geen nieuwe bebouwing of hoge beplanting mag worden aangebracht. Dit om de zichtbaarheid van de molen in het landschap te behouden en vrije windtoevoer te garanderen. In het ontwerpbestemmingsplan was een radius van 50 meter opgenomen voor molen De Otter. De radius wordt niet overgenomen in bestemmingsplan Westerpark Zuid. Bij nader inzien is het opnemen van de molenbiotoop inhoudsloos. Het plangebied van het bestemmingsplan is reeds volledig bebouwd en het bestemmingsplan biedt geen

bouwmogelijkheden. Kortom, de molen wordt beschermd door andere bepalingen uit het bestemmingsplan. Het opnemen van een planregel zonder effect is geen goede ruimtelijke ordening.

In nationale wettelijke bepalingen zijn geen concrete normen opgenomen over afmeting en invulling van molenbiotopen. In de Leidraad Landschap en Cultuurhistorie 2018 van de Provincie Noord Holland zijn daarover wel normen opgenomen. De raad moet rekening houden met provinciaal beleid maar is daaraan niet gebonden (zie uitspraak van 28 april 2021, ECLI:NL:RVS:2021:909). Het is gerechtvaardigd om gemotiveerd af te wijken van de leidraad. Overigens lijkt Leidraad Landschap en Cultuurhistorie 2018 in het geheel niet toepasselijk op dit bestemmingsplan en deze molen. De leidraad zou als uitwerking van artikel 15 van de Provinciale Ruimtelijke Verordening slechts zij toepasselijk op ruimtelijke ontwikkelingen in het landelijk gebied. Daar is geen sprake van. Er is geen Amsterdams beleid omtrent molenbiotopen.

4. *Visiedocument*

U heeft geruime tijd na het aflopen van de zienswijze termijn en het indienen van uw zienswijze, een visiedocument gedeeld met het dagelijks bestuur. De datum werkt zover af dat in redelijkheid niet gezegd kan worden dat deze relatie heeft met de zienswijze. Los daarvan is de visie onvoldoende concreet. Ook na latere aanvullingen ontstond geen duidelijk beeld van de gewenste gebruiksmogelijkheden voor het terrein, en de rol van de molen daarin. Er waren onvoldoende gegevens om handen om de ruimtelijke aanvaardbaarheid van deze functies te beoordelen. De gemeente dringt aan op het doen van een (concept) aanvraag waarbij het molenterrein in het geheel kan worden beoordeeld. Daarbij is ruimte voor een participatietraject en een bestuurlijke afweging. Het stadsdeel ziet graag dat op de bijzondere waarden van het molenterrein centraal staan en dat er rekening gehouden wordt met het woonkarakter van de buurt.

Vanwege voorgaande, is besloten de bestemming van het terrein ongewijzigd te laten ten opzichte van het ontwerpbestemmingsplan. De bestemming blijft vooralsnog Gemengd-5. Dit betekent niet dat wij de ideeën van belanghebbende afwijzen. Dit betekent slechts dat er onvoldoende informatie is om tot een goede ruimtelijke afweging te komen voor het hele terrein. Het terrein is dusdanig complex, zowel door historie als door de huidige situatie in een woonwijk, dat deze afweging niet kan worden gemaakt in de bestemmingsplanprocedure.

<u>Conclusie</u>

Op het weghalen van de vrijwaringszone na, heeft de zienswijze niet tot wijzigingen geleid.

4. Conclusie

Naar aanleiding van de terinzagelegging zijn in totaal 10 zienswijzen naar voren gebracht. Daarvan is een zienswijze inmiddels ingetrokken. De overige zienswijzen zijn in de besluitvorming omtrent de vaststelling van het bestemmingsplan betrokken.

In het voorgaande is op de ingediende zienswijzen een reactie gegeven en is aangegeven of de zienswijze heeft geleid tot wijziging van het bestemmingsplan. Naar aanleiding van de zienswijzen is het bestemmingsplan als volgt gewijzigd:

- Op de verbeelding is voor de De Wittenkade 92 – 96 een aanduiding 'supermarkt' opgenomen.
- Aan de bebouwing grenzend aan het Van Limburg Stirumplein is de bestemming 'Gemengd – 1' toegekend met de functieaanduiding 'horeca van categorie 3 en 4'.
- De bestemming van de Tweede Hugo de Grootstraat 2 – 6 is aangepast conform vergunde situatie.
- Voor het Van Bossepad 1 – 3 is een bepaling opgenomen waardoor dakterrassen ter plaatse niet zijn toegestaan.

5. Ambtshalve wijzigingen

Het is wenselijk om het bestemmingsplan op een punt ambtshalve te wijzigen.

5.1 Paraplubestemmingsplan Grondwaterneutrale kelders

Op 7 oktober 2021 is voor het hele grondgebied van Amsterdam het paraplubestemmingsplan Grondwaterneutrale kelders vastgesteld. De regels die hierin zijn opgenomen zijn ook van toepassing voor Westerpark Zuid en daarom overgenomen in de regels en op de verbeelding.

5.2 Aanpassing bepaling Waarde-Landschap

Artikel 25 Waarde - Landschap is aangepast, zodat een omgevingsvergunning alleen noodzakelijk is als meer dan 50% van de gronden worden verhard.

5.3 Aanpassing Frederik Hendrikstraat 12-129

Het garagebedrijf aan de Frederik Hendrikstraat 12-129 is als zodanig bestemd.

5.4 Aanpassing plangrens i.v.m. BP Food Center Amsterdam

De plangrens van het bestemmingsplan is aangepast ten opzichte van het ontwerpbestemmingsplan. Op 28 januari 2014 is bestemmingsplan Food Center Amsterdam vastgesteld. Dit bestemmingsplan overschrijft het nog geldende bestemmingsplan Westerpark Zuid uit 2010 voor een klein gedeelte dat aan de Visseringstraat is gelegen. In het bestemmingsplan Food Center Amsterdam (vastgesteld in 2015) heeft de locatie de functieaanduiding 'brug' gekregen, in voorbereiding op toekomstige ontwikkelingen. De plangrens van dit bestemmingsplan wordt zodanig aangepast dat de actuele plangrens met bestemmingsplan Food Center Amsterdam word gevolgd.

5.5 Toevoeging functieaanduiding op Groen van Prinstererstraat 76

Ten aanzien van de bestemming op de Groen van Prinstererstraat 76 is abusievelijk de functieaanduiding detailhandel in het ontwerpbestemmingsplan niet opgenomen. Het is niet de bedoeling om bestaande rechten weg te nemen.

5.6 Toevoegen van lid d onder artikel 6.3.1

Door inwerkingtreding van dit bestemmingsplan, gaat in het plangebied een maximum aantal van één kinderopvangvoorziening per bouwblok met een maximum bruto vloeroppervlak van 250 m2 per vestiging gelden. Er is in het plangebied in ieder geval één kinderdagverblijf aanwezig dat dit maximum bruto vloeroppervlak overschrijdt. Voor de volledigheid voegen we daarom een bepaling toe die een kinderopvangvoorziening met een groter bruto vloeroppervlakte toestaan, wanneer deze al is gerealiseerd of kan worden gerealiseerd op grond van een omgevingsvergunning.

5.7 Verplaatsen van horeca-aanduiding

De functieaanduiding horeca ligt in het ontwerpbestemmingsplan op het pand Van Hallstraat 288. Dit is een fout. De functieaanduiding had op het hoekpand, Van Hallstraat 286, geplaatst moeten worden.

5.8 Herziening bestemming Bentinckstraat 5

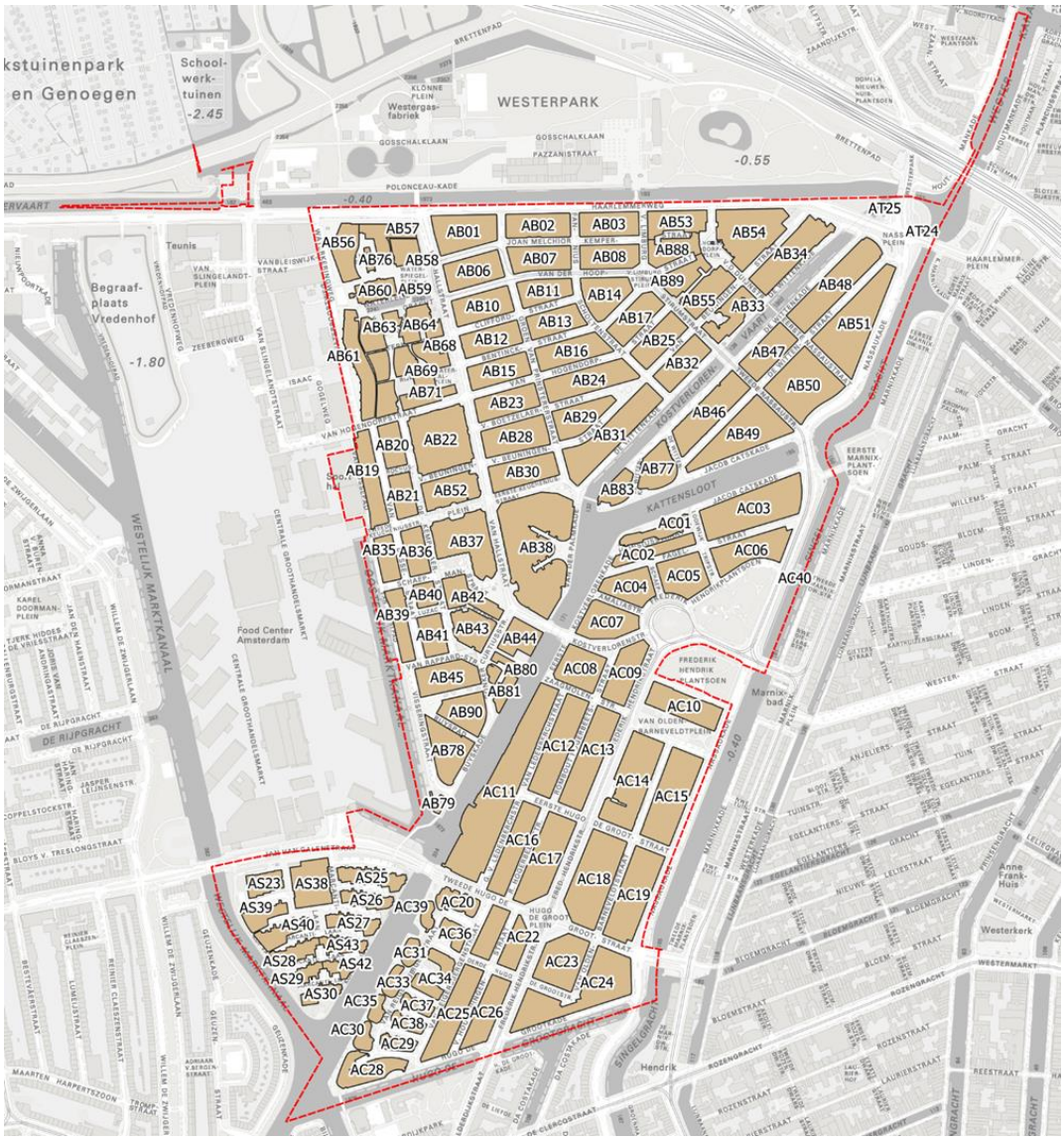
Het pand Bentinckstaat 5 had in het geldend bestemmingplan een gemengde bestemming. In het ontwerpbestemmingsplan was per abuis de bestemming 'wonen' toegekend, welke alleen wonen toestaat. De locatie is gelegen in het verlengde van het Van Limburg Stirumplein. Het plein kent verschillende publieksgerichte functies. Ter versterking/aanvulling van het plein, en uitlopers van het plein, is de functie Gemengd-1 passen bij Bentinckstraat 5. Deze bestemming staat publieksgerichte functies toe.

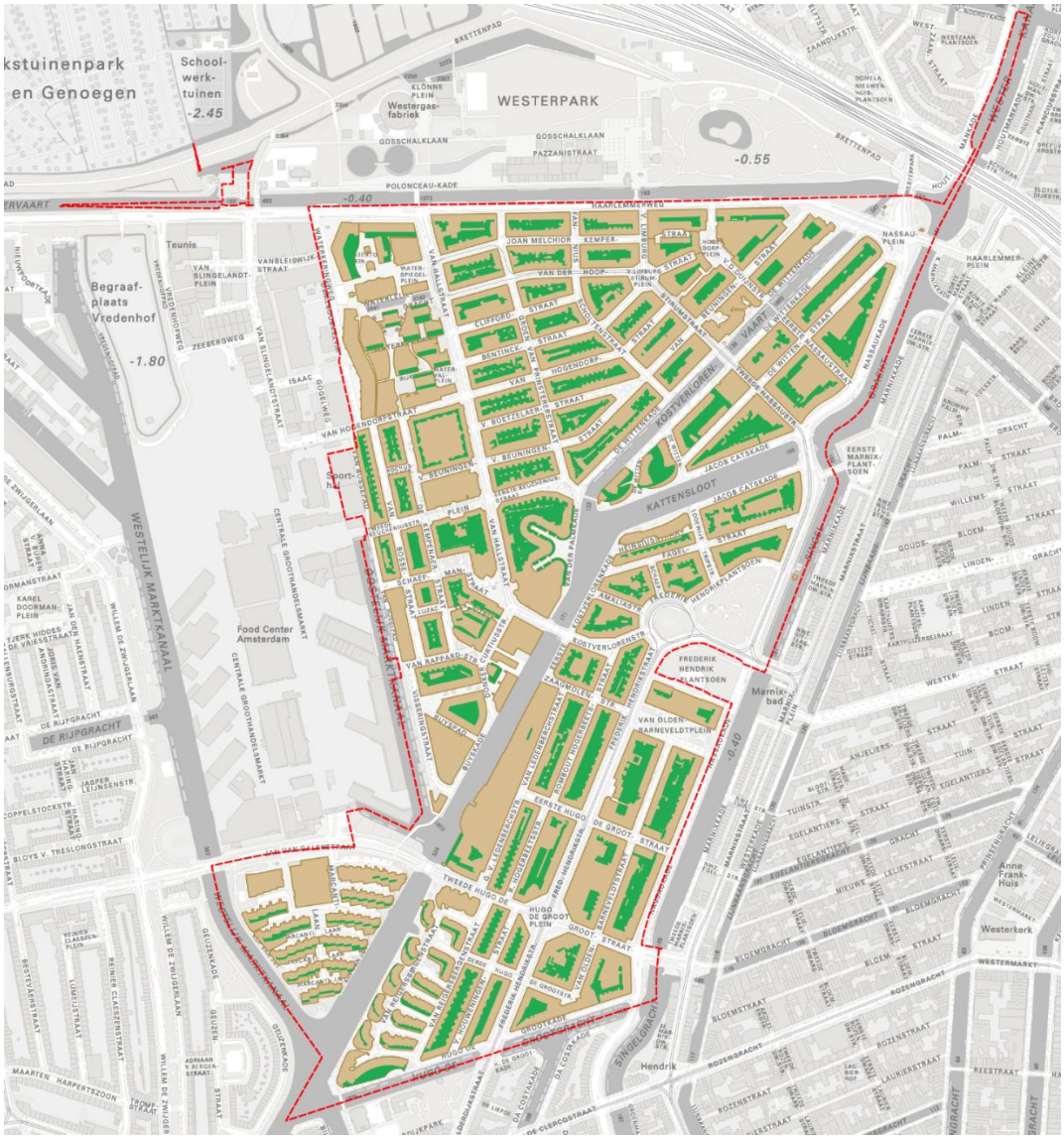
Bijlage 11 Vergelijking bouwblokken

Bijlage: Vergelijking bouwblokken met behulp van data

Het bepalen van de basisgegevens per bouwblok
Om de bestaande data per bouwblok te kunnen analyseren is per bouwblok een gebied geselecteerd dat nodig is voor de berekeningen. Het benodigde gebied is het onbebouwde deel van de dubbelbestemming. Om de juiste oppervlaktes te verkrijgen zijn van de dubbel bestemde terreinen van de bouwblokken de panden via de Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT) zijn geregistreerd, afgetrokken. Op deze manier blijft een netto gebied over met de terreinen die geanalyseerd moeten worden om conclusies te kunnen trekken. De BGT is het meest nauwkeurige register van bebouwing dat we in Nederland hebben. Ieder bouwblok is genummerd overeenkomstig de kaart op data.amsterdam.nl. Vanaf deze pagina zijn de afmetingen van de bouwblokken gedownload, en in het programma GIS geïmporteerd.

In het plangebied zijn 129 bouwblokken geïdentificeerd. Elk bouwblok heeft een code. In onderstaande kaart is af te lezen welke code elk bouwblok heeft. In de kaart hieronder zijn de dubbelbestemmingen ingetekend; en daaronder het onbebouwde deel van de dubbelbestemming dat we hebben geanalyseerd. Enkele bouwblokken hebben geen (binnen)tuin.




WESTERPARK
Begraaf-
plaats
Vredenhof
-1.80
-0.40
-0.55
-2.45
Food Center
Amsterdam
WESTELIJK MARKTKANAAL
KATTENSLOOT
POLONCEAU-KADE
HAARLEMMERWEG
DE RIJPGRACHT
Marnix-
bad
Anne
Frank-
Huis
Westerkerk
Hendrik

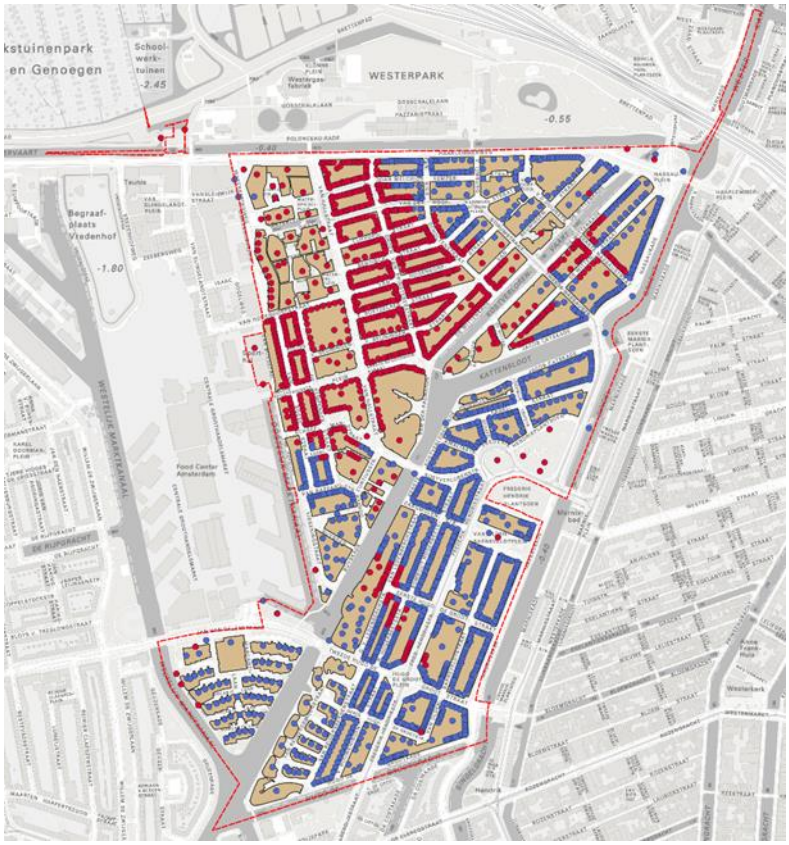
Het identificeren van relevante locatiespecifieke factoren en de beoordeling

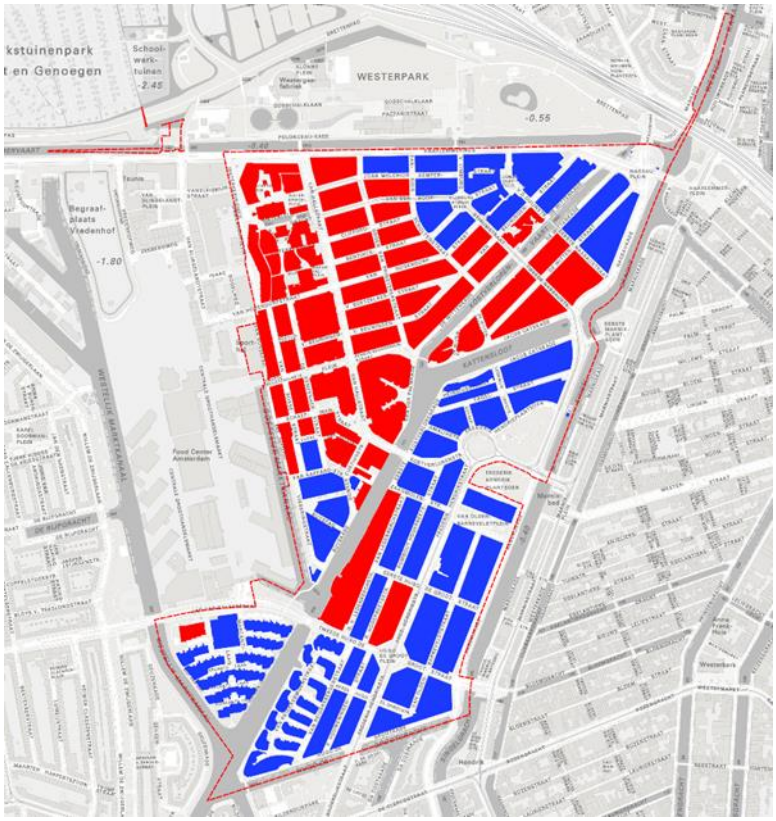
Er zijn verschillende locatiespecifieke factoren geïdentificeerd. Per factor leggen we uit waarom deze relevant is om te beoordelen of een vergunningsstelsel voor dit bouwblok passend is. Vervolgens wordt uitgelegd welke grenswaarde gekozen is en wat de conclusie hierbij is.

1. Afstand tot koelte

Vooral voor ouderen en in stedelijke gebieden is koelte van belang. In het onderzoeksrapport van de HvA staat dat iedereen binnen 300 meter loopafstand toegang moet hebben tot een aangename en aantrekkelijke, koele verblijfsplek. Bij een afstand van meer dan 300 meter profiteren bewoners niet meer van de voordelen van een koele plek. Een grote afstand ontmoedigt het bezoeken van een koele plek. Voor bouwblokken die een afstand van meer dan 300 meter hebben tot een koele plek, is het vergunningsstelsel belangrijk.

Afbeelding 1a: Panden met afstanden tot koelte groter of gelijk aan 300 meter.
Afbeelding 1b: Bouwblokken waarvan 30% of meer van de panden op deze afstand zijn gelegen.
Conclusie: Voor deze bouwblokken is het belangrijk dat het vergunningsstelsel wordt ingevoerd.
Bron van de data: https://klimaatadaptatienederland.nl/actueel/actueel/nieuws/2021/nieuw-klimaateffectatlas-afstand-koele-plek/





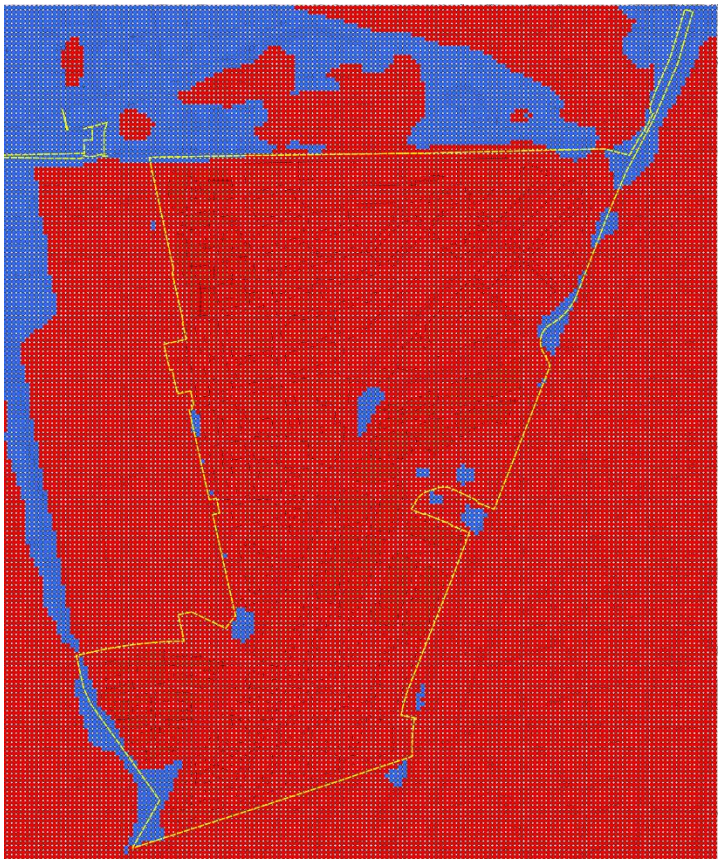
2. Stedelijk Hitte Eiland effect

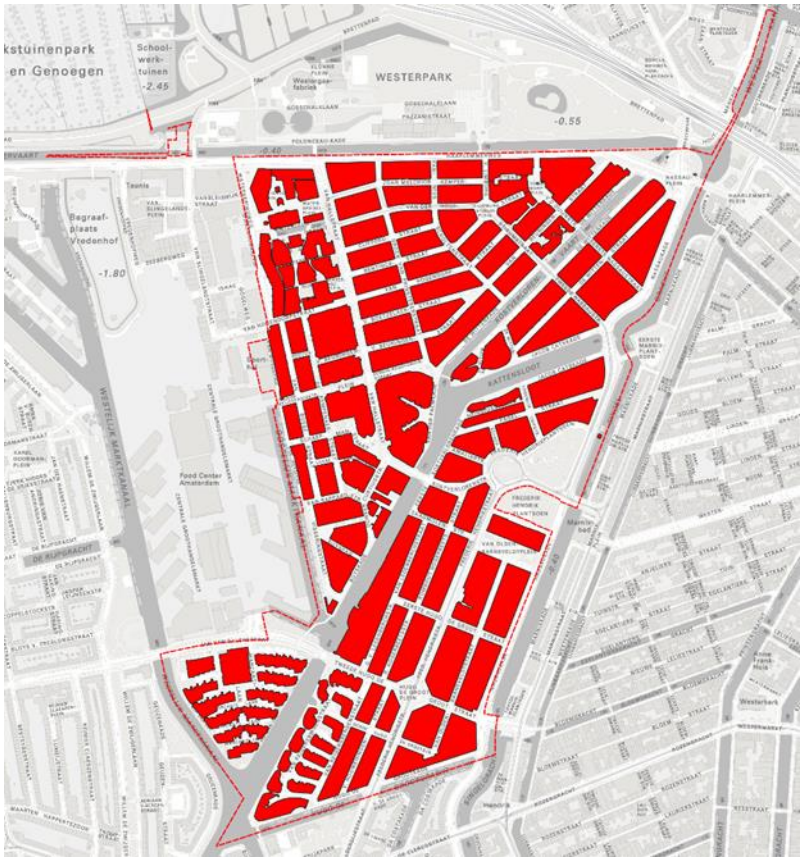
Hitteproblemen in steden ontstaan met name als gevolg van warm weer en doordat klimaatverandering het aantal hitte-extremen doet toenemen. Het stedelijk gebied versterkt de hitte op twee manieren:

- Vooral in de avond en 's nachts zorgt het hitte-eilandeffect ervoor dat de luchttemperatuur in de stad een paar graden warmer is dan de omgeving. Het effect neemt toe als gevolg van stadsuitbreiding en -inbreiding.
- Met name overdag kan de gevoelstemperatuur op bepaalde locaties in de stad onaangenaam hoog worden. Dat komt vooral doordat daar geen schaduw van bomen is of doordat bepaalde materialen veel warmte uitstralen, zoals asfalt en baksteen en de reflectie van zonnestraling door ramen en glazen gevels of zeer lichtgekleurde oppervlakken.

De cijfers die zijn gebruikt zijn jaargemiddelden. Het temperatuurverschil tussen stad en omringend gebied blijft daardoor onder de 3 graden. De gekozen grenswaarde voor deze analyse is 1,5 graden Celcius.

Afbeelding 2a: De plaatsen in het plangebied die een stedelijk hitte eiland effect van 1,5 graden Celcius of meer ervaren
Afbeelding 2b: Bouwblokken waarvan 30% of meer van de panden deze grenswaarde haalt of overschrijdt.
Conclusie: Voor deze bouwblokken is het belangrijk dat het vergunningsstelsel wordt ingevoerd.
Bron van de data: https://www.atlasleefomgeving.nl/stedelijk-hitte-eiland-effect-uhi




WESTERPARK
Schoolwerktuinen
-2.45
-0.55
-0.40
Begraafplaats Vredenhof
-1.80
WESTELIJK MARKTKANAAL
KATTENSLOOT
Food Center Amsterdam

3. Gevoelstemperatuur / Kans op hittestress
Boven een bepaalde waarde kunnen hoge temperaturen leiden tot hittestress, afhankelijk van omgevings- en persoonlijke omstandigheden. Hittestress is een term die aangeeft dat een sterk verhoogde gevoelstemperatuur optreedt, die onaangenaam en zelfs schadelijk kan zijn voor mens en dier. De gevoelstemperatuur geeft aan hoe warm een persoon het heeft in een bepaalde weersituatie. Daarbij spelen behalve de luchttemperatuur ook de volgende factoren een rol: schaduw, windsnelheid, luchtvochtigheid, straatbreedte, gebouwhoogte en bomen. De aanwezigheid van veel verhard oppervlak verhoogt de gevoelstemperatuur en daarmee de kans op hittestress, terwijl de aanwezigheid van schaduw en groen deze verlaagt. De gebruikte hittekaart gevoelstemperatuur, met achterlaat op iedere plek in Nederland de gevoelstemperatuur zien tijdens een extreem hete zomermiddag.

Hittestress kan optreden vanaf een gevoelstemperatuur van 23 °C. De gevoelstemperatuurkaart gaat uit van een gemiddelde gevoelstemperatuur van mensen. In de toelichting van de kaart in onderstaande tabel opgenomen. We hebben alle temperaturen vanaf 35 graden Celcius (grote hittestress) aangemerkt als relevante factor om te bepalen of het vergunningsstelsel passend is.

Gevoelstemperatuur (°C)	Ervaring	Fysiologisch stressniveau
18-23	comfortabel	geen stress
23-29	beetje warm	lichte hittestress
29-35	warm	matige hittestress
35-41	heet	grote hittestress
>41	zeer heet	extreme hittestress

Afbeelding 3a: De waarden gelijk aan of hoger dan 35 graden Celsius op een extreem warme zomerdag.
Afbeelding 3b: Bouwblokken waarvan 30% of meer van het binnenterrein boven deze grenswaarde uitkomt.
Conclusie: Voor deze bouwblokken is het belangrijk dat het vergunningsstelsel wordt ingevoerd.
Bron van de data: https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/hittekaart-gevoelstemperatuur

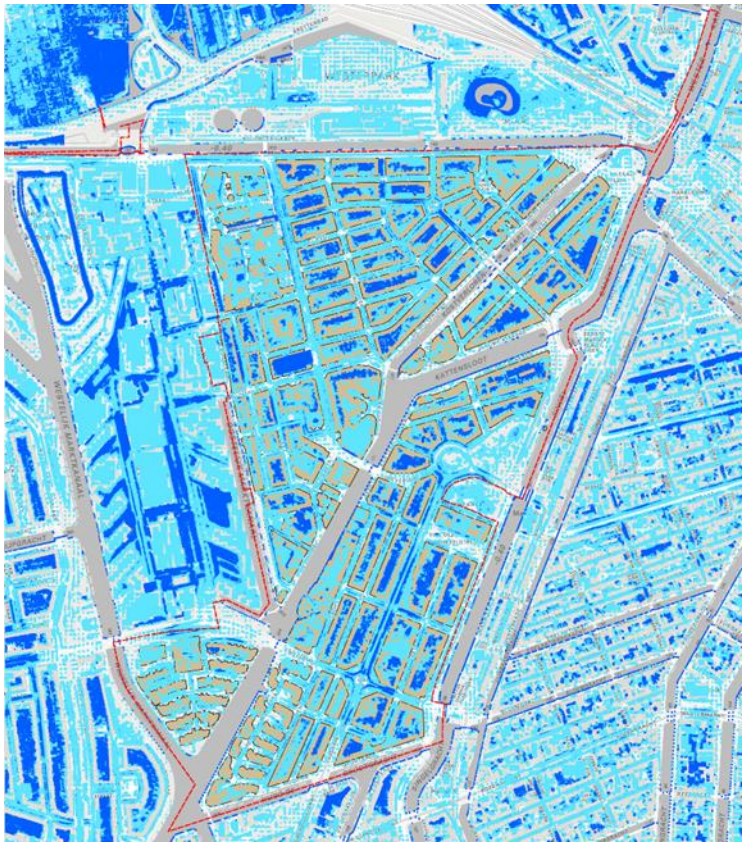


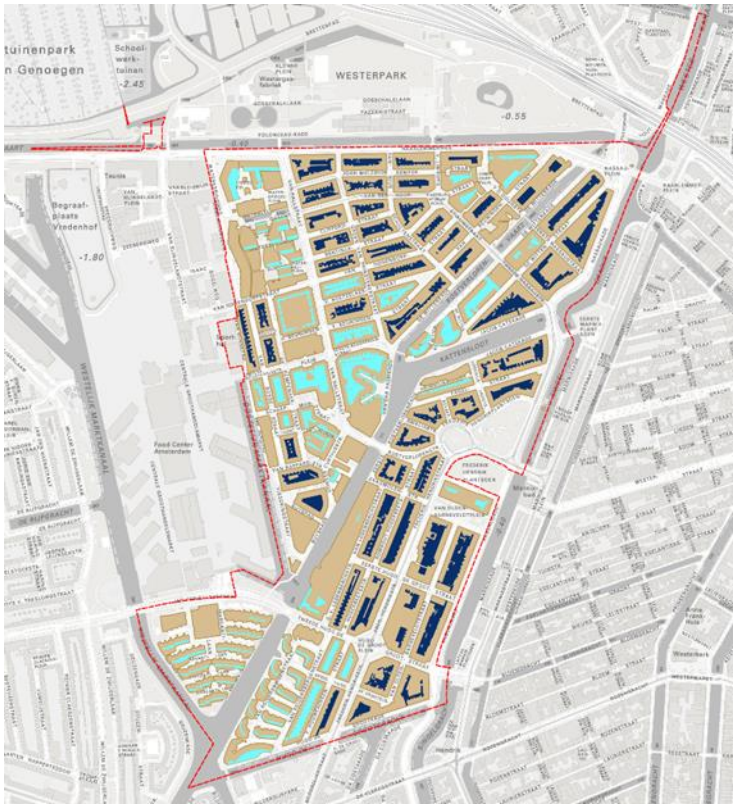

WESTERPARK
Begraaf-
plaats
Vredenhof
-1.80
-2.45
-0.55
KATTENSLOOT

4. Regenwateraccumulatie bij buien

Verharding zorgt ervoor dat regenwater niet in de grond kan zakken. In plaats daarvan komt het regenwater in het riool terecht. Als er in korte tijd veel regenwater valt, is het mogelijk dat het riool dit niet aankan. Dit kan leiden tot wateroverlast, schade aan bebouwing en schade aan infrastructuur. Het riool kan worden ontlast door regenwater in de bodem te laten infiltreren. De grond houdt het water vast en voert het vertraagd af via het grondwater. In bouwblokken waar veel water accumuleert, is het belangrijk om het vergunningsstelsel in te voeren. De grenswaarde van 10cm regenaccumulatie is gekozen omdat het regenwater dan over de drempel van een pand kan stromen.

Afbeelding 4a: De accumulatie van regenwater van 10 cm of meer, na een bui waarin 120 mm regen valt in 2 uur
Afbeelding 4b: Bouwblokken waarvan 30% of meer van het binnenterrein boven deze grenswaarde uitkomt.
Conclusie: Voor deze bouwblokken is het belangrijk dat het vergunningsstelsel wordt ingevoerd.
Bron van de data: https://maps.amsterdam.nl/rainproof/?LANG=nl

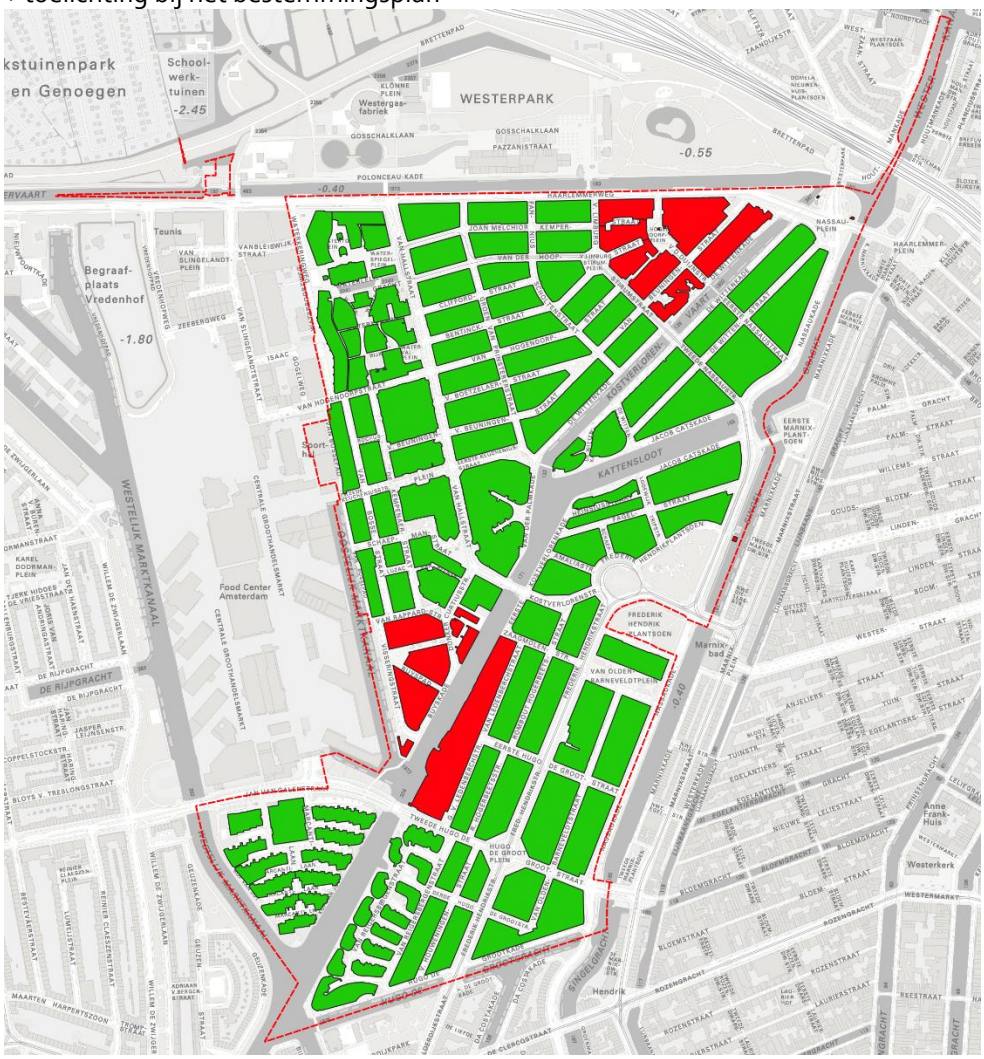



WESTERPARK
Begraaf-
plaats
Vredenhof
-1.80
-2.45
-0.55
Food Center
Amsterdam

6. Cultuurhistorische waarde

Voldoende frisse lucht, licht en groen is al eeuwenlang het ideaal voor een kwalitatief goede leefomgeving. In de toelichting van het bestemmingsplan is van de twee aanwezige welstandsystemen in het plangebied uitgelegd welke waarde de onbebouwde binnenterreinen vertegenwoordigen en waarom het belangrijk is hier zorgvuldig mee om te gaan. Een vergunningsstelsel stelt de gemeente in staat om per geval een afweging te maken en voorwaarden te verbinden aan de verlening van een vergunning. De aanwezigheid van een welstand systeem waarin binnentuinen een belangrijke cultuurhistorische waarde hebben, is een belangrijke reden om het vergunningsstelsel in te voeren.

Conclusie: Voor deze bouwblokken, is het belangrijk dat het vergunningsstelsel wordt ingevoerd.
Bron van de data: https://maps.amsterdam.nl/welstand/?LANG=nl
+ toelichting bij het bestemmingsplan



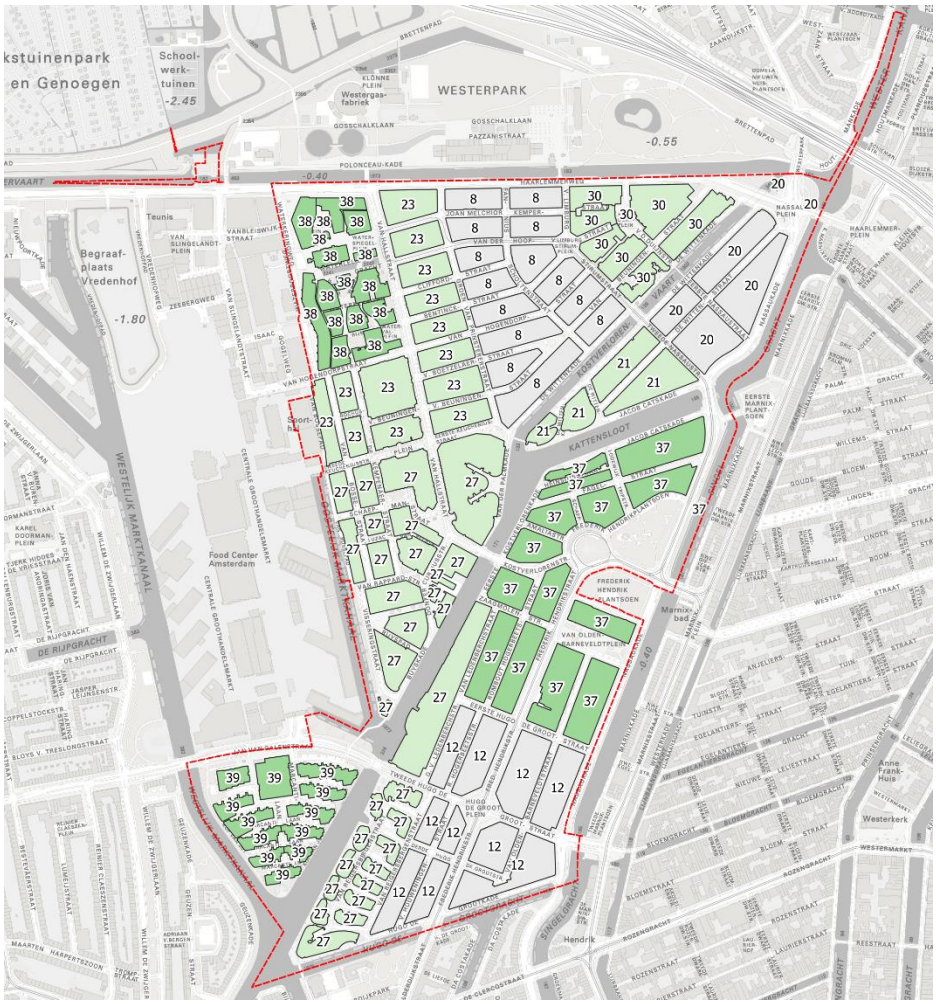
7. Percentage groen/grijs op openbaar terrein

Er is in Oud West weinig openbaar groen. Het weinige openbaar groen dat er is, heeft een hoge gebruiks- en verkeersdruk. Dat betekent dat de natuur zich niet ongestoord kan ontwikkelen. In (binnen)tuinen is dit vaker wel het geval. Om deze reden zijn de tuinen een aanvulling op het openbaar groen voor wat betreft de biodiversiteit. Het is in het belangrijk om voorwaarden te stellen aan het plaatsen van extra verharding wanneer het percentage groen in het bouwblok laag is. Veel dieren kunnen niet zo ver vliegen. Tuinen zijn een noodzakelijke 'tussenstop' tussen twee verschillende natuurgebieden.

Afbeelding 7: Het percentage groen (laag groen + bomen) ten opzichte van het totaal oppervlakte van openbaar gebied.

Conclusie: Voor deze bouwblokken in een wijk met een percentage groen kleiner of gelijk aan 30% is het belangrijk dat het vergunningsstelsel wordt ingevoerd.

Bron van de data: Kaart 'groen binnen openbare ruimte' van https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/



Resultaten

In onderstaande tabel zijn de ruwe data te vinden. Bijvoorbeeld: Het percentage van de panden in het bouwblok dat een afstand van 300 meter of meer heeft tot een koele plek.

In de tabel daaronder is het oordeel te vinden. Bijvoorbeeld: Het percentage van de panden in het bouwblok dat een afstand van 300 meter of meer heeft tot een koele plek, is groter dan 30%.

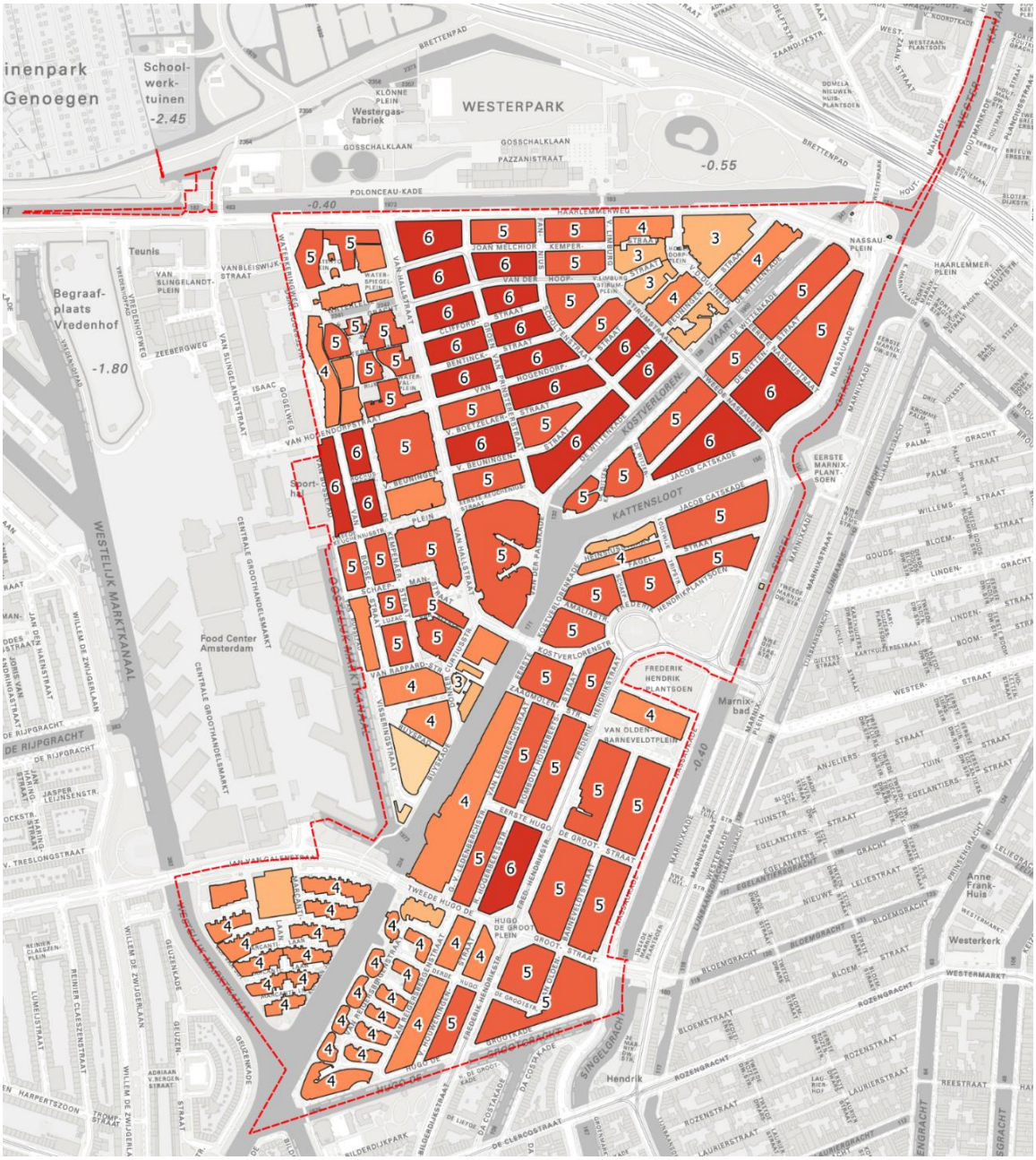
Ruwe data factoren						
Code	**1. Afstand koelte**	**2. Hitte-eiland**	**3. Hittestress**	**4. Regenwater**	**5. Cultuur-historische waarde**	**6. Openbaar groen**
AB08	0	100	81	88	1	8
AB10	100	100	85	73	1	23
AB29	100	100	82	23	1	8
AB06	100	100	65	69	1	23
AB07	52	100	63	40	1	8
AB01	100	100	75	64	1	23
AB02	20	100	61	61	1	8
AB03	0	100	49	61	1	8
AB11	74	100	76	55	1	8
AB12	100	100	80	73	1	23
AB13	100	100	77	64	1	8
AB14	23	100	78	33	1	8
AB15	100	100	85	53	1	23
AB16	100	100	71	42	1	8
AB17	30	100	85	65	1	8
AB19	100	100	79	56	1	23
AB20	100	100	81	56	1	23
AB21	100	100	81	37	1	23
AB22	100	100	81	19	1	23
AB23	100	100	81	27	1	23
AB24	100	100	81	68	1	8
AB25	86	100	99	54	1	8
AB28	100	100	93	39	1	23
AB30	100	100	72	28	1	23
AB31	100	100	88	44	1	8
AB32	100	100	87	48	1	8
AB34	5	100	76	39	0	30
AB35	100	100	89	6	1	27
AB36	100	100	84	19	1	27
AB37	100	100	82	16	1	27
AB40	79	100	91	6	1	27
AB41	10	100	85	76	1	27
AB42	76	100	92	7	1	27
AB43	100	100	80	1	1	27
AB45	0	100	78	51	0	27
AB46	63	100	94	19	1	21
AB47	83	100	86	19	1	20
AB48	21	100	88	35	1	20
AB49	38	100	61	62	1	21
AB50	32	100	88	31	1	20
AB51	13	100	80	62	1	20
AB53	0	100	90	40	0	30
AB54	0	100	85	12	0	30

AB55	0	100	94	53	0	30
AB56	55	100	83	2	1	38
AB57	100	100	81	3	1	38
AB62	100	100	75	0	1	38
AB63	100	100	100	0	1	38
AB64	100	100	88	0	1	38
AB68	100	100	99	0	1	38
AB69	100	100	100	0	1	38
AB71	100	100	76	0	1	38
AB77	100	100	90	2	1	21
AB83	100	100	98	0	1	21
AB88	0	100	89	10	0	30
AB89	0	100	99	4	0	30
AB90	0	100	85	58	0	27
AC02	0	100	49	6	1	37
AC03	0	100	74	54	1	37
AC04	0	100	60	36	1	37
AC05	0	100	69	54	1	37
AC06	0	100	83	69	1	37
AC07	0	100	54	63	1	37
AC08	0	100	75	56	1	37
AC09	0	100	66	65	1	37
AC10	0	100	65	14	1	37
AC11	46	100	83	6	0	27
AC12	13	100	91	48	1	37
AC13	0	100	89	64	1	37
AC14	0	100	86	70	1	37
AC15	0	100	90	61	1	37
AC16	23	100	90	50	1	12
AC17	31	100	94	57	1	12
AC18	8	100	87	41	1	12
AC19	0	100	80	45	1	12
AC21	0	100	85	16	1	12
AC22	0	100	90	0	1	12
AC23	3	100	66	54	1	12
AC24	0	100	66	69	1	12
AC30	0	100	100	0	1	27
AC25	0	100	84	10	1	12
AC26	0	100	93	32	1	12
AC28	0	100	100	0	1	27
AC29	0	100	100	0	1	27
AC31	0	100	100	0	1	27
AC32	0	100	100	0	1	27
AC33	0	100	100	0	1	27
AC34	0	100	100	0	1	27
AC35	0	100	96	0	1	27
AC36	0	100	100	0	1	27
AC37	0	100	100	0	1	27
AC38	0	100	100	0	1	27
AC39	0	100	100	0	1	27
AS26	0	100	97	0	1	39
AS25	0	100	97	1	1	39
AS27	0	100	99	0	1	39
AS28	0	100	100	0	1	39
AS29	0	100	95	0	1	39

AS30	0	100	97	0	1	39
AS39	0	100	100	0	1	39
AS40	0	100	100	0	1	39
AS42	0	100	100	0	1	39
AS43	0	100	98	0	1	39
AB38	100	100	83	19	1	27
AB82	0	100	88	4	0	27

Oordeel						
Code	**1. Afstand koelte**	**2. Hitte-eiland**	**3. Hitte-stress**	**4. Regenwater**	**6. Cultuur-historische waarde**	**7. Openbaar groen**
AB08	0	1	1	1	1	1
AB10	1	1	1	1	1	1
AB29	1	1	1	0	1	1
AB06	1	1	1	1	1	1
AB07	1	1	1	1	1	1
AB01	1	1	1	1	1	1
AB02	0	1	1	1	1	1
AB03	0	1	1	1	1	1
AB11	1	1	1	1	1	1
AB12	1	1	1	1	1	1
AB13	1	1	1	1	1	1
AB14	0	1	1	1	1	1
AB15	1	1	1	1	1	1
AB16	1	1	1	1	1	1
AB17	0	1	1	1	1	1
AB19	1	1	1	1	1	1
AB20	1	1	1	1	1	1
AB21	1	1	1	1	1	1
AB22	1	1	1	0	1	1
AB23	1	1	1	0	1	1
AB24	1	1	1	1	1	1
AB25	1	1	1	1	1	1
AB28	1	1	1	1	1	1
AB30	1	1	1	0	1	1
AB31	1	1	1	1	1	1
AB32	1	1	1	1	1	1
AB34	0	1	1	1	0	1
AB35	1	1	1	0	1	1
AB36	1	1	1	0	1	1
AB37	1	1	1	0	1	1
AB40	1	1	1	0	1	1
AB41	0	1	1	1	1	1
AB42	1	1	1	0	1	1
AB43	1	1	1	0	1	1
AB45	0	1	1	1	0	1
AB46	1	1	1	0	1	1
AB47	1	1	1	0	1	1
AB48	0	1	1	1	1	1
AB49	1	1	1	1	1	1
AB50	1	1	1	1	1	1
AB51	0	1	1	1	1	1
AB53	0	1	1	1	0	1
AB54	0	1	1	0	0	1
AB55	0	1	1	1	0	1
AB56	1	1	1	0	1	1
AB57	1	1	1	0	1	1
AB62	1	1	1	0	1	1
AB63	1	1	1	0	1	1
AB64	1	1	1	0	1	1
AB68	1	1	1	0	1	1
AB69	1	1	1	0	1	1

AB71	1	1	1	0	1	1
AB77	1	1	1	0	1	1
AB83	1	1	1	0	1	1
AB88	0	1	1	0	0	1
AB89	0	1	1	0	0	1
AB90	0	1	1	1	0	1
AC02	0	1	1	0	1	1
AC03	0	1	1	1	1	1
AC04	0	1	1	1	1	1
AC05	0	1	1	1	1	1
AC06	0	1	1	1	1	1
AC07	0	1	1	1	1	1
AC08	0	1	1	1	1	1
AC09	0	1	1	1	1	1
AC10	0	1	1	0	1	1
AC11	1	1	1	0	0	1
AC12	0	1	1	1	1	1
AC13	0	1	1	1	1	1
AC14	0	1	1	1	1	1
AC15	0	1	1	1	1	1
AC16	0	1	1	1	1	1
AC17	1	1	1	1	1	1
AC18	0	1	1	1	1	1
AC19	0	1	1	1	1	1
AC21	0	1	1	0	1	1
AC22	0	1	1	0	1	1
AC23	0	1	1	1	1	1
AC24	0	1	1	1	1	1
AC30	0	1	1	0	1	1
AC25	0	1	1	0	1	1
AC26	0	1	1	1	1	1
AC28	0	1	1	0	1	1
AC29	0	1	1	0	1	1
AC31	0	1	1	0	1	1
AC32	0	1	1	0	1	1
AC33	0	1	1	0	1	1
AC34	0	1	1	0	1	1
AC35	0	1	1	0	1	1
AC36	0	1	1	0	1	1
AC37	0	1	1	0	1	1
AC38	0	1	1	0	1	1
AC39	0	1	1	0	1	1
AS26	0	1	1	0	1	1
AS25	0	1	1	0	1	1
AS27	0	1	1	0	1	1
AS28	0	1	1	0	1	1
AS29	0	1	1	0	1	1
AS30	0	1	1	0	1	1
AS39	0	1	1	0	1	1
AS40	0	1	1	0	1	1
AS42	0	1	1	0	1	1
AS43	0	1	1	0	1	1
AB38	1	1	1	0	1	1
AB82	0	1	1	0	0	1


WESTERPARK
Westergas-fabriek
KLONNE PLEIN
GOSSCHALKLAAN
PAZZANISTRAAT
BRETTENPAD
POLONCEAU-KADE
HAARLEMMERWEG
Schoolwerktuinen
-2.45
-0.55
-0.40
-1.80
Begraafplaats Vredenhof
Teunis
VAN SLINGELANDT-PLEIN
VANBLEISWIJK-STRAAT
ZEEBERGWEG
VAN SLINGELANDTSTRAAT
ISAAC GOSELWEG
VAN HOUENDORPSTRAAT
Sport-hal
WESTELIJK MARKTKANAAL
CENTRALE GROOTHANDELSMARKT
Food Center Amsterdam
DE RIJPGRACHT
JASPER LEIJNSENSTR.
V. TRESLONGSTRAAT
WILLEM DE ZWIJGERLAAN
REINIER CLAESZENSTRAAT
LUMEIJSTRAAT
HARPERTSZOON
GEUZENKADE
GEUZENSTRAAT
ADRIAAN V. BERGEN-STRAAT
TRIP-STRAAT
GEUDENKADE
HILDERDIJKPARK
JOAN MELCHIOR KEMPER-STRAAT
VAN DER HOOP-STRAAT
CLIFFORD-STRAAT
BERNHARD-STRAAT
V. BOETZELAER-STRAAT
V. REENHUIJSEN-PLEIN
V. BEUNINGEN-STRAAT
VAN HALLSTRAAT
VAN RAPPARD-STR.
VESSEMSTRAAT
KOSTVERLOREN-STRAAT
KATTENSLOOT
JAGOS CATSKADE
NASSAU-PLEIN
HAARLEMMER-PLEIN
EERSTE MARNIX-PLANTSOEN
MARNIXKADE
MARNIXSTRAAT
FREDERIK HENDRIK PLANTSOEN
VAN OLDEN-BARNEVELDTPLEIN
Marnixbad
EERSTE HUGO DE GROOTSTRAAT
TWEEDE HUGO DE GROOTSTRAAT
HUGO DE GROOT PLEIN
HUGO DE GROOTSTRAAT
SINGELGRACHT
Hendrik
DA COSTAKADE
DE CLERCQSTRAAT
LAURIERSTRAAT
REESTRAAT
ROZENGRACHT
ROZENSTRAAT
BLOEMGRACHT
BLOEMSTRAAT
WESTERMARKT
Westerkerk
Anne Frank-Huis
PRINSENGRACHT
LELIEGRACHT
EGELANTIERSGRACHT
NIEUWE LELIESTRAAT
GOUDS
LINDEN-GRACHT
PALM-STRAAT
WILLEMS-STRAAT
BLOEM-STRAAT
BOOM-STRAAT
WESTER-STRAAT
ANJELIERS-STRAAT
TUINSTR.
TUIN-STRAAT
WESTZAAN-PLANTSOEN
ZAANDIJKSTR.
DOMELA NIEUWEN-HUIS-PLANTSOEN
WESTERMARKT
WESTERSTR.
HOUTMANSTR.
PLANTAGESTRAAT
BRETEUILSTR.
SLOTER-DIJKSTR.
HOUTSTR.
WESTERPARK
MARNIXADE
MASSAUKADE
KLEINE HOUTSTR.
GROTE HOUTSTR.
WAGENSTR.
STEEG
DRIJ-VERSSTR.
KARTUIZERSTRAAT
KARTUIZERSGRACHT
LUIKSTRAAT
DIETERSTRAAT
LUIKSGRACHT
LUIKSKADE
MARNIXSTRAAT
MARNIXKADE
LUIKSGRACHT
MARNIXSTR
MARNIX