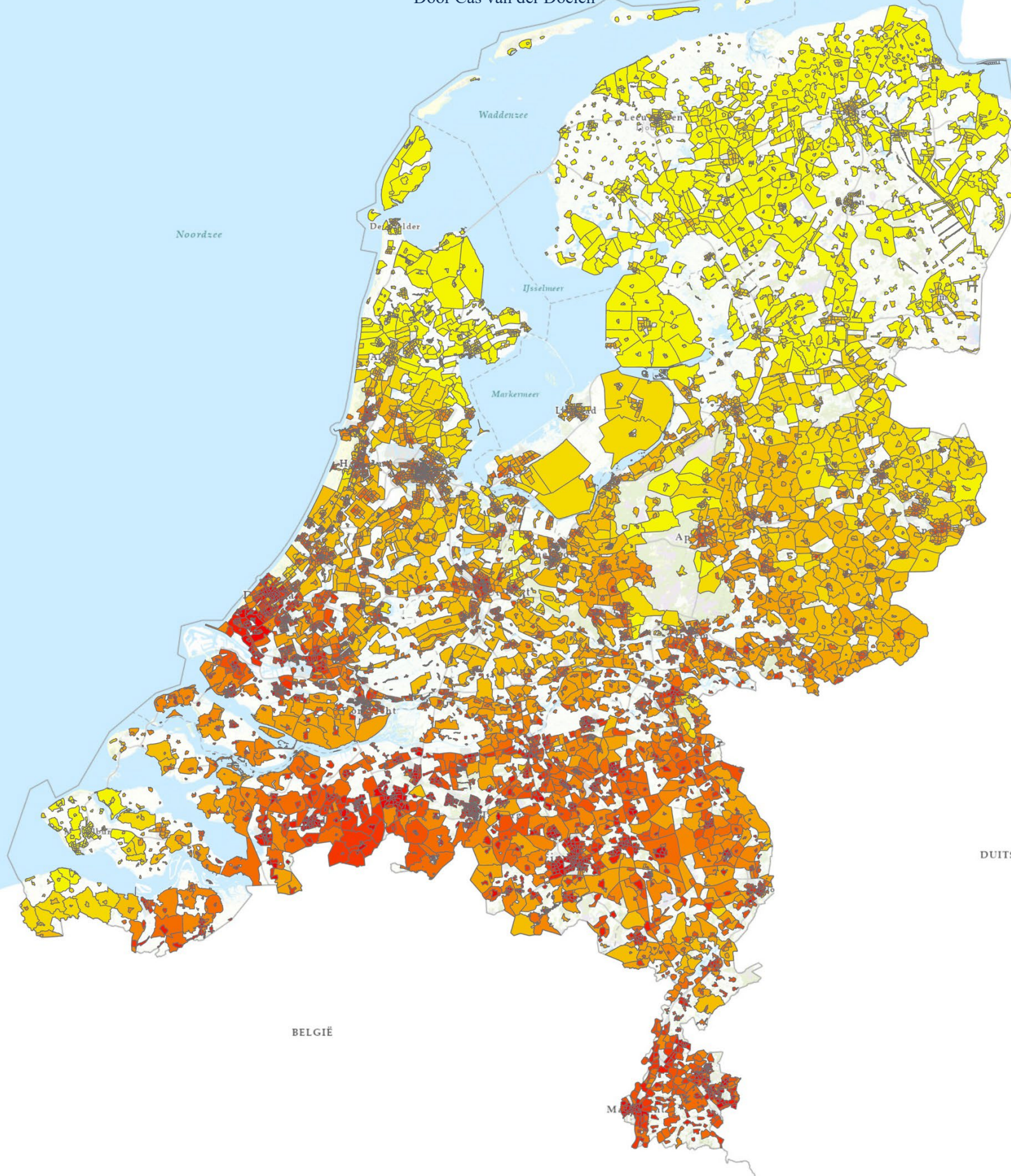


‘Keeping it cool’

Een onderzoek naar de relatie tussen hittestress en sociaal-economische status

Door Cas van der Doelen



‘Keeping it cool’

Een onderzoek naar de relatie tussen hittestress en sociaal-economische status



Radboud Universiteit

Door Cas van der Doelen
S1055035

Bachelorscriptie
Geografie, Planologie en Milieu

Faculteit der Managementwetenschappen
Radboud Universiteit, Nijmegen

Onder begeleiding van Kevin Raaphorst
Augustus 2023
18897 Woorden

Inhoud

SAMENVATTING	3
§1 PROJECTKADER	4
§1.1 INLEIDING	4
§1.2 AANLEIDING	5
§1.3 DOELSTELLING	6
§1.4 ONDERZOEKSVRAGEN	6
§1.5 MAATSCHAPPELIJKE RELEVANTIE	7
§1.6 WETENSCHAPPELIJKE RELEVANTIE	8
§2 THEORETISCH KADER	9
§2.1 OORZAKEN VAN ONGELIJKHEID IN HITTEBLOOTSTELLING: SOCIAALECONOMISCHE- EN OMGEVINGSFACTOREN	9
§2.2 MAATREGELEN VOOR GROENBLAUWE INFRASTRUCTUUR IN DE STAD	10
§2.3 HET IPCC-KWETSBAARHEIDSRAMWERK	13
§3 METHODOLOGIE	17
§3.1 STRATEGIE	17
§3.2 DATAVERZAMELING	18
§3.3 DATA ANALYSE	20
§3.4 BETROUWBAARHEID EN VALIDITEIT VAN HET ONDERZOEK	20
§4 RESULTATEN	22
§4.1 VERDELING VAN HITTESTRESS IN STEDELIJKE GEBIEDEN OVER VERSCHILLENDE SES-WIJKEN	22
§4.1.1 Beschrijvende statistiek	22
§4.1.2 Correlatieanalyse SES	23
§4.1.3 Specificering PET	24
§4.1.4 Stedelijkheid	26
§4.2 OMGEVINGSFACTOREN EN RUIMTELIJKE VERSCHILLEN IN TEMPERATUUR	27
§4.2.1 Hoogbouw centrum	28
§4.2.2 Tuindorp	31
§4.2.3 Stedelijk bouwblok	33
§4.3 HITTESTRESS MAATREGELEN VOOR KWETSBARE WIJKEN	36
§4.3.1 MCA per wijktypologie	36
§4.3.2 MCA lage sociaal-economische status	43
§5 CONCLUSIE	46
§6 DISCUSSIE	48
§7 AANBEVELINGEN	49
§8 REFERENTIES	50
§9 BIJLAGE	54

Samenvatting

Deze scriptie onderzoekt de relatie tussen sociaaleconomische status, omgevingskenmerken en de kwetsbaarheid voor hittestress in Nederlandse buurten. Het doel is om inzicht te krijgen in de impact van hittestress op wijken met een lage sociaaleconomische status en om effectieve aanpassingsmaatregelen te ontwikkelen die de kwetsbaarheid verminderen en de gezondheidswinst maximaliseren.

Er wordt gebruikgemaakt van een post-positivistische benadering en kwantitatief onderzoek, waarbij ruimtelijke en statistische analyses worden uitgevoerd. Het IPCC-kwetsbaarheidsraamwerk wordt toegepast om de kwetsbaarheid voor hittestress van lage SES wijken en hun bewoners te analyseren. Vervolgens worden geschikte maatregelen geïdentificeerd en Multi-Criteria Analyses wordt gebruikt om de haalbaarheid en effectiviteit van deze maatregelen te beoordelen.

Uit de analyse blijkt dat buurten met een lage sociaaleconomische status hogere niveaus van hittestress ervaren in vergelijking met andere buurten. Het is daarom van belang om gerichte aanpassingsmaatregelen te ontwikkelen die aansluiten bij de specifieke behoeften van deze buurten. Verschillende omgevingsfactoren, zoals groenvoorzieningen en verhardingsgraad, hebben invloed op de blootstelling aan hittestress. Op basis hiervan worden aanbevelingen gedaan, zoals het implementeren van groenblauwe maatregelen, zoals groene daken, verticaal groen en vergroening van versteende oppervlakken. Het is echter belangrijk om rekening te houden met beperkingen zoals beperkte ruimte en financiële beperkingen, evenals de prioriteiten en betrokkenheid van de gemeenschap.

De conclusie van het onderzoek is dat buurten met een lagere sociaaleconomische status en specifieke wijktypologieën, namelijk hoogbouwcentrum, tuindorpen en stedelijke bouwblokken, in Nederland een verhoogde gevoeligheid vertonen voor hittestress. Door het implementeren van groenblauwe maatregelen zoals groene en reflecterende daken, vergroening van publieke versteende oppervlakken, en strategisch geplaatste bomen kan de kwetsbaarheid verminderd worden. Een inclusieve aanpak die rekening houdt met de behoeften en uitdagingen van lage SES-wijken is essentieel om de veerkracht en leefbaarheid te versterken en hittestress te verminderen.

Deze scriptie draagt bij aan het opvullen van de kenniskloof en biedt waardevolle inzichten voor gemeenten om effectievere en inclusieve aanpassingsstrategieën tegen hittestress te ontwikkelen, met als doel het optimaliseren van de gezondheidswinst in kwetsbare buurten.

§1 Projectkader

§1.1 Inleiding

In de afgelopen decennia zijn de verontrustende effecten van klimaatverandering nog duidelijker geworden dan ooit. Extreme weersomstandigheden komen steeds vaker voor en de impact ervan op de samenleving neemt toe. Een van de meest opvallende gevolgen van deze veranderingen is de stijgende trend van hittegolven, waarbij intense periodes van extreem hoge temperaturen steeds vaker voorkomen (Hiemstra, 2022). De opwarming van de aarde en het versterkte broeikas-effect hebben geleid tot een alarmerende toename van het aantal dagen met hittegolven in veel delen van de wereld (Marx, Haunschild & Bornmann, 2021). Dit fenomeen heeft verstrekkende gevolgen voor mens en milieu, en de potentiële impact op de volksgezondheid is een vraagstuk dat dringend aandacht vereist.

Bovendien draagt klimaatverandering bij aan het stedelijk hitte-eiland effect, dat ontstaat doordat steden meer hitte absorberen dan landelijke gebieden, waardoor de temperatuur in stedelijke gebieden hoger is (Kleerekoper et al., 2012). Dit zorgt voor meer gezondheidsrisico's. Blootstelling aan te hoge temperaturen is namelijk een wereldwijde bedreiging voor de menselijke gezondheid en het welzijn (Eisenman et al., 2016). Hittegerelateerde sterfgevallen zijn een chronisch probleem in droge klimaten (CDC, 2005). Sterfgevallen en ziekten door luchtverontreinigende stoffen en infectieziekten nemen toe tijdens extreem warm weer (Easterling et al., 2000). Naast verhoogde sterftcijfers stijgt het aantal ernstige ziekten, zoals hitteberoerte, hitte-uitputting en ademhalingsproblemen (Patz et al., 2005). Ook is gebleken dat mensen die kwetsbaar zijn voor hart- en vaatziekten een grote risicogroep vormen tijdens de warmste periodes van het jaar. Deze ziekten verminderen het vermogen van het lichaam om zich aan te passen aan veranderingen in de omgeving waardoor hitte gerelateerde morbiditeit en mortaliteit waarschijnlijk vaker zal voorkomen (Kenny et al., 2010).

De achteruitgang van de volksgezondheid is een probleem dat zich uitstrekt over alle bevolkingsgroepen, maar onderzoek toont aan dat mensen met een lage sociaaleconomische status (SES) vaker te maken hebben met gezondheidsproblemen, waaronder een hoger risico op hart- en vaatziekten (Harlan et al., 2006). Biologische, gedrags- en sociale risicofactoren die vaak voorkomen bij personen met een lage SES benadrukken het significante effect op de cardiovasculaire gezondheid (Schulz et al., 2018). Bij biologische risicofactoren kan gedacht worden aan genetische aanleg die een verhoogd risico op cardiovasculaire aandoeningen met zich meebrengt. Gedrag risicofactoren, zoals overmatig alcoholgebruik en roken, kunnen ook een negatieve invloed hebben op de cardiovasculaire gezondheid (van Dinther, 2015). Daarnaast spelen sociale risicofactoren, zoals beperkte toegang tot kwalitatieve gezondheidszorg, een rol bij het verhoogde risico op cardiovasculaire problemen bij mensen met een lage SES (Ohlson, 2020). De vraag is echter of dit betekent dat wijken met een lage SES, omdat ze meer inwoners hebben met gezondheidsproblemen, ook onevenredig worden getroffen door hittestress en dus kwetsbaarder zijn.

§1.2 Aanleiding

Op veel locaties in Nederland worden al maatregelen genomen om het stedelijk hitte-eiland effect tegen te gaan (Boezeman et al., 2018). Hoewel er algemene maatregelen worden genomen, ontbreken specifieke maatregelen gericht op bepaalde wijken of bevolkingsgroepen. Eerdere studies hebben aangetoond dat een lagere sociaaleconomische status geassocieerd is met een verhoogd risico op gezondheidsproblemen, met name hart- en vaatziekten (Harlan et al., 2006). Bovendien is gebleken dat mensen met een hoog cardiovasculair risico extra gevoelig zijn voor de effecten van hittestress (Kenny et al., 2010). Deze bevindingen vormen de aanleiding voor dit onderzoek.

Het doel van dit onderzoek is echter niet gericht op het onderzoeken van de gezondheidsproblemen zelf, maar op het begrijpen van de mogelijke relatie tussen kwetsbaarheid voor hittestress en wijken met een lage sociaaleconomische status. Het is van belang om te bepalen of wijken met een lage sociaaleconomische status, vanwege de hogere hoeveelheid gezondheidsproblemen, ook onevenredig worden getroffen door hittestress en daardoor kwetsbaarder zijn. Het onderzoeken van deze verbanden vormt de basis van dit onderzoek.

Met deze kennis kan de gemeente een verantwoorde keuze maken waar ingegrepen moet worden en welke wijken het meest kwetsbaar zijn voor hittestress. Momenteel ontbreekt gedetailleerde informatie over deze verbanden, waardoor er nauwelijks of geen rekening mee wordt gehouden bij het ontwikkelen van lokale aanpassingsstrategieën tegen hittestress. Hierdoor blijft een belangrijk aspect van het optimaliseren van de lokale aanpassingsstrategieën onderbelicht. Het is van belang om deze kenniskloof op te vullen en de impact van omgevingsfactoren op de kwetsbaarheid voor hittestress in wijken met een lage sociaaleconomische status te onderzoeken. Door deze informatie te verkrijgen, kunnen effectievere en meer inclusieve aanpassingsmaatregelen worden ontwikkeld en kan de gezondheidswinst worden gemaximaliseerd.

Veel Nederlandse steden vertonen overeenkomstige eigenschappen in hun wijken, zoals demografische samenstelling, bebouwingsdichtheid en groenvoorzieningen (Voetensen, 2014). Het is belangrijk om deze eigenschappen te identificeren en te begrijpen, omdat ze een directe invloed kunnen hebben op de kwetsbaarheid van wijken voor hittestress. Verschillende factoren, zoals de aanwezigheid van groen en de mate van verharding, kunnen de hitte absorptie beïnvloeden (van der Hoeven & Wandl, 2018). Met behulp van deze kennis kunnen gerichte aanpassingsstrategieën worden ontwikkeld en toegepast op de specifieke eigenschappen van wijken, waardoor de kwetsbaarheid voor hittestress effectief kan worden verminderd en de leefbaarheid in deze wijken kan worden verbeterd.

Er zal onderzocht worden of er significante verschillen zijn in de blootstelling aan hittestress binnen deze gebieden en welke factoren bijdragen aan deze blootstelling. Daarnaast wordt er gekeken naar hoe een evenwichtige afweging kan worden gemaakt tussen verdichting en vergroening, rekening houdend met de specifieke omgevingsfactoren per wijk. Het uiteindelijke doel is het ontwikkelen van effectieve aanpassingsmaatregelen die de kwetsbaarheid voor hittestress verminderen en de gezondheidswinst maximaliseren.

§1.3 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het verkrijgen van kennis over en inzicht in het verband tussen sociaal-economische status en plaatselijke blootstelling aan hittestress in Nederland. Deze inzichten zijn bedoeld voor overheidsorganen, wetenschappers, lokale beleidsmakers en andere belanghebbenden die betrokken zijn bij het ontwikkelen van maatregelen om de blootstelling aan hittestress te verminderen. Met deze kennis en inzichten kunnen zij beter begrijpen hoe het verminderen van de blootstelling aan hittestress in stedelijke gebieden ook kan bijdragen aan het verminderen van de kwetsbaarheid.

Verschillende wetenschappelijke studies hebben aangetoond dat de toename van hittestress een disproportionele impact heeft op kwetsbare maatschappelijke groepen, waaronder gezinnen met lage inkomens (Eisenman et al., 2016; Ellena et al., 2020; Mitchell en Chakraborty, 2014; Mitchell en Chakraborty, 2018). Daarom is het belangrijk om maatregelen te ontwikkelen die ervoor zorgen dat deze groepen minder blootgesteld worden aan de gevolgen van hittestress. Het onderzoeken van het verband tussen sociaal-economische status en plaatselijke blootstelling aan hittestress zal helpen bij het ontwikkelen van dergelijke maatregelen.

Het doel van dit onderzoek is om te bepalen welke maatregelen het meest effectief zijn voor het verminderen van de gevolgen van hittestress binnen lage SES-groepen in Nederlandse steden. Het onderzoek zou vervolgens gebruikt kunnen worden als basis voor toekomstige overheidsinitiatieven om de gevolgen van hittestress te verminderen.

§1.4 Onderzoeksvragen

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt:

‘In hoeverre hangen sociaaleconomische factoren en omgevingskenmerken samen met de kwetsbaarheid voor hittestress in Nederlandse buurten, en welke adaptieve maatregelen kunnen worden genomen om deze kwetsbaarheid te verminderen?’

Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn er drie deelvragen opgesteld:

Deelvraag 1: ‘Op welke manier is hittestress in stedelijke gebieden verdeeld over verschillende SES wijken?’

Deelvraag 2: ‘Hoe staan omgevingsfactoren van Nederlandse wijken in relatie tot ruimtelijke verschillen in temperatuur en blootstelling aan hittestress?’

Deelvraag 3: ‘Welke maatregelen kunnen worden toegepast om de kwetsbaarheid voor hittestress bij mensen met een lage sociaal-economische status in Nederland te verminderen?’

§1.5 Maatschappelijke relevantie

In de context van de maatschappelijke relevantie van dit onderzoek, is het belangrijk om de impact van extreme hitte op verschillende aspecten van de leefbaarheid te begrijpen. Wereldwijd wordt aandacht besteed aan de negatieve gevolgen van hittestress en het stedelijk hitte-eilandeffect. De temperatuur in Nederland is de afgelopen 30 jaar met gemiddeld 1,1°C gestegen, wat tweemaal het wereldwijde gemiddelde is. Dit heeft geleid tot een toename van tropische dagen, waardoor de kans op hittegolven en extreem warme nachten toeneemt (KNMI, 2021a). Hierdoor kunnen mensen last krijgen van slaperigheid, slecht humeur, vermoeidheid, concentratieproblemen en verminderde prestaties. Baby's, kinderen, chronisch zieken en mensen die veel buiten werken hebben een verhoogd risico op hittestress (CCSP, 2008). Ook vormt hoge mate van hittestress een groter risico voor mensen met een cardiovasculaire aandoening. Om deze negatieve gevolgen te voorkomen, in het bijzonder voor de genoemde kwetsbare groepen, is het belangrijk om de verspreiding van hitte te verminderen door te kijken naar waar de meeste gezondheidswinst te behalen valt.

Naast de directe gezondheidseffecten van hittestress, heeft dit ook indirecte effecten op de gezondheidszorg. Hoge temperaturen kunnen leiden tot gezondheidsproblemen en ziekenhuisopnames, wat zorgt voor een extra belasting op de toch al overbelaste zorginstanties (WHO, 2018). Het aanpakken van hittestress op lage SES-groepen is dus niet alleen belangrijk voor de gezondheid van deze groepen, maar kan ook bijdragen aan het verlagen van de druk op de gezondheidszorg.

Extreme hitte heeft niet alleen invloed op het comfort buiten op straat en in gebouwen, het kan ook de arbeidsproductiviteit beïnvloeden. Onderzoeken, zoals die van Hancock (2007), hebben aangetoond dat mensen tijdens hitte minder snel werken en meer fouten maken. Een stijging van de kerntemperatuur met één graad kan leiden tot ongeveer 1% minder efficiënt werken.

Het welzijn en functioneren van mensen kan ook aanzienlijk worden beïnvloed tijdens hete dagen, met name tijdens hittegolven. Kwetsbare groepen, zoals ouderen en burgers met beperkingen, ervaren vaak hitte hinder. Dit wordt deels veroorzaakt doordat ze te laat en te weinig drinken en niet in staat zijn om hun woning te verlaten om verkoeling te zoeken. Een onderzoek in Limburg (Huynen, 2016) wees uit dat meer dan een derde van de volwassenen in 2013 ernstige hitte hinder ondervond als gevolg van extreme hitte.

De urgentie van het probleem wordt ondersteund door de hoge mate van verstedelijking die de komende jaren niet lijkt te stoppen. Er komt in 2023 een voorstel van de Europese Commissie voor een Bodemgezondheidswet. Vanwege de mogelijkheid dat verstedelijking ecosysteemdiensten negatief kan beïnvloeden, zal dit voorstel naar verwachting een doelstelling bevatten om een rem te zetten op stedelijke uitbreiding. In 2050 zou verstedelijking geen landbouw- of natuurgronden meer mogen aantasten (Evers, van Bommel & Spoon, 2023). Tot die tijd zal de stadsuitbreiding leiden tot de vorming van grote agglomeraties van meer dan een miljoen mensen. Ongetwijfeld zal dit een verdere toename van de UHI-intensiteit veroorzaken, en zo ook de hoeveelheid hittestress verhogen (van Hove et al., 2011). Geconcludeerd kan worden dat, rekening houdend met toekomstige ontwikkelingen op het gebied van klimaat en verstedelijking, hittestress waarschijnlijk een kritiek probleem zal worden in veel stedelijke gebieden in Nederland.²

Het vergroenen van een buurt kan ook de waarde van onroerend goed verhogen. Volgens een onderzoek van Meier-Boschaart (2011) kunnen woningwaarden met 5% stijgen door vergroening van de buurt. Dit betekent dat het introduceren van groene elementen of het verbeteren van groene ruimtes in een buurt een positieve invloed kan hebben op de waarde van onroerend goed. Buurten met meer groen worden namelijk als wenselijker en aantrekkelijker beschouwd. Dit leidt tot hogere vastgoedprijzen.

Wat betreft de sociaaleconomische status heeft de stijging van de waarde van onroerend goed door vergroening gevolgen voor de samenstelling van de buurt. Naarmate de vastgoedprijzen stijgen, wordt het duurder om in die buurt te wonen. Dit kan mogelijk leiden tot een instroom van welvarender bewoners die hogere vastgoedprijzen kunnen betalen, wat op zijn beurt veranderingen kan veroorzaken in de sociaaleconomische samenstelling van de buurt. Daarom is het van belang een integrale afweging te maken voor iedere buurt om te bepalen wat voor type maatregelen het meest geschikt zijn, rekening houdend met zowel het verminderen van hittestress als het beheersen van ongewenste neveneffecten van vergroening. Het doel is om een evenwicht te vinden waarbij de voordelen van groen, zoals het verlagen van hittestress en het verbeteren van de leefbaarheid, worden gemaximaliseerd, onder de voorwaarde dat negatieve effecten op de sociaaleconomische samenstelling van de buurt worden beperkt.

Ten slotte is een van de belangrijkste redenen dat het verminderen van de kwetsbaarheid van lage SES-groepen een kwestie van sociale rechtvaardigheid is. Lage SES-groepen hebben vaak minder toegang tot hulpbronnen en kansen, waardoor ze vatbaarder zijn voor veel gezondheidsproblemen en andere uitdagingen (Lynn et al., 2011).

§1.6 Wetenschappelijke relevantie

Hittestress en het hitte-eilandeffect zijn de afgelopen jaren steeds belangrijker geworden in veel grote steden in Nederland. Gemeenten hebben hierdoor de verantwoordelijkheid genomen om deze problemen aan te pakken (van Tongeren et al., 2021). Hoewel er kaarten zijn gemaakt om de huidige situatie van hittestress en het stedelijk hitte-eilandeffect weer te geven, worden de algemene maatregelen die worden genomen om deze problemen te verminderen, niet goed omgezet tot stedenbouwkundig ontwerp. Er wordt ook geen link gelegd naar welke maatregelen het beste kunnen worden toegepast per type wijk. Aangezien elke Nederlandse wijk wordt gekenmerkt door verschillende omgevingsfactoren, ontbreekt in de huidige literatuur de link tussen het type wijk, de omgevingsfactoren en het aanpassend vermogen van een wijk.

Het aanpassingsvermogen van een wijk verwijst naar de middelen die beschikbaar zijn voor adaptatie en de capaciteit om deze effectief en efficiënt in te zetten (IPCC, 2007). Deze middelen kunnen vele vormen aannemen op sociaal, educatief, fysiek en financieel gebied en vormen samen de input voor interventies, programma's en gemeenschapsacties (White-Newsome et al., 2014; Xu et al., 2019). Er is momenteel echter weinig onderzoek gedaan naar de relatie tussen hittestress en lage SES wijken in Nederland. Er is weliswaar steeds meer aandacht voor het probleem van hittestress en het hitte-eilandeffect, maar er is nog weinig bekend over hoe deze problemen specifiek van invloed zijn op bewoners van lage SES wijken.

Het is daarom belangrijk om meer inzicht te krijgen in de specifieke problemen en behoeften van bewoners van lage SES wijken. Door te begrijpen welke factoren bijdragen aan het ontstaan van hittestress in deze wijken en hoe deze factoren kunnen worden verminderd, kunnen gerichte maatregelen worden genomen om deze problemen aan te pakken en het aanpassingsvermogen van deze wijken te vergroten.

§2 Theoretisch kader

In het theoretisch kader van deze studie wordt de focus gelegd op een aantal belangrijke onderwerpen die relevant zijn voor het begrijpen van de relatie tussen sociaal-economische status (SES) en hittestress, evenals het identificeren van passende maatregelen om deze uitdaging aan te pakken. Allereerst wordt een overzicht gegeven van het bestaande onderzoek dat de relatie tussen SES en hittestress heeft onderzocht.

§2.1 Oorzaken van ongelijkheid in hitteblootstelling: sociaaleconomische- en omgevingsfactoren

Hittestress, gedefinieerd als de warmtebelasting die wordt ervaren door een persoon als gevolg van de interactie tussen meteorologische en stedelijke omgevingsfactoren (De Nijs et al., 2019), vertoont een verband met de sociaal-economische status (SES). SES verwijst naar de sociaal-economische positie van een persoon, die wordt bepaald door factoren zoals opleiding, inkomen en arbeidsverleden (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021). Deze SES van een gebied wordt weergegeven door middel van een SES-WOA score, zoals berekend door het CBS.

Onderzoek heeft aangetoond dat individuen met een lagere SES vaker worden blootgesteld aan hoge temperaturen, wat kan leiden tot gezondheidsproblemen zoals uitdroging, hittegerelateerde ziekten en zelfs sterfte. Gronlund (2014) concludeert dat bevolkingsgroepen met een lagere sociaaleconomische status en bepaalde raciale groepen, zoals zwarte Amerikanen, een hoger risico hebben op hittegerelateerde ziekten en overlijden. Deze ongelijkheden worden veroorzaakt door een combinatie van omgevingsfactoren, zoals verstedelijking en gebrek aan groen in stedelijke gebieden, en sociaaleconomische factoren, zoals slechtere huisvesting en lagere toegang tot gezondheidszorg.

Shindell et al. (2020) onderzochten de effecten van hitteblootstelling op menselijke sterfte in de Verenigde Staten. De resultaten tonen aan dat hitteblootstelling significant geassocieerd is met hogere sterftecijfers. De impact van hitte op sterfte is het sterkst onder oudere volwassenen, mensen met een laag inkomen en mensen die in stedelijke gebieden wonen. Ook blijkt dat hittegerelateerde sterfte in de VS de afgelopen decennia is toegenomen en dat klimaatverandering zal leiden tot verdere toename van de hittegerelateerde sterfte.

De auteurs komen tot de conclusie dat er dringend behoefte is aan effectieve beleidsmaatregelen om de gevolgen van klimaatverandering te beperken en de risico's van hitteblootstelling te verminderen, vooral voor kwetsbare bevolkingsgroepen.

Kluck et al. (2020) hebben in eerder onderzoek beschreven hoe omgevingsfactoren een rol spelen bij het toepassen van maatregelen in het kader van het creëren van een hittebestendige stad. Deze maatregelen zijn gericht op het verminderen van de gevolgen van hittegolven en het beperken van de blootstelling aan hoge temperaturen in stedelijke gebieden.

Het onderzoek benadrukt dat omgevingsfactoren, zoals de aanwezigheid van gebouwen, het type verharding en de aanwezigheid van groen en water, van invloed zijn op de effectiviteit van maatregelen tegen hittestress. De aanwezigheid van grote gebouwen kan bijvoorbeeld leiden tot het opvangen en vasthouden van warmte, wat bijdraagt aan de vorming van hitte eilanden. Tegelijkertijd kan groen en water juist zorgen voor verkoeling en het verminderen van de omgevingstemperatuur.

Het onderzoek concludeert dat het ontwikkelen van een hittebestendige stad vraagt om een integrale aanpak waarbij verschillende factoren worden meegenomen. Het is belangrijk om bij het toepassen van maatregelen niet alleen te kijken naar technische oplossingen, maar ook naar de sociale en economische

aspecten van een stad. Hierbij kan gedacht worden aan het betrekken van bewoners en belanghebbenden bij het ontwikkelen van een hittebestendige stad, maar ook aan het integreren van groen en water in de stedelijke planning.

Deze studie wordt ondersteund door Bowler et al. (2010). Zij analyseerden de invloed van omgevingsfactoren op hittestress in Los Angeles en concludeerden ook dat groen- en waterrijke omgevingen de temperatuur in steden kunnen verminderen.

Deze bevindingen suggereren dat er een verband is tussen SES en hittestress, en dat het verminderen van hittestress bij mensen met een lagere SES in stedelijke gebieden een belangrijke uitdaging is. Om deze uitdaging aan te gaan, is het belangrijk om maatregelen te nemen die gericht zijn op het verminderen van hittestress in stedelijke gebieden. Het is daarbij van belang om rekening te houden met de specifieke omgevingsfactoren en SES-kenmerken van verschillende wijken.

§2.2 Maatregelen voor groenblauwe infrastructuur in de stad

Groenblauwe infrastructuur is een middel om duurzame, maar ook hittebestendige steden te ontwikkelen (Veerkamp et al., 2021). Het omvat allerlei maatregelen, van groene daken en muren tot wateropvangsystemen en groene parken en pleinen, die bijdragen aan het vergroenen en verduurzamen van stedelijke omgevingen (Cao et al., 2022). In dit hoofdstuk worden verschillende maatregelen besproken en wordt gekeken naar welke effectief zijn gebleken in de praktijk.

Groenblauwe infrastructuur verwijst naar het ontwerp en de planning van openbare ruimten, waarbij de focus ligt op het verbeteren van de kwaliteit van zowel het natuurlijk groen als het water in de stedelijke omgeving. Dit type infrastructuur is ontwikkeld als reactie op de negatieve effecten van traditionele grijze infrastructuur, zoals het verlies van biodiversiteit (Li et al., 2020). Door het creëren van meer groen en water in de stad, kunnen we de levenskwaliteit van stedelijke bewoners verbeteren en klimaatadaptatie bevorderen (Kabisch et al., 2016). In de afgelopen decennia is er steeds meer aandacht gekomen voor groenblauwe infrastructuur als een middel om duurzame steden te ontwikkelen (Veerkamp et al., 2021). Er zijn al verschillende maatregelen genomen om groenblauwe infrastructuur te stimuleren en te implementeren, maar de vraag blijft welke van deze maatregelen het meest effectief zijn in het bereiken van de gewenste resultaten (Veerkamp et al., 2021).

Een effectieve strategie om hittestress in Nederlandse buurten te verminderen, is het integreren van groene elementen. Groene routes in steden kunnen dienen als verkoelende zones door de verdamping en schaduw van bomen, wat bijdraagt aan het tegengaan van opwarming (Kleerekoper, 2016). Daarnaast kunnen grote groene oppervlakken, zoals parken en grasvelden, een lokaal verkoelend effect hebben. Een andere manier waarop groenblauwe infrastructuur kan helpen bij het verminderen van hittestress is door het creëren van schaduwrijke gebieden (zie figuur 1). Bomen en struiken bieden schaduw, waardoor de directe blootstelling aan de zon wordt verminderd en de temperatuur wordt verlaagd. Het creëren van schaduwrijke gebieden door middel van bomen en struiken kan daarom een positief effect hebben op het thermisch comfort in stedelijke omgevingen (Gehrels et al., 2016).



Figuur 1 Hoog volume aan groen zorgt voor schaduw en verkoeling (Bennink, 2020)

Verschillende onderzoeken hebben de effectiviteit van de verkoelende werking van groene elementen onderzocht, waarbij sommige onderzoeken zijn gebaseerd op modelberekeningen en andere op observaties. Uit een onderzoek naar groenblauwe infrastructuur in Utrecht is gebleken dat zelfs relatief kleine parken de luchttemperatuur tot ongeveer 3°C lager kunnen laten zijn dan in omliggende gebieden, dit wordt het 'Park Cool Island'-effect genoemd (Ruiz et al., 2022). Dit effect heeft echter slechts een beperkte invloed op de luchttemperatuur in de omliggende bebouwde omgeving. Hoewel het verkoelende effect van sommige groene elementen in termen van luchttemperatuur beperkt is (minder dan 1°C), wordt er wel een duidelijke vermindering van de PET (tot 15°C) gemeten of voorspeld door modellen, met name door de schaduw van grote bomen (Gehrels et al., 2016).

Daarnaast kan groenblauwe infrastructuur de luchtvochtigheid verhogen. Planten geven waterdamp af, wat bijdraagt aan de luchtvochtigheid en een verkoelend effect heeft. Voorbeelden hiervan zijn groene daken en groene gevels (Demuzere et al., 2014). Waterpartijen, zoals vijvers, fonteinen en waterpleinen, kunnen ook helpen om de temperatuur te verlagen door verdamping, zoals te zien is in figuur 2 (Gehrels et al., 2016). Uit simulaties is echter gebleken dat het gebruik van groene daken geen merkbare vermindering van de luchttemperatuur op voetgangersniveau oplevert (Gehrels et al., 2016).



Figuur 2 Fontein Museumplein Rotterdam (van den Broek, 2021)

Een andere maatregel die gebruik maakt van water is het plaatsen van infiltratiepunten. Infiltratiepunten in de stad en tuin verwijzen naar plekken waar regenwater de grond kan binnendringen in plaats van direct afgevoerd te worden via het rioleringsstelsel. Deze punten kunnen bestaan uit bijvoorbeeld regenputten, regenwaterbuffers of groene gebieden met doorlatende bodems. Het behoud van een gezonde grondwaterstand is van cruciaal belang in gebieden waar veel verharding aanwezig is, zoals betegelde straten en parkeerplaatsen. Deze punten kunnen ook gecombineerd worden met groen. Wanneer een infiltratiepunt bedekt wordt met gras, noemen we het een wadi (Kleerekoper, 2016).

Tot slot kan groenblauwe infrastructuur helpen bij het verminderen van hittestress door het verbeteren van de luchtkwaliteit. Planten nemen kooldioxide op en geven zuurstof af, waardoor de luchtkwaliteit verbetert en de hoeveelheid vervuilende stoffen wordt verminderd (Kluck et al., 2020).

Groenblauwe infrastructuur kan dus bijdragen aan het verminderen van hittestress door het absorberen van zonlicht en warmte, het creëren van schaduw en verdamping, en het bevorderen van luchtcirculatie. Door de implementatie van groenblauwe infrastructuur als onderdeel van een bredere strategie van hittestress-maatregelen, kunnen steden de negatieve gevolgen van hoge temperaturen verminderen en de levenskwaliteit van stedelijke bewoners verbeteren.

Het is dus belangrijk om te kijken naar welke groene elementen het meest effectief zijn om de verkoeling te bevorderen, maar ook om te onderzoeken hoe deze groene elementen het beste ingepast kunnen worden in de bebouwde omgeving, om zo het gewenste effect te bereiken (Kazmierczak & Carter, 2010). Groene daken lijken bijvoorbeeld minder effectief te zijn, maar kunnen nog steeds een positief effect hebben op andere aspecten van het stedelijk klimaat, zoals de vermindering van stedelijke opwarming en de vermindering van wateroverlast (Gehrels et al., 2016). Het is daarom van belang om de verschillende typen groenblauwe infrastructuur te selecteren op basis van hun effectiviteit en mogelijke bijdrage aan het bevorderen van een gezonde en leefbare stedelijke omgeving, ook in specifiek lage SES wijken.

§2.3 Het IPCC-kwetsbaarheidsraamwerk

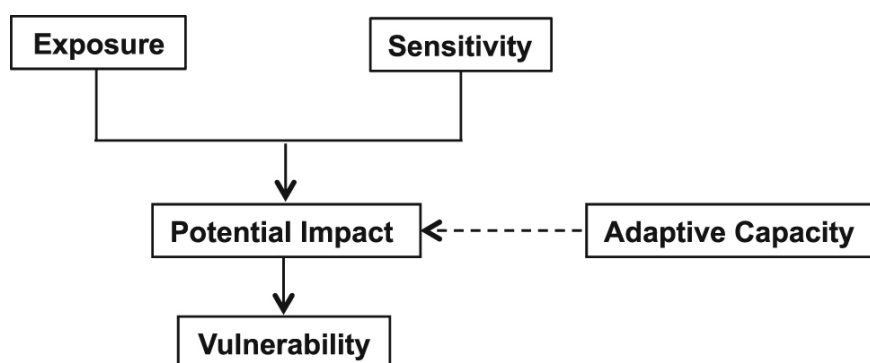
In dit hoofdstuk bespreken we het theoretisch kader dat ten grondslag ligt aan dit onderzoek. Er wordt onderzoek gedaan naar de relatie tussen sociaal-economische status en hittegerelateerde gezondheidsproblemen. Hierbij wordt gebruikgemaakt van het IPCC framework (2007) over kwetsbaarheid om de impact van hittestress op lage SES wijken en hun bewoners te analyseren.

De kwetsbaarheid van individuen vormt een van de kernpunten van vraagstukken met betrekking tot milieuverandering. De aandacht wordt gevestigd op vragen als: wie zijn er kwetsbaar voor de vele veranderingen die gaande zijn op het gebied van milieu en waar kan het beste ingegrepen worden? Om antwoord te kunnen geven op deze vragen wordt er in dit onderzoek gebruikgemaakt van het IPCC raamwerk (2007) dat rekening houdt met de relatie tussen mens en omgeving.

Het IPCC 2007 kwetsbaarheids raamwerk (zie figuur 3) is ontworpen om de manier waarop klimaatverandering kwetsbaarheid beïnvloedt te begrijpen en te analyseren. De definitie van kwetsbaarheid die in dit onderzoek wordt gehanteerd, verwijst naar de mate waarin een individu vatbaar is voor, en niet in staat is om te gaan met, nadelige effecten van klimaatverandering (IPCC, 2007). Het raamwerk gaat uit van de veronderstelling dat kwetsbaarheid het gevolg is van de interactie tussen drie belangrijke factoren:

1. Blootstelling (Exposure): de mate waarin een systeem wordt blootgesteld aan klimaatverandering en variatie. Dit omvat zowel de omvang als de snelheid van veranderingen in klimaat gerelateerde variabelen, zoals temperatuur.
2. Gevoeligheid (Sensitivity): de mate waarin een systeem gevoelig is voor de veranderingen in klimaat variabelen. Dit omvat zowel de fysieke als de sociale en economische kenmerken van een systeem die de gevolgen van klimaatverandering kunnen versterken of verzachten.
3. Aanpassingsvermogen (Adaptive capacity): de capaciteit van een systeem om zich aan te passen aan de veranderingen in klimaat variabelen.

Het IPCC-kwetsbaarheids raamwerk benadrukt dat kwetsbaarheid niet alleen wordt bepaald door de fysieke impact van klimaatverandering, maar ook door de interactie tussen deze drie factoren. Door de bijdrage van blootstelling, gevoeligheid en aanpassingsvermogen in verschillende systemen te begrijpen, kan het raamwerk beleidsmakers en andere belanghebbenden helpen om effectieve maatregelen te ontwikkelen om de kwetsbaarheid voor klimaatverandering te verminderen. Dit maakt het geschikt voor dit onderzoek.



Figuur 3 IPCC kwetsbaarheidsraamwerk (2007)

In dit onderzoek is het "systeem" een algemene benaming voor de wijk en haar bijbehorende omgevingsfactoren, inclusief de menselijke componenten. Dit betekent dus onder andere de bebouwing, bestrating, groen en water, maar ook de sociaaleconomische kenmerken van de wijk en de gezondheid van de bewoners speelt een rol. Door deze brede definitie te gebruiken kan een beter beeld worden gevormd van hoe de kwetsbaarheid voor hittestress in lage SES wijken wordt beïnvloed door verschillende factoren.

Om het IPCC-kwetsbaarheidsraamwerk toe te passen op dit onderzoek, wordt hieronder een verdere toelichting gegeven.

Kwetsbaarheid (vulnerability) verwijst naar de mate waarin een individu of een populatie wordt beïnvloed door een externe stressfactor, zoals klimaatverandering of hoge temperaturen, en hoe goed ze zich kunnen aanpassen aan die stressfactor. In het geval van hittegerelateerde gezondheidsproblemen en sociaal-economische status, zijn sommige groepen mensen kwetsbaarder dan andere.

Mensen met een lagere sociaal-economische status zijn bijvoorbeeld vaak kwetsbaarder voor hittegerelateerde gezondheidsproblemen omdat ze minder toegang hebben tot middelen die hen kunnen helpen zich aan te passen aan de hitte (McMaughan, Olorunoba & Smith, 2020). Ze hebben mogelijk geen airconditioning, kunnen het zich niet veroorloven om hun woning te isoleren of hebben geen toegang tot groene ruimtes waar ze verkoeling kunnen vinden. Ook worden mensen van lagere sociaaleconomische status geassocieerd met een verhoogd risico op gezondheidsproblemen, met name hart- en vaatziekten, wat de kwetsbaarheid verhoogd (Harlan et al., 2006).

Bovendien kunnen andere factoren, zoals taalbarrières of culturele verschillen, ook bijdragen aan kwetsbaarheid voor hittegerelateerde gezondheidsproblemen (Ebi & Semenza, 2008). Mensen die de taal niet spreken of begrijpen, kunnen bijvoorbeeld niet begrijpen hoe ze zich moeten beschermen tegen de hitte of waar ze hulp kunnen zoeken als ze zich niet goed voelen.

Blootstelling (exposure) verwijst naar de mate waarin mensen worden blootgesteld aan een bepaald fenomeen, in dit geval hittestress. In het onderzoek wordt gekeken naar de blootstelling aan hittestress in verschillende wijken en hoe deze blootstelling gerelateerd is aan de sociaal-economische status van de bewoners.

Om vervolgens de mate van blootstelling te meten wordt gebruikgemaakt van de PET (Physical Equivalent Temperature). Dit is de gemiddelde gevoelstemperatuur op basis van verschillende meteorologische parameters, zoals luchttemperatuur, straling, windsnelheid en luchtvochtigheid. Hiermee kan een beoordeling gemaakt worden van de ervaren warmtebelasting in de onderzochte buurten. Verschillende omgevingsfactoren worden in kaart gebracht, zoals de aanwezigheid van groen en water, bebouwing en bestrating. Deze factoren hebben invloed op de temperatuur en luchtvochtigheid in een wijk en bepalen daarmee in welke mate mensen worden blootgesteld aan hittestress (RIVM, 2020).

In bepaalde Nederlandse wijken is er vaak minder groen en water aanwezig en meer bebouwing en bestrating, waardoor de blootstelling aan hittestress hoger is (Lin et al., 2017). Dit kan leiden tot gezondheidsproblemen, zoals uitputting, uitdroging en hitteberoerte. Het is daarom belangrijk om te onderzoeken hoe de blootstelling aan hittestress in verschillende wijken verschilt en welke maatregelen genomen kunnen worden om deze blootstelling te verminderen, vooral in wijken waar de inwoners het meest kwetsbaar zijn.

Gevoeligheid (sensitivity) verwijst naar de mate waarin een persoon of een gemeenschap wordt beïnvloed door de blootstelling aan hittestress. De gevoeligheid hangt af van verschillende factoren, waaronder de fysieke en sociale kenmerken van een wijk. Inwoners van lage SES wijken hebben vaak

minder toegang tot gezondheidszorg en sociale voorzieningen, en een slechtere gezondheidstoestand, waardoor ze gevoeliger zijn voor de negatieve gezondheidseffecten van hittestress. Studies hebben aangetoond dat personen met een slechte gezondheidstoestand, zoals ouderen en mensen met chronische ziekten, gevoeliger zijn voor de gezondheidsrisico's van hittestress (Kenny et al., 2010).

In lage SES wijken zijn mensen vaak gevoeliger voor hittestress vanwege de combinatie van slechte gezondheidstoestand en een gebrek aan toegang tot gezondheidszorg en sociale voorzieningen (Smits et al., 2003). Het is daarom belangrijk om maatregelen te nemen die de gevoeligheid voor hittestress verminderen, zoals het bieden van toegang tot koelere ruimtes tijdens hittegolven.

Aanpassingsvermogen, ook wel adaptive capacity genoemd, verwijst naar de mogelijkheid van een gemeenschap of wijk om zich aan te passen aan veranderende omstandigheden en de gevolgen daarvan te verminderen. In het geval van hittestress gaat het om de capaciteit om zich aan te passen aan hogere temperaturen en de daarbij behorende gezondheidsrisico's. Deze capaciteit zal afhankelijk zijn van de omgevingskenmerken van de wijk en de inwoners zelf.

Dit omvat bijvoorbeeld de mogelijkheid om groene gebieden aan te leggen en bomen te planten om de temperatuur te verlagen, maar ook de capaciteit van bewoners om effectief te reageren op de gezondheidseffecten van hittestress.

Ten eerste hebben inwoners van wijken met een lage SES over het algemeen minder financiële middelen en politieke macht om te pleiten voor veranderingen in hun omgeving, zoals het aanleggen van een park (Adger, 2003). Dit betekent dat de lokale overheid mogelijk minder geneigd is om te investeren in groene infrastructuur in deze wijken, omdat er minder druk wordt uitgeoefend om dit te doen (Cho et al., 2006).

Ten tweede kan het aanpassingsvermogen van een wijk ook afhangen van de beschikbaarheid van andere middelen en infrastructuur, zoals vervoer. Als inwoners van een wijk met een lage SES geen toegang hebben tot vervoer, kan het voor hen moeilijker zijn om gebruik te maken van parken die buiten hun directe omgeving liggen. Dit kan het gebruik van groene ruimten beperken en daarmee het aanpassingsvermogen van de wijk verminderen. Daarnaast zijn lage SES wijken vaak oud en versteend, waardoor de ondergrondse infrastructuur de implementatie van hittestress maatregelen kan bemoeilijken (De Vries, Kamphorst & Langers, 2022).

Tot slot kunnen er bij de aanleg van een park in een wijk met een lage SES nog andere sociale en culturele uitdagingen zijn, zoals taalbarrières, etnische spanningen en ongelijke verdeling van de voordelen van de groene ruimte. Dit kan leiden tot een gebrek aan betrokkenheid en draagvlak vanuit de gemeenschap, waardoor de effectiviteit van de aanpassing kan worden verminderd (Ebi & Semenza, 2008).

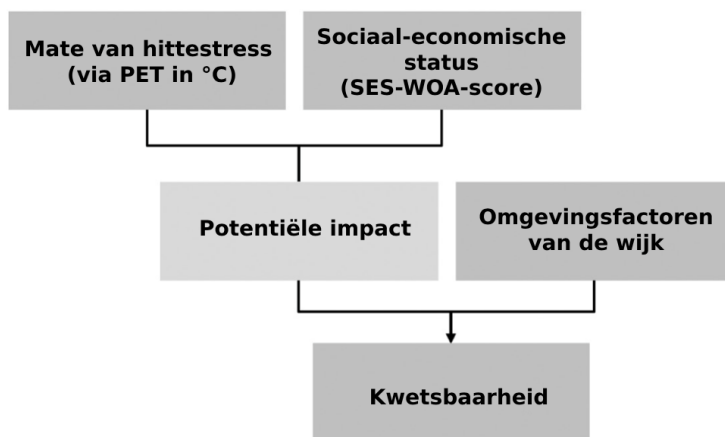
Kortom, het aanpassingsvermogen van een wijk speelt een belangrijke rol in de manier waarop een buurt de blootstelling aan hittestress kan verminderen. Het is daarom van belang om bij het ontwerpen van klimaatadaptatie maatregelen rekening te houden met de specifieke behoeften en capaciteiten van verschillende wijken en gemeenschappen.

Potentiële invloed (potential impact) in dit onderzoek gaat over het identificeren van de mogelijke gevolgen van hittestress op de wijken en hun bewoners. Het gaat dus om het inschatten van de impact die hittestress zou kunnen hebben op verschillende aspecten van het leven in de wijk, zoals de gezondheid, het milieu en de economie.

Bij het beoordelen van de potentiële impact van hittestress op de gezondheid van bewoners van een wijk, is het belangrijk om te kijken naar factoren zoals de prevalentie van hittegerelateerde gezondheidsproblemen en het risico op sterfte door oververhitting. Onderzoekers hebben bijvoorbeeld aangetoond dat in wijken met lage SES, bewoners een hoger risico hebben op hittegerelateerde gezondheidsproblemen en overlijden dan in wijken met hogere SES (Harlan et al., 2006).

Bij het beoordelen van de potentiële impact van hittestress op het milieu, kan gekeken worden naar de veranderingen die optreden in het lokale ecosysteem. Zo kan hittestress leiden tot het verlies van flora en fauna in een wijk (Chen et al., 2011). Ook kan het leiden tot de uitstoot van broeikasgassen door het toenemende energieverbruik voor bijvoorbeeld airconditioning, waardoor de opwarming van de aarde verder wordt versterkt.

Ten slotte kan hittestress ook een sociaaleconomische impact hebben op een wijk en haar bewoners. Zo kan het leiden tot productiviteitsverlies op het werk of op school (Kjellstrom, Holmer, & Lemke, 2009). Daarnaast kan het ook leiden tot financiële kosten voor de bewoners, bijvoorbeeld als gevolg van het verbruik van meer energie voor airconditioning of hogere zorgkosten als gevolg van hittegerelateerde gezondheidsproblemen.



Figuur 4 Kwetsbaarheidsraamwerk op basis van hittestress en SES

Figuur 4 laat een representatie van het kwetsbaarheidsraamwerk zien wanneer deze wordt toegepast op dit onderzoek. Door het gebruik van dit raamwerk kan inzicht verkregen worden in hoe de blootstelling, gevoeligheid en het aanpassingsvermogen van lage SES wijken van invloed kunnen zijn op de mate van hittestress in die wijken. Dit kan helpen bij het ontwikkelen van effectieve maatregelen om de kwetsbaarheid voor hittestress in deze wijken te verminderen.

§3 Methodologie

Dit hoofdstuk biedt een gedetailleerde beschrijving van de methodologische benadering. Daarbij wordt de aandacht gevestigd op de gebruikte instrumenten en analysetechnieken, zoals ruimtelijke analyse en statistische analyse.

§3.1 Strategie

In dit onderdeel wordt de onderzoeksstrategie van de scriptie uiteengezet, waarbij zowel conceptuele als technische benaderingen worden geïntegreerd. Het onderzoek volgt een postpositivistische benadering en maakt gebruik van kwantitatief onderzoek, waarbij aannames worden getoetst aan de data en een kader wordt opgesteld om bestaande interventies tegen hittestress te beoordelen op geschiktheid, op basis van omgevingskenmerken.

De postpositivistische benadering erkent de waarde van objectieve kennis en de rol van wetenschappelijke methoden in het onderzoek. Het streeft naar zo objectief mogelijke benaderingen en verificatie van hypothesen, terwijl het ook erkent dat onderzoekers bevooroordeeld kunnen zijn en dat hun interpretaties en aannames invloed kunnen hebben op de resultaten (Panhwar, Ansari & Shah, 2017).

De onderzoeksstrategie omvat verschillende benaderingen. Eerst wordt een technische analyse uitgevoerd waarbij gebruik wordt gemaakt van verschillende datagebaseerde benaderingen. Ruimtelijke analyses met behulp van Geografische Informatiesystemen (GIS) worden toegepast om inzichten te verkrijgen in de relatie tussen hittestress, bevolkingskenmerken en wijktypologieën. Statistische analyses, waaronder correlatieanalyses met behulp van SPSS, worden uitgevoerd om de relaties tussen verschillende variabelen te onderzoeken. Deze analyses stellen ons in staat om de mate en richting van de samenhang tussen deze variabelen te beoordelen.

Vervolgens wordt een deductieve onderzoeks aanpak gevolgd, waarbij het IPCC kwetsbaarheidsraamwerk (2007) wordt toegepast op de inwoners van kwetsbare wijken en hun leefomgeving. Het doel is om geschikte maatregelen tegen hittestress te identificeren voor kwetsbare groepen, die gedefinieerd worden als groepen die disproportioneel worden blootgesteld aan hittestress in vergelijking met andere Nederlanders. De gevoeligheid van deze groepen wordt voornamelijk bepaald door de gezondheid van inwoners met een lage sociaaleconomische status (SES).

De conceptuele benadering omvat dus het toepassen van het IPCC kwetsbaarheidsraamwerk en het analyseren van eerdere onderzoeken om geschikte maatregelen te identificeren. Om de haalbaarheid en effectiviteit van deze maatregelen in het straatbeeld te beoordelen, wordt het aanpassingsvermogen van de wijk geëvalueerd via een Multi-Criteria Analyse (MCA). Hierbij worden verschillende criteria gebruikt om te bepalen welke maatregelen het meest geschikt zijn om te implementeren.

Op deze manier wordt de onderzoeksstrategie gecombineerd met een deductieve benadering, waarbij theoretische concepten en kennis worden toegepast om concrete maatregelen te ontwikkelen die aansluiten bij de specifieke behoeften van kwetsbare groepen met betrekking tot hittestress.

§3.2 Dataverzameling

Voor het verzamelen en bewerken van de data in dit onderzoek zijn verschillende stappen genomen om relevante informatie te verkrijgen en te combineren. In dit gedeelte wordt beschreven hoe de data is verzameld en op welke manier deze is bewerkt inclusief de bronnen van de data, de specifieke stappen die zijn genomen om de gegevens te verzamelen en te bewerken, en de redenen achter de gemaakte keuzes. Dit biedt transparantie en ondersteunt de reproduceerbaarheid van het onderzoek.

De data die in dit onderzoek is gebruikt, omvat zowel bestaande datasets als samengestelde datasets die specifiek voor dit onderzoek zijn gecreëerd. Door gebruik te maken van bestaande datasets kunnen we profiteren van reeds verzamelde gegevens en de beschikbaarheid van uitgebreide informatie over specifieke aspecten van buurten. Daarnaast hebben we ook zelf datasets samengesteld om combinaties te maken van variabelen en gegevens die niet beschikbaar waren in bestaande bronnen.

Een van de gebruikte datasets is de PET-kaart (Physiological Equivalent Temperature) van het RIVM, die de mate van hittestress per pixel weergeeft. Er zijn diverse manieren om hittestress in beeld te brengen. Het gebruik van verschillende kaarten kan echter voor onduidelijkheid zorgen. Daarom heeft het RIVM een gestandaardiseerde methode voorgeschreven om op basis van de gevoelstemperatuur hittestress te beoordelen. Deze kaart is berekend met behulp van meteorologische data van het KNMI, zoals luchttemperatuur, (zonne)straling, wind, luchtvochtigheid en zonshoogte, en ruimtelijke data over landgebruik, sky view factor, objecthoogte, vegetatie en bomen (RIVM, 2020).

Daarnaast is er gebruikgemaakt van de sociaaleconomische status (SES-WOA) dataset van het CBS. In 2021 is er bij het ministerie van volksgezondheid een verzoek ingediend om een statusscore per wijk of buurt te berekenen (SES-score). Het doel van deze score is het beter kunnen inzetten van regionaal gericht beleid. Deze SES-score komt voort uit drie databestanden van het CBS (2022) met de volgende indicatoren: welvaart, opleidingsniveau en recent arbeidsverleden.

Om de welvaart van een huishouden vast te stellen is gekeken naar het besteedbaar inkomen van een huishouden en het vermogen. Deze manier om welvaart te meten biedt een meer realistisch inzicht in de verdeling van welvaart in vergelijking met het bekijken van alleen inkomens. De tweede indicator, opleidingsniveau, wordt bepaald door het hoogst gevolgde opleidingsniveau van de persoon. Het Opleidingsniveaubestand is gebaseerd op registers en een aselechte steekproef van de Enquête BeroepsBevolking (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021). Als laatste wordt het recent arbeidsverleden meegerekend. Er wordt aangenomen dat wanneer een individu voor een langere tijd een betaalde baan heeft gehad, deze persoon dan ook een hogere SES heeft dan een persoon met een onderbroken of zelfs geen arbeidsverleden. Het wordt gezien als een indicator voor lange-termijn succes (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2022).

Van al deze indicatoren wordt een deelscore berekend. Met behulp van deze deelscores is de totaalscore van een huishouden berekend met behulp van een Multiple Correspondentie Analyse. Op deze manier wordt de samenhang tussen deze indicatoren in beeld gebracht. De totaalscore van een wijk, buurt, of heel Nederland wordt berekend door het gemiddelde te nemen van de waarden van de huishoudens in deze wijk of buurt. De SES-score per wijk of buurt van het CBS wordt dus gebruikt om de socio-economische status van wijken en buurten in Nederland te bepalen, wat relevant is voor het onderzoeken van de relatie tussen socio-economische status en hittestress.

Voor dit onderzoek is ervoor gekozen om een dataset te gebruiken die geen studentenhuishoudens omvat, vanwege de specifieke kenmerken van studentenhuishoudens, zoals het ontbreken van een breed arbeidsverleden, die mogelijk invloed kunnen hebben op de SES-scores en de interpretatie van de

resultaten. De SES-WOA dataset is toegevoegd aan de landelijke buurtkaart van 2021 met behulp van ArcGIS.

Bij het toevoegen van de SES-WOA scores aan de buurtkaart zijn enkele buurten geïdentificeerd die ontbrekende of ongeldige waarden hadden. Om een betrouwbare dataset te verkrijgen, zijn de nullwaarden eruit gefilterd, zodat alleen geldige gegevens werden meegenomen in de analyse. Dit proces van data filtratie en selectie was van belang om de kwaliteit en betrouwbaarheid van de dataset te waarborgen.

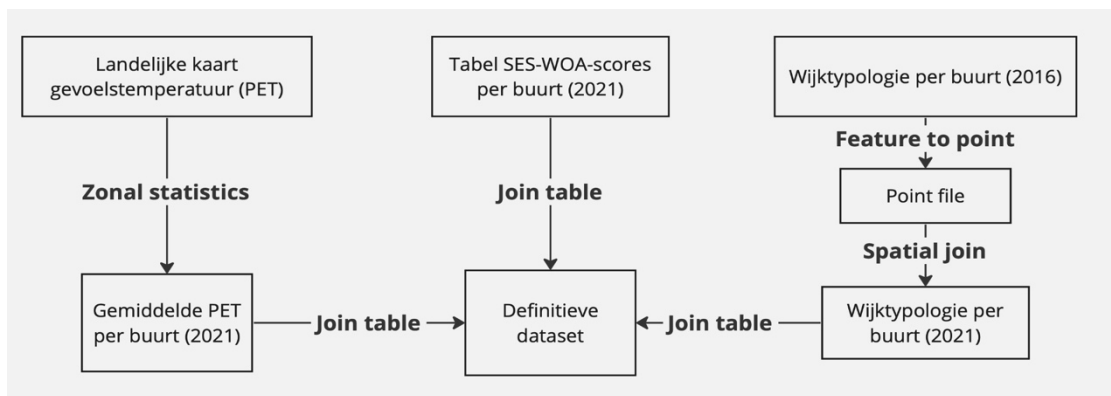
De PET kaart toont de mate van hittestress per pixel. Om een gemiddelde waarde per wijk of buurt te kunnen berekenen, zullen de waarden van de pixels binnen de desbetreffende gebieden worden geaggregeerd naar buurtniveau. Met behulp van de zonal statistics-analyse in ArcGIS is het gemiddelde PET per buurt berekend. Hiervoor wordt gebruikgemaakt van de wijk- en buurtkaart 2021 van het CBS. Deze gegevens zijn vervolgens via een join toegevoegd aan de tabel met SES-WOA scores. Door de SES-WOA scores en het gemiddelde PET per buurt te combineren, ontstaat er een geïntegreerde dataset waarmee de relatie tussen sociaaleconomische status en hittestress in verschillende buurten kan worden onderzocht.

Om inzicht te verkrijgen in de relatie tussen omgevingsfactoren van Nederlandse wijken en ruimtelijke verschillen in temperatuur en blootstelling aan hittestress, is het nodig om de gegevens van de gecombineerde dataset (besproken in het vorige gedeelte) te koppelen aan een wijktypologie. Deze koppeling wordt gerealiseerd door middel van een spatial join tussen de buurtkaart en de wijktypologie kaart, aangezien de wijktypologie gebruik maakt van de buurtkaart uit 2016.

Voor deze koppeling wordt gebruikgemaakt van de wijktypologie die is ontwikkeld door de Klimateffectatlas in 2017 voor Nederland. Deze typologie classificeert wijken op basis van specifieke kenmerken die relevant zijn voor het onderzoek, zoals bouwjaar, groenstructuur en kwetsbaarheid voor wateroverlast. Aangezien de wijktypologie op een ander geografisch niveau is vastgesteld dan de buurtkaart, namelijk op postcode 6-niveau, wordt een spatial join uitgevoerd om de gegevens van beide datasets te combineren.

Door de spatial join worden de gegevens van de buurtkaart aan de wijktypologie toegevoegd, waardoor de kenmerken van de verschillende wijken gekoppeld kunnen worden aan de relevante gegevens in de gecombineerde dataset. Dit stelt ons in staat om de relatie tussen de omgevingsfactoren, zoals aangegeven in de wijktypologie, en de ruimtelijke verschillen in temperatuur en blootstelling aan hittestress te onderzoeken.

Om inzicht te krijgen in de omgevingskenmerken van Nederlandse buurten, zoals bouwjaar, bouwhoogte, woningdichtheid, percentage groen en functie van bebouwing, is er gebruik gemaakt van een voorbeeldenboek over klimaatbestendige inrichting van woonstraten, ontwikkeld door de Hogeschool van Amsterdam. Dit voorbeeldenboek is gebaseerd op de classificatie van Kleerekoper (2016), waarmee straten worden ingedeeld in verschillende typologieën (Kluck et al., 2020). Deze kaart geeft gedetailleerde informatie over de verschillende typen wijken en buurten in Nederland, en is gebruikt om onderscheid te maken tussen de verschillende typen wijken in de analyse. Daarnaast is er gebruik gemaakt van 6 verschillende case study's, om de omgevingskenmerken van buurten die hoge mate van hittestress ondervinden te analyseren. Tot slot is de basiskaart Groen en Grijs van de klimateffectatlas gebruikt om het percentage groen per wijk te vergelijken. Deze informatie over de aanwezigheid van groene en grijze oppervlakken is relevant voor het onderzoeken van de relatie tussen groen in de omgeving en hittestress. In figuur 5 wordt een visualisatie weergegeven van de uitgevoerde databewerkingen.



Figuur 5 Databewerkingen

§3.3 Data analyse

Voor de analyse van de relatie tussen SES en de mate van hittestress wordt gebruikgemaakt van de gecombineerde dataset. Om de mate van hittestress per wijk en buurt te kunnen berekenen, zal een tabel met PET en SES-scores worden gebruikt.

In deze studie zal de relatie tussen SES en de mate van hittestress worden onderzocht door middel van een bivariate correlatie-analyse via SPSS. Hierbij wordt de methode gebruikt die wordt beschreven in het boek 'Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics' van Andy Field (2013). Het doel van deze analyse is om te onderzoeken of er een relatie bestaat tussen SES en de mate van hittestress. De Pearson-correlatiecoëfficiënt zal worden gebruikt om de sterkte en richting van de relatie tussen SES en hittestress te bepalen. Er wordt vermoed dat wijken en buurten met lagere SES-scores over het algemeen hogere niveaus van hittestress ondervinden.

De resultaten van deze analyse kunnen helpen om inzicht te krijgen in de relatie tussen SES en de mate van hittestress, en kunnen bijdragen aan het identificeren van kwetsbare wijken en buurten waar gerichte interventies nodig zijn om de gevolgen van hittestress te verminderen.

Om de geschikte maatregelen voor lage SES-wijken met extra hittestress te beoordelen, zal gebruik worden gemaakt van een Multi-Criteria Analyse (MCA). MCA is een beslissingsondersteunende methode die verschillende criteria integreert om de geschiktheid van verschillende opties te beoordelen. In dit onderzoek zal de MCA gebaseerd zijn op groenblauwe maatregelen die zijn opgenomen in het document 'Urban Climate Design' (Kleerekoper, 2016), dat specifiek gericht is op het verminderen van hittestress in stedelijke gebieden.

Een MCA biedt de mogelijkheid om meerdere criteria te integreren. Zowel fysieke omgevingsfactoren als sociale factoren kunnen worden meegenomen, wat helpt om een beoordeling te maken van de geschiktheid van elke maatregel voor de specifieke kenmerken van de lage SES-wijken.

§3.4 Betrouwbaarheid en validiteit van het onderzoek

Het betrouwbaarheidsaspect en de validiteit van dit onderzoek is belangrijk om de geldigheid en generaliseerbaarheid van de resultaten te waarborgen.

Om tot betrouwbare onderzoeksresultaten te komen wordt in dit onderzoek gebruik gemaakt van landelijke betrouwbare datasets van het CBS en het RIVM. Het CBS heeft als wettelijke taak het produceren en publiceren van officiële overheidsstatistieken. Deze betrouwbare bronnen bieden een goede basis voor het verkrijgen van nauwkeurige gegevens.

Daarentegen is het belangrijk om enkele beperkingen van de gebruikte dataset te erkennen. Bij een aanzienlijk deel van de Nederlandse bevolking is geen opleidingsniveau bekend. Dit gebrek aan informatie kan invloed hebben op de betrouwbaarheid van de SES-scores die worden gebruikt in dit onderzoek. Het is ook belangrijk om op te merken dat de resultaten van de uitgevoerde MCA's in dit onderzoek kunnen variëren door verschillende factoren. Bijvoorbeeld, de gebruikte gegevensbronnen en de specifieke variabelen die zijn gekozen voor de analyses kunnen invloed hebben op de resultaten. Deze keuzes zijn gebaseerd op mijn eigen kennis, inzicht en de beschikbare literatuur op dat moment. Daarnaast is het van belang dat rekening wordt gehouden met de subjectiviteit van de onderzoeker bij het uitvoeren en interpreteren van de MCA's. Hoewel de analyses zorgvuldig uitgevoerd zijn, kan een andere onderzoeker mogelijk tot iets andere resultaten komen, afhankelijk van eigen interpretaties en keuzes tijdens de analyse. Het is daarom essentieel om te benadrukken dat de resultaten van de MCA's specifiek zijn voor de geanalyseerde gegevens en de interpretatie die voortkomt uit dit onderzoek.

Binnen dit onderzoek vormt het IPCC kwetsbaarheidsraamwerk de theoretische basis, waarin verschillende factoren worden geïdentificeerd die de kwetsbaarheid voor hittestress beïnvloeden. Het is belangrijk om op te merken dat sociaaleconomische status slechts een van de mogelijke verklaringen is die de kwetsbaarheid voor hittestress kunnen beïnvloeden. Andere belangrijke factoren, zoals leeftijd en gezondheidsstatus, kunnen ook invloed hebben op de kwetsbaarheid van individuen. In dit onderzoek zijn echter alleen sociaaleconomische factoren en omgevingskenmerken meegenomen als onafhankelijke variabelen.

Wat betreft de interne validiteit van de gebruikte SES-WOA scores, is het belangrijk om op te merken dat deze scores kunnen worden verdraaid door verschillende factoren. Gezinnen waar slechts één persoon werkt of gevallen waarin iemand een succesvolle ondernemer is geworden zonder een hoge opleiding te hebben afgerond kunnen bijvoorbeeld invloed hebben op de totale SES-score van een huishouden. Om hiermee rekening te houden, wordt er in dit onderzoek ook gebruikgemaakt van de deelscore financiële welvaart.

Wat de externe validiteit van de gebruikte datasets betreft, kan worden gesteld dat de datasets van het RIVM en het CBS landsdekkend zijn en daarom een hoge externe validiteit hebben. De SES-WOA-score is berekend voor elk huishouden en op basis daarvan is de gemiddelde score per regio bepaald. Hierdoor kunnen de bevindingen worden gegeneraliseerd. Het is echter belangrijk om kritisch te blijven kijken naar de validiteit van de gebruikte wijktypologieën en factoren zoals PET en SES-scores.

Ten eerste moet worden opgemerkt dat de PET-kaart, die de gemiddelde gevoelstemperatuur tijdens een warme zomermiddag weergeeft, geen rekening houdt met de verschillende klimaatzones in Nederland. Hoewel er ongelijkheden bestaan tussen het noorden en het zuiden van het land, is het essentieel om te erkennen dat zelfs noordelijke steden niet volledig vrij zijn van hittestress. Opmerkelijke temperatuurverschillen bestaan er tussen het centrum en de buitenwijken, zelfs in noordelijke steden waar de absolute temperatuur doorgaans lager is. Het is dus van belang om te letten op lokale hitteverschillen, zelfs in gebieden waar hittestress volgens de PET-kaart niet als ernstig wordt beschouwd.

Naast de meetmethoden voor hittestress is het ook belangrijk om kritisch te kijken naar de gebruikte wijktypologie. Momenteel kan het voorkomen dat verschillende typologieën binnen één buurt vallen, zelfs als het verschil tussen deze typologieën minimaal is. Vooral bij vooroorlogse wijken is er veel door elkaar heen gebouwd, wat het lastig maakt om één typologie toe te kennen. Het hanteren van de overheersende typologie kan resulteren in inconsistenties en onnauwkeurigheden bij het toewijzen van hittestressniveaus aan specifieke wijktypologieën. Het is noodzakelijk om ook met deze kleine verschillen rekening te houden. De wijktypologie kaart is opgenomen in de bijlage (zie figuur 1).

§4 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd, waarbij gekeken is naar de invloed van sociaaleconomische factoren en omgevingskenmerken op de kwetsbaarheid voor hittestress in Nederlandse buurten, en de mogelijke adaptieve maatregelen om deze kwetsbaarheid te verminderen. Verschillende analyses zijn uitgevoerd om inzicht te krijgen in dit vraagstuk. Allereerst is er gebruikgemaakt van statistische analyses via SPSS om de relatie tussen sociaaleconomische factoren, omgevingskenmerken en kwetsbaarheid voor hittestress te onderzoeken. Daarnaast zijn er case-studies uitgevoerd om een beter beeld te krijgen van specifieke typen wijken en hoe zij omgaan met hittestress. Een Multi-Criteria Analyse (MCA) is vervolgens uitgevoerd om te bepalen welke adaptieve maatregelen het meest geschikt zijn voor specifieke typen wijken.

§4.1 Verdeling van hittestress in stedelijke gebieden over verschillende SES-wijken

In dit hoofdstuk werd een analyse uitgevoerd om inzicht te krijgen in de relatie tussen hittestress (gemeten als PET-score) en sociaaleconomische status (gemeten in SES-score) in de onderzochte populatie.

§4.1.1 Beschrijvende statistiek

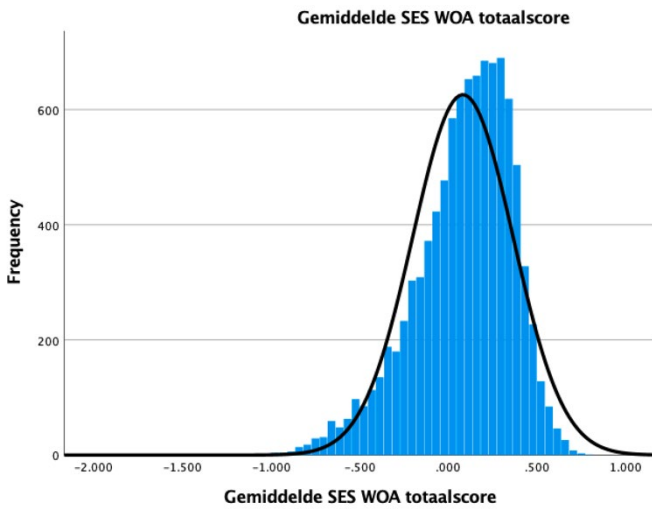
De eerste stap was het verkennen van de dataset, bestaande uit Nederlandse buurten waarbij zowel de SES-WOA-scores (welvaart, opleidingsniveau, arbeidsverleden) als de PET (temperatuur) bekend waren, aan de hand van beschrijvende statistieken.

Tabel 1 presenteert de beschrijvende statistieken van de variabelen. De gemiddelde SES WOA totaalscore bedraagt 0.082, met een standaarddeviatie van 0.283. De gemiddelde PET-score is 37.354, met een standaarddeviatie van 2.346. Daarnaast is de gemiddelde deelscore financiële welvaart 0.053, met een standaarddeviatie van 0.143.

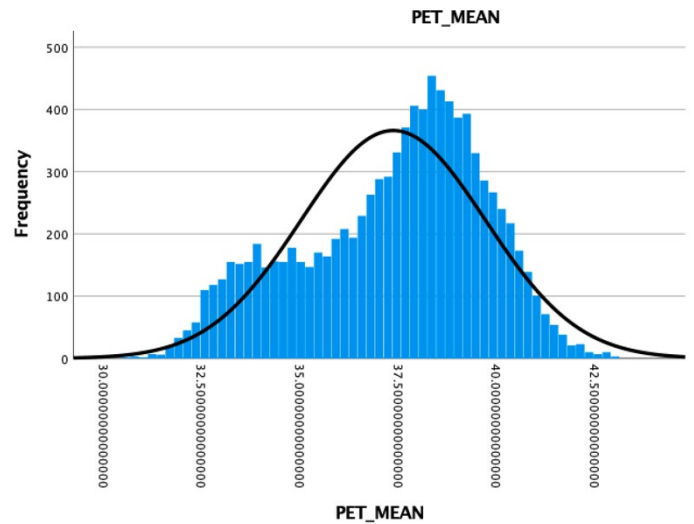
Report			
	Gemiddelde SES WOA totaalscore	PET_MEAN	Gemiddelde deelscore financiële welvaart
Mean	.08212	37.3540624	.05276
N	9757	9689	9757
Std. Deviation	.282660	2.34564368	.142723

Tabel 1 Beschrijvende statistiek

Histogrammen met normaalverdeling zijn gebruikt om de verdeling van de variabelen te onderzoeken. Figuur 6 toont het histogram van de SES WOA totaalscore, waarbij de verdeling duidelijk scheef is, met een hogere frequentie aan de rechterkant. Dit suggereert een ongelijke verdeling van sociaaleconomische status in de onderzochte populatie. Figuur 7 illustreert het histogram van de PET-score, wat de hittestress weergeeft. Opnieuw is de verdeling scheef, met een piek aan de rechterkant van het histogram. Dit duidt op hogere temperaturen en dus hoge mate van hittestress in sommige buurten. Deze statistieken bieden een eerste inzicht in de spreiding en variabiliteit van de variabelen in de dataset. De landelijke spreiding van de SES-WOA totaalscore en de gemiddelde PET zijn opgenomen in de bijlage (zie bijlage figuur 2 en figuur 3).



Figuur 7 Verdeling SES-WOA-totaalscore



Figuur 6 Verdeling PET

§4.1.2 Correlatieanalyse SES

Een bivariate correlatieanalyse werd vervolgens uitgevoerd om de correlatie tussen de twee variabelen te meten. De resultaten toonden aanvankelijk een matige negatieve correlatie tussen zowel de PET-score en de gemiddelde SES-WOA totaalscore als de PET-score en de gemiddelde financiële welvaartdeelscore. Bij een significantieniveau van $p < 0,001$ werd een correlatie van $-0,134$ waargenomen bij de SES-WOA totaalscore. Dit impliceert dat hogere niveaus van hittestress samengaan met lagere SES-scores. De resultaten van deze analyse worden in tabel 2 weergegeven.

Correlations			
		Gemiddelde SES WOA totaalscore	PET_MEAN
Gemiddelde SES WOA totaalscore	Pearson Correlation	1	-.134**
	Sig. (2-tailed)		<.001
	N	9757	9689
PET_MEAN	Pearson Correlation	-.134**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	
	N	9689	9689

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 2 Correlatieanalyse tussen PET en SES-WOA totaalscore

De totaalscore van SES-WOA omvat meerdere aspecten: financiële welvaart, opleidingsniveau en arbeidsverleden. Aangezien het gebaseerd is op een combinatie van verschillende factoren, kan het zijn dat de correlatie tussen de totaalscore van SES-WOA en PET enigszins wordt afgezwakt door de invloed van andere variabelen, zoals opleidingsniveau en arbeidsverleden, die mogelijk minder direct gerelateerd zijn aan hittestress.

Hoewel opleidingsniveau een belangrijke component is van de SES-score, zijn er gevallen waarin iemand met een laag opleidingsniveau toch in staat is om vaardigheden te ontwikkelen die hen in staat stellen een hoogbetaalde baan te krijgen. Iemand met beperkte formele opleiding en een laag opleidingsniveau kan bijvoorbeeld een eigen bedrijf starten en toch succesvol zijn. Hoewel hun opleidingsniveau misschien niet hoog is, zijn ze toch in staat om een hoog inkomen te genereren.

Op deze manier kan de correlatie tussen de SES-WOA score worden vertekend. Een persoon met een hoog welvaartsniveau heeft mogelijk de middelen om te verhuizen naar een gebied met veel open ruimte en groene omgeving, waar de hittestress (gemeten met PET) lager is. Ondanks deze lagere hittestress zal de totaalscore van de PET voor het gebied nog steeds lager zijn, omdat andere bewoners mogelijk een lager welvaartsniveau hebben. Dit kan de algehele correlatie tussen de SES-WOA score en PET beïnvloeden.

Er is opnieuw een correlatieanalyse uitgevoerd, waarbij specifiek gekeken werd naar de relatie tussen de deelscore financiële welvaart en PET (zie tabel 3). Deze analyse onthulde bij een significantieniveau van $p < 0,001$ een correlatiecoëfficiënt van $-0,166$. Deze bevinding bevestigt de eerdere veronderstelling dat de correlatie tussen financiële welvaart en PET sterker is dan de relatie tussen de totaalscore van SES-WOA en PET.

Correlations

		PET_MEAN	Gemiddelde deelscore financiële welvaart
PET_MEAN	Pearson Correlation	1	-.166**
	Sig. (2-tailed)		<.001
	N	9689	9689
Gemiddelde deelscore financiële welvaart	Pearson Correlation	-.166**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	
	N	9689	9757

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 3 Correlatieanalyse tussen PET en deelscore financiële welvaart

§4.1.3 Specificering PET

Om ons te concentreren op gebieden die het meest kwetsbaar zijn, is het belangrijk om rekening te houden met de regionale klimaatverschillen in Nederland. Deze verschillen kunnen invloed hebben op de gemiddelde correlaties tussen de PET (gevoelstemperatuur) en de SES-score in verschillende delen van het land.

Nederland kent verschillende klimaatzones, waarbij het noorden over het algemeen koeler is dan het zuiden. Dit komt voornamelijk door de geografische ligging en de invloed van de overheersende windrichtingen. In het noorden van Nederland hebben we doorgaans te maken met een maritiem klimaat, terwijl het zuiden een meer continentaal klimaat heeft (klimaatinfo, z.d.). Dit is terug te zien in de volledige gevoelstemperatuurkaart (PET-kaart), zie bijlage figuur 2.

Het maritieme klimaat in het noorden wordt beïnvloed door de nabijheid van de Noordzee en de aanvoer van zeewind. Dit resulteert in meer gematigde temperaturen en meer neerslag. In tegenstelling hiermee heeft het zuiden van Nederland minder invloed van de zee en wordt het meer beïnvloed door continentale luchtstromingen, waardoor het warmer en droger kan zijn.

Deze regionale klimaatverschillen kunnen zich weerspiegelen in de gevoelstemperatuur, die wordt bepaald door de combinatie van temperatuur, luchtvochtigheid, windsnelheid en andere factoren (RIVM, 2020). Het kan voelen alsof het warmer is in gebieden met hogere temperaturen, hogere luchtvochtigheid en minder wind. Daarom kan het zuiden van Nederland op de PET-kaart hogere waarden aangeven, wat wijst op een hogere gevoelstemperatuur, terwijl het noorden lagere waarden en dus een lagere gevoelstemperatuur kan aangeven.

Vanwege de grote variaties in PET kunnen de relaties tussen PET en SES ook variëren. Dit kan een andere factor zijn die de correlatie verzwakt en de focus op de meest kwetsbare gebieden beïnvloedt. Om de gebieden met significante hittestress te identificeren, heeft het RIVM temperaturen boven 35 graden als indicatief voor ernstige hittestress beschouwd. Om deze reden zijn buurten met een PET lager dan 35 graden uit de dataset verwijderd. Na deze filtering werden de correlaties opnieuw berekend. Bij een significantieniveau van $p < 0,001$ werd een correlatie van $-0,172$ bij de SES-WOA totaalscore en $-0,200$ bij de financiële welvaart-deelscore gemeten voor 7796 Nederlandse buurten (zie tabel 4). Deze bevindingen suggereren dat de relatie tussen hittestress en SES sterker wordt wanneer buurten met lagere hittestressniveaus worden uitgesloten, waardoor de aandacht kan worden gevestigd op de gebieden die het meest kwetsbaar zijn.

Correlations

		PET_MEAN	Gemiddelde deelscore financiële welvaart	Gemiddelde SES WOA totaalscore
PET_MEAN	Pearson Correlation	1	-.200**	-.172**
	Sig. (2-tailed)		<.001	<.001
	N	7796	7796	7796
Gemiddelde deelscore financiële welvaart	Pearson Correlation	-.200**	1	.962**
	Sig. (2-tailed)	<.001		.000
	N	7796	7796	7796
Gemiddelde SES WOA totaalscore	Pearson Correlation	-.172**	.962**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	.000	
	N	7796	7796	7796

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 4 Correlatieanalyse voor buurten met een PET gelijk aan of hoger dan 35 graden

Het uitsluiten van buurten met lagere temperaturen uit de dataset kan dus leiden tot een versterking van de relatie tussen hittestress en sociaal-economische status (SES). Door het uitsluiten van buurten met lage PET-scores blijven doorgaans buurten over waarin kwetsbare groepen geconcentreerd zijn, zoals

ouderen, lage inkomensgroepen en mensen met beperkte toegang tot hulpmiddelen. Het legt de nadruk op de wijken waar de impact van hittestress op de sociaal-economische ongelijkheid het meest uitgesproken is, waardoor de relatie beter zichtbaar wordt.

§4.1.4 Stedelijkheid

Naast het onderzoeken van de relatie tussen hittestress en SES, is er ook gekeken naar de rol van stedelijkheid in dit verband. Stedelijkheid wordt gebruikt als een maatstaf voor de concentratie van menselijke activiteiten in een bepaald gebied. Dit concept is gebaseerd op de gemiddelde omgevingsadressendichtheid (oad), zoals gedefinieerd door het Centraal Bureau voor de Statistiek (n.d.). De omgevingsadressendichtheid verwijst naar het aantal adressen binnen een cirkel met een straal van één kilometer rondom een specifiek adres, gedeeld door de oppervlakte van die cirkel.

Het CBS hanteert vijf categorieën om stedelijkheid te classificeren op basis van numerieke waarden van de gemiddelde omgevingsadressendichtheid. Deze categorieën worden in tabel 5 weergegeven.

Stedelijkheid	gemiddelde omgevingsadressendichtheid (oad) per km ²
Zeer stedelijk	gemiddelde oad van 2500 of meer adressen per km ²
Sterk stedelijk	gemiddelde oad van 1500 tot 2500 adressen per km ²
Matig stedelijk	gemiddelde oad van 1000 tot 1500 adressen per km ²
Weinig stedelijk	gemiddelde oad van 500 tot 1000 adressen per km ²
Niet stedelijk	gemiddelde oad van minder dan 500 adressen per km ²

Tabel 5 Mate van stedelijkheid

In lijn met verwachtingen werd aangenomen dat er een hogere correlatie zou zijn tussen hittestress en SES in stedelijke gebieden. Dit kan worden verklaard door het feit dat lage SES-wijken in stedelijke gebieden vaak gekenmerkt worden door verstedelijking, beperkte groenvoorzieningen en een hogere mate van versteende oppervlakken (Kullberg, 2016). Daarnaast ervaren mensen van lage SES vaker met gezondheidsproblemen, waaronder hart- en vaatziekten, wat ze extra kwetsbaar maakt voor hittestress (Harlan et al., 2006).

De statistische analyse werpt een ander licht op de situatie. Er is een nieuwe correlatieanalyse uitgevoerd met een dataset bestaande uit 4879 Nederlandse buurten die een PET-waarde hoger dan 35 graden hebben en een stedelijkheidsgraad van 1, 2 of 3. Bij een significantieniveau van $p < 0,05$ werd een correlatie van $-0,048$ gevonden tussen de SES-WOA totaalscore en $-0,058$ tussen de financiële welvaart-deelscore (zie tabel 6).

		PET_MEAN	Gemiddelde SES WOA totaalscore	Gemiddelde deelscore financiële welvaart
PET_MEAN	Pearson Correlation	1	-.048**	-.058**
	Sig. (2-tailed)		<.001	<.001
	N	4879	4879	4879
Gemiddelde SES WOA totaalscore	Pearson Correlation	-.048**	1	.965**
	Sig. (2-tailed)	<.001		.000
	N	4879	4879	4879
Gemiddelde deelscore financiële welvaart	Pearson Correlation	-.058**	.965**	1
	Sig. (2-tailed)	<.001	.000	
	N	4879	4879	4879

Tabel 6 Correlatieanalyse gespecificeerd op stedelijkheid 1, 2 en 3 (vanaf een PET van 35 of hoger)

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Een mogelijke verklaring hiervoor is de sociale segregatie die binnen steden plaatsvindt. In stedelijke gebieden zijn buurten en wijken vaak sterk verdeeld op basis van sociaaleconomische status. Stedelijke gebieden, met name het centrum, staan bekend om hun hogere kosten van levensonderhoud, waaronder hoge woningprijzen. Dit kan leiden tot een concentratie van hogere inkomensgroepen in het stadscentrum, omdat zij zich de hogere kosten kunnen veroorloven. Tegelijkertijd speelt het stedelijk hitte-eilandeffect hierin een rol. Hierdoor kan het centrum van de stad hogere temperaturen ervaren dan de perifere gebieden, ongeacht de sociaal-economische status van de bewoners.

Daarnaast kan gentrificatie een mogelijke verklaring zijn voor de afname van de correlatie tussen hittestress en sociaal-economische status in gebieden met een hoge stedelijkheidsgraad. Gentrificatie verwijst naar het proces waarbij stedelijke buurten worden opgewaardeerd door investeringen, renovaties en de komst van welvarende bewoners. Het fenomeen wordt vaak geassocieerd met de vestiging van rijkere mensen of jongeren met rijke ouders in centraal gelegen stedelijke buurten (Hochstenbach, 2017). Deze nieuwe bewoners hebben vaak een hogere sociaal-economische status en kunnen daardoor de gemiddelde SES-niveaus in die buurten verhogen.

Als gevolg van gentrificatie kunnen stedelijke gebieden met een hoge stedelijkheidsgraad een grotere diversiteit in sociaal-economische status laten zien. Hoewel er nog steeds buurten kunnen zijn met een lage sociaal-economische status, kan de aanwezigheid van welvarende bewoners de gemiddelde SES-niveaus in deze gebieden doen stijgen. Dit kan leiden tot een verdunning van het verband tussen hittestress en sociaal-economische status, aangezien de aanwezigheid van welvarende bewoners het gemiddelde SES-niveau omhoog trekt.

Dit zou kunnen betekenen dat door de aanwezigheid van welvarende bewoners in het centrum van de stad, het gemiddelde SES-niveau stijgt, maar de hittestress hoog blijft als gevolg van het stedelijk hitte-eilandeffect. Dit kan leiden tot een afname van de correlatie tussen hittestress en sociaal-economische status in stedelijke gebieden met een hoge stedelijkheidsgraad.

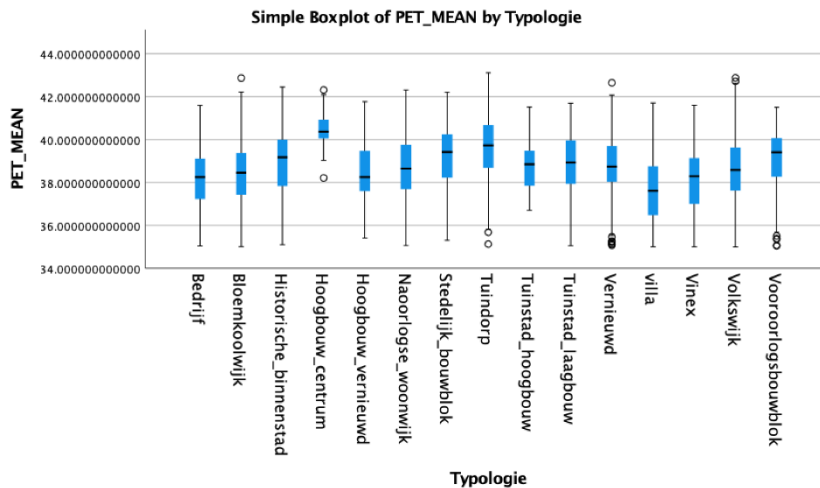
§4.2 Omgevingsfactoren en ruimtelijke verschillen in temperatuur

Om antwoord te kunnen geven op de vraag “Hoe staan omgevingsfactoren van Nederlandse wijken in relatie tot ruimtelijke verschillen in temperatuur en blootstelling aan hittestress?” moeten we identificeren in welk type wijken de hoogste gemiddelde PET wordt gemeten. Nederlandse straten worden gekenmerkt door een unieke inrichting die typerend is voor specifieke tijdsperioden.

Er wordt gebruikgemaakt van een samengestelde dataset bestaande uit PET-waarden, SES-WOA scores en overheersende wijktypologieën. Door het analyseren van de gemiddelde PET-waarden van verschillende typologieën kunnen we vaststellen welke buurten de hoogste mate van hittestress ervaren. Hieruit zijn de volgende top drie typologieën naar voren gekomen met de hoogste PET-waarden:

1. Hoogbouw centrum: Gemiddelde PET-waarde van 40.387.
2. Tuindorp: Gemiddelde PET-waarde van 39.485.
3. Stedelijk bouwblok: Gemiddelde PET-waarde van 39.137.

Uit de data blijkt dat de wijktypologieën een temperatuurbereik hebben van 4 tot bijna 8 graden, met temperaturen variërend van 35 tot 43 graden (zie figuur 8). Een bredere spreiding van temperaturen binnen elke typologie kan wijzen op variabiliteit in de omgevingsfactoren, en suggereren dat er aanzienlijke variaties in hittestressniveaus zijn. Dit kan het gevolg zijn van verschillende factoren, zoals variaties in de dichtheid van bebouwing, groenvoorzieningen, openbare ruimtes, verhard oppervlak en andere omgevingskenmerken die de lokale gevoelstemperatuur beïnvloeden.



Figuur 8 Boxplot met de temperatuurspreiding van de wijktypologiën

§4.2.1 Hoogbouw centrum

In Nederland zijn hoogbouw-centrumgebieden niet veel voorkomend, maar ze worden intensief bezocht door zowel bewoners als bezoekers, waardoor het microklimaat een grote invloed heeft op een groot aantal mensen. Deze gebieden worden gekenmerkt door gebouwen met een hoogte variërend van 50 tot 100 meter en straten met een gemiddelde breedte van ongeveer 12 meter. Dit resulteert in een H/W-verhouding (hoogte-breedteverhouding) van 4 tot 8 op verschillende locaties (Keerekoper, 2016).

Deze hoge H/W-index kan een positieve invloed hebben op de ventilatie in het gebied. Vanwege de hoogte van de gebouwen kan er meer luchtstroom ontstaan. Deze luchtstroom zorgt ervoor dat warme lucht effectiever wordt afgevoerd en er een betere luchtcirculatie ontstaat, wat bijdraagt aan een aangener microklimaat (Kleerekoper, 2016).

Het is echter belangrijk op te merken dat de hogere H/W-index niet altijd voldoende is te compenseren voor de negatieve effecten van hittestress. Ondanks de goede ventilatie kunnen andere factoren bijdragen aan een verhoogde opwarming van het gebied. De aanwezigheid van grote hoeveelheden bestrating, hoge bebouwingsdichtheid en beperkte groene ruimtes dragen bij aan de ophoping van warmte (Ali-Toudert & Mayer, 2006). De bestrating en de absorberende eigenschappen van betonnen objecten houden warmte vast, waardoor de omgevingstemperatuur stijgt (Icaza, van der Hoeven & van den Dobbelsteen, 2016).

Een ander kenmerk van hoogbouw-centrumgebieden is de beperkte aanwezigheid van groen. Vanwege de gesloten stedelijke blokken waarin de gebouwen vaak zijn geplaatst, is er weinig groen en water in deze gebieden, met gemiddeld een groenpercentage van 0-10%. Dit gebrek aan groen vermindert de mogelijkheid van schaduw en verdamping, waardoor het hitte-eilandeffect kan worden versterkt (Kleerekoper, 2016).

Al met al hebben hoogbouw-centrumgebieden in Nederland een specifiek microklimaat. Hoewel de hoge H/W-index en goede ventilatie positieve aspecten kunnen bieden in termen van luchtcirculatie en warmteafvoer, kunnen andere factoren zoals bestrating, bebouwingsdichtheid en beperkte groene ruimtes bijdragen aan een verhoogde opwarming van het gebied. Het is daarom belangrijk om een gebalanceerde benadering te hanteren bij het ontwerpen en plannen van deze gebieden om de negatieve effecten van hittestress te verminderen en een comfortabeler microklimaat te creëren.

Case study: Stadsdriehoek Rotterdam

Stadsdriehoek is een dichtbevolkt stedelijk gebied in het centrum van Rotterdam. De buurt is te herkennen aan de grote hoeveelheid hoogbouw. De hoge dichtheid van bebouwing zorgt op plaatselijke gebieden voor een beperkte luchtcirculatie en wordt de afvoer van warmte belemmerd, waardoor de omgevingstemperatuur stijgt. Dit is terug te zien in de gemiddelde PET van 39,65 graden celcius.

De buurt bestaat voornamelijk uit verharde straten, pleinen en gebouwen, wat resulteert in een groot hitte-absorberend vermogen. Verharde oppervlakken zoals asfalt en beton absorberen zonnestraling en houden warmte vast, waardoor de temperatuur in de buurt stijgt.

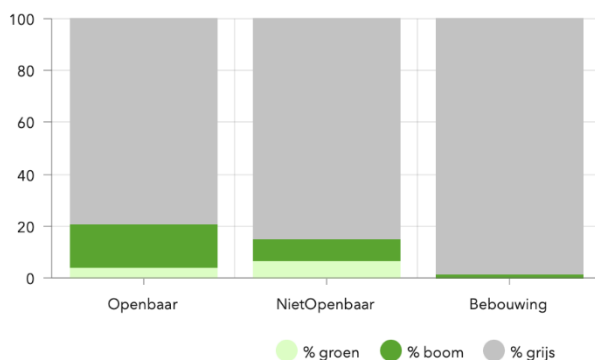
Verder valt op dat Stadsdriehoek een beperkte aanwezigheid van groene ruimtes heeft, zoals parken en bomen. Het verkoelende effect zal hier daarom relatief laag zijn. Het gebrek aan groen vermindert ook de mogelijkheid van schaduw, waardoor de blootstelling aan direct zonlicht en warmte toeneemt, zeker op grote pleinen (zie figuur 9).



Figuur 9 1. Bovenaanzicht Stadsdriehoek; 2. Zijaanzicht Stadsdriehoek

Ondanks dat er relatief veel water aanwezig is vergeleken met andere hoogbouw centrumgebieden, zal het verkoelende effect hiervan niet opwegen tegen de factoren die de hitte verhogen en vasthouden in deze buurt.

Deze buurt kenmerkt zich door brede straten en een overvloed aan openbare ruimtes. Naast de smalle winkelstraten zijn er ruime voetgangersgebieden die de verschillende delen van de wijk met elkaar verbinden. Dit biedt mogelijkheden voor de implementatie van groenblauwe maatregelen en hittebestrijdende infrastructures.



1

Figuur 10

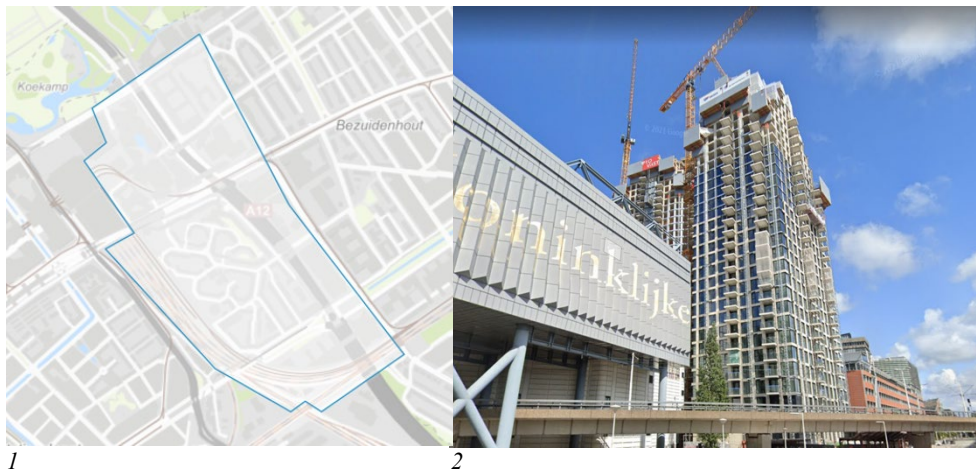
2

1. Groenpercentages Stadsdriehoek; 2. Zijaanzicht van het marktplein in Stadsdriehoek

Stadsdriehoek is een centraal stedelijk gebied. Het hitte-eilandeffect kan een mogelijke verklaring zijn voor de hoeveelheid hittestress. Het hitte-eiland effect wordt versterkt door de aanwezigheid van verharde oppervlakken, beperkte groene ruimtes en de warmte-uitstoot van gebouwen en voertuigen (zie figuur 10). Al deze factoren samen zorgen ervoor dat de buurt Stadsdriehoek in Rotterdam vatbaar is voor hittestress, waarbij de temperaturen hoger liggen dan in nabijgelegen gebieden.

Case study: Bezuidenhout-west - Den Haag

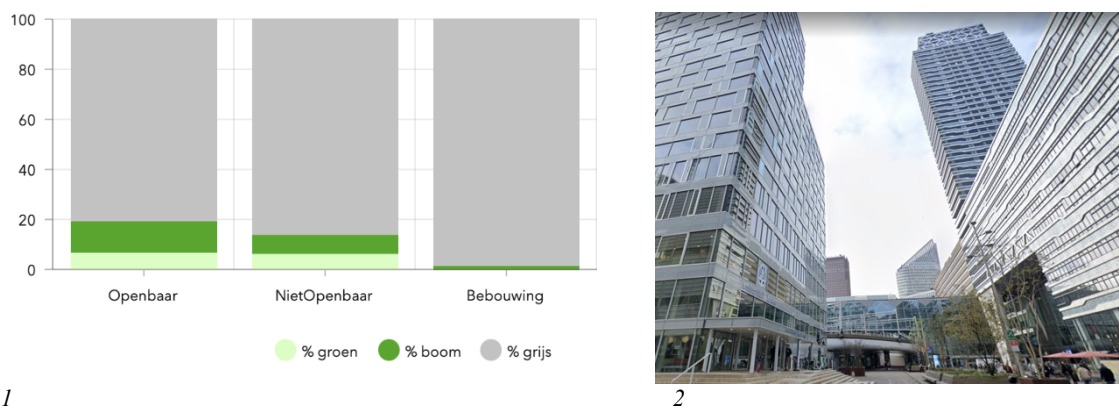
Ondanks de nabijheid van het uitgestrekte 'Haagse Bos' ervaart de wijk Bezuidenhout-West een aanzienlijk hoge mate van hittestress, waarbij de gemeten PET-waarde oploopt tot 41,01 graden. Hoewel een deel van de wijk gekenmerkt wordt door de bloemkoolwijk typologie, wordt het grootste gedeelte van de buurt gekenmerkt door de aanwezigheid van hoogbouw (zie figuur 11).



Figuur 11 1. Bovenaanzicht Bezuidenhout-west; 2. Zij aanzicht van de hoogbouw in Bezuidenhout-west

De wijk wordt doorsneden door de drukke A12, waar dagelijks duizenden auto's passeren op weg naar het centrum van Den Haag. Opvallend is dat het merendeel van het stedelijk oppervlak in deze buurt vrijwel volledig verhard is. De brede voetgangersgebieden die tussen de hoogbouw doorlopen, zijn volledig geplaveid met klinkers en er is weinig aandacht besteed aan groene elementen (zie figuur 12).

Deze combinatie van factoren draagt bij aan de hoge mate van hittestress die in Bezuidenhout-West wordt ervaren. Ondanks de nabijheid van een groot park, blijkt de wijk gevoelig te zijn voor warmtegerelateerde problemen, waardoor er behoefte is aan passende maatregelen om het leefklimaat te verbeteren en de negatieve impact van hittestress te verminderen.



Figuur 12 1. Groenpercentages Bezuidenhout-west; 2. Straatprofiel in Bezuidenhout-west

§4.2.2 Tuindorp

In de jaren 10-30 werden stadsuitbreidingen volgens het tuindorp concept gebouwd, geïnspireerd door de ideeën van Ebenezer Howard. De typologie tuindorp wordt gekenmerkt door laagbouw en gesloten stedelijke blokken, met als belangrijkste doel het creëren van een aangename woonomgeving met voldoende groene ruimtes. Deze tuindorpen waren bedoeld om de arbeidersbevolking gezonde en comfortabele woningen te bieden, weg van de vervuilde en drukke industriële gebieden (Boonstra, 2021).

In tuindorpen is er ondanks de aanwezigheid van groene ruimtes vaak een gebrek aan schaduwrijke plekken. Dit komt doordat het groen hoofdzakelijk bestaat uit privétuinen die grenzen aan de woningen, terwijl er weinig gemeentelijk groen is. Van het totale groene oppervlak van gemiddeld 33% valt slechts 12% in het openbare gebied en 21% in het privégebied (Zie bijlage figuur 1).

Het beperkte gemeentelijke groen in tuindorpen kan een impact hebben op de gevoelstemperatuur in deze gebieden. Openbaar groen in wijken heeft vaak een bredere functie en kan dienen als ontmoetingsplek, speelruimte en wandelgebied voor de gemeenschap. Naast het creëren van visueel aantrekkelijke groene ruimtes draagt het ook bij aan het afkoelen van de omgeving. Bomen en groene beplanting in het openbare gebied bieden schaduw, verminderen de directe blootstelling aan de zon en zorgen voor verdamping, waardoor de omgevingstemperatuur kan worden verlaagd (Kleerekoper, 2016).

Daarentegen kan privaat groen minder effectief zijn in het verlagen van de gevoelstemperatuur in de bredere omgeving. Privaat groen is vaak gericht op esthetische waarde en privégebruik, zoals privétuinen of achtertuinen, en heeft mogelijk minder impact op het microklimaat van de hele wijk.

Ook het gebruik van materialen met een hoge warmteopslagcapaciteit, zoals beton en steen, kan ook bijdragen aan hogere PET-waarden in tuindorpen. Deze materialen absorberen zonnestraling en houden warmte vast, waardoor de omgevingstemperatuur stijgt.

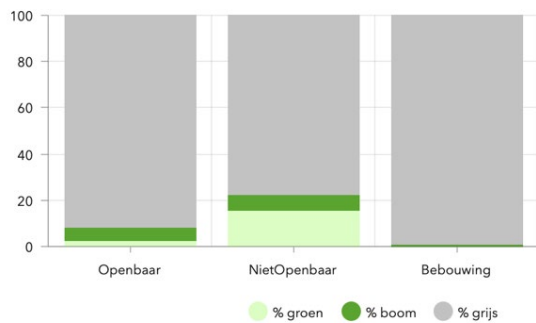
Case study: Bloemenplein Eindhoven

Hoewel er hier en daar wat aspecten van een volkswijk aanwezig zijn, kan de buurt 'Bloemenplein' in Eindhoven worden beschouwd als een typisch tuindorp. De straten zijn aanzienlijk breder dan in veel omliggende gebieden, wat resulteert in een groter visueel bereik en ruimte biedt voor groenstroken, bomen en planten langs de weg (zie figuur 13).



Figuur 13 1. Bovenaanzicht Bloemenplein; 2. Straatprofiel met groene voortuinen in Bloemenplein

Een ander kenmerk dat terugkomt in deze buurt is de aanwezigheid van veel privaat groen, maar weinig openbaar groen, wat typerend is voor tuindorpen (zie figuur 14). Ondanks de relatief grote hoeveelheid groen in de buurt, is er echter ook sprake van aanzienlijke hittestress. Op warme zomerdagen ligt de gemiddelde gevoelstemperatuur in de buurt rond de 42,39 graden.



1

2

Figuur 14 1. Groenpercentages Bloemenplein; 2. Verticale vergroening in Bloemenplein

Het merendeel van de woningen in de buurt bestaat uit huurwoningen (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2021). In tuindorpen waar huurwoningen overheersen, ligt de verantwoordelijkheid voor het nemen van maatregelen tegen hittestress vaak bij de woningeigenaren of woningcorporaties. Aangezien huurders mogelijk minder controle hebben over de buitenruimte, kan het de verantwoordelijkheid van de verhuurder zijn om maatregelen te nemen, zoals het aanleggen van groene daken, het planten van bomen of het implementeren van andere hittebestrijdingsmaatregelen.

Case study: Rielerweg-west Deventer

In Rielerweg-West is een tuindorp gelegen in Deventer. Langs de wegen zijn veel verharde voetpaden te zien, wat kan leiden tot een ophoping van warmte (zie figuur 15). Daarnaast zijn er veel kleine voortuinen aanwezig, maar met weinig groen. Het stimuleren van particulier groen kan een effectieve maatregel zijn. Door bewoners aan te moedigen om hun voortuinen te vergroenen met beplanting, bloemen, struiken of zelfs kleine bomen, kan de algehele vergroening van de wijk worden bevorderd.

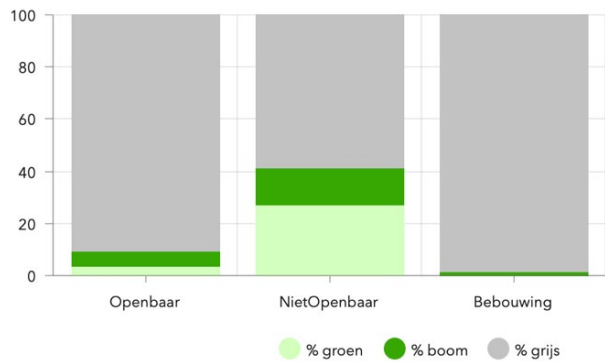


1

2

Figuur 15 1. Bovenaanzicht Rielerweg-west; 2. Straatprofiel Rielerweg-west

De stijl van de huizen in Rielerweg-west sluit mogelijk niet direct aan op de installatie van groene daken of het gebruik van reflectieve platte daken. Echter, er zijn wellicht aanpassingen mogelijk om deze maatregelen alsnog toe te passen. Het plaatsen van groene dakelementen of het gebruik van lichtere dakbedekking die minder warmte absorbeert, kan helpen bij het verminderen van de hittebelasting op de gebouwen.



1

2

Figuur 16 1. Groenpercentages Rielerweg-west; 2. Hoge mate van openbare verharding in Rielerweg-west

Verder zijn er veel verharde parkeerplekken aanwezig in de wijk (zie figuur 16). Het vervangen van een deel van deze parkeerplekken door groene parkeerplaatsen kan een effectieve manier zijn om de verharding te verminderen en de hitte te temperen. Gras, beplanting of halfverharde oppervlakken die waterdoorlatend zijn, kunnen worden gebruikt om groene parkeerplaatsen te creëren, waardoor regenwater kan infiltreren en hittestress kan worden verminderd.

§4.2.3 Stedelijk bouwblok

Stedelijke bouwblokken vertonen enkele gemeenschappelijke omgevingskenmerken die kenmerkend zijn voor deze wijktypologie. Stedelijke bouwblokken werden vóór 1940 gebouwd in Nederland. De gebouwen in deze wijken bestaan over het algemeen uit 4 tot 8 lagen. Daarnaast hebben de straten in deze stedelijke bouwblokken een beperkte breedte. De ventilatie in straten wordt grotendeels beïnvloed door de verhouding tussen de hoogte en breedte van gebouwen, evenals de aanwezigheid en positie van bomen. Een lage H/W verhouding kan leiden tot minder ventilatie, waardoor er een hogere kans is op warmteopbouw in de buurt (Kleerekoper, 2016).

In stedelijke bouwblokken is er meestal een mix van verschillende soorten gebouwen, zoals wooncomplexen, commerciële gebouwen en openbare voorzieningen. Deze bouwblokken kunnen variëren in grootte, van kleine woonblokken tot grote complexen met meerdere gebouwen.

Wat betreft groene ruimtes, kunnen stedelijke bouwblokken vaak beperkt zijn in vergelijking met tuindorpen. Door de hoge bebouwingsdichtheid is er minder ruimte voor groen binnen de bouwblokken zelf. Daarnaast hebben stedelijke bouwblokken vaak veel bestrating en verharde oppervlaktes, vergelijkbaar met hoogbouw centrumgebieden. Bovendien zijn deze stedelijke bouwblokken hierdoor vaak kwetsbaar voor wateroverlast. Het gebrek aan voortuinen en groenstroken betekent dat er minder ruimte is voor de infiltratie en opvang van regenwater (Basiskaart Groen en Grijs, z.d.). Hierdoor kan wateroverlast ontstaan tijdens periodes van hevige neerslag. Dit benadrukt het belang van effectieve waterbeheermaatregelen in deze wijken, zoals de aanleg van waterbergingsystemen of het vergroenen van de openbare ruimte om het waterafvoersysteem te verbeteren. Deze maatregelen kunnen vervolgens weer een positief effect hebben op de mate van hittestress in de wijk.

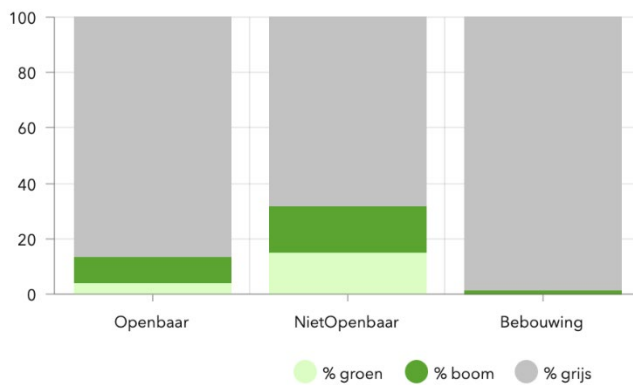
Case study: Valkenboskwartier Den Haag

Het Valkenboskwartier is een buurt in het westen van Den Haag. Het straatbeeld wordt voornamelijk bepaald door de historische panden en smalle straten. De straten in de wijk zijn over het algemeen vrij kaal en missen een levendige en kleurrijke uitstraling (zie figuur 17). Er is slechts één groen park in de directe omgeving te vinden.



1
2
Figuur 17 1. Bovenaanzicht Valkenboskwartier; 2. Straatprofiel met veel verstening in Valkenboskwartier

Wat betreft de verdeling van koop- en huurwoningen is er in het Valkenboskwartier een evenwichtige mix te vinden. Deze verhouding biedt zowel woningbouwcorporaties als bewoners zelf de mogelijkheid om initiatief te tonen en maatregelen te nemen tegen de hoge mate van hittestress. Het grootste deel van het groen is in deze buurt te vinden in privaat gebied, aangezien de smalle straten weinig ruimte bieden voor bomen en er beperkte mogelijkheden zijn voor groen en water in deze dichtbebouwde buurt (zie figuur 18). Deze omstandigheden dragen bij aan de hoge gemiddelde gevoelstemperatuur (PET) van 41,35 graden in deze buurt.



1
2
Figuur 18 1. Groenpercentages Valkenboskwartier; 2. Verharde straten en gebrek aan groen in Valkenboskwartier

Case study: Tarwewijk Rotterdam

De Tarwewijk in Rotterdam, gelegen in het noordoosten van het stadsdeel Charlois, is een stedelijk bouwblok dat tussen 1900 en 1930 werd gebouwd om arbeiders te huisvesten die werkzaam waren in de snelgroeïende haven. Een opvallend kenmerk van de Tarwewijk zijn de relatief brede straten en voetpaden, wat resulteert in een aanzienlijke hoeveelheid verharding in de wijk (zie figuur 19). Het verminderen van deze verharding door groenstroken langs de straten te creëren, het vergroenen van voetpaden en het aanleggen van plantenbakken of geveltuinen kunnen effectieve maatregelen zijn bij het verlagen van de hittebelasting.

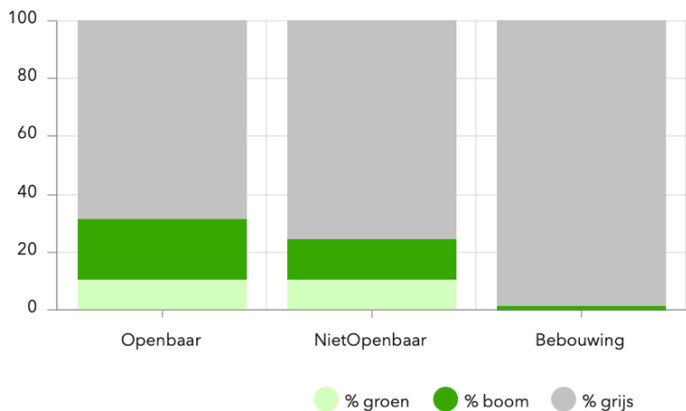


Figuur 19 1. Bovenaanzicht Tarwewijk; 2. Versteende straatprofiel in Tarwewijk

Daarnaast biedt de Tarwewijk voldoende openbare ruimte die beter benut kan worden door het toevoegen van meer groene en blauwe elementen aan de wijk (zie figuur 20). Het benutten van deze ruimte voor de aanleg van parken, groene pleinen, tuinen of waterpartijen kan zorgen voor verkoeling en het vergroten van het groene karakter van de wijk.

De aanwezigheid van bomen langs de trambaan in de wijk is een positief aspect. Deze bomen bieden schaduw en dragen bij aan de verbetering van het microklimaat.

Een ander interessant aspect van de Tarwewijk is de aanwezigheid van veel platte daken. Deze bieden een goede mogelijkheid voor transformatie naar beter reflecterende daken of zelfs groene daken.



Figuur 20 1. Percentage groen in Tarwewijk; 2. Smalle straten met gebrek aan groen, Tarwewijk Rotterdam

§4.3 Hittestress maatregelen voor kwetsbare wijken

Bij de analyse van de eerste deelvraag leek er in eerste opzicht geen directe correlatie te zijn tussen de PET en SES-WOA score. Echter, nadat we de variabele 'wijktypologie' hebben toegevoegd, wordt duidelijk dat de enige drie wijken met een PET-waarde hoger dan 39 ook allemaal wijken zijn met een relatief zwakke SES-WOA score en financiële welvaart-deelscore (zie tabel 2 in de bijlage). Bovendien moet er rekening mee gehouden worden dat veel buurten in de dataset uit meerdere typologieën bestaan, maar alleen de meest voorkomende typologie wordt meegenomen in de analyse.

Bij het uitvoeren van een multicriteria-analyse voor adaptatiemaatregelen in lage SES-wijken en kwetsbare wijken in het algemeen, is het essentieel om onderscheid te maken tussen criteria die verband houden met sociaal-economische factoren en omgevingsfactoren. Het is belangrijk om te beoordelen of de voorgestelde maatregelen geschikt zijn voor de bewoners, rekening houdend met hun sociaal-economische situatie, en of ze geschikt zijn voor de specifieke omgeving waarin deze wijken zich bevinden. Daarom zijn er voor dit onderzoek vier verschillende multicriteria-analyses ontwikkeld.

De eerste drie MCA's richten zich op de omgevingskenmerken van de drie meest door hittestress getroffen wijktypologieën in Nederland. Voor elke typologie wordt gekeken naar de geschiktheid van groene en blauwe maatregelen op basis van de criteria *straatbreedte*, *beschikbaarheid van openbare ruimte*, *esthetiek*, (*ondergrondse*) *infrastructuur* en *bouwhoogte*.

De vierde MCA behandelt specifiek de geschiktheid van hittestress-maatregelen voor wijken met een lage sociaaleconomische status. Hierbij worden de sociale factoren *sociale acceptatie*, *onderhoud*, *sociale participatie* en *financieel draagvlak* meegenomen. Een belangrijk aspect bij het implementeren van hittestress maatregelen in wijken met een lage SES is het onderscheid tussen sociale huur- en koopwoningen. Dit onderscheid bepaalt of de bewoner zelf verantwoordelijk is voor het onderhoud en de financiële kosten, of dat deze taken worden verzorgd door de gemeente of de woningbouwcorporatie. Daarom is er in deze MCA voor de categorieën *onderhoud* en *financieel draagvlak* onderscheid gemaakt tussen gemeente/woningbouwcorporatie of particulier.

In de volgende secties worden de vier MCA's gepresenteerd met een gedetailleerde uitleg van de redenen achter te gemaakte keuzes. Met behulp van deze analyses kunnen concrete aanbevelingen worden gemaakt voor effectieve, maar ook sociaal rechtvaardige maatregelen om deze hitte stress in kwetsbare wijken te verminderen. Hieronder volgt de legenda, gevolgd door de bijbehorende MCA's.

§4.3.1 MCA per wijktypologie

Voor de volgende MCA's wordt de volgende legenda gehanteerd:

Zeer ongeschikt	
Ongeschikt	
Geschikt	
Zeer geschikt	
Niet van toepassing	

MCA - Hoogbouw centrum

Omgevingsfactoren	Breedte van de straat	Beschikbaarheid openbare ruimte	Esthetiek	Ondergrondse infrastructuur	Bouwhoogte
Groene maatregelen					
Bomen	Green	Light Green	Green	Light Green	Red
Straatbomen	Red	Red	Green	Light Green	Red
Parken	Red	Red	Green	Red	Green
Groene routes	Green	Light Green	Green	Red	Light Green
Grasvelden	Red	Red	Light Green	Red	Light Green
Verticaal groen	Light Green	Light Green	Green	Red	Green
Begroeiide arcades met bladverliezende klimplanten	Light Green	Light Green	Green	Red	Light Green
Groene daken	Green	Light Green	Green	Green	Green
Reflecterend/licht dak	Green	Light Green	Light Green	Green	Green
Verharding verminderen	Red	Light Green	Green	Light Green	Red
Blauwe maatregelen					
Wadi's	Red	Red	Red	Red	Red
Waterelementen (fontein)	Green	Light Green	Green	Light Green	Light Green
Water vernevelen	Light Green	Green	Light Green	Light Green	Green
Waterpleinen	Green	Light Green	Light Green	Light Green	Green
Grachten en kanalen behouden of uitbreiden	Red	Red	Red	Red	Light Green
Open water (verzonken)	Red	Red	Red	Red	Red
Infiltratie punten (evt. in combi met wadi's)	Red	Red	Red	Red	Red
Natuurlijke oevers	Red	Red	Red	Red	Red
Bewateren van de straat	Green	Light Green	Red	Green	Green

Tabel 7 MCA Hoogbouw centrum

MCA - Tuindorp

Omgevingsfactoren	Breedte van de straat	Beschikbaarheid openbare ruimte	Esthetiek	Ondergrondse infrastructuur	Bouwhoogte
Groene maatregelen					
Bomen					
Straatbomen					
Parken					
Groene routes					
Grasvelden					
Verticaal groen					
Begroeide arcades met bladverliezende klimplanten					
Groene daken					
Reflecterend/licht dak					
Verharding verminderen					
Blauwe maatregelen					
Wadi's					
Watelementen (fontein)					
Water vernevelen					
Waterpleinen					
Grachten en kanalen behouden of uitbreiden					
Open water (verzonken)					
Infiltratie punten (evt. in combi met wadi's)					
Natuurlijke oevers					
Bewateren van de straat					

Tabel 8 MCA Tuindorp

MCA - Stedelijk bouwblok

Omgevingsfactoren	Breedte van de straat	Beschikbaarheid openbare ruimte	Esthetiek	Ondergrondse infrastructuur	Bouwhoogte
Groene maatregelen					
Bomen					
Straatbomen					
Parken					
Groene routes					
Grasvelden					
Verticaal groen					
Begroeide arcades met bladverliezende klimplanten					
Groene daken					
Reflecterend/licht dak					
Verharding verminderen					
Blauwe maatregelen					
Wadi's					
Waterelementen (fontein)					
Water vernevelen					
Waterpleinen					
Grachten en kanalen behouden of uitbreiden					
Open water (verzonken)					
Infiltratie punten (evt. in combi met wadi's)					
Natuurlijke oevers					
Bewateren van de straat					

Tabel 9 MCA Stedelijk bouwblok

Omdat de hoogbouwcentrumgebieden in Nederland veelal bestaan uit dichtbebouwde gebieden is er over het algemeen beperkte ruimte voor parken, grasvelden en andere groene interventies. Het vergroenen van hoogbouwcentrum gebieden door het plaatsen van bomen is een aantrekkelijke optie, aangezien dit weinig ruimte vereist en tegelijkertijd bijdraagt aan een esthetisch aantrekkelijker straatprofiel. Niet overal zal ruimte zijn voor bomen. Dit zal met name het geval zijn in drukke voetgangersgebieden, waar de mogelijkheid om straatbomen te plaatsen beperkt is. Daarom wordt er in de MCA van tabel 7, 8 en 9 onderscheid gemaakt tussen “bomen” in bijvoorbeeld parken of pleinen, en “straatbomen”.

Waar dat mogelijk is zullen grote verharde oppervlakken moeten worden vervangen door groen. Dit kan variëren van het vergroenen van verharde pleinen, tot het gebruik van groene tegels op het trottoir in kleine mate.

Het is daarnaast mogelijk dat de aanwezigheid van ondergrondse leidingen het implementeren van bepaalde interventies bemoeilijkt, vooral in smalle straten. Echter, als er grote pleinen aanwezig zijn, kan dit mogelijkheden bieden voor het plaatsen van bomen, fontein, waterpleinen of andere waterelementen. Een voorbeeld hiervan is het voetgangersgebied parallel aan de grote markt in Rotterdam (zie figuur 21). Er is voldoende ruimte om hier meer groene elementen te implementeren, zoals het planten van bomen die schaduw bieden of het gebruik van groendoorlatende tegels.



Figuur 21 Voetgangersgebied naast de grote markthal, Rotterdam

Hoewel er weinig openbare ruimte beschikbaar is in deze gebieden, biedt de bouwhoogte en de grote hoeveelheid platte daken wel kansen voor het plaatsen van groene of reflecterende daken. Om deze reden scoren hoogbouwcentrumgebieden hier een voldoende op de MCA in tabel 7. Grote verharde oppervlakken of gevels kunnen worden benut om zonne-energie om te zetten in thermische energie of elektriciteit, wat kan bijdragen aan een duurzamere omgeving. Daarnaast kan verticaal groen worden gebruikt om de hoge ruimte te gebruiken en hittestress te verminderen. Het aanleggen van open wateren of grachtensystemen past over het algemeen niet goed in het straatbeeld van centrumgebieden met hoogbouw in Nederland. De beperkte beschikbare ruimte maakt dit soort grootschalige blauwe interventies moeilijk te realiseren. Een geschikte blauwe maatregel die wel goed past in dit straatbeeld is het bewateren van de straat. Gezien de hoge mate van hitte in deze gebieden en het grote aantal dagelijkse bezoekers, kan dit een effectieve manier zijn om de gevoelstemperatuur voor mensen te verlagen.

Wat betreft tuindorpen valt op dat er over het algemeen al relatief veel groen aanwezig is in deze wijken, maar het merendeel van dit groen bevindt zich op privéterrein. Er is echter weinig openbare ruimte beschikbaar, wat het moeilijk maakt om parken en waterplassen te realiseren. Dit is ook terug te zien in tabel 8, waar het plaatsen van bomen over het algemeen geschikt is in de wijk, maar straatbomen zijn hier minder geschikt. Het smalle straatprofiel maakt het namelijk op veel locaties lastig om straatbomen te plaatsen. De gemeente zal dus op strategische plekken bomen moeten plaatsen waar deze voor voldoende schaduw zullen zorgen.

Een mogelijke oplossing om hittestress in tuindorpen te verminderen zou kunnen zijn om de overtollige versteende oppervlakken in de wijk te vergroenen. Hierbij kan gedacht worden aan het transformeren van bestaande parkeerplaatsen naar groene parkeerplaatsen en het beplanten van plekken op of naast trottoirs.

Hoewel er weinig openbare horizontale ruimte beschikbaar is, biedt dit type wijk wel mogelijkheden voor verticaal groen. Dit kan op sommige locaties uitdagend zijn vanwege de nadruk op laagbouw en ruime kavels in tuindorpen, maar er blijven voldoende mogelijkheden om verticaal groen te realiseren. Het plaatsen van groene daken zal in deze wijk niet snel van toepassing zijn. Deze daken vereisen een vlakke en stevige fundering, wat hier mogelijk een uitdaging kan zijn.

De aanwezigheid van een aanzienlijke hoeveelheid privaat grondbezit roept de vraag op of de woningen in de betreffende tuindorpen sociaal huurwoningen of koopwoningen zijn. In het geval van koopwoningen ligt er een belangrijke uitdaging bij gemeenten en woningbouwcorporaties om bewoners aan te moedigen om hun tuinen te vergroenen. Dit kan gebeuren door het invoeren van bijvoorbeeld subsidies, maar ook door meer voorlichting te geven en bijvoorbeeld campagnes te starten.

Het is belangrijk om te benadrukken dat er binnen specifieke wijktypologieën nog steeds variatie kan zijn. Sommige tuindorpen hebben bijvoorbeeld de mogelijkheid om wadi's te plaatsen. Andere tuindorpen maken gebruik van grachten of kanalen, waarbij het behoud van natuurlijke oevers of grachten wel mogelijk is (zie figuur 22). Echter geldt dit niet voor het merendeel van de wijken, waardoor de interventie over het algemeen als ongeschikt kan worden beschouwd.



Figuur 22 Tuindorp Vreewijk in Rotterdam (Bleeker Nauta, 2010)

Stedelijke bouwblokken staan erom bekend een hoge bebouwingsdichtheid te hebben, wat resulteert in beperkte ruimte voor groenvoorzieningen, zowel op privé-gebied als in de openbare ruimte. Het realiseren van meer groen kan daarom een uitdaging zijn. Dit is ook terug te zien in tabel 9 onder de beschikbare ruimte. Vanwege de smalle straten en beperkte ruimte is het ook lastig om blauwe interventies, zoals het aanleggen van grachten of wadi's, toe te passen. Een alternatieve optie zou kunnen zijn om fontein te plaatsen in parken waar voldoende ruimte beschikbaar is.

De verschillen in bouwhoogten in stedelijke bouwblokken bieden meerdere mogelijkheden voor hittestress maatregelen. Hogere gebouwen met platte daken kunnen bijvoorbeeld worden voorzien van groene of reflecterende daken. Daarnaast kan er gebruik worden gemaakt van verticaal groen tegen de gevels van de gebouwen (zie figuur 23) om de omgeving te vergroenen.



Figuur 23 Vergoën de stad met groene gevels (Pixabay, 2017)

De hoge mate van verharding in deze wijken biedt kansen voor verbetering. De infrastructuur kan hierbij wel een uitdaging vormen voor groenrealisatie. De wijken zijn vaak oud en versteend, waardoor bestaande leidingen in de grond de aanleg van groenvoorzieningen bemoeilijken (De Vries, Kamphorst & Langers, 2022). Parkeerplaatsen kunnen worden vervangen door groenere alternatieven, zoals groen doorlatende parkeerplaatsen, zoals in figuur 24. Waar ruimte beschikbaar is, kunnen strategisch bomen worden geplant om schaduw te creëren en de temperatuur te verlagen. Een andere mogelijke oplossing is het integreren van groene ruimtes in de omgeving van de bouwblokken, bijvoorbeeld door de aanleg van parken. Dit hangt af van de wijk en beschikbaarheid van openbare ruimte. Tot slot is het belangrijk om aandacht te besteden aan de kleine details, zoals het plaatsen van meer groen langs gevels of de hoeveelheid verharding verminderen door gebruik te maken halfverharde paden en lichte materialen.



Figuur 24 Groene parkeerplaatsen in Best (BVB Landscaping, z.d.)

Het is belangrijk om rekening te houden met afwijkende omgevingskenmerken per typologie bij het selecteren en implementeren van hittestress maatregelen. Hoewel sommige maatregelen misschien minder geschikt lijken te zijn, bieden ze op andere plaatsen wel een waardevolle oplossing voor het verminderen van hittestress.

§4.3.2 MCA lage sociaal-economische status

Hieronder volgt de vierde MCA die dezelfde groene en blauwe maatregelen zal beoordelen op de geschiktheid voor lage SES-wijken (zie tabel 10). Ook voor deze MCA geldt de volgende legenda:

Zeer ongeschikt	
Ongeschikt	
Geschikt	
Zeer geschikt	
Niet van toepassing	

MCA – Lage sociaal-economische status

Sociale factoren	Sociale acceptatie	Onderhoud		Sociale participatie	Financieel draagvlak	
		Gemeente of WBC	Particulier		Gemeente of WBC	Particulier
Groene maatregelen						
Bomen	■	■	■	■	■	■
Straatbomen	■	■	■	■	■	■
Parken	■	■	■	■	■	■
Groene routes	■	■	■	■	■	■
Grasvelden	■	■	■	■	■	■
Verticaal groen	■	■	■	■	■	■
Begroeide arcades met bladverliezende klimplanten	■	■	■	■	■	■
Groene daken	■	■	■	■	■	■
Reflecterend/licht dak	■	■	■	■	■	■
Verharding verminderen	■	■	■	■	■	■
Blauwe maatregelen						
Wadi's	■	■	■	■	■	■
Watarelementen (fontein)	■	■	■	■	■	■
Water vernevelen	■	■	■	■	■	■
Waterpleinen	■	■	■	■	■	■
Grachten en kanalen behouden of uitbreiden	■	■	■	■	■	■
Open water (verzonken)	■	■	■	■	■	■
Infiltratiepunten (evt. in combi met wadi's)	■	■	■	■	■	■
Natuurlijke oevers	■	■	■	■	■	■
Bewateren van de straat	■	■	■	■	■	■

* WBC = woningbouwcorporatie

Tabel 10 MCA Lage sociaal-economische status

Bij het ontwikkelen van maatregelen tegen hittestress in Nederlandse lage SES wijken is het van belang om rekening te houden met de specifieke voorkeuren en uitdagingen van deze groep. Verschillende factoren spelen hierbij een rol.

Ten eerste kan het draagvlak onder bewoners voor groenrealisatie beperkt zijn, omdat hun prioriteiten voor de inrichting van de openbare ruimte elders liggen. Onderzoek heeft aangetoond dat mensen met een lage SES vaak andere voorkeuren hebben, die mede worden beïnvloed door hun focus op het heden in plaats van op de toekomst (Wardle & Steptoe, 2003). Ze zullen hierdoor minder oog voor groen hebben, omdat de negatieve gevolgen van verstening niet direct zichtbaar zijn. Deze focus kan van invloed zijn op de manier waarop mensen van lage SES groene interventies en maatregelen tegen hittestress benaderen. Om deze reden zijn in tabel 10 onder particulier onderhoud veel opties als ongeschikt beschouwd.

Echter betekent dit niet dat groenvoorzieningen in de lage SES buurten over het algemeen niet gewaardeerd worden door bewoners. In tegendeel zelfs, groenvoorzieningen worden vaak hoog gewaardeerd. Toch kan het betrekken van bewoners bij groene initiatieven een uitdaging vormen, omdat het als inmenging van buitenaf kan worden ervaren (GGD, z.d.; De Vries, Kamphorst & Langers, 2022).

Een andere factor is de status die auto's hebben in deze wijken. Het gebruik van de auto wordt vaak gezien als een teken van succes, terwijl wandelen of fietsen als minderwaardig wordt beschouwd (De Vries, Kamphorst & Langers, 2022). Hierdoor staan verbeteringen aan de openbare ruimte, zoals het creëren van meer groen, vaak laag op het prioriteitenlijstje van bewoners. Ze zullen minder snel geneigd zijn om een parkeerplaats op te geven, zeker niet als er geen alternatief voor terugkomt. Dit laat wel de mogelijkheid open om groene parkeerplaatsen aan te leggen. Dit verklaart waarom het verminderen van verharding laag scoort onder sociale acceptatie (zie tabel 10).

Ook financiële beperkingen kunnen in lage SES wijken een obstakel vormen bij het realiseren van groene initiatieven. Mensen met een lage SES kunnen beperkte middelen hebben om groene interventies te bekostigen, zoals het aanschaffen van planten, gereedschap en materialen voor tuinaanleg (Huygen, van Vliet & Nederland, 2009). Bovendien kunnen tijdsdruk en beperkte capaciteit als gevolg van werk, gezinsverantwoordelijkheden en andere verplichtingen bewoners belemmeren bij het plannen, aanleggen en onderhouden van groene ruimtes.

Het is daarom belangrijk om onderscheid te maken, wanneer we kijken naar financieel draagvlak, of de kosten voor gemeenten of woningbouwcorporaties zijn, of dat bewoners deze zelf voor hun rekening moeten nemen. Dit verschil is duidelijk terug te zien onder financieel draagvlak in tabel 10.

Tot slot blijkt uit interviews dat het beleid met betrekking tot vergroening in bestaande stedelijke wijken minder vergevorderd is dan in nieuwe stedelijke ontwikkelingen. Woningcorporaties geven bijvoorbeeld vaak geen regels of richtlijnen aan bewoners over het aandeel verharding in een tuin (De Vries, Kamphorst & Langers, 2022), waardoor bewoners vaak kiezen voor bestrating vanwege het gemak in onderhoud. Wanneer het onderhoud door de gemeente op zich wordt genomen, biedt dit meer perspectief voor het implementeren van groenblauwe maatregelen.

Om effectief beleid te ontwikkelen dat aansluit bij de behoeften van de gemeenschap en de acceptatie en implementatie van groene maatregelen bevordert, is het cruciaal om rekening te houden met de financiële situatie, tijdsbeperkingen, infrastructuur, draagvlak en sociale aspecten. Door deze aspecten in overweging te nemen, kan een inclusieve aanpak worden gerealiseerd die de veerkracht en leefbaarheid van lage SES wijken versterkt en bijdraagt aan het verminderen van hittestress.

§5 Conclusie

In dit hoofdstuk wordt de conclusie besproken van het onderzoek naar het verband tussen sociaal-economische status, hittestress en de identificatie van kwetsbare wijken in Nederland. Het doel van dit onderzoek was om een diepgaand inzicht te verkrijgen in de kwetsbaarheid voor hittestress van lage SES groepen in Nederland door te kijken naar de invloed van exposure (mate van hittestress), sensitivity (SES-WOA-score) en adaptive capacity (omgevingskenmerken van de wijktypologie). Op basis van deze analyse zijn specifieke groenblauwe maatregelen geïdentificeerd die gemeenten kunnen implementeren om de blootstelling aan hittestress in deze kwetsbare wijken te verminderen.

De hoofdvraag van dit onderzoek luidde: "In hoeverre hangen sociaaleconomische factoren en omgevingskenmerken samen met de kwetsbaarheid voor hittestress in Nederlandse buurten, en welke adaptieve maatregelen kunnen worden genomen om deze kwetsbaarheid te verminderen"

De onderstaande vragen zullen eerst kort worden herhaald, waarna er per casus individuele antwoorden zullen volgen.

- Op welke manier is hittestress in stedelijke gebieden verdeeld over verschillende SES wijken?
- Hoe staan omgevingsfactoren van Nederlandse wijken in relatie tot ruimtelijke verschillen in temperatuur en blootstelling aan hittestress?
- Welke maatregelen kunnen worden toegepast om de kwetsbaarheid voor hittestress bij mensen met een lage sociaal-economische status in Nederland te verminderen?

Op basis van de uitgevoerde analyses kunnen we concluderen dat lage sociaal-economische status correleert met hogere niveaus van hittestress in Nederlandse stedelijke gebieden. Deze correlatie is sterker met betrekking tot de financiële welvaart-deelscore dan de totaalscore van SES-WOA, wat suggereert dat het welvaartsniveau een belangrijke factor is bij de kwetsbaarheid voor hittestress. Het uitsluiten van buurten met lagere hittestressniveaus versterkt de relatie tussen hittestress en SES, waardoor de aandacht kan worden gericht op de meest kwetsbare gebieden.

Op basis van de analyse van de samengestelde dataset kan geconcludeerd worden dat bepaalde wijktypologieën in Nederlandse steden een verhoogde blootstelling aan hittestress ervaren. Dit zijn de hoogbouw centrumgebieden, tuindorpen en stedelijke bouwblokken.

De Hoogbouw centrumgebieden zijn karakteristiek door de aanwezigheid van grote hoeveelheden bestrating, hoge bebouwingsdichtheid en beperkte groene ruimtes. Deze kenmerken dragen bij aan de ophoping van warmte tussen de grote gebouwen. Daarnaast hebben deze gebieden vaak een beperkte aanwezigheid van groen, waardoor schaduw en verdamping verminderen en het hitte-eilandeffect kan versterken. In de Tuindorp typologie wordt laagbouw gekenmerkt met relatief weinig gemeentelijk groen. Het beperkte openbare groen heeft een lage impact op het verlagen van de gevoelstemperatuur in de wijk. Bovendien kunnen de versteende oppervlakken met materialen met een hoge warmteopslagcapaciteit, zoals beton en steen, bijdragen aan hogere PET-waarden in Tuindorp buurten. Stedelijke bouwblokken vertonen een mix van verschillende soorten gebouwen met een beperkt gemeentelijk groen. Deze buurten hebben vaak veel verharde oppervlakten en weinig ruimte voor parken of andere vormen van groenvoorzieningen, wat leidt tot hogere PET-waarden.

Het verminderen van de kwetsbaarheid voor hittestress bij mensen met een lage sociaal-economische status in Nederland vereist specifieke groenblauwe maatregelen, rekening houdend met de beperkte ruimte en financiële beperkingen in verschillende wijktypologieën. Hiervoor is daarom gekeken naar het fysiek en sociaal aanpassend vermogen (adaptive capacity) van de wijk.

Hoogbouwcentrumgebieden met beperkte groene ruimtes kunnen profiteren van groene en reflecterende daken, verticaal groen en het bewateren van straten om hittestress effectief te verminderen. In tuindorpen, waar meer groen aanwezig is maar schaduwrijke plekken ontbreken, kunnen vergroening van publieke versteende oppervlakken, transformatie van parkeerplaatsen en het stimuleren van bewoners om tuinen te vergroenen bijdragen aan het verminderen van hittestress. In stedelijke bouwblokken met beperkte groene ruimtes bieden groene daken, verticaal groen en strategisch geplaatste bomen mogelijkheden, maar er zijn uitdagingen zoals beperkte ruimte en bestaande infrastructuur. Financiële beperkingen, prioriteiten van bewoners en betrokkenheid van de gemeenschap spelen ook een rol bij het succesvol implementeren van groenblauwe maatregelen. Daarom is het essentieel om een inclusieve aanpak te hanteren die rekening houdt met de specifieke behoeften en uitdagingen van lage SES-wijken om de veerkracht en leefbaarheid te versterken en hittestress te verminderen.

§6 Discussie

In de literatuur is duidelijk geworden dat hittestress een groeiende uitdaging is voor Nederlandse steden. Gemeenten nemen al stappen om deze problemen aan te pakken, maar er bestaat een kennislacune in het vertalen van algemene maatregelen naar specifieke wijken. Bovendien is er weinig aandacht voor de specifieke impact van hittestress op bewoners van wijken met een lage sociaaleconomische status, terwijl eerdere studies hebben aangetoond dat deze groep kwetsbaarder kan zijn voor de gezondheidseffecten van hittestress.

Dit onderzoek draagt bij aan de bestaande literatuur door te focussen op de relatie tussen hittestress, sociaaleconomische status en wijktypologieën. Waar veel studies zich richten op algemene maatregelen en ruimtelijke hittekaarten, onderzoekt dit werk specifiek hoe wijken met een lage SES beïnvloed worden door hittestress. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar het hittestressprobleem op zichzelf, maar ook naar de interactie tussen sociaaleconomische factoren, wijktypologieën en aanpassingsvermogen van de wijken. Deze aanpak is cruciaal om te begrijpen waarom en hoe bepaalde wijken kwetsbaarder zijn voor hittestress, en welke maatregelen effectief kunnen zijn om deze kwetsbaarheid te verminderen.

Wat bestaande theorieën en methoden om naar hittestress en sociaaleconomische status te kijken betreft, kunnen we constateren dat de traditionele aanpakken en meetmethoden beperkingen vertonen. Het gebruik van de PET-kaart bijvoorbeeld, die de gemiddelde gevoelstemperatuur tijdens warme zomerdagen weergeeft, houdt geen rekening met de variatie in klimaatzones in Nederland. Dit heeft geleid tot de uitsluiting van een aantal noordelijke Nederlandse steden waar de temperatuur niet hoog genoeg was om als ernstige hittestress te worden beschouwd. Dit houdt niet in dat er helemaal geen sprake is van hitte gerelateerde problemen in deze steden. Een mogelijke verbetering van de meetmethoden voor hittestress en het omgaan met ongelijkheden tussen klimaatzones en stedelijke gebieden kan liggen in het gebruik van een alternatieve temperatuurkaart. Door te focussen op de relatieve temperatuurverschillen kunnen we een beter inzicht krijgen in de lokale variaties in hitte binnen een stad. Op die manier kunnen ook steden waarvan wordt aangenomen dat er geen ernstige hittestress heerst, worden opgenomen in het onderzoek.

Daarnaast is er de kwestie van wijktypologieën. Op dit moment kan het voorkomen dat verschillende typologieën binnen één postcode-6 gebied vallen, zelfs als het verschil tussen deze typologieën minimaal is. Dit heeft ertoe geleid dat in dit onderzoek uit wordt gegaan van de overheersende wijktypologie. De huidige aanpak waarbij overheersende wijktypologieën worden gebruikt, kan leiden tot generalisaties waar omgevingskenmerken worden gelinkt aan de verkeerde typologie. Deze methodologie houdt dus niet voldoende rekening met kleine, maar wel significante verschillen binnen wijken. Hierdoor kunnen beleidsstukken en interventies worden gebaseerd op onjuiste aannames over de mate van hittestress in bepaalde buurten. Een gedetailleerder model voor de wijktypologiekaart kan deze tekortkomingen verhelpen, waarbij rekening wordt gehouden met variabiliteit binnen wijken. Dit zou leiden tot nauwkeurigere beoordelingen van hittestress op buurtniveau en beter geïnformeerde beleidsmaatregelen.

§7 Aanbevelingen

Het begrijpen en aanpakken van de complexe relatie tussen hittestress, sociaaleconomische status (SES) en wijktypologieën is van cruciaal belang om effectieve adaptatiemaatregelen te ontwikkelen en kwetsbare gemeenschappen te beschermen. Om dit te bereiken, zijn zowel verbeteringen in onderzoek als praktische strategieën essentieel.

Een eerste aanbeveling is het ontwikkelen van een verbeterde sociale constructie van kwetsbaarheid voor klimaatverandering. Dit zou inhouden dat, naast sociaaleconomische status, ook contextuele informatie zoals gezondheid, toegang tot sociale voorzieningen en culturele achtergrond mee worden genomen in de beoordeling. Deze aanpak houdt er rekening mee dat de impact van SES op kwetsbaarheid niet alleen wordt bepaald door inkomens- en opleidingsniveaus, maar ook door bredere levensomstandigheden.

Een andere manier om dit aan te pakken is door een kwetsbaarheidsindex te creëren die verschillende factoren combineert die invloed hebben op de gevoeligheid voor hittestress. Naast sociaaleconomische status en omgevingsfactoren van een wijktypologie, kunnen andere relevante variabelen zoals leeftijd, gezondheid, gevoelstemperatuur (PET-kaart) en afstand tot koele ruimtes worden meegenomen. Door deze factoren te combineren, kan een geïntegreerde variabele worden gecreëerd die de kwetsbaarheid op een volledige manier beoordeelt. Dit zou een beter beeld geven van de interacties tussen verschillende variabelen en hun impact op hittestress, en zou eventueel kunnen dienen als basis voor beleidsvorming.

Daarnaast is het van belang om verder onderzoek te doen naar het afbakenen van wijktypologieën, waarbij rekening wordt gehouden met kleine, maar wel significante verschillen binnen wijken. Een gedetailleerder model voor de wijktypologiekaart kan een waardevolle aanvulling zijn om nauwkeurigere beoordelingen van hittestress op buurtniveau mogelijk te maken.

Voor de praktijk wordt aanbevolen om strategieën voor community-based adaptation (CBA) te verkennen die specifiek gericht zijn op het verminderen van hittestress en de gezondheidseffecten ervan. Deze strategieën kunnen variëren van educatieve campagnes over hitte gerelateerde gezondheidsrisico's tot het implementeren van hitte-waarschuwingssystemen in samenwerking met lokale gezondheidsdiensten. Het bevorderen van groene infrastructuur en toegang tot koele openbare ruimtes, in nauwe samenwerking met de gemeenschap, kan ook aanzienlijk bijdragen aan het verminderen van de negatieve effecten van hittestress. Het is cruciaal om de gemeenschap te betrekken bij het ontwerpen en implementeren van deze maatregelen, aangezien lokale inzichten en perspectieven een essentiële rol spelen bij het creëren van doeltreffende en duurzame oplossingen.

Ten slotte is het belangrijk om te benadrukken dat toekomstig onderzoek nodig is om beperkingen in het huidige onderzoek aan te pakken. Verder onderzoek kan zich ook richten op de effectiviteit en de langetermijneffecten van maatregelen om hittestress te verminderen.

Samengevat is het aanbevolen om zowel op het gebied van onderzoek als in de praktijk een meer holistische benadering te hanteren. Hierbij worden zowel de interacties tussen variabelen verkend als strategieën ontwikkeld om hittestress effectief aan te pakken en kwetsbare gemeenschappen te beschermen.

§8 Referenties

- Adger, W. N. (2003). Social aspects of adaptive capacity. In J. B. Smith, R. J. T. Klein, & S. Huq (Eds.), *Climate Change, Adaptive Capacity and Development* (pp. 29-49). Imperial College Press. https://doi.org/10.1142/9781860945816_0003
- 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(2), 94-108. *Basiskaart Groen en Grijs*. (z.d.). Klimaateffectatlas. Geraadpleegd op 20 juni 2023, van <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/basiskaart-groen-en-grijs>
- Bennink, P. (2020, 19 december). *De stad koelen met planten, hoe doe je dat?* Hortipoint. <https://www.hortipoint.nl/tuinenlandschap/de-stad-koelen-met-planten-hoe-doe-je-dat/>
- Bleeker Nauta. (2010). *Langegeer met fontein, Tuindorp Vreewijk - Rotterdam*. <http://www.bleekernauta.nl/tuindorp-vreewijk-rotterdam>
- Boezeman, D. F., Donkers, H. W. H. A., & Vijfeijken, B. V. (2018). Hitte wordt hot. *Geografie. Vaktijdschrift voor Geografen*, 27, 9, (2018), pp. 6-12. <https://hdl.handle.net/2066/197964>
- Boonstra, L. (2021). *Philipsdorp, Eindhoven: fabrieksdorp en tuindorp?* (Publicatienr. 11257) [Bachelor scriptie, Universiteit van Nijmegen]. Theses Database.
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L. M., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>
- BVB Landscaping. (z.d.). *Grastegelsubstraat Groene parkeerplaats Best*. <https://bvb-landscaping.nl/referentieprojecten/groene-parkeerplaats-best/>
- Cao, S., Wang, Y., Ni, Z., & Xia, B. (2022). Effects of Blue-Green Infrastructures on the Microclimate in an Urban Residential Area Under Hot Weather. *Frontiers in Sustainable Cities*, 4. <https://doi.org/10.3389/frsc.2022.824779>
- CCSP. (2008) *Analyses of the effects of global change on human health and welfare and human systems: A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research*. [Gamble, J.L. (ed.), K.L. Ebi, F.G. Sussman, T.J. Wilbanks, (Auteurs)]. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA. Geraadpleegd van http://www.environmentportal.in/files/Jul08sap4-6-CC_IMP_Health-FIRE-Repo.pdf
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2005). Heat-related mortality--Arizona, 1993-2002, and United States, 1979-2002. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 54(25), 628–630.
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2021, 11 november). *Berekenwijze SES score per wijk/buurt*. Geraadpleegd van <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2021/45/berekenwijze-ses-score-per-wijk-buurt>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2022, 7 april). *Statusscore per wijk en buurt o.b.v. welvaart, opleidingsniveau en arbeid*. Geraadpleegd van <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2022/14/statusscore-per-wijk-en-buurt-o-b-v-welvaart-opleidingsniveau-en-arbeid>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (n.d.). *Stedelijkheid (van een gebied)*. Geraadpleegd op 30 mei 2023 van <https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/begrippen/stedelijkheid--van-een-gebied-->
- Chen, I. C., Hill, J. K., Ohlemüller, R., Roy, D. B., & Thomas, C. D. (2011). *Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming*. *Science*, 333(6045), 1024-1026.
- Cho, W. K. T., Gimpel, J. G., & Wu, T. (2006). Clarifying the role of SES in political participation: Policy threat and Arab American mobilization. *The Journal of Politics*, 68(4), 977-991.

- De Nijs, T., Bosch, P., Brand, E., Heusinkveld, B. G., 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. *RIVM*. <https://doi.org/10.21945/rivm-2019-0008>
- De Vries, S., Kamphorst, D., & Langers, F. (2022). *Beleidsdenken over stedelijk groen en gezondheid : en de mate waarin dit zich laat onderbouwen vanuit het onderzoek*. <https://doi.org/10.18174/569997>
- Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., ... & Faehnle, M. (2014). Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of environmental management*, 146, 107-115.
- Easterling, D. R., Meehl, G. A., Parmesan, C., Changnon, S. A., Karl, T. R., & Mearns, L. O. (2000). Climate extremes: observations, modeling, and impacts. *science*, 289(5487), 2068-2074.
- Ebi, K. L., & Semenza, J. C. (2008). Community-based adaptation to the health impacts of climate change. *American journal of preventive medicine*, 35(5), 501-507.
- Eisenman, D., Wilhalme, H., Tseng, C., Chester, M., English, P., Pincetl, S., Fraser, A. G., Vangala, S., & Dhaliwal, S. S. (2016). Heat Death Associations with the built environment, social vulnerability and their interactions with rising temperature. *Health & Place*, 41, 89-99. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2016.08.007>
- Ellena, M., Ballester, J., Mercogliano, P., Ferracin, E., Barbato, G., Costa, G., & Ingole, V. (2020). Social inequalities in heat-attributable mortality in the city of Turin, northwest of Italy: a time series analysis from 1982 to 2018. *Environmental Health*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12940-020-00667-x>
- Evers, D., Van Bommel, B., & Spoon, M. (2023). Quickscan toename van het ruimtebeslag in Nederland. In *Planbureau voor de Leefomgeving* (PBL-publicatienummer: 5152). Uitgeverij PBL.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (4de editie). Sage.
- Gehrels, H., van der Meulen, S., Schasfoort, F., Bosch, P., Broelsma, R., van Dinther, D., ... & Massop, H. T. L. (2016). *Designing green and blue infrastructure to support healthy urban living* (Nr. 504847). TO2 federatie. Geraadpleegd van <https://publicaties.ecn.nl/PdfFetch.aspx?nr=ECN-O--16-029>
- Gronlund, C. J. (2014). Racial and Socioeconomic Disparities in Heat-Related Health Effects and Their Mechanisms: a Review. *Current Epidemiology Reports*, 1(3), 165-173. <https://doi.org/10.1007/s40471-014-0014-4>
- Hancock, P. A., Ross, J. L., & Szalma, J. L. (2007). A Meta-Analysis of Performance Response Under Thermal Stressors. *Human Factors*, 49(5), 851-877. <https://doi.org/10.1518/001872007x230226>
- Harlan, S. L., Brazel, A. J., Prashad, L., Stefanov, W. L., & Larsen, L. (2006). Neighborhood microclimates and vulnerability to heat stress. *Social Science & Medicine*, 63(11), 2847-2863. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2006.07.030>
- Hochstenbach, C. (2017, 25 augustus). *Hoe gentrificatie mainstream is geworden*. Geografie.nl. Geraadpleegd van <https://geografie.nl/artikel/hoe-gentrificatie-mainstream-is-geworden>
- Huygen, A., van Vliet, K., & Nederland, T. (2009). *Onderbouwing van indicatoren voor sociaaleconomische gezondheidsverschillen*. Geraadpleegd van <https://www.verwey-jonker.nl/wp-content/uploads/2020/07/D5443772-2.pdf>
- Huynen, M. (2016). Standing the heat during the 2013 heatwaves in the Dutch province of Limburg. In *International Centre for Integrated assessment and Sustainable development*. International Centre for Integrated assessment and Sustainable development. <https://edepot.wur.nl/381468>

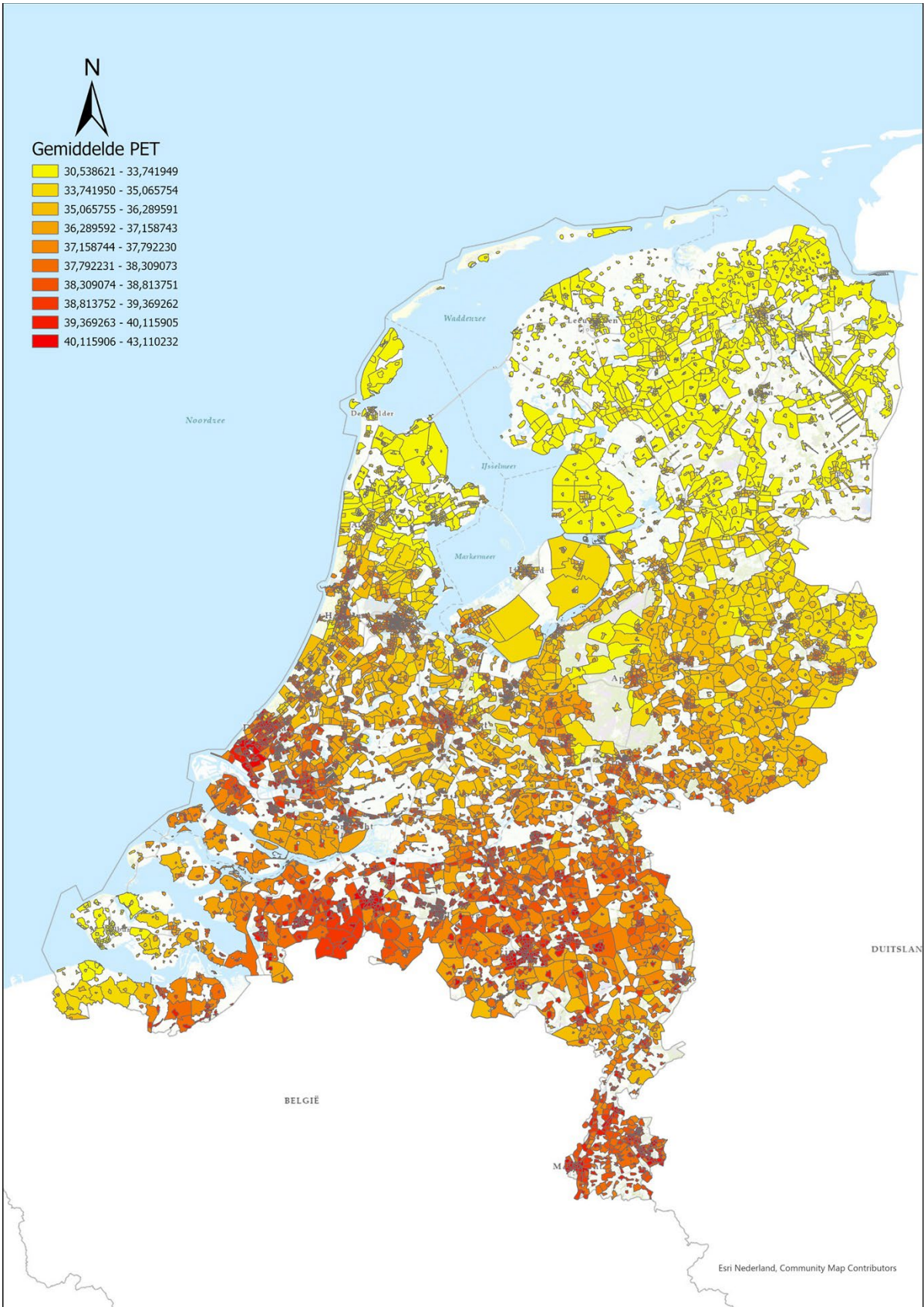
- Icaza, L. E., Van Der Hoeven, F., & Van Den Dobbelsteen, A. (2016). The Urban Heat Island Effect in Dutch City Centres: Identifying Relevant Indicators and First Explorations. In *Climate change management*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28591-7_7
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. M.L. Parry, et al.. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Kabisch, N., Strohbach, M., Haase, D., & Kronenberg, J. (2016). Urban green space availability in European cities. *Ecological indicators*, 70, 586-596.
- Kazmierczak, A., & Carter, J. (2010). *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure: A database of case studies*. The University of Manchester. Geraadpleegd van https://orca.cardiff.ac.uk/id/eprint/64906/1/Database_Final_no_hyperlinks.pdf
- Kjellstrom, T., Holmer, I., & Lemke, B. (2009). Workplace heat stress, health and productivity—an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. *Global health action*, 2(1), 2047.
- Kleerekoper, L. (2016). Urban climate design: Improving thermal comfort in Dutch neighbourhoods. *A+ BE| Architecture and the Built Environment*, (11), 1-424.
- Kleerekoper, L., Tennekes, J., & Frijters, A. (2018). Wijktypologie voor de klimaatbestendige stad. *Stadswerk magazine*, 1, 28-30 Geraadpleegd op 15 mei 2023, van https://www.hva.nl/binaries/content/assets/subsites/kc-techniek/publicaties-klimaatbestendige-stad/kleerekoper_2018_sw01_wijktypologie.pdf?1518015946804
- Kleerekoper, L., Van Esch, M., & Salcedo, T. B. (2012). How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. *Resources, Conservation and Recycling*, 64, 30-38.
- Klimaatinfo. (z.d.). *Het klimaat van Nederland*. Klimaatinfo Nederland. Geraadpleegd op 3 juni 2023, van <https://klimaatinfo.nl/klimaat/nederland/>
- Kluck, J., Klok, L., Solcerová, A., Kleerekoper, L., Wilschut, L., Jacobs, C., & Loeve, R. (2020). *De hittebestendige stad: een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte*.
- KNMI. (2021, 5 januari). *Nederland warmt ruim 2 keer zo snel op als de wereldgemiddelde temperatuur*. www.KNMI.nl. Geraadpleegd op 20 februari 2023, van <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/nederland-warmt-ruim-2-keer-zo-snel-op-als-de-rest-van-de-wereld>
- Kullberg, J. (2016). *Tussen groen en grijs: een verkenning van tuinen en tuinieren in Nederland*. Sociaal en Cultureel Planbureau. Geraadpleegd van <https://www.scp.nl/publicaties/publicaties/2016/07/07/tussen-groen-en-grijs>
- Li, J., Wang, Y., Ni, Z., Chen, S., & Xia, B. (2020). An integrated strategy to improve the microclimate regulation of green-blue-grey infrastructures in specific urban forms. *Journal of Cleaner Production*, 271, 122555. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122555>
- Lin, B. B., Gaston, K. J., Fuller, R. A., Wu, D., Bush, R., & Shanahan, D. F. (2017). How green is your garden?: Urban form and socio-demographic factors influence yard vegetation, visitation, and ecosystem service benefits. *Landscape and Urban Planning*, 157, 239-246. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.07.007>
- Lynn, K., MacKendrick, K., & Donoghue, E. M. (2011). *Social vulnerability and climate change: Synthesis of literature* (p. 70). Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- McMaughan, D. J., Oloruntoba, O., & Smith, M. L. (2020). Socioeconomic status and access to healthcare: interrelated drivers for healthy aging. *Frontiers in public health*, 8, 231. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00231>
- Meier-Boschaart, M. (2011). *De waarde van groen: het geld ligt voor het oprapen*. Stedelijk interieur. Amersfoort: Elba Media

- Mitchell, B. C., & Chakraborty, J. (2014). Urban heat and climate justice: a landscape of thermal inequity in Pinellas County, Florida. *Geographical Review*, 104(4), 459-480. <https://doi.org/10.1111/j.1931-0846.2014.12039.x>
- Mitchell, B. C., & Chakraborty, J. (2018). Exploring the relationship between residential segregation and thermal inequity in 20 US cities. *Local Environment*, 23(8), 796-813. <https://doi.org/10.1080/13549839.2018.1474861>
- Ohlson, M. (2020). Effects of socioeconomic status and race on access to healthcare in the United States. *Perspectives*, 12(1), 2.
- Panhwar, A. H., Ansari, S., & Shah, A. A. (2017). Post-positivism: An effective paradigm for social and educational research. *International Research Journal of Arts and Humanities*, 45(45), 253-259.
- Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. A. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature*, 438(7066), 310-317.
- Pixabay. (2017, 5 mei). *Vergroen de stad met groene gevels*. Groen Kennisnet. <https://groenkennisnet.nl/nieuwsitem/vergroen-de-stad-met-groene-gevels-1>
- Ruiz, M. A., Colli, M. F., Martinez, C. F., & Correa-Cantaloube, E. N. (2022). Park cool island and built environment. A ten-year evaluation in Parque Central, Mendoza-Argentina. *Sustainable Cities and Society*, 79, 103681. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103681>
- Smits, J. P. J. M., Droomers, M., & Westert, G. P. (2003). *Sociaal-economische status en toegankelijkheid van zorg in Nederland* (Nr. 279601002). Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM. Geraadpleegd van <https://rivm.openrepository.com/handle/10029/9177>
- Van den Broek, I. (2021, 29 juni). *Fontein in het Museumpark*. Rotterdam. Make it Happen. <https://rotterdammakeithappen.nl/media-objecten/fontein-in-het-museumpark/>
- van der Hoeven, F., & Wandl, A. (2018). *Haagse Hitte: Het Haagse warmte-eiland in kaart gebracht*. TU Delft Open. <https://doi.org/10.7480/BKBOOKS.602>
- Van Hove, L.W.A., G.J. Steeneveld, C.M.J. Jacobs, B.G. Heusinkveld, J.A. Elbers, E.J. Moors and A.A.M. Holtslag, 2011. *Exploring the Urban Heat Island Intensity of Dutch cities; Assessment based on a literature review, recent meteorological observations and datasets provided by hobby meteorologists*. Wageningen, Alterra, Alterra report 2170. 60 pp.
- Van Tongeren, L., Bredemeijer, H., Mulder, A., & Balster, M. (2021, mei). *Den Haag Klimaatbestendig* (No. 308744). https://denhaag.raadsinformatie.nl/document/10195516/1/RIS308744_bijlage
- Veerkamp, C. J., Schipper, A. M., Hedlund, K., Lazarova, T., Nordin, A., & Hanson, H. I. (2021). A review of studies assessing ecosystem services provided by urban green and blue infrastructure. *Ecosystem Services*, 52, 101367. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101367>
- Voetensen, M. (2014, 21 februari). De opbouw van een Nederlandse stad. *InfoNu*. Geraadpleegd van <https://educatie-en-school.infonu.nl/wereldoriëntatie/127564-de-opbouw-van-een-nederlandse-stad.html>
- Wardle, J., & Steptoe, A. (2003). Socioeconomic differences in attitudes and beliefs about healthy lifestyles. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 57(6), 440-443. <http://dx.doi.org/10.1136/jech.57.6.440>
- White-Newsome, J. L., McCormick, S., Sampson, N., Buxton, M. A., O'Neill, M. S., Gronlund, C. J., Catalano, L., Conlon, K. C., & Parker, E. A. (2014). Strategies to Reduce the Harmful Effects of Extreme Heat Events: A Four-City Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(2), 1960-1988. <https://doi.org/10.3390/ijerph110201960>
- Xu, L., Cui, S., Tang, J., Nguyen, M. T., Liu, J., & Zhao, Y. (2019). Assessing the adaptive capacity of urban form to climate stress: a case study on an urban heat island. *Environmental Research Letters*, 14(4), 044013. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaf27>

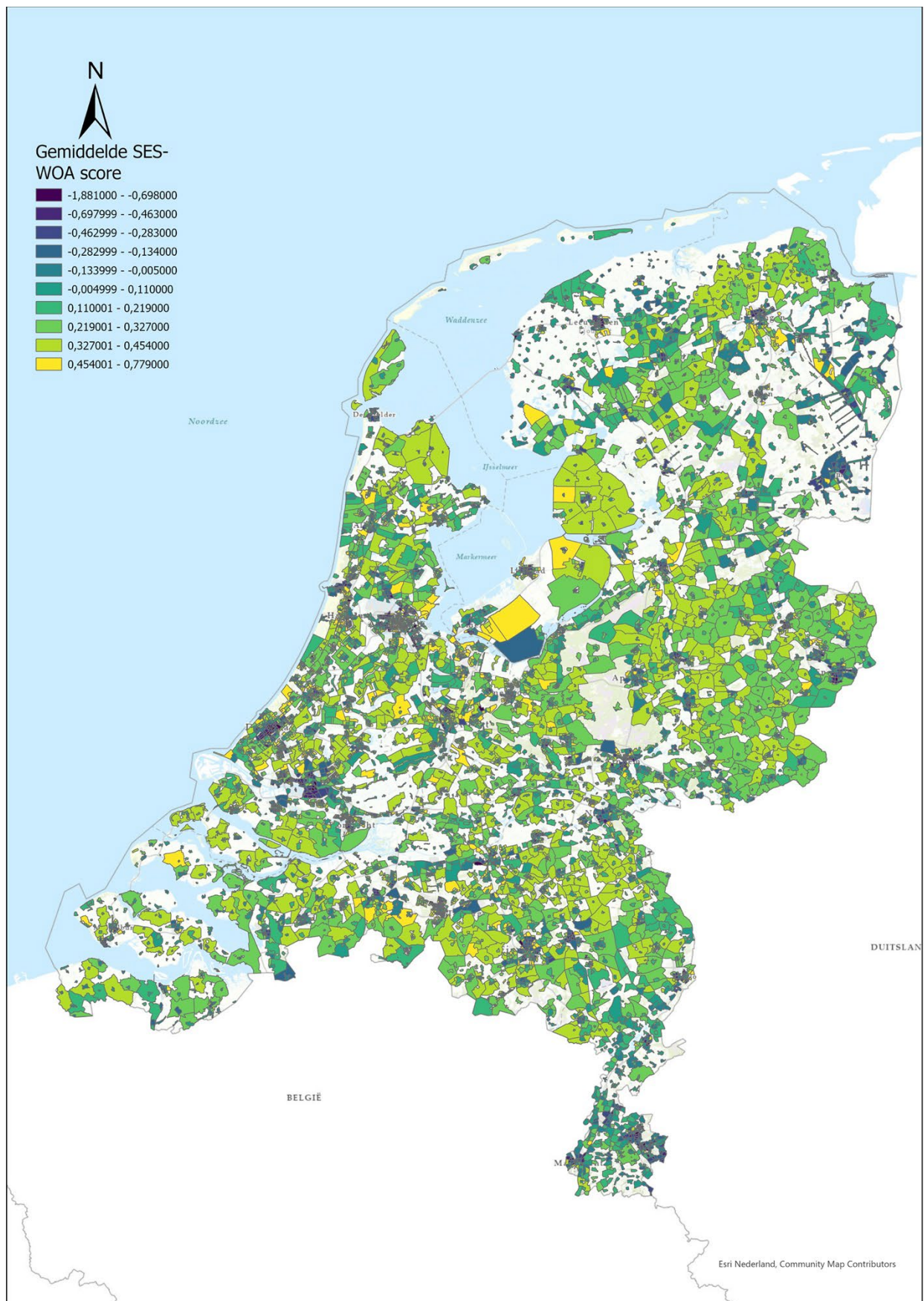
§9 Bijlage



Figuur 1 Landelijke wijktopologie kaart van Nederland



Figuur 2 Gemiddelde PET per buurt in Nederland



Figuur 3 Gemiddelde SES-WOA totaalscore per buurt in Nederland

Wijktype	Gemiddeld % groen per wijktype	% in openbaar gebied	% in privaat gebied
Villa	52	40	12
Vinex	41	24	17
Tuinstad laagbouw	39	22	18
Bloemkoolwijk	36	22	14
Tuinstad hoogbouw	35	29	7
Naoorlogse woonwijk	33	19	14
Tuindorp	33	12	21
Vooroorlogs bouwblok	29	11	18
Vernieuwd	22	12	10
Stedelijk bouwblok	20	6	14
Historische binnenstad	16	6	10
Volkswijk	15	6	10
Hoogbouw centrum	11	7	4

Tabel 1 Percentage groen per wijk, naar HVA 2020 - Hittebestendige stad

Typologie	PET in °C (op 3 decimalen)	Gemiddelde SES-totaalscore	Financiële welvaart-deelscore
Hoogbouw centrum	40.387	-0.11965	-0.07641
Tuindorp	39.485	-0.03632	-0.04110
Stedelijk bouwblok	39.137	-0.11130	-0.09177
Vooroorlogs bouwblok	38.978	0.03744	-0.00691
Historische binnenstad	38.916	0.04688	-0.00581
Tuinstad laagbouw	38.807	-0.17395	-0.07689
Vernieuwd	38.769	0.21212	0.09601
Tuinstad hoogbouw	38.730	-0.26864	-0.12906
Naoorlogse woonwijk	38.645	-0.10088	-0.02780
Volkswijk	38.593	0.03813	0.02390
Hoogbouw vernieuwd	38.410	-0.11053	-0.05946
Bloemkoolwijk	38.394	0.04641	0.04063
Bedrijf	38.172	0.11944	0.06902
Vinex	38.089	0.23602	.11451
Villa	37.643	0.11712	0.08215

Tabel 2 wijktypologie met gemiddelde PET, SES-totaalscore en Financiële welvaart-deelscore