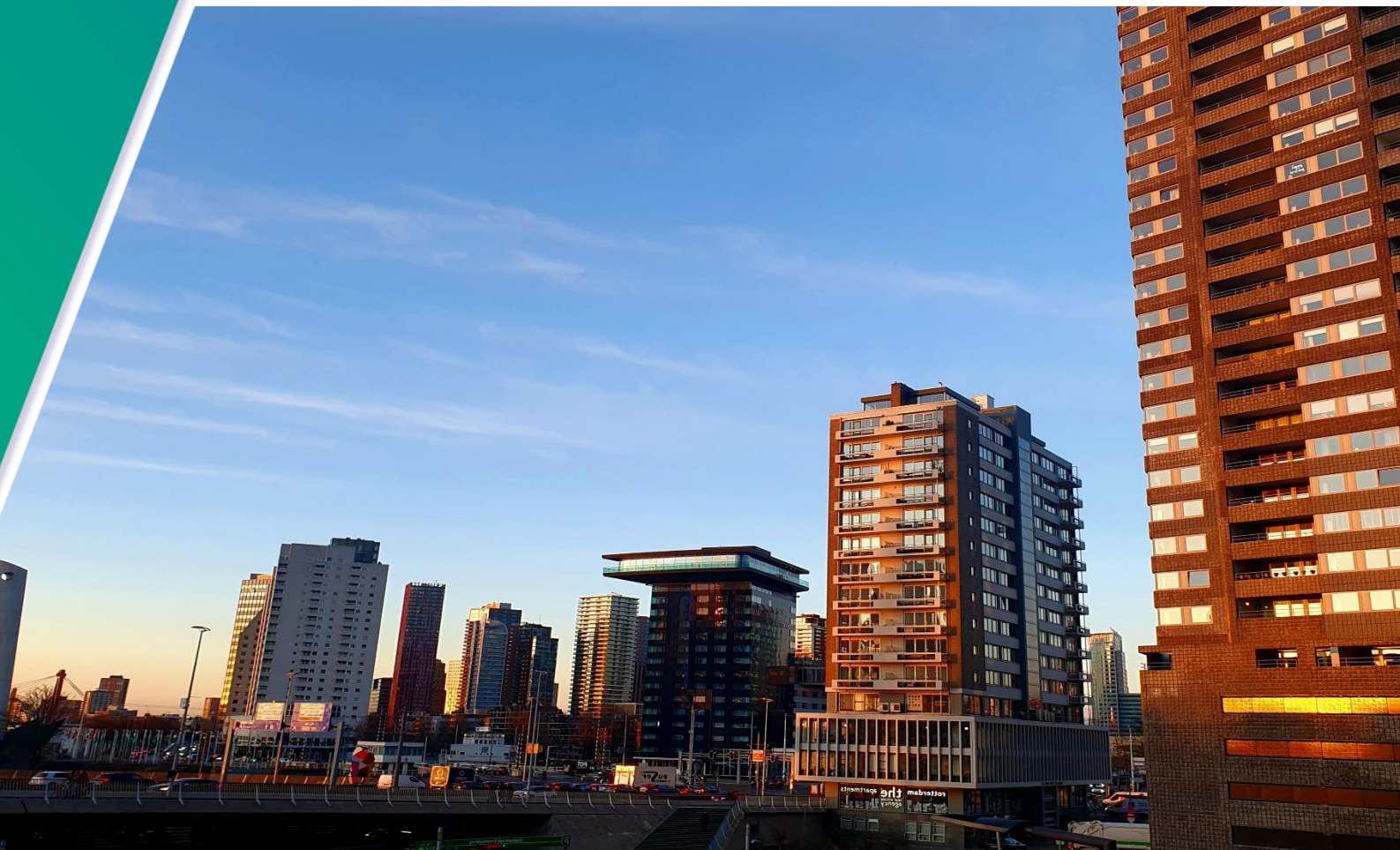




Academische Werkplaats
Gezonde Leefomgeving



Hoogbouw en gezondheid

Literatuurstudie naar geluid, luchtkwaliteit, hitte,
sociale cohesie, gezondheid en mentaal welbevinden

Hoogbouw en gezondheid

Literatuurstudie naar geluid, luchtkwaliteit, hitte, sociale cohesie, algemene gezondheid en mentaal welbevinden.

Mei 2025

Auteur: Amy Kragt (GGD Rotterdam-Rijnmond)

Dit project is financieel mogelijk gemaakt door de Academische Werkplaats Gezonde Leefomgeving.

De projectgroep bestond uit Amy Kragt en Tom Koeman (beide GGD Rotterdam-Rijnmond).

Het project is uitgevoerd in overleg met de begeleidingscommissie bestaande uit Mariëke van Veelen (GGD Rotterdam-Rijnmond) en Mariëlle Beenackers (Erasmus MC).

Met dank aan Marieke Dijkema als projectmentor vanuit de Academische Werkplaats Gezonde Leefomgeving.



GGD
Rotterdam-
Rijnmond



Academische Werkplaats
Gezonde Leefomgeving

SAMENVATTING

De Nederlandse stedenbouw gaat de hoogte in. Door de beperkte ruimte in combinatie met de woningbouwopgave is hoogbouw een van de oplossingen. Veel steden in Nederland staan aan de start of uitbreiding van hoogbouw in het centrum. De GGD kan adviseren over hoogbouw of meedenken met een hoogbouwvisie. Hierbij is behoefte aan kennis over hoogbouw en gezondheid. Met deze desktopstudie maken we een eerste stap om dit beter in kaart te brengen. In dit literatuuronderzoek richten we ons uitsluitend op aspecten die van invloed zijn op de gezondheid van bewoners van nieuwe hoogbouwappartementen, zoals de milieufactoren geluid, luchtkwaliteit, hitte en de invloed van het wonen op hoogte op de sociale cohesie, het algeheel en mentaal welbevinden (zie Figuur 1).



Figuur 1: Illustratief overzicht hoogbouw en gezondheid (gemaakt door ChatGPT, 2025).

Lucht en geluid

Uit de literatuur blijkt dat de impact van de milieufactoren luchtkwaliteit en geluid hoger is op de lage verdiepingen van een hoogbouwcomplex. De fijnstofconcentraties nemen af tot op een hoogte van 100 meter, de stikstofconcentraties variëren en de geluidsniveaus van verkeer nemen globaal af naarmate de hoogte toeneemt.

Hitte

Welke invloed hitte exact heeft op de gezondheid van de bewoners van een hoogbouwcomplex is met deze desktopstudie onvoldoende te beantwoorden. Het lijkt erop dat hoogbouw een hoger risico op oververhitting met zich meebrengt en dat er ook verschillen zijn tussen lage en hoge verdiepingen door de variatie in zoninval, schaduw en windsnelheid.

Algemene Gezondheid

Uit de literatuur blijkt dat hoogbouw minder goed toegankelijk is voor medische hulpdiensten waardoor het langer duurt voordat de hulpdiensten ter plekke zijn. Op hogere verdiepingen is de uitkomst en overleving dan ook slechter. Onderzoek in Azië laat zien dat de toename van suïcide onder jongvolwassenen niet lijkt samen te hangen met de toename van hoogbouw, maar juist met factoren die het mentaal welbevinden beïnvloeden. Uit deze studies blijkt ook dat bij suïcide door te springen van hoogte vooral wordt gekozen voor het eigen huis of de directe omgeving daarvan..

Sociale cohesie en mentaal welbevinden

Uit de literatuur blijkt dat wonen in hoogbouw meer mentale stress en sociale isolatie oplevert. Het is lastiger om sociaal contact te leggen en verbondenheid te voelen met de gemeenschap. Het contact met de grond gaat vanaf de 5e verdieping verloren. In de literatuur worden veel adviezen aangedragen om de sociale cohesie en het mentaal welbevinden positief te beïnvloeden. Bijvoorbeeld door het aanpassen van het hoogbouwcomplex aan de doelgroep

en het toepassen van aanpassingen in de ontwerpfase, zoals het creëren van uitnodigende lobby's, voldoende grote gedeelde ruimtes, vrij uitzicht etc.

Dit rapport heeft ook beperkingen, waaronder het ontbreken van onderzoek naar bepaalde thema's, beperkte uitvoering van onderzoek in Europa ofwel Nederland en het ontbreken van een systematische review over de invloed van geluid op hoogte. Dit rapport kan ondersteuning bieden aan GGD-collega's in de advisering rondom hoogbouw. Ook kan deze desktopstudie een start zijn voor meer onderzoek in Nederland of onderzoek naar andere thema's zoals hitte, geluid binnenshuis of wind. Het kan ook een start zijn voor verdere samenwerking met bijvoorbeeld bewoners, planologen, architecten, ontwikkelaars en beleidsmakers.

INHOUDSOPGAVE

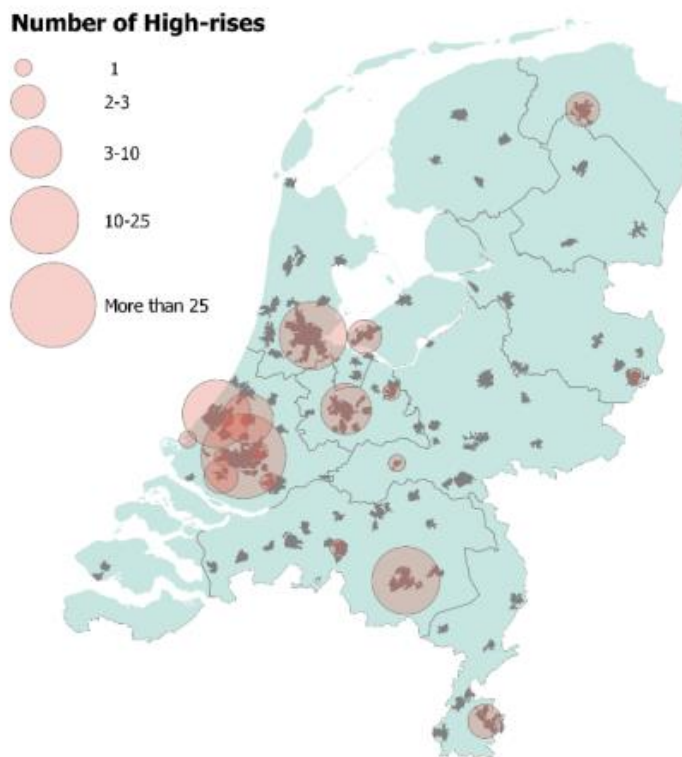
Samenvatting	3
Hoofdstuk 1 Aanleiding	6
Hoofdstuk 2 Methode	8
Hoofdstuk 3 Resultaten	9
3.1 Geluid	9
3.2 Luchtkwaliteit	10
3.3 Hitte	13
3.4 Algemene gezondheid	14
3.5 Mentale gezondheid	16
3.6 Sociale cohesie	18
Hoofdstuk 4 Conclusies en aanbevelingen	23
4.1 Conclusie	23
4.2 Discussie	25
Hoofdstuk 5 Bronnen	27
Hoofdstuk 6 Bijlagen	34
Bijlage 1. Artikelen geluid	34
Bijlage 2. Artikelen luchtkwaliteit	35
Bijlage 3. Artikelen hitte	35
Bijlage 4. Artikelen medische aandoeningen	36
Bijlage 5. Artikelen mentaal welbevinden	38
Bijlage 6. Artikelen sociale cohesie	39

HOOFDSTUK 1 AANLEIDING

Nederland bouwt de hoogte in. Met name in het centrum van steden wordt steeds vaker gekozen voor hoogbouw (zie Figuur 2). Veel steden hebben een hoogbouwvisie waarin staat in welke zones hoogbouw toegepast mag worden, wat de maximale hoogte is en welke aandachtspunten gelden, zoals mogelijkheden tot ontmoeting, uitzicht, parkeren, inclusiviteit en duurzaamheid (1–4).

Wat is hoogbouw?

Daar verschillen de instanties en meningen van deskundigen over. Volgens het Bbl (voorheen Bouwbesluit) is hoogbouw een wooncomplex van vijf lagen of meer, waarbij een lift vereist is (5). In Nederlandse hoogbouwvisies worden diverse hoogtes per stad gebruikt, variërend vanaf 30, 50 of 70 meter. Ook internationaal is er geen consensus.



Figuur 2: Aantal woontorens in Nederland, waarbij hoogbouw met name geconcentreerd is in de grote steden van de Randstad, 2020. (Bron: 74).

In deze desktopstudie kijken we naar nieuwe hoogbouw (gebouwd na het jaar 2000). Oude hoogbouw is met name gebouwd tussen 1965 en 1975 en kenmerkt zich door woonblokken in bezit van woningcorporaties met vaak anonieme plinten¹. In nieuwe hoogbouw zijn koop- en huurwoningen vaak gemengd, waarbij de huurwoningen meestal in bezit zijn van commerciële

¹ Een plint verwijst naar het onderste gedeelte van een gebouw, oftewel het straatniveau of begane grond. De plint vormt daarmee de overgang tussen de straat en het gebouw. Een anonieme plint heeft geen uitgesproken of herkenbare functie, dus op straatniveau zijn er geen winkels, horeca of een toegankelijke ruimte maar bijvoorbeeld een blinde muur of een parkeergarage.

verhuurders. Mensen wonend in nieuwe hoogbouw zijn erg tevreden met hun woning en woonomgeving. Wel zijn bewoners van grondgebonden woningen het meest tevreden (6). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de woonomgeving van hoogbouw wordt beschouwd als anoniem en onveiliger (6,7). Hoogbouw werkt vooral goed als het contact met de straat niet verloren gaat, dus aandacht voor de omgeving en plint van het gebouw is belangrijk (7,8). Daarbovenop wonen bij hoogbouw veel mensen bij elkaar, waardoor een recept ontstaat voor een bloeiende economie, reuring en fijn wonen (9). Bewoners van hoogbouw noemen het uitzicht en daglicht vaak als positief aspect en liften, wind en hoogtevrees als negatief aspect (10,11). Dit zijn niet altijd dezelfde aspecten als die worden genoemd door beleidsmakers.

De GGD wordt gevraagd te adviseren of wil ongevraagd adviseren over hoogbouw. Daarbij worden vragen gesteld als: welke gezondheidsaspecten spelen een rol bij hoogbouw, in welke mate en vanaf welke hoogte treden de effecten op, bestaat er een optimale hoogte, wat is de menselijke maat en welke adviezen kan de GGD vanuit gezondheid meegeven. Met deze desktopstudie maken we een eerste stap om dit beter in kaart te brengen.

HOOFDSTUK 2 METHODE

We willen onderzoeken welke gezondheidsaspecten een rol spelen bij het wonen in nieuwe hoogbouw. Daarom is de onderzoeksvraag voor het literatuuronderzoek:

Welke invloed hebben de milieufactoren luchtverontreiniging, geluid, hitte bij het wonen op hoogte en wat is bekend over de sociale cohesie, het algemeen en mentaal welbevinden bij de bewoners?

Om deze vraag te beantwoorden hebben we zowel de wetenschappelijke als relevante grijze literatuur bekeken. De wetenschappelijke literatuur hebben we gezocht met behulp van de online zoekmachines Pubmed en Google Scholar. De grijze literatuur hebben we gezocht met name met behulp van Google, zowel in het Engels als Nederlands. In mindere mate is ChatGPT gebruikt om documenten van hoge scholen en universiteiten te zoeken. De gevonden artikelen voor deze desktopstudie zullen niet alle literatuur omvatten, vanwege de diversiteit aan zoektermen en door het ontbreken van een format voor het zoeken van grijze literatuur.

Voor dit literatuuronderzoek is gekozen voor een praktische insteek. De inclusiecriteria voor de artikelen zijn: publicatie tussen 1995 en 2025 en Engels- of Nederlandstalig. De zoekterm is high rise gecombineerd met (MesH) termen voor de verschillende thema's: geluid (noise, annoyance, disturbance), luchtkwaliteit (air pollution, air quality), hitte (heat, thermal comfort), sociale cohesie (social, cohesion, interaction, impact) als mogelijke relevante factoren gerelateerd aan gezondheid in hoogbouw en mentaal welbevinden (mental health, suicide, anxiety disorders, mood disorders, psychological, quality of life) en medische aandoeningen (health, heart attack, emergency, cardiorespiratory fitness, physical fitness) als mogelijke uitkomsten in aanvulling op de effecten via de eerder genoemde factoren. Andere thema's zoals groen, lichtvervuiling, windhinder, radon, infectieziekten, muggen en klimaat zijn niet verder uitgediept, vanwege de beperkte tijd, het ontbreken van een impact specifiek voor hoogbouw (bijvoorbeeld effect van groen op gezondheid zal voor hoog- en laagbouw niet wezenlijk anders zijn) en/of de oplossing ligt niet in het gezondheidsdomein, maar in het (technisch) ontwerp (bijvoorbeeld voor windhinder is door architecten en planologen al veel aandacht in het ontwerpproces).

Voor de definitie van hoogbouw is geleund op de definitie van de auteur van de geïncludeerde studies. Daardoor kunnen er tussen de artikelen verschillende interpretaties van hoogbouw bestaan. De gevonden artikelen zijn per thema gescreend op titel/abstract. Vervolgens zijn de relevante artikelen gelezen en samengevat. Voor het rapport is per thema (indien aanwezig) gestart bij een systematische review. Voor de thema's luchtkwaliteit en sociale cohesie zijn systematische reviews aanwezig. Daarna zijn (indien aanwezig) de volgende artikelen meegenomen: artikelen die buiten de scope van de systematische review vallen, artikelen die na de systematische review zijn gepubliceerd en artikelen die in Nederland zijn uitgevoerd.

De aandachtspunten in dit rapport kunnen GGD'en en gemeenten helpen bij het beleid voor hoogbouw in een gezonde stad. Ook zijn lacunes en mogelijkheden tot vervolgonderzoek benoemd om alle vragen vanuit de praktijk te kunnen beantwoorden.

HOOFDSTUK 3 RESULTATEN

Wonen in een hoogbouwcomplex in een stedelijke omgeving kan leiden tot een andere impact op de gezondheid dan wonen in een laagbouwcomplex of woonhuis. Lees hieronder per thema de bevindingen.

3.1 Geluid

Geluid in de leefomgeving heeft invloed op de gezondheid. Er zijn 14 onderzoeken die ingaan op de verticale verspreiding en hinder van verkeersgeluid (zie bijlage 1). Waaronder geen systematische review. Andere onderzoeken naar de effecten van geluid in en rondom hoogbouw zijn voor deze desktopstudie buiten beschouwing gelaten. Het gaat dan om geluid tijdens de bouw en intern geluid, zoals geluid van liften, pompen, airco's, burens en riolering. Ook onderzoeken naar wind-geïnduceerd geluid rondom een balkon of hoogbouwcomplex zijn niet bekeken. Wel kan dit allemaal geluidhinder bij de bewoners veroorzaken. Een oplossing voor dit geluid ligt vaak op technisch vlak en/of in het ontwerp van het gebouw.

Verticale verspreiding geluid

Negen onderzoeken hebben metingen verricht naar het geluidsniveau op verschillende verdiepingen van hoogbouwcomplexen in de stad (12–20). Sommige onderzoeken hebben dit getoetst aan modelmatige berekeningen. Globaal tonen al deze onderzoeken een afname van het geluidsniveau aan naarmate de hoogte toeneemt. Opvallend is dat sommige onderzoeken een constante afname laten zien (12–14,16). Terwijl andere onderzoeken rond verdieping 4-8 (met een uitschieter in één onderzoek rond verdieping 11-20) een piek in het geluidsniveau laten zien waarna pas de daling inzet (17–20). Diverse verklaringen worden gegeven, denk aan absorptie van geluid door de grond of groenstrook beneden of hoogteverschil tussen de weg en het gebouw.

De meeste onderzoeken zijn uitgevoerd bij hoogbouwcomplexen in Azië waarbij een brede snelweg dichtbij is. Dit is anders dan de Nederlandse situatie waarbij met name drukke binnenstedelijke wegen nabij hoogbouwcomplexen aanwezig zijn. Drie van de negen onderzoeken zijn buiten Azië uitgevoerd (Australië, Griekenland, Italië). In Milaan is gedurende dag en nacht het geluid van 50km/uur wegen gemeten op een gebouw van 23 verdiepingen, op verdieping 1, 10 en 23. Overdag is het verschil tussen verdieping 1 en 10 één dB, tussen verdieping 10 en 23 twee dB. Dat wil zeggen dat het geluidsniveau op verdieping 23 drie dB lager is dan op de eerste verdieping. De geluidsbelasting voor verdieping 1, 10 en 23 neemt in de ochtend toe en af in de nacht. In de nacht kan het geluidsniveau op de eerste verdieping lager zijn dan het geluidsniveau op de 23e verdieping. De onderzoekers geven als verklaring dat het geluid op de eerste verdieping met name bepaald wordt door de dichtstbijzijnde weg, terwijl wegen op afstand 's nachts meer bijdragen aan het geluidsniveau op hoogte. Ook geven de onderzoekers aan dat allerlei factoren van invloed zijn op de verticale verspreiding van het geluid, zoals het ontwerp van het gebouw en de weg en de doorstroom van het verkeer (13). In Sydney wordt een afname van ongeveer 6 dB(A) over de eerste 50 meter gevonden en een maximale afname van 4 dB(A) over 50-140 meter hoogte. In dat onderzoek wordt gerefereerd naar andere metingen in Sydney waarbij maar een afname van 2 dB(A) over 47.7 meter hoogte wordt gemeten (16). In Athene wordt tussen de 2^e en 8^e verdieping een piek in het geluidsniveau gemeten en gemodelleerd. Op straatniveau is een geluidsniveau van 63 dB gemeten,

toenemend tot 68 dB op de 8^e verdieping en weer dalend naar 63 dB op de 24^e verdieping. Een groenstrook is de verklaring voor de lagere geluidsniveaus op straathoogte (17).

Geluidhinder

Vijf onderzoeken hebben een vragenlijst, experiment of retrospectief onderzoek uitgevoerd naar de geluidbeleving in hoogbouwcomplexen (21–25). Alleen onderzoeken waarbij geluid van buiten en/of verkeersgeluid is meegenomen, zijn in deze desktopstudie meegenomen. In Singapore geeft 33% van de onderzochte mensen in een hoogbouwcomplex aan slaaphinder te hebben vanwege geluid (wel geven de onderzoekers aan dat er veel gebruik wordt gemaakt van natuurlijke ventilatie vanwege het klimaat, waardoor de blootstelling aan geluid in de nacht hoger is). Ook ervaren bewoners geluidhinder van eettentjes, speelplaatsen, scholen en vuilniswagens (21). In Azië is een experiment in een laboratorium uitgevoerd waarbij relatief jonge mensen naar diverse geluiden in flatgebouwen luisterden. Hieruit volgt dat het geluid van burens, met name voetstappen/lopen, meer negatieve effecten heeft dan het geluid van buiten (22). Dit sluit aan bij de resultaten uit The High Life studie (26,27). Ook vermindert een vrij, groen of zee uitzicht vanuit een hoogbouwcomplex het ervaren van een beklemmend gevoel en geluidhinder (24,25). Dit is in lijn met de algemene bevinding dat een aangenaam groen uitzicht de hinder die lawaai kan opleveren, vermindert (28). Een onderzoek in New York toont aan dat diverse factoren bijdragen aan klachten van geluidsoverlast door bewoners van hoogbouwcomplexen. De GVI building² is het meest bijdragend, gevolgd door gebouwhoogte, wegdichtheid en boomgrootte. Hoe hoger de GVI building, des te hoger en compacter de stad. In zo'n dichtbebouwde stad is meer bouw- en activiteitgeluid. Dat geluid kan door de compactheid van gebouwen niet weg, waardoor bewoners eerder klagen over geluidsoverlast. In het onderzoek dragen alle typen vegetatie bij aan minder klachten van geluidsoverlast. Boomgrootte zorgt voor de meeste reductie. De achterliggende gedachte is hoe groter de boom, des te groter de kroon welke geluid kan absorberen. Ook heeft de vorm van hoogbouw invloed op klachten van geluidsoverlast. In Manhattan draagt de diversiteit in gebouwwormen juist bij aan het verminderen van geluidsklachten (23).

Welke invloed heeft (verkeers)geluid bij het wonen op hoogte?

Uit een beperkt aantal indicatieve onderzoeken die geluidmetingen hebben uitgevoerd op de gevels van hoogbouwcomplexen, komt naar voren dat het geluidniveau met de hoogte afneemt. Het gaat hierbij om geluid van verkeer. Sommige onderzoeken laten een constante afname van het geluidniveau zien, terwijl andere onderzoeken initieel een stijging laten zien van het geluidniveau waarna de daling inzet. Ook aspecten zoals een groenstrook, hoogteverschil tot aan de weg, het ontwerp van het gebouw, het ontwerp van de weg en doorstroom van het verkeer zijn van invloed op het geluidniveau op hoogte.

3.2 Luchtkwaliteit

Gassen en deeltjes in de lucht hebben deels een natuurlijke oorsprong, maar worden grotendeels door menselijke activiteiten veroorzaakt. Bij de menselijke activiteiten rondom

² GVI building is het gemiddelde aandeel van gebouwenpixels in een foto, waarbij GVI voor Google View Images staat.

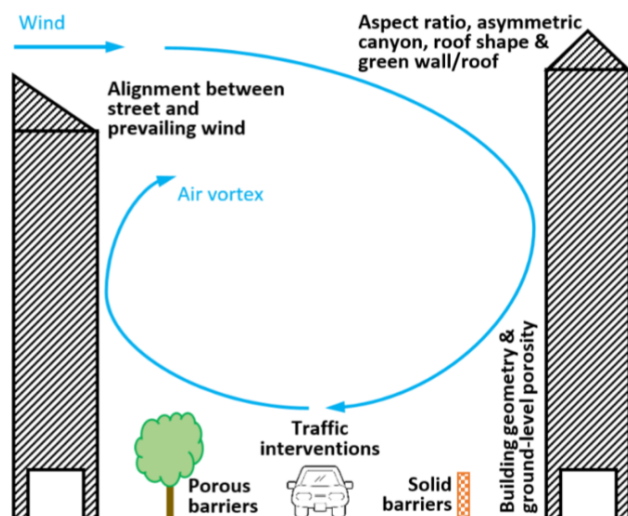
hoogbouwcomplexen gaat het met name om uitstoot van het verkeer. Weerscondities zoals zonne-instraling en regen beïnvloeden de processen in de atmosfeer. Wind is van invloed op de verspreiding en de verdunning van de gassen en deeltjes. In bijvoorbeeld een brede straat waar de wind vrij spel heeft, treedt meer verdunning (dispersie) op. Ook vindt er normaal gesproken door temperatuurverschillen uitwisseling plaats tussen de verschillende luchtlagen waardoor de verontreiniging in de onderste laag goed verdunt (bij inversie wordt dit juist onderdrukt). Daarnaast kunnen gassen in de lucht met elkaar reageren en leiden tot de vorming van secundair fijnstof. Secundair fijnstof vormt in Nederland meer dan de helft van de massa PM_{2.5} en de vorming van secundair fijnstof neemt enige tijd in beslag (29).

In totaal zijn 47 artikelen gevonden die na screening van titel/abstract relevant kunnen zijn. In 2024 is een systematische review van goede kwaliteit uitgevoerd (30). Daardoor zijn uitsluitend artikelen die buiten de scope van de review en/of vanaf 2024 gepubliceerd in deze desktopstudie meegenomen (zie bijlage 2). Dit is er één (31). Artikelen over het binnenklimaat zijn voor dit rapport niet meegenomen, omdat verwacht wordt dat de binnenluchtkwaliteit in hoogbouw niet wezenlijk anders is dan in laagbouw en van vele factoren afhankelijk is.

In de systematische review is de verticale verspreiding van luchtvervuilende stoffen (PM_{2.5}, PM₁₀, NO_x en NO₂) tot een hoogte van 500 meter bekeken (30). Van de 57 geïnccludeerde studies zijn er 54 in Azië uitgevoerd. Mogelijk is daardoor de concentratie van de luchtvervuilende stoffen in de studies hoger dan in Nederland, al heeft dat waarschijnlijk geen invloed op de gevonden trend. De belangrijkste conclusie is namelijk dat de PM_{2.5} en NO_x concentraties afnemen naarmate de hoogte toeneemt. De fijnstofconcentraties nemen geleidelijk af naarmate de hoogte toeneemt, tot een hoogte van 100 meter. Daarboven veranderen de fijnstofconcentraties weinig meer. In tegenstelling tot de NO₂ concentraties, die nemen toe naarmate de hoogte toeneemt. Een chemische reactie op hoogte tussen ozon en NO_x is hiervoor een mogelijke verklaring. Voor PM₁₀ is geen significante relatie tussen de concentratie en hoogte. Onder bepaalde omstandigheden kunnen de fijnstofconcentraties (PM_{2.5} en PM₁₀) op hoogte wel toenemen, denk aan de vorming van secundair fijnstof, temperatuurinversie, transport van fijnstof over grote afstanden, de hoogte van de planetary boundary layer (PBL)³ en de aanwezigheid van andere gebouwen die wind verstoren. Hoe hoger een gebouw en hoe smaller de straten (dus een diepe ruimte), des te slechter de dispersie. Ook barrières, zoals een bladerdak, verhinderen dispersie (30). Planologen, architecten en andere deskundigen die zich met de inrichting van de stad bezig houden dienen rekening te houden met een slechtere luchtkwaliteit op de lagere verdiepingen.

Maatregelen en innovaties om de luchtkwaliteit rondom hoogbouw te verbeteren, dragen bij aan een betere lokale luchtkwaliteit en gezondere inwoners. Twee oplossingsrichtingen worden aangedragen (zie Figuur 3), namelijk verkeersmaatregelen (zoals emissievrije zones en heffingen) en inrichting van de openbare ruimte (geen diepe ruimte tussen gebouwen, uitlijning van straten op de heersende windrichting en geen uniforme gebouwhoogte) (30,32).

³ PBL staat voor Planetary Boundary Layer en is het onderste deel van de atmosfeer dat wordt beïnvloed door interactie met het aardoppervlak. De hoogte van de PBL kan variëren tussen 100 meter en 3 km afhankelijk van de locatie, tijdstip van de dag, seizoen en weeromstandigheden. In deze laag vindt veel menging plaats, denk aan temperatuur, vocht en luchtvervuilende stoffen.



Figuur 3: Mitigatie mogelijkheden om luchtvervuiling van verkeer te beperken in een straatcanyon, denk aan verkeersmaatregelen. (Bron: 32).

PM2.5

In het systematische review wordt bij 25 van de 42 onderzoeken de trend gevonden dat de PM2.5 concentratie afneemt als de hoogte toeneemt. De beste verklaring hiervoor is verdunning (30). Een onderzoek uit 2024 in Chicago laat eenzelfde trend zien: de PM2.5 concentratie neemt toe tot de 4^e verdieping en neemt daarna per meter af met $0.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tot de 14^e verdieping. Ook hier is de hoogst gemeten PM2.5 concentratie in de middag (31). Sommige onderzoeken laten een tegenovergestelde trend zien, vaak is een lokale bron, zoals verkeer of een fabriek, hiervoor verantwoordelijk. Negen onderzoeken laten geen vast patroon zien in de PM2.5 concentratie verspreid over de hoogte. De stabiliteit van de PBL kan de verdunning en verspreiding van PM2.5 beïnvloeden. De PBL fluctueert gedurende de dag. De PBL is aan het einde van de middag instabieler, waardoor de verticale verspreiding toeneemt en PM2.5 concentratie op hogere hoogte piekt. Door inversie kan ook de PM2.5 concentratie op grotere hoogte pieken (300-400m), dit gebeurt met name in de winter. Ook kan boven 400m hoogte de PM2.5 concentratie hoger zijn door het transport van fijnstof over grotere afstanden (30).

PM10

Het systematische review laat voor PM10 dezelfde trend zien als voor PM2.5(30). De concentratie van PM10 neemt af met toenemende hoogte, alleen is dit geen significante relatie. Wel neemt de verhouding PM2.5/PM10 toe naarmate de hoogte toeneemt. Terwijl de PM2.5 concentratie juist afneemt naarmate de hoogte toeneemt. Dit duidt erop dat de afname van de PM10 concentratie sterker is dan die van PM2.5 (30).

NO₂ en NO_x

Uit het systematische review volgt dat de NO₂ concentratie toeneemt en de NO_x concentratie afneemt op hoogte (30). Bij een aantal studies nam de NO₂ concentratie op lage hoogte (tot 50m) aanvankelijk toe, gevolgd door een dalende trend. Dit duidt erop dat de bijdrage van verkeer op straatniveau aanzienlijk is. Op hogere hoogte kan NO_x met ozon reageren tot NO₂. Wat bijdraagt aan een hogere concentratie NO₂ en een lagere concentratie NO_x op hoogte (30).

Welke invloed heeft luchtverontreiniging bij het wonen op hoogte?

Over het algemeen is de luchtkwaliteit op de lagere verdiepingen slechter. De fijnstofconcentraties nemen geleidelijk af naarmate de hoogte toeneemt, tot een hoogte van 100 meter. Daarboven veranderen de fijnstofconcentraties weinig meer. De concentratie stikstofoxiden variëren op lage en hoge hoogte. Door atmosferische veranderingen, lokale bronnen of barrières kan de luchtkwaliteit op verschillende hoogtes variëren. Maatregelen en innovaties om de luchtkwaliteit rondom hoogbouw te verbeteren, dragen bij aan een betere lokale luchtkwaliteit en gezondere inwoners. Hiervoor worden twee oplossingsrichtingen aangedragen namelijk verkeersmaatregelen en inrichting van de openbare ruimte.

3.3 Hitte

Het stedelijk hitte-eilandeffect is het fenomeen dat de temperatuur in een stedelijk gebied gemiddeld hoger is dan het omliggend landelijk gebied, omdat gebouwen, wegen en stenen veel warmte vasthouden. De grootte van een hitteprobleem in een gebouw is afhankelijk van verschillende indicatoren, denk aan hoeveelheid schaduw op de gevel, zoninval (inclusief de trend voor veel en/of grote ramen), bouw materiaal, isolatie, verkoelingsmogelijkheden en zonwering (33). Ook dit thema is breed, niet altijd specifiek voor hoogbouw, en vaak gerelateerd aan keuzes in de ontwerpfase. De vorm, hoogte en plaatsing van gebouwen hebben namelijk impact op de windsnelheid en hoeveelheid hitte die wordt vastgehouden en afgegeven aan de omgeving (34–36). In de zoekstrategie is gekozen voor termen zon, schaduw en hitte specifiek voor hoogbouw. Artikelen die ingaan op het ontwerp van het gebouw, bouwmaterialen, energiekosten en modelberekeningen naar thermische indicatoren eventueel in combinatie met wind en groen zijn buiten beschouwing gelaten. Daardoor zijn veel zoekresultaten geëxcludeerd. Het is aan te bevelen om met name voor de thermische indicatoren, wind en groen een aparte onderzoeksvraag op te stellen. Voor deze desktopstudie zijn zeven onderzoeken relevant om een eerste indruk over hitte en hoogbouw te verkrijgen (zie bijlage 3).

In een opiniestuk van een bouwfysicus en professor werkzaam op een Britse universiteit komen de volgende (praktische) aandachtspunten naar voren:

- Appartementen, zowel nieuw- als oudbouw, lopen meer risico op oververhitting ten opzichte van laagbouw. Hiervoor worden verschillende verklaringen gegeven, namelijk appartementen zijn doorgaans kleiner, dichter bevolkt, er zijn veel interne warmtebronnen aanwezig en op hogere verdiepingen is er minder schaduw door andere gebouwen en warmte uitstraling van het dak. Ook kunnen bewoners minder makkelijk ontkomen aan de hitte. De prevalentie van oververhitting is significant hoger in huishoudens met ouderen.
- Appartementen hebben vaak een eenzijdige oriëntatie, waardoor geen dwarsventilatie mogelijk is. Ook worden grote glasoppervlakken toegepast, waardoor de warmte binnen toeneemt, met name bij zuidwestelijke oriëntatie. Externe zonwering beperkt de zonnewarmte, maar is duur en complex.
- Tot slot geeft hij aan dat nieuwe hoogbouwcomplexen een levensduur van wel 60-150 jaar kunnen hebben. Ontwerpers moeten daarop inspelen. Vanwege

klimaatverandering is oververhitting dan een feit, verblijven mensen overdag ook vaker thuis door bijvoorbeeld thuiswerken en een vergrijsde bevolking (37).

In Azië zijn een aantal meet- en modelonderzoeken uitgevoerd naar de temperatuur op diverse hoogtes in en rond gebouwen (35,38–41). In een natuurlijk geventileerd hoogbouwcomplex is de binnentemperatuur op verdieping dertien 1-1.5 graden Celsius lager dan op verdieping drie. De verklaring hiervoor is de vier keer hogere windsnelheid op verdieping dertien (38). Ook in andere onderzoeken wordt gevonden dat de ventilatie, windsnelheid of temperatuur op hogere verdiepingen beter is ten opzichte van lage verdiepingen (35,36,39). Dus toename van gebouwhoogte, variatie in gebouwhoogte en hogere windsnelheden kunnen leiden tot een verlaging van de luchttemperatuur. Dit kan ingezet worden als mitigatie voor het stedelijk hitte-eilandeffect (36,40). Uit een ander onderzoek blijkt dat met name de nachtelijke temperatuur hoger is in een gebied met hoogbouw ten opzichte van laagbouw. Dit temperatuurverschil is waarschijnlijk te wijten aan een combinatie van een grotere warmteafgifte en verminderde warmteafvoer gedurende de nacht. Hoogbouw absorbeert overdag meer zonnestraling, wat vervolgens in de nacht wordt afgegeven. Daarnaast gaat hoogbouw gepaard met een hogere bevolkingsdichtheid, meer energiebronnen die warmte creëren (zoals airco's) en lagere windsnelheden. Daarentegen waren de luchttemperaturen overdag lager in hoogbouwwijken ten opzichte van laagbouwwijken. Dit is een bevestiging van de positieve effecten van de schaduw effecten van hoogbouw (41).

Welke invloed heeft hitte bij het wonen op hoogte?

Deze vraag is met de huidige literatuursearch onvoldoende te beantwoorden. Wel is hitte voor de komende decennia een belangrijk gezondheidsthema voor bewoners van hoogbouw. Het lijkt erop dat hoogbouw een hoger risico op oververhitting met zich meebrengt ten opzichte van laagbouw. Ook zijn er aanwijzingen dat overhitting op lagere versus hogere verdiepingen kan verschillen, door verschillen in zoninval/schaduw en verschillende windsnelheden voor de ventilatie. Veel factoren die hierbij een rol spelen, behoren tot het domein van architecten, stedenbouwkundigen, projectontwikkelaars en/of planologen. Geadviseerd wordt om nader onderzoek te doen naar thermische indicatoren bij hoogbouw waarbij de effecten van schaduw, wind en groen ook worden meegenomen.

3.4 Algemene gezondheid

Acute medische aandoeningen vereisen snelle en effectieve interventie om de kans op overleving te maximaliseren. Bij hoogbouw worden in de literatuur negen artikelen gevonden over levensbedreigende medische situaties, zoals een beroerte, hartstilstand, trauma. Hier gaat het om de (extra) tijd die het kost van de hulpdiensten om de patiënt te bereiken. Ook zijn er vier artikelen geschreven over het suïciderisico en vier artikelen over de algemene mortaliteit van het wonen op hoogte. In totaal zijn 21 artikelen na screening op titel/abstract relevant gebleken, daarvan zijn 17 artikelen gebruikt (zie bijlage 4). Vier artikelen bleken na het lezen niet relevant voor de onderzoeksvraag.

Levensbedreigende medische aandoeningen

De overleving van een hartstilstand buiten het ziekenhuis daalt tot 10% voor iedere minuut vertraging tot behandeling (42). Uit meerdere onderzoeken blijkt dat de mediane tijd van het arriveren bij de patiënt van het ambulancepersoneel op hogere verdiepingen 1 tot 2 minuten langer is (43–48). De tijd is langer naarmate de patiënt hoger woont. Die tijd is vergeleken met woonhuizen en/of tot de derde verdieping van een appartementencomplex. Veel genoemde obstakels bij appartementen op hogere verdiepingen zijn: lift niet direct beschikbaar, meerdere stops met de lift, geen liftsleutel speciaal voor hulpdiensten, geen bewijzing/lastig om de juiste voordeur te vinden, smalle lift en trap (43–46,49). Ook zijn er minder omstanders die het zien gebeuren en eerste hulp kunnen verlenen (43). Een AED in het gebouw kan de overlevingskansen vergroten, wel moet nagedacht worden over de plaatsing van de AED. Denk aan plaatsing in de lobby (ook op straatniveau kan de AED gebruikt worden) versus plaatsing in de lift (toegevoegde waarde hartstilstand op hoogte) (42,46). Uit meerdere onderzoeken blijkt dat de neurologische uitkomst en overlevingskans slechter dan wel lager is op hogere verdiepingen (43,46,47,50). Nederland heeft een reanimatie-oproepsysteem onder burgerhulpverleners. Dit systeem kan mogelijk ook een positieve invloed hebben op de uitkomsten van een hartstilstand in hoogbouwcomplexen (51,52).

Suicide

Een aantal steden in Azië ziet de laatste jaren een stijgende trend in het aantal suicides bij jongvolwassenen door van hoge gebouwen af te springen (53–56). Ondanks de beperkte literatuur geven de onderzoekers wel aan dat de verklaring hiervoor waarschijnlijk ligt in factoren die het mentaal welbevinden beïnvloeden (zie ook volgend hoofdstuk 3.5) (54,56). De meeste suicides door het springen van hoogte in Azië vinden in of vlakbij huis plaats (54,56). De toename van hoogbouw lijkt geen verklaring te zijn voor de toename in het aantal suicides bij jongvolwassenen door van hoge gebouwen af te springen (54). Wel is het aandeel van springen van hoge gebouwen ten opzichte van andere manieren van suicide in Azië hoog in vergelijking met Westerse landen. Een verklaring hiervoor is dat in Aziatische steden meer mensen in hoogbouwcomplexen wonen (in Singapore woont bijvoorbeeld 85% van de inwoners in hoogbouw) (55). Het is niet uitvoerbaar om preventiemaatregelen aan/in ieder hoog gebouw te treffen. Preventiemaatregelen gericht op het mentaal welbevinden, alertheid van gezinsleden en bewakers zijn meer zinvol (56).

Gezondheid en mortaliteit

In een aantal Europese landen is onderzoek verricht naar de gezondheid en mortaliteit (sterfterisico) van het wonen op hoogte (57–60). Twee onderzoeken (een retrospectieve cohortstudie in Zwitserland en een prospectieve cohortstudie in Nederland) laten zien dat de algehele mortaliteit hoger is op de lagere verdiepingen (57,58). Een onderzoek uit België laat zien dat bewoners van hogere verdiepingen hun eigen gezondheid beter beoordelen (60). Terwijl een ander onderzoek in Noorwegen een hogere prevalentie van hart- en vaatziekten laat zien op de hogere verdiepingen (59). Sociale economische positie (SEP) is van grote invloed op de algehele gezondheid (61). De onderzoekers geven aan dat in Zwitserland mensen met een hoge SEP op hogere verdiepingen wonen (62). Ook zijn woningen op de hogere verdiepingen daar duurder (62). In tegenstelling tot in Noorwegen en Nederland waar de onderzoekers aangeven dat mensen met een lagere SEP juist op de hogere verdiepingen wonen (58,59). Daarvoor wordt geen onderbouwing gegeven. Wel was het niet mogelijk om in alle onderzoeken goed te corrigeren voor SEP (57,59). Omgekeerd kan de gezondheid van een

individue van invloed zijn op de keuze van een appartement. Mensen met een fysieke – of inspanningsbeperking door een ziekte kunnen bijvoorbeeld kiezen voor een lagere verdieping (58). Een andere verklaring voor de veranderde mortaliteit op hoogte is de variatie in omgevingsfactoren, zoals geluid, luchtverontreiniging en zicht op groen (58).

3.5 Mentale gezondheid

Mentale gezondheid is de manier waarop je je verhoudt tot jezelf, tot anderen, en hoe je omgaat met de uitdagingen in het dagelijks leven. Mensen kunnen zich aanpassen aan stressvolle gebeurtenissen, maar chronische stress kan tot gezondheidseffecten leiden. Ook individuele, maatschappelijke, sociale en omgevingsfactoren spelen een rol bij het ontstaan van gezondheidseffecten. Het is bekend dat mentale gezondheidsproblemen vaker voorkomen in steden (63,64). Welke rol het ontwerp van het gebouw hierin heeft is veelal onbekend. In totaal zijn 13 artikelen gevonden die na screening van titel/abstract relevant kunnen zijn (zie bijlage 5). In 2019 is een review geschreven over factoren die een rol spelen bij het wonen op hoogte en het effect daarvan op de mentale gezondheid (65). Daarnaast zijn artikelen die buiten de scope van de review vielen en/of vanaf 2020 zijn gepubliceerd voor deze desktopstudie meegenomen. Van één artikel bleek alleen een abstract vindbaar, twee andere artikelen bleken toch niet relevant voor de onderzoeksvraag en één artikel is opgenomen onder sociale cohesie. Daarnaast zijn we gewezen op de High Life studie uit Australië, waar onderzoekers de relatie tussen het ontwerp van appartementen, het beleid en het (mentale) welzijn van de bewoners onderzoeken (26,27) (zie bijlage 5).

In de review worden de volgende bevindingen gedaan:

- De auteurs van de review concluderen dat 'het merendeel van de hoogbouwbewoners in steden zijn alleenstaanden of koppels, waarbij over het algemeen jonge mensen op zoek zijn naar de nabijheid van de stad en oude mensen een andere levensstijl of geen onderhoud meer willen.'
- Verder rapporteren ze dat negatieve effecten van wonen in hoogbouw kunnen zijn: isolatie, moeilijk toegankelijk, lastiger te ventileren en meer afgezonderd van microben vanuit de bodem, planten en dieren. Vanaf de 5e verdieping raken bewoners de binding met de grond kwijt en kunnen ouders hun kinderen niet meer in de gaten houden (65). Een masterthesis uitgevoerd in Azië laat ook zien dat bewoners boven de 5e verdieping de activiteiten op grondniveau niet meer meekrijgen (66). Tegelijkertijd ontraden of verbieden veel hoogbouwcomplexen huisdieren, terwijl een hond de bewoners stimuleert tot beweging en sociaal contact (65).
- Als derde conclusie uit de review komt naar voren dat hoogbouw is geassocieerd met meer mentale stress, waarbij meerdere factoren een rol spelen waaronder de zorgen over de huisvesting, het gevoel vast te zitten in een sociaal economisch kwetsbare wijk, angst om te vallen, ingesloten te raken door brand/natuurrampen/terreuraanslagen en de angst om een besmettelijke ziekte te krijgen via gedeelde liften, deurklinken of de lucht in gemeenschappelijke ruimtes (65). Dit komt overeen met de bevindingen uit interviews onder jongeren over de voor- en nadelen van hoogbouw (67).
- Als laatste wordt in de review beschreven dat de locatie van het gebouw en samenstelling van de bewoners een grote rol speelt in de mentale gezondheidsstatus van de bewoners. In hoogbouw waarbij veel bewoners behoren tot de lage SEP, neemt de criminaliteit toe, de veiligheid af en lopen de bewoners een hoger risico op mentale

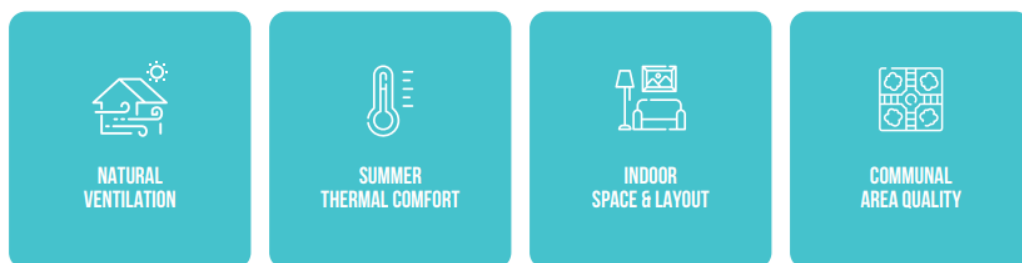
gezondheidsproblemen. De auteurs geven als oplossing om bij oplevering koop en (sociale) huur, hoge en lage SEP te verdelen over het hoogbouwcomplex (65). Een ander dwarsdoorsnede onderzoek laat zien dat bewoners van hoogbouw hoger scoren op depressie en eenzaamheid. De onderzoekers geven aan dat SEP en culturele verschillen mogelijk deze uitkomsten kunnen verklaren (68).

Naast de review zijn twee relevante dwarsdoorsnede onderzoeken gepubliceerd, gericht op de mentale gezondheid van ouderen in Azië. De auteurs rapporteren dat de mentale gezondheid van ouderen wonend in hoogbouw onder druk komt te staan door fysieke achteruitgang en een niet passende woonomgeving. Toegang tot groen lijkt een positieve invloed te hebben, doordat ouderen daar sociale interactie hebben en zich veilig voelen. Dus volgens de auteurs zorgen sociale cohesie en veiligheid (denk aan gescheiden voet- en fietspaden en autowegen, geen parkeerplekken op straatniveau) juist voor een betere mentale gezondheid van ouderen in gebieden met veel hoogbouw. Ook hebben ouderen een grotere behoefte aan open plekken in de woonomgeving. De vormgeving van de gebouwen doet er niet toe (69). In Hong Kong scoren ouderen significant hoger op de Geriatric Depression Scale (GDS)⁴ als dichtheid van de gebouwen toeneemt, de hoogte afneemt (lager dan 10 verdiepingen) en meer hoogtevariatie in de gebouwen is. De onderzoekers geven als verklaring dat gebouwen lager dan 10 verdiepingen vaak zeer klein en zeer verouderd zijn, waardoor het logisch is dat ouderen woonachtig in deze gebouwen hoger scoren op de GDS (70).

Onderzoekers van de High Life studie uit Australië hebben inmiddels meerdere artikelen gepubliceerd over wonen in hoogbouw, inclusief een infographic met de resultaten tot nu toe (26). Vier factoren spelen een rol in de perceptie van bewoners die significant geassocieerd worden met een positief mentaal welbevinden. Namelijk het natuurlijk kunnen ventileren van de woning, thermisch comfort in de zomer, voldoende groot & functionele indeling van de woning en voldoende groot & diverse gedeelde (buiten)ruimtes (zie Figuur 4). Uit een ander artikel van deze onderzoekers blijkt dat bewoners van zogenoemde high policy performance buildings⁵ daadwerkelijk significant hoger scoren op mentaal welbevinden (zie Figuur 5). Meerdere onderzoeksresultaten en verklaringen worden door de auteurs beschreven, denk aan de voordelen van voldoende daglicht (onvoldoende daglicht of slecht uitzicht verhogen het risico op depressie), het zelf kunnen regelen van de temperatuur door middel van natuurlijke ventilatie en de interactie met burens in de gemeenschappelijke ruimtes dat eenzaamheid onder de bewoners tegengaat (27). Daarentegen geven de auteurs aan dat het geluid van burens als hinderlijker wordt ervaren ten opzichte van het overige geluid in de stad (27).

⁴ GDS = Geriatric Depression Scale. Het is een screeningsinstrument om depressieve symptomen bij ouderen in kaart te brengen aan de hand van zelf beantwoorde vragen.

⁵ High policy performance buildings zijn hoogbouwcomplexen waarbij ontwerpprincipes zijn toegepast die positief geassocieerd zijn met een goede mentale gezondheid. Het gaat om een lijst van 51 ontwerpprincipes variërend van 10% raam tot vloeroppervlakte, minder slaapkamers bereikbaar vanuit woonkamer, oppervlakte grootste slaapkamer >10m², privé-berging, minimale balkonafmeting, per appartement een groter oppervlakte aan gedeelde ruimtes, minder appartementen per verdieping.



Figuur 4: Vier percepties van bewoners van hoogbouw die een significante invloed hebben op het mentaal welbevinden, namelijk het kunnen ventileren, thermisch comfort in de zomer, aangename ruimtes en indeling van het appartement en een kwalitatieve gedeelde ruimte. (Bron: 26).

3.6 Sociale cohesie

Sociale cohesie is de mate waarin (groepen) mensen zich met elkaar verbonden voelen en gedragen, in dit kader in het hoogbouwcomplex en in de directe woonomgeving. Hoewel relaties met burens over het algemeen als minder sterk worden beschouwd dan relaties met vrienden en familie, leidt sociale interactie met de gemeenschap tot een gevoel van verbondenheid met de omgeving. Contact met burens, zoals het uitwisselen van interesses of informele gesprekken, kan bijdragen aan het geluk, gezondheid en welzijn van de bewoners (71). In totaal zijn 26 artikelen na screening op titel/abstract relevant gebleken, daarvan zijn 21 artikelen gebruikt (zie bijlage 6), waaronder twee systematische reviews uit 2019 en 2020 (72,73). Een deel van de beschreven effecten gaat over de inrichting en het gebruik van de woonomgeving, waarbij onder andere architecten en planologen betrokken zijn. Vijf artikelen bleken niet relevant voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag, denk aan twee studies bij een renovatie, een studie onder studenten, een SWOT-analyse en een thesis over de beschrijving van hoogbouw.

FEATURES OF HIGH PERFORMANCE BUILDINGS



HIGH POLICY PERFORMANCE BUILDINGS DEMONSTRATED A STRONG ASSOCIATION WITH RESIDENTS' MENTAL WELLBEING. RESIDENTS IN THESE BUILDINGS HAD SIGNIFICANTLY BETTER MENTAL WELLBEING (ON AVERAGE, BY +1.96 POINTS).

High performance apartments and buildings exhibited a greater implementation of:

SOLAR & DAYLIGHT & NATURAL VENTILATION



- High proportions of dual aspect apartments
- 10% window to floor ratio

ACOUSTIC & VISUAL PRIVACY



- Higher adherence to building separation standards
- Living spaces and bedrooms separated from common or external circulation spaces

INDOOR & PRIVATE OUTDOOR SPACE



- Larger apartments meeting minimum size and dimension standards for apartment, bedroom and private outdoor space
- More external private storage areas

COMMUNAL OPEN SPACE



- Larger and greener areas

CIRCULATION SPACE



- Corridor width requirements met
- Limit of number of apartments per floor met

PARKING



- Higher levels of resident and visitor car parking

APARTMENT MIX



- Significantly greater mix of apartment types within the building

Figuur 5: Hoogbouw waar ontwerp- en beleidskeuzes zijn toegepast die positief geassocieerd zijn met het mentaal welbevinden van de bewoners, denk aan grote en groene gedeelde ruimtes. (Bron: 26).

In de systematische review uit 2019 naar de invloed van planologie, architectuur en inrichting op sociaal welzijn van bewoners van hoogbouw komen de volgende punten naar voren (72):

- Hoogbouw omringd door voetgangersgebied in plaats van autowegen leidt tot meer gemeenschapsgevoel. Ook leiden straten met hoogbouw tot meer antisociaal gedrag en een beklemmend gevoel ten opzichte van straten met laagbouw. Daarentegen geven zicht op bomen en lucht een minder beklemmend gevoel (72). Dit volgt ook uit een dwarsdoorsnede onderzoek uit 2022, waarbij ook het uit elkaar plaatsen van hoogbouw leidt tot een minder beklemmend gevoel (24).
- In de gangen van hoogbouwcomplexen vindt het merendeel van de sociale interactie plaats. Smalle en donkere trappen en liften verminderen juist sociale interactie en dragen niet bij aan het opbouwen van sociale relaties.
- Bewoners van de begane grond hebben zorgen over privacy en veiligheid.
- Het persoonlijk maken van de gang of andere gedeelde ruimtes geeft bewoners een gevoel van controle en erbij horen (72).

In het systematische review uit 2020 naar de psychologische en sociale impact van wonen in hoogbouw komen de volgende punten naar voren (73):

- Mensen met een hoge SEP die wonen en/of werken in hoogbouw zijn vaker tevreden. Een verklaring hiervoor kan zijn dat zij meer mogelijkheden hebben om een woning te kiezen.

- Een levendige en uitnodigende lobby en gedeelde ruimtes kunnen sociale interactie en activiteiten binnen de gemeenschap bevorderen.
- Het creëren van familievriendelijke hoogbouw, met veilige speelplaatsen voor kinderen, is de uitdaging voor architecten en planologen de komende jaren (73).

Sinds de uitvoering van de systematische reviews zijn meerdere relevante onderzoeken gepubliceerd. Naast kwantitatieve onderzoeken heeft een aantal onderzoekers zich gericht op kwalitatieve studies door interviews uit te voeren met bewoners in hoogbouwcomplexen. Alhoewel een masterscriptie van mindere bewijslast is, zijn ook deze bevindingen meegenomen omdat deze uitgevoerd is in Nederland met een focusgroep onder deskundigen (74). Hieronder enkele relevante bevindingen van al deze onderzoeken:

Bewoners in hoogbouw voelen zich geen onderdeel van een gemeenschap (75). Weinig sociaal contact met de gemeenschap is het meest bijdragend voor sociale isolatie in hoogbouwcomplexen (76).

Sociaal contact met de burens, sociale cohesie en het delen van gemeenschappelijke ruimtes zorgen voor welzijn, gevoel van erbij horen en gaan eenzaamheid tegen (75,77). Dit komt ook terug in de resultaten van The High Life studie (26,27).

Bewoners van hoogbouw weten minder vaak de namen van de burens, hebben minder contact met burens, vertrouwen hun burens minder en doen elkaar minder vaak een gunst ten opzichte van bewoners van laagbouw. Ook voelen zij zich vaker eenzaam en hebben meer moeite om vrienden te maken (78). Sociale cohesie in een wijk zorgt voor meer participatie, het gemakkelijker verspreiden van informatie vanuit de overheid of organisaties, meer vertrouwen in elkaar en bewoners blijven langer in de wijk wonen (78).

Sociale cohesie is afhankelijk van koop-huur woning, kinderen, tevredenheid woonomgeving, woonduur en leeftijd. Mensen met een koopwoning, met kinderen, hoge tevredenheid over de woonomgeving en mensen die er langer wonen (>5 jaar) ervaren meer sociale cohesie en binding met burens (77,79,80). Ouderen voelen zich sneller eenzaam in een hoogbouwcomplex (77).

Het variëren in verschillende type en groottes van appartementen over het hoogbouwcomplex draagt bij aan het mengen van lage en hoge SEP bewoners (74). Dit zorgt voor meer sociale interactie (74) en een beter mentaal welbevinden van de bewoners (26). Ook verkleint het de kans dat de staat van het gebouw achteruitgaat in vergelijking met hoogbouwcomplexen waar uitsluitend lage SEP bewoners wonen (74).

De lobby's en gangen in een hoogbouwcomplex zijn vaak steriel en niet uitnodigend om te verblijven. Creëer aantrekkelijke gemeenschappelijke ruimtes waar de bewoners interactie met elkaar kunnen hebben wat bijdraagt aan de sociale cohesie (75,76,79).

Gedeelde ruimtes in of om een hoogbouwcomplex, zoals een tuin of (grote) kamers waar men activiteiten kan organiseren, creëren een gemeenschapsgevoel (74,75,79,81). Vanwege de kosten zijn deze ruimtes te klein of ontbreken ze (74). In het ontwerp moet rekening gehouden worden met diversiteit, kwaliteit, toegankelijkheid en zichtbaarheid van de gedeelde ruimtes (74,76,80). Wanneer bewoners de gedeelde ruimtes beter gebruiken, scoren zij hun

woonomgeving beter (77). In de gedeelde ruimtes kunnen ook activiteiten georganiseerd worden, zodat de ruimtes meer gebruikt worden (80).

In Azië zijn jonge mensen overdag druk met werk en vullen 's avonds hun vrije tijd met vrienden of familie in plaats van burens (80,82). Doordeweeks is de sociale interactie met burens kort en in de weekenden langer of spreken burens af (71). Ouderen hebben de minste sociale interactie met burens, terwijl zij de meeste tijd thuis spenderen en al een kleiner sociaal netwerk hebben (71). In Azië wordt bij afwezigheid van of te kleine gedeelde ruimtes de gang gebruikt als speelplek voor kinderen of (familie)activiteiten (71).

Soortgelijk werk of dezelfde afkomst helpt voor het leggen van sociale contacten. Als in het hoogbouwcomplex veel ethniciteiten wonen kan dat lastig zijn (82). Door diverse tradities zijn de gedeelde ruimtes wel verspreid over de dag in gebruik (74).

Sommige bewoners zien de meerwaarde van hoge en lage SEP gemixt in een hoogbouwcomplex, op die manier waarderen ze elkaar beter en gaat het stereotypering tegen. Dit leidt alleen niet tot praktische voordelen (83). Vaak hebben hoger opgeleiden minder interactie met burens (79).

In Nederland is de komende 30 jaar de grootst stijgende doelgroep voor hoogbouw de jonge alleenstaande of ouder met co-ouderschap en een hoger inkomen. Het traditionele gezin is minder vanzelfsprekend. De andere belangrijke doelgroep is de (alleenstaande) ouder. Juist alleenstaanden en ouderen zijn gevoelig voor eenzaamheid (74).

In Nederland, maar ook bijvoorbeeld Zwitserland, zijn appartementen op hogere verdiepingen duurder (57,84).

Design feature	Goal
Allow for more personal input in the communal areas	When people have more input in how the building looks they will feel more at home and have more interaction.
Communal areas throughout the building	These communal spaces are places where people can meet and organize activities together. It is important to facilitate this at various places in the high-rise
Diverse apartments	This creates more social mixing, as the high-rise is home to multiple social-economic groups.
Greenery	Green spaces inside the high-rises and at the roof attract people to the communal areas and create a human scale.
Have windows towards the communal areas	Windows allows you to see your neighbours more often and make residents feel safer.
Include co-living environments	Co-living is a living environment in which inhabitants have a lot of social interaction. Including at least a small share of co-living could create a more social atmosphere.
Make dwellings face each-other	When houses face each other, you have more and more connection to your direct neighbours
Multifunctional	Include multiple facilities into the high-rise, with a focus on facilities with a meeting function.
Rooftop development	Rooftops are seen as attractive places. By making them accessible to residents or creating commercial facilities at the rooftop can creating a meeting place where residents (and non-residents) can interact.
Separate supports from infills	This way residents to participate in the design of their house and allows the dwelling to evolve with the needs of the residents
Stimulate activities	Not only can residents meet during these activities, if some residents put effort into social interaction other residents are more likely to follow.
Stimulate volunteering	High-rises include many demographic groups that could help each other out via volunteering.
Street names for different floors	This generates a more neighbourhood like feel and creates a common identity

Figuur 6: De belangrijkste inzichten voor sociaal inclusieve hoogbouw gehaald uit een werksessie met experts, waaronder architecten, ontwerpers, technici/engineers, sociologen en planologen. (Bron: 74).

Welke invloed heeft wonen op hoogte op de sociale cohesie, de mentale en algemene gezondheid?

Hoogbouw is minder goed toegankelijk voor hulpdiensten bij acute medische situaties. Op hogere verdiepingen is de uitkomst en overleving slechter. In de ontwerpfase kan hier rekening mee gehouden worden. Suïcide door het springen van hoge gebouwen lijkt niet samen te hangen met de toename van hoogbouw, maar met factoren die het mentaal welbevinden beïnvloeden. Hoogbouw is geassocieerd met meer mentale stress. Ook is het voor bewoners van hoogbouw lastiger om sociale interactie te hebben en verbondenheid te voelen met de gemeenschap in vergelijking met bewoners van laagbouw. Dit is wel belangrijk omdat sociale cohesie zorgt voor welzijn, participatie en minder eenzaamheid. Meerdere factoren zijn van invloed op de sociale cohesie en mentale gezondheid in hoogbouw en voor iedere factor gelden andere adviezen. Voorbeeldadviezen zijn: houd rekening met de doelgroep en besteed in de ontwerpfase positieve aandacht aan het welbevinden van de bewoners. Voor dit laatste is het vooral belangrijk om uitnodigende lobby's en gedeelde ruimtes te creëren en gebruik de andere factoren zoals beschreven in figuur 4, 5 en 6.

HOOFDSTUK 4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Welke invloed hebben de milieufactoren luchtverontreiniging, geluid, hitte bij het wonen op hoogte en wat is bekend over de sociale cohesie, het algemeen en mentaal welbevinden bij de bewoners?

4.1 Conclusie

Met deze desktopstudie maken we een eerste stap om de invloed van verschillende factoren bij het wonen op hoogte beter in kaart te brengen. Om de bovenstaande vraag te kunnen beantwoorden is literatuuronderzoek uitgevoerd naar de beschikbare wetenschappelijke en grijze literatuur.

Luchtverontreiniging en Geluid

Uit de literatuur blijkt de invloed van luchtverontreiniging en geluid op hoogte als volgt: de fijnstofconcentraties nemen af tot een hoogte van ongeveer 100 meter, de concentratie stikstofoxiden variëren op lage en hoge hoogte en het geluidniveau van verkeer neemt globaal af naarmate de hoogte toeneemt. Kortom, voor de milieufactoren geluid en luchtkwaliteit geldt dat de impact daarvan hoger is op de lagere verdiepingen van een hoogbouwcomplex, met name omdat verkeer de belangrijkste bron voor beide lijkt te zijn.

Ook blijkt uit de literatuur dat, zowel in Nederland als andere Europese landen, de huur- of koopprijs van een appartement op hogere verdiepingen vaak duurder is. Daardoor lijkt het aannemelijk dat mensen met een lagere SEP, op de lagere verdiepingen wonen waar de milieubelasting van lucht en geluid hoger is. In twee studies uit Noorwegen en Nederland wordt juist het tegenovergestelde gevonden. Mogelijk speelt het bouwjaar van het hoogbouwcomplex hierbij een rol.

Hitte

Een andere milieufactor die een rol speelt bij het wonen op hoogte in de stad is hitte. Het lijkt erop dat hoogbouw een hoger risico op oververhitting met zich meebrengt ten opzichte van laagbouw.

Ook zijn er aanwijzingen in de literatuur dat oververhitting op lagere versus hogere verdiepingen kan verschillen, door verschillen in de zoninval, schaduw en windsnelheid. Maar welke invloed hitte exact heeft op de gezondheid van de bewoners van hoogbouw is door middel van deze desktopstudie onvoldoende te beantwoorden.

Algemene gezondheid

Daarnaast zijn er een aantal medische uitkomsten die specifiek bij hoogbouw een rol spelen, denk aan het bereik door de hulpdiensten en het springen van hoogte. Uit de literatuur blijkt dat hoogbouw inderdaad minder goed toegankelijk is voor de medische hulpdiensten bij acuut medische situaties waardoor het langer duurt voordat de hulpdiensten ter plekke zijn. Op hogere verdiepingen is de uitkomst en overleving van acuut medische situaties dan ook slechter.

Uit de literatuur blijkt ook dat de algemene mortaliteit varieert op lage en hoge verdiepingen, echter is hier geen goede conclusie aan te verbinden. Dat komt omdat SEP in sommige

onderzoeken niet is meegenomen en andere factoren, zoals woningkeuze of milieufactoren ook een rol kunnen spelen. Uit de literatuur komt naar voren dat mensen die springen van hoogte in Azië dat meestal in of vlakbij huis doen. Een eerste onderzoek laat zien dat de toename suïcide door het springen van hoge gebouwen onder jongvolwassenen niet samen lijkt te hangen met de toename van hoogbouw, maar juist met factoren die het mentaal welbevinden beïnvloeden.

Mentaal Welbevinden en Sociale Cohesie

Dat mentaal welbevinden wordt op meerdere manieren beïnvloed bij het wonen in hoogbouw. Uit de literatuur blijkt dat wonen in hoogbouw meer mentale stress en sociale isolatie oplevert ten opzichte van het wonen in laagbouw. Het is namelijk lastiger om sociaal contact te leggen en verbondenheid te voelen met de gemeenschap. Terwijl bijvoorbeeld contact met de burens of het delen van gedeelde ruimtes juist het welzijn van de bewoners verbetert.

In meerdere onderzoeken wordt ook de positieve waarde van groen en een vrij uitzicht op het mentaal welbevinden beschreven. Wel blijkt uit de literatuur dat de binding met de grond vanaf de 5e verdieping verloren gaat. Om het mentaal welbevinden en de sociale cohesie te verbeteren worden veel praktische adviezen gegeven in de literatuur. In de literatuuronderzoeken komen sommige algemene adviezen meermaals naar voren, waaronder (dit is uitsluitend een opsomming waarvoor geen vergelijking in bewijslast is toegepast):

- **Vooraf nadenken over welke doelgroep het hoogbouwcomplex gaat bewonen of welke doelgroep je aan wil trekken.**

Daarbij kunnen de toekomstontwikkelingen (familievriendelijke hoogbouw, meer jonge alleenstaanden en ouderen) meegenomen worden. Voor iedere doelgroep gelden namelijk aandachtspunten in het ontwerp van het gebouw en de omgeving. Bijvoorbeeld voor ouderen zijn maatregelen om oververhitting en eenzaamheid tegen te gaan nog belangrijker.

- **In de ontwerpfase aandacht besteden aan factoren die het mentaal welbevinden van de bewoners positief beïnvloed.**

Gebruik hiervoor ter inspiratie de beleidsrichtlijnen uit The High Life studie (zie Figuur 4 en Figuur 5) en suggesties van de Nederlandse professionals (zie Figuur 6). Creëer met name uitnodigende lobby's en gedeelde ruimtes. Hierdoor neemt de sociale interactie en cohesie toe. De gedeelde ruimtes dienen groot genoeg, divers, toegankelijk en zichtbaar te zijn. Ook kunnen hier activiteiten georganiseerd worden.

- In een aantal studies wordt ook **het mixen van bewoners van een lage SEP, hoge SEP, (sociale) huur en koop met elkaar in een hoogbouwcomplex** benoemd. Inclusief het verspreiden over de verschillende verdiepingen.

In de literatuur zijn de genoemde voordelen daarvan: voordeel van koopwoningen op de sociale cohesie en het gelijk verdelen van de impact van de milieufactoren geluid en luchtverontreiniging. Terwijl in de literatuur ook benoemd wordt dat het aanwezig zijn van meerdere etniciteiten het sociaal contact kan beperken en dat hoger opgeleiden minder contact hebben met de burens.

4.2 Discussie

Naast deze bevindingen afkomstig uit de literatuur heeft de desktopstudie een aantal beperkingen, namelijk:

- Het is een praktisch ingestoken literatuuronderzoek, waarbij mogelijk niet alle wetenschappelijke en grijze literatuur geïnccludeerd is.
- Niet alle thema's op het gebied van milieu en gezondheid zijn bekeken. De thema's groen, lichtvervuiling, windhinder, radon, verspreiding van infectieziekten en muggen, klimaat en geluidhinder van andere bronnen (binnenshuis) zijn niet meegenomen. Bijvoorbeeld voor windhinder kan onderscheid gemaakt worden in het bewegen van het gebouw door harde wind waardoor mensen zich oncomfortabel of angstig kunnen voelen (73), of het optreden van windvlagen op straat door de aanwezigheid van hoogbouwcomplexen of het produceren van geluid doordat de wind langs het gebouw of balkon giert. Ook naar bijvoorbeeld geluid binnenshuis (liften, riolering, burengeluid) kan verder onderzoek gedaan worden. Er zijn namelijk aanwijzingen dat geluidhinder door burens, zoals lopen/voetstappen, hinderlijker is dan geluidhinder van verkeer (23,27).
- De conclusie over de verticale verspreiding van het geluidniveau is gebaseerd op een beperkt aantal onderzoeken (metingen en modelleringen), waarbij een systematische review en onderzoek in Nederland ontbreken.
- Voor het beantwoorden van de vraag wat de invloed is van hitte in een hoogbouwcomplex is een aparte onderzoeksvraag nodig, omdat diverse thema's overlappen (wind, schaduw, zon, groen) en het ontwerp plus bouwmaterialen een grote rol speelt waarvoor technische kennis vereist is.
- Veel onderzoeken zijn uitgevoerd in Azië. Zowel de cultuur, het klimaat, de belasting van de milieufactoren en inrichting van de stad zijn niet geheel vergelijkbaar met Nederland. Bijvoorbeeld het tropisch klimaat in sommige Aziatische landen (hoge temperaturen, hoge luchtvochtigheid, andere zonbelasting) kan van invloed zijn op de thema's groen, hitte en wind waardoor de uitkomsten in Nederland/Europa anders kunnen zijn.
- Wetenschappelijke onderzoeken zijn meestal uitsluitend uitgevoerd door onderzoekers, terwijl een multidisciplinaire aanpak ook gewenst kan zijn. Bijvoorbeeld ontwikkelaars, planologen, stedenbouwkundigen en architecten hebben zowel kennis als invloed op factoren die een rol spelen bij het wonen op hoogte en de gezondheid van bewoners.

Vervolg

Als we de resultaten uit deze desktopstudie samennemen met de beperkingen, zijn verschillende vervolgstappen mogelijk. Bijvoorbeeld een apart literatuuronderzoek naar de thema's die buiten de scope van deze desktopstudie vallen, maar wel relevant zijn voor hoogbouw (denk aan geluid binnen het hoogbouwcomplex, windhinder of hitte). Ook kan onderzoek en/of interviews met betrokken deskundigen (architecten, planologen, stedenbouwkundigen, sociologen, bewoners ed.) opgezet worden om samen te werken om de sociale cohesie en het mentaal welbevinden in een stad met hoogbouw te verbeteren. Daarin kan bijvoorbeeld gekeken worden naar het gebruik van gemeenschappelijke ruimtes of het effect van wel/niet mixen van diverse bewoners over een hoogbouwcomplex. Voor de GGD-praktijk kan het ook nuttig zijn om te onderzoeken of en in hoeverre beleidsmakers rekening houden met diverse thema's die een rol spelen bij hoogbouw. Er is bijvoorbeeld regelgeving

voor bezonning en daglichttoetreding en via Stacks kunnen mogelijk ook modelberekeningen gemaakt worden voor de verticale verspreiding van luchtverontreinigende stoffen (85,86).

Met deze desktopstudie is een eerste aanzet gedaan om de volgende vragen uit de praktijk te beantwoorden: welke gezondheidsaspecten spelen een rol bij hoogbouw, in welke mate en vanaf welke hoogte treden de effecten op, bestaat er een optimale hoogte, wat is de menselijke maat en welke adviezen kan de GGD vanuit gezondheid meegeven. Dit rapport kan ondersteuning bieden aan GGD-collega's in de advisering rondom hoogbouw. Vervolgens kan samen met GGD-collega's en/of deskundigen uit de praktijk verder nagedacht worden over eventuele vervolgstappen.

HOOFDSTUK 5 BRONNEN

1. Tilburg. Handreiking Hoogbouw, mei 2017, reparatie juni 2023 [Internet]. [geciteerd 26 maart 2025]. Beschikbaar op: <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR701774/1>
2. Gemeente Rotterdam [Internet]. [geciteerd 26 maart 2025]. Hoogbouwvisie. Beschikbaar op: <https://www.rotterdam.nl/hoogbouwvisie>
3. Hoogbouwbeleid | gemeente Utrecht [Internet]. [geciteerd 26 maart 2025]. Beschikbaar op: <https://omgevingsvisie.utrecht.nl/thematisch-beleid/hoogbouw>
4. Hoogbouwvisie Amersfoort_1.pdf [Internet]. [geciteerd 26 maart 2025]. Beschikbaar op: https://www.amersfoort.nl/sites/default/files/Hoogbouwvisie%20Amersfoort_1.pdf
5. wetten.nl - Regeling - Besluit bouwwerken leefomgeving - BWBR0041297 [Internet]. [geciteerd 26 maart 2025]. Beschikbaar op: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0041297/2025-01-01>
6. Tevredenheid en woonwensen hoogbouwbewoners Als je eenmaal hoog hebt gewoond, kies je daarna weer voor hoogbouw? [Internet]. [geciteerd 26 maart 2025]. Beschikbaar op: <https://www.zichtopnl.nl/documenten/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=2745078>
7. Het CCV [Internet]. 2023 [geciteerd 26 maart 2025]. Veiligheidsuitdagingen in de verticale stad. Beschikbaar op: <https://hetccv.nl/themas/integraal-veiligheidsbeleid/veiligheidseffectrapportage/veiligheidsuitdagingen-in-de-verticale-stad/>
8. NPO Radio 1 [Internet]. [geciteerd 26 maart 2025]. Hoogbouw en woontorens: Hoe maak je een gebied waar mensen graag willen wonen? Beschikbaar op: <https://www.nporadio1.nl/nieuws/wetenschap-techniek/6a665976-065a-4c00-a554-8c52c7c152db/hoogbouw-en-woontorens-hoe-maak-je-een-gebied-waar-mensen-graag-wonen>
9. NEMOKennislink [Internet]. [geciteerd 26 maart 2025]. De hoogte in voor nieuwe woningen. Beschikbaar op: <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/de-hoogte-in-voor-nieuwe-woningen/>
10. sk8tervd. Hoe is het om in een hoog gebouw te wonen? [Internet]. r/nederlands. 2024 [geciteerd 26 maart 2025]. Beschikbaar op: www.reddit.com/r/nederlands/comments/1ekgstk/hoe_is_het_om_in_een_hoog_gebouw_te_wonen/
11. Chung WK, Lin M, Chau CK, Masullo M, Pascale A, Leung TM, e.a. On the study of the psychological effects of blocked views on dwellers in high dense urban environments. *Landsc Urban Plan.* 1 mei 2022;221:104379.
12. Alam P, Ahmad K, Khan AH, Khan NA, Dehghani MH. 2D and 3D mapping of traffic induced noise near major roads passing through densely populated residential area of South Delhi, India. *PloS One.* 2021;16(3):e0248939.

13. Benocci R, Bisceglie A, Angelini F, Zambon G. Influence of traffic noise from local and surrounding areas on high-rise buildings. *Appl Acoust.* 1 september 2020;166:107362.
14. Cai C, Mak CM, He X. Analysis of urban road traffic noise exposure of residential buildings in hong kong over the past decade. *Noise Health.* 2019;21(101):142-54.
15. Huang B, Pan Z, Liu Z, Hou G, Yang H. Acoustic amenity analysis for high-rise building along urban expressway: Modeling traffic noise vertical propagation using neural networks. *Transp Res Part Transp Environ.* 1 juni 2017;53:63-77.
16. Lee CH, Kanapathipillai S. Noise level variation in the CBD with height. 2011;
17. Sotiropoulou A, Karagiannis I, Vougioukas E, Ballis A, Bouki A. Measurements and prediction of road traffic noise along high-rise building façades in Athens. *Noise Mapp.* 1 januari 2020;7(1):1-13.
18. Wu J, Zou C, He S, Sun X, Wang X, Yan Q. Traffic noise exposure of high-rise residential buildings in urban area. *Environ Sci Pollut Res.* 1 maart 2019;26(9):8502-15.
19. Yu H, Li A. Assessing Traffic Noise and Its Impact on High-Rise Apartment Buildings Adjacent to an Urban Expressway: A Case Study in Chengdu, China. *Buildings.* mei 2024;14(5):1377.
20. Zhao WJ, Liu EX, Poh HJ, Wang B, Gao SP, Png CE, e.a. 3D traffic noise mapping using unstructured surface mesh representation of buildings and roads. *Appl Acoust.* december 2017;127:297-304.
21. Alam SM, Eang LS, Tan A, Tiong TS. An investigation of community noise in high-rise residential environments. *J Acoust Soc Am.* juni 2010;127(6):3511-8.
22. Chen K, Kang J, Ma H. Effects of sound-source characteristics and personal factors on the perceived controllability of indoor acoustic environments in high-rise multi-unit residences. *Build Environ.* 1 oktober 2024;264:111935.
23. Chen S, He P, Yu B, Wei D, Chen Y. The challenge of noise pollution in high-density urban areas: Relationship between 2D/3D urban morphology and noise perception. *Build Environ.* 1 april 2024;253:111313.
24. Chung WK, Chau CK, Masullo M, Pascale A. Modelling perceived oppressiveness and noise annoyance responses to window views of densely packed residential high-rise environments. *Build Environ.* 15 juni 2019;157:127-38.
25. Tang SK. A Review on Natural Ventilation-enabling Façade Noise Control Devices for Congested High-Rise Cities. *Appl Sci.* februari 2017;7(2):175.
26. Foster S, Kleeman A. The High Life: Could apartment design policy improve residents' health and wellbeing? [Internet]. RMIT University; [geciteerd 27 maart 2025]. Beschikbaar op: <https://cur.org.au/project/high-life-study/>
27. Hooper P, Kleeman A, Edwards N, Bolleter J, Foster S. The architecture of mental health: identifying the combination of apartment building design requirements for positive

- mental health outcomes. *Lancet Reg Health – West Pac* [Internet]. 1 augustus 2023 [geciteerd 27 maart 2025];37. Beschikbaar op: [https://www.thelancet.com/journals/lanwpc/article/PIIS2666-6065\(23\)00125-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanwpc/article/PIIS2666-6065(23)00125-6/fulltext)
28. GGD-richtlijn medische milieukunde: omgevingsgeluid en gezondheid | RIVM [Internet]. [geciteerd 26 maart 2025]. Beschikbaar op: <https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-mmk-omgevingsgeluid>
29. GGD-richtlijn medische milieukunde: Luchtkwaliteit en gezondheid | RIVM [Internet]. [geciteerd 17 maart 2025]. Beschikbaar op: <https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-luchtkwaliteit-en-gezondheid>
30. Roostaei V, Gharibzadeh F, Shamsipour M, Faridi S, Hassanvand MS. Vertical distribution of ambient air pollutants (PM_{2.5}, PM₁₀, NO_X, and NO₂); A systematic review. *Heliyon* [Internet]. 15 november 2024 [geciteerd 13 maart 2025];10(21). Beschikbaar op: [https://www.cell.com/heliyon/abstract/S2405-8440\(24\)15757-X](https://www.cell.com/heliyon/abstract/S2405-8440(24)15757-X)
31. Wenner MM, Ries-Roncalli A, Whalen MCR, Jing P. The Relationship between Indoor and Outdoor Fine Particulate Matter in a High-Rise Building in Chicago Monitored by PurpleAir Sensors. *Sensors*. januari 2024;24(8):2493.
32. Huang Y, Lei C, Liu CH, Perez P, Forehead H, Kong S, e.a. A review of strategies for mitigating roadside air pollution in urban street canyons. *Environ Pollut Barking Essex* 1987. 1 juli 2021;280:116971.
33. Rijkswaterstaat. Klimaatadaptatie. Rijkswaterstaat; [geciteerd 27 maart 2025]. Schaduw op gebouw. Beschikbaar op: <https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/bepalen-gevolgen/wonen-werken/schaduw-gebouw/>
34. Gee A. Buildings are a hidden source of extreme heat in India. Can better design solve the problem? [Internet]. Global Center on Adaptation. 2019 [geciteerd 31 maart 2025]. Beschikbaar op: <https://gca.org/buildings-are-a-hidden-source-of-extreme-heat-in-india-can-better-design-solve-the-problem/>
35. Wang M, Xu H. The impact of building height on urban thermal environment in summer: A case study of Chinese megacities. *PloS One*. 2021;16(4):e0247786.
36. Jani DM, Mohd WMNW, Salleh SA. Effects of High-Rise Residential Building Shape and Height on the Urban Microclimate in a Tropical Region. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. mei 2021;767(1):012031.
37. Lomas KJ. Summertime overheating in dwellings in temperate climates. *Build Cities* [Internet]. 27 mei 2021 [geciteerd 31 maart 2025];2(1). Beschikbaar op: <https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.128>
38. Aflaki A, Mahyuddin N, Manteghi G, Baharum M. Building Height Effects on Indoor Air Temperature and Velocity in High Rise Residential Buildings in Tropical Climate [Internet]. Rochester, NY: Social Science Research Network; 2014 [geciteerd 8 januari 2025]. Beschikbaar op: <https://papers.ssrn.com/abstract=2503559>

39. Bansal S, Lim JT, Chong CS, Dickens B, Ng Y, Deng L, e.a. Effectiveness of Wolbachia-mediated sterility coupled with sterile insect technique to suppress adult *Aedes aegypti* populations in Singapore: a synthetic control study. *Lancet Planet Health*. september 2024;8(9):e617-28.
40. Salameh M, Elkhazindar A, Touqan B. The effect of building height on thermal properties and comfort of a housing project in the hot arid climate of the UAE. *Front Built Environ* [Internet]. 3 mei 2023 [geciteerd 31 maart 2025];9. Beschikbaar op: <https://www.frontiersin.org/journals/built-environment/articles/10.3389/fbuil.2023.1174147/full>
41. Tian Y, Zhou W, Qian Y, Zheng Z, Yan J. The effect of urban 2D and 3D morphology on air temperature in residential neighborhoods. *Landsc Ecol*. 1 mei 2019;34(5):1161-78.
42. Chan TCY. Rise and Shock: Optimal Defibrillator Placement in a High-rise Building. *Prehosp Emerg Care*. 2017;21(3):309-14.
43. Han MX, Yeo ANWT, Ong MEH, Smith K, Lim YL, Lin NH, e.a. Cardiac Arrest Occurring in High-Rise Buildings: A Scoping Review. *J Clin Med*. 13 oktober 2021;10(20):4684.
44. Lateef F, Anantharaman V. Delays in the EMS response to and the evacuation of patients in high-rise buildings in Singapore. *Prehosp Emerg Care*. 2000;4(4):327-32.
45. Morrison LJ, Angelini MP, Vermeulen MJ, Schwartz B. Measuring the EMS patient access time interval and the impact of responding to high-rise buildings. *Prehosp Emerg Care*. 2005;9(1):14-8.
46. Sohn Y, Cho Y, Cho G, Korean Cardiac Arrest Consortium. Neurological outcomes after an out-of-hospital cardiac arrest among people living in high-rise buildings in South Korea. *Eur J Emerg Med Off J Eur Soc Emerg Med*. juni 2020;27(3):207-12.
47. Drennan IR, Strum RP, Byers A, Buick JE, Lin S, Cheskes S, e.a. Out-of-hospital cardiac arrest in high-rise buildings: delays to patient care and effect on survival. *CMAJ Can Med Assoc J J Assoc Medicale Can*. 5 april 2016;188(6):413-9.
48. Silverman RA, Galea S, Blaney S, Freese J, Prezant DJ, Park R, e.a. The 'vertical response time': barriers to ambulance response in an urban area. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. september 2007;14(9):772-8.
49. Ting PZY, Ho AFW, Lin X, Shahidah N, Blewer A, Ng YY, e.a. Nationwide trends in residential and non-residential out-of-hospital cardiac arrest and differences in bystander cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. juni 2020;151:103-10.
50. Kobayashi D, Kitamura T, Kiyohara K, Nishiyama C, Hayashida S, Fujii T, e.a. High-rise buildings and neurologically favorable outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *Int J Cardiol*. 1 december 2016;224:178-82.
51. Hartstichting [Internet]. [geciteerd 27 maart 2025]. Word burgerhulpverlener en kom in actie. Beschikbaar op: <https://www.hartstichting.nl/help-mee-met-tijd/reanimatie/word-burgerhulpverlener>

52. Wielen DA van der. NU. 2025 [geciteerd 27 maart 2025]. Steeds vaker reanimeert burgerhulpverlener al vóór de ambulance er is. Beschikbaar op: <https://www.nu.nl/binnenland/6344024/steeds-vaker-reanimeert-burgerhulpverlener-al-voor-de-ambulance-er-is.html>
53. Hon KL. Dying with parents: an extreme form of child abuse. *World J Pediatr WJP*. augustus 2011;7(3):266-8.
54. Chen YY, Yeung CY, Yip PSF. Exploring the link between the increase in high-rise buildings and youth jumping suicide in Taiwan: A longitudinal study. *Suicide Life Threat Behav*. februari 2024;54(1):167-72.
55. Wang M, Ching CK. Pattern of coroner's autopsies at Health Sciences Authority, Singapore: a retrospective study (2009-2010). *Med Sci Law*. juli 2013;53(3):149-53.
56. Wong PWC, Caine ED, Lee CKM, Beautrais A, Yip PSF. Suicides by jumping from a height in Hong Kong: a review of coroner court files. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*. februari 2014;49(2):211-9.
57. Panczak R, Galobardes B, Spoerri A, Zwahlen M, Egger M. High life in the sky? Mortality by floor of residence in Switzerland. *Eur J Epidemiol*. juni 2013;28(6):453-62.
58. Ginos BNR, Voortman T, Ikram MA. Vertical Living and Longevity: Examining Mortality by Floor of Residence in an Elderly Population. *J Urban Health Bull N Y Acad Med*. december 2024;101(6):1200-6.
59. Rohde MK, Aamodt G. The Association between Residence Floor Level and Cardiovascular Disease: The Health and Environment in Oslo Study. *J Environ Public Health*. 2016;2016(1):2951658.
60. Verhaeghe PP, Coenen A, Van de Putte B. Is Living in a High-Rise Building Bad for Your Self-Rated Health? *J Urban Health Bull N Y Acad Med*. oktober 2016;93(5):884-98.
61. Pharos [Internet]. [geciteerd 24 april 2025]. Sociaal economische Gezondheidsverschillen (SEGV). Beschikbaar op: <https://www.pharos.nl/factsheets/sociaaleconomische-gezondheidsverschillen-segv/>
62. Panczak R, Galobardes B, Spoerri A, Zwahlen M, Egger M. High life in the sky? Mortality by floor of residence in Switzerland. *Eur J Epidemiol*. 2013;28(6):453-62.
63. (PDF) Urbanicity and Mental Health in Europe: A Systematic Review. ResearchGate [Internet]. [geciteerd 24 april 2025]; Beschikbaar op: https://www.researchgate.net/publication/259561814_Urbanicity_and_Mental_Health_in_Europe_A_Systematic_Review
64. Destoop M. Urban mental health. *Tijdschr Voor Psychiatr*. 8 augustus 2023;(7):399-400.
65. Larcombe DL, van Etten E, Logan A, Prescott SL, Horwitz P. High-Rise Apartments and Urban Mental Health—Historical and Contemporary Views. *Challenges*. december 2019;10(2):34.

66. He X. Study of Interior Public Spaces for the Promotion of Social Interaction in High-rise Residential Buildings. Theses [Internet]. 1 oktober 2018; Beschikbaar op: <https://repository.rit.edu/theses/9974>
67. Abramova S, Antonova N, Polyakova V. Living in a High-Rise Apartment Building: Fears and Anxieties of Young People. IOP Conf Ser Mater Sci Eng. maart 2021;1079(5):052055.
68. Chatterjee DM. Consequences of living in high rise buildings: A study on elderly residents of Kolkata.
69. Ji Q, Yin M, Li Y, Zhou X. Exploring the influence path of high-rise residential environment on the mental health of the elderly. Sustain Cities Soc. 1 november 2023;98:104808.
70. Ho HC, Lau KKL, Yu R, Wang D, Woo J, Kwok TCY, e.a. Spatial Variability of Geriatric Depression Risk in a High-Density City: A Data-Driven Socio-Environmental Vulnerability Mapping Approach. Int J Environ Res Public Health. 31 augustus 2017;14(9):994.
71. Nguyen L, van den Berg P, Kemperman A, Mohammadi M. Where do People Interact in High-Rise Apartment Buildings? Exploring the Influence of Personal and Neighborhood Characteristics. Int J Environ Res Public Health. januari 2020;17(13):4619.
72. Barros P, Ng Fat L, Garcia LMT, Slovic AD, Thomopoulos N, de Sá TH, e.a. Social consequences and mental health outcomes of living in high-rise residential buildings and the influence of planning, urban design and architectural decisions: A systematic review. Cities. 1 oktober 2019;93:263-72.
73. Kalantari S, Shepley M. Psychological and social impacts of high-rise buildings: a review of the post-occupancy evaluation literature. Hous Stud. 22 oktober 2021;36(8):1147-76.
74. Socially-oriented__high-rise_design.pdf [Internet]. [geciteerd 4 februari 2025]. Beschikbaar op: https://frw.studenttheses.ub.rug.nl/3371/1/Socially-oriented__high-rise_design.pdf
75. Lee NI, Mohd Noor MZ, Ma'rof AA. Addressing Social Isolation in High-Rise Residential Buildings in Kuala Lumpur. Int J Acad Res Bus Soc Sci. 9 december 2024;14(12):Pages 539-551.
76. Dwijendra NKA, Akhmadeev R, Tumanov D, Kosov M, Shoar S, Banaitis A. Modeling Social Impacts of High-Rise Residential Buildings during the Post-Occupancy Phase Using DEMATEL Method: A Case Study. Buildings. november 2021;11(11):504.
77. Nguyen LP, van den Berg PE, Kemperman AD, Mohammadi M. Social impacts of living in high-rise apartment buildings: The effects of buildings and neighborhoods. J Urban Aff. 0(0):1-22.
78. Dominguez S. Living up, of living apart? Addressing the Social Consequences of High-Rise Living.
79. Noordenbos S. Social cohesion and interaction in high rise buildings.

80. Regmi S, Bajracharya AR. Social Interaction in High-Rise Apartment: Architectural and Communal Perspective - A case of Merocity Apartment, Lalitpur.
81. Barrie H, McDougall K, Miller K, Faulkner D. The social value of public spaces in mixed-use high-rise buildings. Build Cities [Internet]. 31 augustus 2023 [geciteerd 4 februari 2025];4(1). Beschikbaar op: <https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.339>
82. Yao Y. High – rise Housing and Social Interaction Study under Current Chinese High-rise Residential Situation. Theses [Internet]. 1 april 2020; Beschikbaar op: <https://repository.rit.edu/theses/10353>
83. Joseph M, Chaskin R. Living in a mixed-income development: resident perceptions of the benefits and disadvantages of two developments in Chicago. Urban Stud Edinb Scotl. 2010;47(11):2347-66.
84. Appartementen: hoe hoger, hoe duurder - Kadaster.nl zakelijk [Internet]. [geciteerd 19 maart 2025]. Beschikbaar op: <https://www.kadaster.nl/-/appartementen-hoe-hoger-hoe-duurder>
85. Rijkswaterstaat. Informatiepunt Leefomgeving. Rijkswaterstaat; [geciteerd 22 april 2025]. Bezonnig: zonlicht en schaduw. Beschikbaar op: <https://iplo.nl/thema/licht/bezonnig/>
86. Luchtkwaliteit rond voorgenomen nieuwbouw Schieveste: fase 1-fase5 [Internet]. [geciteerd 22 april 2025]. Beschikbaar op: <https://www.commissiener.nl/projectdocumenten/00007690.pdf>

HOOFDSTUK 6 BIJLAGEN

Bijlage 1. Artikelen geluid

Auteur en jaartal	Titel	Doel	Type	Locatie
P. Alam et al (2021)	2D and 3D mapping of traffic induced noise near major roads passing through densely populated residential area of South Delhi, India	To explore noise levels in both horizontal and vertical directions near roads surrounded by high-rise buildings.	Measurements, noise mapping	Azië
S.K. Alam et al (2010)	An investigation of community noise in high-rise residential environments	To investigate the disturbance or annoyance associated with these community noise sources, a comprehensive noise survey, using a cluster sampling technique, was carried out in five residential towns in Singapore	Cross-sectional, measurements	Azië
R. Benocci et al (2020)	Influence of traffic noise from local and surrounding areas on high-rise buildings	Show results of noise measurements at three sites at different heights to observe the pattern of the noise profiles	Measurements	EU
C. Cai et al (2020)	Analysis of Urban Road Traffic Noise Exposure of Residential Buildings in Hong Kong Over the Past Decade	Aims to assess the road traffic noise exposure of residential buildings over the past decade	Measurements	Azië
K. Chen et al (2024)	Effects of sound-source characteristics and personal factors on the perceived controllability of indoor acoustic environments in high-rise multi-unit residences	Investigated the effects of sound-source characteristics and personal factors on the perceived controllability of indoor acoustic environments in high-rise multi-unit residences	Experiment	Azië
S. Chen et al (2024)	The challenge of noise pollution in high-density urban areas: Relationship between 2D/3D urban morphology and noise perception	Reveals the relationship between urban morphology and noise-perceived environmental quality from the perspective of cities to provide references for future cities with high density	Retrospective cohort study	Noord-Amerika
W.K. Chung et al (2019)	Modelling perceived oppressiveness and noise annoyance responses to window views of densely packed residential high-rise environments	Studies the effects of densely packed high-rise residential settings on human perceptions of oppressiveness and annoyance induced by road traffic noise	Experiment	Azië
B. Huang et al (2017)	Acoustic amenity analysis for high-rise building along urban expressway: Modeling traffic noise vertical propagation using neural networks	The main objective of this study is to analyze acoustic amenity and develop noise analysis model for high-rise buildings, especially those along urban expressway	Retrospective cohort study, measurements	Azië
C.H. Lee et S. Kanapathipillai (2011)	Noise level variation in the CBD with height	As the vertical propagation of noise is largely ignored in traditional measurements, the aim of this study was to investigate this propagation and possibly determine a general trend	Measurements, model	AUS

A. Sotiropoulou et al (2020)	Measurements and prediction of road traffic noise along high-rise building façades in Athens	The aim was to test the accuracy of this model in predicting the vertical distribution (mapping) of traffic noise along such building façades	Measurements, model	EU
S.K. Tang (2017)	A Review on Natural Ventilation-Enabling Façade Noise Control Devices for Congested High-Rise Cities	This review summarizes the current status of the research and development of natural ventilation-enabling noise control devices for use on the façades of high-rise residential buildings in congested cities	Descriptive literature review	World
J. Wu et al (2019)	Traffic noise exposure of high-rise residential buildings in urban area	Three buildings were selected to conduct traffic noise measurements, and the questionnaire about traffic noise impact on human being was completed	Cross-sectional, measurements	Azië
H. Yu et al (2024)	Assessing Traffic Noise and Its Impact on High-Rise Apartment Buildings Adjacent to an Urban Expressway: A Case Study in Chengdu, China	To gain a comprehensive understanding of how expressway traffic noise impacts the living environment of adjacent high-rise apartments, thorough field investigations and analyses have been conducted	Cross-sectional, measurements	Azië
W.K. Zhao et al (2017)	3D traffic noise mapping using unstructured surface mesh representation of buildings and roads	A method is presented for three-dimensional (3D) road traffic noise mapping with unstructured surface meshes of buildings and roads.	Measurements, model	Azië

Bijlage 2. Artikelen luchtkwaliteit

Auteur en jaartal	Titel	Doel	Type	Locatie
V. Roostaei et al (2024)	Vertical distribution of ambient air pollutants (PM2.5, PM10, NOX, and NO2); A systematic review	Understanding of the vertical distribution of air pollutant concentrations (PM2.5, PM10, NOX, and NO2) and the influencing factors.	Systematic review	World
M. Wenner et al (2024)	The Relationship between Indoor and Outdoor Fine Particulate Matter in a High-Rise Building in Chicago Monitored by PurpleAir Sensors	Examines the variation in fine particulate matter (PM2.5) concentrations across building stories in- and outdoor	Measurements	Noord-Amerika

Bijlage 3. Artikelen hitte

Auteur en jaartal	Titel	Doel	Type	Locatie
A. Aflaki et al (2014)	Building height effects on indoor air temperature and velocity in high rise residential buildings in tropical climate	Current study looks into the impact of building heights on the indoor air temperature and velocity and indicates that how this building character influences on indoor thermal condition.	Measurements	Azië
A. Bansal et al (2023)	Selecting a Suitable Flat in a High-Rise Apartment by Evaluation of Heat, Light, and Ventilation	A simulation was made and an analysis on the effects of HLTV was performed for a symmetrical 10-storey building with adjacent buildings	Model	Azië

D.M. Jani et al (2021)	Effects of High-Rise Residential Building Shape and Height on the Urban Microclimate in a Tropical Region	The study aims to determine the effects of different building shapes and heights on the microclimate of high-rise buildings in Ara Damansara	Model	Azië
J. Kim et al (2025)	Analyzing the cooling effect, thermal comfort, and energy consumption of integrated arrangement of high-rise buildings and green spaces on urban heat island	This study ultimately seeks to suggest practical guidelines for green space and high-rise building development plans for sustainable urban development.	Model	Azië
L.Li et al (2024)	Influence of view factors on outdoor thermal comfort of residential areas in hot-humid regions	To investigate the influence of view factors on outdoor thermal comfort in residential areas	Cross-sectional, measurements	Azië
W. Li et al (2022)	Study on Relationship between Shading and Outdoor Air Temperature Based on the Comparison of Two High-Rise Residential Estates with Field Measurements	This study investigates the relationship between outdoor air temperature and different types of shading from a quantitative perspective in high-rise residential estates in Beijing	Measurements	Azië
K.J. Lomas (2021)	Summertime overheating in dwellings in temperate climates	This briefing note presents current knowledge about this problem and what might be done about it.	Descriptive literature review, expert opinion	EU
M. Salameh et al (2023)	The effect of building height on thermal properties and comfort of a housing project in the hot arid climate of the UAE	The main aim of this study is to examine the thermal effect of the variations in the height of housing buildings on the urban layout and canyons in the hot arid climate of the UAE.	Measurements, model	Azië
Y. Tian et al (2019)	The effect of urban 2D and 3D morphology on air temperature in residential neighborhoods	This study aims to answer two questions: (1) Does air temperature vary in neighborhoods with different morphology? (2) If so, how does the 2D (horizontal) and 3D (vertical) morphology affect air temperature?	Measurements, model	Azië
M. Wang et H. Zu (2021)	The impact of building height on urban thermal environment in summer: A case study of Chinese megacities	The quantitative relationship between the spatial variation of building's height and the associated land surface temperature (LST) change in six Chinese megacities is investigated in this paper	Measurements	Azië

Bijlage 4. Artikelen medische aandoeningen

Auteur en jaartal	Titel	Doel	Type	Locatie
F. Lateef (2000)	Delays in the EMS response to and the evacuation of patients in high-rise buildings in Singapore	Estimate the arrival to patient contact delay and evacuating them in high rise versus ground level	Prospective study	Azië
K.L. Hon (2011)	Dying with parents: an extreme form of child abuse	Summarize possible risk factors involving filicide	Retrospective cohort study	Azië

Y.Y. Chen et al (2023)	Exploring the link between the increase in high-rise buildings and youth jumping suicide in Taiwan: A longitudinal study	Examination of whether the increase in high-rise buildings in Taiwan between 2010 and 2021 was associated with the rise in jumping suicide rates in youths	Retrospective cohort study	Azië
R. Panczak et al (2013)	High life in the sky? Mortality by floor of residence in Switzerland	Examine the association of the floor of residence on all-cause and cause specific mortality in Switzerland.	Retrospective cohort study	EU
L.J. Morrison (2009)	Measuring the EMS patient access time and the impact of responding to high-rise buildings.	Compare the patient access time intervals for patients located three or more floors above ground with those less than three floors above or below ground, and specifically in the apartment subgroup; and to identify barriers that significantly impede EMS access to patients in high-rise apartments	Cross-sectional study	Noord-Amerika
P.Z.Y. Ting et al (2020)	Nationwide trends in residential and non-residential out-of-hospital cardiac arrest and differences in bystander cardiopulmonary resuscitation	Evaluate the characteristics, processes-of-care and outcome differences between residential and non-residential OHCA	Cross-sectional study	Azië
Y. Sohn et al (2019)	Neurological outcomes after an out-of-hospital cardiac arrest among people living in high-rise buildings in South Korea	Aimed to compare neurological outcomes in people who had had an out-of-hospital cardiac arrest, according to their floor of residence.	Retrospective cohort study	Azië
I.R. Drennen et al (2016)	Out-of-hospital cardiac arrest in high-rise buildings: delays to patient care and effect on survival	Examined the relation between floor of patient contact and survival after cardiac arrest in residential buildings	Retrospective cohort study	Noord-Amerika
T. Chan (2016)	Rise and Shock: Optimal Defibrillator Placement in a High-rise Building	Aim to determine whether elevator-based or lobby-based AED placement results in shorter vertical distance travelled ("response distance") to OHCA's in a high-rise building.	Model	x
P.W.C. Wong et al (2013)	Suicides by jumping from a height in Hong Kong: a review of coroner court files	Exploring the ecological factors associated with these deaths and the personal characteristics of persons who jumped to their death	Retrospective cohort study	Azië
R.A. Silverman et al (2007)	The "Vertical Response Time": Barriers to Ambulance Response in an Urban Area	To measure the time interval from arrival on-scene to the patient in a large metropolitan area and to identify barriers to emergency medical services arrival.	Prospective cohort study	Noord-Amerika
B.N.R. Ginos et al (2024)	Vertical Living and Longevity: Examining Mortality by Floor of Residence in an Elderly Population	Examined associations between floor and mortality among elderly residents of a neighborhood of Rotterdam,	Prospective cohort study	NL

M.K. Rohde et G. Aamodt (2016)	The Association between Residence Floor Level and Cardiovascular Disease: The Health and Environment in Oslo Study	We studied associations between floor of bedroom and self-reported history of stroke, venous thromboembolism(VTE), and intermittent claudication (IC) among 12.525 inhabitants	Cross-sectional study	EU
M.X. Han et al (2021)	Cardiac Arrest Occurring in High-Rise Buildings: A Scoping Review	Aimed to map the body of literature pertaining to OHCA in high-rise settings in order to clarify concepts and understanding and to identify knowledge gaps	Descriptive literature review	World
Kobayashi et al (2016)	High-rise buildings and neurologically favorable outcome after out-of-hospital cardiac arrest.	Assessing the association between the floor where patients reside and neurologically favorable outcome after OHC	Prospective cohort study	Azië
P.P. Verhaeghe et al (2016)	Is Living in a High-Rise Building Bad for Your Self-Rated Health?	Examines the relationship between living in high-rise buildings and self-rated health in Belgium	Cross sectional study	EU

Bijlage 5. Artikelen mentaal welbevinden

Auteur en jaartal	Titel	Doel	Type	Locatie
M. Chatterjee (2007)	Consequences of living in high rise buildings: A study on elderly residents of Kolkata	Verify hypotheses: high rise dwellers perceive housing environment as unfavourable, feel depressed and feel lonely in 60+	Cross sectional study	Azië
J. Qunfeng et al (2023)	Exploring the influence path of high-rise residential environment on the mental health of the elderly	Explore how the mental health of elderly individuals is affected by the high-rise residential environment in China by examining the influence mechanism and identifying the path of influence.	Cross sectional study	Azië
R. Mazumder et al (?)	Exposure to High-Rise Buildings Negatively Influences Affect: Evidence from Real World and 360-degree Video	Quantify the physiological and psychological impacts of being in the presence of high-rise buildings in Central London	Experiment	EU
D.L. Larcombe et al (2019)	High-Rise Apartments and Urban Mental Health—Historical and Contemporary Views	We summarise the evidence for links between stress and social wellbeing in city settings, specifically the relationships between high-rise living and social wellbeing and occupant's stress levels, and their influence on mental health	Literature review	World
T. Huang et al (2021)	INFLUENCE OF URBAN SUPER HIGH RISE BUILDING PLANNING ON PEOPLE'S MENTAL HEALTH AND COUNTERMEASURES	analyzing the influence of urban high-rise building planning on people's mental health	Cross sectional study	Azië
P.P. Verhaeghe et al (2016)	Is Living in a High-Rise Building Bad for Your Self-Rated Health?	examines the relationship between living in high-rise buildings and self-rated health in Belgium	Cross sectional study	EU

S. Abramova et al (2020)	Living in a High-Rise Apartment Building: Fears and Anxieties of Young People	studying the young people's social fears associated with the choice of an apartment on a high (above 10) floor as a place of residence.	Interview	EU
W.K. Chung et al (2022)	On the study of the psychological effects of blocked views on dwellers in high dense urban environments	studies the effects of neighbourhood views of densely packed high-rise buildings on human perceptions of oppressiveness and noise annoyance.	Prospective intervention study	Azië
T. Lankila et al (2011)	Self-reported health in urban-rural continuum: a grid-based analysis of Northern Finland Birth Cohort 1966	To evaluate the association of self-reported health with residential area type defined by the population density	Cross sectional study	EU
H.C. Ho et al (2017)	Spatial Variability of Geriatric Depression Risk in a High-Density City: A Data-Driven Socio-Environmental	to evaluate the risk of geriatric depression from both social and environmental factors	Cross sectional study	Azië
X. He (2018)	Study of interior public spaces for the promotion of social interaction in high-rise residential buildings	goal of this paper is to explore how the interior public spaces of high-rise residential buildings can be better used to promote social interaction between the occupants of the building.	Masterthesis, survey	Azië
Z. Kan et al (2022)	The Impacts of Housing Characteristics and Built-Environment Features on Mental Health	examined the relationships between housing characteristics, neighborhood built-environment features, and people's mental health in Hong Kong	Cross sectional study	Azië
Evans et al. (2003)	Housing and mental health: a review of the evidence and a methodological and conceptual critique.	explores the relationship between housing and mental health	Descriptive literature review	World
P. Hooper et al (2023)	The architecture of mental health: identifying the combination of apartment building design requirements for positive mental health outcomes	this study aimed to identify the combination of design requirements that were optimally supportive of positive mental health	Cross sectional study	AUS

Bijlage 6. Artikelen sociale cohesie

Auteur en jaartal	Titel	Doel	Type	Locatie
S. Modi (2014)	Social sustainability of high rise	Exploring the social benefits from horizontal living and converting tot vertical	Paper, expert opinion	World
J. Gang (2015 en 2016)	Three points of the residential high rise: designing for social connectivity	Explores several design avenues for architect to consider in order to improve the social aspect of tall builings	Paper, research own development projects	VS
S.L. Huang (2005)	A study of outdoor interactional spaces in high-rise housing	Examine the relationship between outdoor space design and residents social interaction	Behavioral observation	Azië

N.R. Lee et al (2024)	Addressing Social Isolation in High-Rise Residential Buildings in Kuala Lumpur	Exploring how architectural design can mitigate social isolation	Descriptive literature review	Azië
P. Barros et al (2019)	Social consequences and mental health outcomes of living in high-rise residential buildings and the influence of planning, urban design and architectural decisions: A systematic review	Provide an overview of the current state of evidence on how planning, urban design and architectural aspects of high-rise residential buildings may influence social well-being and mental health	Systematic review	World
Y. Tao (2020)	High – rise Housing and Social Interaction Study under Current Chinese High-rise Residential Situation	Investigate the current situation of social interaction among Chinese residents in high-rise housing and urban residential community	Thesis, descriptive literature review, cross sectional study	Azië
S. Modi (2018)	An analysis of high-rise living in terms of provision of appropriate social spaces for children	Investigation of the use of designed social spaces by children in the housing typologies and aims to bring forth the analysis of these spaces in order to make high rises desirable for raising families with children.	Cross sectional study	Azië
M. Joseph et al (2010)	Living in a Mixed-Income Development: Resident Perceptions of the Benefits and disadvantages of Two Developments in Chicago	Drawing on findings from a qualitative research study of two new mixed-income developments in Chicago, we investigate how residents of all income levels perceive the early benefits and disadvantages of living in a mixed-income development.	Interview	US
A. Kearns et al (2010)	‘Living the High Life’? Residential, Social and Psychosocial Outcomes for High-Rise Occupants in a Deprived Context	Analyses is performed on survey data from deprived areas in Glasgow to examine the impacts of living in high-rise in comparison to other dwelling types	Cross sectional study	EU
S. Dominguez	Living Up, Or Living Apart? Addressing the Social Consequences of High-Rise Living	Investigating the motivations, values, perceptions and actions of key stakeholders—developers and property managers—to uncover the barriers and opportunities to tackling this formidable issue.	Interview	Noord-Amerika
N.K.A. Dwijendra et al (2021)	Modeling Social Impacts of High-Rise Residential Buildings during the Post-Occupancy Phase Using DEMATEL Method: A Case Study	Mixed-method approach to identify and prioritize their most significant social impacts.	Literature review, interview	Azië
D.J. Warr et al (2006)	‘Money, stress, jobs’: Residents’ perceptions of health-impairing factors in ‘poor’ neighbourhoods	Analysed residents’ perceptions of neighbourhood factors that influence health		AUS
R. Gifford (2007)	The Consequences of Living in High-Rise Buildings	Summarizes the results of research on the influences of high-rise buildings on residents’ experiences of the building, satisfaction, preferences, social behavior, crime and fear of crime, children, mental health and suicide.	Descriptive literature review, expert opinion	World

L. Nguyen et al (2020)	Where do People Interact in High-Rise Apartment Buildings? Exploring the Influence of Personal and Neighborhood Characteristics	Aims to investigate how often and where people in high-rise neighborhoods interact, and how this is affected by personal and neighborhoods characteristics.	Mixed methods	Azië
S. Kalantari et M. Shepley (2020)	Psychological and social impacts of high-rise buildings: a review of the post-occupancy evaluation literature	Summarizes POE studies that have been conducted over the past four decades to investigate user experiences in high-rise buildings	Systematic review	World
S. Noordenbos (2022)	Social cohesion and interaction in high rise buildings	The effect of building and resident characteristics on social cohesion and interaction in high rise residential buildings	Mixed methods, masterthesis	NL
L. Nguyen et al (2024)	Social impacts of living in high-rise apartment buildings: The effects of buildings and neighborhoods	Investigate relationships between neighborhood social networks, social cohesion, place attachment, and loneliness of high-rise apartment residents and how they are affected by the physical environment and neighborhood satisfaction	Model	Azië
S. Regmi et A. R. Bajracharya (2023)	Social Interaction in High-Rise Apartment: Architectural and Communal Perspective - A case of Merocity Apartment, Lalitpur	Aims to investigate the factors influencing social interaction within high-rise apartments.	Mixed methods	Azië
J. Koolstra (2020)	Socially-oriented high-rise design in the Netherlands	Discussed how design can be used to create high-rises that enhance social interaction and cohesion	Masterthesis	NL
E. Warner et F. J. Andrews (2019)	"Surface acquaintances": Parents' experiences of social connectedness and social capital in Australian high-rise developments	This paper draws on photo-narratives from ten parents of pre-school children aged five and under residing in newer, high-rise developments in Melbourne to explore their experiences of social connectedness and capital	Qualitative study	AUS
H. Barrie et al (2023)	The social value of public spaces in mixed-use high-rise buildings		Qualitative study	AUS