

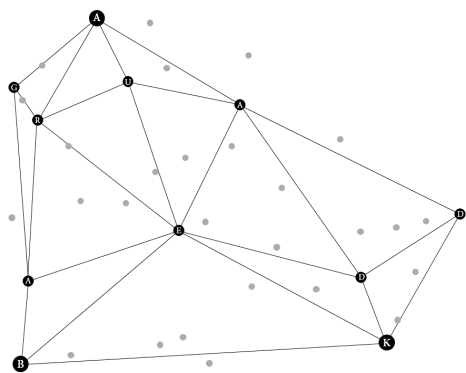
HANDBOEK VOOR
ONTWIKKELEN VAN
WONINGEN IN
TRISTATECITY MET
EEN ZUIVER
LEEFKLIMAAT



Pure City Matters

J.J.A. HUIJBERS

B.H.J. PADBERG



Colofon

Auteurs:

J.J.A. Huijbers
2086637

B.H.J. Padberg
2022050

Instelling:

Avans Hogeschool
Onderwijsboulevard 215
5223 DE 's-Hertogenbosch

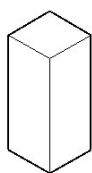
Opleiding:

HBO Bouwkunde
Profielrichting: architectuur

Begeleiders:

Avans Hogeschool
B.A. ter Denge
H.M.H.J. Elbers

VFO Architects | Urban Design:
Ir. C.W. Franken



Voorwoord

Voorwoord

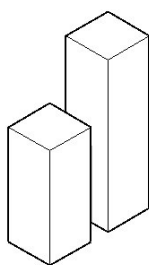
Graag willen wij VFO Architects bedanken voor de begeleiding van ons afstudeeropdracht. Natuurlijk ook Peter Savelberg van TristateCity en Roel Gijsbers van ENS Technology voor het verschaffen van informatie en meedenken met onze opdracht.

Van Avans Hogeschool willen wij de heer Ben ter Denge en de heer Harry Elbers bedanken voor de prettige begeleiding.

Hoe dieper wij in de (fijn)stof doken, hoe interessanter het werd. Wij hebben met veel plezier en trots aan dit handboek gewerkt. Hopelijk hebben onze motivatie en kennis tot een succesvol afronden van deze afstudeeropdracht doen leiden.

Jorn Huijbers

Joost Padberg



Samenvatting



Afbeelding 1

Samenvatting

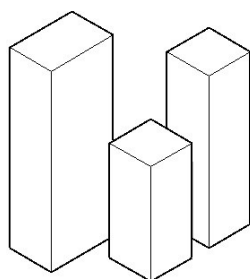
Door het gebruik van dit handboek, kunnen toekomstige architecten, stedenbouwkundigen en opdrachtgevers hun nieuwbouw of herbestemming klaarstomen voor één grote groene wereldstad met een uitstekend luchtklimaat. Met als resultaat dat we Nederland in samenhang met onze buurregio's Vlaanderen en Nord Rhein Westfalen, als één grote groene wereldstad op de kaart kunnen zetten, TristateCity. Zo kunnen we gezamenlijk concurreren tegen wereldsteden als Tokyo en New York in "The Battle of the Cities".

Het handboek is gericht op de vraag vanuit multinationals om een leefomgeving te creëren die aantrekkelijk is voor expats die in de toekomst wonen en werken in TristateCity.

Pure City Matters biedt een aantal richtlijnen die betrekking hebben tot het zuiveren van de lucht, het vergroenen van het binnenstedelijk gebied, het verbeteren van het leefklimaat en het klaarstomen van woontorens die noodzakelijk zijn voor de wereldstad van de toekomst. Het zuiveren van de lucht in het gebouw kan gedaan worden door middel van ionisators. Daarnaast kan het CO₂-gehalte gereduceerd worden door het gebruik van groen in, op of aan het gebouw.

De richtlijnen staan per onderdeel beschreven in de hoofdstukken: "TristateCity, Luchtklimaat, Groen & Gebouw". Bij ieder hoofdstuk staan naast de richtlijnen een samenvatting van het onderwerp, daarbij worden er per onderdeel een aantal toepassingsmogelijkheden meegegeven om de eisen van de richtlijnen te behalen. Per hoofdstuk staat er op de laatste pagina een verwijzing naar de bijlage waar de bronnen en uitwerking van de gegevens staat.

Aan de hand van een score kan men op voorhand beredeneren of het gebouw voldoet aan de gegeven richtlijnen. Door middel van een puntensysteem per onderdeel komt men tot een totaalscore. Het eindresultaat wordt uitgedrukt in een percentage. Wanneer het gebouw een score behaalt van 70% of hoger voldoet het gebouw aan de eisen.



Inhoud

Pure City Matters

HANDBOEK VOOR ONTWIKKELEN
VAN WONINGEN IN TRISTATECITY
MET EEN ZUIJVER LUCHTKLIMAAT

2 TristateCity

Peter Savelberg – Visie grote groene
wereldstad tussen Duisburg,
Randstad & Antwerpen

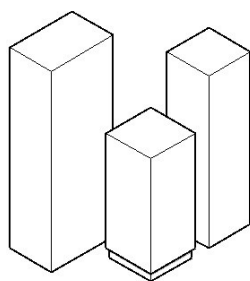


Afbeelding 2

Inhoud

Samenvatting

1. Inleiding	19
2. TristateCity	23
3. Luchtklimaat	31
3.1 Luchtkwaliteit	33
3.2 Fijnstof	34
3.3 CO ₂	40
4. Groen	47
4.1 Groenvoorzieningen	49
4.2 Gevels	50
4.3 Daken	53
4.4 Atriums	54
4.5 Aansluitingen	56
5. Gebouw	65
5.1 Publiek Domein	67
5.2 Voorzieningen	70
5.3 Services	75
6. PCM-score	79
7. Studycase: Trudo Toren	89
8. Conclusie	93
9. Nawoord	97
Afbeeldingregister	100



Hoofdstuk 1

Inleiding

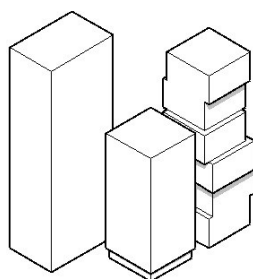
Inleiding

Onder begeleiding van VFO Architects in Eindhoven zijn wij onze afstudeeropdracht begonnen met het oog op herbestemmen. In eerste instantie waren wij van plan om “Het Hooghuis” te gaan herbestemmen in Eindhoven. Wij hadden voor een herbestemming gekozen omdat wij beiden van mening zijn dat herbestemming voor ons als toekomstige architecten een groot deel van ons werk gaat zijn. Iets waar in de toekomst een grote vraag naar zal zijn. Het Hooghuis leek ons een uitstekend gebouw wegens zijn locatie in de binnenstad van Eindhoven. Ook de stad Eindhoven sluit door zijn innovatieve aard goed aan bij onze interesses voor ontwikkeling binnen en buiten de bouw.

Naast het herbestemmen leek het ons interessant om een probleem op grotere schaal mee te nemen in het ontwerpproces. Al snel werden we door VFO gewezen op de problematiek in de binnenstad omtrent fijnstof, een probleem dat zich in vele steden voordoet maar door gemeente Eindhoven de laatste maanden aan het licht is gebracht. Tevens vertelde VFO ons over de visie van Peter Savelberg van TristateCity. Een visie over het creëren van een groene wereldstad binnen de driehoek Duisburg, Antwerpen en Randstad met als innovatie hotspot: Eindhoven. Een stad die Nederland op een mondiaal niveau op de kaart kan zetten.

Omdat er zoveel actuele en interessante informatie op ons pad kwam hebben we besloten om het vooronderzoek uit te breiden naar een handboek voor herbestemmingsprojecten, hierdoor is de herbestemming van het Hooghuis is komen te vervallen. In dit handboek staan richtlijnen en vuistregels die gebaseerd zijn op ons onderzoek. Het project kan door middel van een toetsingsmodel een score behalen waarmee het wel of niet voldoet aan de criteria. Wij zullen onze richtlijnen op de proef stellen door de Trudo Toren van architect Boeri als studycase te gebruiken. De verwijzing naar de bronnen staat aan het eind van ieder hoofdstuk. De bronnen staan in het Informatieboek.

Aan het einde van dit onderzoek kan er antwoord worden gegeven op de hoofdvraag. De hoofdvraag is: *hoe kan met een herbestemming van kantoorgebouw naar woontoren het fijnstofgehalte en de CO_2 -waarde in lucht gereduceerd worden?* Antwoord op de hoofdvraag wordt gegeven in de conclusie in hoofdstuk 8.



Hoofdstuk 2

TristateCity



Afbeelding 3

TristateCity

“In deze 'Battle of the Cities' willen wij ...
Nederland **VEEL** sterker op de kaart zetten!” –Peter Savelberg

Dit door Nederland als één grote, groene wereldstad met 30 miljoen inwoners in samenhang met onze buurregio's Vlaanderen en Nord Rhein Westfalen op de kaart te zetten.

STELLINGEN

- In 2025 woont 70 procent van de wereldbevolking in grote steden.
- Er ontstaan 60 zeer grote agglomeraties met 15-30 miljoen inwoners...
- De concurrentie tussen deze wereldsteden neemt sterk toe ...
- Het zijn magneten voor buitenlandse investeerders en human talent

The Battle of the Cities

Nederlandse steden zijn met 150.000 inwoners gemiddeld te klein om mee te doen in de strijd met wereldsteden. Door de snelle verstedelijking zijn er in 20 jaar ongeveer 60 steden ontstaan met gemiddeld 15 tot 30 miljoen inwoners. Nederland als geheel zou met 17 miljoen inwoners kunnen concurreren tegen wereldsteden. In de praktijk concurreren Nederlandse steden en regio's tegen elkaar.



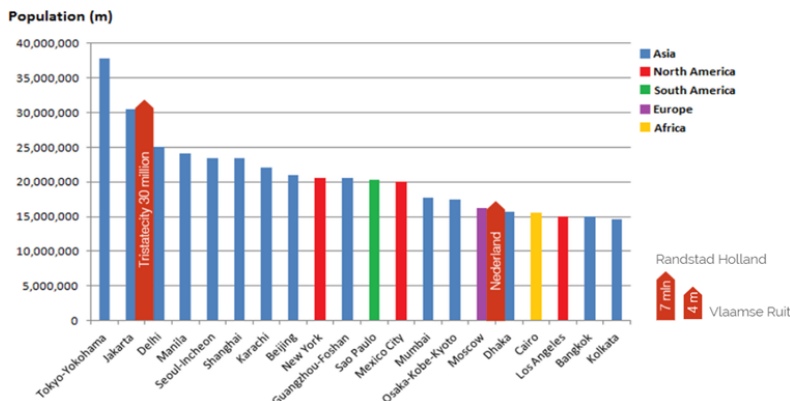
Afbeelding 4

TristateCity is ontwikkeld als een paraplu-model voor marketing van steden en om Nederlandse steden in een grootstedelijk kader te zetten. Deelnemende steden kunnen gebruik maken van de agglomeratiekracht die TristateCity heeft als één grote groene wereldstad. TristateCity is een initiatief van Peter Savelberg in samenwerking met VNO-NCW.

Een van de belangrijkste speerpunten van TristateCity is de infrastructuur tussen de verschillende steden, dit moet een snelle verbinding zijn. Het uitgangspunt is dat er in de toekomst gemakkelijk in de ene stad gewerkt kan worden en in een andere stad gewoond wordt. De hoofdstedelijke ontwikkeling vindt zich plaats rondom de grote stations als Amsterdam Centraal, Rotterdam Centraal en Eindhoven. Knooppunten waar alles samenkomt en aantrekkelijk is om internationale medewerkers naartoe te halen. Daarnaast moeten de gebouwen rondom de grote stations dermate aantrekkelijk zijn dat internationaal toptalent die uiteindelijk hier komen werken er ook willen wonen.

“Deze specifieke doelgroep wil graag luxe, ruime appartementen en penthouses in een hoge woontoren met daarin allerlei luxe voorzieningen zoals: zwembaden, winkels, etc. Alles erop en eraan. Onze doelgroep wil een royaal appartement met heel veel services, dichtbij een groot station”.

Peter Savelberg - TristateCity



Afbeelding 5

Doordat er meer mensen naar TristateCity zullen komen dienen niet alleen de gebouwen maar ook de milieuomstandigheden aantrekkelijk te zijn ten opzichte van andere wereldsteden. In deze steden zijn door de urbanisatie de leefomstandigheden omlaag gegaan, zo ook de luchtkwaliteit. In het volgende hoofdstuk wordt er gekeken naar de luchtkwaliteit en de problematiek ervan, fijnstof en CO₂ zijn oorzaken van de verslechterde luchtkwaliteit.

TristateCity is de overkoepelende doelgroep voor het herbestemmen met Pure City Matters, dit zal als rode draad door de rest van de onderwerpen heen lopen.



Voor meer informatie en bronnen: Pure City Matters - Informatieboek

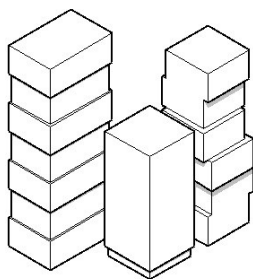
⇒ Hoofdstuk(ken): 1.1– pagina 11 t/m 17

⇒ Bronnentabel: 2. TristateCity - pagina 90

Richtlijnen TristateCity:

- ◇ Luxe appartementen in hoge woontorens
- ◇ Appartementen die dichtbij het station liggen
- ◇ In het gebouw of in de omgeving moeten veel services zijn
- ◇ Gezond leefomgeving





Hoofdstuk 3

Luchtklimaat



Afbeelding 6

Luchtkwaliteit

De samenstelling van gassen die zich onder de atmosfeer bevinden wordt ook wel lucht genoemd. Het bevat een van de belangrijkste gassen die het levend organisme op aarde nodig hebben om te leven, zuurstof. Echter bevat de samenstelling van lucht ongeveer 21 procent zuurstof, de rest van deze samenstelling is een variatie van gassen en edelgassen. Belangrijk gas daarvan is koolstofdioxide, ook al is dit gas maar 0,03 procent van de lucht, is het nog steeds schadelijk voor de mens en voor de opwarming van de aarde. De opwarming van de aarde zal onder andere leiden tot het smelten van de poolkappen waardoor de zeespiegel zal stijgen. Koolstofdioxide, ook wel CO_2 genoemd, is daardoor een belangrijk aandachtspunt wereldwijd.

Tussen de gassen en edelgassen zweven stofdeeltjes rond, deze stofdeeltjes kunnen bestaan uit bijvoorbeeld opwaaiend stof of zout. De verzamelnaam voor deze stofdeeltje wordt ook wel fijnstof genoemd, 75 tot 80 procent van deze fijnstofdeeltjes worden geproduceerd door menselijk handelen. Deze deeltjes ontstaan bij verbrandingsprocessen in de industrie of verkeer, bij het overslaan van bulkgoederen, in de veehouderij, door houtkachels en door sigarettenrook. Fijnstof is schadelijk voor de gezondheid, er wordt nog onderzoek naar gedaan, maar naar schatting overlijden mensen in Nederland enkele dagen tot maanden eerder door kortdurende blootstelling aan fijnstof. Het gaat met name om ouderen en mensen met hart-, vaat- of longaandoeningen.

Om het milieu zo gezond mogelijk te maken voor internationaal talent dat gaat wonen in TristateCity wordt in dit hoofdstuk gekeken naar de mogelijkheden van het zuiveren van de lucht. Hierdoor kan TristateCity concurreren tegen wereldsteden als Londen en Tokyo waar fijnstof tot een groot probleem behoort.

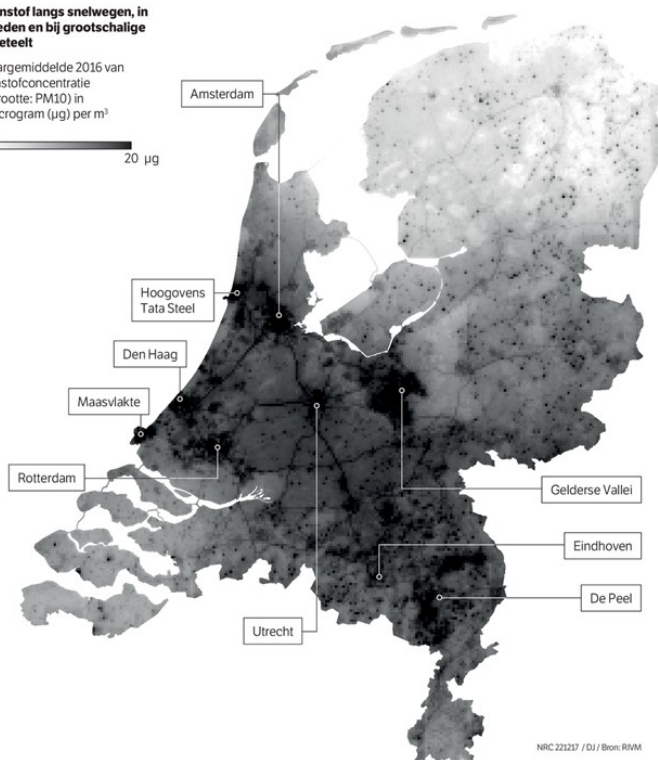
Fijnstof

In het grootste deel van Nederland liggen de berekende concentratie fijnstof onder de Europese normen, deze waardes worden gemeten in microgram per m^3 . De stofdeeltjes, Engels term is Particulate Matter (PM), worden onderverdeeld in deeltjes die kleiner zijn dan 10 micrometer (PM10) en 2,5 micrometer (PM2,5). Door zijn samenstelling gedraagt het zich als gas en blijft het hangen op de plaatsen waar de concentratie het hoogst is, bijvoorbeeld tussen gebouwen en in parkeergarages. De wrijving van banden en rem-schijven zorgt voor een hoge concentratie. Daarnaast zijn de verbrandingsstoffen van benzine- en dieselmotoren ook bijdrager aan het probleem. In het centrum van Antwerpen worden bestuurders van dieselmotoren in de binnenstad al beboet omdat de motoren te vervuילend zijn. Een te hoge concentratie aan fijnstof leidt in Eindhoven ertoe dat een rijbaan en een gedeelte van de binnenstad af werd gesloten voor voertuigen. De PM10 waarde die in de EU wordt gehanteerd is een jaargemiddelde van $40\text{PM}/\text{m}^3$, dat is 40 microgram (μg) fijnstof per m^3 lucht. De World Health Organisation norm is een jaargemiddelde van $20\text{PM}/\text{m}^3$. Er bestaat geen ondergrens aan de fijnstofconcentratie want iedere percentage dat minder is geeft een zeer positief effect op de gezondheid van de mens. Drastische maatregelen zijn nodig om een gezond milieu te waarborgen voor de mensen, maar kan de fijnstof ook anders gereduceerd worden?

**Fijnstof langs snelwegen, in
steden en bij grootschalige
veeteelt**

Jaargemiddelde 2016 van
fijnstofconcentratie
(grootte: PM10) in
microgram (μg) per m^3

13 20 μg



Afbeelding 7



Afbeelding 8

Ionisators

ENS Urban is in januari 2018 begonnen met het plaatsen van ionisatie-units bij parkeergarages in Eindhoven. Bij deze filters, ook wel ionisators genoemd, wordt de lucht aangezogen door middel van een zuigmond. De roet- en fijnstofdeeltjes die door de ionisator gaan worden positief geladen, vervolgens worden deze deeltjes aangetrokken door een geaarde plaat in het apparaat. Aan deze plaat blijven de deeltjes plakken waarna ze vervolgens om de drie maanden gezuiverd kunnen worden. In samenwerking met ENS Urban is gekeken naar de mogelijkheden voor het aansluiten van ionisators op WTW-installaties. Dit is geen enkel probleem maar omwille van onderhoud van het apparaat en energetische efficiëntie zal de ionisator op meerdere woningen aangesloten moeten worden. Er bestaat ook een stopcontactmodel van de ionisator maar een ionisator die aangesloten is op een WTW-installatie levert een optimalere filtering.

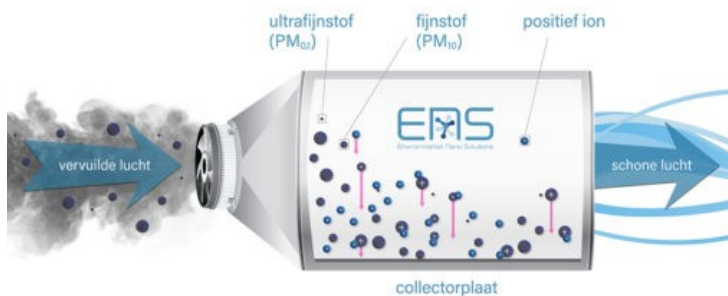
“Naast de standaard modules kan men ook ionisatoren op maat bestellen. Dit is al eerder gedaan. Er zijn zelfs toepassingen geweest voor onderveegmachines. Onze meest toegepaste unit heeft een capaciteit van 8000m³/h en is schaal 1 op 1.”

Roel Gijsbers—Ens Urban

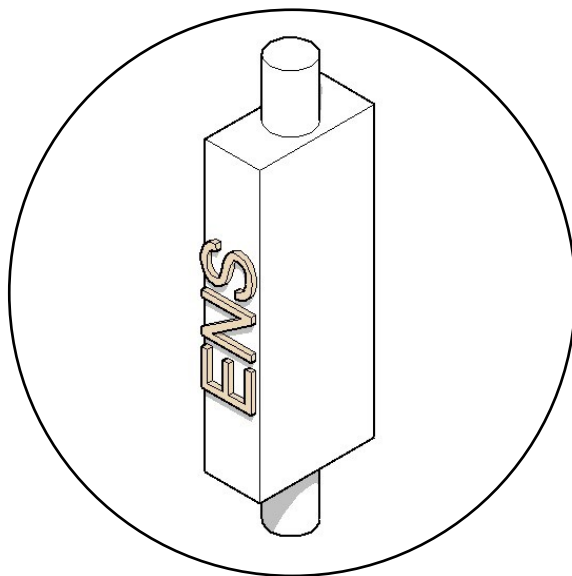
Meterkastmodule

In samenwerking met ENS Technology is er voor de woningbouw is (fictief) een ionisator ontwikkeld. De ionisator is zo ontworpen dat het model gemakkelijk te monteren is in een centrale meterkast. Op iedere meterkastmodule kunnen 4 tot 5 appartementen geschaakeld worden. Het aantal appartementen is afhankelijk van de lengte van de luchtkanalen. Het advies is om de centrale ionisator vervolgens te koppelen op de decentrale WTW-installatie van de woonunit, dit is echter niet verplicht.

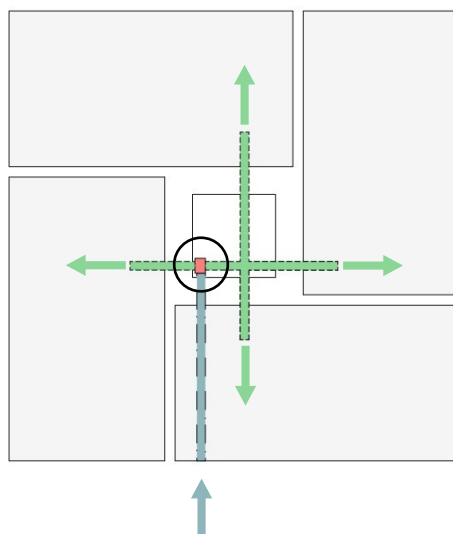
De meterkastmodule is zo ontworpen dat het een maximale geluidsbelasting heeft van 30dB(A). De module heeft een afmeting van 600x280x1500mm en een capaciteit van 1000-1500 m³/h. De PM10 afvangst ligt rond de 70 procent, de PM2,5 ligt op ongeveer 40 procent.



Afbeelding 9



Meterkast module:
1500x600x285mm
1000-1500 m³/h



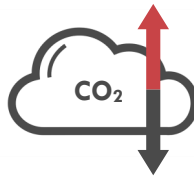
Afbeelding 10

3.3

CO₂

De hoeveelheid CO₂ op aarde neemt jaarlijks toe, dit moeten worden beperkt in verband met het opwarmen van de aarde. Opwarming van de aarde zal voor veel mensen en dieren de leefomstandigheden verslechteren. Het overgrote deel van de CO₂-uitstoot in de atmosfeer wordt veroorzaakt door de verbranding van fossiele brandstoffen als aardolie, aardgas en steenkool. Deze fossiele brandstoffen worden gebruikt als brandstof voor machines, auto's en elektriciteitscentrales. In Nederland zijn we hard bezig met het reduceren van de CO₂-uitstoot, dit wordt o.a. gerealiseerd met zonnepanelen en elektrische auto's.

CO₂ volledig uit de lucht zuiveren zal extreem lastig worden. Bijna 70 procent van Nederland zou bebost moeten zijn om de uitstoot van de Nederlandse bevolking te zuiveren, dat is inclusief vliegreizen etc. Daarnaast stoot de mens zelf ook CO₂ uit, namelijk ongeveer één kg CO₂ per dag. Voor een gemiddeld huishouden van 2,3 p. is dit 840 kg CO₂ op jaarbasis. Bij een gemiddeld gasverbruik per huishouden wordt door aardgas, gasfornuis en gashaard, 964 kg CO₂ uitgestoten. Er zijn veel verschillende factoren die in negatieve zin bijdrage aan het probleem omtrent de CO₂ uitstoot.



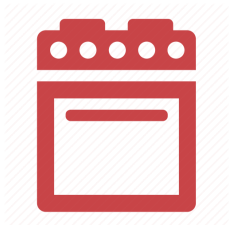
Uitstoot London-Parijs:
69 kg CO₂ per passagier
per retour



Uitstoot London-Parijs:
122 kg CO₂ per passagier
per retour



Uitstoot gasfornuis:
132 kg CO₂ per jaar



Uitstoot gashaard:
832 kg CO₂ per jaar



Natuurlijke uitstoot:
1 kg CO₂ p.p. per dag



Natuurlijke uitstoot:
840 kg CO₂ per huisouden
per jaar



Reductie gras:
0,38 kg CO₂ per m² per jaar



Reductie vetplanten:
2,3 CO₂ per m² groene
gevel per jaar



Reductie gemiddelde boom:
1000 kg CO₂ per jaar



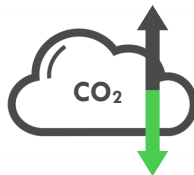
Reductie beuk (1000 jaar):
6570 kg CO₂ per jaar



Afbeelding 12

Reduceren

Fotosynthese is een begrip dat zeker een aantal keer voorbij is gekomen tijdens de biologielessen. Tijdens dit proces zetten planten lichtenergie en CO_2 om in glucose en andere koolhydraten. Bij de meeste fotosynthese komt in dat geval ook zuurstof vrij. De hoeveelheid CO_2 dat wordt omgezet in zuurstof is afhankelijk van de groei van de plant. Een m^2 gras zuivert op jaarbasis 0,38 kg CO_2 . In vergelijking met het verbruik van de mens op jaarbasis zou er 960 m^2 gras nodig zijn om de uitstoot te zuiveren. Een m^2 vetplanten zuivert gemiddeld 2,3 kg CO_2 op jaarbasis. Ten opzichte van gras zuivert dit aanzienlijk beter maar nog steeds te weinig om de totale uitstoot te compenseren. Bomen daarentegen zijn omwille van hun omvang productiever in het zuiveringsproces, een gemiddelde boom zuivert 1000 kg CO_2 per jaar. Bronnen over CO_2 zuivering geven uiteenlopende waarden. Omwille van het onderzoek zijn deze waarden aangenomen en gehanteerd. Een gemiddelde boom is genoeg om de uitstoot van de mens per gemiddeld huishouden te zuiveren.



Onderstaande richtlijnen dienen gehanteerd te worden voor het wonen in een gezond leefklimaat. Ionisators zorgen voor een vermindering van fijnstof en het groen laat het CO₂-percentage dalen zodat de aarde niet langer opwarmt. In het hoofdstuk Groenvoorzieningen wordt uitgelegd hoe het groen toegepast kan worden bij het herbestemmen. Tevens wordt er toegelicht welke andere positieve effecten het nog meer heeft.



Voor meer informatie en bronnen: Pure City Matters - Informatieboek

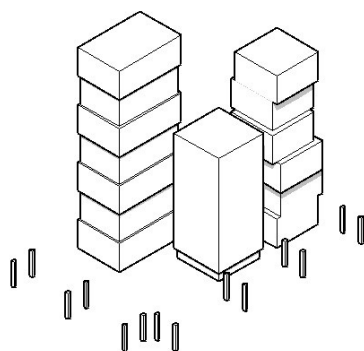
⇒ Hoofdstuk(ken): 2.1 t/m 2.3 – pagina 19 t/m 41

⇒ Bronnentabel: 3. Luchtklimaat - pagina 90 t/m 92

Richtlijnen Luchtkwaliteit:

- ◇ Minimaal één gemiddelde boom planten per huishouden
- ◇ Eén meterkastmodule ionisator per 5 appartementen
- ◇ Menselijk uitstoot dient gecompenseerd te worden met groen





Hoofdstuk 4

Groen



Afbeelding 13

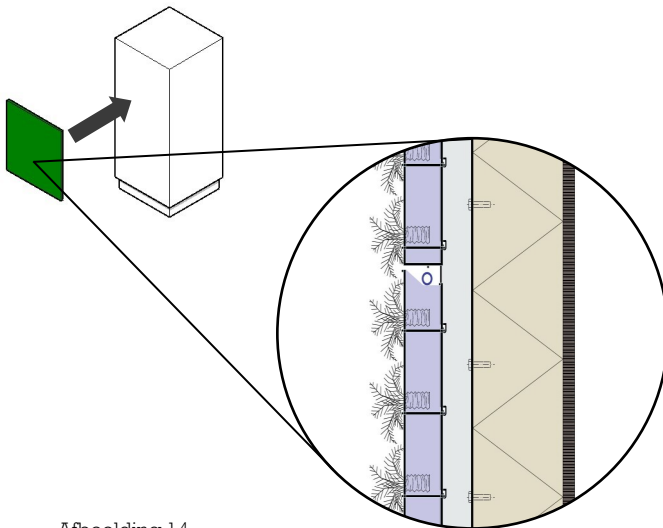
Groenvoorzieningen

Verandering in stedelijke gebieden vraagt om een slimme inrichting van de stad, groen speelt hierin een grote rol. De stedelijke gebieden warmen steeds meer op doordat het groen afneemt. Er is een sterke evolutie van stedelijke architectuur gaande maar de hoofdfuncties van de gebouwen blijven hetzelfde: ze bieden bescherming en comfort, warmte in de winter en verkoeling in de zomer. Deze architectuur wordt steeds meer geïntegreerd met groen, zo ook in herbestemmingen van bestaande bouw. Het groen kan op een aantal verschillende manieren gebruikt worden in de architectuur. Het kan als gevelelement gebruikt worden zowel in het interieur als exterieur. Het kan bevestigd worden op daken en balkons of er kan een groen atrium gecreëerd worden.

Het gebruik van groen heeft zoals vermeldt in het hoofdstuk Lucht-kwaliteit werking op het zuiveren van de CO_2 uit de lucht, maar het heeft nog meer positieve bijwerkingen. Zo verlaagd het de omgevingstemperatuur doordat de planten het zonlicht absorberen voor fotosynthese. Dit zorgt vaak voor een behaaglijker klimaat waarbij de airco minder hard hoeft te werken. Naast het absorberen van het zonlicht absorbeert een groene gevel ook het geluid. Wordt een groene gevel toegepast in het interieur dan nemen het ook klachten als hoofdpijn, droge keel, geïrriteerde ogen of vermoeidheid af. Naast de fysieke gezondheid draagt groen ook bij aan de mentale gezondheid van de mens, dit resulteert in kantoren vaak tot een hogere productiviteit.

Gevels

Verticale tuinen ofwel groene gevels hebben niet veel oppervlakte nodig om winst te behalen. Groene gevels dragen bij aan een duurzame, leefbare en klimaatbestendige stad. De groene gevels kunnen zowel in het interieur als exterieur geplaatst worden om bij te dragen aan een gezond milieu. Groen heeft veel positieve effecten: een groene gevel creëert bijvoorbeeld een brandwerende laag omdat de planten veel vocht bevatten. Daarnaast beschermt een groene gevel tegen weersinvloeden zoals regen, zon en wind, waardoor de gevel een langere levensduur krijgt. De biodiversiteit zal omhoog gaan doordat de planten in de gevel, vogels, insecten en vlinders aantrekken. Werken of wonen in een groene omgeving brengt mensen samen, groene gevels hebben een positieve werking op de samenhang in buurten. Wijken, dorpen of steden waar meer groen is hebben minder last van agressie, geweld en vandalisme.

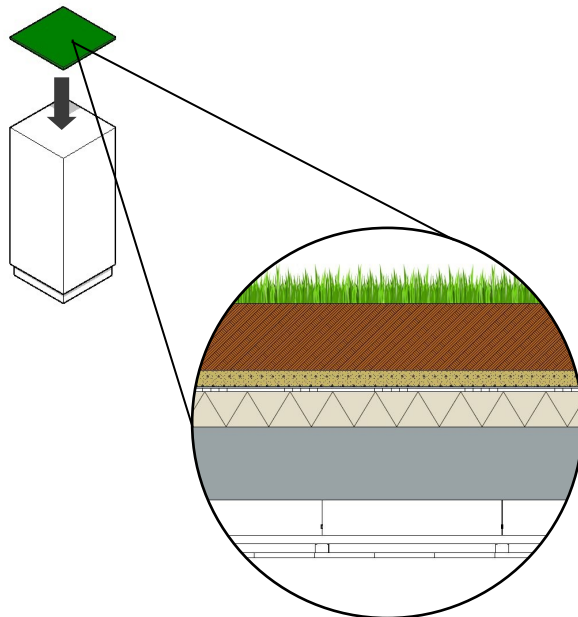


Afbeelding 14



Afbeelding 15

Variabelen	Extensief	Semi intensief	Intensief
Vegetatie	Sedum, gras, kruiden	Gras, kruiden, struiken	Gras, sierstruiken, bomen
Hoogte	<150 mm	120 – 250 mm	250-1000 mm
Irrigatie	Meestal niet	Periodiek	Altijd nodig
Gewicht	50-150 kg/m ²	120-200 kg/m ²	180-1000 kg/m ²
Beloopbaar	Gelimiteerd	Gelimiteerd	Ja
Onderhoud	Laag	Periodiek	Hoog
Dakhelling	Tot 45°	Tot 45°	Plat



Afbeelding 16

Daken

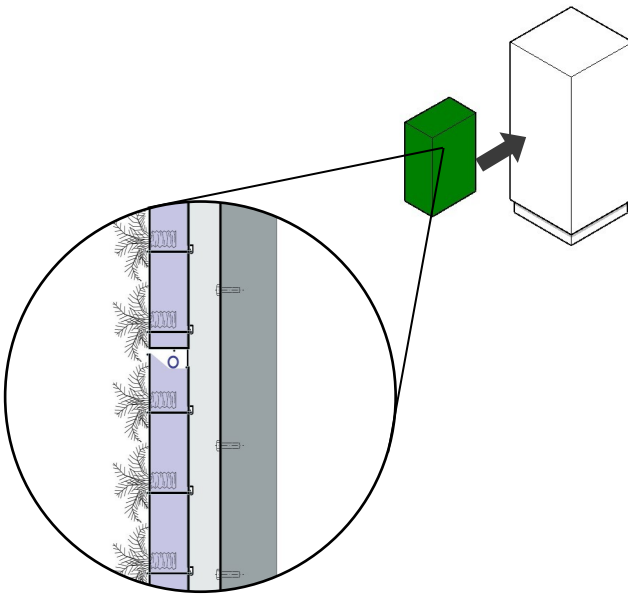
Het gebruiken van groene daken wordt vandaag de dag steeds vaker toegepast. De belangrijkste motivatie voor het toepassen van groene daken zijn: duurzaamheid, esthetica, leefklimaat en biodiversiteit. Groene daken zijn naast het geven van een nieuwe functies aan gebouwen ook een oplossing voor problemen zoals opwarming in binnenstedelijk gebied, waterinfiltratie, het creëren van een groene leefomgeving en als laatste maar zeker niet als onbelangrijkste, het zuiveren van de lucht.

We kunnen groene daken in twee categorieën verdelen: horizontale en schuine groene daken. Iedere categorie daken, kunnen we weer onderverdelen in een klasse met betrekking tot de laagdikte van de substraat: extensieve, semi-intensieve en intensieve groene daken. De verschillende klassen hebben betrekking tot de type vegetatie die erop kunnen groeien, van grassen/mossen tot sierstruiken en bomen. Hierdoor zijn er grote verschillen in gewicht, onderhoud, en dakhelling zit van de verschillende klassen vegetatie.

Atrium

Atrium is een manier om bestaande bouw of nieuwbouw te vergroenen. Binnen het atrium kan gewerkt worden met groene gevels en bakken voor bomen of planten. Aangezien de mens 90 procent van de tijd binnen doorbrengt is het van belang dat het luchtklimaat goed is. Planten en bomen zijn hier een goedkope oplossing voor.

Belangrijk is dat men rekening houdt met de soorten planten en bomen. Niet iedere plant of boom is geschikt voor een atrium of groene gevel, dit komt door het binnenklimaat. Daarnaast is het van belang om rekening te houden met het irrigatiesystemen.

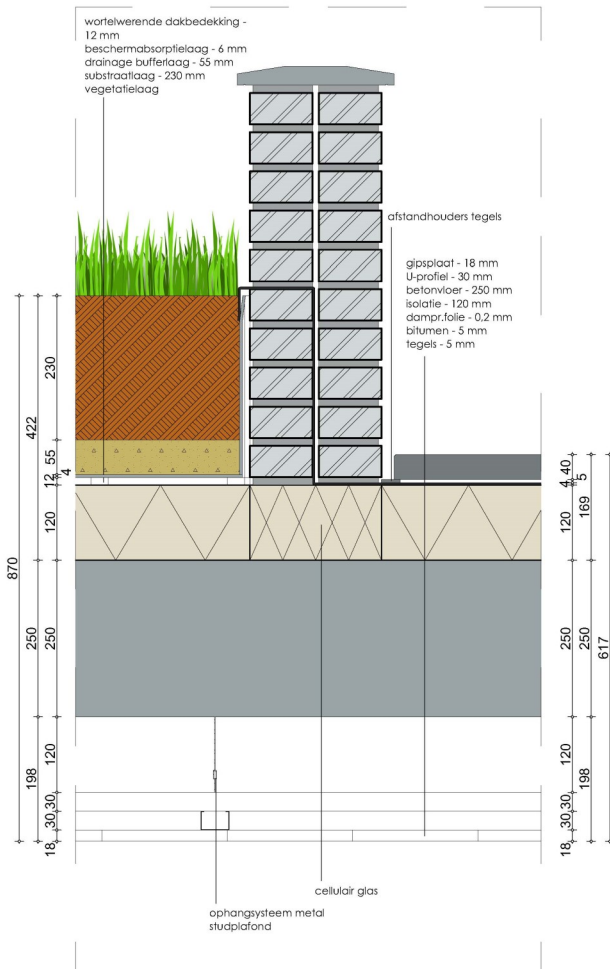


Afbeelding 17

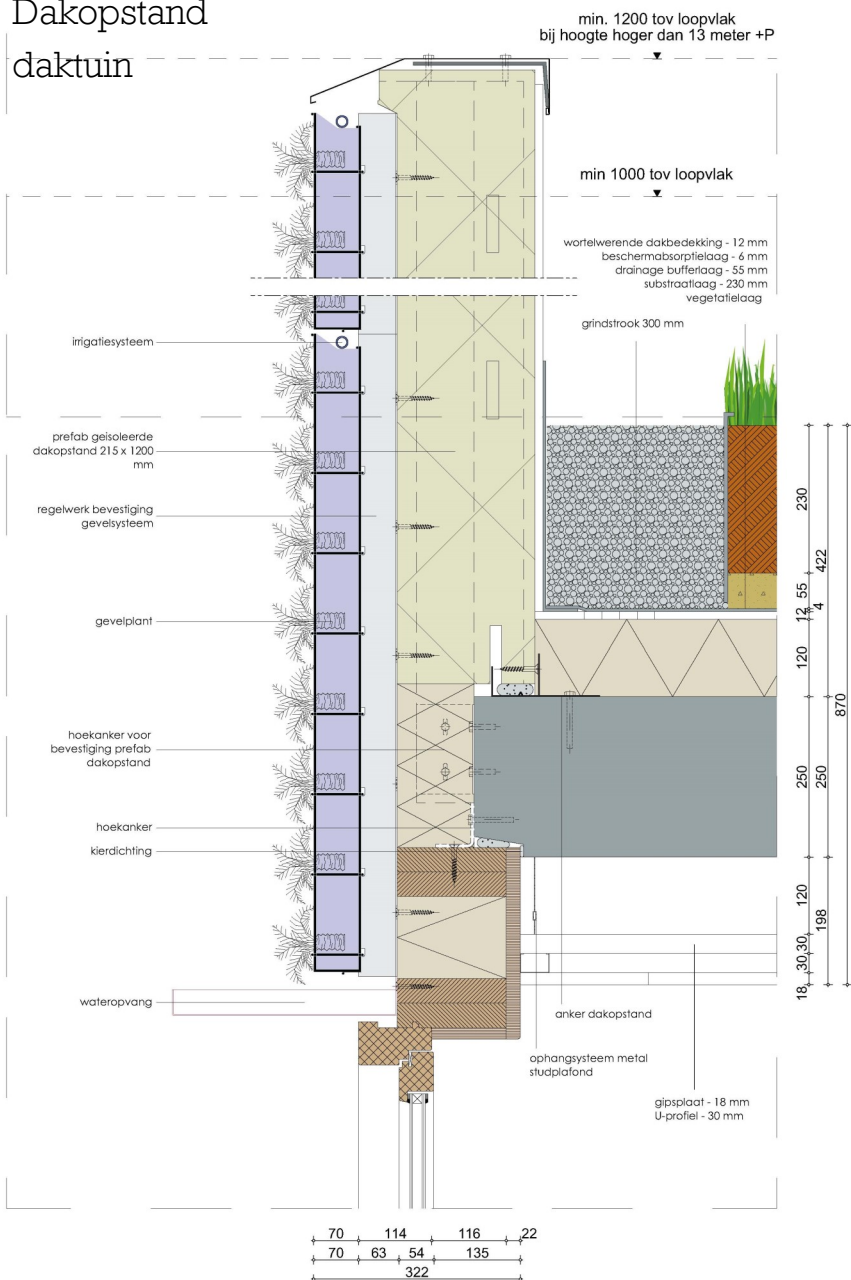


Aansluitingen

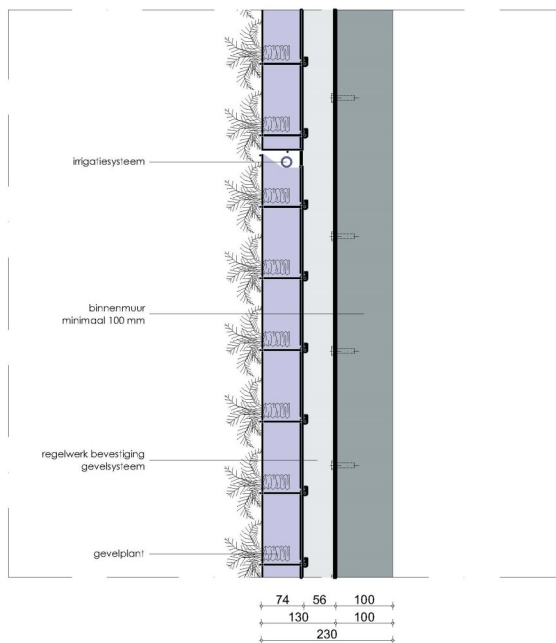
Daktuin



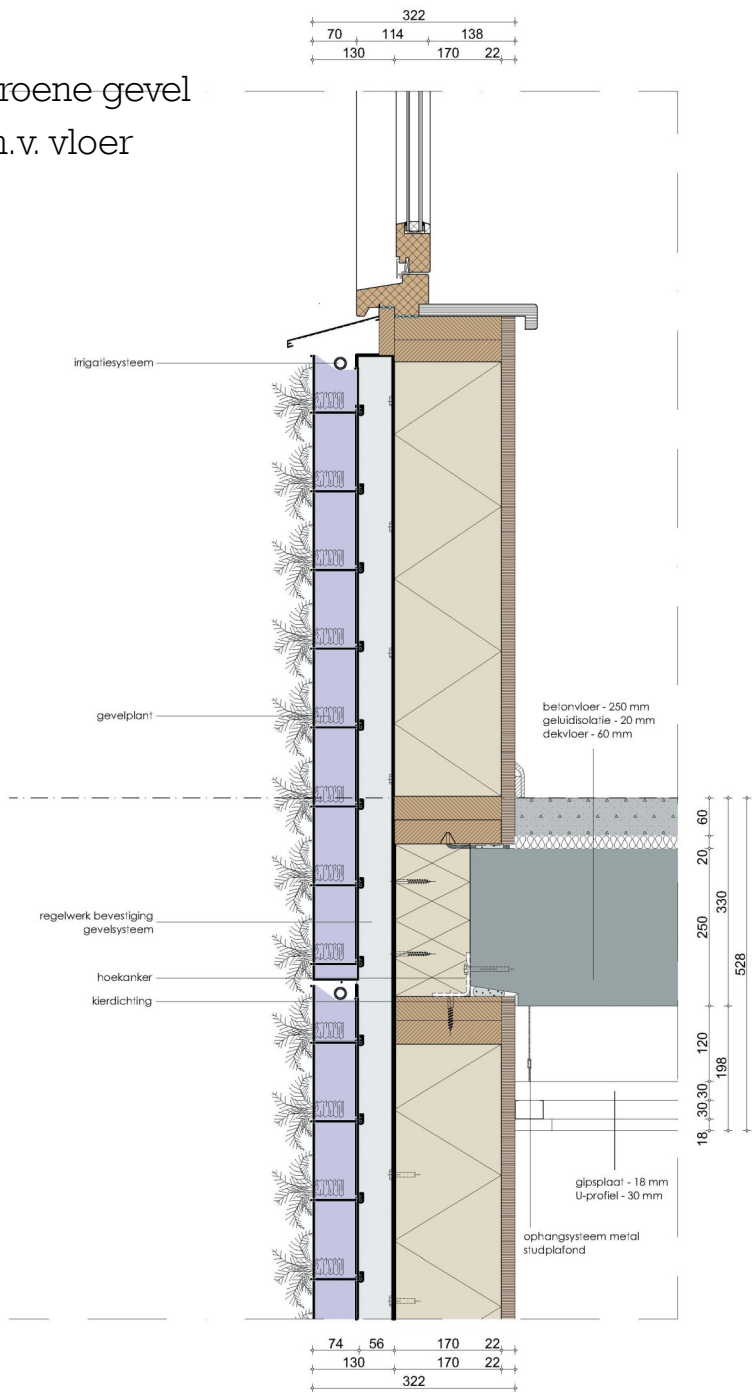
Dakopstand daktuin



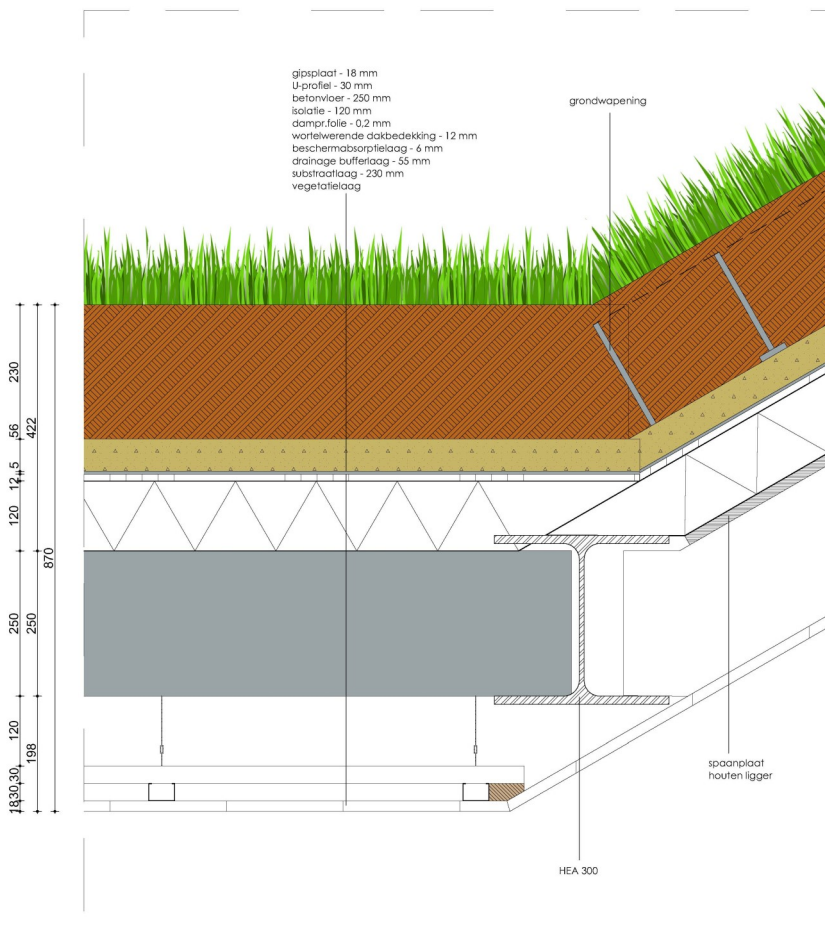
Groene binnen gevel atrium



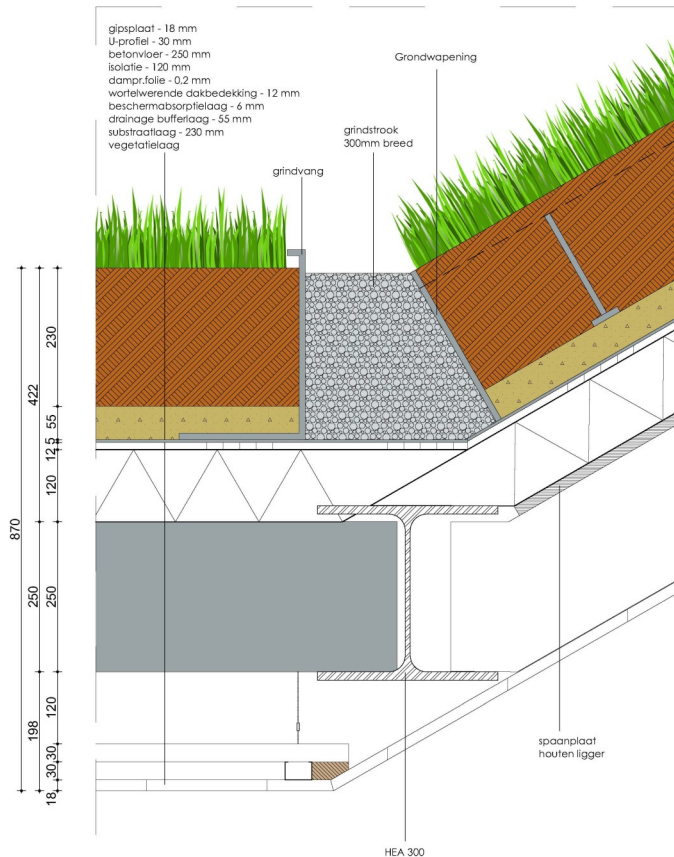
Groene gevel
t.h.v. vloer



Groen dak overgaand in hellend dak



Groen dak overgaand in hellend dak met grindstrook



De effecten en toepassingen van groen zijn belangrijk voor de grote groen wereldstad, TristateCity. Dit niet alleen door zijn zuiverende functie maar ook voor de positieve werking op het welzijn van de mens, zowel fysiek als mentaal. De verschillende toepassingen van groen kunnen op diverse manieren bevestigd worden op en rondom het gebouw. Het gebouw kan hiervoor als kapstok dienen voor verschillende groenelementen.

In het volgende hoofdstuk worden het publieke domein en services van het gebouw besproken. Daarnaast wordt er gekeken naar een ideale afstand voor voorzieningen in de omgeving van het gebouw. Services en voorzieningen maken een belangrijk deel uit van de Tristate-visie zodat internationaal talent alles binnen handbereik heeft om te wonen in TristateCity



Voor meer informatie en bronnen: Pure City Matters - Informatieboek

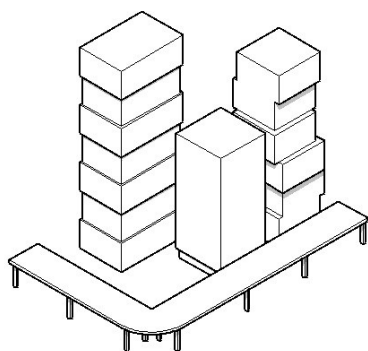
⇒ Hoofdstuk(ken): 3.1 t/m 3.5 – pagina 43 t/m 63

⇒ Bronnentabel: 4. Groen - pagina 92 - 93

Richtlijnen Groen:

- ◇ Menselijk uitstoot dient gecompenseerd te worden met groen door middel van atriums, daken en gevels.
- ◇ Voor het verhogen van de welzijn van de mens, het natuurlijk koelen van de stad en de biodiversiteit dient er meer groen geplaatst te worden





Hoofdstuk 5

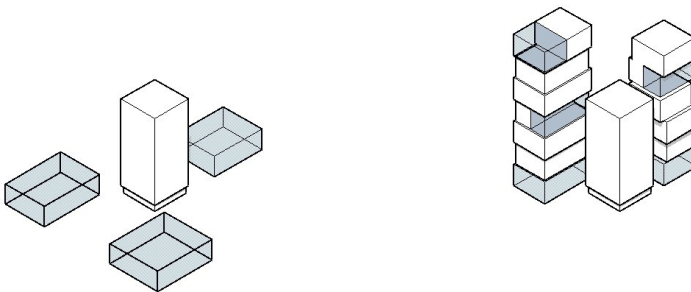
Gebouw



Publiek domein

Informatie en kennis van fijnstof en CO₂ geven een bepaalde waarde en richtlijnen voor het herbestemmen. Het gebouw, de herbestemming, is in dit geval een variabel element. Naast de richtlijnen voor de luchtkwaliteit dienen er ook een aantal architectonische elementen aanwezig te zijn om het gebouw ideaal voor TristateCity te maken.

Het publiek domein is veelal een horizontaal vlak waarin activiteiten of winkels zich bevinden voor basisbehoeftes en entertainment. In de verticale stad zal het publieke domein zich ook in een derde dimensie gaan verplaatsen. Doordat de stad steeds meer groen en openbare plekken inlevert voor de hogere gebouwen moeten er ook concessies gedaan worden in de ontwerpfase. Het gebouw dient daarom een gedeelte van het gebouw terug te geven aan de gemeenschap voornamelijk omdat pleinen en binnenstedelijke groengebieden volgebouwd worden met woontorens. Het publieke domein zal van pleinen en winkelcentrums verplaatsen naar in het gebouw.

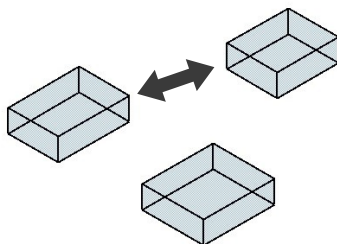


Afbeelding 20

Knopen

Het publiek domein zal met de steden mee moeten groeien de hoogte in. Het horizontale vlak wordt als maar kleiner naar mate er meer gebouwen in de omgeving komen. De huidige publieke domeinen die zich in een gebouw bevinden zijn veelal in de plint van het gebouw.

Het publiek domein geeft tevens ook een kans om het gebouw iets te geven wat het uniek maakt voor de stad waar het zich in bevindt. De promenade, winkelcentrum, passage etc. zijn allemaal publieke domeinen. Deze zijn nodig om gemeenschappen samen te brengen in een drukke stad. De publieke domeinen moeten door de stad heen een netwerk vormen waarin om de 5-10 minuten iets te doen is. Dit netwerk zorgt voor leven en verbinding in een stad wat de mensen naar de winkels, kroegen en andere activiteiten brengt.

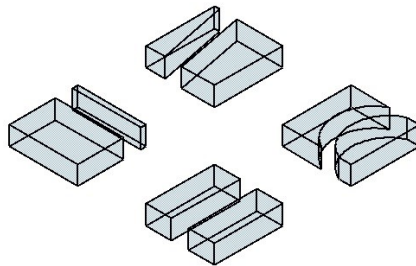


Afbeelding 21

Passages

Publieke domeinen in de plint van een gebouw kunnen niet alleen een plek zijn voor behoefte of entertainment maar ook voor de kortste route. Gebruik het publiek domein als een passage wat het volk trechtert naar hun bestemming. De passage moet een gemakkelijke toegang hebben en voor de mensen geen omweg zijn om deze te benaderen.

Binnen de TristateCity-visie is infrastructuur een belangrijk element. Daarom dient in de ontwerpfase gekeken te worden naar de beweging van het volk om het gebouw heen. Massa's en openingen worden uit het publiek domein gehaald om deze als aderen door de stad te laten lopen.



Afbeelding 22

Voorzieningen

Binnen het publiek domein kunnen een aantal voorzieningen thuis-horen, deze kunnen zowel in als buiten het gebouw liggen. Om het leven in TristateCity zo gemakkelijk mogelijk te maken wordt er gekeken naar de infrastructuur en de afstanden naar de dichtstbij-zijnde voorzieningen. Wat betreft de infrastructuur zijn het de afstanden tot stations die belangrijk zijn zodat de mensen gemakke-lijk naar hun werk kunnen. De afstanden tot basisvoorzieningen als supermarkten en scholen behoren ook tot een belangrijk onder-deel. Tevens ook de secundaire levensbehoefte als retailhandel, vrije tijd en cultuur, restaurants, uitgaansgebieden en park of plant-soen. Ter referentie zijn grote steden in de TristateCity gebruikt om de ideale afstand naar voorzieningen te bepalen.

De architect kan niet op al deze aspecten invloed hebben op de afstand en locatie van het gebouw,. Toch is het belangrijk dat veel van deze onderdelen toegankelijk zijn in TristateCity. Het publiek domein kan gebruikt worden om voorzieningen te plaatsen. Hier-mee kan de score verbeterd worden. In de bouw wordt altijd geke-ken naar verbeterpunten. Daarom is de beste waarde van de refe-rentiesteden op 70%- waarde vastgesteld. In dit hoofdstuk wordt gekeken naar de afstand waaraan de locatie en voorzieningen mi-nimaal moet voldoen.



Afbeelding 23

Station:

70% waarde: 1,9 km



Supermarkt:

70% waarde: 0,5 km



Park of plantsoen:

70% waarde: 1,0 km



Restaurant:

70% waarde: 0,3 km



Retail:

70% waarde: 1,2 km



School:

70% waarde: 0,5 km *basisschool*
1,0 km *v. onderwijs*



Vrije tijd & cultuur

70% waarde: 1,0 km



Uitgaansgebieden:

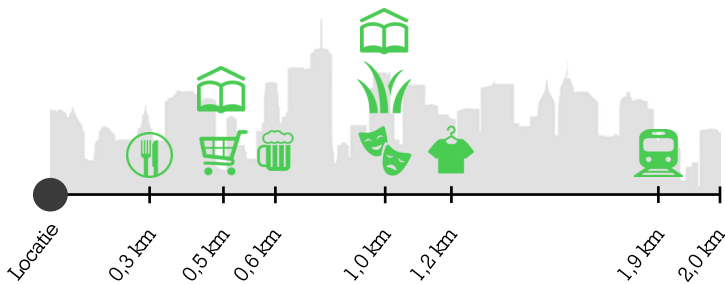
70% waarde: 0,6 km



Minimale afstand

De afstand zo kort mogelijk houden zal resulteren in minder gebruik van auto's en andere motorische voertuigen binnen het stedelijke gebied. Naast het reduceren van autogebruik is het leven voor internationaal talent gemakkelijker als alles wat in het dagelijks leven nodig is zich in een straal van 2,0 kilometer bevindt.

Zodra de afstanden kleiner zijn dan de 70%-waarde dan zal dit in een hogere score resulteren bij de PCM-score.



Afbeelding 25



Afbeelding 26

Services

Om de gebouwen aantrekkelijk te maken voor internationaal toptalent kunnen naast de voorzieningen in de omgeving of publiek domein ook services in het gebouw zitten om bij te dragen aan de luxe leefstijl van de bewoners. Hierbij is gekeken naar de gebruikelijke services van hotels en appartementen. Aan de hand daarvan kunnen er scores verdiend worden in het toetsingsmodel.

Enkele services die gebouwen leveren om het wonen aantrekkelijk te maken zijn fitness en wellness, maar ook een wasserette en kinderopvang. Het gebouw is meestal ook voorzien van een standaard onderhoudscontract voor algemene zaken en om de uitstoot voor autotransport zo laag mogelijk te houden dienen er aansluitingen te zijn voor elektrische auto's of Birò's.

Ook al zijn niet alle factoren beïnvloedbaar bij een herbestemming, zoals de afstand naar een supermarkt, hebben zij wel een waarde binnen de Tristate-visie. Met deze waardes en toetsing kan er gekeken worden naar welke voorzieningen of services de score, maar ook de leef kwaliteit van internationaal toptalent, kunnen worden verbeteren door deze in het publieke domein te plaatsen. Afstanden zullen hierdoor afnemen wat transport met voertuigen kan vervangen door lopen of fietsen naar het punt van bestemming. Dit zal ook fijnstof en CO₂ uitstoot verminderen in de stad.

Onderaan de pagina staan richtlijnen voor het gebouw met zijn services en voorzieningen die in het volgende hoofdstuk getoetst wordt. Alle onderdelen die getoetst kunnen worden voor de score zijn in voorgaande hoofdstukken besproken.



Voor meer informatie en bronnen: Pure City Matters - Informatieboek

⇒ Hoofdstuk(ken): 4.1 t/m 4.3 – pagina 65 t/m 75

⇒ Bronnentabel: 5. Gebouw - pagina 93

Richtlijnen Gebouw:

- ◇ Voorzieningen dienen minimaal op de afstand van 70%-waarde te liggen om te voldoen aan de criteria.
- ◇ Het gebouw dient voorzien te zijn van services voor de bewoners.





Hoofdstuk 6

PCM-score

PCM-score

3.2 Fijnstof

Onderdelen	Eenheid	Hoeveelheid	Te behalen punten	Behaalde punten
Gemeten PM10-waarde in gebouw	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	>40 tot 33	0	
		33 tot 26	6	
		26 tot 19	11	
		19 tot 11	17	
		≤ 11	22,5	
Gemeten PM2,5-waarde in gebouw	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	>25 tot 19	0	
		19 tot 14	6	
		14 tot 9	11	
		9 tot 4	17	
		≤ 4	22,5	
Max. haalbare punten =				45,0
Totaal behaalde punten =				

Toelichting:

Het aantal behaalde punten dienen aan de hand van de gemeten fijnstofwaarde in het gebouw bepaald te worden. De waardes kunnen door middel van de meterkastmodule ionisator gereduceerd worden. Zie hoofdstuk 3.2

3.3 CO₂

Onderdelen	Eenheid	Hoeveelheid*	Te behalen punten	Behaalde punten
CO2 gefilterd p.h.p.y.	kg/y	>= 360	45	
		60 tot 360	33,75	
		-240 tot 60	22,5	
		-540 tot -240	11,25	
		<-840 tot -540	0	
Max. haalbare punten =				45,0
Totaal behaalde punten =				

* Hoeveelheid te berekenen op pagina's 82 & 83

4.1 Groenvoorzieningen

Onderdelen per huishouden	Eenheid	Hoeveelheid	Te behalen punten	Behaalde punten
Aantal bomen per woonunit	Bomen		2 per boom	
Aantal m ² plan- ten per woon- unit	m ² planten		1 per m ²	
Aantal m ² gras per woonunit	m ² gras		1 per m ²	
Aantal m ² groene gevel per woonunit	m ² groene gevel		3 per m ²	
Max. haalbare punten =				∞
Totaal behaalde punten =				

Voorbeeld:

Een kantoorgebouw wordt herbestemd naar een woontoren met 40 woonunits. In, op en om het gebouw worden 80 bomen geplaatst en 150 m² groene gevel bevestigd. De waarde voor deze herbestemming wordt dan 2,0 bomen per woonunit en 3,75 m² groene gevel per woonunit. Dat levert voor dit onderdeel van de PCM-score 15,25 punten op. Deze dienen aan het einde ingevoerd te worden bij het totaaloverzicht

PCM-score

5.2 Voorzieningen

Onderdelen	Eenheid	Afstand van - tot	Te behalen punten	Behaalde punten
Afstand tot station	km	>5 tot 3,9	0	
		3,9 tot 2,8	3	
		2,8 tot 1,7	5	
		1,7 tot 0,6	8	
		<=0,6	10	
Afstand tot supermarkt	km	>0,9 tot 0,75	0	
		0,75 tot 0,6	2	
		0,6 tot 0,45	4	
		0,45 tot 0,3	6	
		<=0,3	8	
Afstand tot groenvoorzieningen	km	>5 tot 3,75	0	
		3,75 tot 2,5	2	
		2,5 tot 1,25	3	
		1,25 tot 0,0	5	
		0,0	6	
Afstand tot retail	km	>2,6 tot 2,1	0	
		2,1 tot 1,6	2	
		1,6 tot 1,1	3	
		1,1 tot 0,6	5	
		<=0,6	6	
Afstand tot uitgaan	km	>1,5 tot 1,275	0	
		1,275 tot 1,05	2	
		1,05 tot 0,825	3	
		0,825 tot 0,6	5	
		<=0,6	6	

Afstand tot restaurant	km	>0,8 tot 0,625	0	
		0,625 tot 0,45	2	
		0,45 tot 0,275	3	
		0,275 tot 0,1	5	
		<=0,1	6	
Afstand tot vrijetijd en cultuur	km	>1,9 tot 1,575	0	
		1,575 tot 1,25	2	
		1,25 tot 0,925	3	
		0,925 tot 0,6	5	
		<=0,6	6	
Afstand tot basisschool	km	>0,7 tot 0,625	0	
		0,625 tot 0,55	1	
		0,55 tot 0,475	2	
		0,475 tot 0,4	2	
		<=0,4	3	
Afstand tot middelbare school	km	>2,5 tot 1,975	0	
		1,975 tot 1,45	1	
		1,45 tot 0,925	2	
		0,925 tot 0,4	2	
		<=0,4	3	
Max. haalbare punten =54				
Totaal behaalde punten =				

Toelichting:

Het aantal behaalde punten dienen aan de hand van de gemeten afstanden van locatie tot voorzieningen bepaald te worden. Zie hoofdstuk 5.2.

Voorbeeld:

Als de locatie van de herbestemming op 2,0 km afstand van het station ligt dan zal het gebouw daarvoor 10 punten scoren.

PCM-score

5.3 Services

Onderdelen	Eenheid	Aanwezig	Te behalen punten	Behaalde punten
Fitness/sports	Ja/nee		5	
Wasserette	Ja/nee		2	
Byro/ elektrische	Ja/nee		10	
Kinderop- vang	Ja/nee		5	
Zwembad/ wellness	Ja/nee		2	
Onderhoud gebouw	Ja/nee		5	
Max. haalbare punten =				29
Totaal behaalde punten =				

Toelichting:

Het aantal behaalde punten dienen aan de hand van de services in het gebouw bepaald te worden. Zie hoofdstuk 5.3.

Voorbeeld:

Als in het gebouw een zwembad, fitness, wasserette en kinderopvang aanwezig zijn dan scoort het gebouw 14 punten op het onderdeel Services. Als iets niet aanwezig is worden daar geen punten voor gegeven.

Totaal

Maximaal te behalen punten =	187
2.2 Fijnstof	
2.3 CO ₂	
3.1 Groenvoorzieningen	
4.2 Voorzieningen	
4.3 Services	
	+
Totaal behaalde punten =	
Totaal behaalde percentage =	

Toelichting:

De punten van de verschillende onderdelen dienen in bovenstaand tabel ingevoerd te worden om de score uit te rekenen.

Formule:

(Behaalde punten : 187) x 100 = PCM-score

Voorbeeld:

De totaal aantal punten van de herbestemming levert totaal 143 van 187 punten op. Zodra deze waarde in de formule gestopt worden levert dit een PCM-score van 76,5% op. Daarmee voldoet hij aan de criteria van minimaal 70%!

PCM-score = (143 : 187) x 100 = 76,5%

CO₂ berekening

Luchtzuivering

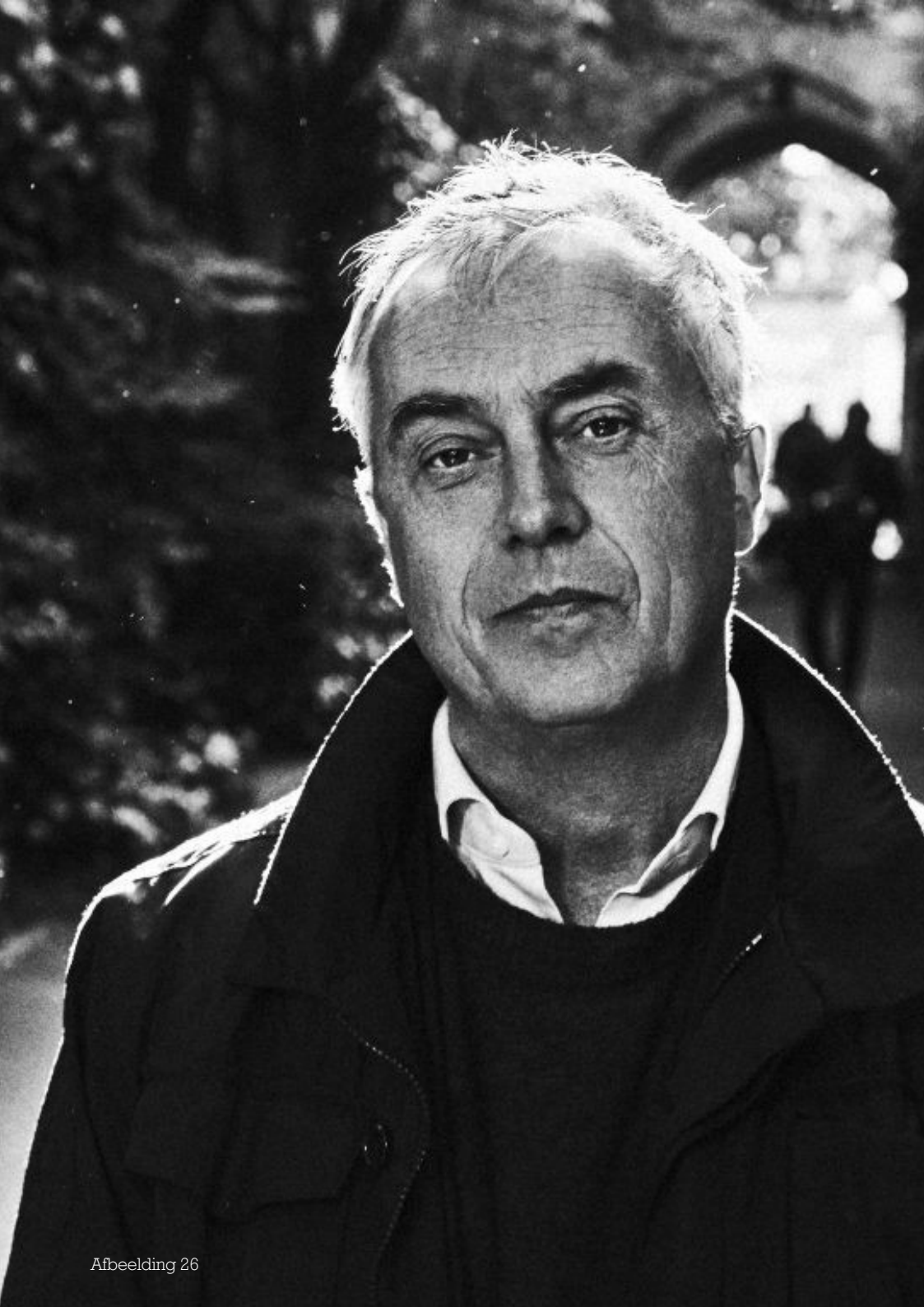
Onderdelen per huishouden	Eenheid	Hoeveelheid	Zuiverwaarde per plant op jaarbasis in kg	Aantal per m²	Totaal kg zuiverwaarde op jaarbasis	Aantal gereduceerde kg CO ₂
Aantal bomen	Bomen		1000,0	NVT	1000	
Aantal m² groengevel	m²		2,3	1	2,3	
Aantal m² gras	m²		0,389	1	0,4	
Aantal tomatenplanten per m²	m²		1,59	2	3,2	
Aantal peperplanten per m²	m²		1,029	2,2	2,3	
Aantal romeinse slaplanten per m²	m²		0,1298	6,5	0,8	
Aantal broccoli-partenon planten per m²	m²		0,2104	3,5	0,7	
Aantal broccoli-naxos planten per m²	m²		0,2387	3,5	0,8	
Aantal meloenplanten	Planten		0,802	NVT	0,8	
Aantal watermeloenplanten	Planten		1,489	NVT	1,5	
Aantal bloemkoolplanten per m²	m²		0,3425	3,5	1,2	
Aantal artisjokplanten	Planten		1,854	NVT	1,9	
Aantal haverplanten per m²	m²		0,01063	128	1,4	
Aantal gerstplanten per m²	m²		0,013	100	1,3	
Aantal tarweplanten per m²	m²		0,011	125	1,4	
Aantal tarweplanten per m²	m²		0,011	125	1,4	
Totaal aantal kg opgeslagen CO ₂ =						

Luchtvervuiling

Onderdelen per huishouden	Eenheid	Hoeveelheid	Vervuilwaarde op jaarbasis in kg	Aantal kg CO ₂ geproduceerd
Aantal huishoudens	Huishoudens		839,5	
Aantal gasfornuizen	Gasfornuizen		132	
Aantal gashaarden	Gashaarden		832	
Aantal houthaarden	Houthaarden		4767,9	
Aantal HR- kachels	HR-kachels		1083,6	
Totaal aantal kg geproduceerde CO ₂ =				

Totaal

Luchtzuivering in kg CO ₂	
Luchtvervuiling in kg CO ₂	
	-
Totaal CO ₂ =	
Invullen bij 3.3 CO ₂ (pagina 76)	



Hoofdstuk 7

Studycase

Trudo Toren



23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



186,3 kg



1 boom
41,6 planten
2,8 m^2 gras



5/29 P.



⇒ Hoofdstuk(ken): 5 – pagina 77 t/m 85

⇒ Bronnentabel: 7. Study case: Trudo Toren - pagina 93

TRUDO VERTICAL FOREST STUDY -CASE



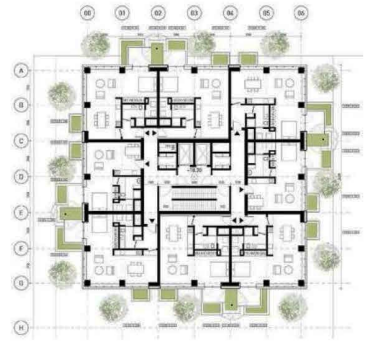
48/54

PCM
74,3%



Loft apartment

- 1. Entrance / Hallway
- 2. Bedroom
- 3. Kitchen
- 4. Livingroom
- 5. Bathroom
- 6. Technical space



PM₁₀

De gemiddelde PM₁₀ waarde in Eindhoven is 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Met een richtlijn van 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, scoort de Trudo Toren voldoende.

PM_{2,5}

De gemiddelde PM_{2,5} waarde in Eindhoven is 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Met een richtlijn van 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, scoort de Trudo Toren voldoende.

CO₂

Na herberekening volgens de CO₂-berekening, slaat de Trudo Toren gemiddeld 186,3 kg CO₂ per jaar, per huishouden op.

Met gemiddeld 1 boom, 41,6 planten en 2,8 m² gras per huishouden, scoort de Trudo Toren zowel bij CO₂ als bij groen zéér hoog.

Gezien het feit dat de Trudo Toren voorzien is van een hoog percentage aan groen, is het vermoeden er dat de service onderhoud is inbegrepen.



Hoofdstuk 8

Conclusie

Conclusie

Hoe kan met een herbestemming van kantoorgebouw naar woon-toren het fijnstofgehalte en de CO₂-waarde in lucht gereduceerd worden?

Uit dit onderzoek blijkt dat door middel van ionisators en veel groen in, op en om het gebouw het fijnstofgehalte en de CO₂-waarde gereduceerd kan worden. Het fijnstofgehalte kan door middel van een meterkastmodule 70% van de PM10-waarde en 40% van de PM2,5-waarde gereduceerd worden. Het verwerken van groen in, op en om het gebouw kan de menselijke uitstoot CO₂ volledig opnemen. Er kan zelfs meer gezuiverd worden dan de menselijke uitstoot.

Het is niet de vraag *of* dit toegepast *moet* worden in de bouw maar *wanneer* het toegepast *moet* worden. Korte blootstelling aan fijnstof kan de gezondheid van de mens al aantasten en een te hoge CO₂-uitstoot is schadelijk voor de mens en het milieu. Daarom moeten het fijnstof- en CO₂-gehalte zo snel mogelijk gereduceerd worden.

Gelukkig zijn we met z'n allen steeds meer bewust van dit probleem. Echter om dit te verhelpen zal ook de bouw een steentje moeten bijdragen.

Hoofdstuk 9

Nawoord

Nawoord

Terugkijkende op onze afstudeeropdracht hebben wij ontzettend veel geleerd. De opdracht is gedurende het proces flink veranderd, zo hebben wij tot onze spijt geen ontwerp kunnen maken. Iets wat we beide op voorhand wel voor ogen hadden. Echter heeft het actuele onderwerp omtrent fijnstof en de positieve feedback van externe partijen ons geënthousiasmeerd en gemotiveerd om dit een gedegen onderzoek te maken. Met trots kijken wij terug op dit uit de hand gelopen vooronderzoek.

Afbeeldingregister

Afbeelding 1:

(sd).Pine Tree. Opgeroepen op maart 24, 2018, van <https://pixabay.com/nl/pine-tree-schors-hout-koffer-mos-3135621/>

Afbeelding 2:

Zelf gemaakt

Afbeelding 3:

(sd).TristateCity. Opgeroepen op Februari 18, 2018, van <https://www.tristatecity.nl/>

Afbeelding 4:

(sd).Megacities. Opgeroepen op februari 18, 2018, van <https://www.tristatecity.nl/>

Afbeelding 5:

(sd).TristateCity Population. Opgeroepen op februari 18, 2018, van <https://www.tristatecity.nl/>

Afbeelding 6:

(sd).Opgeroepen op maart 18, 2018, van <https://airforum2017.srap-ieap.org/program/>

Afbeelding 7:

(sd).Opgeroepen op maart 23, 2018, van <https://www.rivm.nl>

Afbeelding 8:

ENS Technology. (2017). *Lucht-kwaliteit Eindhoven*. Opgeroepen op Februari 16, 2018

Afbeelding 9:

(2017).Opgeroepen op juni 8, 2018, van <https://www.cobouw.nl/infra/>

[nieuws/2016/06/parkeergarages-worden-longen-van-de-stad-101219131](https://www.cobouw.nl/infra/)

Afbeelding 10:

(2017).Opgeroepen op juni 8, 2018, van <https://www.cobouw.nl/infra/>
[nieuws/2016/06/parkeergarages-worden-longen-van-de-stad-101219131](https://www.cobouw.nl/infra/)

Afbeelding 11 & 12:

Zelf gemaakt

Afbeelding 13:

(sd).Opgeroepen op maart 23, 2018, van <https://www.pexels.com/photo/clear-close-up-dew-droplet-414090/>

Afbeelding 14:

Zelf gemaakt

Afbeelding 15:

Green Roofs. (2017). Sihlcity Shopping Centre Living Facade . Opgeroepen op <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=1825>

Afbeelding 16 & 17:

Zelf gemaakt

Afbeelding 18:

ArchiDaily. (2013, december 13). *ArchiDaily*. Opgeroepen op maart 23, 2018, van Seoul New City Hall / iArc Architects: <https://www.archdaily.com/457570/seoul-new-city-hall-iarc-architects>

Afbeelding 19:

C.R.O.S.S.. (sd). *CMM Net*. Opgeroepen op maart 23, 2018, van <http://www.cmmnet.org/cross-coaching.html>

Afbeelding 20 t/m 25:

Zelf gemaakt

Afbeelding 26:

Designboom. (2017, januari 15). *Designboom*. Opgeroepen op mei 21, 2018, van a look inside new york's most luxurious gyms and fitness centers: <https://www.designboom.com/architecture/new-york-gym-roundup-luxury-fitness-centers-01-15-2017/>

Afbeelding 27:

Club Milano. (sd). Opgeroepen op maart 23, 2018, van <http://www.clubmilano.net/page/189/>

Afbeelding Trudo Toren:

Trudo.nl. (2017, december 5). *Trudo*. Opgeroepen op juni 12, 2018, van Sint Trudo bouwt Trudo Toren: <http://www.trudo.nl/actueel/sint-trudo-bouwt-trudo-toren>

Details:

Zelf gemaakt

Afbeelding richtlijnen:

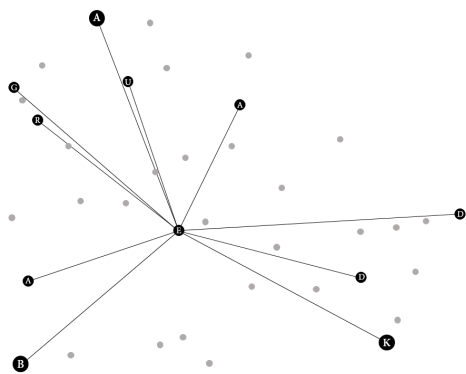
(sd). *Vecteezy*. Opgeroepen op mei 21, 2018, van New York High Line: <https://www.vecteezy.com/free-vector/green-city>



Informatieboek

J.J.A. HUIJBERS

B.H.J. PADBERG



Auteurs:

J.J.A. Huijbers
2086637

B.H.J. Padberg
2022050

Instelling:

Avans Hogeschool
Onderwijsboulevard 215
5223 DE 's-Hertogenbosch

Opleiding:

HBO Bouwkunde
Profielrichting: architectuur

Begeleiders:

Avans Hogeschool
B.A. ter Denge
H.M.H.J. Elbers

VFO Architects | Urban Design:
Ir. C.W. Franken

Voorwoord

Dit informatieboek is ter verduidelijking van het handboek. Het handboek geeft beknopte informatie en richtlijnen, in dit informatieboek kunt u lezen hoe deze richtlijnen tot stand zijn gekomen. Aan het eind van ieder hoofdstuk in het handboek wordt een korte verwijzing gedaan naar dit boek. Daar staan de bronnen en artikelen die zijn geraadpleegd voor het vergaren van informatie.

Inhoudsopgave

HOOFDSTUK 1 TRISTATE CITY

pagina 9

- ◇ 1.1 TRISTATECITY
pagina 10
- ◇ INTERVIEW PETER SAVEL-
BERG
pagina 13

HOOFDSTUK 2 LUCHTKWALITEIT

pagina 17

- ◇ 2.1 LUCHTKWALITEIT
pagina 19
- ◇ 2.2 FIJNSTOF
pagina 20
- ◇ INTERVIEW ROEL GIJS-
BERS
pagina 23
- ◇ METERKAST MODULE
pagina 29
- ◇ 2.3 CO₂
pagina 30

- ◇ ZUIVERING CO₂
pagina 32

- ◇ ZUIVERING CO₂ DOOR
GASVERBRUIK
pagina 36

- ◇ REFERENTIEPROJECTEN
pagina 38

HOOFDSTUK 3 GROEN

pagina 43

- ◇ 3.1 GROENVOORZIENIN-
GEN
pagina 44
- ◇ 3.2 GEVELS
pagina 45
- ◇ REFERENTIEPROJECTEN
pagina 46
- ◇ 3.3 DAKEN
pagina 48
- ◇ REFERENTIEPROJECTEN
pagina 50

◇ 3.4 ATRIUMS
pagina 54

◇ REFERENTIEPROJECTEN
pagina 56

◇ 3.5 AANSLUITINGEN
pagina 58

HOOFDSTUK 4

GEBOUW

pagina 65

◇ 4.1 PUBLIEK DOMEIN
pagina 66

◇ 4.2 VOORZIENINGEN
pagina 68

◇ 4.3 SERVICES
pagina 72

HOOFDSTUK 5

GEBOUW

pagina 77

◇ 5.1 STUDYCASE: TRUDO
TOREN
pagina 78

BIJLAGE A

DIAGRAM

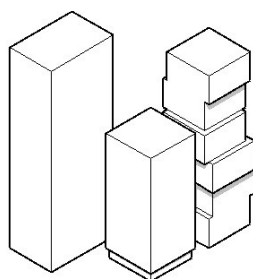
pagina 87

LITERATUURLIJST

pagina 90

AFBEELDINGREGIS- TER

pagina 94



Hoofdstuk 1

TristateCity

Handboek: pagina 23-29

1.1 TristateCity pagina 23-29



Afbeelding 1

Stellingen

- In 2025 woont 70% van de wereldbevolking in grote steden...
- Er ontstaan 60 zeer grote agglomeraties met 15-30 miljoen inwoners...
- De concurrentie tussen deze mega-cities neemt sterk toe ...
- Het zijn magneten voor buitenlandse investeerders en human talent...

Doel

In deze 'Battle of the Cities' willen wij ... Nederland **VEEL** sterker op de kaart zetten, dit door Nederland als grote, groene wereldstad met 30 miljoen inwoners met een samenhang met onze buurregio's Vlaanderen en Nord Rhein Westfalen, neer te zetten.

'The Battle of the Cities'

Door de snelle urbanisatie in de groei-landen zijn er, in amper 20 jaar tijd, circa 60 super-steden in de wereld ontstaan. In deze enorme stedelijke agglomeraties wonen gemiddeld 15-30 miljoen mensen. Mega-cities concurreren sterk met elkaar als het gaat om het aantrekken van buitenlandse investeringen en internationaal toptalent. Nederlandse steden zijn (met gemiddeld 150.000 inwoners) veel te klein om mee te doen in deze 'Battle of the Cities'.

Nederland als geheel en als sterk verstedelijkte delta (met 17 miljoen inwoners) zou een hele sterke speler zijn in deze 'strijd der titanen'. Onze citymarketing is echter sterk gefragmenteerd en daardoor niet efficiënt. In de praktijk concurreren Nederlandse steden en regio's met elkaar in het buitenland.

Paraplu-model / platform voor lokale citymarketing

TristateCity is ontwikkeld als paraplu-model voor lokale citymarketing en plaatst de Nederlandse steden in een grootstedelijk kader. Met behoud van eigen identiteit kunnen deelnemende steden gebruik maken van de agglomeratiekracht die Nederland, als grote groene wereldstad, heeft. Daarbij kijken wij niet alleen verder dan de Randstad maar betrekken wij ook onze directe buurlanden (Vlaanderen en Nord Rhein Westfalen) in onze presentatie.

Paraplu-model ook voor netwerk-visualisaties bedrijven & kennisinstellingen

Onze economie bevindt zich voor 50% in de Randstad en voor 50% in de ring daar omheen. 40% van de Nederlanders woont in de randstad en 60% woont daarbuiten. Nederland drijft meer handel met Nord Rhein Westfalen, dan met alle BRICS landen bij elkaar opgeteld. In de driehoek Amsterdam-Brussel-Düsseldorf gaat jaarlijks een volume van 150 miljard aan handel om! Daarnaast behoren de ruim 30 miljoen inwoners van deze mega-agglomeratie tot de meest welvarende, hoog opgeleide en ... gelukkigste mensen van de wereld! TristateCity heeft acht universiteiten in de wereld top 100 en nog eens zeven in de top 150.

TristateCity is zowel de Europese Gateway (drie luchthavens/drie zeehavens), de Europese Capital (Hoofdstad Brussel) en één van de belangrijkste Europese Innovation Hotspot (Eindhoven/Rhein-Ruhr).

Belang voor de BV Nederland

De BV Nederland heeft er dus alle belang bij om zich als grote groene wereldstad te presenteren. In veel opzichten zijn wij, als organisch gegroeide super-stad, een geslaagd voorbeeld voor al die mega-cities in wording. De circa 25.000 innovatieve MKB bedrijven die hier actief zijn kunnen daarvan profiteren als zij hun export uit gaan breiden naar de groeilanden. TristateCity is een initiatief van Peter Savelberg in samenwerking met VNO-NCW en wordt gesponsord en gesteund door o.a. de koepel van institutionele beleggers IVBN. Sponsoren hebben zich verenigd in een denktank die 2 keer per jaar bijeen komt. Begin 2016 is het model gepresenteerd aan drie ministeries, de G5 en de Randstadprovincies+ Noord Brabant. Het werd daar positief ontvangen.

Interview Peter Savelberg 16 feb. 2018

HOE KUNNEN WIJ NIEUW-BOUW- EN HERBESTEM-MINGSPROJECTEN GESCHIKT MAKEN VOOR DE VISIE TRISTATECITY?

Eén van de belangrijkste uitgangspunten van TristateCity is de infrastructuur tussen de verschillende steden. Dit moet een snelle en goede verbinding zijn. Met als uitgangspunt: in de toekomst kan er gemakkelijk in de ene stad gewerkt worden en in de andere stad worden gewoond, zonder hierdoor veel tijd te verliezen.

Om als voorbeeld te nemen: een Chinees kijkt niet naar Eindhoven of Brabant als een stad of provincie, maar meer als een wijk van de stad Nederland/TristateCity. Dit omdat hij steden is gewend zoals Shanghai met ruim 24 miljoen inwoners. Als je dit vergelijkt met het inwonersaantal van Eindhoven wat op ongeveer 225.000 ligt, dan kun je je goed voorstellen dat de Chinees onze stad Eindhoven ziet als een wijk.

De hoofdstedelijke ontwikkeling vindt plaats rondom de grote stations, zoals: Amsterdam centraal, Rotterdam centraal en Eindhoven. Dit zijn knooppunten waar alles samenkomt, waardoor het aantrekkelijk is voor de expats om daar te gaan wonen. Hiervoor moeten de gebouwen rondom de grote stations wel dermate aantrekkelijk zijn, dat de expats daadwerkelijk in deze gebouwen willen wonen.

De hierop volgende vraag luidt dan: "Wat voor een huisvesting willen de

toekomstige expats?" De specifieke doelgroep wil graag luxe, ruime appartementen of penthouses in een hoge flat of toren. Met daarin allerlei luxe voorzieningen, zoals: zwembad, winkels, etc. Alles erop en eraan.

Waarom wil deze doelgroep niet in een wijk wonen met een (riante) woning? Omdat buitenlanders onze (Vinex) wijken zien als armoedig. Een (Vinex) wijk is echt iets typisch Nederlands. Wij zagen dit als dé oplossing voor het woningtekort in Nederland. Riante woningen daarentegen, zijn ruimer en luxueuzer, alleen is er hier een schaarste aan en is de bereikbaarheid ongeschikt. Met andere woorden: "Onze doelgroep wil royale appartementen, met alle services van dien, in een woontoren zo dichtmogelijk bij een groot station".

HOE HEBBEN ZE UW VISIE TOEGEPAST IN ROTTERDAM MET DE TWEE ICONISCHE TORENS DIRECT NAAST HET STATION AAN DE ROTTERDAMSE ZUID-AS?

Dit hebben zij toegepast door de torens groots en meeslepend te maken. Veel services bedragen een groot kostenplaatje, om dit op te heffen moesten er veel m3 worden gecreëerd. Het gebouw moet een stempel drukken.



Afbeelding 4

AANGEZIEN EINDHOVEN INNOVATION HOTSPOT IS, ZIJN ER HIERDOOR NOG ZAKEN WAARBIJ WIJ EXTRA REKENING MOETEN HOUDEN TIJDENS HET ONTWIKKELEN VAN EEN CONCEPT?

Eindhoven = Hightech & Design

Willen we een Eindhovens eigen accent aan ons concept geven dan moeten we kijken naar de kernwaardes van de stad Eindhoven. Op dit moment is Eindhoven wereldberoemd om zijn High Tech Campus en de Dutch Design Week. Het enige nadeel aan de DDW is dat het zich maar één week in het jaar afspeelt. Wat nu als we een design campus huisvesten in de plint van ons gebouw. Op deze manier creëren we het hele jaar een creatieve sfeer, een DDW het héle jaar.

Maar...

De visie achter TristateCity is om i.p.v. de Nederlandse steden onderling tegen elkaar te laten concurreren, samen te werken. Zodat we samen de grootste

groene superstad ter wereld kunnen worden, die kan gaan concurreren tegen wereldsteden als Tokyo en New York in "The Battle of the Cities". Willen jullie de visie van TristateCity toepassen in jullie afstudeerproject dan moet er ook een concept worden ontwikkeld die toepasbaar is in verschillende steden binnen onze TristateCity.

Conclusie: Ontwikkel een concept dat toepasbaar is in verschillende steden, met een Eindhovens eigen finishing touch.

OMDAT WIJ NIET NAAR DE STAD EINDHOVEN VAN VANDAAG KIJKEN, MAAR NAAR DE STAD EINDHOVEN VAN MORGEN VROEGEN WIJ ONS AF: "HOE BEELD U EINDHOVEN IN OVER EEN TIENTAL AANTAL JAREN?"

Het openbaar vervoer zal beter moeten. Hier is de staat Nederland op dit moment druk mee bezig. Dit heeft verder geen betrekking tot jullie ontwerp voor Het Hooghuis.

PAST HET OPLOSSEN VAN HET FIJNSTOF EN CO₂ PROBLEEM IN HET PLAATJE VAN TRISTATE-CITY? ZO JA, WAAROM?

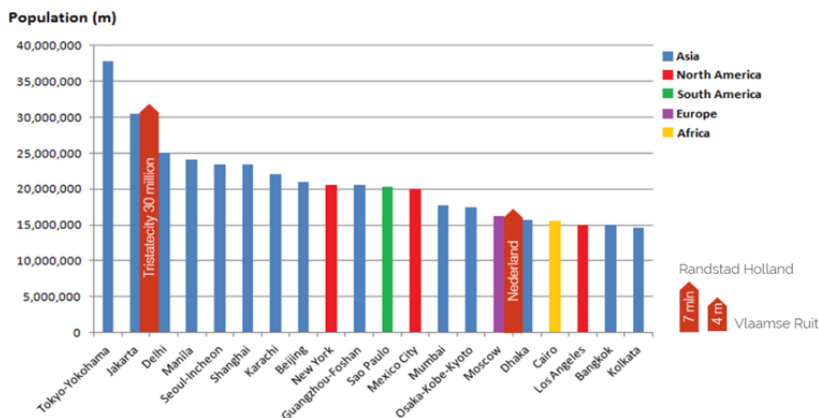
Dit past goed in de visie van TristateCity. Dit omdat we van Nederland, de grootste groenste superstad ter wereld willen gaan maken. Naast het feit dat het zuiveren van lucht bijdraagt aan het verbeteren van het klimaat en we een groen-concept willen ontwikkelen, is het ook van belang om de stad zo aantrekkelijk mogelijk te maken.

Hoe zuiverder en beter leefbaar de stad is, des te aantrekkelijker de stad is voor expats om er te komen wonen.

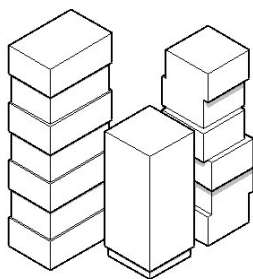
OP UW WEBSITE HEEFT U HET OVER DE VISIE: "NEDERLAND VEEL STERKER OP DE KAART ZETTEN ALS ÉÉN GROTE GROENE WERELDSTAD." HOE GROOT IS HET BELANG VAN GROEN IN DE BINNENSTAD, BINNEN UW VISIE?

Buitenlanders zien onze steden als dorpen in het groen. Binnen tien minuten fietsen ben je vanuit het centrum in een natuurgebied of park. Iets wat bijna geen één wereldstad te bieden heeft. De focus om een natuurpark te creëren in de binnenstad is daarom ook niet van belang.

Wat wel van belang is/kan zijn, is een Urban park met recreatie zoals basketbalvelden en plekken om te spelen.



Afbeelding 5



Hoofdstuk 2

Luchtklimaat

Handboek: pagina 31-45



Afbeelding 6

2.1 Luchtkwaliteit pagina 33

De onderzoeksfase is er voornamelijk gericht op de binnenstad van Eindhoven, hierin staat de herbestemming die op voorhand gedaan zou worden. Naar uitbreiding van het onderzoek is de herbestemming in The Greenprint - Study-case behandeld als een praktijk toets van de opgestelde richtlijnen.

Eindhoven is een stad van innovatie en techniek. Met deze techniek wordt er steeds meer werkgelegenheid en mensen naar de stad Eindhoven toe getrokken. Door het toenemende werk- en woonverkeer is er in Eindhoven, maar vooral in de binnenstad, een te hoge waarde aan vervuilde lucht. Dit hebben ze onlangs proberen te reduceren door gedeelte van de ring af te sluiten, hierdoor gaat het werk- en woonverkeer meer buiten het centrum om. De herstructurering van de Vestdijk is hier een interessant voorbeeld van. Maar kan deze problematiek ook anders worden verholpen, een verkeersvrije stad bijvoorbeeld? Door de problematiek omtrent de lucht, met name CO₂ en fijnstof, heeft Eindhoven Airport als koploper zijn CO₂-uitstoot al weten te reduceren.

Eindhoven Airport is koploper in de Benelux als het gaat om CO₂-reductie. Het vliegveld heeft het certificaat Neutrality gekregen. Dit betekent dat het vooruitloopt op de huidige klimaatdoelstellingen. De Eindhovense luchthaven is de eerste in de Benelux met een Neutrality certificaat en de vijftiende wereldwijd. Volgens Eindhoven Airport loopt het hiermee vooruit op de eerder gemaakte afspraken.

Het vliegveld en de omwonenden kwamen samen om de afspraken te maken over de groei van het vliegveld en de

overlast die het mag veroorzaken. Hiermee wordt voornamelijk gedoeld op het geluidsoverlast en luchtvervuiling. De inspanning die deelnemende vluchthavens doen om de CO₂ tegen te gaan wordt onderzocht door het 'Airport Carbon Accreditation'. Hierin zijn vier niveaus te behalen: Mapping, Reduction, Optimisation en Neutrality. Eindhoven heeft het laagste niveau, Neutrality, en daarmee het beste niveau.

Naast Eindhoven Airport zijn ze in de binnenstad van Eindhoven bezig om de lucht te zuiveren, milieu-innovatiebedrijf ENS Europe en de wetenschappers van TU/e hebben in 2016 een plan ontwikkeld. Er werd onderzoek gedaan naar of Eindhoven parkeergarages de 'longen van de stad' kunnen maken. Dit werd gedaan door fijnstoffilters van ENS, ionisators, in zestien parkeergarages in het centrum te plaatsen. Hiertoe is een luchtstromingsmodel gemaakt en de resultaten waren zeer veelbelovend. De ionisators vangen de uitgestoten fijnstofdeeltjes van dieselmotoren op. De schone lucht wordt vervolgens weer naar buiten geblazen de binnenstad in. Gemeente Eindhoven is zeer te spreken over het initiatief en gaf groen licht voor het plan. Eindhovense wethouder Mary-Ann Schreurs hoopt dan ook dat het de luchtkwaliteit en leefbaarheid van de stad verbeterd. Een filterinstallatie op het Stadhuisplein is de volgende proef in Eindhoven. Hiermee proberen ze met metingen een klein deel van het plan met grote nauwkeurigheid te toetsen. Indien dit succesvol verloopt, gaan de initiatiefnemers met de parkeerexploitanten onderhandelen over een uitbreiding naar andere parkeergarages in Eindhoven.

2.2 Fijnstof pagina 34-37

De verzamelnaam voor kleine deeltjes in de lucht wordt ook wel fijnstof genoemd. Een gedeelte van deze fijnstof komt van natuurlijke bronnen zoals opwaaiend zout of zand. Echter wordt 75-80 procent van het fijnstof in de lucht veroorzaakt door menselijke handelingen. Het ontstaat bijvoorbeeld bij verbrandingsprocessen in de industrie en verkeer, in de veehouderij, bij het overslaan van bulkgoederen en door houtkachels en sigarettenrook. Ook is fijnstof afkomstig van banden en remschijven van auto's of andere voertuigen. De stofdeeltjes, Engels term is Particulate Matter (PM), worden onderverdeeld in deeltjes die kleiner zijn dan 10 micrometer (PM10) en 2,5 micrometer (PM2,5). Ook is roet een belangrijk onderdeel van fijnstof.

Fijnstof is schadelijk voor de gezondheid, in Nederland overlijden mensen dagen tot maanden eerder door de blootstelling aan fijnstof. Dit geldt voornamelijk voor oudere mensen en mensen met hart- vaat- en longaandoeningen. Fijnstof is ook schadelijk in lagere concentraties, er is geen veilig niveau. De effecten nemen wel af bij een lagere concentratie ten opzichte van een hogere concentratie.

Bij langdurige blootstelling aan lagere concentraties fijnstof kunnen ook gezondheidseffecten optreden. Zelfs als deze concentraties onder de grens liggen die in Europa gehanteerd wordt, treden er gezondheidseffecten op. De World Health Organisation adviseert lagere waarden dan de Europese norm. Verminderde longfunctie, verergering van de luchtwegklachten en vroegtijdige sterfte aan met name luchtwegklachten

en vaat- en hartziekten kunnen veroorzaakt worden door levenslange blootstelling in deze vorm. Niet alleen langdurige blootstelling leidt tot schade, ook kortdurende blootstelling heeft direct schadelijk effect. Of er voldaan wordt aan de grenswaarden wordt bepaald aan de hand van metingen van de fijnstofconcentraties. Op plaatsen waar niet wordt gemeten wordt een atmosferisch-chemische verspreidingsmodel gebruikt om de luchtkwaliteit voor fijnstof te berekenen. Uit berekeningen is gebleken dat er in Nederland een beperkte mate van fijnstof overschrijding plaats vindt.

De concentratie fijnstof daalde in de afgelopen tien jaar aanzienlijk, tussen 2009 en 2014 was de daling maar liefst 20 procent. Deze trend zal naar verwachting niet doorzetten. De concentratie is op vele plaatsen nog boven de Europese norm. Fijnstof was lokaal nog te hoog op de plaatsen van intensieve veehouderij of industrie. In 20 van de 393 gemeenten is in 2014 de norm overschreden. In 2015 waren er weer minder gemeenten die de norm overschreden, dit komt voornamelijk ook door de invoering van schonere motoren. Volgens overschreden weer meer gemeenten de norm door de stijging van het aantal gereden kilometers.

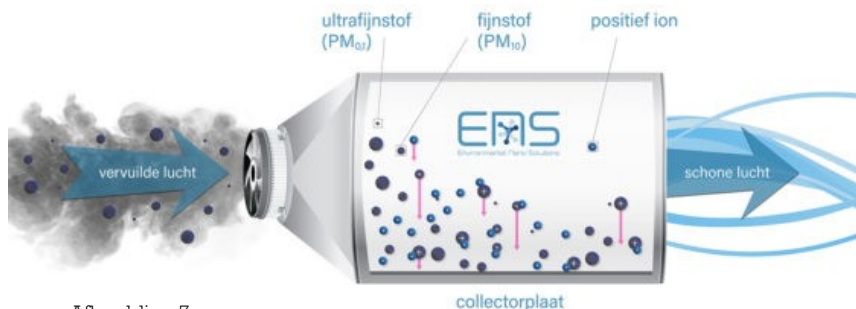
Naast de aanpassingen van de voertuigen en motoren zijn steden ook steeds meer bezig met voorzieningen voor het reduceren van fijnstof. Zoals eerder vermeld is de stad Eindhoven bezig met het zuiveren van de lucht door middel van ionisatoren in de binnenstad.

Eindhoven experimenteerde in begin 2018 met het plaatsen van dertig installaties bij de parkeergarages van het stadhuisplein. Deze installaties zuiveren de fijnstofdeeltjes die door de uitlaat van de auto's de lucht in komen. Deze schone lucht wordt vervolgens weer de stad ingeblazen. De wetenschappers van ENS Europe en TU/e zijn hiermee de eersten ter wereld die onderzoek doen naar de effecten van de ionisators op de luchtkwaliteit. Het Stadhuisplein is gekozen omdat het omringd wordt door hoge gebouwen, daardoor blijft de fijnstof tussen de gebouwen in de omgeving hangen. Daarom zou het schoonmaken van de lucht hier het meest merkbaar zijn. Hoewel de fijnstof in de laatste tien jaar aanzienlijk gedaald is kampen veel binnenstedelijke gebieden waar veel verkeer is nog met een te hoge concentratie fijnstof. Door de ionisators te plaatsen op plekken waar fijnstof veel voorkomt, zoals bij parkeergarages, willen de onderzoekers achterhalen of daarmee schonere lucht kan worden gemaakt.

Met behulp van computermodellen hebben de wetenschappers al eerder gekeken hoe groot het reinigende effect van de ionisators kan zijn. Nu kunnen ze in

de praktijk bij het Stadhuisplein zien hoe de modellen presteren en kunnen ze deze verbeteren. 'Hoe goed deze ionisators in de echte wereld presteren hangt af van vele factoren, zoals windsnelheid, temperatuur en vochtigheid', zegt hoogleraar bouwfysica Bert Blocken, die namens de TU Eindhoven bij het project betrokken is. 'De effecten zijn uiteraard het grootst in de buurt van de installaties.'

De installaties maken gebruik van het principe van ionisatie, zie afbeelding 7. Door de passerende roet- en stofdeeltjes een positieve lading te geven, zweven ze naar een negatief geladen plaat onder in de installatie, waar ze aan blijven 'plakken'. Een schraper verwijdert vervolgens de roet- en stofkoek, vergelijkbaar met hoe een krabber rijp van een voorruit verwijdert na nachtvorst. Het zwarte poeder kan vervolgens worden opgeslagen en als afval verwerkt. 'De ionisators werken het best op plekken waar de concentraties hoog zijn en waar de luchtstroming gecontroleerd is, zoals in parkeergarages en verkeerstunnels', zegt Blocken. 'Op dit soort locaties kan met relatief weinig inspanning vuile lucht worden opgeschoond', stelt hij.



Afbeelding 7

De computermodellen van de onderzoekers wijzen erop uit dat er tientallen tot honderden ionisators in de openlucht nodig zijn om de hoeveelheid fijnstof met de helft te verminderen. Hoeveel er precies nodig zijn, is nog onduidelijk. 'Veel', zegt Blocken. 'Maar hoeveel precies kan ik pas beantwoorden wanneer deze studie afgerond is.' Dat zal vermoedelijk eind volgend jaar zijn. 'Maar het is een groot probleem, en meestal hebben grote problemen grote oplossingen nodig.'

De Eindhovense ionisator is niet de eerste in zijn soort, kunstenaar Daan Roosegaarde ontwikkelde eerder met ENS de Smog Free Tower (zie referentieprojecten pagina 36) die fijnstof in Rotterdam uit de lucht ving. In een open veld bij windstil reduceert het tot wel 25 tot 45 procent van de verschillende typen fijnstof, in een straal van twintig meter rond de toren blijkt uit een onderzoek dat eveneens door de TU Eindhoven is gedaan.

Het RIVM, het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, zegt dat het verlagen van fijnstofconcentraties 'altijd' gunstig is, omdat er geen veilige ondergrens bestaat voor de niet-natuurlijke vorm. Minder is daarom beter. Of de Eindhovense methode zinvol is, moet volgens een woordvoerder per situatie worden gebleken en oplossing worden bepaald. 'In het algemeen is het niet efficiënt om emissies in een stad te faciliteren en die vervolgens na verspreiding weer uit de lucht te gaan filteren.' De apparatuur is volgens hem zeer efficiënt: een filter gebruikt net zo veel stroom als vier ouderwetse gloeilampen. Ook Blocken stelt dat het vermoedelijk weinig zin

heeft om de hele stad vol te zetten met ionisators. 'Dat is een beetje dweilen met de kraan open. Je moet dit doen op plaatsen waar de vervuiling hoog is.'

Een ander argument is dat het probleem wordt verplaatst. De apparaten verbruiken energie (266 kilowattuur per dag - het verbruik van ongeveer 25 huishoudens - in de huidige opstelling), waardoor de stroomcentrale verderop harder moet draaien en daardoor meer schadelijke stoffen uitstoot. 'Het hangt natuurlijk af hoe die energie wordt opgewekt', zegt Blocken. 'Dit zou uiteraard met groene stroom moeten gebeuren.'

Het RIVM is niet per se tegen het opschonen van stadslucht op deze manier. Het effect op de volksgezondheid kan positief zijn, ook als elders de uitstoot daardoor toeneemt, zolang daar minder mensen wonen dan op de plek waar de lucht wordt gekuist.

Interview Roel Gijsbers 9 feb. 2018

HOE ERG IS DE TOESTAND IN EINDHOVEN-MET BETREKKING TOT HET FIJNSTOFGEHALTE TEN OPZICHTE VAN DE TOEGESTANE WAARDE IN DE EU?

In de EU houden we een maximale hoeveelheid aan een jaargemiddelde van $40\text{PM}/\text{m}^3$, de maximale toegestane 24-uurs waarde is $50\text{PM}/\text{m}^3$. Deze waarden zijn PM_{10} -waarden.

Eindhoven daarentegen heeft het streven om naar de World Health Organisation waarde toe te werken, de WHO-norm is $20\text{PM}_{10}/\text{m}^3$. Daarbij bestaat er eigenlijk geen ondergrens voor fijnstof. Helemaal weg, zal nooit lukken. Maar iedere percentage die we weg weten te halen heeft een zeer positief effect op de gezondheid van de mens.

HOEVEEL IONISATORS ZIJN ER NODIG OM HET GEBOUW OF GEBIED AAN TE PAKKEN?

Dit weet ENS Urban op dit moment ook nog niet. We zijn hier onderzoek naar aan het doen. Later zal uitwijzen hoeveel ionisators er nodig zijn om het fijnstofgehalte in Eindhoven te reduceren naar de World Health Organisation waarde.

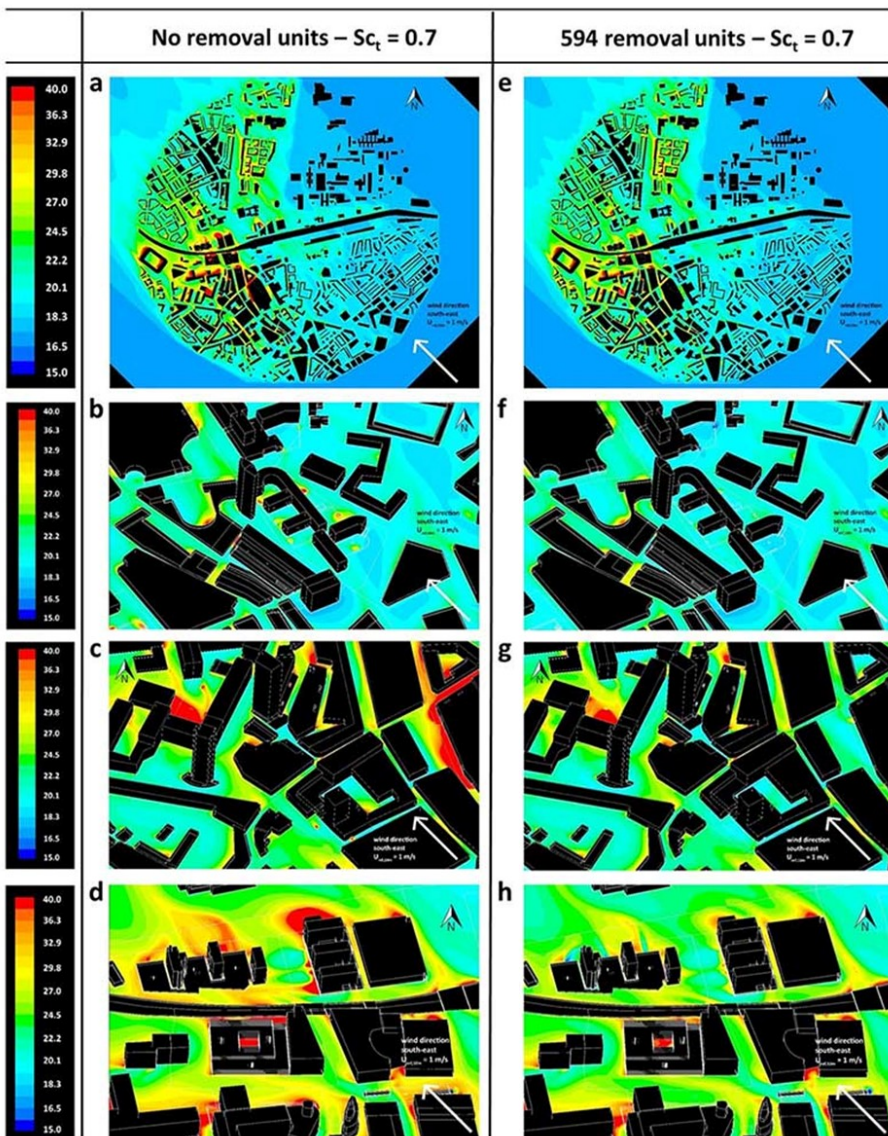
De volgende stap voor ENS Urban is om te kijken hoeveel ionisators er nodig zijn voor een bepaald gebied.

OP WELKE HOOGTE BEVINDT DE FIJNSTOF ZICH HET MEEST? HEEFT HET ZIN OM EEN IONISATOR OP DE 15^E VERDIEPING TE PLAATSEN?

Op de doorsnede kaart van Eindhoven is een hoogte aangehouden van 1,75m, (afbeelding 8, volgende pagina) Het oorspronkelijke model is in 3D, ze hebben hier een doorsnede van gemaakt om een goed beeld te krijgen van bepaalde gebieden.

Fijnstof gedraagt zich namelijk als gas en is niet onderhevig aan zwaartekracht. Dit wil zeggen dat fijnstof zich begeeft in alle lagen van de lucht. Alleen is het op lagere hoogte (gebouw hoogte) meer geconcentreerd omdat het hier minder onderhevig is aan wind en dus minder snel verspreidt.

Het plaatsen van de ionisators boven de singel is zeker relevant. 25% van de luchtvervuiling is verkeer gerelateerd, boven de singel is plaatselijk veel vervuiling. Ook hier moeten we goed onderzoek doen naar de stand van de wind.



Afbeelding 8

In afbeelding 8 is de verandering van het fijnstofgehalte te zien door het plaatsen van ionisators. De gemeten waarde is op een hoogte van 1,75m. Hier wordt naar gerefereerd in voorgaande vraag.

HOE GROOT IS EEN IONISATOR? BESTAAT ER EEN KLEINER MODEL EN KUNNEN DE LUCHTBUIZEN OOK KLEINER ZIJN?

Op dit moment zijn er een aantal producten op de markt of komen binnenkort uit. Zo is er op dit moment de:

Grootschalige module

Dit is de module die op dit moment wordt toegepast bij het Stadhuisplein in Eindhoven. Deze module heeft een standaardafmeting

Consumenten product

Op dit moment is ENS bezig met het uitbrengen van een stopcontact model die in de woonkamer kan worden geplaatst.

Naast de standaard modules kan men ook ionisators op maat bestellen. Dit is al eerder gedaan. Er zijn zelfs toepassingen geweest voor onder veegmachines. De meest gebruikte module is de Aufero en heeft een capaciteit van 8000m³/h.

KUNNEN DE IONISATORS DOOR DE BEWONERS VAN HET PAND GEREINIGD WORDEN OF MOET DIT DOOR MIDDEL VAN EEN ONDERHOUDSTEAM?

De ionisators moeten één keer per drie maanden gereinigd worden door een installateur. Het vuil dat er vanaf komt is

bijna verwaarloosbaar, denk hierbij aan een 50-100 gram per keer.

Daarnaast krijgen de ionisators jaarlijks een onderhoudsbeurt van technici voor het vervangen van slijtagedelen en optimaliseren van de werking.

KAN DE LUCHT GEZUIVERD WORDEN ALS HET EEN LANGERE AFSTAND MOET AFLEGGEN DOOR EEN LUCHTKANAAL OF MOET HET EEN RECHTE IN- EN AFVOER HEBBEN NET ALS BIJ DE PARKEERGARAGES?

Dit kan zeker, alleen moet je er dan rekening mee houden dat de lengte van het kanaal invloed heeft op de druk van de lucht. M.a.w. des te langere afstand de lucht moet afleggen, hoe meer druk je verliest en hoe zwaarder de installatie gemaakt moet worden. Het kost dus meer energie om de lucht te verplaatsen. Met als gevolg dat je een grotere installatie moet installeren die meer geluid zal produceren.

De mond kun je op verschillende manieren moduleren, denk hierbij aan bijvoorbeeld een stofzuigermont van plaatwerk om een zo groot mogelijk en gericht oppervlak aan zuigkracht te creëren.

KAN DE IONISATOR DIRECT AANGESLOTEN WORDEN OP EEN WTW INSTALLATIE?

Ja dat kan, geen probleem.

KAN EEN AERODYNAMISCHE VORM VAN EEN GEBOUW DE FIJNSTOF BETER BEGELEIDEN NAAR DE IONISATORS TOE OF HEEFT DAT WEINIG EFFECT?

Dit kan een nadrukkelijk positief effect creëren. Hierbij moet er wel een nauwkeurige studie worden gedaan naar de:

- *Ideale richting van de “trechter” i.v.m. de windrichting. (zie KNMI)*
- *De ideale vorm om het maximaal te benutten.*

Voorbeelden hiervan zijn de:

- *De Admirant*
- *Bahrain WTC (denk hierbij aan een vliegtuig vorm)*

WAT WORDT ER GEDAAN MET HET TEERACHTIGE RESTSTOF VAN DE IONISATORS? IS DIT EEN RESTSTOF OF KAN HET NOG ERGENS VOOR GEBRUIKT WORDEN?

Een Rotterdammer is op dit moment bezig om dit te verwerken in servies en sieraden. Maar of dit kostentechnisch relevant is, is een tweede.

Meterkastmodule

pagina 38-39

Vraag:

Tijdens het interview een poosje geleden gaf u aan dat ENS Technology ook ionisators op maat maakt. Graag zouden wij een ionisator gebruiken die rechtopstaand in een centrale ruimte van een appartementencomplex of kantoor kunnen wegwerken zonder dat het al te veel ruimte inneemt. Aangezien de ionisator binnenshuis wordt geplaatst willen wij een maximale geluidsbelasting hanteren van 30dB(A).

Daarvoor zouden wij graag willen weten welke capaciteit [l/s], een ionisator heeft met de volgende afmetingen (en of dit überhaupt mogelijk is):

Meterkast formaat:

B:600mm, D:280mm en H:1500mm.

Bij dit formaat zijn er twee ventilatoren die in de top van de ionisator zitten, aangezien de breedte diepte verhouding 2/1 is.

Cv ketel formaat:

B: 600mm, D:600mm en H:1500mm

Antwoord Roel Gijsbers:

Aanpak in een centrale behandelingskast lijkt me een goede aanpak, met name omdat je hiermee (noodzakelijk) onderhoud kunt borgen. Het is zeker mogelijk een unit te bouwen met deze afmetingen. Het afvangstrendement is afhankelijk van afmetingen en debiet. Ook het geluidsniveau is hiervan afhankelijk. Wanneer de unit in-duct wordt geplaatst is er wellicht al een ventilator aanwezig. Zo niet zal deze op het leidingwerk (lees: drukval x debiet) moeten worden geselecteerd. Dit kan ook één ventilator zijn en deze hoeft niet noodzakelijk in/aan de ENS unit gekoppeld te zijn. 30 dB(A) lijkt me haalbaar, zeker wanneer ingebouwd in een meterkast.

Een unit met afmetingen van 600 x 280 x 1500 mm zal ongeveer een capaciteit hebben van 1000-15000 m³/h. De PM10 afvangst ligt dan rond 70% PM 2.5 ongeveer 40%. Indien het debiet lager is, zal de afvangst stijgen, de unit kleiner kunnen zijn of een combinatie daarvan.

2.3 CO₂ pagina 40-43

CO₂ is een kleurloos en reukloos gas. Het wordt ook wel kooldioxide of koolstofdioxide genoemd en komt voor in de atmosfeer van de aarde. De formule van de verbinding tussen zuurstof en koolstof is, CO₂. De hoeveelheid CO₂ neemt op aarde jaarlijks toe, dit draagt bij aan de opwarming van de aarde. De opwarming van de aarde moet zoveel mogelijk worden beperkt, daarom wordt er wereldwijd veel aandacht besteed aan het reduceren van CO₂-uitstoot. De jaarlijkse maximum uitstoot CO₂ van een land is in internationale verdragen vastgesteld, hierin staat dus hoeveel een land jaarlijks in de atmosfeer mag uitstoten.

Het grootste deel van de CO₂-uitstoot in de atmosfeer wordt veroorzaakt bij verbranding van fossiele brandstoffen als aardolie, aardgas en steenkool. Fossiele brandstoffen worden veel gebruikt om als brandstof te fungeren bij bijvoorbeeld auto's, machines en elektriciteitscentrales. Bij de verbrandingsprocessen van fossiele brandstoffen wordt er warmte gecreëerd en daarnaast kan het worden omgezet in elektriciteit en mechanische energie. Het grote nadeel hierbij is dat CO₂ wordt uitgestoten de atmosfeer in.

Dit effect wordt, zoals de naam al doet vermoeden, vergeleken met een broei kas. Plastic of glazen overkappingen worden broeikassen genoemd, deze worden vaak in de buitenlucht geplaatst. De zonnestralen vallen door het glas of plastic heen op de planten, hierdoor krijgen de planten in de kas een warmte door straling. Deze straling wordt echter weer teruggekaatst door alles wat in de kas aanwezig is. De straling die wordt

teruggekaatst is langgolelige straling. Het glas of plastic in de kas zorgt er voor dat de langgolelige straling maar beperkt wordt teruggekaatst naar de omgeving buiten de kas. Hierdoor blijft een groot deel van de warmte in de kas aanwezig. Zo werkt het ook met de aarde, de CO₂ houdt infrarood straling vast. Hierdoor wordt de langgolelige uitstraling van de zonnewarmte die wordt teruggekaatst naar de ruimte verminderd. Doordat de langgolelige straling van de zon niet geheel meer wordt teruggekaatst naar de ruimte houdt de aarde een deel van de warmte in haar atmosfeer. Het gevolg is dat de aarde opwarmt.

Een belangrijk gevolg van de opwarming van de aarde is dat de zeespiegel zal stijgen door het smelten van de poolkappen. Overstromingen zullen veel mensen treffen als er niet tijdig dijken worden verhoogd. Door de opwarming van de aarde zullen er ook meer gebieden op aarde uitdrogen, er zullen meer woestijnen ontstaan. Dat zal voornamelijk gebeuren in de gebieden waar het op dit moment al warm is, gebieden als Midden-Oosten en India bijvoorbeeld. De opwarming zal daarnaast ook bijdragen aan het feit dat het klimaat over heel de wereld zal veranderen. Dit heeft niet alleen te maken met de toename van temperatuur, maar ook met het neerslagpatroon. Verschillende ecosystemen zullen verdwijnen of opschuiven door de verandering van het klimaat. Hierdoor zullen diersoorten uitsterven of zich naar andere gebieden verplaatsen. Daarnaast zal er wereldwijd veel verzuring optreden. Het zeewater zal verzuren waardoor het leven in het zeewater wordt aangetast. Koraalriffen zullen met uitsterven worden bedreigd.

Deze voorbeelden zijn slechts enkele gevolgen van een broeikaseffect op aarde. In verschillende publicaties worden deze voorbeelden benoemd. Echter is het nog niet duidelijk in welke mate of termijnen deze gevolgen zullen plaatsvinden en welke temperatuurtoename. Feit is wel dat de leefomstandigheden van de mensen zullen verslechteren door het broeikaseffect. Door de verwachte stijging van de zeespiegel zal Nederland aanzienlijk moeten investeren in de haar deltawerken, waaronder het verstevigen van dijken..

Nederland is hard bezig om zo zuinig mogelijk met fossiele brandstoffen om te gaan. De CO_2 -uitstoot wordt zo veel mogelijk beperkt door mensen in Nederland die zonnepanelen gebruiken om een gedeelte van hun eigen stroom op te wekken, hierdoor hoeven koolcentrales minder hard te werken. Er zijn plannen om Waddeneiland Ameland geheel zelfvoorzienend te maken op het gebied van energie. Tevens wordt er ook geïnvesteerd in de ontwikkeling van energiezuinige, lichte elektrische auto's

Ook het recyclen van afval behoort tot een belangrijk element van het beperken van de CO_2 -uitstoot. Veel afval bestaat uit grondstoffen die uit het aardoppervlak worden gehaald. Voorbeelden hiervan zijn plastics maar ook metalen. Wanneer deze materialen worden hergebruikt hoeven er minder delfstoffen uit de aarde worden gehaald. Daarnaast kost recyclen vaak minder energie dan het gehele proces waarbij delfstoffen gewonnen moeten worden en vervolgens in de juiste vorm moeten worden gebracht. Plastics zijn zeer duurzaam, dit is een voordeel want het gaat lang

mee. Een nadeel hiervan is dat plastics in de natuur nauwelijks oplossen. Daarom is het goed dat plastics worden gerecycled.

Nederland is wereldwijd een klein dichtbevolkt land en kan in haar eentje niet de totale CO_2 -uitstoot van de wereld reduceren. De meeste invloed hebben de grote landen als China, Rusland en Amerika. Gelukkig hebben deze landen langzamerhand ook een positieve houding gecreëerd ten opzichte van duurzame energie. Als duurzaamheid hoog op de agenda komt te staan in deze landen dan is de kans groot dat de CO_2 -uitstoot omlaag gaat. Dit is van groot belang voor de leefbaarheid van de aarde en alles wat daarop leeft.

Zuivering CO₂

Voor de eerste berekening is er gekeken naar het aantal m² groene gevel dat er per appartement nodig is om het CO₂-gehalte in de lucht volledig te zuiveren. Uitgaande van een mechanische afzuiging (aanname: 60l/s) aangesloten op een WTW. Dit is gedaan zodat er aan het einde een richtlijn opgesteld kan worden voor het reduceren van CO₂.

- 1 APP. = 216 X 8760 = 1 892 160M³/JAAR
- 1M³ LUCHT = 1,986KG/M³ BIJ 20GRADEN CELSIUS
- CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN NORMALE OMGEVINGSLUCHT =

GEGEVENS:

- 1M² GROENE GEVEL = 2,3KG CO₂/JAAR
- 1M² GROENE GEVEL = 1,7KG O₂/JAAR
- 1 APP. = 60L SCHONE LUCHT/S
- 1 APP. = 60 X 3,6 = 216M³/H

Stof	% van het volume in droge lucht
Stikstof (N ₂)	78.09%
Zuurstof (O ₂)	20.94%
Argon (Ar)	0.93%
Koolstofdioxide (CO ₂)	0.03%
Neon (Ne)	0.0018%
Helium (He)	0.00052%
Methaan (CH ₄)	0.00022%
Krypton (Kr)	0.00010%
Distikstofoxide (N ₂ O)	0.00010%
Waterstof (H ₂)	0.00005%
Xenon (Xe)	0.00008%

BEREKENING:

- $1\text{M}^3 \text{CO}_2 / 1\text{M}^2 \text{ GROENE GEVEL} = 1,986\text{KG}/\text{M}^3 / 2,3\text{KG CO}_2/\text{JAAR} = 1,168 \text{M}^2 \text{ GROENE GEVEL PER } 1\text{M}^3 \text{CO}_2/\text{JAAR}$
- $\text{GRAS ZUIVERT } 0,38 \text{ KG CO}_2 \text{ PER M}^2 \text{ PER JAAR}$
- $1 \text{ APP} = 1\,892\,160\text{M}^3 \text{ SCHONE LUCHT}/\text{JAAR} \times 0,03\% \text{ CO}_2 = 56\,764,8\text{M}^3 \text{ CO}_2/\text{JAAR}$
- $56\,764,8\text{M}^3 \text{ CO}_2/\text{JAAR} \times 1,986\text{KG}/\text{M}^3 = 112\,735,9 \text{ KG CO}_2/\text{JAAR}$
- $112\,735,9 \text{ KG CO}_2/\text{JAAR} / 2,3\text{KG CO}_2/\text{JAAR} = 49\,015,2 \text{ M}^2$

De hoeveelheid groen dat nodig is bleek veel hoger dan in eerste instantie gedacht was. Daarom is er op zoek gegaan naar een realistische waarde die gekoppeld kan worden aan een richtlijn. Vervolgens is berekend hoeveel volgroeide beuken er per appartement nodig is om de het CO_2 -gehalte te zuiveren.

Bomen

GEGEVENS

- $\text{BEUK, EEUW OUD} = 6570 \text{ KG CO}_2 / \text{JAAR}$

BEREKENING

- $112\,735,9 \text{ KG CO}_2/\text{JAAR} / 6570\text{KG CO}_2/\text{JAAR} = 17,16 \text{ BEUKEN PER APPARTEMENT PER JAAR}$

17 volgroeide beuken per appartement is relatief veel als je kijkt naar de grootte van zo'n beuk. Zeker als je nagaat dat je voor een complex met meer dan 50 appartementen al bijna een klein bos nodig hebt om de lucht te kunnen zuiveren.

In plaats van het aantal bomen is er gekeken hoeveel m^2 er nodig is aan gevel- of grondbepplanting om een huishouden aan menselijke uitstoot te zuiveren. Bij de uitstoot van een huishouden is in dit geval enkel en alleen gekeken naar de uitstoot van de mens, uitstoot van auto's of andere middelen staan hier nog los van. Vervolgens is er ook gekeken naar het aantal bomen dat er nodig is om de uitstoot van de mens te zuiveren

Uitstoot huishouden

GEGEVENS

- $1 \text{ PERSOON} = 1\text{KG CO}_2 \text{ PER DAG}$
- $\text{GEMIDDELD } 2,3 \text{ PERSONEN PER HUISHOUDEN}$

BEREKENING

- $2,3 \text{ KG CO}_2 \text{ PER HUISHOUDEN PER DAG} \times 365 \text{ DAGEN} = 839,5 \text{ KG CO}_2$
- $839,5 \text{ KG CO}_2/\text{JAAR} / 2,3\text{KG CO}_2/\text{JAAR} = 365 \text{ M}^2$

Uitstoot huishouden opgeheven door bomen

GEGEVENS

- 1 BOOM = (GEMIDDELD)
1000KG CO₂ / JAAR

BEREKENING

- 839,5 KG CO₂/JAAR / 1000KG CO₂/JAAR = 0,84 BOOM PER GEMIDDELD HUIDHOUDEN

Bovenstaande formule geeft een waarde die gebruikt kan worden als vuistregel voor het handboek. Dit houdt in dat 0,84 boom, afgerond één boom, nodig is om de uitstoot van de personen in een huishouden te zuiveren.

CONCLUSIE

Als alle factoren omtrent CO₂ meegenomen moeten worden in het zuiveren van de lucht dan is het niet mogelijk om volledig te reduceren, zeker niet als vliegtuigreizen mee worden gerekend. 2/3^e van Nederland moet bebost zijn om het verbruik van heel Nederland te tackelen op jaarbasis, om even aan te geven hoe groot het probleem is. Omdat steeds meer mensen naar de stad zullen trekken is er besloten om in ieder geval de uitstoot van de mensen en hun verbruik met het stoken te reduceren. Hierbij is vastgesteld dat een gemiddeld huishouden 840 kg CO₂ op jaarbasis uitstoot.

Natuurlijke uitstoot:
1 kg CO₂ p.p. per dag



Natuurlijke uitstoot:
840 kg CO₂ per huishouden
per jaar



Reductie gras:
0,38 kg CO₂ per m² per jaar



Reductie vetplanten:
2,3 CO₂ per m² groene
gevel per jaar



Reductie gemiddelde boom:
1000 kg CO₂ per jaar



Reductie beuk (1000 jaar):
6570 kg CO₂ per jaar



Zuivering CO₂ door gasverbruik

BEREKENING VERBRUIK GAS-HAARD

Mocht de architect of opdrachtgever graag de woning voorzien van een gashaard en/of gasfornuis, dan zal hierbij rekening gehouden moeten worden met de CO₂-uitstoot van de verschillende apparaten.

Na telefonisch contact te hebben gehad met DRU is er tot het volgende gekomen. In de winterseizoen brandt de haard 3 uur per dag op een hoge stand, in de herfst- en lenteseizoen 2 uur op een lage stand en in de zomerseizoen staat de kachel uit. Conclusie: een gashaard brand gemiddeld 1,25 uur per dag.

De waakvlam van een energiezuinige gashaard verbruikt 150m³ per jaar. Een energiezuinige/normale gashaard verbruikt 0,5 m³ gas per uur. M.a.w. 365 dagen x 0,625 m³ = 228 m³. Totaal gasverbruik gashaard is 150 m³ (waakvlam) + 228 m³ (gashaard) = 378 m³ gas per jaar.

BEREKENING VERBRUIK GAS-FORNUIS

Het gasfornuis verbruikt volgens bronnen gemiddeld 60 m³ per jaar.

BEREKENING VERBRUIK HOUT-HAARD

Een openhaard verbruikt volgens bronnen 5 á 6 kg hout per uur, het gemiddelde 5,5 kg per uur wordt gehanteerd als

maatgetal. Een HR houtkachel daarentegen 1 á 1,5 kg hout per uur, het gemiddelde 1,25 kg per uur wordt wederom toegepast als maatgetal.

Aangezien dit beide twee hele verschillende modellen zijn worden ze apart berekend. Vanuit gaande dat de openhaard/HR houtkachel net zo vaak wordt gebruikt als de sierhaard op gas, komt hier de volgende berekening uit:

De hoeveelheid hout per jaar voor een openhaard is 365 dagen x 1,25 uur x 5,5 kg per uur = 2509,4 kg.

De hoeveelheid hout per jaar voor een HR houtkachel is 365 dagen x 1,25 uur x 1,25 kg per uur = 570,3 kg.

Vanuit gaande dat het hout dat in de kachel zit gedroogd is. Dan produceert gedroogd 1,9 kg CO₂ tijdens het verbrandingsproces.

TOTAAL VERBRUIK GAS

- Gashaard = 378 m³
- Gasfornuis = 60 m³
- Totaal verbruik = 438 m³

TOTALE CO₂ UITSTOOT VAN GEBRUIK AARDGAS

- Verbruik = 438 m³
- 1m³ aardgas = 2,2 kg CO₂
- Totale uitstoot = 963,6 kg CO₂ per jaar

TOTALE CO₂ UITSTOOT VAN GEBRUIK WATERSTOF

- Verbruik = 438 m³
- 1m³ waterstof = 0,0 kg CO₂
- Totale uitstoot = 0,0 kg CO₂

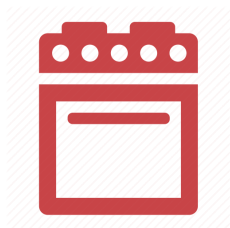
TOTALE CO₂ UITSTOOT VAN GEBRUIK HOUT IN OPENHAARD

- Verbruik = 2509,4 kg
- 1kg hout = 1,9 kg CO₂
- Totale uitstoot = 4767,9 kg CO₂

TOTALE CO₂ UITSTOOT VAN GEBRUIK HOUT IN HR-KACHEL

- Verbruik = 570,3 kg
- 1kg hout = 1,9 kg CO₂
- Totale uitstoot = 1083,6 kg CO₂

Uitstoot gasfornuis:
132 kg CO₂ per jaar



Uitstoot gashaard:
832 kg CO₂ per jaar



Afbeelding 10

Referentieprojecten



Afbeelding 11

Smog Free Tower – Daan Roosegaarde

Een zeven meter hoge designtoren staat sinds maandag in Rotterdam de lucht te zuiveren. De 'Smog Free Tower' van de Nederlandse ontwerper Daan Roosegaarde reinigt per uur 30.000 kubieke meter en gebruikt hiervoor niet meer energie dan een waterkoker. De energie die de toren gebruikt is uiteraard groen.

Kunstenaar en ontwerper Roosegaarde noemt de luchtzuiverende toren "niet alleen een lokale oplossing voor schone parken, maar ook een zintuiglijke ervaring van een schone toekomst."

De kunstenaar-ontwerper wijst erop dat ook op plekken waar smog niet met het blote oog zichtbaar is, de vervuiling van de lucht al een grote negatieve invloed op onze gezondheid heeft. De ervaring met de Smog Free Tower zou een stimulans kunnen zijn voor burgers, NGO's, de clean tech-industrie en de overheid om gezamenlijk de steden te verlossen van smog, aldus Roosegaarde.



Afbeelding 12

Bahrain WTC – Atkins

Het Bahrain World Trade Center is één van de grootste gebouwen in Bahrain en bestaat uit twee torens. De torens van 240 verdiepingen staan in de hoofdstad Manamah, beide torens hebben 50 verdiepingen. Het World Trade Center is de eerste ter wereld waar een windturbine is geïntegreerd. Mede hierdoor heeft het project verschillende onderscheidingen gekregen voor duurzaamheid. De twee torens worden met elkaar verbonden door de drie bruggen, hier hangen de windturbines aan. De diameter van deze windturbines zijn 29 meter, ze zijn gericht op het noorden. Hier komt normaal de wind van de Perzische Golf vandaan. De lucht van het noorden wordt door de torens heen gestuwd

doordat ze een vorm van een zeil hebben, hiermee zou de wind maximaal benut worden. Dit wordt bevestigd door windtunneltests, deze test toont aan dat het gebouw een 'S'-vormige stroom creëert. Dit garandeert dat op elke kant van de centrale as de wind loodrecht op de turbine komt te staan. Dit is een groot verschil waardoor het opwekken van stroom een betere effectiviteit garandeert. Naar verwachting zullen de windturbines tussen de 11 en 15 procent van het totale verbruik van het gebouw voor hun rekening nemen, oftewel 1,1 tot 1,3 GWh. Dit staat gelijk aan het verbruik van ongeveer 300 huishoudens. Naar verwachting zullen de turbines 50 procent van de tijd in gebruik zijn. Op 8 april 2008 waren ze voor het eerst gelijktijdig ingeschakeld.

'BAHRAIN WORLD TRADE CENTER STAAT PRECIES VERKEERD OM'

De eerste wolkenkrabber waarin windturbines geïntegreerd is, maar over de innovatieve toren is niet goed nagedacht, stelt prof. Bert Blocken in de eerste MOOC (Massive Open Online Course) van de Technische Universiteit Eindhoven. Als de torens precies andersom zouden hebben gestaan dan zou dit 15 procent meer energie per jaar hebben opgeleverd. Dit laat hij zien aan de hand van een computersimulatie en windtunnelmetingen van het World Trade Center in Bahrain.

De wind die tussen de twee torens wordt gestuwd zou voor een maximaal rendement moeten zorgen. Resultaten van de windsimulaties voor de twee verschillende configuraties is te zien in afbeelding 13. Links staat de huidige situatie van het gebouw, rechts de configuratie met de torens precies omgedraaid. Op de plaats van de windturbines is duidelijk te zien dat op de rechterafbeelding de kleur veel roder is wat duidt op een sterkere windstroom.

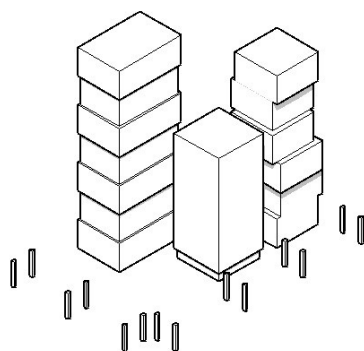
Volgens hoogleraar van de TU Eindhoven is de aanname van de ontwerper verkeerd. "Men gaat bij windstroming vaak uit van intuïtie, maar dat leidt tot suboptimale ontwerpen." Met nauwkeurige windtunnelmetingen en computersimulaties van het World Trade Center in Bahrain berekende Blocken dat een omgekeerde stand van de torens juist 14 procent meer windenergie zou opleveren op jaarbasis. In theorie zou je met het naar achteren plaatsen van de turbines in de huidige opzet zelfs jaarlijks tot 31 procent meer energie kunnen opwekken, zo berekende Blocken, maar dat is volgens de onderzoeker geen zuivere vergelijking. "Constructief en financieel gezien is dit in de realiteit moeilijk haalbaar. Dat geldt wel voor het omgekeerd plaatsen van de toren."



Afbeelding 13



Afbeelding 14



Hoofdstuk 3

Groen

Handboek: pagina 47-63

3.1 Groenvoorzieningen pagina 48-49

Verandering in stedelijke gebieden vraagt om een slimme inrichting van de stad, groen speelt hierin een grote rol. De stedelijke gebieden warmen steeds meer op doordat het groen afneemt. Er is een sterke evolutie van stedelijke architectuur gaande naar de hoofdfuncties van de gebouwen blijven hetzelfde: ze bieden bescherming en comfort, warmte in de winter en verkoeling in de zomer. Deze architectuur wordt steeds meer geïntegreerd met groen, zo ook in herbestemmingen van bestaande bouw. Het groen kan op een aantal verschillende manieren gebruikt worden in de architectuur. Het kan als gevelement gebruikt worden zowel in het interieur als exterieur, het kan bevestigd worden op daken en balkons of er kan een groen atrium mee gecreëerd worden.

Het gebruik van groen heeft zoals vermeld in het hoofdstuk Luchtkwaliteit werking op het zuiveren van de CO₂ uit de lucht, maar het heeft nog meer positieve bijwerkingen. Hieronder staat een opsomming van positieve bijwerkingen van het groen.

Voordelen

- Zorgt voor schonere lucht

Planten en bomen zetten CO₂ om in zuurstof en filteren fijnstof uit de lucht. 1m² groene gevel onttrekt bijvoorbeeld 2,3kg CO₂ per jaar uit de lucht. Zelf produceert het 1,7kg zuurstof per jaar.

- Verlaagt omgevingstemperatuur

Planten en bomen absorberen zonlicht. Zonlicht wordt voor 50% geabsorbeerd en 30% gereflecteerd. Op deze manier

creëer je een koeler en aangename klimaat. Buitengroen heeft een extra positief effect op het hitte-eiland effect in de stad. Het resulteert tot een verlaging van 3°C.

- Gezond binnenklimaat

Groen verbetert het binnenklimaat. Op kantoren waar voldoende groen is toegepast, ziet men een daling in het ziekteverzuim.

- Verhoogt het gevoel van welzijn

Leven en werken in een groene omgeving, werkt positief op het welzijn van de mens.

- Verhoogt biodiversiteit

De planten en bomen op, in en rondom het gebouw bevorderen de leefomstandigheden van, vogels en insecten.

- Absorbeert regenwater

Groen absorbeert regenwater door waterbuffering in de planten en substraat. Het zuivert regenwater, vertraagt de afvoer naar het riool en zorgt voor verdamping door de planten en bomen. Zo blijft het grondwaterpeil stabiel en wordt de piekbelasting op het riool vermindert.

- Samenhangigheid

Wonen of werken in een groene omgeving brengt mensen bij elkaar. Wijken en steden met meer groen hebben minder last van geweld, agressie en vandalisme.

3.2 Gevels pagina 50-51

Groen gevelsystemen

Klimaatverandering in stedelijke gebieden vraagt om een slimme inrichting van de stad. Groen is één van de belangrijkste oplossingen voor extreme temperaturen of hevige regenval. Bovendien voelen mensen zich prettiger in een groene omgeving. Verticale tuinen ofwel groene gevels hebben slechts een kleine oppervlakte nodig om veel winst te behalen. Zo werken we samen aan een duurzame, leefbare en klimaatbestendige stad.

Type groen gevelsystemen

OUTDOOR GROEN GEVELSYTEEM

Groene gevelsystemen zijn zeer geschikt voor het introduceren van meer groen in stedelijke gebieden. De planten zorgen voor een zuivering van de lucht en zorgen voor een verkoelend effect. Er is niet veel ruimte nodig om een grijs oppervlakte te veranderen in een levendige groene gevelsysteem.

INDOOR GROEN GEVEL SYSTEMEN

Groene gevelsystemen zijn zeer geschikt voor het introduceren van meer groen in stedelijke gebieden. De planten zorgen voor een zuivering van de lucht en zorgen voor een verkoelend effect.

ONDERHOUD

Door middel van een automatisch irrigatiesysteem blijft de beplanting van een gedoseerde hoeveelheid water en voedingsstoffen voorzien. Dit in combinatie met een onderhoudscontract van de leverancier, zorgt ervoor dat de groene gevel altijd in topconditie verkeerd.

VOORDELEN GROEN GEVELSYSTEEM

- REDUCEERT OMGEVINGSGELUID, BINNEN EN BUITEN

Groen met als toepassingsvoorbeeld: een groene gevel, werkt als een goede geluidsbarrière voor het gebouw. Het absorbeert geluid met 41% ten opzichte van een traditionele gevel. Het levert een geluidsreductie op van 8dB, waarmee omgevingsgeluid gehalveerd wordt.

- VERLENGT LEVENSDUUR GEVEL

Een groene gevel biedt bescherming tegen weersinvloeden als regen, wind, zon en temperatuurswisselingen en verlengt zo de levensduur van de gevel.

Referentieprojecten

Outdoor: Green House – Antwerpen, België



Afbeelding 15



Afbeelding 16

Indoor: Grand café Fortuyn – Haarlem, Nederland



Afbeelding 17



Afbeelding 18

3.3 Daken pagina 52-53

Groene daken

Het toepassen van groene daken wordt vandaag de dag een steeds belangrijker aspect. Gezien de ontwikkelingen op het gebied duurzaamheid is het belang om de milieutechnische aspecten zoals duurzaamheid en energieverbruik tegen de levenscyclus van het gebouw uiteen te zetten.

Type groene vlakke daken

EXTENSIEVE GROENE DAKEN

Extensieve groene daken bestaan uit een dunne laag substraat, ongeveer zeven tot tien cm. Dit is geschikt voor een afwerking van verschillende soorten planten, daarbij vergen extensieve groene daken weinig tot geen onderhoud. Het is het lichtste groene dak in zijn soort. Jaarlijkse bemesting is vereist, irrigatie daarentegen niet, behalve als er langere droge periodes zijn.

Soorten:

- Sedum

- Mos
- Kruiden
- Grassen
- Andere vegetatie

SEMI-INTENSIEVE GROENE DAKEN

Semi-intensieve groene daken vallen tussen de extensieve en intensieve groene dak systemen. Het vergt daarom ook meer onderhoud, bedraagt hogere kosten en meer gewicht t.o.v. een extensief groen dak systeem. Een dikkere substraat zorgt voor een bredere scala aan mogelijkheden en type planten.

INTENSIEVE GROENE DAKEN

Intensieve groene daken bestaan uit een dikke laag substraat, 15 cm of meer. Het type planten dat uiteindelijk op het groene dak komt bepaalt vaak de dikte van de substraat, dit kan zowel een gazon tot sierstruiken en bomen zijn. Daarnaast bepaalt het type planten of het van een irrigatiesysteem moet worden voorzien.

Type groene schuine daken

HELLENDE GROENE DAKEN

Het vergroenen van hellende daken biedt een breed beeld van intensieve dak systemen. Het lastige aan een hellend dak is de schuine belasting die ontstaat. De schuine belasting is namelijk een optelling van gewichten die opgestapeld worden. Om deze schuine belasting op te vangen zijn er verschillende maatregelen, zoals bijvoorbeeld het wapenen van de grond.

TRAPSGEWIJS GROENE DAKEN

Een andere oplossing voor de schuine belasting die ontstaat bij hellende groene daken, is het voorzien van vlakke treden of bloembakvormige treden. Op deze manier kan men bij groene daken met een erg steile helling, het groene dak toch voorzien van een intensief dak systeem met een dikke substraat.

Variabelen	Extensief	Semi intensief	Intensief
Vegetatie	Sedum, gras, kruiden	Gras, kruiden, struiken	Gras, sierstruiken, bomen
Hoogte	<150 mm	120 – 250 mm	250-1000 mm
Irrigatie	Meestal niet	Periodiek	Altijd nodig
Gewicht	50-150 kg/m ²	120-200 kg/m ²	180-1000 kg/m ²
Beloopbaar	Gelimiteerd	Gelimiteerd	Ja
Onderhoud	Laag	Periodiek	Hoog Vergelijkbaar met gewone tuin
Dakhelling	Tot 45°	Tot 45°	Plat of op terrassen

Referentieprojecten

High Line – New York, Amerika



Afbeelding 19



Afbeelding 20

Brooklyn Grange Rooftop Farm – New York, Amerika



Afbeelding 21



Afbeelding 22

Referentieprojecten

Helling: Bibliotheek TU Delft – Delft, Nederland

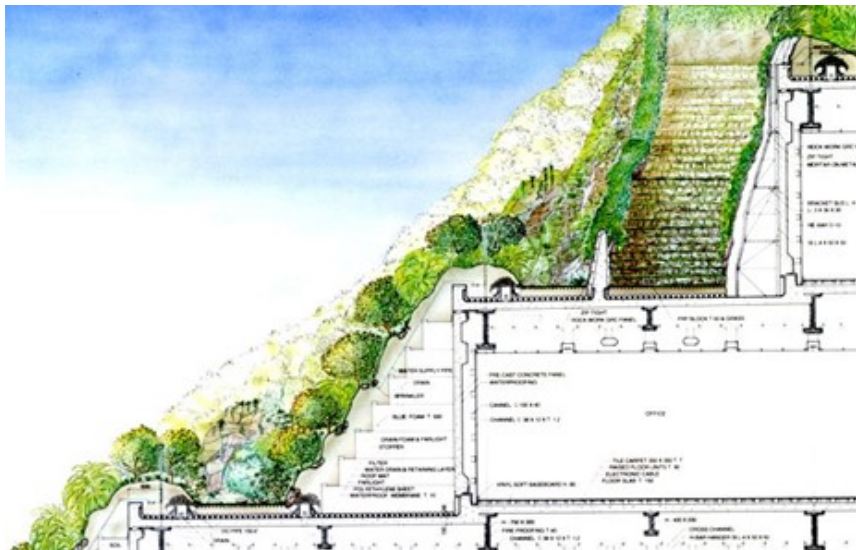


Afbeelding 23



Afbeelding 24

Trapsgewijs: ACROS Fukuoka – Fukuoka, Japan



Afbeelding 25



Afbeelding 26

3.4 Atrium pagina 54-55

Het vergroenen van bestaande bouw kan op een aantal manieren gebeuren, een groen atrium is hier één van. Binnen dit atrium kan gewerkt worden met bakken voor bomen en planten of het gebruik van groene gevels. Groene gevels kunnen soortgelijke elementen zijn als de elementen die voor de buitengevels gebruikt worden.

Vergroening in een atrium kan een aantal positieve werkingen hebben op het binnenklimaat. Naast het CO₂ gehalte reduceren verhoogt het ook de energie efficiëntie en absorbeert het geluid. Omdat de mens gemiddeld 90% van de tijd binnen doorbrengt is het van belang dat de luchtkwaliteit goed is, planten helpen hier dus bij. Daarnaast worden er steeds meer mensen naar de stad toegehaald waardoor het aantal parken en m² groen afneemt. Daarom kan het fijn zijn om in het groene atrium je hoofd leeg te ma-

ken en tot rust te komen.

De groene laag op de muren zorgt voor een thermische laag die het geluid en warmte vasthoudt. De planten kunnen daarom meehelpen aan het vasthouden van warmte of kou in de lucht.

The Green Hotel van The John Hardy Group heeft een hotel ontwikkeld die door middel van groen in atria de slechte luchtkwaliteit in het binnenklimaat verbetert. Dit is in China een groot probleem dat aangepakt moet worden en via dit concept kan dat op een goedkope manier gedaan kan worden. In onderstaande afbeelding is te zien hoe het groen de hitte en CO₂ opneemt en verse lucht weer het gebouw verder in stuwt.



Afbeelding 27

Het vergroenen van atriums is in dit geval op twee verschillende manieren gedaan, door middel van een plantenbak en met een groene gevel. Waterdamp en verse lucht komen vrij als de planten de vervuilde lucht hebben opgenomen. Bij dit project is rekening gehouden met welke planten het beste ontwikkelen in een binnenklimaat, niet alle planten zijn geschikt voor een atrium of groene gevels.

Met planten de lucht zuiveren wordt ook wel een phytofilter genoemd, afgeleid van het Griekse woord phyto (plant). In onderstaande afbeelding is een soortgelijk systeem uitgelegd, je ziet dat er rekening is gehouden met de grootte van de wortels en het irrigatiesysteem. Dit systeem kan zoals in het Green Air Hotel gebruikt worden in het atrium of ander

in pandig gebied waar de planten de lucht moeten zuiveren.

Een groen atrium heeft naast zijn bouwfysische voordelen ook nog andere voordelen. Atriums geven een gevoel van vrijheid en saamenhorigheid, een plek voor gemeenschappelijke functies en ontspanning. Een atrium kan gebruikt worden in de kern van een gebouw maar kan ter plaatse van de gevel gemaakt worden. In bovenstaande afbeelding zie je dat in dit geval het atrium is ingesloten door twee massa's waar kantoren plaatsvinden, hierbij dient er rekening gehouden te worden met het zonlicht voor de bomen. In onderstaande afbeelding zie je het atrium dat aan één zijde aan de gevel grenst, dit kan naast een ideaal zonlicht voor de bomen ook een esthetisch meerwaarde zijn voor het ontwerp.



Afbeelding 28

Referentieprojecten



Afbeelding 29

Marina One Singapore – Ingenhoven Architects

begeeft, de vallei wordt door vier torens ingesloten.

Marina One in Singapore, door Duitse Ingenhoven Architects, brengt alle facetten van een atrium samen in deze unieke torens. In deze 'Groene Vallei' worden watervallen, loopburgen, spiegelvijvers en veel groen gecombineerd in het publieke domein van de vier torens. Door de oriëntatie en de architectuur van de gebouwen en de overvloedige beplanting geniet het 'Groene Hart' van een aangenaam microklimaat in het tropische Singapore. In onderstaande afbeelding is de 'Groene Vallei' te zien van de Marina One. De 'Groene Vallei' is een goed voorbeeld van een atrium die in de kern van een gebouw zich



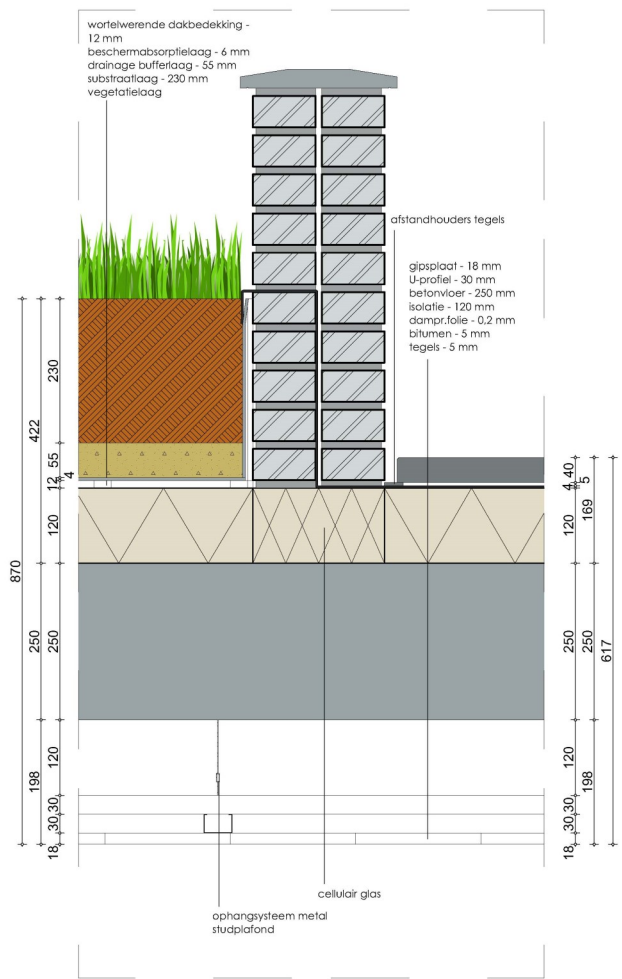
Afbeelding 30

The River Beech Tower – Perkins + Will Architects

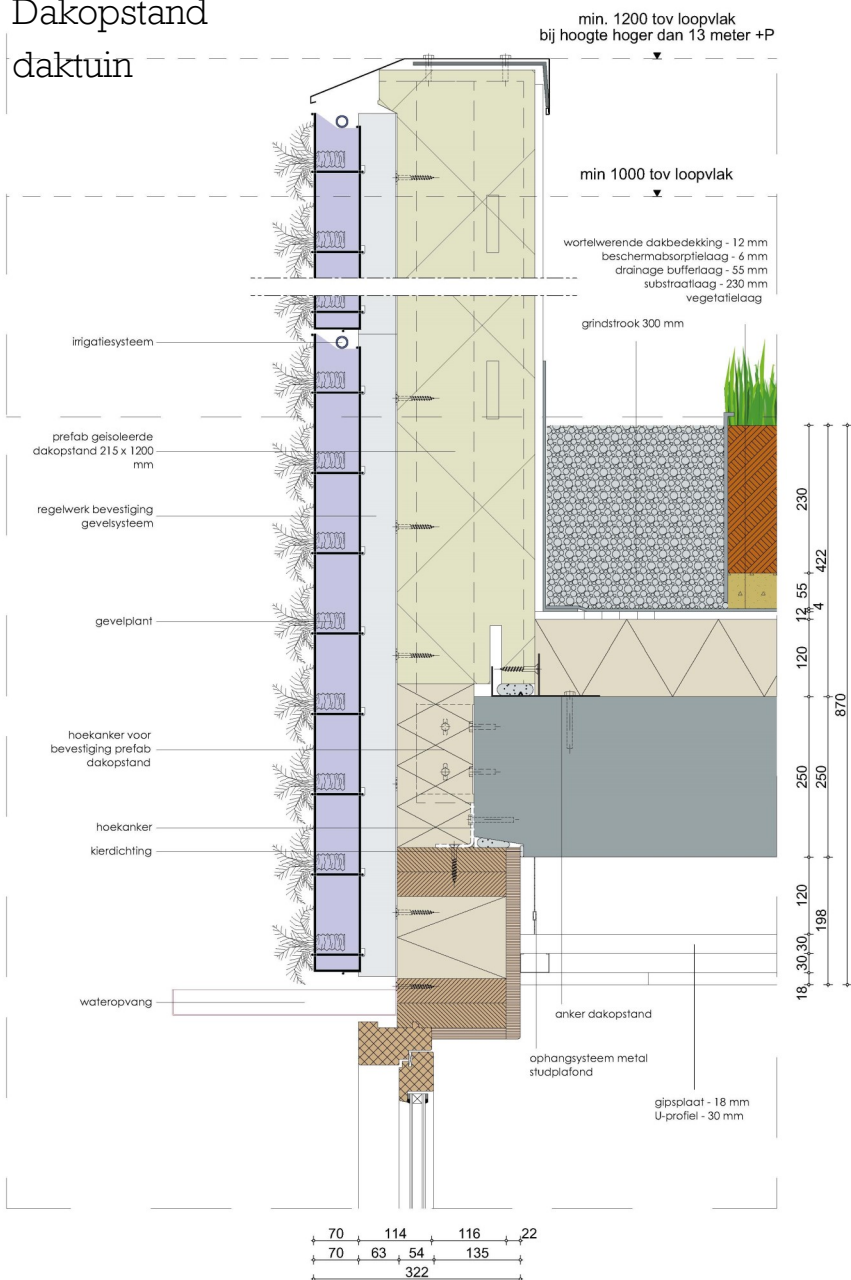
Deze concept toren van 80 verdiepingen bestaat constructief volledig uit hout. De constructeurs van Thornton Tomasetti zijn druk bezig met het berekenen van de constructie maar of het ooit gebouwd gaat worden is nog maar de vraag. In deze toren is er ook gebruik gemaakt van een aantal atriums van ongeveer drie verdiepingen hoog. Ze proberen hiermee, zoals op de afbeelding is aangegeven, een plek te maken waar mensen samenkomen en kunnen ontspannen. Het groene atrium ligt direct aan de buitengevel, dit draagt bij aan de architectuur van de toren.

3.5 Aansluitingen pagina 56-61

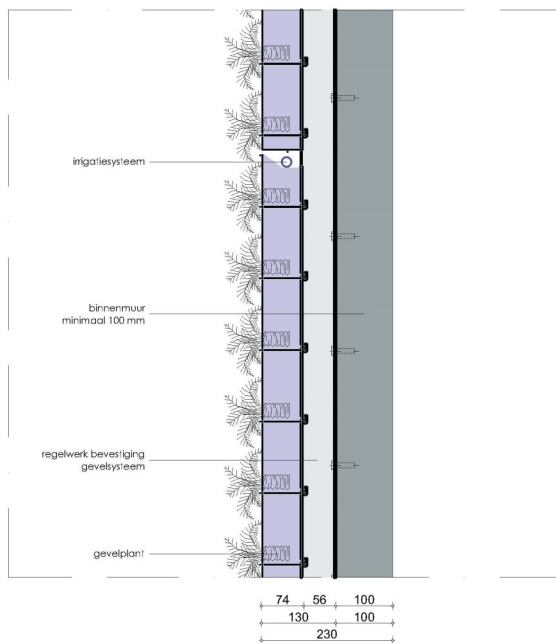
Daktuin



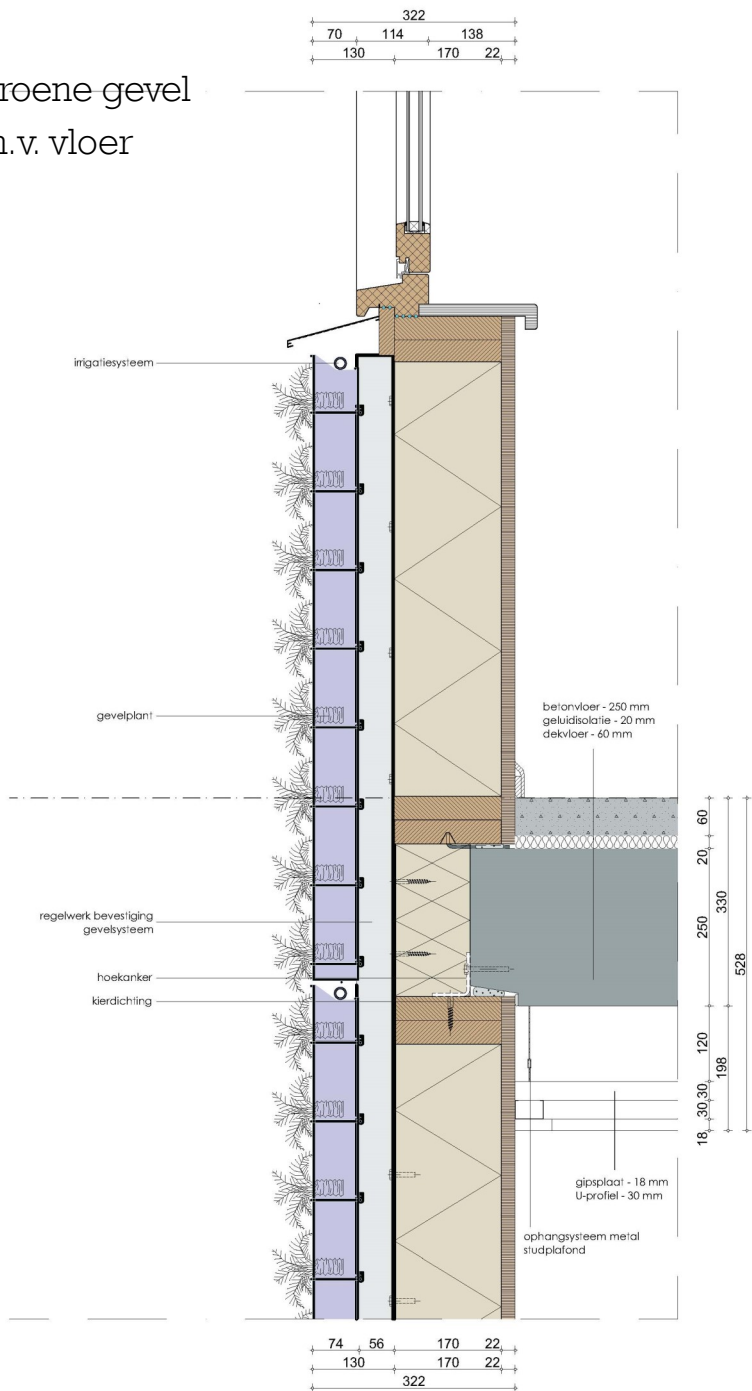
Dakopstand daktuin



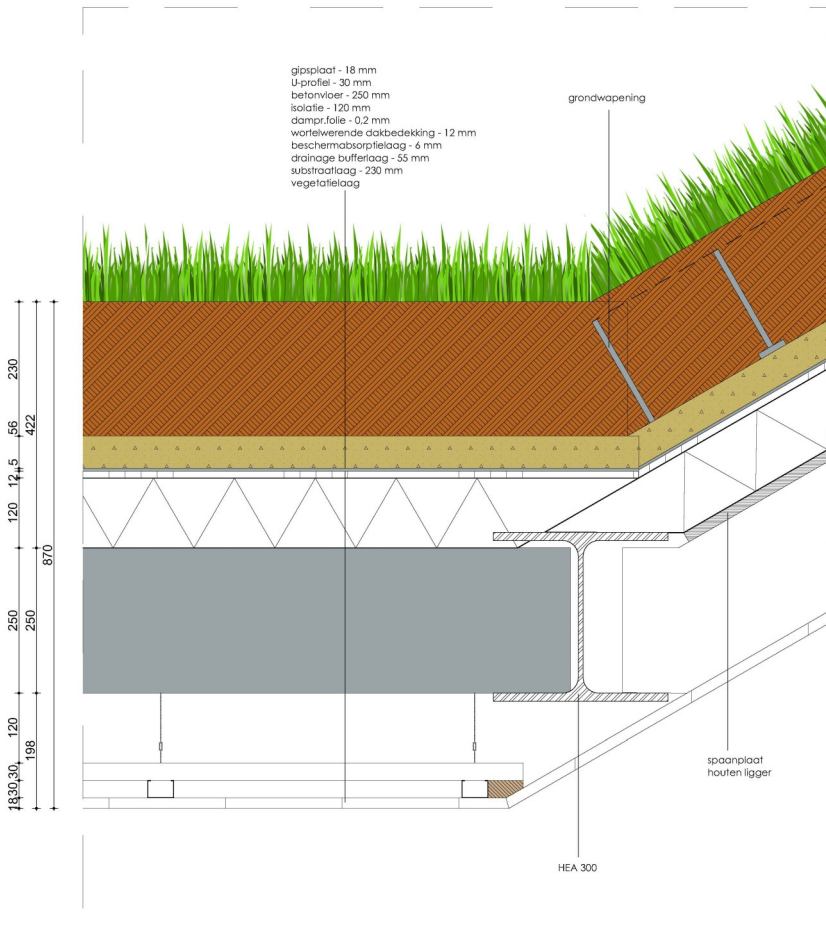
Groene binnen gevel atrium



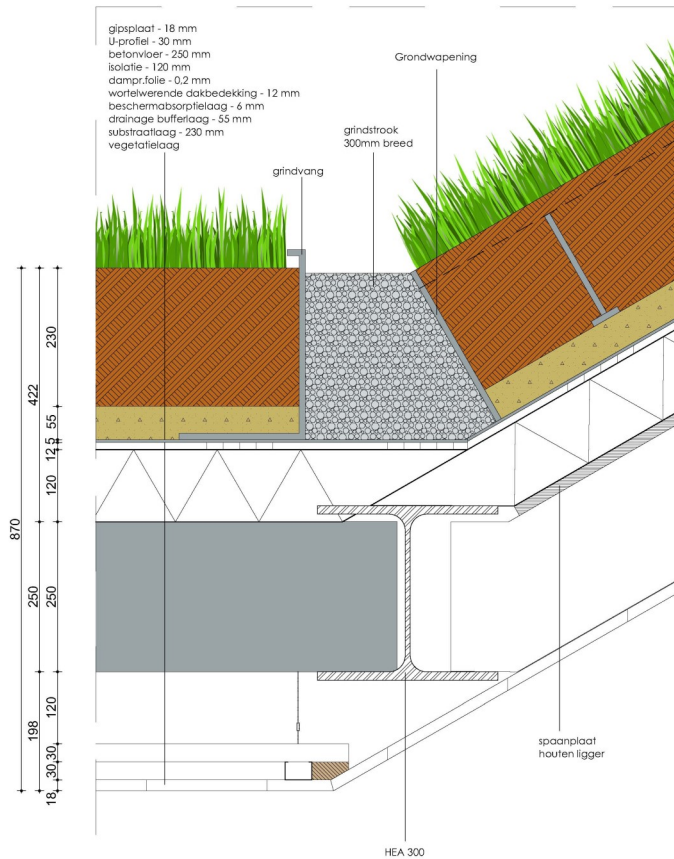
Groene gevel
t.h.v. vloer

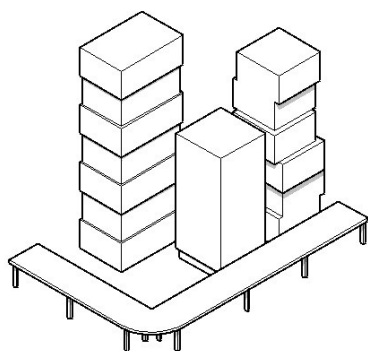


Groen dak overgaand in hellend dak



Groen dak overgaand in hellend dak met grindstrook





Hoofdstuk 4

Gebouw

Handboek: pagina 65-77

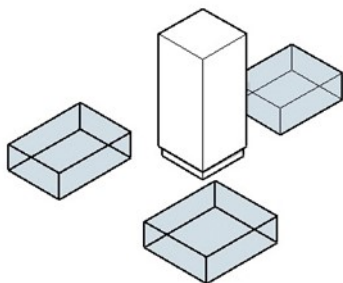
4.1 Publiek domein pagina 67-69

Informatie en kennis van fijnstof en CO₂ geven een bepaalde waarde en richtlijnen voor het herbestemmen. Het gebouw, de herbestemming, is in dit geval een variabel element. Naast de richtlijnen voor de luchtkwaliteit dienen er ook een aantal architectonische elementen aanwezig te zijn om het gebouw ideaal voor TristateCity te maken.

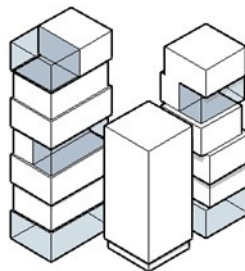
Het publieke domein is veelal een horizontaal vlak waarin activiteiten of winkels zich bevinden voor basisbehoeftes en entertainment. In de verticale stad zal het publieke domein ook in een derde dimensie zich gaan verplaatsen. Doordat de stad steeds meer groen en openbare plekken inlevert voor de hogere gebouwen moeten er ook concessies gedaan worden in de ontwerpfasen. Het gebouw dient daarom een gedeelte van het gebouw terug te geven aan de gemeenschap, voornamelijk omdat pleinen

en binnenstedelijke groengebieden volgebouwd worden met woontorens. Het publieke domein zal van pleinen en winkelcentrums verplaatsen naar in het gebouw.

Het publieke domein zal met de steden mee moeten groeien de hoogte in. Het horizontale vlak wordt alsmaar kleiner naarmate er meer gebouwen in de omgeving komen. De huidige publieke domeinen die in een gebouw zitten bevinden zich veelal in de plint van het gebouw.

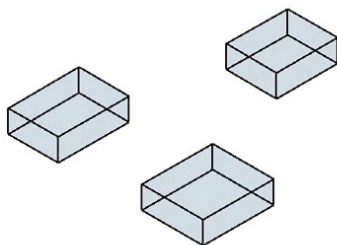


Afbeelding 31



Het publiek domein geeft tevens ook een kans om het gebouw iets te geven wat het uniek maakt voor de stad waar het zich in bevindt. De promenade, winkelcentrum, passage etc. zijn allemaal publieke domeinen, deze zijn nodig om gemeenschappen samen te brengen in

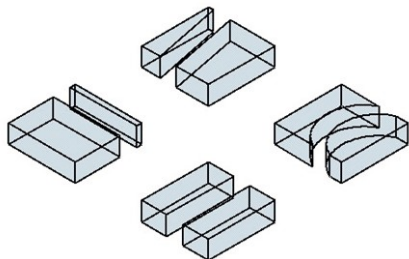
een drukke stad. De publieke domeinen moeten door de stad heen een netwerk vormen waarin om de 5-10 minuten iets te doen is. Dit netwerk zorgt voor leven en verbinding in een stad wat de mensen naar de winkels, kroegen en andere activiteiten brengt.



Afbeelding 32

Publieke domeinen in de plint van een gebouw kunnen niet alleen een plek zijn voor behoefte of entertainment maar ook voor fungeren kortste route. Gebruik het publiek domein als een passage wat het volk trechtert naar hun eindbestemming.

De passage moet een gemakkelijke toegang hebben en voor de mensen geen omweg zijn om deze te betreden. Hierin dient in de ontwerpfase gekeken te worden naar de beweging van het volk om het gebouw heen.



Afbeelding 33

4.2 Voorzieningen pagina 70-73

Binnen het publieke domein kunnen een aantal voorzieningen thuishoren, deze kunnen zowel in als buiten het gebouw liggen. Om het leven in TristateCity zo gemakkelijk mogelijk te maken wordt er gekeken naar de infrastructuur en de afstanden naar de dichtstbijzijnde voorzieningen. Wat betreft de infrastructuur zijn het de afstanden tot stations en bushaltes die belangrijk zijn zodat de mensen gemakkelijk naar het werk kunnen. Via het CBS is data opgehaald om te achterhalen hoe ver de gemiddelde afstand is in de grote steden in Nederland. Steden als Amsterdam, Rotterdam, Utrecht en 's-Gravenhage, die gemiddeld het beste scoorden, zijn bekeken en vergeleken ten opzichte van het landelijk gemiddelde. Aan de hand van dit gemiddelde zijn rekenwaarde opgesteld voor de PCM-score. Niet alleen voor stations en bushaltes zijn deze gegevens opgehaald maar ook voor basisvoorzie-

ningen als supermarkten en scholen. Vervolgens is er ook naar de secundaire levensbehoefte als retailhandel, vrije tijd en cultuur, restaurants, uitgaansgebieden en park of plantsoen gekeken.

De architect kan nauwelijks invloed hebben op de afstand en locatie van het gebouw, toch is het belangrijk dat veel van deze onderdelen toegankelijk zijn in TristateCity. Voor een aantal van deze voorzieningen kan gekeken worden naar welke de score kunnen verbeteren door deze in het publieke domein van het gebouw te doen. In de bouw wordt er altijd gekeken naar verbeterpunten, daarom hebben wij de beste waarde als de 70%- waarde vastgesteld.



Afbeelding 34

Station:

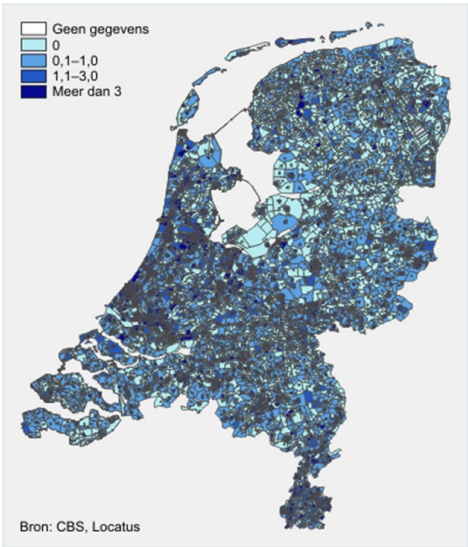
Utrecht, Amsterdam en Tilburg scoorde het beste in de gemiddelde afstand tot een treinstation. In Utrecht is de gemiddelde afstand tot het station 1,9 km, daarna komt Tilburg met 2,4 km en daaropvolgend Amsterdam met 2,5 km. De rest van de waarde varieerde tussen

de 2,5 en 3,2 km in de grote steden, in Nederland is het gemiddelde 5,0 km naar het dichtstbijzijnde station. Op basis van deze informatie is er vastgesteld dat 1,9 km de 70%-waarde is om na te streven. Hoe dichterbij hoe hoger de score is en dus ook lager als de afstand groter wordt dan 1,9 km.

	Neder-land	Amster-dam	Eindho-ven	's-Gravenh.	's-Hertog.	Rotter-dam	Tilburg	Utrecht	70%
km	5,0	2,5	3,2	2,9	2,7	2,8	2,4	1,9	1,9

Supermarkt:

Supermarkt is overduidelijk belangrijk als één van de basisbehoeftes om voedsel en drinken te kopen. Doordat het vervoer met de auto's beperkt moet worden, is er gekeken naar de gemiddelde loopafstand naar de dichtstbijzijnde supermarkt. In Nederland ligt, volgens het CBS, de supermarkt gemiddeld op 0,7 km afstand. In provincies Noorden Zuid-Holland ligt dit gemiddelde op 0,5 km en deze provincies scoorde n daarmee als beste in de waarden. Deze waarde is vastgesteld als onze 70%-waarde voor het toetsingsmodel.



Afbeelding 35

	Neder-land	Amster-dam	Eindho-ven	's-Gravenh.	's-Hertog.	Rotter-dam	Tilburg	Utrecht	70%
km	0,9	0,5	0,7	0,5	0,7	0,5	0,7	0,6	0,5

Park of plantsoen:

Nederland scoort in deze categorie hoog ten opzichte van de rest van de wereld. In Nederland is de gemiddelde afstand tot plantsoen of park maar 1 km. De gemiddelde afstand tot een bos is in Nederland 1,7 km. Deze laten we buiten beschouwing omdat er in de steden meer gebruik gemaakt zal worden van parken of plantsoenen. Voor deze rekenwaarde zijn de marges van het CBS overgenomen, daarom zal de 1 km gemiddeld de 70%-waarde zijn voor het toetsingsmodel.

Aantal kilometer tot bos, 2010



Afbeelding 36

Restaurants:

Amsterdam scoort het beste in dit onderdeel met een gemiddelde afstand van 0,3 km tot een restaurant, gevolgd door 's-Gravenhage en Rotterdam met 0,4 km gemiddeld. De overige afstanden

liggen tussen de 0,5 en 0,7 km. Het landelijke gemiddelde is 0,8 km gemiddeld tot een restaurant. Aan de hand hiervan is de 70%-waarde vastgesteld op 0,3 km gemiddeld naar een restaurant. Als de afstand kleiner is dan 0,3 km zal de score hoger zijn en zo ook lager als deze meer is dan 0,3 km.

	Neder- land	Amster- dam	Eindho- ven	's- Gra- venh.	's- Hertog.	Rotter- dam	Tilburg	Utrecht	70%
km	0,8	0,3	0,6	0,4	0,7	0,4	0,7	0,5	0,3

Retailhandel:

's-Gravenhage scoort bij retailhandel het beste met een gemiddelde afstand van 1,2 km tot retailhandel. Rotterdam is de eerstvolgende met 1,5 km gemiddeld, vergeleken met de 2,6 km gemid-

deld in Nederland scoren zij beide erg hoog. In de rest van de grote steden varieert deze waarde tussen 1,5 km en 2,6 km. 's-Hertogenbosch scoort hierbij hetzelfde als het landelijk gemiddelde. De waarde van 's-Gravenhage wordt gehanteerd als de 70%-waarde in de toetsingscriteria.

	Neder- land	Amster- dam	Eindho- ven	's- Gra- venh.	's- Hertog.	Rotter- dam	Tilburg	Utrecht	70%
km	2,6	1,7	2,0	1,2	2,6	1,5	1,6	1,7	1,2

School:

School is een belangrijk onderdeel voor gezinnen die naar TristateCity verhuizen. Afhankelijk van de leeftijd zullen de kinderen naar de basisschool of het voortgezet onderwijs gaan. Amsterdam scoort het beste in beide categorieën. Als 70%-waarde wordt voor basisscho-

len 0,5 km aangenomen en voor voortgezet onderwijs 1,0 km. Dit is ten opzichte van het landelijk gemiddelde een verschil van 0,2 km en 1,5 km gemiddeld.

	Neder- land	Amster- dam	Eindho- ven	's- Gra- venh.	's- Hertog.	Rotter- dam	Tilburg	Utrecht	70%
Basis	0,7	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Voort- gezet	2,5	1,0	1,3	1,0	2,1	1,2	1,4	1,3	1,0

Vrije tijd en cultuur:

Hotels, bioscopen, muziekpodia en sport etc. vallen onder de categorie van Vrije tijd en cultuur. Het landelijk gemiddelde tot een van deze locaties/activiteiten is 1,9 km. 's-Gravenhage scoort wederom gemiddeld het beste met een afstand van 1,0 km. Amsterdam en Utrecht komen daarachter met 1,1 km gemiddeld. Eindhoven scoort het slechts van de grote steden met een gemiddelde afstand van 3,2 km, ook 's-Hertogenbosch scoort ver boven het landelijk gemiddel-

de met 2,9 km gemiddeld tot een locatie/activiteit. Om deze categorie meetbaar te maken wordt het gemiddelde gebruikt van de afstanden naar de bibliotheek, zwembad, kunstijsbaan, bioscoop, sauna, zonnebank en attractie. Dit zijn de afstanden die bij het CBS bekend zijn. Zie onderstaande tabel, alle waarden zijn uitgedrukt in km. De 70%-waarde is hiermee bepaald op 1,0 km zoals in 's-Gravenhage en Utrecht.

	Bibliotheek	Zwembad	Ijsbaan	Bioscoop	Sauna	Zonnebank	Attractie	Laagste
Nederland	1,9	3,2	18,2	6,4	8	4,2	6,2	1,9
Amsterdam	1,1	2,1	7,1	2,6	2,1	1,5	4,4	1,1
Eindhoven	3,2	2,3	5,4	3,2	3,8	2,1	3,9	2,1
's-Graven.	1	1,9	6,6	3,3	3,6	1	2,8	1,0
's-Hertog.	2,9	3,4	4,3	3,9	4,8	2	4,4	2,0
Rotterdam	1,6	1,7	7,4	4	3,5	1,4	2,9	1,4
Tilburg	1,6	3,1	5,1	4	2,7	2	7,5	1,6
Utrecht	1,1	2,2	5,8	2,1	3,8	1,3	3,7	1,1

Uitgaansgebieden:

's-Gravenhage scoort samen met Amsterdam bij uitgaansgebieden het beste met een gemiddelde afstand van 0,6 km tot uitgaansgebieden. De overige afstanden variëren tussen de 0,7 km en 1,1 km. 's-Hertogenbosch scoort het slecht-

ste in deze categorie met 1,1 km, dit is wel beter dan het landelijke gemiddelde dat ligt op 1,2 km. De 70%-waarde is vastgesteld op 0,6 km dat gebaseerd is op de gemiddelde afstanden in 's-Gravenhage en Amsterdam. Als de afstand kleiner is dan 0,6 km zal de score hoger zijn en zo ook lager als deze meer is dan 0,6 km.

	Neder- land	Amster- dam	Eindho- ven	's- Gra- venh.	's- Hertog.	Rotter- dam	Tilburg	Utrecht	70%
km	1,2	0,6	1,0	0,6	1,1	0,7	0,9	0,8	0,6

4.3 Services pagina 74-75

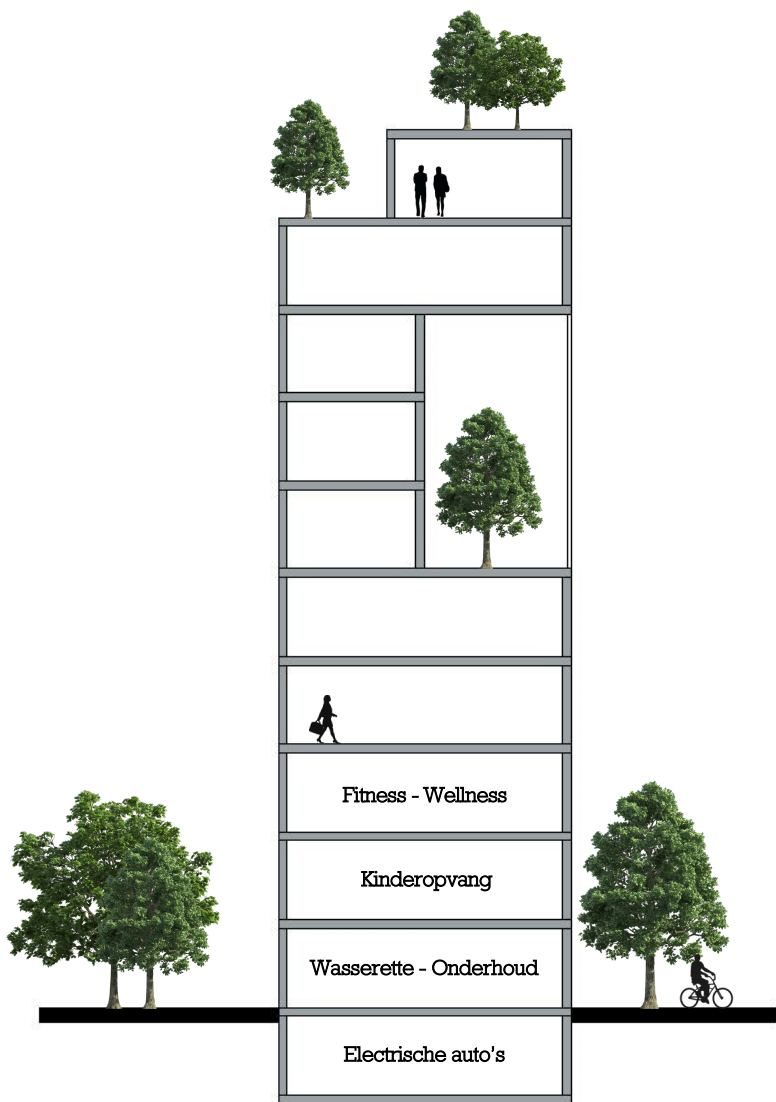
Om de gebouwen aantrekkelijk te maken voor internationaal toptalent kunnen, naast de voorzieningen in de omgeving of publieke domein, ook services in het gebouw zitten om bij te dragen aan de luxe van de bewoners. Hierbij is gekeken naar de gebruikelijke services van hotels en appartementen, aan de hand daarvan kunnen er scores verdiend worden in het toetsingsmodel. Met veel voorzieningen in de omgeving is dit geen groot criteria voor TristateCity, hiermee is met de weging rekening mee gehouden.

Enkele services die gebouwen leveren om het wonen aantrekkelijk te maken zijn fitness en wellness, daarnaast ook

een wasserette en kinderopvang. Het gebouw is meestal ook voorzien van een standaard onderhoudscontract voor algemene zaken. Ook om de uitstoot voor autotransport zo laag mogelijk te houden dienen er ook aansluitingen te zijn voor elektrische auto's of Birò. Gemakkelijk transport in de stad wat geheel elektrisch is. Birò mag op het fietspad rijden en heeft een radius van ongeveer 100 km. De banden leveren uiteraard nog steeds wrijving op wat fijnstof oplevert, maar de Birò heeft in tegenstelling tot een auto geen uitstoot van uitlaatgassen in de binnenstad.



Afbeelding 37



Afbeelding 38

Hoofdstuk 5

Studycase

Trudo Toren

Handboek: pagina 89-91

Studycase: Trudo Toren pagina 89-91

Trudo Toren

Voor de studycase wordt de Trudo Toren van architect Stefano Boeri getoetst. Dit is een woontoren met 125 appartementen die op Strijp-S, Eindhoven gebouwd gaat worden. Het gebouw is voorzien van veel groen, een soortgelijke toren zetten Boeri neer in Milaan genaamd Bosco Verticale.

Het gebouw wordt getoetst met de richtlijnen die zijn opgesteld voor de PCM-score. De score bepaald uiteindelijk of het gebouw voldoet aan de criteria, de Trudo Toren dient een score van 70% of hoger te halen.

De digitale versie van de PCM-score geeft een nauwkeurigere score dan de boekversie, dit is in verband met de puntenmarges.

3.2 Fijnstof

Onderdelen	Eenheid	Hoeveelheid	Te behalen punten	Behaalde punten
Gemeten PM10-waarde in gebouw	µg/m³	>40 tot 33	0	11
		33 tot 26	6	
		26 tot 19	11	
		19 tot 11	17	
		<=11	22,5	
Gemeten PM2,5-waarde in gebouw	µg/m³	>25 tot 19	0	6
		19 tot 14	6	
		14 tot 9	11	
		9 tot 4	17	
		<=4	22,5	
Max. haalbare punten =				45,0
Totaal behaalde punten =				17,0

Toelichting:

Voor de fijnstofwaarde zijn de gemiddelde waarde van Eindhoven gehanteerd. Voor een nauwkeurigere meting moet er een meting worden gedaan op de locatie.

3.3 CO₂

Onderdelen	Eenheid	Hoeveelheid*	Te behalen punten	Behaalde punten
CO2 gefilterd p.h.p.y.	kg/y	>= 360	45	33,75
		60 tot 360	33,75	
		-240 tot 60	22,5	
		-540 tot -240	11,25	
		<-840 tot -540	0	
Max. haalbare punten =				45,0
Totaal behaalde punten =				33,75

* bron (www.trudo.nl)

4.1 Groenvoorzieningen

Onderdelen per huishouden	Eenheid	Hoeveelheid	Te behalen punten	Behaalde punten
Aantal bomen per woonunit	Bomen	1	2 per boom	2
Aantal m ² planten per woonunit	m ² planten	18,8	1 per m ²	18,8
Aantal m ² gras per woonunit	m ² gras	2,8	1 per m ²	2,8
Aantal m ² groene gevel per woonunit	m ² groene gevel	0	3 per m ²	0
Max. haalbare punten =				∞
Totaal behaalde punten =				23,6

5.2 Voorzieningen

Onderdelen	Eenheid	Afstand van -	Te behalen	Behaalde
Afstand tot station	km	>5 tot 3,9	0	8
		3,9 tot 2,8	3	
		2,8 tot 1,7	5	
		1,7 tot 0,6	8	
		<=0,6	10	
Afstand tot supermarkt	km	>0,9 tot 0,75	0	6
		0,75 tot 0,6	2	
		0,6 tot 0,45	4	
		0,45 tot 0,3	6	
		<=0,3	8	
Afstand tot groenvoorzieningen	km	>5 tot 3,75	0	6
		3,75 tot 2,5	2	
		2,5 tot 1,25	3	
		1,25 tot 0,0	5	
		0,0	6	
Afstand tot retail	km	>2,6 tot 2,1	0	6
		2,1 tot 1,6	2	
		1,6 tot 1,1	3	
		1,1 tot 0,6	5	
		<=0,6	6	
Afstand tot uitgaan	km	>1,5 tot 1,275	0	6
		1,275 tot 1,05	2	
		1,05 tot 0,825	3	
		0,825 tot 0,6	5	
		<=0,6	6	

Afstand tot restaurant	km	>0,8 tot 0,625	0	5
		0,625 tot 0,45	2	
		0,45 tot 0,275	3	
		0,275 tot 0,1	5	
		<=0,1	6	
Afstand tot vrijetijd en cultuur	km	>1,9 tot 1,575	0	6
		1,575 tot 1,25	2	
		1,25 tot 0,925	3	
		0,925 tot 0,6	5	
		<=0,6	6	
Afstand tot basisschool	km	>0,7 tot 0,625	0	0
		0,625 tot 0,55	1	
		0,55 tot 0,475	2	
		0,475 tot 0,4	2	
		<=0,4	3	
Afstand tot middelbare school	km	>2,5 tot 1,975	0	2
		1,975 tot 1,45	1	
		1,45 tot 0,925	2	
		0,925 tot 0,4	2	
		<=0,4	3	
Max. haalbare punten = 54				
Totaal behaalde punten = 45				

Toelichting:

Locatie van de toren is de Sint Trudo, Torenallee in Eindhoven.
Vanuit deze locatie zijn de afstanden berekend via Google Maps.

Bron: <https://www.google.nl/maps>

5.3 Services

Onderdelen	Eenheid	Aanwezig	Te behalen punten	Behaalde punten
Fitness/sports	Ja/nee	Nee	5	0
Wasserette	Ja/nee	Nee	2	0
Byro/ elektrische auto	Ja/nee	Nee	10	0
Kinderop- vang	Ja/nee	Nee	5	0
Zwembad/ wellness	Ja/nee	Nee	2	0
Onderhoud gebouw	Ja/nee	Ja	5	5
Max. haalbare punten =				29
Totaal behaalde punten =				5

Toelichting:

De Trudo Toren heeft zover bekend geen services in het gebouw. Van uitgaande dat het gebouw standaard onderhoud heeft zijn er alleen daar punten voor toegekend.

Totaal

Maximaal te behalen punten =	187
2.2 Fijnstof	17
2.3 CO ₂	33,75
3.1 Groenvoorzieningen	23,6
4.2 Voorzieningen	45
4.3 Services	5
	+
Totaal behaalde punten =	118,35
Totaal behaalde percentage =	66,5%

Toelichting:

Volgens dit formulier voldoet het gebouw niet aan de eisen. In de digitale versie kan een nauwkeurigere PCM-score bepaald worden. In het digitale bestand scoort de Trudo Toren 74,3%. Hiermee voldoet het aan de richtlijnen!

Verbeterpunten:

Ionisators: de Trudo Toren is zover bekend niet voorzien van ionisators. Met de meterkastmodule zouden de fijnstofwaardes kunnen dalen. Met de meterkastmodules scoort de Trudo Toren ongeveer 80%.

Services: het gebouw scoort weinig tot geen punten bij services. Zodra het gebouw voorzien is van een aantal service zal die tussen de 85-90% scores.

De Trudo Toren is een zeer goede studycase door de hoge zuivering van CO₂.

CO₂ berekening

Luchtzuivering

Onderdelen	Eenheid	Hoeveelheid	Zuiverwaarde per plant in kg	Aantal per m ²	Totaal kg zuiverwaarde	Aantal kg opgeslagen CO ₂
Aantal bomen p.h.p.y.	Bomen	1,0	1000,0	NVT	1000	1000,0
Aantal m ² groengevel p.h.p.y.	m ²		2,3	NVT	2,3	0,0
Aantal m ² gras p.h.p.y.	m ²	2,8	0,389	NVT	0,4	1,1
Aantal tomatenplant en per m ²	m ²	1,6	1,59	2	3,2	5,1
Aantal peperplanten per m ²	m ²	1,5	1,029	2,2	2,3	3,3
Aantal romeinse slapplanten per	m ²	0,5	0,1298	6,5	0,8	0,4
Aantal broccolipartenon	m ²	0,9	0,2104	3,5	0,7	0,7
Aantal broccolinaxos planten	m ²	0,9	0,2387	3,5	0,8	0,8
Aantal meloenplanten	Planten	3,2	0,802	NVT	0,8	2,6
Aantal watermeloen planten	Planten	3,2	1,489	NVT	1,5	4,8
Aantal bloemkoolplanten per m ²	m ²	0,9	0,3425	3,5	1,2	1,1
Aantal artisjokplanten	Planten	3,2	1,854	NVT	1,9	5,9
Aantal haverplanten per m ²	m ²	0,03	0,01063	128	1,4	0,0
Aantal gerstplanten per m ²	m ²	0,03	0,013	100	1,3	0,0
Aantal tarweplanten per m ²	m ²	0,03	0,011	125	1,4	0,0
Aantal tarweplanten per m ²	m ²	0,03	0,011	125	1,4	0,0
Totaal aantal kg opgeslagen CO ₂ =						1025,8

Luchtvervuiling

Onderdelen	Eenheid	Hoeveelheid	Vervuilmwaarde in kg	Aantal kg geproduceerde CO ₂
Aantal inwoners p.h.p.y.	Personen	2,3	365	839,5
Aantal gasfornuizen p.h.p.y.	Gasfornuizen		132	0
Aantal gashaarden p.h.p.y.	Gashaarden		832	0
Aantal houthaarden p.h.p.y.	Houthaarden		4767,9	0
Aantal HR- kachels p.h.p.y.	HR-kachels		1083,6	0
Totaal aantal kg geproduceerde CO ₂ =				839,5

Totaal

Luchtzuivering in kg CO ₂	1025,8
Luchtvervuiling in kg CO ₂	839,5
	-
Totaal CO ₂ =	186,3
Invullen bij 3.3 CO ₂ (pagina 74)	

Bijlage A

Diagram

Pure City Matters

HANDBOEK VOOR ONTWIKKELEN
VAN WONINGEN IN TRISTATECITY
MET EEN ZUIVER LUCHTKLIMAAT

2 TristateCity

Peter Savelberg – Visie grote groene
wereldstad tussen Duisburg,
Randstad & Antwerpen

3 Luchtklimaat

Luchtkwaliteit verbeteren in
en rondom het gebouw

3.1 Luchtkwaliteit

Fijnstof en CO₂ gehalte in
binnenstedelijke gebieden reduceren

3.2 Fijnstof
ENS Technology

3.3 CO₂

4 Groen

Meer groen in en rondom de
herbestemming voor betere
leefomstandigheden

4.1 Groenvoorzieningen

Verschillende
toepassingsmogelijkheden van groen
in en op de gebouwen

4.3 Daken

4.2 Gevels

4.4 Atriums

4.5 Aansluitingen

5. Gebouw

Implementeren van services
in het gebouw t.b.v.
TristateCity

5.2 Voorzieningen

5.1 Publiek Domein

5.3 Services

Literatuurlijst

2. TristateCity:

TristateCity. (sd). *TristateCity Network*. Opgeroepen op 4 januari, 2018, van Europe's #1 urban power center: <https://www.tristatecity.nl/>

3. Luchtklimaat:

9 for News. (2014, april 17). *Deze drie planten zuiveren de lucht in je huis het best*. Opgeroepen op februari 4, 2018, van <https://www.ninefornews.nl/deze-drie-planten-zuiveren-de-lucht-je-huis-het-best/>

Architectenweb. (2015, september 9). *Rotterdam heeft eerste Smog Free Tower*. Opgeroepen op februari 2, 2018, van <https://architectenweb.nl/nieuws/artikel.aspx?ID=37438>

Atlas Leefomgeving. (2017, april 5). *Fijnstof*. Opgeroepen op februari 4, 2018, van <http://www.atlasleefomgeving.nl/meer-weten/lucht/fijnstof>

Chemie is overal. (2017). *CO₂, Wat is daar mee?* Opgeroepen op februari 4, 2018, van <http://www.chemieisoveral.nl/co2-wat-is-daar-mee>

De Architect. (2014, april 28). *Wolkenkrabber met windmolens staat precies verkeerd om*. Opgeroepen op februari 14, 2018, van <http://www.dearchitect.nl/techniek/nieuws/2014/4/wolkenkrabber-met-windmolens-staat-precies-verkeerd-om-101132593>

De Ingenieur. (2017, december 8). *Eindhoven gaat fijnstof afvangen*. Opgeroepen op februari 4, 2018, van <https://www.deingenieur.nl/artikel/eindhoven-gaat-fijnstof-afvangen>

DUURZAAMBEDRIJFSLEVEN.NL. (2013, augustus 12). *5 miljoen plastic bomen zuiveren lucht van CO₂*. Opgeroepen op februari 4, 2018, van <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/recycling/1599/5-miljoen-plastic-bomen-oplossing-co2-probleem>

DUURZAAMBEDRIJFSLEVEN.NL. (2016, januari 15). *Singapore krijgt verticaal bos in nieuw complex*. Opgeroepen op februari 4, 2018, van <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/infra/11987/singapore-krijgt-verticaal-bos-in-nieuw-complex>

Eindhovens Dagblad. (2017, februari 13). *Parkeergarages gebruiken als gezonde longen voor Eindhoven*. Opgeroepen op februari 4, 2018, van <https://www.ed.nl/default/parkeergarages-gebruiken-als-gezonde-longen-voor-eindhoven-a88cc411/>

Energids. (2017). *Energids*. Opgeroepen op april 17, 2018, van Q&A: <https://www.energids.be/nl/vraag-antwoord/hoeveel-verbruikt-de-waakvlam-van-een-gastoestel-precies/716/>

Groene Ruimte. (2015). *Groen Ruimte*. Opgeroepen op april 20, 2018, van 'Groene oplossingen voor het verbeteren van de luchtkwaliteit': https://www.groeneruimte.nl/dossiers/groen_en_luchtkwaliteit/home.html#oorzaak

Intergas. (2018). *Intergas*. Opgeroepen op april 21, 2018, van CO₂ verbetering: <http://www.co2verbetering.nl/>

ir. I. Bolier, R. B. (11 januari 2017). *Herstructurering Vestdijk*. Eindhoven: Gemeente Eindhoven. Opgeroepen op februari 3, 2018, van https://eindhoven.raadsinformatie.nl/document/4976907/1/17bst00154_-_Bijlage_3_-_Groeidocument

- Klimaat Beheer. (2018). *Klimaat Beheer*. Opgeroepen op maart 23, 2018, van CO2: https://www.klimaatbeheer.eu/blog_type/co2/
- Lenntech. (2018). *Lenntech*. Opgeroepen op april 12, 2018, van Luchtsamenstelling: <https://www.lenntech.nl/lucht-samenstelling.htm>
- Lieshout, I. (2017, juni 8). *Eerste fabriek die CO2 opslurpt*. Opgeroepen op februari 4, 2018, van <https://www.bright.nl/nieuws/eerste-fabriek-die-co2-opslurpt>
- Meattle, K. (2009, februari). *TED talks*. Opgeroepen op mei 16, 2018, van How to grow fresh air: <https://www.ad.nl/eindhoven/kanaaldijk-zuid-eindhoven-wil-geen-afvoerputje-van-stad-woorden~ab8c87fe/>
- M.Theeuwen. (2017, november 21). Kanaaldijk-Zuid Eindhoven wil geen afvoerputje van stad worden. Opgeroepen op februari 2, 2018, van <https://www.ad.nl/eindhoven/kanaaldijk-zuid-eindhoven-wil-geen-afvoerputje-van-stad-woorden~ab8c87fe/>
- M.Theeuwen. (2017, december 7). Wereldprimeur voor Eindhoven: roefilterproef op parkeergarage Stadhuisplein. *Eindhovens Dagblad*. Opgeroepen op februari 3, 2018, van <https://www.ed.nl/eindhoven/wereldprimeur-voor-eindhoven-roefilterproef-op-parkeergarage-stadhuisplein~ae00b569/>
- M.Thle. (2015, oktober 2). *Werken 'luchtzuiverende planten' echt?* Opgeroepen op februari 4, 2018, van NRC: <https://www.nrc.nl/nieuws/2016/10/02/werken-luchtzuiverende-planten-echt-4535771-a1524469>
- Mostert de Winter. (2018). *Mostert de Winter*. Opgeroepen op april 9, 2018, van Onze projecten: <https://www.mostertdewinter.nl/nl/onze-projecten/groene-gevels/stadskantoor-venlo/>
- P.Geertsma. (2013, november 17). *Wat is CO2 en waarom moet de CO2 uitstoot zoveel mogelijk worden beperkt?* Opgeroepen op februari 4, 2018, van <http://www.technischwerken.nl/kennisbank/duurzaamheid/wat-is-co2-en-waarom-moet-de-co2-uitstoot-zoveel-mogelijk-worden-beperkt/>
- R.Lachmeijer. (2017, december 13). Eindhoven heeft wereldprimeur met parkeergarage die fijnstof afvangt. *Eindhovens Dagblad*. Opgeroepen op februari 3, 2018, van <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/infra/26317/eindhoven-heeft-wereldprimeur-met-parkeergarage-die-fijnstof-afvangt>
- RIVM. (2017). *Fijnstof*. Opgeroepen op februari 4, 2018, van http://www.rivm.nl/Onderwerpen/F/Fijn_stof
- Sempergreen. (2018). *Sempergreen*. Opgeroepen op mei 4, 2018, van <https://www.sempergreen.com/nl/oplossingen/groene-gevel/voordelen-groene-gevel>
- Stokertje.nl. (2018). *Stokertje*. Opgeroepen op april 29, 2018, van Houtkachels: <https://www.stokertje.nl/assortiment/houtkachel>
- Studio 040. (2017, januari 17). *Studio 040*. Opgeroepen op februari 3, 2018, van Eindhoven Airport koploper CO2-reductie
- Transitionculture.org. (2008, mei 9). *Transition Culture*. Opgeroepen op mei 3, 2018, van Is burning wood really a long term energy descent strategy?: <https://www.transitionculture.org/2008/05/19/is-burning-wood-really-a-long-term-energy-descent-strategy/>

Literatuurlijst

- Uwkachel.nl. (2018). *Uw Kachel*. Opgeroepen op mei 4, 2018, van Hoeveel gas verbruikt een gashaard?: <https://www.uwkachel.nl/faq/hoeveel-gas-verbruikt-een-gashaard.html>
- Weijer, B. V. (2017, december 20). Megastofzuigers proberen lucht in Eindhoven te zuiveren: werkt dit? Opgeroepen op februari 4, 2018, van <https://www.volkskrant.nl/binnenland/megastofzuigers-proberen-lucht-in-eindhoven-te-zuiveren-werkt-dit~a4546776/>
- Zaailingen. (2018). *Zaailingen*. Opgeroepen op april 30, 2018, van CO2 Compensatie: Door de bomen het bos niet zien: <http://www.zaailingen.com/co2-compensatie-27-door-de-bomen-het-bos-niet-meer-zien/>

4. Groen:

- Ambius.co.uk. (sd). *Ambius*. Opgeroepen op maart 29, 2018, van Atrium Planting: <https://www.ambius.co.uk/atrium-planting/>
- Archidaily.com. (2012, april 15). *ArchiDaily*. Opgeroepen op maart 29, 2018, van The Atrium / D'Ambrosio Architecture & Urbanism: <https://www.archdaily.com/226201/the-atrium-dambrosio-architecture-urbanism/5017dbf628ba0d49f5000be9-the-atrium-dambrosio-architecture-urbanism-section-01>
- Architectura.be. (2016, oktober 3). *Architectura*. Opgeroepen op mei 3, 2018, van Greenhouse Antwerpen: <http://www.architectura.be/nl/nieuws/14306/greenhouse-antwerp-50000-planten-aan-de-gevel>
- Carvajal, M. (sd). *Less CO₂*. Opgeroepen op mei 16, 2018, van Investigation into CO₂ absorption: http://www.lessco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_ingles.pdf
- Concordia. (2013, november 11). *Concordia*. Opgeroepen op maart 30, 2018, van The Grass Is Greener Inside: <http://concordia.com/the-grass-is-greener-inside/>
- Green Urbanscape. (2018). *Green Urbanscape*. Opgeroepen op mei 4, 2018, van Types Groendaken: <http://www.green-urbanscape.com/nl/content/types-groendaken>
- Greenroofs.com. (2018). *Green Roofs*. Opgeroepen op mei 4, 2018, van Projects: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=476>
- Greenroofs.com. (2018). *Green Roofs*. Opgeroepen op april 20, 2018, van ACROS Fukuoka Prefectural International Hall: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=476>
- Greenroofs.com. (sd). *Green Roofs*. Opgeroepen op april 21, 2018, van Delft University of Technology Library: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=534>
- Greenroofs.com. (sd). *Green Roofs*. Opgeroepen op maart 30, 2018, van 23-Story Atrium Living Wall: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=1650>
- Groendak.info. (2013). *Groendak*. Opgeroepen op april 25, 2018, van Info: <http://www.groendak.info/sedumdak/opbouw-schuin-dak/>
- Phytofilter Technologies. (2016, november 8). *WBDG*. Opgeroepen op maart 15, 2018, van PHYTO-PURIFICATION SYSTEMS: <https://www.wbdg.org/resources/phyto-purification-systems>

- Rockrose.om. (2016, augustus 8). *Rock Rose*. Opgeroepen op april 21, 2018, van Brooklyn Grange Farm Long Island: <https://www.rockrose.com/blog/2016/08/08/brooklyn-grange-farm-long-island-city/>
- Sempergreen. (2018). *Sempergreen*. Opgeroepen op mei 3, 2018, van Groene gevel: <https://www.sempergreen.com/nl/oplossingen/groene-gevel/types/indoor-groene-gevel>
- Sempergreen. (2018). *Sempergreen*. Opgeroepen op mei 3, 2018, van Referentie: <https://www.sempergreen.com/nl/referenties/grand-cafe-fortuyn>
- Stinson, E. (2018, mei 30). *Wired*. Opgeroepen op maart 16, 2018, van Wood Skyscraper: <https://www.wired.com/2017/05/wood-skyscrapers/>
- Vree de, J. (sd). *Joostedevree*. Opgeroepen op mei 3, 2018, van Groendak: <http://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/groendak.htm>
- Wang, L. (2014, mei 27). *Inhabitat*. Opgeroepen op april 6, 2018, van Green Air Hotel Concept Wants to Upcycle China's Old Hotels into Lush, Pollution-Eating Environments: <https://inhabitat.com/green-air-hotel-concept-wants-to-upcycle-chinas-old-hotels-into-lush-pollution-eating-environments/green-air-hotel-twist-studio-1/>
- Yuneda, Y. (2010, juli 22). *Inhabitat*. Opgeroepen op april 19, 2018, van ACROS: A Giant Japanese Pyramid Blanketed in Green Grass: <https://inhabitat.com/acros-a-giant-japanese-pyramid-blanketed-in-green-grass/acros-giant-green-roofed-pyramid-in-japan>

5. Gebouw

- Alexander, C. (1977). *A Pattern Language*. New York: Oxford University Press. Opgeroepen op maart 2, 2018
- Biro. (sd). *Biro*. Opgeroepen op april 19, 2018, van <http://www.biro.nl/>
- CBS. (2017, december 15). *CBS*. Opgeroepen op april 4, 2018, van Nabijheid voorzieningen; afstand locatie, regionale cijfers: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80305ned/table?ts=1524489584831>
- CBS.nl. (2010, september 6). *CBS*. Opgeroepen op mei 1, 2018, van Supermarkt voor meeste Nederlanders op loopafstand: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2010/36/supermarkt-voor-meeste-nederlanders-op-loopafstand>
- Clo.nl. (2016, april 29). *Compendium voor de Leefomgeving*. Opgeroepen op april 3, 2018, van Afstand tot groen, 2010: <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0546-afstand-tot-openbaar-groen>

7. Studycase: Trudo Toren

- Trudo.nl. (2017, december 5). *Trudo*. Opgeroepen op juni 12, 2018, van Sint Trudo bouwt Trudo Toren: <http://www.trudo.nl/actueel/sint-trudo-bouwt-trudo-toren>
- Google. (sd). *Google Maps*. Opgeroepen op juni 12, 2018, van <https://www.google.nl/maps>

Afbeeldingregister

Afbeelding 1:

(sd).TristateCity. Opgeroepen op februari 18, 2018, van <https://www.tristatecity.nl/>

Afbeelding 2:

(sd).World European Headquarters. Opgeroepen op februari 18, 2018, van <https://www.tristatecity.nl/>

Afbeelding 3:

(sd) Rhein River Delta. Opgeroepen op februari 18, 2018, van <https://www.tristatecity.nl/>

Afbeelding 4:

(sd).Megacities. Opgeroepen op februari 18, 2018, van <https://www.tristatecity.nl/>

Afbeelding 5:

(sd).TristateCity Population. Opgeroepen op februari 18, 2018, van <https://www.tristatecity.nl/>

Afbeelding 6:

(sd).Opgeroepen op maart 18, 2018, van <https://airforum2017.srap-ieap.org/program/>

Afbeelding 7:

(2017).Opgeroepen op juni 8, 2018, van <https://www.cobouw.nl/infra/nieuws/2016/06/parkeergarages-worden-longen-van-de-stad-101219131>

Afbeelding 8:

ENS Technology. (2017). *Luchtkwaliteit Eindhoven*. Opgeroepen op februari 16, 2018

Afbeelding 9 & 10:

zelf gemaakt.

Afbeelding 11:

Architectenweb. (2015, september 9). *Rotterdam heeft eerste Smog Free Tower*. Opgeroepen op februari 2, 2018, van <https://architectenweb.nl/nieuws/artikel.aspx?ID=37438>

Afbeelding 12:

Portal. (sd). *Bahrain World Trade Center*. Opgeroepen op februari 22, 2018, van <http://www.portal.luxury/fa/news/6705/Bahrain-World-Trade-Center>

Afbeelding 13:

De Architect. (2014, april 28). *Wolkenkrabber*

met windmolens staat precies verkeerd om.

Opgeroepen op februari 14, 2018, van <http://www.dearchitect.nl/techniek/nieuws/2014/4/wolkenkrabber-met-windmolens-staat-precies-verkeerd-om-101132593>

Afbeelding 14:

Reddit. (sd). *Reddit*. Opgeroepen op mei 21, 2018, van <https://i.redd.it/9xf3xhvbzm6z.jpg>

Afbeelding 15:

Architectura.be. (2016, oktober 3). *Architectura*. Opgeroepen op mei 3, 2018, van Greenhouse Antwerpen: <http://www.architectura.be/nl/nieuws/14306/greenhouse-antwerp-50000-planten-aan-de-gevel>

Afbeelding 16:

Architectura.be. (2016, oktober 3). *Architectura*. Opgeroepen op mei 3, 2018, van Greenhouse Antwerpen: <http://www.architectura.be/nl/nieuws/14306/greenhouse-antwerp-50000-planten-aan-de-gevel>

Afbeelding 17:

Architectenweb. (2017, november 13). *Architectenweb*. Opgeroepen op maart 13, 2018, van Verbouwing Grand Café Fortuyn Haarlem: <https://architectenweb.nl/projecten/project.aspx?ID=34712>

Afbeelding 18:

Architectenweb. (2017, november 13). *Architectenweb*. Opgeroepen op maart 13, 2018, van Verbouwing Grand Café Fortuyn Haarlem: <https://architectenweb.nl/projecten/project.aspx?ID=34712>

Afbeelding 19:

Designboom. (sd). *Designboom*. Opgeroepen op maart 23, 2018, van New York High Line: <https://www.designboom.com/architecture/james-corner-field-operations-diller-scofidio-renfro-new-york-city-high-line/>

Afbeelding 20:

Designboom. (sd). *Designboom*. Opgeroepen op maart 23, 2018, van New York High Line: <https://www.designboom.com/architecture/james-corner-field-operations-diller-scofidio-renfro-new-york-city-high-line/>

Afbeelding 21:

Rockrose.om. (2016, augustus 8). *Rock Rose*. Opgeroepen op april 21, 2018, van Brooklyn Grange Farm Long Island: <https://www.rockrose.com/blog/2016/08/08/brooklyn-grange-farm-long-island-city/>

Afbeelding 22:

Rockrose.om. (2016, augustus 8). *Rock Rose*. Opgeroepen op april 21, 2018, van Brooklyn Grange Farm Long Island: <https://www.rockrose.com/blog/2016/08/08/brooklyn-grange-farm-long-island-city/>

Afbeelding 23:

Greenroofs.com. (sd). *Green Roofs*. Opgeroepen op april 21, 2018, van Delft University of Technology Library: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=534>

Afbeelding 24:

Greenroofs.com. (sd). *Green Roofs*. Opgeroepen op april 21, 2018, van Delft University of Technology Library: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=534>

Afbeelding 25:

Greenroofs.com. (2018). *Green Roofs*. Opgeroepen op april 20, 2018, van ACROS Fukuoka Prefectural International Hall: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=476>

Afbeelding 26:

Greenroofs.com. (2018). *Green Roofs*. Opgeroepen op april 20, 2018, van ACROS Fukuoka Prefectural International Hall: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=476>

Afbeelding 27:

Wang, L. (2014, mei 27). *Inhabitat*. Opgeroepen op april 6, 2018, van Green Air Hotel Concept Wants to Upcycle China's Old Hotels into Lush, Pollution-Eating Environments: <https://inhabitat.com/green-air-hotel-concept-wants-to-upcycle-chinas-old-hotels-into-lush-pollution-eating-environments/green-air-hotel-twist-studio-1/>

Afbeelding 28:

Archdaily.com. (2012, april 15). *ArchiDaily*. Opgeroepen op maart 29, 2018, van The Atrium / D'Ambrosio Architecture & Urbanism: <https://www.archdaily.com/226201/the-atrium-dambrosio-architecture-urbanism/5017dbf628ba0d49f5000be9-the-atrium-dambrosio-architecture-urbanism-section-01>

Afbeelding 29:

DUURZAAMBEDRIJFSLEVEN.NL. (2016, januari 15). *Singapore krijgt verticaal bos in nieuw complex*. Opgeroepen op februari 4, 2018, van <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/infra/11987/singapore-krijgt-verticaal-bos-in-nieuw-complex>

Afbeelding 30:

Stinson, E. (2018, mei 30). *Wired*. Opgeroepen op maart 16, 2018, van Wood Skyscraper: <https://www.wired.com/2017/05/wood-skyscrapers/>

Afbeelding 31 t/m 34:

zelf gemaakt.

Afbeelding 35:

CBS.nl. (2010, september 6). *CBS*. Opgeroepen op mei 1, 2018, van Supermarkt voor meeste Nederlanders op loopafstand: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2010/36/supermarkt-voor-meeste-nederlanders-op-loopafstand>

Afbeelding 36:

Clo.nl. (2016, april 29). *Compendium voor de Leefomgeving*. Opgeroepen op april 3, 2018, van Afstand tot groen, 2010: <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0546-afstand-tot-openbaar-groen>

Afbeelding 37:

Biro. (sd). *Biro*. Opgeroepen op april 19, 2018, van <http://www.biro.nl/>

Afbeelding 38 & 39:

zelf gemaakt.