

Witteveen + Bos



DUURZAAM STRANDEILAND

Eindrapport

GEMEENTE
AMSTERDAM

23 april 2019

INHOUDSOPGAVE

Afkortingen	05
Inleiding en leeswijzer	06
Samenvatting	08

01. DUURZAAM EN CIRCULAIR VERGEZICHT STRANDEILAND

10

 1.1 Materialen	13
 1.2 Energie	15
 1.3 Water en Nutriënten	17
 1.4 Ecosysteem en Biodiversiteit	18
 1.5 Cultuur en Maatschappij	19
 1.6 Gezondheid en Welzijn	20
 1.7 Overige toegevoegde waarde	21
 1.8 Mobiliteit	22

02. DUURZAME ENERGIE

26

2.1 Energievraag	30
2.2 Energieopwek	38
2.3 Smart Grids	48
2.4 Combineren met andere ambities	62
2.5 Voorwaarden aan gebied en gebouwen	63
2.6 Ruimtelijke impact	67
2.7 Globale financiële inschatting	69

03. EMISSIEVRIJE MOBILITEIT**74**

3.1	Mobiliteitsopgave	76
3.2	Juridische consequenties	79
3.3	Twee scenario's	81
3.4	Ruimtelijke impact scenario emissievrij	84
3.5	Financiële consequenties scenario emissievrij	87

04. CIRCULAIRE ECONOMIE**88**

4.1	Analyse ambitie circulair bouwen	90
4.2	Financiële consequenties circulair bouwen	104
4.3	Sturingsmogelijkheden bedrijfsafval	109

05. KLIMAATBESTENDIG**110**

5.1	Droogte	112
5.2	Hitte	114

06. CONCLUSIE**124**

BIJLAGEN	128
I. Voorbeeld projecten voor een lokale energiemarkt platform	128
II. Wettelijk kader emissievrije mobiliteit	130
III. Milieuzone in andere gemeenten	132
IV. Wetsvoorstel verkeersregels en verkeerstekens	135
V. Brief aan tweede kamer milieuzones	152
VI. Wettelijk kader emissievrije mobiliteit	156

CREDITS

Project: Duurzaam Strandeiland

Opdrachtgever: Gemeente Amsterdam

Document: Eindrapport

Status: Definitief

Datum: 15 maart 2019

Referentie: 111605/19-004.150

Projectcode: 111605

Projectleider: J. Smits MSc

Projectdirecteur: ing. M.T. Marshall MTech

Auteur(s): Witteveen+Bos: mevrouw R.S. Boelsums MSc; mevrouw mr. E.J. Overbosch-de Graaf; J.F. van Haaren MSc; T. Muijen BSc

Metabolic: M. Blok; mevrouw T. Streefland; M. Kamps; M. Tauber; mevrouw L. Hogerzijl; mevrouw T. de Vreese

Spectral: F. de Graaf; mevrouw K. Kramer; P. Gladek; G. Litjens

Gecontroleerd door: J. Smits MSc, mevrouw R.S. Boelsums MSc

Goedgekeurd door: J. Smits MSc

Paraaf: Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Koningin Julianaplein 10, 12e etage
Postbus 85948
2508 CP Den Haag
+31 (0)70 370 07 00
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.
© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.



Omslagfoto: "Paysage et maisons contemporaines du quartier d'IJburg, à Amsterdam."
door Remi Mathis onder CC BY-SA 3.0

AFKORTINGEN

ABRvS	Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
COP	Coëfficiënt of Performance
EV	Elektrische vehicles
FCR	Frequency containment reserve
FFR	Frequency restoration reserves
GF	groente-en fruitafval
GPR	Gemeentelijke Praktijk Richtlijn
MPG	Milieuprestatie gebouw
NS	Nieuwe Sanitatie
OVL	openbare verlichting
PV	Photo Voltaic
RVV	Reglement verkeersregels en verkeerstekens
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
SP	Stedenbouwkundig Plan
UCAM	Urban Climate Assessment and Management (tool voor berekenen hittestress)
UHI	Urban Heat Island
V2G	Vehicle to grid
VRI	Verkeersregelinstallatie
WKO	Warmte koude opslag



INLEIDING EN LEESWIJZER

Strandeiland is een nieuwe gebiedsontwikkeling in Amsterdam van grote omvang. Op moment van schrijven ligt er een concept Stedenbouwkundig Plan (SP) (december 2018), dat na het verwerken van inspraakreacties en input uit voorliggend rapport ter definitieve besluitvorming zal worden voorgelegd. Strandeiland is een wijk die duurzaam en vooruitstrevend moet worden, de ambities van de gemeente Amsterdam zijn hoog.

In het concept Stedenbouwkundig Plan (SP) zijn veel thema's uitgebreid onderzocht en uitgewerkt. Enkele thema's behoeven nog nadere uitwerking en deze worden dan ook in dit rapport behandeld.

Als eerst wordt ingegaan op het duurzaam en circulair vergezicht voor Strandeiland. Het is een eiland dat tot en met 2040 ontwikkeld gaat worden dus het is belangrijk om ver genoeg vooruit te kijken. De ambities van de gemeente worden beschreven en aanvullende kansen en aandachtspunten worden benoemd.

Hoofdstuk 2 gaat in op het thema duurzame energie. De warmteopwekking wordt in het SP beschreven, maar hoe kan er voldoende energie worden opgewekt om Strandeiland energieleverend te maken? Is dit überhaupt een haalbare ambitie en hoe zou dit er ruimtelijk uitzien?

Het derde thema, emissievrije mobiliteit, is beschreven in hoofdstuk 3. In dit hoofdstuk wordt als eerste de juridische haalbaarheid om alle vervuilende voertuigen van het eiland te kunnen weren onderzocht. Vervolgens wordt ingegaan op de ruimtelijke consequenties van de ambitie emissievrij Strandeiland. Ook bekijken we een alternatief scenario waarin de vervuilende voertuigen niet worden geweerd van het eiland.

Hoofdstuk 4 beschrijft de circulaire economie voor de gebiedsontwikkeling Strandeiland. De ambities van de gemeente worden benoemd en er wordt beschreven hoe deze ambities behaald kunnen worden. Welke strategie is realistisch en biedt de beste resultaten? Aan de hand van verschillende scenario's wordt hierop ingegaan. Ook wordt beschreven wat de sturingsmogelijkheden voor het ophalen van bedrijfsafval zijn.

In het 5e hoofdstuk is het thema klimaatbestendigheid beschreven. Strandeiland wordt een klimaatbestendig eiland dat weerbaar en robuust is tegen klimaatverandering. Naast het thema water dat in het SP beschreven is, wordt in dit rapport ingegaan op de gevolgen die droogte en hitte kunnen hebben op de wijk. Aan de hand van verschillende varianten laat een hitte-eiland model zien welke aanpassingen nodig zijn om de wijk niet te veel te laten opwarmen op hete dagen.

SAMENVATTING

Strandeiland is een nieuwe gebiedsontwikkeling in Amsterdam die voorziet in de bouw van 8.000 nieuwe woningen. Strandeiland is een wijk die duurzaam en vooruitstrevend moet worden, de ambities van de gemeente Amsterdam zijn hoog.

Als eerste wordt ingegaan op het **duurzaam en circulair vergezicht** voor Strandeiland. Deze beschrijving is voor de gemeente een manier om voor het ontwikkelingsgebied een holistisch duurzaamheidsplan te bewerkstelligen. In het vergezicht worden de ambities, kansen en aandachtspunten van de gemeente Amsterdam op de volgende duurzaamheidsthema's besproken; materialen, energie, water, biodiversiteit, menselijk welzijn en cultuur, waardecreatie en mobiliteit.

Binnen deze thema's is de belangrijkste aanbeveling dat het type energiebronnen op Strandeiland gespecificeerd wordt inclusief hun milieu-impact en aansluiting op het smart grid. Een andere belangrijke aanbeveling is dat het gewenste duurzame gedrag door bewoners verder uitgewerkt moet worden. Vragen die nog verdere uitwerking vereisen zijn bijvoorbeeld hoe carpooling en het gebruik van deelauto's gestimuleerd kan worden op Strandeiland. Ook is het belangrijk uit te zoeken hoe bewoners aangespoord kunnen worden zelf eigenaar te worden van duurzame interventies.

Op het thema **duurzame energie** heeft de gemeente de ambitie om Strandeiland te ontwikkelen als een energieneutraal of zelfs energieleverend stedelijk gebied. Om deze visie te realiseren zal in het gebied enerzijds een zo laag mogelijk energieverbruik, en anderzijds een zo hoog mogelijk lokale duurzame energieopwek gerealiseerd moeten worden. Onderzoek heeft uitgewezen dat deze ambitie enkel mogelijk is als vraag en aanbod slim op elkaar worden afgestemd door middel van een smart grid infrastructuur.

Voor het realiseren van deze energie-ambities is gekeken naar de verwachte elektriciteitsvraag op Strandeiland. Dit voor zowel het scenario van een energieneutraal, als een energieleverend Strandeiland. De uitwerking van deze scenario's is sterk afhankelijk van de BENG-norm die gehanteerd zal worden. Als de BENG 2015 norm wordt gehanteerd is er voor een energieneutraal Strandeiland 41,9 GWh nodig. Dit kan worden opgewekt als 82% van het dakoppervlak wordt gebruikt voor zonne-energieproductie. Met de BENG 2019 norm is er 50,6 GWh aan opwek nodig en stijgt het benodigde dakoppervlak naar 99%. De dakoppervlakpotentie voor BENG 2015 is technisch haalbaar en lastig in geval van de BENG 2019 norm.

Voor een volledig energieleverend Strandeiland is 55,2 GWh tot 63,8 GWh aan duurzame opwek nodig in geval van de BENG 2015 respectievelijk BENG 2019 norm. In beide gevallen is er 100% van de totale dakoppervlakte aan zon nodig. In geval van de BENG 2015 norm is er aanvullend nog 4,2 GWh energieopwek nodig en voor BENG 2019 is dit gestegen naar 12,9 GWh. Andere bronnen zijn dan nodig, bijvoorbeeld PV in de gevel, een drijvend zonnepark en urban wind.

Een smart grid is nodig om de balans tussen energievraag en de duurzame energieopwek zo optimaal mogelijk te handhaven. Hiermee wordt het aandeel duurzame energie wat direct gebruikt wordt op Strandeiland verhoogd. Tevens zorgt dit voor een vermindering van CO₂ emissies en verlaging van netwerkkosten. Daarnaast zal dit de duurzaamheid en toekomstbestendigheid van het energiesysteem op Strandeiland garanderen.

De gemeente Amsterdam heeft hoge ambities als het gaat om **duurzame mobiliteit**, namelijk het realiseren van een volledig emissievrije wijk. Om deze ambitie te realiseren wordt er ingezet op elektrische voertuigen, zowel in openbaar vervoer, als privébezit en als deelauto. Er zijn twee scenario's geanalyseerd. Het eerste scenario betreft een Strandeiland waarin alle voertuigen met emissies worden geweerd door middel van een milieuzone die een emissievrij gebied afdwingt. Het tweede scenario betreft een Strandeiland waarin emissievoertuigen niet geweerd worden maar er wordt ingezet op het stimuleren en faciliteren van emissievrije mobiliteit.

De studie naar juridische consequenties concludeert dat het implementeren van een strenge milieuzone waarin alle voertuigen met emissies worden geweerd op Strandeiland niet in strijd is met de huidige wetgeving. Toch is de haalbaarheid van deze milieuzone onzeker. Dit gezien er een afweging van belangen moet plaatsvinden en er een goede motivering moet zijn voor het weren van alle voertuigen met emissies. Het is noodzakelijk te kunnen aantonen dat er geen doelgroepen worden uitgesloten door het invoeren van deze milieuzone. Een dergelijk strenge milieuzone bestaat momenteel nog niet in Nederland. Aanbevolen is dat er tijdig overleg plaatsvindt met alle belangenorganisaties, er een juiste motivering wordt opgesteld en dat het gemeentelijk beleid deze afweging ondersteunt. Deze zaken zullen doorslaggevend zijn voor de uiteindelijke juridische haalbaarheid.

De ruimtelijke consequenties van een emissievrije wijk worden bepaald door de parkeernorm in de wijk en de toekomstige parkeerbehoefte bij de mobiliteitshubs. In het scenario waarin de emissievrije wijk wordt afgedwongen zijn vervuilende auto's verplicht te parkeren in de toegangshub van Strandeiland. Emissievrije deelauto's zijn geparkeerd in de overige mobiliteitshubs en emissievrije privéauto's op eigen kavel of in de straat. Hoeveel parkeerplekken op Strandeiland nodig zijn voor vervuilende auto's in de toegangshub hangt af van de ontwikkelingen rondom elektrische auto's. Wanneer uitgegaan wordt van 10% vervuilende auto's in 2040 en tussen 2024 en 2040 een lineaire toename van het elektrisch autogebruik, dient de toegangshub maximaal ruimte te bieden aan circa 1410 auto's.

De gemeente heeft voor Strandeiland ook hoge ambities voorzien op het thema **circulaire economie**. Zo is de ambitie 80% van de materialen voor de gebouwen en openbare ruimte te laten bestaan uit gerecyclede of circulaire materialen zoals groen beton, FSC-hout, staal of circulaire bakstenen. Bovendien geldt dat de impact van de productie van de benodigde materialen voor gebouwen niet boven de MPG (Milieuprestatie Gebouwen) grenswaarde uitkomt die is vastgesteld op €0,50/m²/jaar.

De ambitie om 80% van de benodigde materialen voor gebouwen en de openbare ruimte uit gerecyclede of circulaire materialen te laten bestaan is technisch en logistiek haalbaar. Een kanttekening is dat een dergelijk hoge ambitie nog vrij experimenteel is. Ook zullen de materiaalkosten voor de gebouwen toenemen. In totaal zal deze ambitie een kostenstijging van 4 tot 14% teweegbrengen. Aanbevolen wordt om ofwel met biobased materialen ofwel met een combinatie van secundaire betonelementen en houtskeletbouw te werken.

De MPG-ambitie voor de gebouwen op Strandeiland lijkt haalbaar. De huidige manier van bouwen benadert deze ambitie al, en de voorziene hoeveelheid secundaire en hernieuwbare materialen zal het behalen van deze ambitie verder bevorderen.

Voor het thema bedrijfsafval is de ambitie vervoersbewegingen door afvalinzameling zoveel mogelijk te beperken. Hiervoor is het essentieel dat er een collectieve afvalinzamelaar komt op Strandeiland waar elk bedrijf verplicht is aan deel te nemen. Deze verplichting kan worden verankerd in een lidmaatschap van parkmanagement voor bedrijven en instellingen. Verankerd moet ook worden dat deze afvalinzamelaar werkt met een elektrisch voertuig. Op deze manier vinden er geen vervoersbewegingen voor bedrijfsafval meer plaats die een emissie hebben.

Op het thema klimaatbestendigheid heeft de gemeente de ambitie dat Strandeiland een klimaatbestendig eiland wordt dat weerbaar en robuust is tegen klimaatverandering. In het rapport wordt ingegaan op de gevolgen die droogte en hitte kunnen hebben op het gebied.

Droogte heeft voornamelijk invloed op de vitaliteit van het aanwezige groen in het gebied en daarmee ook op het beperken van hittestress in het gebied. Uitgedroogd groen verliest namelijk zijn verkoelende werking. Gezien de thema's van droogte en hitte wordt aanbevolen om op Strandeiland zoveel mogelijk inheemse en droogtebestendige bomen te implementeren.

Het stedenbouwkundig plan schrijft een infiltratietransport-riolering voor. Dit is een goede keuze niet alleen voor het voorkomen van wateroverlast, maar ook voor het beperken van de gevolgen van droogte in het gebied. Het programma van Rainproof Amsterdam biedt hiernaast vele nuttige infiltratiemaatregelen die mogelijkheden kunnen bieden voor het hergebruiken van regenwater in droge tijden.

Voor het onderwerp hitte is er een hitte-analyse gemaakt aan de hand van het UCAM-model. Uit de resultaten is gebleken dat vooral de Pampusbuurt te maken krijgt met hoge risico's op hete dagen. Hier kan het tot wel 10 graden warmer worden dan in ruraal gebied. Om deze reden wordt er sterk aanbevolen maatregelen te nemen die het hitte-eiland effect op Strandeiland doen verminderen.

De meest effectieve maatregel is verharding vervangen door groen op maaiveld. Om dit te stimuleren is het aanbevelingswaardig een hoog minimaal percentage groen voor alle binnentuinen voor te schrijven. Een andere, weliswaar minder effectieve, maatregel is het gebruik van materialen met een hoog weerkaatsingsvermogen (bijvoorbeeld een lichte kleur). Dit zal er voor zorgen dat er minder warmte door de gebouwen zelf wordt vastgehouden en wordt uitgestraald op hete dagen.



HOOFDSTUK 01

DUURZAAM EN CIRCULAIR VERGEZICHT STRANDEILAND

HOOFDSTUK 01

HOOFDSTUK 02

HOOFDSTUK 03

HOOFDSTUK 04

HOOFDSTUK 05

HOOFDSTUK 06





We benaderen duurzaamheid integraal. Dit doen we deels door de lens van de circulaire, en daarmee systematisch duurzame, economie te gebruiken als we naar gebiedsontwikkeling kijken. Dit betekent dat we niet alleen het sluiten van materiaalkringlopen in beschouwing nemen, maar verschillende duurzaamheidsthema's samentrekken tot een holistisch duurzaamheidsplan voor het gebied. Hierbij gaan we nadrukkelijk op zoek naar synergie tussen verschillende thema's, gebruikers, gebouwen, bedrijven en deelgebieden. De zeven pilaren van de circulaire economie vormen de basis voor de integrale analyse van het gebied. Hierin zijn de thema's: materialen, energie, water, biodiversiteit, menselijke welzijn en cultuur

en waardecreatie opgenomen, waaraan we mobiliteit aan toe hebben gevoegd. Hieronder staan de zeven pilaren weergegeven.

In de volgende paragrafen behandelen we per thema de belangrijkste ambities en maatregelen die al in het Stedenbouwkundig Plan (SP) naar voren komen, een gapanalyse, en stellen aanvullende kansen voor om de duurzaamheidsambities binnen het gebied verder aan te scherpen. Waar relevant, geven we aan hoe deze kansen binnen de bestaande plannen van het SP ingepast kunnen worden, of welke richting verder onderzocht dient te worden voor verdere inpassing.



1.1 MATERIALEN

In deze paragraaf is onderscheid gemaakt tussen materiaalgebruik in de bouwfase en gebruiksfase.

1.1.1 AMBITIES VAN DE GEMEENTE AMSTERDAM

Ambitie bouwfase

De ambitie is dat op Strandeiland minimaal 80% van de te gebruiken bouwmaterialen (openbare ruimte en gebouwen) gerecycled is of uit hernieuwbare bronnen komt. Uit recente pilots op het gebied van circulair bouwen is gebleken dat een MPG (milieuprestatie gebouw) van 0,5 haalbaar is, welke 50% lager is dan de huidige wettelijk norm van 1,0. Demontabel ontwerp wordt waar mogelijke geïmplementeerd in zowel publieke ruimte als in gebouwen. Omdat bij de start van het project meer circulair materiaal voor de bouw beschikbaar zal zijn, wordt per uitgifte bekeken wat op dat moment de exacte eisen voor circulariteit dienen te zijn voor het project.

Ambitie gebruiksfase

De ambitie is om in de gebruiksfase groente en fruitafval (GF) circulair als grondstof te verwerken. GF-afval dienen mee vergist te worden met de nieuwe sanitatie. Daarnaast is de ambitie om afval te scheiden in 6 fracties en met ondergrondse opslag. Het gaat hier nadrukkelijk om GF-afval, geen tuinafval.

1.1.2 SAMENVATTING MAATREGELEN IN STEDENBOUWKUNDIG PLAN

De ambities binnen de bouwfase zijn in het Stedenbouwkundig Plan naar een aantal concrete maatregelen vertaald:

- **Bouwmaterialen:** voor de materialisatie van de gebouwen en publieke ruimte wordt zoveel mogelijk gekozen voor lokale, gerecyclede of hernieuwbare materialen. We beperken zo gebruik van nieuwe grondstoffen en energie. Denk aan circulaire materialen zoals groen beton (betonmortel op basis van gerecyclede materialen), FSC-hout, staal of circulaire bakstenen;
- **Publieke ruimte:** er ligt een nadruk op flexibiliteit, ook moeten voor de publieke ruimte materialen gebruikt worden die tijdloos en goed te herstellen en te beheren zijn. Het laatste doelt voornamelijk op de beschikbaarheid van de beoogde materialen tijdens de levensduur, maar ook de beperkte mate van veroudering en mogelijke toxiciteit bij herstel;

- **Materialenpaspoort:** het materiaalgebruik wordt vastgelegd in een paspoort zodat er bij toekomstige sloop inzichtelijk is welke materialen er in het gebouw gebruikt zijn.

Binnen de gebruiksfase kunnen we de volgende maatregelen onderscheiden:

- **Grondstoffenverwerking:** er worden zes fracties gescheiden: papier, glas, plastic, textiel, restafval en groente- fruit- en tuinafval. Klein- en groot grofafval kunnen naar de daarvoor bestemde afvalpunten worden gebracht;
- **Inzameling GF:** Groente- en fruitafval wordt hoogwaardig verwerkt door dit apart in te zamelen via een inpandige afvoer in de keuken (voedselrestenvermaler) en bijmenging met zwartwater (nieuwe sanitatie).

1.1.3 GAPANALYSE STEDENBOUWKUNDIG PLAN

Met de voorgestelde maatregelen in het Stedenbouwkundig Plan kan aan een groot deel van de ambities voor duurzaam materiaalgebruik voldaan worden, mits deze helder(der) gedefinieerd en getoetst worden. Er wordt met deze maatregelen tevens voldoende voorzien in collectieve voorzieningen voor afvalscheiding en inzameling.

De volgende zaken worden echter nog onvoldoende belicht:

- Bouwafval wordt niet genoemd als aandachtspunt, terwijl dit op de bouwplaats kan oplopen tot 10% van de aangevoerde materialen. Met bouwafval worden alle materialen en elementen bedoeld die vrijkomen bij de bouw. Dit betreft enerzijds overmatig besteld materiaal, anderzijds materiaal dat op locatie beschadigd raakt of overblijft (bijvoorbeeld zaagafval);
- De logistiek rond opslag, verwerking en hergebruik van secundaire bouwmaterialen. Met een totale vraag van circa 1,5 miljoen ton aan materialen voor gebouwen en een ambitie die oploopt tot 80% gerecycled en hernieuwbaar, is het van groot belang om verder te onderzoeken dit volume vanuit de markt beschikbaar kan worden gemaakt zonder gefaciliteerd te worden door een logistieke hub van de gemeente;
- Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen recycling en hergebruik. Het granuleren van puin

voor funderingsmateriaal wordt hiermee gelijk betrokken aan direct hergebruik van bijvoorbeeld gevelonderdelen, terwijl beiden een verschillende impact hebben;

- Remontabel ontwerp en het materialenpaspoort kunnen verder gespecificeerd worden. Concrete eisen missen hier nog.

De gapanalyse op het Stedenbouwkundig Plan voorziet geen onvoldoende belichte zaken in de gebruiksfase.

1.1.4 AANVULLENDE KANSEN

Wij kunnen op basis van de gapanalyse een aantal impactvolle kansen identificeren voor de bouwfase. Allereerst, draagt de monitoring en reductie van bouwafval bij aan het verminderen van afvalproductie tijdens het bouwproces. Deze afvalstroom kan in sommige gevallen oplopen tot 10% van de totale bouwstroom. Met het stellen van eisen en criteria betreft deze monitoring en reductie bij gronduitgiften en infrastructuur tenders zal de markt prikkelen om de behoefte en levering van materialen beter af te stemmen (met behulp van slimmer gebruik van BIM-modellen bijvoorbeeld) en bouwafval beter her te bestemmen. Hergebruik van deze vrijkomende stromen kan bijvoorbeeld gestimuleerd worden door criterium Materialen 6: Hergebruik gronden en reststromen tijdens constructie uit de Roadmap Circulaire Gronduitgifte mee te wegen in de gronduitgifte tenders voor de kavels op Strandeiland.

Ook is het vaststellen van concrete grenswaarden voor de maximale MKI van projecten in de openbare ruimte in infrastructuur tenders essentieel. Instrumenten zoals Dubocalc kunnen gebruikt worden ter validatie.

Daarnaast, kan een bouwhub de efficiëntie van toevoer- en afvoer-logistiek van bouwmaterialen, opslag, en upcycling van vrijkomende stromen in de ontwikkelfase bevorderen. Er worden hierdoor minder logistieke bewegingen gemaakt. Uitgaande van een ruimtegebruik over de 15 jaar voor de gehele ontwikkeling van Strandeiland, zou er jaarlijks circa 50.000m³ bouwmaterialen opgeslagen en doorgevoerd moeten worden door deze hub. Dit getal komt voort uit de in hoofdstuk 4 berekende materiaalbenodigdheden van de gebouwen en infrastructuur. Hiervoor moet dus ruimte gereserveerd worden in het programma. Dit kan oplopen tot circa 5 ha, uitgaande van een gemiddeld opslagtermijn van één jaar, een gemiddelde stapelhoogte van 2 meter en voldoende ruimte om de materialen met materieel te bereiken. De hub zou gesitueerd kunnen worden op een van de kavels die in een later stadium pas bebouwd zal worden. Denkbaar is om de Makerskade te onderzoeken als mogelijke locatie. Gebruik van de hub of de opgeslagen materialen kan worden meegegeven

in gronduitgifte of infrastructuurontwikkeling tenders. De voordelen van een bouwhub in de context van Strandeiland moeten verder onderzocht worden en afgewogen worden tegen het ruimtegebruik.

Een mogelijke rol van de gemeente kan zijn om ruimte voor een fysieke hub ter beschikking te stellen, garant te staan voor het beheer en de aanwezigheid van benodigde faciliteiten en om koppelingen te leggen naar digitale marktplaatsen voor tweedehands bouwproducten. Er kan ook gekozen worden om alleen de ruimte beschikbaar te stellen en te verdelen over de ontwikkelende marktpartijen die er gebruik van willen maken. Het beheer, de faciliteiten en de koppeling aan aanbieders van tweedehands producten worden dan overgelaten aan de marktpartijen. Een gezamenlijke verkenning van gemeente Amsterdam, Cirkelstad en de TU Delft in 2018 wees uit dat aanvullende interventies betreffende een hub voor circulair materiaalgebruik vanuit de gemeente niet benodigd waren, en in sommige gevallen zelfs bestaande marktinitiatieven kunnen verstoren. Nu is Strandeiland wel een unieke casus met hoge ambities, waardoor de resultaten uit de stadsbrede verkenning van 2018 niet direct overgenomen kunnen worden. Wel geeft dit aan dat een mogelijke rol van de gemeente hierin ten opzichte van de markt zorgvuldig onderzocht dient te worden.

Ten derde, is het van belang onderscheid te maken tussen direct hergebruik van bouwelementen t.o.v. laagwaardige recycling in de eisen voor gronduitgiften en infrastructuur tenders. Een voorbeeld voor een mogelijk criterium is Materialen 5: Gebruik secundaire materialen voor bouw uit de Roadmap Circulaire Gronduitgifte van de gemeente. Ook GPR Gebouw credits 2.2.2 en 2.2.3 geven dit onderscheid aan tussen hergebruik van elementen en bouwproducten en recycling van materialen. Door daarnaast geen sterk gekaderde materialisering van het VO en DO op te nemen in de eisen, kan de planning en logistiek van de gronduitgiften (en het verdere proces van gebiedsontwikkeling) flexibel gehouden worden en zo ruimte bieden voor ontwerpwijzigingen betreft het inbrengen van tweedehands elementen en bouwproducten die voortkomen uit veranderende inzichten in het aanbod van bouwelementen.

Criteria en eisen voor remontabel ontwerp van gebouwen en de openbare ruimte kunnen meegenomen in gronduitgiften en infrastructuur tenders. Het is van belang om hiervoor eerst een duidelijke visie op te bouwen voor wat de gemeente wil bereiken met remontabel ontwerp. Daarna moet dit doorvertaald worden in implicaties voor de prestatie voor de kavels. Een voorbeeld voor mogelijke criteria zijn Materialen 3: Ontwerp voor demontage en Materialen 4: Theoretische herbruikbaarheid materialen of componenten op gelijkwaardig kwaliteitsniveau uit de Roadmap Circulaire Gronduitgifte van de gemeente en credit 2.2.6 van GPR Gebouw.

Tenslotte, alhoewel het materialenpaspoort in het SP genoemd wordt, ontbreekt de specificatie of dit voor zowel de openbare ruimte en publieke gebouwen als de commerciële gebouwen geldt. In 2020 wordt hierover op nationaal niveau een besluit genomen. Strandeiland zou dit echter nu al als eis mee kunnen nemen in de uitvraag. Voor het eigen vastgoed kan sowieso een materialenpaspoort geëist worden. Een voorbeeld voor mogelijke criterium om mee te nemen in gronduitgiften is Materialen 11: Materialenpaspoort uit de Roadmap Circulaire Gronduitgifte van de gemeente. De aannemers worden met deze eisen en criteria verplicht of aangemoedigd om data over alle materialen die ze toepassen te registreren in een centraal systeem.

Doordat de aannemers in kostenramingen en MPG-berekeningen sowieso al overzichten en eigenschappen van materialen opstellen, vormt het leveren van input voor een materialenpaspoort vrijwel geen meerwerk voor de betrokken partijen. Er zijn verschillende partijen actief in het beheer van de data van materialenpaspoorten, afhankelijk van hun business model kunnen er wel kosten verbonden zijn aan het beheer van deze data voor de gebouweigenaren. Naast het voorschrijven van een materialenpaspoort en het vergoeden van de kosten van het beheer van de materialenpaspoorten voor maatschappelijk vastgoed, is er geen verdere rol voor de gemeente voorzien.



1.2 ENERGIE

1.2.1 AMBITIES VAN DE GEMEENTE AMSTERDAM

In het Stedenbouwkundig Plan worden twee aanvullende ambities gebruikt: energieneutraal en energieleverend Strandeiland.

Definities die gehanteerd worden zijn:

'De gebouwen voorzien dan minimaal in de eigen energiebehoefte voor verwarmen en koelen (energieneutraal), en wekken zoveel mogelijk stroom op voor de gebruikers-energie (energieleverend).'

Eenzijds is de ambitie om energieneutraal te zijn:

'Strandeiland wordt aardgasvrij ontwikkeld en gebruikt uitsluitend hernieuwbare, lokale bronnen voor verwarmen en koelen. Uitgangspunt is een duurzaam warmte- en koudesysteem waarbij ook het energieverbruik van het systeem lokaal en duurzaam wordt opgewekt, om bij te dragen aan een energieneutraal Strandeiland.'

Maar ook, indien mogelijk:

'Op Strandeiland wordt lokaal duurzame stroom opgewekt, geleverd, uitgewisseld en opgeslagen voor later gebruik. Strandeiland heeft de ambitie energieleverend te worden. [...] De gebouwen voorzien dan minimaal in de eigen energiebehoefte voor verwarmen en koelen (energieneutraal), en wekken zoveel mogelijk stroom op voor de gebruikers-energie (energieleverend).'

Voor zowel de publieke ruimte, als woningen wordt hier de eis gesteld om minstens energieneutraal te zijn, maar liever energieleverend. Op gebouwniveau wekken de gebouwen de benodigde energie voor de warmte- en koude op, maar leveren ook de benodigde gebruikers-energie voor haar bewoners.

1.2.2 SAMENVATTING MAATREGELEN IN STEDENBOUWKUNDIG PLAN

De volgende maatregelen worden voorgesteld om aan de ambities op energiegebied te voldoen:

- Het opnemen van criteria voor energie binnen gronduitgifte: De doelstellingen en ambities kunnen voor een groot deel worden behaald door deze onderdeel te laten zijn van de selectie van marktpartijen bij gronduitgifte. Hierbij worden bouwers tevens gestimuleerd om tijdens de bouwphase, duurzame maatregelen te treffen, zoals opwekken van energie op daken en gevels;
- Reduceren energievraag: Gebouwen worden goed geïsoleerd en gebouwd met een minimale energievraag;
- Lokale energieopwekking: De beschikbare oppervlaktes worden gebruikt voor zonnepanelen of 'gebouwgebonden wind'. Uitgangspunt is een duurzaam decentraal warmte- en koudesysteem (WKO) waarbij ook het energieverbruik van het systeem lokaal en duurzaam wordt opgewekt. Bij de aanleg van de daken wordt het doel 'energie neutraal en energieleverend bouwen' vooropgezet;
- Reduceren van emissies: Mobiliteit is emissievrij en er ligt nadruk op gedeelde mobiliteit (in een mobiliteitshub en kleinere 'minihubs');
- Lokaal kringlopen sluiten: Door middel van nieuwe sanitatie systemen kan het hergebruik van waardevolle grondstoffen zoals fosfaat en het omzetten van huishoudelijk afvalwater in biogas of warmte gemaximaliseerd worden;
- Opslag en uitwisseling: In de uitwerking van het elektriciteitssysteem worden energieopslag en smart grid-systemen (slim energie uitwisselen, opwekken en opslaan) met elkaar geïntegreerd.

1.2.3 GAPANALYSE STEDENBOUWKUNDIG PLAN

De hoogste ambities in het Stedenbouwkundig Plan zijn gesteld voor de publieke ruimte; minstens energieneutraal en waar mogelijk energieleverend.

De volgende zaken worden echter nog onvoldoende belicht:

- Het smart grid dient in verder detail uitgewerkt te worden.

1.2.4 AANVULLENDE KANSSEN

Wij kunnen op basis van de analyse een aantal kansen onderscheiden. Alhoewel een smart grid al genoemd wordt in het SP, zijn hiervoor een aantal verschillende techno-economische mogelijkheden, variërend in hun focus op vraagsturing en opslag. Een uitgebreide uitwerking is te vinden in hoofdstuk 2.

Daarnaast kan er winst behaald worden met het duidelijke specificeren van de 'waar' en de 'hoe' van lokale duurzame opwek. In sommige gevallen heeft aanvullende energieopwek (wanneer alle daken bijvoorbeeld al vol gelegd zijn) om het gebied energieleverend te krijgen een hogere impact (milieu en financiële) dan wanneer deze energie elders wordt opgewekt. De uitkomst hangt in dit geval af van de milieu-impact van de voorgestelde energiebron. Het is dus van belang een afweging te maken tussen het lokaal voorzien in de gebouwgebonden energievraag en het gebruik van andere bronnen (nabij Strandeiland).

Tenslotte, de ambitie voor een minimaal energieverbruik van gebouwen kan versterkt worden en opgenomen worden als eis in de gronduitgiften. Hiermee wordt bedoeld dat de ambities meegenomen worden in de bouwenvolop die de gemeentetijdens de tender uitschrijft. Zo kunnen toepassingen en criteria zoals passiefhuis principes, ventilatie, lichttoetreding, dakoriëntatie en het voorkomen van schaduwwerking meegenomen worden. Het is de verwachting dat de voorgestelde BENG 1 norm met de gebouwgebonden energiebehoefte van maximaal 25 kWh/m²/jaar versoepeld wordt naar 70 kWh/m²/jaar. Hoewel dit uitgaat van een iets andere meetmethodiek, komt dit netto uit op bijna een verdubbeling van het energieverbruik. Er is in Amsterdam al reeds ervaring opgedaan met bouwen onder een BENG 1 van 25 kWh/m²/jaar, en in de gronduitgiften voor Strandeiland kan gekozen worden om hieraan vast te houden.



1.3 WATER EN NUTRIËNTEN

1.3.1 AMBITIES VAN DE GEMEENTE AMSTERDAM

In deze paragraaf wordt onderscheid gemaakt tussen management van afvalwater en hemelwater.

Ambitie afvalwater

Het uitgangspunt van nieuwe sanitatie is om het hergebruik van waardevolle grondstoffen zoals fosfaat en het omzetten van huishoudelijk afvalwater in bijvoorbeeld biogas of warmte, te maximaliseren.

Ambitie hemelwater

Strandeiland wordt regenbestendig ontwikkeld zodat de leefomgeving bestand is tegen de toekomstige extreme weersomstandigheden, zoals periodes van droogte, hevige regenval en storm. Er is gekozen om de openbare ruimte zo te ontwerpen dat er geen schade ontstaat bij piekbuien van 80 mm/u.

1.3.2 SAMENVATTING MAATREGELEN IN STEDENBOUWKUNDIG PLAN

Om de ambities te halen worden de volgende maatregelen voorgesteld:

Nieuwe sanitatie:

- Het terugwinnen van grondstoffen en het produceren van energie vindt plaats in lokale waterzuiveringsinstallaties op Strandeiland. Er zijn tien centrales (één hoofdcentrale en negen buurt-centrales) waarop het energiesysteem kan worden aangesloten. Alle woningen krijgen een warmtepomp met boiler voor de levering van warm tapwater;
- Hiervoor moet huishoudelijk afvalwater bij de bron gescheiden worden in 'zwartwater' (urine, fecaliën) en 'grijs water' (afvalwater uit douches, wasbak, (af) wasmachines). Zo kan het zwartwater direct vergist worden. Tevens kunnen specifieke probleemstoffen, zoals hormonen en medicijnresten, effectiever worden verwijderd. Omdat het grijs water gescheiden wordt gehouden van het zwartwater ontstaat een relatief warme grijswaterstroom. Hier kan tevens warmte uit gewonnen worden.
- Er is gekozen voor ambitieuze nieuwe sanitatie die door middel van vacuümsystemen maar 1 liter water per doorspoelbeurt gebruiken in plaats van 6-7 liter. Kansen voor regenwater als toiletspoeling worden uitgesloten.

Hemelwater:

- Voor het realiseren van de kavels geldt als uitgangspunt dat dit zogenoemde 'waterneutrale' kavels zijn. Dit betekent dat er voorzieningen getroffen worden die het mogelijk maken om ten minste 60 mm/uur aan regenwater vast te houden en lokaal te verwerken;
- Afhankelijk van de karakteristieken van de buurt wordt er om overschot aan water te bergen een afweging gemaakt tussen de volgende elementen: implementatie van wadi's, IT-riool, 'hol' wegdek, verhoogd vloerpeil van woningen, grindkoffers en waterbergende parken;
- In zeer extreme gevallen (buien van meer dan 80 mm/uur) geldt dispensatie voor het lozen op het buitenwater. In het Stedenbouwkundig Plan zijn daarom de keermuren, die aan de oostzijde van Strandeiland uit het water van het IJmeer oprijzen, voorzien van zogenoemde waterspuwers.

1.3.3 GAPANALYSE STEDENBOUWKUNDIG PLAN

Op basis van het huidige SP lijkt het bergen van hemelwater op Strandeiland, ook tijdens piekbuien van 80-100 mm/u, geen probleem te gaan veroorzaken. Daarnaast lijkt terugwinning van warmte en grondstoffen een grote kans tot slagen te hebben dankzij de implementatie van nieuwe sanitatie en terugwinning van warmte uit grijswater.

De volgende zaken worden echter nog onvoldoende belicht:

- De toepassing van regenwater. Met het oog op hitte en droogte liggen er mogelijkheden om dit te hergebruiken;
- Er is uit het Stedenbouwkundig Plan niet op te maken wat er met het grijswater gebeurt naast warmteterugwinning, en of onderzoek is gedaan naar het gebruik van gezuiverd grijs water.

1.3.4 AANVULLENDE KANSSEN

Ten eerste liggen er kansen in het stellen van eisen aan het hergebruik van regenwater van gebouwen; uit het SP blijkt (nog) niet of er onderzoek is gedaan naar de haalbaarheid van gebruik van regenwater voor bijvoorbeeld doorspoelen van vacuümtoiletten, wasvoorzieningen of irrigatie van tuinen dan wel publiek groen.

Het toepassen van grijs-en regenwater voor het doorspoelen van toiletten lijkt echter niet kansrijk te zijn. Daarnaast, is het belangrijk de potentie van lokale natuurlijke zuivering van grijs water, bijvoorbeeld door middel van helofytenfilters, en de potentie van gebruik van gezuiverd grijs water voor bijvoorbeeld irrigatie, nader te onderzoeken. De wereldwijde koploper op het gebied van het hergebruik van grijs water is Singapore. Zij gebruiken verschillende technische oplossingen (o.a. reverse osmosis) om grijs water te recyclen voor verschillende niet-drinkbare eind-toepassingen, zoals het

spoelen van urinoirs, wassen, irrigatie (geen hogedruk irrigatie-sproeiers) en het maken van koeltorenwater (PUB, 2014¹).²

Daarnaast lijkt het op kavelniveau direct gebruik van regenwater voor beplanting kansrijk. Evenals het installeren van grindkoffers die op kavelniveau als buffer kunnen fungeren. Dit opslaan en beschikbaar maken van regenwater voor beplanting buiten kan in gronduitgiften als eis of criterium opgenomen worden.



1.4 ECOSYSTEEM EN BIODIVERSITEIT

1.4.1 AMBITIES GEMEENTE AMSTERDAM

Het belangrijkste milieukader ten behoeve van de ambities voor Strandeiland is de nabijheid van het Natura 2000-gebied IJmeer-Markermeer. IJburg grenst aan het IJmeer-Markermeer, dat aangewezen is als Natura 2000-gebied en onder de Nederlandse Natuurbeschermingswet valt. Om de natuurwaarden van dit Natura 2000-gebied nog verder te versterken krijgt het Oosterend deels een vooroever van rietlanden.

Ambitie Natuurnetwerk Nederland

Het Natuurnetwerk Nederland (NNN), voorheen bekend als (Provinciaal) Ecologische Hoofdstructuur ((P)EHS), is een belangrijk middel om de hoofddoelstelling van het natuurbeleid te bereiken. De belangrijkste uitgangspunten zijn het behouden, versterken en ontwikkelen van natuur en landschap als essentiële bijdrage aan een leefbaar Nederland en een duurzame samenleving.

Ambitie Ecologische Structuur Amsterdam

De Ecologische structuur van Amsterdam is een van de beleidsuitwerkingen van de in 2011 vastgestelde Structuurvisie 2040 voor Amsterdam. Het uitgangspunt van het beleid is dat plannen niet mogen leiden tot verzwakking van de ecologische structuur die in deze visie staat omschreven, bijvoorbeeld doordat er extra barrières ontstaan.

1.4.2 SAMENVATTING MAATREGELEN IN SP

Er worden de volgende maatregelen voorgesteld om de ambities te behalen:

- Er wordt een groot aantal vierkante meters gevarieerd groen gerealiseerd met het oog op toenemende hitte en droogte en de huidige afname van biodiversiteit. Er ligt hierbij een nadruk op soorten die positieve bijdragen aan de bijenpopulatie;
- IJburg 2 wordt natuurinclusief ontwikkeld. Op deze manier wordt Strandeiland een aantrekkelijke en toekomstbestendige leefomgeving voor mens en dier;
- Er zullen, afgestemd met bevoegd gezag van de Provincie Noord-Holland, voldoende juridische maatregelen worden genomen om ervoor te zorgen dat verschillende soorten flora en fauna, indien nodig, verplaatst kunnen worden naar een aangrenzend natuurgebied om zo de bouwwerkzaamheden niet te verstoren;
- De ecologische waarde wordt vergroot door de parken aan te laten sluiten bij het landschap. Daar waar sportfaciliteiten in het park liggen, worden deze in het parkontwerp geïntegreerd;
- Naast definitieve natuur, wil de gemeente Amsterdam ook zorgvuldig omgaan met het mogelijk maken van tijdelijke natuur tijdens de bouw van Strandeiland.

¹ <https://www.pub.gov.sg/Documents/greywaterTech.pdf>

² Een koeltoren voert overtollige warmte uit productieprocessen en gebouwen af, door het vernevelen van water in een open constructie. Het water dat in dit proces gebruikt wordt, heet koeltorenwater.

1.4.3 GAPANALYSE SP

Op lokale schaal (buurniveau, gebouwniveau) lijken de maatregelen in het SP voldoende om de algehele 'nettowinst voor de natuur' te behalen, mits gehandhaafd en getoetst op de lange termijn. Er ligt echter nog wel potentie om maatregelen met betrekking tot natuurinclusief bouwen op de kavels op Strandeiland optimaal te laten aansluiten op wat er in de openbare ruimte en in nabijgelegen groenstructuren plaatsvindt.

1.4.4 AANVULLENDE KANSEN

Ten eerste, het aansluiten van groenstructuren in het gebied, naast natuur-inclusief bouwen op de kavels, kan een meerwaarde creëren. Er kunnen eisen worden meegenomen in de gronduitgifte met betrekking op het faciliteren van soorten en het aansluiten op (bestaande) ecologische structuren. Ook op gebiedsniveau kunnen aanvullende verbindingroutes ingebracht worden in de ruimtelijke opzet. Daarnaast draagt het creëren van een beheer- en monitoringsplan bij aan het in stand houden biodiversiteit en 'ecosystem services' gedurende de levensduur en gebruiksfase.



1.5 CULTUUR EN MAATSCHAPPIJ

1.5.1 AMBITIES GEMEENTE AMSTERDAM

Voor Strandeiland is gekozen voor een gelijkmatige woningbouw verdeling die afwijkt van het stedelijke uitgangspunt voor woningbouw differentiatie: 40-40-20. Met een programmatische verdeling die bestaat uit 40% sociale huurwoningen, 25% middensegment huur of koopwoningen en 35% vrije sector koop- of huurwoningen, worden voldoende woningen met de juiste woninggrootte gebouwd met behoud van een passende en evenwichtige mix van doelgroepen.

Als woonplek lijkt Strandeiland op eerste gezicht vooral een plek voor gezinnen te worden. De ligging aan het water, in de luwte van de stad, is aantrekkelijk voor deze doelgroep. Er zal ook ruimte zijn voor een- en tweepersoonshuishoudens (van jongeren tot senioren) en starters, gericht op thuiswerkers, zodat er een buurt voor iedereen ontstaat.

1.5.2 SAMENVATTING MAATREGELEN IN SP

Om de ambitie van een gemengde buurt te behalen worden de volgende maatregelen voorgesteld:

- Er zijn negen belangrijke lessen uit het woonklimaat op de eilanden uit IJburg 1 te trekken: het implementeren van voldoende voorzieningen (vooral voor de jeugd), meer ruimte creëren voor zelfbouw, goede ontsluiting, goede bestemming van binnenterreinen, meer groen, bewoners meer betrekken bij de ontwikkeling van de wijk, en het meenemen van beheer- en onderhoudskosten in de begroting (RIGO, 2009). Deze lessen worden meegenomen in de uitwerking van het Stedenbouwkundig Plan voor Strandeiland.

- Het ontwerp van de openbare ruimte is flexibel en kan meebewegen met de samenstelling van (toekomstige) bewoners en gebruikers.
- Een doorlopend langdurig participatietraject betreft (toekomstige) bewoners bij de inrichting van Strandeiland (plaatsing van afvalbakken, speeltoestellen, etc.). In deze fase van de planvorming wordt expliciet de inbreng van de (toekomstige) bewoners gevraagd, omdat deze uitwerking direct van invloed is op het leefklimaat in hun woonbuurt. In een volgende fase wordt tevens een participatietraject opgezet om met professionals, bewoners en betrokkenen op bepaalde thema's, zoals duurzaamheid, bereikbaarheid en smart mobility, dieper in te gaan.

1.5.3 GAPANALYSE SP

Het voortbouwen op geleerde lessen van IJburg 1, in combinatie met de opzet van een participatietraject op de lange termijn, vergroot de kans dat Strandeiland haar ambitie om een 'buurt voor iedereen' te worden, behaalt. In het Stedenbouwkundig Plan komt niet precies naar voren hoe dit concreet wordt gemaakt. Hoe wordt de (toekomstige) bewoner vanaf de eerste dag op Strandeiland onderdeel van zijn/haar leefomgeving? Het reserveren van de fysieke én digitale ruimte om bewoners samen te brengen nog in het Stedenbouwkundig Plan mist nog. Deze ruimte kan een bijdrage leveren aan het vergroten van de sociale cohesie en de samenwerking onder buurtbewoners te stimuleren.

1.5.4 AANVULLENDE KANSEN

In aanvulling op de platformen 'Hallo IJburg' en 'Lolaland' zijn er kansen geïdentificeerd om bijvoorbeeld een platform (zowel fysiek: bijv. een maandelijks

kledingruil; als digitaal: bijv. een online marktplaats) voor uitwisseling van informatie, diensten en producten tussen bewoners en gebruikers van het gebied te stimuleren. Een dergelijk platform kan materiaalgebruik verminderen en een 'community' gevoel versterken.

Tenslotte kan binnen het programma fysieke ruimte worden opgenomen voor gedeelde faciliteiten, zoals gedeelde auto's, wasmachines, gereedschappen, (bouw) materialen en evenementen die georganiseerd worden in de buurt.



1.6 GEZONDHEID EN WELZIJN

Gezondheid en het welzijn is een overkoepelend thema waarin zaken als luchtkwaliteit, lichaamsbeweging (mobiliteit) en het gebruik van giftige en gevaarlijke stoffen meegenomen worden. Hiermee wordt dus niet alleen de invloed op de gezondheid en het gevoel van welzijn van fysieke factoren (zoals fijnstofgehalte in de lucht) maar ook subjectieve beleving (zoals hittestress) meegenomen. Het uitgangspunt is dat de gezondheid en het welzijn van de mens op Strandeiland structureel ondersteund wordt door de programmering zo vorm te geven dat een negatieve impact geminimaliseerd wordt.

1.6.1 AMBITIES GEMEENTE AMSTERDAM

Uit de evaluatie van het woonklimaat op de eilanden uit IJburg 1 worden een aantal lessen meegenomen en vertaald naar ambities voor de realisatie van Strandeiland: voldoende voorzieningen (vooral voor de jeugd), meer zelfbouw, goede ontsluiting, goede bestemming van binnenterreinen, meer groen, bewoners meer betrekken bij ontwikkeling van de wijk en beheer- en onderhoudskosten niet vergeten.

De groenblauwe woonbuurt Strandeiland heeft de ambitie om de openbare ruimte optimaal te benutten. Dit betekent dat de inrichting een gevarieerd en interessant karakter zal krijgen, is ingesteld op veiligheid en intensief gebruik en gemaakt is om bewoners te activeren en ontmoetingen te stimuleren. Ook zal er voldoende ruimte worden vrijgehouden voor sport en spel en wordt het gebied klimaatbestendig ontworpen door geïntegreerde regenwaterberging en het verminderen van hittestress.

1.6.2 SAMENVATTING MAATREGELEN IN SP

Er worden de volgende maatregelen genomen om de ambities te behalen:

- Op Strandeiland geven zowel gebouwen als de openbare ruimte aanleiding tot spelen en bewegen door het integreren van actief ontwerp.
- Er worden in ieder geval in vier parken ingezet op een natuurspeelplaats. Deze worden gecombineerd met

water zoals vijvers en poelen. Hier komen natuur, kinderen, bewegen en gezondheid samen.

- Luchtkwaliteit staat op Strandeiland hoog op de agenda. Zo wordt overwogen om openhaarden en lokale biomassa-stookinstallaties (zoals pellet- of houtkachels) niet toe te staan vanwege de negatieve effecten op de luchtkwaliteit en daarmee de gezondheid van de bewoners.
- Het vormen van hitte-eilanden op Strandeiland wordt voorkomen door het aanplanten van groen in de openbare ruimte, in margestroken, en op daken en de gevels van de gebouwen. Het eisen te stellen aan de hoeveelheid en kwaliteit van het groen in het gronduitgifte proces.
- De bebouwing in de openbare ruimte is goed herstelbaar en te beheren en bestaat uit materialen die gedurende levensduur verkrijgbaar zijn, voldoen aan de ARBO-wetgeving, gif- en schadevrij onderhouden kunnen worden, en een aanvaardbare veroudering binnen levensduur ondervinden.
- Er wordt ingezet op emissievrije mobiliteit.

1.6.3 GAPANALYSE SP

Gezondheidsproblemen als gevolg van klimaatverandering, met name hitte-eilanden, worden voorkomen door hoge eisen te stellen aan de hoeveelheid groen en blauw in de publieke ruimte. Er kunnen echter nog verdere stappen genomen worden:

- Ook huishoudens kunnen worden voorzien van advies met betrekking tot vergroening van hun buurt. Zo kan de groen-potentie van de buurt worden vergroot.
- Naast het borgen van luchtkwaliteit buiten, is het aan te bevelen eisen te stellen aan het binnenklimaat.
- Er worden vooralsnog geen eisen gesteld aan het toepassen van toxische materialen in (niet-publieke) gebouwen. Met toxische materialen worden verschillende chemicaliën bedoeld die nog steeds worden gebruikt bij de vervaardiging, het gebruik en de verwijdering van bouwmaterialen, ondanks bekende of vermoede gezondheidsrisico's.

1.6.4 AANVULLENDE KANSSEN

Er zijn een aantal aanvullende kansen te onderscheiden die kunnen bijdragen aan het behalen van de ambities. Zo is het van belang om een gezond binnenklimaat te borgen tijdens de gebruiksfase. Dit kan bijvoorbeeld door in het ontwerp rekening te houden met luchtkwaliteit, thermisch comfort, geluid en lichttoetreding. Criteria of eisen voor een gezond binnenklimaat kunnen meegenomen worden in de gronduitgiften van de kavels; voorbeelden van criteria zijn onder andere te vinden in instrumenten als GPR en BREEAM en WELL. GPR en BREEAM beoordelen de duurzaamheid van een gebouw, waarin gezondheid met onderwerpen zoals licht, geluid, luchtkwaliteit en thermisch comfort is opgenomen. GPR wordt overwegend in woningen en maatschappelijk vastgoed toegepast, terwijl BREEAM veelal in commercieel vastgoed wordt toegepast. Well is een standaard die specifiek gericht is op gezondheid

en welzijn binnen gebouwen. Well neemt, aanvullend op bovenstaande onderwerpen, ook onder andere gezond voedsel, drinkwater, fysieke activiteit en ontwerp voor cognitieve- en emotionele gezondheid mee in de beoordeling.

Daarnaast is het belangrijk om ook op gebouwniveau eisen te stellen aan het vermijden en verminderen van toxische materialen. Met name bij het hergebruiken van materialen is dit een aandachtspunt. In een ideaal circulair systeem komen toxische materialen immers niet in de kringloop terecht. Een pragmatische aanpak is om een lijst met verboden materialen voor te schrijven en op te nemen in het gronduitgifte proces. De 'Cradle to Cradle Certified™ Banned List of Chemicals'³ biedt een goed overzicht. De stoffen op deze lijst zijn geselecteerd vanwege hun neiging te accumuleren in de biosfeer en te leiden tot onomkeerbare negatieve gevolgen voor de menselijke gezondheid.



1.7 OVERIGE TOEGEVOEGDE WAARDE

1.7.1 AMBITIES GEMEENTE AMSTERDAM

In de Roadmap Circulaire Gronduitgifte van de gemeente Amsterdam (2017) wordt aangestipt dat 'Menselijke activiteiten een toegevoegde waarde genereren die niet alleen in financiële waarde is uit te drukken: esthetische, emotionele, ecologische, sociale, en inclusieve waarde. [...] Deze kunnen niet uitgedrukt worden in een gemeenschappelijke maatstaf zonder grove benaderingen of subjectieve waardeoordelen te maken; ze moeten daarom erkend worden als een opzichzelfstaande waarde categorie.'

Er is in de plannen voor Strandeiland een aantal ambities die hierbij aansluiten. Zo ligt de er de ambitie er om extra waarde te creëren door de integratie van groenblauw structuren. Groenblauwe woonbuurten kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan de kwaliteit en leefbaarheid in de stad als geheel.

Daarnaast onderstreept het Stedenbouwkundig Plan dat een gevoel van veiligheid is belangrijk in de inrichting van de openbare ruimte: "Het stelt bewoners in staat goed en ongedwongen gebruik te maken van de openbare ruimte. Dit heeft grote invloed op de leefbaarheid van een buurt. Het creëren van een veilige plek kan gestuurd worden door te letten op de sociale veiligheid. Is het park, straat of strand overzichtelijk en voldoende verlicht? En is er natuurlijk toezicht (woningen met uitzicht op dat park, straat of strand)?"

1.7.2 SAMENVATTING MAATREGELEN IN SP

- Het beheer van het gebied draagt bij aan de waarde. Na oplevering moet een gebied jarenlang goed te beheren zijn. Daarom is het belangrijk om al vroeg het stedenbouwkundig ontwerpproces afwegingen te maken die van invloed zijn op de mate van beheer en onderhoud;
- Onderhoud en beheer liggen aan de basis van een 'schone' buurt en openbare ruimte. Het aanzien van de openbare ruimte wordt sterk bepaald door de mate waarin het is schoongemaakt en opgeruimd;
- Het gebruik van de openbare ruimte ligt ook aan de basis van de kwaliteit. Wordt er op een wenselijke manier gebruik gemaakt van de openbare ruimte, of zit men elkaar in de weg? Stimuleert de openbare ruimte tot voldoende beweging? Houdt men zich aan regels? Is er veel vandalisme? Helpt men een handje mee in het beheer? Dit zijn allemaal aspecten die de uiteindelijke kwaliteit van de openbare ruimte bepalen.

1.7.3 GAPANALYSE SP

Veiligheid, esthetiek, ecologie, beheersbaarheid, inclusiviteit en leefbaarheid staan hoog in het vaandel in het Stedenbouwkundig Plan, maar concrete maatregelen komen nog niet naar voren. Juist met behulp van de evaluatie van het woonklimaat van

³ www.c2ccertified.org/resources/detail/cradle-to-cradle-certified-banned-list-of-chemicals

IJburg 1 kunnen hier al concrete eisen worden gesteld. De rol die bewoners hierin hebben wordt weliswaar gestimuleerd door middel van het Participatietraject (zie hoofdstuk 1.5 Cultuur en Maatschappij), maar er liggen meer kansen in het concreet geven van taken aan de bewoner in het participatietraject. Het is daarbij aan te raden de bewoners educatie aan te bieden over de duurzaamheidsprincipes van hun woongebied, zodat zij actief mee kunnen doen in het participatietraject en ook goed zicht hebben op het belang hiervan.

1.7.4 AANVULLENDE KANSEN

Aanvullend op 1.5.4 focussen de aanvullende kansen voor 'Overige toegevoegde waarde' zich voornamelijk op educatie. Het faciliteren van educatie over duurzame principes in het gebied, zowel voor de bewoners van het

'eerste uur' als voor bewoners die later op Strandeiland komen wonen (online, excursies, informatiecentrum, etc.) is van groot belang. Zo kunnen (toekomstige) bewoners nog meer bewust te gemaakt worden, en actief onderdeel te worden van de principes die ten grondslag liggen aan het ontwerp en de planning van Strandeiland. Dit draagt ook bij aan een gevoel van eigenaarschap en verantwoordelijkheid.

Daarnaast is educatie en begeleiding voor bewoners bij het maken van bepaalde keuzes met betrekking tot duurzaamheidsprestaties. Denk hierbij aan keuzes voor water-, energie-, materiaalgebruik, afval scheiden, gedeeld vervoer, etc. Dit kan in de vorm van een (fysiek) adviesloket, maar ook door middel van een buurtapp waarop bewoners individueel inzicht krijgen in hun water- en energieverbruik (en -opwek indien van toepassing).



1.8 MOBILITEIT

1.8.1 AMBITIES VAN DE GEMEENTE AMSTERDAM

De gemeente Amsterdam heeft hoge ambities als het op mobiliteit aankomt. Een goede bereikbaarheid is immers essentieel voor de 8.000 woningen en 120.000m² bruto vloeroppervlak aan niet-woonfuncties die op Strandeiland gerealiseerd gaan worden. De gemeente Amsterdam heeft de ambitie dat circa 70% van alle verplaatsingen op Strandeiland via het openbaar vervoer, per fiets of te voet zullen zijn. Daarnaast is de ambitie dat Strandeiland geheel emissievrij zal zijn. Het is voor de gemeente belangrijk om toegankelijk te zijn voor iedereen: een levensloopbestendige stad waar jong en oud goed zelfstandig kunnen wonen. De ruimtelijke inrichting van de stad levert hier een belangrijke bijdrage aan.

1.8.2 SAMENVATTING MAATREGELLEN IN SP

Er worden in het SP een aantal maatregelen voorgesteld om de ambities op het gebied van mobiliteit te behalen:

- Autogebruik wordt op Strandeiland ontmoedigd. Alhoewel het gebied per auto bereikbaar is, wordt er in de inrichting vooral ruimte gemaakt voor fietsers, wandelaars en gebruikers van het openbaar vervoer. Op Strandeiland krijgen fietsers en voetgangers in de openbare ruimte prioriteit boven automobilisten. De hoofdroutes zijn voorzien van ruime vrij liggende fietspaden.

- Elektrisch vervoer wordt gestimuleerd en gebruik van vervuילend vervoer wordt waar het kan ontmoedigd. Dit moet echter gepaard gaan met het bieden van goede alternatieven voor autogebruik en -bezit voor toekomstige bewoners, werkenden en bezoekers. Deze nieuwe (elektrisch en deel) vormen van vervoer kunnen worden aangeboden via (e-)mobiliteitshubs en centrale punten.
- Naast een grotere mobiliteitshub komen er ook 'minihubs' in het gebied. Deze zijn kleinschaliger van aard en bieden bewoners en bezoekers op een fijnmazige manier toegang tot emissievrije, gedeelde mobiliteit.
- Alle parkeerplaatsen op eigen kavels worden voorbereid op elektrisch laden. Daarnaast wordt 'parkeren op afstand' actief gestimuleerd.
- Ter vermindering van logistieke bewegingen worden pakketwanden geïntegreerd in de huishoudens. Ook worden er emissievrije voertuigen beschikbaar gemaakt voor de bezorging van logistieke goederen in het gebied, om zo emissies te beperken.
- Er wordt in de planning rekening gehouden met bereikbaarheid door te zorgen dat basisscholen, kinderopvang en andere kleinschalige buurtvoorzieningen op loop- en fietsafstand liggen.

1.8.3 GAPANALYSE SP

Er zijn een aantal gaps aan te wijzen in het SP rondom mobiliteit:

- Bedrijven worden niet gestimuleerd tot gedeelde mobiliteit;
- Een heel goed functionerend elektrisch deelsysteem moet geborgd worden om te stimuleren dat mensen geen eigen of geen tweede auto hebben;
- De deelauto's in de hubs staan relatief geclusterd opgesteld, dit kan de afstand tot de huishoudens in sommige gevallen groot maken, wat een drempel kan opwerpen voor het kiezen voor gedeelde mobiliteit;
- Monitor en feedback over reductie van emissies a.g.v. e-mobiliteit, ratio wandelen/fietsen/auto (kwantitatief waar mogelijk en kwalitatieve inschattingen waar nodig) ontbreekt voor het gebied.

1.8.4 AANVULLENDE KANSEN

Ten eerste is het kansrijk om deelauto's niet alleen te beperken tot mobiliteitshubs, maar om deze ook op de kavels in te zetten. Door een meer gedistribueerde opzet kan de afstand, en daarmee de drempel, tot gebruik van de deelauto's afnemen. Dit kan in praktijk gebracht worden door een ruimtelijk onderzoek uit te voeren naar de ideale distributie van de hubs en auto's over het gebied zodat bewoners en gebruikers nooit meer dan een x aantal minuten hoeven te lopen. Zodra er duidelijk is waar op bepaalde kavels deelauto's welkom zijn, kan dit als eis worden meegegeven in de gronduitgiften van deze kavels.

Verder kunnen prikkels gegeven worden voor gedeelde mobiliteit en carpooling. Zo kan het vanaf het begin als een betaalbaar, simpel en aantrekkelijk systeem functioneren. Gedacht kan worden aan een app die het gebruik van de auto's monitort en financiële prikkels geeft wanneer er veel auto's beschikbaar zijn (en er dus overcapaciteit is). Dit kan gekoppeld worden aan een buurtapp. Dit systeem biedt tevens kansen voor de lokale bedrijvigheid; zo kan bijvoorbeeld een deelsysteem worden ingezet voor bedrijfsbussen voor kleinschalig (goederen)vervoer.

Daarnaast kunnen emissievrije shuttles ingezet worden op de bedrijventerreinen van en naar belangrijke locaties in de gemeente. Dit kan ervoor zorgen dat werknemers en gasten hun eigen auto laten staan. Het is een mogelijkheid om deze shuttles op te nemen in parkmanagement voor bedrijventerreinen.

Tenslotte, om de ambities ten aanzien van de reductie van emissies aangaande e-mobiliteit, ratio wandelen/fietsen/auto, te monitoren, kan het aantal e-mobiliteit kilometers te worden vergeleken met een baseline (waarin geen e-mobiliteit plaatsvindt - en dus alle gereden kilometers directe CO₂-emissies veroorzaken), en kunnen jaarlijkse surveys/onderzoeken onder bewoners licht werpen op de transport-ratio.



1.9 CONCLUSIES

In hoofdstuk 1 is ingegaan op het duurzaam en circulair vergezicht voor Strandeiland. Het is een eiland dat tot en met 2040 ontwikkeld gaat worden dus het is belangrijk om ver genoeg vooruit te kijken. De ambities van de gemeente zijn beschreven en aanvullende kansen en aandachtspunten zijn benoemd. In het vergezicht zijn de materiaalkringlopen in beschouwing genomen en zijn tevens de duurzaamheidsthema's: materialen, energie, water, biodiversiteit, menselijke welzijn en cultuur, waardecreatie en mobiliteit meegenomen. Hiermee wordt een holistisch duurzaamheidsplan voor het gebied bewerkstelligd.

In het concept Stedenbouwkundig Plan voor Strandeiland (december 2018) komen de vooruitstrevende en hoge duurzaamheidsambities van de gemeente Amsterdam zeer duidelijk naar voren. Aanvullend op de al vooruitstrevende ambities, zijn in het duurzaam vergezicht voor de acht duurzaamheidsthema's een totaal van 22 aanvullende - impactvolle - kansen geïdentificeerd. Een deel van deze kansen betreffen nieuwe onderwerpen die nog geen plek hebben in het Stedenbouwkundig Plan, terwijl meer dan de helft een concretisering of aanvulling op bestaande plannen betreft. De ontbrekende onderwerpen betreffen:

- Monitoring en reductie van bouwafval;
- MKI eisen voor de openbare ruimte;
- Bouwhub voor efficiënte logistiek (tweedehands) materialen;
- Regenwater voor irrigatie;
- Beheer- en monitoringsplan biodiversiteit en ecosysteemdiensten;
- Platform voor gedeelde diensten en producten;
- Beperken van toxische materialen;
- Emissievrije shuttels voor bedrijventerreinen;
- Monitoren impact van mobiliteit.

Concretisering van en aanvulling op huidige ambities is aan te bevelen op:

- Onderscheid maken tussen hergebruik van producten en recycling van materialen;
- Concretiseren van eisen voor remontabel ontwerp;
- Concretiseren van eisen voor materialenpaspoorten;
- Uitwerking van het smart grid;
- Specificeren van de energiebronnen en resulterende impact;
- Eisen voor het gebouwgebonden energieverbruik aanscherpen;
- Zuiveren en benutten grijswater;
- Verbinden natuurinclusieve zones tussen kavels en het grotere gebied;
- Eisen stellen voor een gezond binnen- en buitenklimaat;
- Eigenaarschap duurzame interventies door bewoners stimuleren;
- Voorlichting aanvullend duurzaam gedrag door bewoners;
- Gedeelde mobiliteit ook op kavels uitwerken;
- Prikkels voor gedeelde mobiliteit en carpooling inbrengen.

Aanbevolen wordt om de voorgestelde kansen zoveel mogelijk te incorporeren in het Stedenbouwkundig Plan. Een aantal kansen kunnen direct meegenomen worden, terwijl voor anderen de mogelijkheden voor opname in het Stedenbouwkundig Plan nog verder onderzocht dienen te worden. Tenslotte wordt aanbevolen om aanvullend onderzoek uit te voeren ten behoeve van de nadere uitwerking van de duurzaamheidspotentie en milieuwinst van de voorgestelde bouwhub, de smart grid en emissievrije mobiliteit.



Samenvatting duurzaam en circulair vergezicht

Ambitie gemeente

- 80% hernieuwbare of gerecyclede bouwmaterialen;
- Energieleverend Strandeiland;
- Hergebruik waardevolle grondstoffen uit afvalwater;
- Regenbestendige wijk: geen schade bij piekbuien van 80 mm/u;
- Behouden, versterken en ontwikkelen van natuur en landschap;
- Gedifferentieerd woningaanbod en doelgroep;
- Voldoende voorzieningen, veel groen en optimale benutting openbare ruimte;
- Inzetten op groenblauwe structuren en veiligheid in de wijk;
- Emissievrije mobiliteit en goede bereikbaarheid.

Methode

- Gapanalyse aan de hand van ambities gemeente en maatregelen uit het Stedenbouwkundig Plan.

Aanbevelingen

- Onderscheid maken tussen hergebruik van producten en recycling van materialen;
- Concretiseren van eisen voor remontabel ontwerp en materialenpaspoorten;
- Uitwerking van het smart grid;
- Specificeren van de energiebronnen en resulterende impact;
- Eisen voor het gebouwgebonden energieverbruik aanscherpen;
- Zuiveren en benutten grijswater;
- Verbinden natuurinclusieve zones tussen kavels en het grotere gebied;
- Eisen stellen voor een gezond binnen- en buitenklimaat;
- Eigenaarschap duurzame interventies door bewoners stimuleren;
- Voorlichting aanvullend duurzaam gedrag door bewoners;
- Gedeelde mobiliteit ook op kavels uitwerken;
- Prikkels voor gedeelde mobiliteit en carpooling inbrengen.



HOOFDSTUK 02

DUURZAME ENERGIE

HOOFDSTUK 01

HOOFDSTUK 02

HOOFDSTUK 03

HOOFDSTUK 04

HOOFDSTUK 05

HOOFDSTUK 06



In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven in welke mate en hoe de gemeente haar ambitie kan verwezenlijken om van Strandeiland een energieneutraal of zelfs energieleverend eiland te maken. In de introductie beschrijven wij wat energieneutraliteit inhoudt en welke factoren hierbij een rol spelen in de opzet van de ontwikkeling van het eiland.

Daarna stellen wij vast wat de totale energievraag van Strandeiland is, inclusief de gebouwde omgeving op basis van de verschillende BENG-normen en de elektriciteitsvraag ten gevolge van de ambitie om een emissievrije zone voor auto's te realiseren.

Hierop volgend analyseren wij de totale potentie van mogelijkheden om zelf energie op te wekken op Strandeiland, inclusief een duurzame warmtekoudevoorziening en duurzame opwek van elektriciteit middels zonne-energie. Daarna stellen wij vast hoeveel elektriciteit wij dan nog in andere vormen kunnen opwekken in verhouding tot de impact op de ruimtelijke omgeving en leefbaarheid.

Daarna leggen wij uit wat de benodigde optimalisatiemogelijkheden zijn om de ambitie om energieneutraliteit te realiseren middels de implementatie van een smart grid en wat de verschillende technische (ver)diensten en voordelen zijn. Als laatste beschrijven wij de financiële kosten en haar stakeholders, de ruimtelijke impact en eisen aan gebouwen en het gebied met betrekking tot het realiseren van de gestelde ambities.

Energieambitie Strandeiland

De gemeente heeft de ambitie om Strandeiland te ontwikkelen als een energiepositief stedelijk gebied. Om deze visie te realiseren zal alles uit de kast moeten worden getrokken om enerzijds een zo laag mogelijk energieverbruik en anderzijds een zo hoog mogelijk lokale duurzame energieopwek te realiseren. Daarnaast is het reeds duidelijk dat de ambitie enkel mogelijk is als de vraag en het aanbod vervolgens ook nog slim op elkaar af worden gestemd.

Een zo laag mogelijk energiegebruik kan gerealiseerd worden door strenge bouweisen voor de gebouwde omgeving op gebied van energie te stellen. Zo kan het verbruik van energie vanaf het eerste moment van de gebiedsontwikkeling reeds zo veel mogelijk worden ingeperkt. Hier leggen wij eerst de begrippen omtrent energieverbruik in gebouwen uit, zodoende dat het in de rest van het rapport duidelijk is waar wij het over hebben, en specifiek in hoeverre en op welke manier de energieneutraliteit behaald kan worden.

Energiegebruik in een gebouw bestaat uit gebouwgebonden en gebruikersgebonden verbruik. De beschrijving van de begrippen gebouwgebonden en gebruikersgebonden energievraag is weergegeven in tabel 2.1.

Binnen dit rapport hanteren wij deze volgende definities⁴ om duidelijkheid te scheppen wat er wordt bedoeld wanneer wij het hebben over de verschillende niveaus van energieneutraliteit. Zodoende kunnen wij de mogelijkheid om deze ambitie te behalen in de analyses eenduidig vaststellen, namelijk:

Tabel 2.1 Beschrijving van begrippen.

Gebouw gebonden	Ruimteverwarming, koeling, ventilatie, warm tapwater voorziening en verlichting.
Gebruikers gebonden	Energiegebruik voor alle huishoudelijke apparatuur exclusief verlichting.

Tabel 2.2 Aannames gebruiksoppervlakte en dakoppervlakte Strandeiland (in m²).

	TOTAAL GEBRUIKSOPPERVLAKTE	TOTAAL DAKOPPERVLAKTE
Eengezinwoning	307.500	150.000
Meergezinwoning	465.500	96.083
Commerciele voorzienigen	77.600	11.800
Onderwijs gebouwen	42.400	17.700
Totaal	893.000	275.583

⁴ RVO 2019: rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/algemene-begrippen

1. **Energieneutrale gebouwen.** In een energieneutraal gebouw wordt alle gebouwgebonden energie lokaal en duurzaam opgewekt. Dit betekent dus alle warmte- en koudebehoefte (inclusief warm water) en verlichting;
2. **Nul op de meter gebouwen.** Binnen deze definitie wordt het totaal aan gebouwgebonden en gebruikersgebonden energie lokaal en duurzaam opgewekt op het eiland. Dit is dus alle energie voor gebouwen, warmte, koude, licht en de stroom voor de huishoudelijke apparaten;
3. **Energieneutraal Strandeiland.** Hierin wordt alle energie die wordt gebruikt voor de gebouwen (ook de gebruikersgebonden energie) en de energie benodigd voor de openbare ruimte als openbare verlichting en verkeersregelinstallaties op het eiland duurzaam en lokaal opgewekt. Energiegebruik voor elektrische auto's en het laden van openbaar vervoer, wordt hierbij niet meegenomen;
4. **Energieleverend Strandeiland.** Hierin wordt alle energie die wordt gebruikt voor de gebouwen (ook de gebruikersgebonden energie) en de energie benodigd voor de openbare ruimte als openbare verlichting en verkeersregelinstallaties op het eiland duurzaam en lokaal opgewekt. Ook het energiegebruik voor elektrische auto's en het laden van openbaar vervoer wordt hierin meegenomen. Wanneer er meer energie wordt opgewekt dan benodigd voor een energieneutraal Strandeiland, spreken we van een energieleverend eiland. De energie die het eiland levert kan worden ingezet voor het laden van elektrische auto's en het openbaar vervoer. In het onderzoek wordt gerekend met de totale vraag aan energie voor elektrische auto's en het laden van het openbaar vervoer om zo te kunnen berekenen wat er nodig is om volledig te voorzien in deze energiebehoefte.

Let op, lokale opwek wordt gezien als opwek van energie voor de beschreven functies op Strandeiland zelf en naast het eiland (bijvoorbeeld een drijvend zonne-energieveldje in 't IJ).

Daarnaast zijn er definities die het percentage directe energieverbruik uit duurzame bronnen beschrijven. Dit is het aandeel eigenverbruik en de zelfvoorzieningsgraad of autarkie. Voor de volledigheid voegen wij deze hiertoe:

- **Aandeel eigen verbruik:** dit is de mate direct lokaal geconsumeerde duurzame energie. Een hoger percentage eigen verbruik betekent dus dat er meer lokale duurzame energie direct wordt gebruikt op het eiland;
- **Zelfvoorzieningsgraad:** dit is het aandeel van de energieconsumptie die direct uit duurzame energie komt. Een hoge zelfvoorzieningsgraad is een indicatie dat het eiland weinig externe energie importeert. Een hoge zelfvoorzieningsgraad is zeer moeilijk haalbaar en ook niet wenselijk (en financieel minder aantrekkelijk) vanuit een elektriciteitssysteem perspectief.

Kengetallen Strandeiland

Voor de verdere verduidelijking verschaffen wij hier een kort overzicht van de kengetallen van Strandeiland waarmee wij de analyses in dit hoofdstuk uitvoeren, deze omvatten het bruikbaar dakoppervlakte en de analyse van de quickscan uitgevoerd door de TU Delft. Het betreft de input vanuit de gemeente zelf, onder andere uit het Stedenbouwkundig plan,⁶ de verschillende andere documenten die wij hebben mogen ontvangen en de vergaderingen die wij samen hebben gehad. Onze eigen input en aannames worden steeds op het begin van de berekeningen in de verschillende paragrafen genoemd.

Bruikbaar gebruiksoppervlakte en dakoppervlakte

Een van de belangrijkste variabelen voor het energiegebruik en energieopwek is het gebruiksoppervlakte en het dakoppervlakte van de gebouwen op Strandeiland. Gebruikersoppervlakte is hierbij de inhoud van een gebouw die beschikbaar is voor de gebruiker verdeeld over de verschillende verdiepingen. Deze zijn verkregen vanuit de gemeente Amsterdam en weergegeven per type woning in tabel 2.2. De gebruiksoppervlakte voor commerciële voorzieningen (winkels, horeca, kantoren en overige bedrijven) zijn bepaald aan de hand van het beschikbare dakoppervlakte in Havenkom en het stedenbouwkundig plan. Op Strandeiland zullen winkels, bedrijven en onderwijsgebouwen en de mogelijkheid hebben om gecombineerd te zijn in een gebouw. Dit zal geen impact hebben op de berekeningen m.b.t. energievraag en energieopwek.

Quickscan TU Delft

De TU Delft heeft in opdracht van de gemeente Amsterdam een energie quickscan⁶ laten uitvoeren voor Strandeiland, waarin het totale energieverbruik voor de bebouwde omgeving is vastgesteld aan de hand van kengetallen voor verschillende gebouw typologieën gespecificeerd in de Uniforme Maatlat (versie 4.1). De conclusies en bevindingen van dit rapport zijn nagezien en gevalideerd. Er zijn een paar verschillen die wij op basis hiervan hanteren, namelijk:

⁵ HR_Concept_StedenbouwkundigPlan_Strandeiland_13112018.pdf

⁶ MIDDENEILAND: Quickscan Nieuwe Sanitatie & Energievoorziening - mogelijkheden voor een duurzame energievoorziening, geïntegreerd met een duurzame en decentrale verwerking van afvalwater, S. Jansen, S. Mohammadi, R. Bokel.

- Energievraag hebben wij bottom-up herberekend omdat het aantal woningen van 6.400 naar 8.000 is gestegen, en destemee om de berekening voor de energievraag voor woningen te doen op basis van zowel de BENG 2015 alsmede de BENG 2019 normen. Tevens voegen we een analyse voor de elektriciteitsvraag voor elektrische voertuigen, trams en bussen, openbare verlichting en verkeersregelinstallaties;
- Voor de energieopwek hebben wij de verschillende voorgestelde scenario's van de Quicksan geanalyseerd. Vervolgens adviseren wij een van de scenario's die wij verder detailleren in dit rapport en aanvullen met de technische mogelijkheden om zo de haalbaarheid van om de ambitie voor energieneutraliteit te analyseren;
- Voor zonne-energie hanteren wij andere efficiëntiewaarden op basis van de technologische ontwikkelingen voor zonnepanelen in de toekomst.

2.1 ENERGIEVRAAG

In dit deelhoofdstuk analyseren wij het verwachte energieverbruik voor Strandeiland. Deze bestaat uit drie componenten. Het eerste component omvat de warmte, koude vraag voor de gebouwde omgeving, en de elektriciteit voor de gebruiker. Deze bestaat - zoals hiervoor reeds geïntroduceerd - uit de gebouwgebonden energie en gebruikersgebonden energievraag. Dit omvat de elektriciteitsvraag om warmte en koude op te wekken en tevens naar de gebouwen te transporteren.

Het tweede component bestaat uit de elektriciteitsvraag voor het opladen van elektrische auto's, en de

electriciteitsvraag voor openbaar vervoer. Met de reden dat gemeente de ambitie heeft om van het Strandeiland een emissievrije zone te maken en omdat het laden van auto's een grote impact heeft op de elektriciteitsvraag - met name de gelijktijdigheid van het gebruik van stroom - is dit een belangrijk component om mee te nemen in de berekening voor een energieneutraal Strandeiland.

Als laatste component wordt de overige elektriciteitsvraag geanalyseerd, welke de elektriciteitsvraag voor openbare verlichting en Openbare verlichting (OVL) en verkeersregelingsinstallaties (VRI) betreft.

2.1.1 ENERGIEVRAAG VOOR DE GEBOUWDE OMGEVING

De energievraag in de gebouwde omgeving bestaat uit gebouwgebonden en gebruikersgebonden energie. De richtlijnen hiervoor zijn bepaald aan de hand van het BENG (Bijna EnergieNeutraal Gebouw) voorstel uit 2015. Hierin staat wat het maximale gebouwgebonden energiegebruik moet zijn per gebouw en gebruiksfunctie. Dit is namelijk 25 kWh/m²/jaar voor woningen (eengezins en meergezins). De utiliteitsgebouwen, waartoe de kantoren, bedrijven, winkels, horeca en scholen worden berekend, dienen aan een maximale energiebehoefte van 50 kWh/m²/jaar te voldoen. Recent is er vanuit de overheid een nieuw voorstel voor de BENG normen gemaakt, namelijk de BENG 2019. In deze norm is het maximale gebouwgebonden energiegebruik een hoger, waardoor het totale energieverbruik ook hoger uitvalt. De verschillen tussen de BENG 2015 norm en de BENG 2019 norm is gegevens in onderstaande kader.

De gemeente Amsterdam heeft een notitie aangeleverd met daarin de ambitie om een zo toekomstbestendige wijk neer te zetten. Het BENG 2015 voorstel bevat normen met betrekking tot energiebehoefte (eis 1) die reeds gerealiseerd zijn in nieuwe wijken.⁷ In deze energieopwek analyse wordt het 2015 voorstel overgenomen en een vergelijk gemaakt met 2019. BENG eis 2 en eis 3 gaan uit van primaire fossiel energiegebruik en een aandeel duurzame energie. De gemeente heeft de ambitie om een energieneutraal Strandeiland te realiseren. Dit houdt in dat de ambities van de gemeente op deze twee eisen verder gaan dan de eisen van beide BENG normen. Met die reden nemen we enkel de eis 1 mee in onze analyse en passen wij voor eis 2 en 3 andere criteria toe. Voor horeca en overige bedrijven nemen we dezelfde BENG eisen aan als voor winkels.

⁷ Notitie gemeente Amsterdam. Reactie Amsterdam op nieuwe BENG eisen en impact nieuwe BENG eisen op gebiedsontwikkeling Amsterdam



BENG-voorstel 2015 en BENG voorstel 2019

De eisen voor de BENG-norm zijn drievoudig (en zijn op dit moment ter discussie):

1. Allereerst wordt er gekeken naar de energiebehoefte. Dit wordt uitgedrukt in [kWh/m² gebruiksoppervlakte per jaar];
2. Het tweede criteria is het primair fossiel energiegebruik, oftewel de hoeveelheid fossiele brandstoffen die nodig zijn voor het leveren van de energiebehoefte. Deze wordt uitgedrukt in [kWh/m² gebruiks-oppervlakte per jaar];
3. Ten slotte worden er eisen gesteld aan het percentage hernieuwbare opgewekte energie welke in een percentage wordt uitgedrukt [%].

Tabel 2.3 BENG-voorstel 2015 en BENG voorstel 2019.

GEBOUWFUNCTIE	BENG-VOORSTEL 2015			BENG-VOORSTEL 2019		
	Eis 1 [kWh/m ²]	Eis 2 [kWh/m ²]	Eis 3 [%]	Eis 1 [kWh/m ²]	Eis 2 [kWh/m ²]	Eis 3 [%]
Eengezinswoningen	25	25	50	70	50	40
Meergezinswoningen	25	25	50	70	30	50
Kantoren	50	25	50	90	50	30
Winkels	50	25	50	90	60	30
Scholen	50	60	50	180	80	40

BENG-norm nog niet definitief

Op het moment van schrijven (februari 2019) heerst er nog enige onduidelijkheid over de definitieve vorm van de BENG-normen. Met de reden dat de eisen voor de gebouwgebonden energiebehoefte aan de strenge kant zouden liggen, zouden de meerkosten volgens marktpartijen niet terug te verdienen zijn door energiebesparende maatregelen. Er zal hiertoe een internetconsultatie gestart worden waarna de Tweede Kamer in juli 2019 een besluit zal nemen over de definitieve eisen.

2.1.2 WARMTE-KOUDE VRAAG VOOR DE GEBOUWDE OMGEVING

Er wordt aangenomen dat de warmtevraag en koudevraag van de gebouwen op Strandeiland gelijk is aan de maximale toegestane eis van de BENG norm. De BENG eis van 2019 staat meer energievraag toe. Dit betekent dat de warmtevraag en koudevraag van de woningen verschilt tussen de BENG 2015 en de BENG 2019 norm.

Binnen de norm van woningen valt het energieverbruik van koude plus warmte. Hier is aangenomen dat 80% bestaat uit warmte en 20% uit koude. Voor utiliteitsgebouwen (Commerciële voorzieningen) wordt verlichting meegenomen in de norm. Het energiegebruik voor de verlichting (zie tabel 2.7) wordt van de norm afgehaald om te bepalen wat het resterende energieverbruik is beschikbaar voor koude en warmte. Voor de utiliteitsgebouwen wordt aangenomen dat de resterende energievraag bestaat uit 70% warmte en 30% uit koude.⁸ Een overzicht van de gebruikte getallen staan in tabel 2.4

Het warmtegebruik in de gebouwde omgeving bestaat uit warmte voor ruimteverwarming en warmte voor tapwater. De warmte voor tapwater wordt gebruikt in een individuele booster warmtepomp. De totale warmtevraag bestaat uit de warmtegebruik voor de

gebouwen en de verliezen die optreden bij het transport van deze energie.. Deze energie gaat verloren aan de omgeving. Deze verliezen worden distributieverliezen genoemd en bedragen 10% van de warmte gebruik van de gebouwen. Of dit minder of meer wordt, is afhankelijk van de keuzes die de netbeheerder maakt en dus buiten onze scope. In een gedetailleerde analyse voor smart grid in samenwerking met de netbeheerder kan verder geanalyseerd worden hoe de verliezen kunnen worden verminderd. Dit kan bijvoorbeeld het warmtenet slim te beheren en of extra te investeringen in de infrastructuur zelf, door betere isolatie rondom de buizen die de warmte transporteren. Er zijn overschrijdingsuren toegestaan voor koeling in de gebouwen om het comfort level te bewaren. Daarom is er in geval van BENG 2015 is er voor woningen 10kWh/m² aangenomen per m². Voor commerciële voorzieningen en scholen is dit 14 kWh/m².

Conclusie totale warmtevraag

De totale warmtevraag opgewekt door de centrale warmtepomp is 32,8 GWh in geval van het BENG 2015 voorstel en 69,8 GWh in geval van het BENG 2019 voorstel. De totale warmtevraag voor de gebouwen is weergegeven in tabel 2.5

Tabel 2.4 Aannames voor warmte en koude vraag per m² gebruiksoppervlakte.

GEBOUWFUNCTIE	BENG-VOORSTEL 2015		BENG-VOORSTEL 2019	
	Warmte [kWh/m ²]	Koude	Warmte [kWh/m ²]	Koude
Woningen	20	10	56	14
Commerciële voorzieningen	28	14	52,5	22,5
Scholen	24	14	115,5	49,5

Tabel 2.5 Warmtevraag gebouwde omgeving.

	BENG 2015		BENG 2019	
	Warmte vraag gebouwen BENG 2015 [GWh]	Inclusief distributie verlies BENG 2015 [GWh]	Warmte vraag gebouwen BENG 2019 [GWh]	Inclusief distributie verlies BENG 2019 [GWh]
Woningen	25,5	28,1	53,3	58,7
Utiliteit	4,3	4,7	10,1	11,1
Woningen plus utiliteit	29,8	32,8	63,4	69,8

⁸ Uniforme maatlat, volgens RVO

De totale koudevraag bestaat uit de koude gebruik voor de gebouwen. Voor de koudevraag zijn er geen distributieverlies meegenomen. Er is uitgegaan van een koudenet met een temperatuur van 10 graden. Dit is ongeveer gelijk aan de temperatuur van de grond. Daardoor treed er weinig energiewisseling plaats met de omgeving. De totale koudevraag is weergegeven in tabel 2.6.

Conclusie totale koude vraag

De totale koude vraag voor de gebouwde omgeving is 9,4 GWh in het geval van BENG 2015 en 14,7 GWh in geval van BENG 2019.

Tabel 2.6 Koude vraag gebouwde omgeving.

	KOUDE VRAAG GEBOUWEN BENG 2015	KOUDE VRAAG GEBOUWEN BENG 2019
	[GWh]	[GWh]
Woningen	7,7	10,8
Utiliteit	1,7	3,8
Woningen plus utiliteit	9,4	14,7

2.1.3 ELEKTRICITEITSVRAAG VOOR DE GEBOUWDE OMGEVING

Naast de warmte en koude zijn er aannames gemaakt op het gebied van elektriciteitsgebruik in de gebouwen voor de huishoudelijke apparatuur. Deze aannames zijn

gebruikt om zowel het energieverbruik voor de BENG 2015 als de BENG 2019 te berekenen.⁹ Voor commerciële voorzieningen wordt verlichting meegenomen in de BENG norm. De gebruikersgebonden elektriciteitsvraag is onafhankelijk van de BENG norm.

Tabel 2.7 Aannames voor elektriciteitsgebruik in gebouwen exclusief warmte en koude vraag.

	ELEKTRA NIET GEBOUW- GEBONDEN	ELEKTRA VERLICHTING	ELEKTRA VENTILATIE	WARM TAPWATER GEBRUIK
	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]
Woningen	19,9	5	5	13
Commerciële voorzieningen	30	15	5	2
Scholen	17,5	15	7	1,4

⁹ Uniforme maatlat, volgens RVO

Op basis hiervan zijn de elektriciteitsvraag voor gebruikersgebonden energie en gebouwgebonden energie voor beide BENG-voorstellen berekend, en de totalen zijn weergegeven in tabel 2.8.

Conclusie totale gebruikers- en gebouwgebonden elektriciteitsvraag

De totale elektriciteitsvraag voor de gebouwde omgeving voor het BENG 2015 voorstel bedraagt

41,1 GWh en voor het 2019 voorstel 49,8 GWh. Dit is inclusief de elektriciteit nodig voor het opwekken van de warmte en de koude. Dit wordt verder uitgewerkt in hoofdstuk 2.2. De verandering van BENG 2015 norm naar BENG 2019 norm zou een relevante stijging betekenen van 8,7 GWh, wat neer komt op 17% extra elektriciteitsvraag op Strandeiland. In hoofdstuk 2.2 zullen wij zien dat zo een stijging impact heeft op het wel of niet kunnen behalen van bepaalde ambities.

Tabel 2.8 Totale elektriciteitsvraag uit gebouwen (inclusief elektriciteit nodig voor koude en warmte opwek).

	GEbruikers GEBONDEN	GEBOUW GEBONDEN BENG 2015	GEBOUW GEBONDEN BENG 2019	TOTAAL BENG 2015	TOTAAL BENG 2019
	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
Woningen	15,4	18,3	25,4	33,7	40,7
Utiliteit	3,1	4,4	6,0	7,4	9,1
Woningen plus utiliteit	18,5	22,7	31,3	41,1	49,8

Let op dat ondanks dat de warmte en koude om de gebouwen te verwarmen/ verkoelen aangeleverd wordt door middel van een middentemperatuur warmte- en koudenet, dit niet geldt voor het tapwater. Met de reden dat het tapwater warmer moet zijn dat dit net, wordt het door middel van decentraal geplaatte

boosterwarmtepompen binnen de woningen en utiliteitsgebouwen die een coëfficiënt of performance (COP) van 3,5 hebben. Dit betekent dat er 3,5 keer minder elektriciteit nodig is dan dat er warmte wordt geleverd. De elektriciteit die hiervoor benodigd is vanuit de booster bedraagt 3,2 GWh.

2.1.4 ELEKTRICITEITSVRAAG VOOR ELEKTRISCH VERVOER

Elektromobiliteit en de gerelateerde vraag naar elektriciteit zal een belangrijke rol gaan spelen op Strandeiland. De gemeente heeft namelijk de ambitie om van Strandeiland een emissievrije zone te maken om zo de luchtkwaliteit schoon te houden.

Elektrische auto's

Hoewel er nog onzekerheid heerst over het te verwachten aandeel elektrische voertuigen als gevolg van technische, economische en mogelijke beleidsontwikkelingen, kan er met zekerheid gezegd worden dat EV's een grote impact gaan hebben op het energiesysteem van Strandeiland. Dit komt met name omdat niet alleen de elektriciteitsbehoefte door een emissievrije zone zal toenemen, maar tevens de gelijktijdigheid van de

behoefte naar elektriciteit wat een invloed heeft op het benodigde piekvermogen. Dit laatste heeft invloed op de ruimtelijke inpassingen van het aan te leggen infrastructuur door de netbeheerder op het eiland en de behoefte om zo slim mogelijk het netwerk te beheren middels het implementeren van een smart grid, welke wij verder in deelhoofdstuk 2.3 smart grid beschrijven.

Nederland is op dit moment een van de koplopers op internationaal gebied als het aankomt op het aandeel elektrische voertuigen en wil dat ook graag zijn. Hoewel het totaal aantal nog klein is, zal er door het stijgende aanbod van betaalbare EV's een snelle ontwikkeling plaatsvinden op het gebied van elektromobiliteit. Dit heeft grotendeels te maken met de kostendalingen voor het produceren van de batterij, die op dit moment nog zo'n 30% van de kosten van een EV uitmaakt. Het omslagpunt waarop elektrische voertuigen goedkoper zullen worden dan die van een

Tabel 2.9 Aantal te verwachten EV's op Strandeiland in 2040 bij verschillende parkeernormen en EV-aandeel per sociale sector.¹⁰

	ONDERGRENS PARKEERNORM				BOVENGRENS PARKEERNORM			
	Sociaal [GWh]	Middel-duur [GWh]	Vrije sector [GWh]	Totaal [GWh]	Sociaal [GWh]	Middel-duur [GWh]	Vrije sector [GWh]	Totaal [GWh]
Aantal woningen	3.200	2.000	2.800	8.000	3.200	2.000	2.800	8.000
Parkeernorm per woning	10%	30%	90%	43%	30%	60%	100%	62%
Waarvan elektrisch	60%	80%	100%	93%	100%	100%	100%	100%
Elektrische auto's	192	480	2.520	3.192	960	1.200	2.800	4.960
Benodigd vermogen	0,55	1,36	7,15	9,06	2,73	3,41	7,95	14,08

vergelijkbare benzineauto ligt naar schatting rond 2022.¹¹ Daarbovenop heeft Den Haag de ambitie om vanaf 2030 alleen maar elektrische auto's op de markt toe te laten. Al met al, des te meer reden om het elektriciteitsgebruik van elektrisch vervoer op het Strandeiland - welke in 2040 volledig opgeleverd en bewoond is - te analyseren en mee te nemen in de overweging in hoeverre Strandeiland energieneutraliteit kan realiseren.

Voor dit rapport wordt in de basis uitgegaan van een scenario waarin een groot deel van de voertuigen EV's zullen zijn, met een toenemend aandeel door de tijd heen. In 2040, als de ontwikkeling van Strandeiland volledig voltooid is, wordt aangenomen dat praktisch alle voertuigen die er rijden elektrisch zijn. Dit is in lijn met het voorstel in hoofdstuk 3 Emissievrije mobiliteit. Bij het huidige parkeerplaatsenbeleid van Amsterdam, betekent dit dat er tussen de 3.200 en 5.000 EV's zullen rondrijden (zie tabel 2.9).

Bij een gemiddelde rij afstand van 35 km per auto per dag, een gemiddeld verbruik van 0,18 kWh per km, waarvan percentage van 80% op het eiland zelf komt dit neer op een vermogen tussen de 9 en 14 GWh per jaar.

Ter vergelijking, een gemiddeld huishouden in Nederland verbruikt zo'n 3.000 kWh per jaar aan stroom. Ervan uitgaande dat voor het gehele Strandeiland het elektriciteitsverbruik voor het laden van elektrische auto's 11,6 GWh zal zijn, komt dit met de 8.000 huishoudens neer op zo een 1.500 kWh extra aan elektriciteitsvraag per huishoudens, oftewel 50% meer.

Openbaar (elektrisch) vervoer

Een groot deel van de transportbewegingen op Strandeiland zal met het openbaar vervoer plaatsvinden. Hiervoor gaan wij er voor nu van uit dat de GVB en eventueel andere openbare vervoersaanbieders hun elektrische bussend op het eiland zelf laden. Dit zal gebeuren op de Businfa Oostflank. Er staan nu 5 laadpalen gepland met 450 kW per laadpunt. Hierop nemen wij aan dat er 2 bussen per laadpunt komen dus in totaal 10 elektrische bussen op Strandeiland gaan rijden. Een bus legt gemiddeld 200 km per dag af, en gebruikt hiervoor 240 kWh. Op jaarbasis is dus 87,6 MWh per bus. Voor 10 bussen komt dit neer op 876 MWh aan elektriciteit nodig om te laden.

Het elektriciteitsverbruik van de trams is gebaseerd op de volgende aannames. Het verbruik van een tram is 0,16 kWh per reizigerskilometer. Er komen in totaal 8.000 woningen op Strandeiland met 2,74 inwoner per woning. Dit resulteert in ongeveer 2.000 inwoners. Volgens de Verkeersmodel Amsterdam berekening voor het Maatschappelijke Kosten en Baten Analyse verbinding Zeeburg zijn er 0,66 OV-verplaatsingen per persoon. Dit zijn er 200 per jaar, waarvan circa 70% met de tramlijn 26. De tracelengte op Strandeiland is circa 1,6 km. Deze aannames leiden tot de volgende rekensom. 22.000 inwoners * 200 OV-ritten * 0,7 in lijn 26 * 1,6 km * 0,16 kWh/km = 788 MWh. Hiermee komt het totaal aan jaarlijks elektriciteitsverbruik voor de bussen en de trams op 1.664 GWh.

¹⁰ Aanname aantal woningen en parkeernormen gebaseerd op het Stedenbouwkundig Plan huidig parkeerbeleid Amsterdam. Deze aannames kunnen indien nodig, in een vervolgstudie worden aangepast en/ of verder worden uitgewerkt.

¹¹ Global EV sales outlook 2040 - Bloomberg New Energy Finance 2016

Conclusie elektriciteitsvraag vervoer

Het aangenomen elektriciteitsverbruik voor elektrische auto's is 11,6 GWh. Voor openbaar vervoer is dit voor bussen en trams 1,7 GWh. Let op, niet alleen zal de totale energievraag toenemen als gevolg van een toenemend aantal EV's, ook de te verwachten piekvermogens

zullen sterk toenemen, met name door de elektrificatie van de transportsector. Naar verwachting zal er door de grote hoeveelheid EV's op strandeiland een sterke toename zijn in het te leveren piekvermogen. Een EV trekt namelijk al gauw evenveel piekvermogen als 3 tot 10 huishoudens.

2.1.5 OVERIGE ELEKTRICITEITSVRAAG

De overige energievraag, naast deze voor de gebouwen op Strandeiland en het voor het elektrisch vervoer, bestaat uit elektriciteitsvraag voor openbare verlichting (OLV) en verkeersregelingsinstallaties (VRI), bijvoorbeeld sluisen, bruggen en stoplichten. Elektriciteitsverbruik van het pompgemaal is niet meegenomen omdat de dimensionering en het energieverbruik hiervan nog niet bekend is.

OVL en VRI

In Nederland gaat ongeveer 1,5% van de geproduceerde elektrische energie naar openbare verlichting (OVL) en verkeersregelingsinstallatie (VRI). De overheid streeft ernaar de OVL zoveel mogelijk te voorzien van slim energiemanagement en energiezuinige (led) verlichting.

Indien wij uitgaan van de traditionele situatie, kunnen wij de bovengrens berekenen van de elektriciteitsvraag voor OVL en VRI. Namelijk, in 2016 was het energieverbruik in heel Nederland 778 GWh voor een totaal van 7.857.914 huishoudens. Dat is dus 100 kWh per huishouden. Uitgaande van 8.000 huishoudens op 't eiland, zal de elektriciteitsvraag voor OVL en VRI maximaal 800 MWh zijn.

Echter, er zijn nog een aantal technologische ontwikkelingen die het verbruik naar beneden kunnen halen, zoals bijvoorbeeld:

- **LED verlichting** (de 1,5% gemiddeld is natuurlijk niet gebaseerd op een volledig LED lamp openbare verlichting);
- **Bewegingssensoren:** het licht gaat enkel aan als de passanten er langs lopen;
- **Dark sky principles:** steeds minder benodigd licht vanwege milieu-overwegingen, zowel minder verbruik alsmede beter voor de natuur;
- **Zonnepanelen op lantaarnpalen (en deze tevens inzetten voor smart city doeleinden):** waardoor zij grotendeels hun eigen energie ter plaatse opwekken;
- **Light-as-a-Service:** dus een contract afsluiten voor lichtvoorziening en niet zelf de elektriciteitsrekening beheren.

Conclusie overige elektriciteitsvraag:

De overige elektriciteitsvraag bestaat uit 800 MWh voor OVL en VRI.

2.1.6 CONCLUSIES

De totale elektriciteitsvraag van strandeiland is weergegeven in afbeelding 2.1.

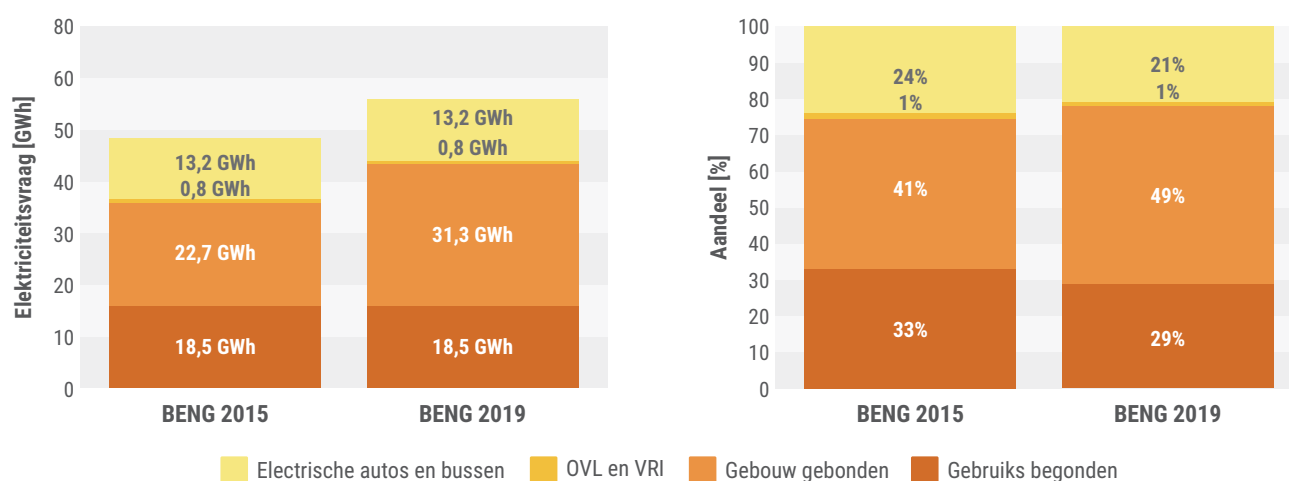
De totale elektriciteitsvraag is 55,2 GWh in geval van het BENG 2015 voorstel en 63,8 GWh voor het BENG 2019 voorstel. De gebouwgebonden elektriciteit is het hoogste aandeel met 41% van de energievraag in geval van BENG 2015 en 49% in geval van BENG 2019.

De totale energievraag is weergegeven in Tabel 2.10. Let op dat de warmtebehoefte de koudebehoefte niet bij de elektriciteitsvraag kan worden opgeteld. Deze wordt dan ook apart behandeld in het volgende hoofdstuk, waarin wij analyseren hoe wij de warmte en koude behoefte en de elektriciteitsvraag zo duurzaam mogelijk kunnen inrichten om in deze volledige vraag te kunnen voorzien.

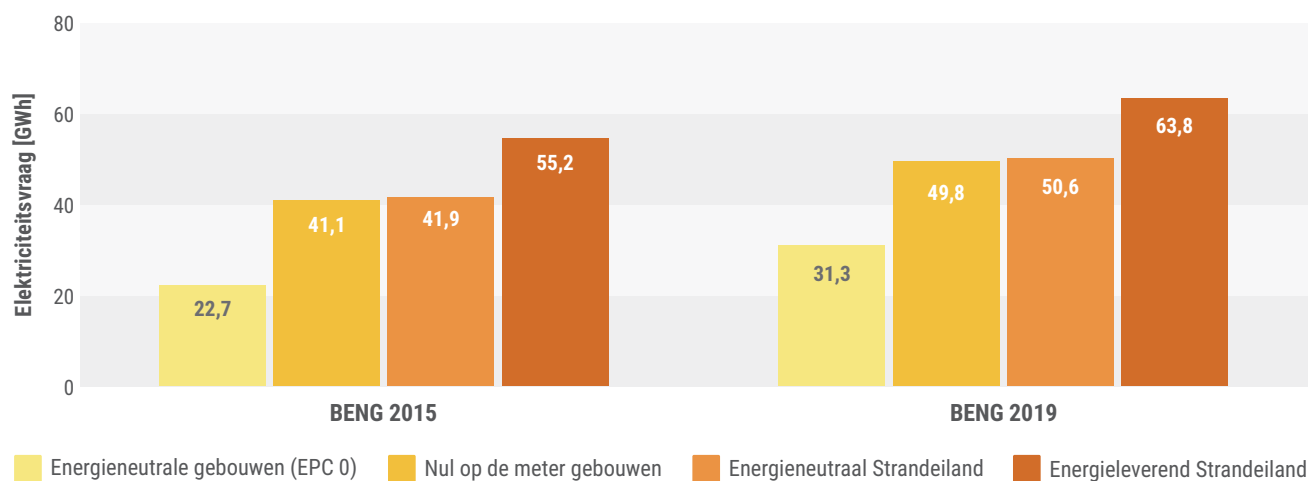
De hoeveelheid elektriciteit die duurzaam moet worden opgewekt volgens onder de verschillende scenario's (doelstellingen) is weergegeven in afbeelding 2.2. De opwek opties voor deze scenario's is verder beschreven in hoofdstuk 2.2.

Tabel 2.10 Totale energievraag Strandeiland

	BENG 2015	BENG 2019
	[GWh]	[GWh]
Totale warmtebehoefte	32,80	69,77
Totale koudebehoefte	9,41	14,67
Elektra niet gebouw gebonden	18,45	18,45
Elektra gebouwgebonden	22,69	31,34
Totaal elektriciteitsvraag gebouwen	41,14	49,79
Elektriciteitsvraag elektrische auto's en bussen	11,57	11,57
Elektriciteitsvraag openbaar vervoer (bussen en trams)	1,66	1,66
Openbare verlichting en verkeersregelinstantie	0,80	0,80
Totaal elektriciteitsvraag strandeiland nodig	55,18	63,83



Afbeelding 2.1 Elektriciteitsvraag voor Strandeiland (links) en aandeel in de elektriciteitsvraag (rechts).



Afbeelding 2.2 Hoeveelheid elektriciteitsvraag die duurzaam opgewekt moet worden om de verschillende ambities toe halen.

2.2 ENERGIEOPWEK

De energieopwek op Strandeiland bestaat dus uit warmte, koude en elektriciteit opwek. De benodigde warmte en koude opwek op het eiland is afhankelijk van de BENG norm. Voor de BENG 2015 is 32,8 GWh warmte nodig en 9,4 GWh koude. In geval van BENG 2019 is dit 69,8 GWh warmte en 14,7 GWh koude. Bij deze warmte en koude opwekking is er elektriciteit nodig.

Om de warmte en koude op te wekken binnen Strandeiland zijn meerdere scenario's mogelijk. In de quickscan van de TU Delft zijn er vier onderzocht:

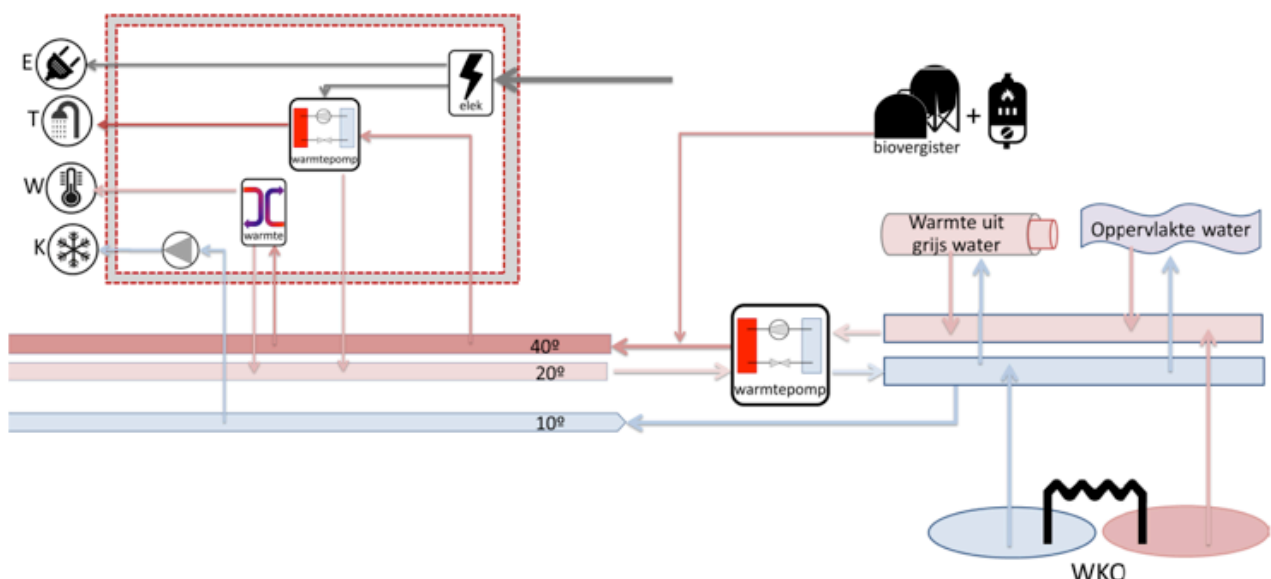
Etadsverwarming;

1. Lage temperatuur (LT) bron-net met individuele warmtepompen per gebouw. In combinatie met een WKO en Nieuwe Sanitatie (warmte uit grijs water en biogas);
2. Midden temperatuur (MT) warmtenet (ca 40°C) aangevuld met:
 - » Een apart koudenet en boosterwarmtepompen voor warm tapwaterbereiding. In combinatie met een WKO en Nieuwe Sanitatie (warmte uit grijs water en biogas);
 - » Zelfde als 3.1 maar dan met aansluiting op stadsverwarming;
3. Individuele warmtevoorziening met een lucht-water warmtepomp per gebouw.

Naar ons inzicht dekken deze vier scenario's het volledige spectrum aan mogelijke duurzame toekomstige warmtevoorzieningen en is er geen uitbreiding op nodig. Wij adviseren binnen deze opties, om het derde scenario te volgen, optie 3.1, omdat deze het meest duurzaam lokale opwek heeft en de grootste toekomstbestendigheid, namelijk:

- De optie 1 voor stadsverwarming geeft je een ongewenste lock-in en afhankelijkheid van andere (welke in een duurzamere wereld kunnen verdwijnen) en is daarom niet voldoende toekomstbestendig;
- De optie 4 is decentraal en daarmee minder duurzaam in de opwek;
- Optie 2 in vergelijking met 3 minder aantrekkelijk vanuit een systeem integratie perspectief. Het is eenvoudiger om een centrale warmtepomp aan te sturen, in plaats van duizenden individuele warmtepompen.
- Optie 3.1 is aantrekkelijker dan 3.2 omdat deze zowel gebruik maakt van de aanwezige rest bronnen op het eiland (namelijk grijs water en biogas uit sanitatie) en daarmee circulariteitsambitie implementeert en is meer toekomstbestendig dan het reeds genoemde stadswarmtenet.

De voorgestelde oplossing voor warmte en koude voorziening is weergegeven in afbeelding 2.3.



Afbeelding 2.3 Schematische weergave van het beschouwde warmtesysteem op Strandeiland volgens scenario 3.1.¹²

¹² Uit de energie quickscan gemaakt door de TU Delft.

Warmte en koude wordt dus gegenereerd middels de technieken van optie 3.1, namelijk Nieuwe Sanitatie met brandstofcel en Warmte-koude opslag met centrale warmtepomp. Elektriciteitsvraag wordt aan voldaan deels via de brandstofcel en daarnaast aangevuld met zonne-energie. Daarnaast geven wij nog een lijst van extra opties om elektriciteit op te wekken in hoofdstuk 2.2.5. Zie hieronder de details die wij in dit hoofdstuk verder uitwerken.

Nieuwe sanitatie met brandstofcel

- Grijs water waar warmteterugwinning uit wordt gerealiseerd;
- Sanitatie waar biogas uit wordt geproduceerd;
- Biogas is vervolgens gebruikt in een brandstofcel;
- Resulteert in zowel warmte als elektriciteit dat gebruikt wordt voor de nieuwe sanitatie installatie.

Warmte-koude-opslag (WKO) met centrale warmtepomp

- Oppervlaktewater regeneratie in de WKO levert warmte en koude;

- Opwaardering van de warmte door centrale warmtepompen middels elektra (uit brandstofcel of zonne-energie);
- Warmtetransport naar gebouwen middels een middentemperatuur warmtenet;
- Koudetransport middels van een koudenet.

Elektriciteitsopwek

- Elektriciteitsopwek uit PV-systemen op daken van de gebouwen;
- Andere technieken inclusief PV-systemen op de gevels, drijvend PV-veld en wind.

Let op, warm water wordt via warmtepompboosters per huishouden gegenereerd. De elektriciteitsbehoefte hiervoor is meegenomen in de elektriciteitsvraag, en de opwek wordt via bovengenoemde technologieën gerealiseerd.

2.2.1 ENERGIE UIT NIEUWE SANITATIE

Voor het rioleringssysteem van Strandeiland wordt ernaar gestreefd om zo duurzaam en circulair mogelijk te zijn. Het zal daarom bestaan uit een nieuw riolering principe, dat Nieuwe Sanitatie (NS) wordt genoemd. Nieuwe Sanitatie is een vacuümriolering systeem dat het zwart water via vacuümbuizen naar een decentrale rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) zal leiden, waarin het in een biovergister naar biogas zal worden omgezet. Tegelijkertijd zal er fosfaat (in de vorm van struviet) worden teruggewonnen uit het zwart water. Deze nieuwe vorm van riolering heeft als doel om het rioleringssysteem te verduurzamen door 1) het verminderen van watergebruik, 2) het terugwinnen van belangrijke nutriënten, en 3) het terugwinnen van energie.

Alle woningen en utiliteitsgebouwen op Strandeiland zullen worden aangesloten op het energie- en zuiveringsgebouw. Deze ontwikkeling zal gefaseerd plaatsvinden met de ontwikkeling van Strandeiland zelf. Waternet zal het rioleringssysteem uitleggen in opdracht van de gemeente Amsterdam en het waterschap AGV.¹³

Vanuit energetisch oogpunt is Nieuwe Sanitatie om twee aspecten interessant:

1. Er kan warmte worden teruggewonnen uit het relatief warme grijswater (15-20°C);
2. Er wordt biogas geproduceerd in de biovergister (op basis van zwart water en groente- en fruitafval).

Beide aspecten zorgen ervoor dat de Nieuwe Sanitatie faciliteit energie kan leveren in de vorm van warmte aan een warmtenet. Zowel de warmte uit het afvalwater als het biogas (dat middels een boiler deels omgezet kan worden in warmte) kan direct worden toegevoegd aan het MT warmtedistributienet.

Spectral heeft in een eerder onderzoek voor de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) samen met Waternet uitgezocht wat de mogelijkheden zijn voor Nieuwe Sanitatiefaciliteiten om bij te dragen aan de verduurzaming, flexibilisering en zelfvoorzienendheid van decentrale RWZI's en hun directe omgeving. Hierbij is gekeken naar de mogelijkheid tot uitbreiding van NS-faciliteiten middels PV-opwek, batterijopslag, grijswater warmteterugwinning (GW-WTW) en een brandstofcel. Op deze manier is het mogelijk voor de faciliteit om te voorzien in eigen energiegebruik, alsmede actief te participeren op de energiemarkt. Het biogas dat geproduceerd wordt in de NS-faciliteit is in principe ruim voldoende om de faciliteit zelfvoorzienend te maken, en daarnaast ook energie terug te leveren aan de omgeving.

¹³ Hoe de Nieuwe Sanitatie verder juridisch en financieel ingeregeld zal worden is buiten de scope van het huidige rapport. In hoofdstuk 2.3 Smart grids wordt ingegaan op de stakeholders en de financiële implicatie in de ruimere context.

In de quickscan van de TUDelft is een inschatting gemaakt van de 1) CO₂-emissies, de 2) fosfaatterugwinning, 3) waterbesparing en de 4) energierugwinning, met de volgende uitkomsten:

1. CO₂ uitstoot t.g.v. de watercyclus: 0%;
2. Circulariteit grondstoffen watercyclus: terugwinning fosfaat: 4.550 kg struviet per jaar;
3. Waterbesparing: 30 liter p.p.p.d.;
4. Energieterugwinning: warmte uit grijswater 8,6 GWh per jaar en energie uit biogas 2,4 GWh per jaar. De energie uit biogas bedraagt zowel warmte als elektriciteit.

Deze getallen zijn voor dit onderzoek nagelopen en geverifieerd, met als enige aanpassing een correctiefactor van 1,25 voor het opschalen van het aantal huishoudens (van 6.400 naar 8.000 woningen). Voor de smart grid visie zijn alleen de energierugwinning cijfers relevant. De 8.000 woningen produceren straks 22 GJ per dag aan biogas, wat neerkomt op 273 kWh per huishouden per jaar aan chemische energie.

Vanuit energetisch oogpunt is het het interessantst om deze chemische energie zoveel mogelijk om te zetten in elektriciteit i.p.v. lage temperatuur warmte. Dit kan door middel van een brandstofcel. De elektriciteit die wordt opgewekt door de brandstofcel zal zelf gebruik worden door de nieuwe sanitatie voorziening. Daardoor is er geen bijdrage van de brandstofcel aan de elektriciteitslevering aan Strandeiland. Het is nog onduidelijk hoeveel elektriciteit en warmte de nieuwe sanitatie installatie gebruikt. Daarom nemen we deze elektriciteit en warmte stroom niet mee. De emissies uit de brandstofcel kunnen makkelijk worden gescheiden en worden opgevangen. De CO₂ emissies kunnen gebruikt worden voor andere toepassingen en processen.

Conclusie warmte en elektriciteit opwek middels Nieuwe Sanitatie

De warmte die kan worden opgewekt uit de nieuwe sanitatie bedraagt 8.6 GWh uit grijs water. Deze warmte wordt gebruikt als bron voor de centrale warmtepomp.

2.2.2 WARMTE OPWEK UIT CENTRALE WARMTEPOMP EN WKO

De warmte uit grijswater wordt samen met de warmte uit een centrale WKO bron gebruikt voor de warmtepomp. Dankzij het gebruiken van restwarmte stromen (zoals van het grijs water) hoeft de centrale warmtepomp maar een temperatuurverschil van 30 graden te overbruggen. Dit resulteert in een COP van 4,5. Daarnaast is er nog 0,7 GWh aan pompenergie nodig. Een overzicht van de warmte en koude opwek, met de bijbehorende elektriciteitsvraag is weergegeven in tabel 2.11.

Conclusie warmte opwek middels WKO

In het geval van de BENG 2015 norm zal er 32,8 GWh aan warmtevraag worden geleverd door middel van de centrale warmtepomp met een COP van 4,5. In geval van de BENG 2019 norm zal de centrale warmtepomp 69,8 GWh leveren met deze COP. Dit zorgt in een extra elektriciteitsvraag van 8,2 GWh in geval van de BENG 2019 norm.

Tabel 2.11 Warmte opwekking voor BENG 2015 en BENG 2019, met de bijbehorende elektriciteitsbehoefte.

	BENG 2015		BENG 2019	
	Warmte [GWh]	Benodigde elektriciteit [GWh]	Warmte [GWh]	Benodigde elektriciteit [GWh]
Centrale warmtepomp COP 4.5	32,8	7,3	69,8	15,5
Pompenergie		0,7		0,7
Totale benodigde elektriciteit vraag [GWh]		8,0		16,2

2.2.3 KOUDE OPWEK VOOR KOUDENET

De koude wordt 100% geleverd door middel van de WKO bron. Alleen pompenergie is nodig om deze koude te transporteren. Daarvoor wordt een COP van 12 aangenomen, op basis van de TU delft quickscan. Voor

het koudenet is er 0,3 GWh aan pompenergie nodig. De energievragen zijn weergegeven in Tabel 2.12.

De BENG 2019 norm zorgt ook dat er 0.4 GWh extra elektriciteitsvraag komt voor het opwekken van koude, welke reeds is meegenomen in de elektriciteitsbehoefte.

Tabel 2.12 Koude opwekking voor BENG 2015 en BENG 2019, met de bijbehorende elektriciteitsbehoefte.

	BENG 2015		BENG 2019	
	Warmte [GWh]	Benodigde elektriciteit [GWh]	Warmte [GWh]	Benodigde elektriciteit [GWh]
Centrale warmtepomp COP 12	9.4	0.8	14.7	1.2
Pompenergie		0.3		0.3
Totale benodigde elektriciteit vraag		1.1		1.5

2.2.4 ELEKTRICITEITSOPWEK MET ZONNE-ENERGIE OP DAKEN

Elektriciteitsopwekking door middel van PV-systemen is geanalyseerd voor alle beschikbare daken op strandeiland, zie tabel 2.2 geïntroduceerd aan het begin van dit hoofdstuk voor aannames over dakoppervlakte. Tevens hebben we daar reeds aangegeven dat we de resultaten uit de Quickscan van de TU Delft aanpassen in relatie tot de toekomstige ontwikkelingen op het gebied van efficiency van de zonnepanelen.

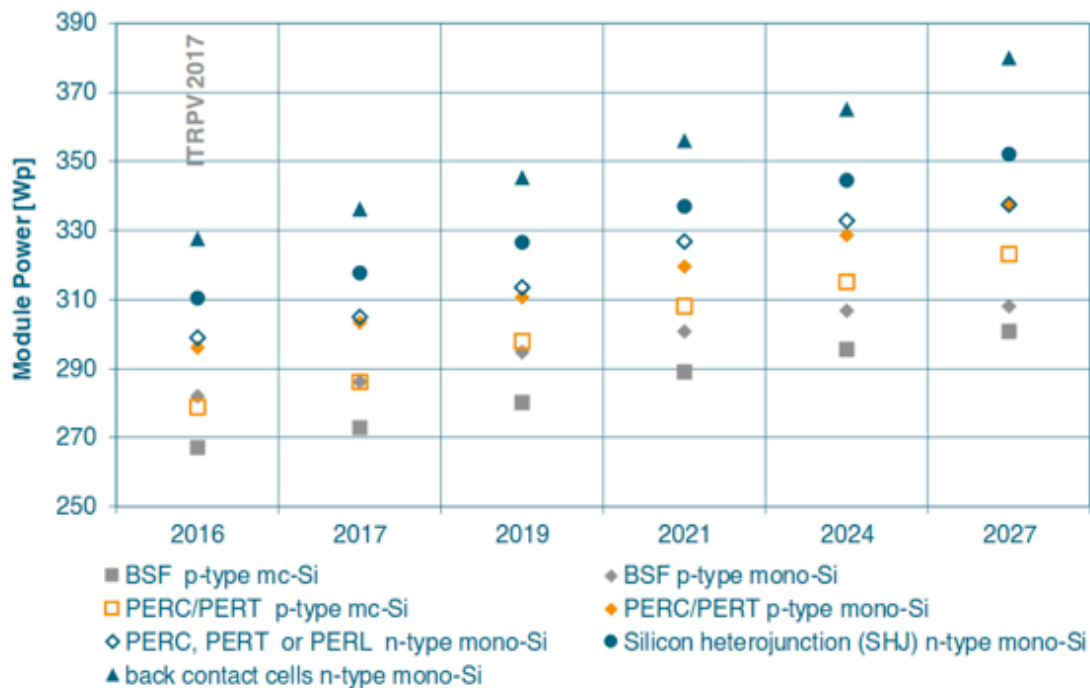
Afbeelding 2.4 laat de toekomstige module power ratings zien voor verschillende technologieën. Het merendeel van de PV systemen zal tussen 2025 en 2035 geïnstalleerd worden. Daarom is het aannemelijk dat er een relatief hoog module power rating van 370 Wp beschikbaar zal zijn op de markt. Dit correspondeert met een potentie van 231 Wp/m² en module efficiency van 23%. Het totale dakoppervlakte op Strandeiland bedraagt 275.583 m². Dit resulteert in een maximaal totaal opgesteld vermogen van 63,65 MWp.

Op dit moment zijn er ontwikkelingen waarbij er hogere rendementen zijn behaald of worden verwacht,

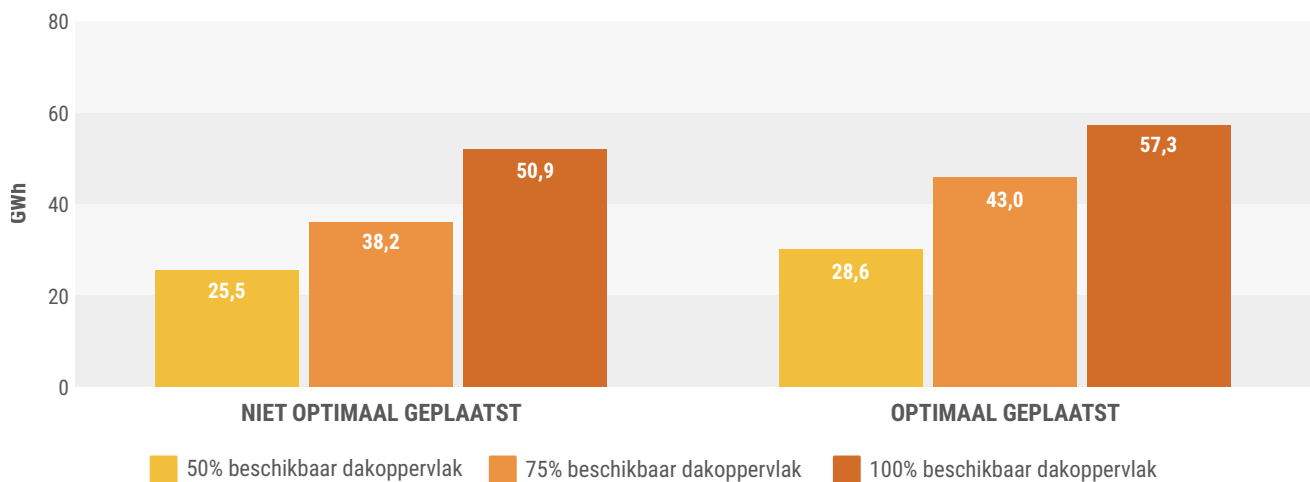
zoals bij triple junction of perovskites technologieën. Commercieel zijn deze technologie nog niet beschikbaar. De verwachte stijging van de wereldwijde vraag naar zonne-energie kan de commercialiseren van deze technologie versnellen, wat zorgt voor een hogere beschikbare efficiency.

De oriëntatie en helling van de PV-modules is van invloed op de verwachte opbrengst. Er is uitgegaan van 2 scenario's:

1. Niet optimaal geplaatst PV-systemen. In dit geval wordt er aangenomen dat de PV systemen in een stedelijke omgeving worden geplaatst. Wij nemen aan dat op Strandeiland 80% van de daken plat zijn. De overige 20% van de daken zijn random georiënteerd, wat zorgt voor een reductie in opbrengst. De verwachte opbrengst is hierbij 800 kWh/ kWp of 185 kWh/m²;
2. Optimaal geplaatst PV-systemen. In dit geval wordt er aangenomen dat de PV-systeem ideaal zijn geplaatst zodat er een maximale opbrengst kan worden verwacht. In dit geval brengen de PV-system 900 kWh/ kWp op. In dit geval is de verwachte opbrengst 208 kWh/m².



Afbeelding 2.4 PV-module power verwachte ontwikkeling. Bron: 2017 International Technology Roadmap for Photovoltaics.



Afbeelding 2.5 jaarlijkse energieopwek uit PV-systemen.

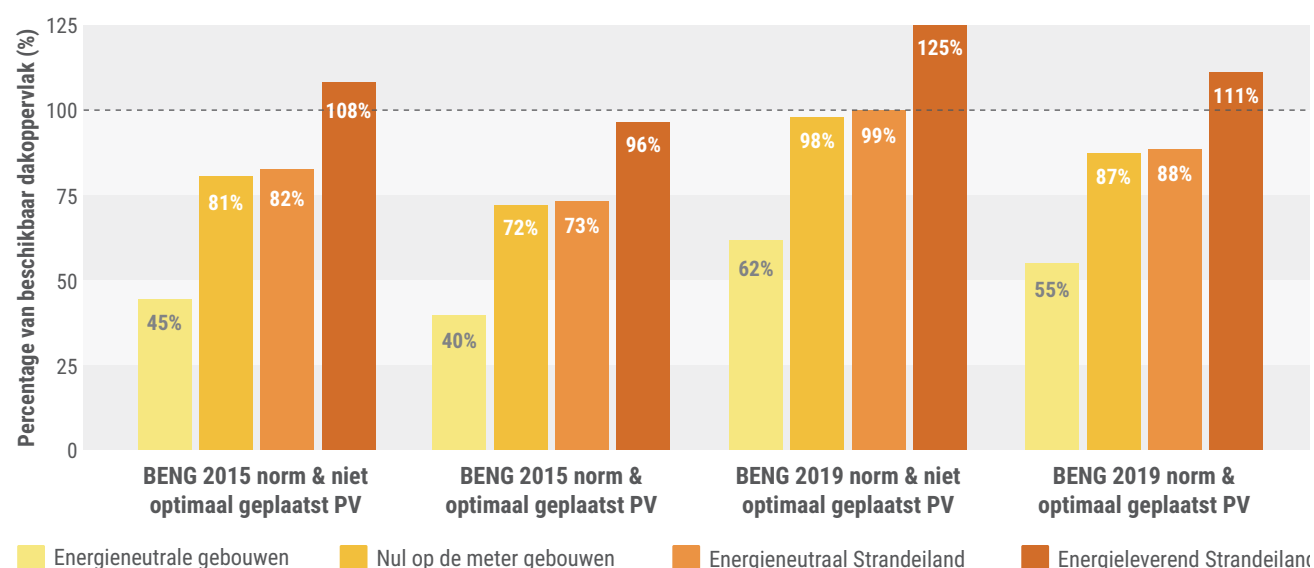
Daarnaast is er de bezettingsgraad van PV systemen op daken van belang. De impact van de twee scenario's en de bezettingsgraad is weergegeven in afbeelding 2.5. In geval van een stedelijke omgeving, gaan wij dus uit van niet optimaal geplaatste PV systemen en dus 185 kWh/m² maal 275.583m² beschikbare vierkante meter resulteert in een totale opwek 50,9 GWh. In geval van een optimaal geplaatst systeem is dit 57,3 GWh.

Het is lastig om een 100% bezettingsgraad te creëren. PV-systemen kunnen niet precies op de dakrand geplaatst worden, of modules passen niet precies op de daken. Een 100% bezettingsgraad vereist al de nodige inpassing van PV tijdens het ontwerp van de gebouwen.

De benodigde jaarlijkse elektriciteitsopwek is weergegeven voor de twee BENG eisen en de vier ambities voor de gemeente Amsterdam, zie tabel 2.13.

Tabel 2.13 Benodigde duurzame energie volgens verschillende eisen en ambities.

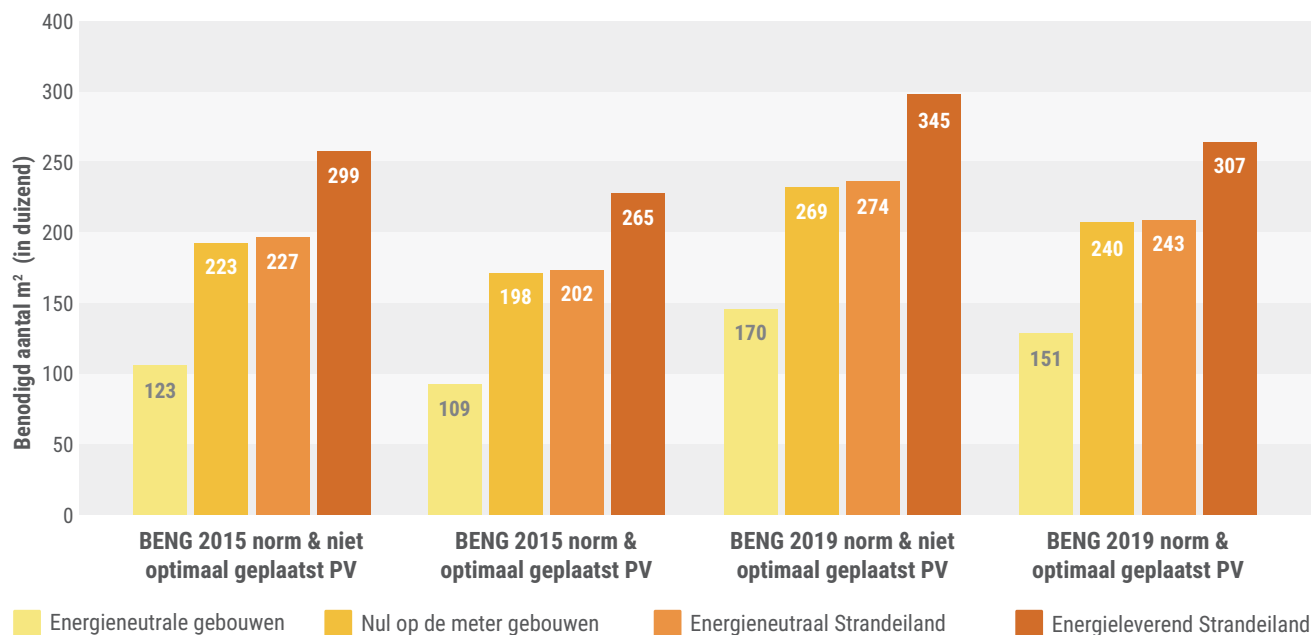
	BENG 2015	BENG 2019
	[GWh]	[GWh]
BENG eis 2, primaire fossiel energie gebruik	10.1	3.8
BENG eis 3, aandeel duurzame energie	7.7	0.0
Energieneutrale gebouwen (EPC 0)	22.7	31.3
Nul op de meter gebouwen	41.1	49.8
Energieneutraal Strandeiland	41.9	50.6
Energieleverend Strandeiland	55.2	63.8

Afbeelding 2.6 benodigde dakaandeel in PV potentie voor de verschillende scenario's.¹⁴

De benodigde duurzame energie volgens de BENG eis 2 en eis 3 is een stuk hoger in geval van de BENG 2015 norm dan voor de BENG 2019 norm. Als de BENG 2019 normen worden aangehouden wordt de BENG 3 eis al gehaald door het opwekken van duurzame warmte. In alle overige gevallen is er zonne-energie nodig om aan deze eisen te voldoen. Voor de overige vier definities is bekeken hoeveel er van de PV potentie moet worden geplaatst om te voldoen aan deze ambities. Figuur 2.6 laat de benodigde PV potentie zien voor de verschillende scenario's onderzocht.

De benodigde hoeveelheid vierkante meter nodig om de verschillende doelen te halen zijn weergegeven in Figuur 2.7. Als we uitgaan van een niet optimaal geplaatste PV systemen komen we op de volgende dakoppervlakte uit. Voor een energieneutraal Strandeiland is 227 duizend vierkante meter dakoppervlak nodig is in geval van BENG 2015, en 274 duizend m² voor BENG 2019. Het dakoppervlak nodig voor een volledig energieleverend Strandeiland is voor beide BENG normen meer dan het beschikbare dakoppervlak (275.583 m²), dus met alleen PV op dak is dit niet mogelijk.

¹⁴ Let op: meer dan 100% is alleen weergegeven om inzichtelijk te maken hoeveel van het potentieel gebruikt moet worden, en is praktisch niet mogelijk. Er is namelijk niet meer dan 100% van de ruimte beschikbaar.



Afbeelding 2.7 benodigde hoeveelheid m² (in duizenden) dakoppervlak per scenario.

Conclusie zonne-energieopwek

Om de ambitie energieneutrale gebouwen, nul op de meter of energieneutraal Strandeiland te behalen is in elk scenario in theorie genoeg beschikbare ruimte op de daken om dit via zonne-energie te realiseren, tevens in een stedelijke omgeving waar de panelen niet optimaal

geplaatst kunnen worden. Een volledig energieleverend Strandeiland met zonnepanelen op dak is alleen mogelijk er van uitgaande dat de PV-systemen optimaal geplaatst kunnen worden en in geval van de BENG 2015 norm. In de overige gevallen is dit niet haalbaar.

2.2.5 OVERIGE ENERGIEOPWEK OPTIES

Naast de opwek uit zonne-energie systemen op daken zijn er nog andere opties mogelijk om duurzame elektriciteit op te wekken. Dit is noodzakelijk om te komen tot de ambitie om energieneutraliteit te behalen in de BENG 2019 scenario's of in het geval dat bijvoorbeeld het gebruik van EV's verder toeneemt, danwel de GVB op het eiland haar openbaar vervoer wilt laden etc. Deze opties worden hieronder kort beschreven. Het is aan te raden om een diversiteit van deze verschillende technologieën in te zetten om de resiliëntie van de energievoorziening zo veel mogelijk te waarborgen. Daarnaast zijn er nog mogelijkheden om PV in de publieke ruimte te gebruiken, bijvoorbeeld in wegen. Deze opties zijn nog in een zeer vroeg stadium van ontwikkeling en daarom verder niet onderzocht.

Zonne-energie op de gevel

De Pampusbuurt heeft relatief meer hoogbouw en daardoor meer potentie voor zonne-energie in de gevel. Een eerste schatting van deze potentie ligt rond de 4 GWh. In de Muidenbuurt waar er meer laagbouw zal zijn

is de potentie maximaal 1 GWh. De maximale potentie voor zonne-energie op de gevel is dus 5 GWh. Dit kan bijdragen aan 9,1% van de totale elektriciteitsvraag in het geval van BENG 2015 en 7,8% in geval van BENG 2019.

Drijvend zonnepark potentie

Een drijvend zonnepark op het IJmeer naast het Strandeiland, biedt uitkomst om te dienen als sluitpost om de energieleverend Strandeiland te behalen. Het is aan te raden om een gedetailleerde analyse te maken en een technische en financiële haalbaarheid studie hiervoor uit te voeren. Tevens moet natuurlijk de leefbaarheid en de natuur worden meegenomen in zo een overweging.

PVT (elektrisch en zon-thermisch)

Met PVT panelen is het mogelijk om zowel warmte als elektriciteit met je zonnepanelen op te wekken. Dit wordt gedaan door de zonnepanelen als een lucht-water warmtewisselaar te gebruiken, door glycol achter de panelen te circuleren. De opgevangen warmte, met een temperatuur tot 40°C, wordt vervolgens gebruikt als de aanvoerwarmte voor een warmtepomptoeel. Hiermee wordt er meer energie uit het beschikbare dakoppervlak

gehaald, en neemt het rendement van de warmtepomp toe. De investeringskosten van PVT-panelen zijn echter wel 3 hoger dan normale PV-panelen. Indien er gebruik gemaakt wordt van een warmtenet - zoals in het huidige warmtescenario - is er al een vrij hoge temperatuur (40°C) warmtebron beschikbaar, waardoor het nu niet aantrekkelijk is om PVT panelen te installeren.

Urban windenergie

Voor windenergie is aangenomen dat dit alleen beperkt op utiliteitsgebouwen geplaatst kan worden door middel van kleine windturbines. Met een beschikbaar dakoppervlak van 93.000m² en een jaarlijkse opbrengst van 19 kWh/m² komt de totale wind productie uit op 1,8

GWh per jaar. Dit is 3,3% van de totale elektriciteitsvraag in het BENG 2015 scenario en 2,8% in het BENG 2019 scenario. De Urban windturbines dienen zo ontworpen te worden dat ze voldoen aan de eisen qua geluid en veiligheid.

De mogelijkheid voor urban windenergie dient verder onderzocht te worden en is niet vanzelfsprekend. In de praktijk en bij diverse testopstellingen presteren urban windturbines niet tot onvoldoende. Tevens kan het een onrustig beeld geven door een grote hoeveelheid kleine windturbines te plaatsen. Een middelgrote windturbine is een meer haalbare keuze, als moet ook daarvoor de ruimtelijke inpassing zeer zorgvuldig worden uitgevoerd.

2.2.6 CONCLUSIES

Voor een energieneutraal Strandeiland is er 41,9 GWh elektriciteitsopwek nodig in geval van BENG 2015 en 50,6 GWh voor BENG 2019. In geval van een volledig energieleverend Strandeiland zal dit 55,2 GWh zijn met het BENG 2015 voorstel en 63,8 GWh het BENG 2019 voorstel.

In tabel 2.14 is de benodigde opwek op een rijtje gezet om een energieneutraal en energieleverend Strandeiland te halen voor de BENG 2015 normen. In tabel 2.15 staan de benodigde opwek eisen voor de BENG 2019 normen.

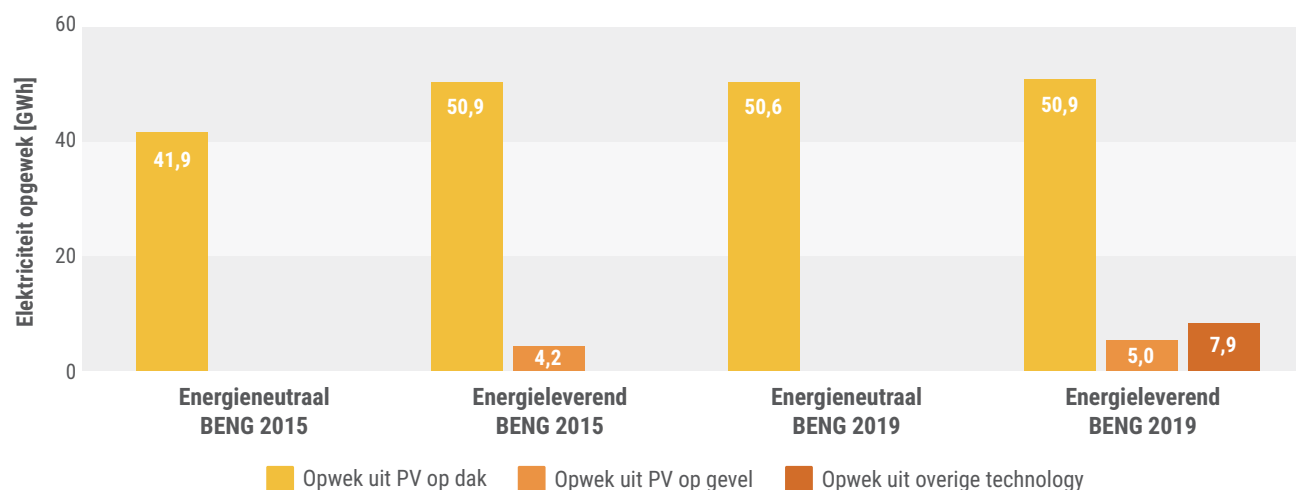
De hoeveelheid elektriciteit die wordt opgewekt per technologie per scenario is weergegeven in afbeelding 2.8. Het benodigd percentage aan opwek technologie nodig per scenario per scenario is weergegeven in afbeelding 2.9.

Tabel 2.14 Opwek benodigd voor een energieneutraal en energieleverend Strandeiland als de BENG 2015 norm wordt gehanteerd.

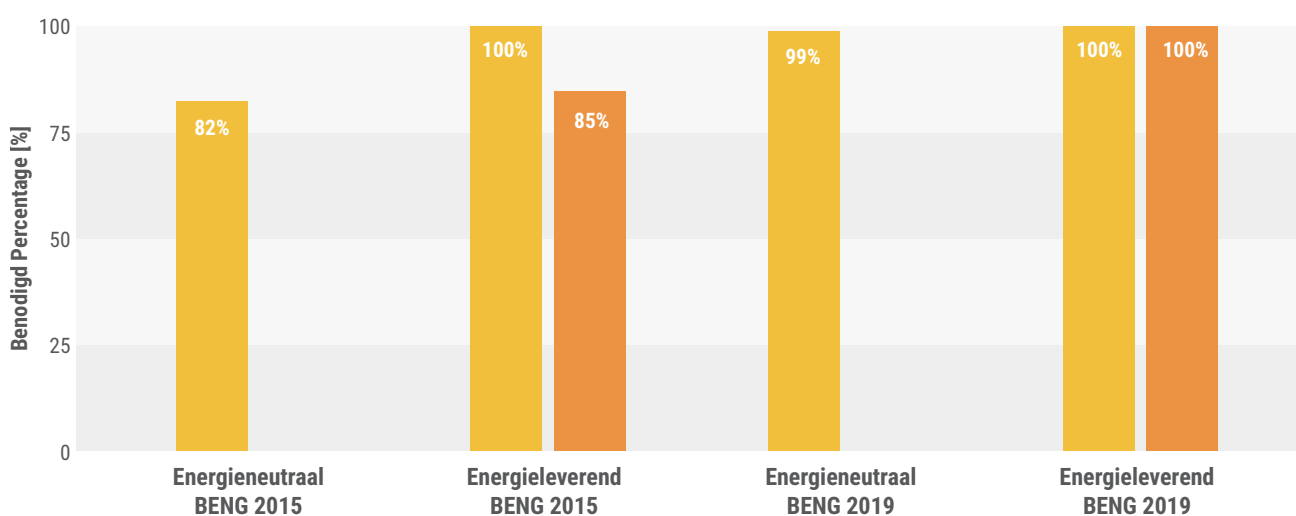
		OPWEK UIT PV OP DAK	OPWEK UIT PV OP GEVEL	NODIG BENG 2015
Energeneutraal BENG 2015	Benodigde opwek [GWh]	41,9		41,9
	Percentage BENG 2015 [%]	100		100
	Benodigde potentie van de technologie [%]	82,4		
Energieleverend BENG 2015	Benodigde opwek [GWh]	50,9	4,3	55,2
	Percentage BENG 2015 [%]	92	8	100
	Benodigde potentie van de technologie [%]	100	85	

Tabel 2.15 Opwek benodigd voor een energieneutraal en energieleverend Strandeiland als de BENG 2019 norm wordt gehanteerd.

		OPWEK UIT PV OP DAK	OPWEK UIT PV OP GEVEL	OPWEK OVERIGE	NODIG BENG 2015
Energieneutraal BENG 2019	Benodigde opwek [GWh]	50,6			50,6
	Percentage BENG 2019 [%]	100			100
	Benodigde potentie van de technologie [%]	99,3			
Energieleverend BENG 2019	Benodigde opwek [GWh]	50,9	5	7,9	63,8
	Percentage BENG 2019 [%]	100	100	12	100
	Benodigde potentie van de technologie [%]	100	100		



Afbeelding 2.8 Elektriciteit opgewekt per technologie en per scenario.



Afbeelding 2.9 benodigd percentage opwek technologie nodig en per energiescenario.

De tabellen en figuren hierboven laten zien dat een energieneutraal Strandeiland mogelijk is met 82% van de zonne-energie potentie in geval van BENG 2015. Dit is een technisch haalbare potentie. In geval van de BENG 2015 is het dus mogelijk om met zonne-energie op dak een energieneutraal. Voor BENG 2019 is er 99% van het dakoppervlak nodig voor zonne-energie opwek, wat een ingewikkelder is om technisch te realiseren.

Voor een energieleverend Strandeiland is er voor beide BENG normen extra opwek nodig uit andere bronnen. In geval van BENG 2015 is er voor 4,3 GWh aan extra opwek nodig, en in geval van BENG 2019 stijgt dit naar 12,9 GWh extra opwek. Dit kan gerealiseerd worden met zon op de gevel (5 GWh potentie), urban wind (1,8 GWh) potentie of een zonnepark (1,2 GWh potentie per ha).



2.3 SMART GRIDS

In paragraaf 2.3 beschrijven wij de optimalisatiemogelijkheden middels het smart grid. Daarvoor leggen wij eerst uit wat het smart grid concept inhoudt en wat het belang is van de vraagsturing en opslag. Tevens bespreken wij de mogelijke services die smart grid kunnen leveren.

Hierna gaan wij in op wat de mogelijkheden zijn voor Strandeiland. Eerst analyseren en bespreken wij de technische mogelijkheden. Met name het gebruik van elektromobiliteit is hier belangrijk omdat dit

grote invloed heeft op de piekbelasting en verhoogde elektriciteitsvraag.

Daarna gaan wij in op de milieuvoordelen die kunnen worden behaald op Strandeiland. Vervolgens presenteren wij de economische analyse van de diensten en de financiële impact van een smart grid op Strandeiland. Wij sluiten af met de randvoorwaarde nodig zijn om daadwerkelijk een smart grid te implementeren. Hierbij bespreken wij ook de stakeholders en hun rollen.¹⁵

1.1.1 INTRODUCTIE SMART GRID

Een smart grid is een verzamelterm voor intelligente energienetwerken die door middel van communicatietechnologieën en computer intelligentie op een geïntegreerde manier zorgen voor elektriciteitsopwekking, -distributie en -consumptie. Een voorwaarde voor dergelijke intelligente netwerken is dat de apparaten die erop aangesloten zijn slim geregeld en aangestuurd kunnen worden, zodat de elektriciteitsstromen geoptimaliseerd kunnen worden. Het grote voordeel van smart grids is dat ze efficiënter, duurzamer en robuuster kunnen zijn dan traditionele netwerken. Met de sterk toenemende energievraag en de inpassing van grote hoeveelheden duurzame energie zullen smart grids in de toekomst dan ook een steeds grotere rol op zich nemen. Sterker nog, zonder de implementatie van smart grids is een succesvolle energietransitie simpelweg niet mogelijk.

De vijf grote voordelen van smart grids

1. Het mogelijk maken van een groter aandeel duurzame opwek. In ons huidige elektriciteitssysteem is er een limiet aan het aandeel zonne- en windenergie dat kan worden opgenomen. Dit komt omdat zonne- en windenergie alleen geproduceerd wordt op het moment dat de zon schijnt en de wind waait, terwijl dit niet per se de momenten zijn waarop deze energie ook daadwerkelijk nodig is. De schattingen voor het aandeel zonne- en windenergie dat ons landelijke elektriciteitssysteem direct aan kan lopen uiteen, maar worden over het algemeen tussen de 25 tot 40% gelegd. Door slimme vraagsturing en energieopslag kan dit aandeel vergroot worden. Smart grids beschikken over een energiemanagementsysteem (EMS) dat op de juiste momenten flexibele lasten inschakelt en energie opslaat wanneer nodig. Hierdoor kan het aandeel duurzame energie uit wind en zon aanzienlijk vergroot worden. Door middel van het van onderaf faciliteren van een groter aandeel duurzame opwek, spelen smart grids een essentiële rol in de energietransitie;
2. Vermindering van de CO₂-emissies. De CO₂ uitstoot per kWh geproduceerde elektriciteit is sterk afhankelijk van de technologie waarmee deze wordt geproduceerd, en daarmee dus ook van het tijdstip waarop het wordt geproduceerd. Over het algemeen geldt dat juist tijdens de piekuren het meeste CO₂ uitstoot per kWh plaatsvindt, doordat de meest vervuilende gasgestookte piekcentrales op dit moment moeten worden ingeschakeld, in plaats van minder vervuilende warmtekrachtcentrales of emissievrije zonnepanelen. Door middel van vraagsturing en opslag kan ervoor gezorgd worden dat de energie gebruikt wordt op het moment dat deze het minst vervuilend is, zodat er emissies worden vermeden. Daarnaast kan vraagsturing zorgdragen dat op momenten van een beperkt aanbod van duurzaam opgewekte elektriciteit, de elektriciteitsvraag kan worden gereduceerd. Dit tezamen zorgt voor een optimalisatie van het gebruik van duurzaam lokaal opgewekte energie en een reductie in de afhankelijkheid van elektriciteit elders opgewekt (uit fossiele brandstoffen). Deze trend zorgt ervoor dat er steeds minder fossiele capaciteit nodig is;
3. Vermindering van de systeemverliezen. Het transporteren, transformeren en distribueren van elektriciteit brengt elektriciteitsverliezen met zich mee. Over het algemeen zijn deze verliezen in de orde van 10%, maar tijdens piekuren worden deze verliezen groter. Door elektriciteit lokaal op te wekken en te verbruiken, worden de afstanden waarover het getransporteerd wordt aanzienlijk verkleint, waardoor de elektriciteitsverliezen sterk afnemen;

¹⁵ Wie het smart grid aanlegt en beheert valt buiten de scope van dit rapport en kan in een vervolgstudie worden gedetailleerd.

4. Het verbeteren van de business case voor duurzame technologieën en eindgebruikers. Door slim in te spelen op de variabele elektriciteitsprijzen van de groothandelsmarkten, kunnen smart grids geld besparen met de inkoop van energie, en geld verdienen aan de verkoop van energie. Op dit moment is het nog niet mogelijk voor consumenten om direct mee te dingen op deze groothandelsmarkten. In de toekomst zullen groepen van huishoudens verenigd in een energiecoöperatie of 'Local Energy Community' hun energiesystemen samenbundelen om zo te voldoen aan de eisen voor toegang tot deze markten, al dan niet via een aggregator. De EU is op dit moment druk bezig met het opstellen van het juridische framework om dit mogelijk te maken. Naar verwachting zal tegen 2050 een derde van alle huishoudens vertegenwoordigd zijn door zo'n Local Energy Community. Deze democratisering van de elektriciteitsmarkt zal grote financiële voordelen hebben voor partijen die beschikken over een slim aan te sturen elektriciteitsnetwerk, oftewel een smart grid;
5. Het mogelijk maken van een robuust en toekomstbestendig energiesysteem. Nederland kan zich prijzen om zijn robuuste energiesysteem; het komt niet vaak voor dat de stroom uitvalt. Dit is echter absoluut niet vanzelfsprekend. Er zijn veel systemen continu bezig om ons elektriciteitsnetwerk in balans te houden, op zowel lokaal als landelijk niveau. Met de opkomst van zonnepanelen, warmtepompen en elektrische auto's wordt de belasting op het elektriciteitsnet aanzienlijk vergroot, met name op lokaal niveau, maar ook op systeemniveau. Een smart grid kan op heel veel verschillende manieren helpen om de balans in het elektriciteitssysteem te waarborgen, door energiediensten te leveren voor de netbeheerder, energieleverancier en eindgebruiker. Hierdoor wordt het net robuuster en toekomstbestendiger. Een uitgebreid overzicht van alle mogelijke manieren waarop een smart grid energiediensten kan leveren zal in de volgende paragraaf (2.2.2) worden uiteengezet.



De behoefte aan een smart grid op Strandeiland

De vraag naar elektriciteit zal als gevolg van toenemende elektrificatie van zowel de warmte- als transportsector zeer sterk toenemen in de toekomst. Zeker op Strandeiland, waar vanaf het begin de warmte- en transportsectoren grotendeels geëlektrificeerd zullen zijn. In de voorgaande hoofdstukken is een inschatting gemaakt van het stroomverbruik van Strandeiland, wat geschat is tussen de 55,2 en 63,8 GWh per jaar.

Als het residentieel gebruik plus gebruik voor elektrische autos wordt omgerekend naar een enkel huishouden is dit ongeveer 6,6 MWh per jaar. Dit is een factor 2 toename van de huidige huishoudelijke elektriciteitsvraag (3,3 MWh per huishouden). Dit komt mede door de elektrificatie van de warmtebehoefte, maar met name door de elektrificatie van ons (persoonlijk) transport. Dit heeft als gevolg dat er sterk geïnvesteerd zal moeten worden in nieuwe, duurzame elektriciteitsopwekking om aan deze vraag te kunnen voldoen. Door dit duurzaam en tijdig te doen (met bijv. zonnepanelen) kan er dankzij lage marginale kosten op lange termijn geld worden bespaard t.o.v. huidige fossiele opwek.

Idealiter kan de toegenomen lokale elektriciteitsvraag ingevuld worden door lokale duurzame energieproductie. De ambitie voor Strandeiland is een energiepositief

gebied creëren. Zoals we hebben geanalyseerd, is het uitdagend om deze ambitie in een dichtbevolkt en gebouw intensief gebied te realiseren. Dit probleem is inherent aan steden, waar het hebben van een hoge bebouwingsdichtheid met een beperkt oppervlak voor energieopwek, zorgt voor fysieke limieten aan de mate van zelfvoorzienendheid.

Door de grote elektriciteitsvraag, het grote aantal geëlektrificeerde systemen (warmte, transport), en de ambitie om op Strandeiland zoveel mogelijk duurzame opwek te realiseren, is de noodzaak voor een smart grid op Strandeiland evident. Er zijn vele manieren om hieraan invulling te geven, en helaas nog weinig praktijkvoorbeelden om te volgen. Er zijn wel andere voorbeelden wereldwijd, van bijvoorbeeld duurzame eilanden en tevens duurzame wijken volgens een eiland-aanpak zijn benaderd. Echter, nog niet op een nog nieuw te creëren eiland met deze hoge ambitie. Daarmee is dit dus een unieke kans om voorloper en innovatief te zijn.

Omeenduidelijk beeld te schetsen van alle mogelijkheden, zullen we in de volgende paragrafen aandacht besteden aan het uiteenzetten van de vele technologische en beleidsmatige interventies die, voortbouwend op de inzichten uit hoofdstuk 2.1 en hoofdstuk 2.2, de kansen voor een innovatief smart grid op Strandeiland duidelijk zullen maken.

2.3.2 DE MOGELIJKE SERVICES VAN EEN SMART GRID

Smart grids hebben zowel een centrale als een lokale functie. Op centraal niveau dragen ze bij aan het verduurzamen van het energiesysteem. Daarnaast is het mogelijk om via een smart grid diverse kritische functies te leveren die het centrale elektriciteitsnet ondersteunen en in stand houden. Op lokale niveau kan een smart grid gebruikt worden om een hoger aandeel van duurzame energie te creëren. Ook zorgt een smart grid voor lagere netwerkkosten, door dat er minder netwerkinfrastructuur, en minder onderhoud nodig is. Hieronder wordt elk van deze services and diensten verder uitgelegd.

Er zijn een aantal diensten waarin een smart grid kan voorzien. Deze economische mogelijkheden, of systeemdiensten zijn geïdentificeerd in drie categorieën:

1. Netwerkdiensten;
2. Energie arbitrage;
3. Noodstroomvoorziening.

Deze opties zijn hieronder in meer detail kort uitgelegd.

Netwerkdiensten

Netwerkdiensten zorgen ervoor dat het netwerk in balans wordt gehouden van het elektriciteitsnetwerk. Strandeiland kan actief meehelpen aan deze balans handhaving door de technologieën beschikbaar te stellen. Batterijen, elektrische auto's, en grote apparaten (zoals centrale warmtepompen) zijn namelijk goed geschikt om door middel van slimme regeling de frequentie van het lokale en landelijke elektriciteitsnetwerk in balans te houden. Dat komt goed uit, want door de opkomst van inflexibele duurzame energieopwek wordt het steeds lastiger om een frequentie van 50 Hz te handhaven. Deze frequentie is van groot belang voor de stabiliteit, en hij mag daarom niet onder 49,8 of boven de 50,2 Hz uitkomen.

Frequency containment reserve levering

Actieve handhaving van de elektriciteitsfrequentie staat ook wel bekend als Frequency Containment Reserve, of FCR. Op dit moment wordt FCR voornamelijk geleverd door een kleine hoeveelheid fossiel gebaseerde productie units. Smart grids zoals Strandeiland kunnen hier een duurzaam alternatief voor bieden. Hiermee zou Strandeiland dus op een duurzame manier bij kunnen dragen aan de stabilisering van het



elektriciteitsnet. De lokale opgewekte zonne-energie wordt kan gebruikt worden om het netwerk stabiel te houden. Los van de voordelen voor de stabiliteit van het net, valt er ook nog eens geld aan te verdienen. In 2018 bedroeg de vergoeding voor deelname aan de primaire reserves circa € 3.000 MW/week. De prijsontwikkeling van de FCR-markt is echter uiterst onzeker. Er geldt op dit moment een minimale capaciteitseis van 0,1 MW voor het leveren van FCR vermogen, waardoor het pas aantrekkelijk wordt om FCR te leveren indien er voldoende vermogen achter zit. De centrale warmtepomp of een pool van EV's beschikken over voldoende vermogen om dit te kunnen doen.

Frequency restoration reserve levering

Naast het leveren van FCR, kan ook frequency restoration reserve worden geleverd. Dit is energie die wordt ingezet om een tekort of een overschot van elektriciteit op het netwerk te compenseren. De levering van FRR gebeurt met markt blokken van een kwartier en liggen lager dan de inkomsten uit FCR.

Congestie management

Door middel van piek reductie van zonne-energie kan er meer zonne-energie worden gebruikt in een netwerk. Bijvoorbeeld de zonne-energie piek productie in de middag kan door opslag en / of vraagsturing worden opgevangen. Deze opgeslagen energie kan in de avondpiek van elektrische auto's voorzien. Ditzelfde geldt ook wanneer de piekvraag van energie wordt gereduceerd. Hiermee worden aansluitkosten bespaard.

Energie arbitrage

Portfolio optimalisatie

Elke energieleverancier die programmaverantwoordelijk draagt is verantwoordelijk om de hoeveelheid elektriciteit aan opwek en gebruik van tevoren door te geven aan

Tennet. Als deze niet overeenkomen met de actuele opwek en gebruik moet Tennet deze verschillen in verbruik compenseren. De kosten van deze compensatie moeten worden betaald aan Tennet. Door middel van een smart grid kan de voorspelde opgewekte en verbruikte hoeveelheid elektriciteit beter worden gematched met de actuele opgewekte en verbruikte elektriciteit. Hiermee worden vereffeningskosten naar Tennet vermeden.

Elektriciteitsmarkt handel

Op de elektriciteitsmarkt zijn er verschillende sub markten waarin energie kan worden gekocht. Door energie te kopen op momenten van overschot, en deze te verkopen op momenten van tekorten kan er geld worden verdiend. Handel op deze markt kan door middel van energieopslag of vraagsturing

Verhoging PV eigenverbruik

Door het verhogen van je eigenverbruik van zonne-energie kan je de kosten van geïmporteerde elektriciteit verlagen. Daarnaast kan het de CO₂ uitstoot verminderen omdat er op dat moment ergens anders in het systeem deze energie niet hoeft opgewekt te worden. De inkomsten uit eigenverbruik zijn zeer afhankelijk van de nettarieven. Een groot verschil tussen de inkoopprijs van elektriciteit en de verkoopprijs zorgt voor meer inkomsten.

Noodstroomvoorziening

Noodstroomvoorziening wordt ingezet voor processen die een energie leverzekerheid van 100% nodig hebben. De vacuüm toiletten die gebruikt worden binnen het concept nieuwe sanitatie moeten ten alle tijden beschikbaar zijn. Ook bepaalde ICT-infrastructuur heeft een leverzekerheid nodig van 100%. Deze toepassingen kunnen worden geleverd door middel van een gedeelte van de buurtbatterij capaciteit als back-up beschikbaar te stellen.

2.3.3 TECHNISCHE POTENTIE VAN SMART GRID DIENSTEN

De technische potentie van smart grids wordt hieronder verder beschreven in drie delen. Eerst wordt de flexibiliteitspotentie voor het leveren van energiediensten op Strandeiland beschreven. Dit is de hoeveelheid energie en het vermogen dat kan worden gebruikt voor deze diensten. Vervolgens wordt ingegaan op de potentie van slim laden van elektrische auto's.

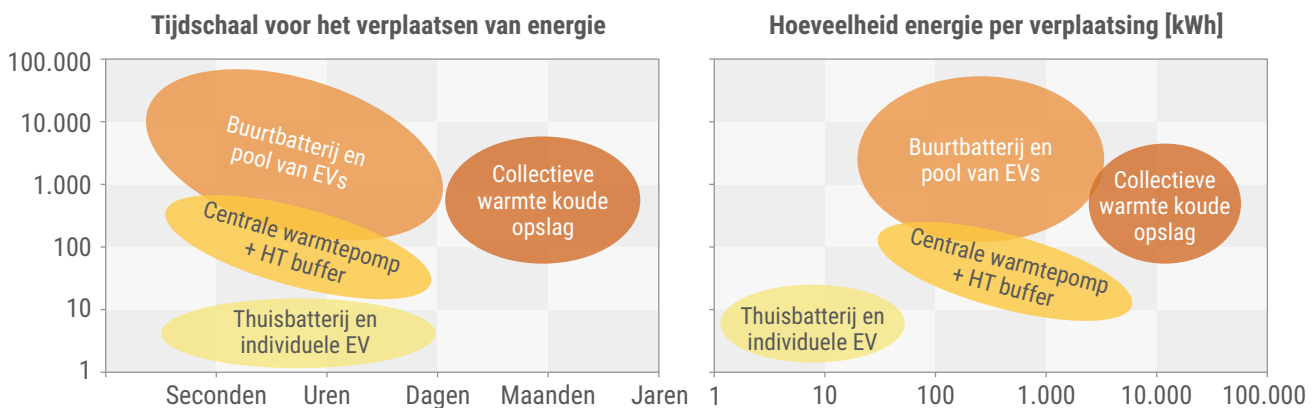
Flexibiliteitspotentie voor het leveren van energiediensten op Strandeiland

Deze energiediensten kunnen door middel van een technologie concepten worden geleverd. Deze technologie concepten hebben een mate van flexibiliteit potentie. Een hoge mate van flexibiliteitspotentieel zorgt voor een groter potentieel om deze technologie in te zetten voor het leveren van energiediensten. Vijf

technologieën zijn geïdentificeerd die gebruikt kunnen worden voor het leveren van energiediensten.

1. **Energieopslag** door middel van (buurt) batterijen;
2. **Slim** laden van elektrische auto's;
3. **Vehicle** to grid (V2G), het laden en ontladen van elektrische auto's;
4. **Warmtepomp** met een warmtekoudeopslag (WKO);
5. **Warmtepomp** met een WKO en hoge temperatuur (HT) buffer.

De ordergrootte en mate van vraagsturing en opslag wordt ook wel de flexibiliteit van de vraag genoemd. De flexibiliteit kan worden uitgedrukt in de tijd waarin een bepaalde hoeveelheid energie met een bepaald vermogen kan worden verplaatst. Een overzicht van de verwachte flexibiliteit is te zien in afbeelding 2.10.



Afbeelding 2.10 Flexibiliteit potentie van diverse technologieën binnen Strandeiland.

Afbeelding 2.10 laat zien dat de hoogste graad van flexibiliteit kan worden geleverd met buurt batterijen of doormiddel van meerdere elektrische auto's te poolen. Deze optie heeft de grootste potentie om energiekosten te verlagen of piek reductie te reduceren. Hierdoor verwachten we een vraag piek reductie van 10 MW.

Ook zal het aandeel duurzame energie dat lokaal op het eiland gebruikt wordt significant stijgen omdat energie voor deze piek niet meer geleverd wordt door de externe bronnen. De collectieve warmte koudeopslag heeft de grootste hoeveelheid energie die kan worden verschuift per verplaatsing.

2.3.4 REDUCTIE PIEKVERMOGEN NETWERK DOOR SLIM LADEN

Slim laden heeft zeer veel potentie om piekvermogen op het netwerk te reduceren. Daarom werken we deze optie in dit hoofdstuk verder uit.

Ontwikkeling laadinfrastructuur en slim laden

Op dit moment neemt een gemiddeld privaat laadpunt tussen de 3 en 11 kW af, en wordt er verreweg het meeste privaat geladen. Voor een publieke laadpaal gaat dit al snel richting de 11 tot 22 kW. Daarnaast zijn er ook snelladers, met vermogens tot ver boven de 50 kW. Er wordt zelfs geëxperimenteerd met snelladers tot 350 kW.¹⁶ Naar verwachting zullen de laadvermogens in de toekomst alleen maar toenemen.

Technieken die het opladen van elektrische auto's op optimale wijze mogelijk maken door slim gebruik te maken van vraag en aanbod van elektriciteit. De balans op het elektriciteitsnetwerk moet namelijk constant met

elkaar in evenwicht zijn. Er valt dan waarde te creëren door snel vermogen op of af te regelen. Hier lenen elektrische auto's zich uitstekend voor. Daarnaast kan de vermogensvraag slim wordt verdeeld in de tijd of tussen apparaten waardoor er bijvoorbeeld geen of minder zware aansluiting noodzakelijk is.

Batterijen in elektrische auto's zijn uitermate geschikt om flexibiliteit te leveren aan een smart grid. Het gebruik van deze opslagcapaciteit kan optimaal worden benut door middel van het design van de laadinfrastructuur. Ten eerste heeft de laadinfrastructuur invloed op de te verwachte piekbelasting binnen een netwerk. De piekbelasting op het netwerk kan door middel van slim laden gereduceerd worden. Ten tweede kan de laadinfrastructuur zorgen voor meer gebruik van CO₂ arme elektriciteit. Dit kan door middel van EV's te laden op momenten dat er een overschot is aan variabele duurzame elektriciteit. Als gevolg hiervan kan er een hoger aandeel aan variabele duurzame elektriciteit worden ingepast in het energiesysteem.

Slim laden kan piekvermogen sterk verminderen: een rekenvoorbeeld

Als we uitgaan van de 4.000 EV's die naar verwachting in 2040 op Strandeiland zullen rondrijden, en aannemen dat van 75% deze 4.000 EV's na een drukke werkdag aan de laadpalen wordt gehangen tussen 17.30 en 18.30 uur. Als we vervolgens uitgaan van een laadvermogen van 22 kW per oplaadpunt, betekent dit een piekvermogen van 66 MW gedurende enkele minuten tot een uur, precies op het moment dat binnen alle kooktoestellen en televisies aangaan: genoeg om (lokaal) de stoppen door te laten slaan als het net hier niet op berekend is. Daarbovenop is het nu zo dat dit piekvermogen ook nog eens geleverd moet worden door weinig duurzame gasgestookte piekcentrales.

En dat is zonde, want de meeste auto's worden pas weer de volgende dag gebruikt en hoeven dus niet snel opgeladen te worden. Door de auto's

over langere tijd te laden kan er een gigantische besparing worden behaald op de piekbelasting. Stel dat er per oplaadbeurt gemiddeld 20 kWh (= 100 km) wordt bijgeladen, en dat de auto pas 12 uur later weer gebruikt hoeft te worden, dan kan het laadpiekvermogen in theorie met een meer dan factor 10 worden verminderd ten opzichte van het beschreven scenario. Dit heeft significante gevolgen voor de kosten van het elektriciteitsnet.

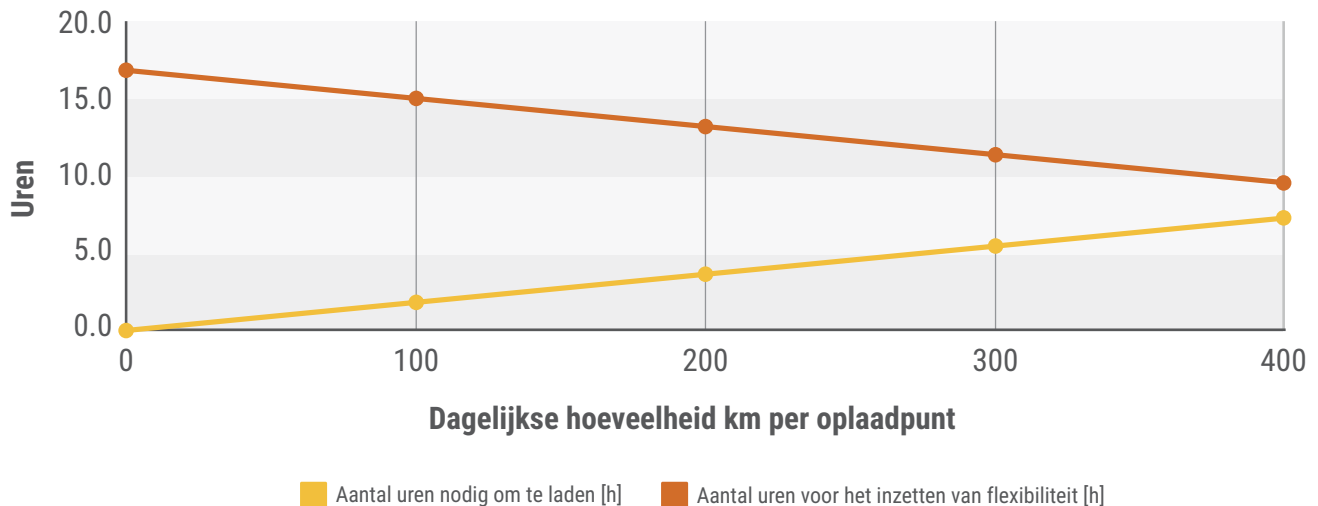
Daarnaast kan, door het slim te laden, er ook nog eens voor worden gezorgd dat deze energie een groter aandeel wind- en zonnestroom bevat. Op basis van een eerder rapport uitgebracht door Metabolic,¹⁷ kan door middel van slim laden meer dan de helft van alle laadenergie uit inflexibele duurzame opwek komen. EV's zijn wat dat betreft niet alleen een grote uitdaging, maar ook een enorme kans voor de verduurzaming, flexibilisering en optimalisering van het elektriciteitsnet.

Het aantal uren per dag waarop een EV kan laden is afhankelijk van het benodigde aantal laadkilometers. Binnen deze uren kan een EV zowel de piekbelasting reduceren als de vrijgekomen CO₂-emissies uit de opgewekte elektriciteit. Ten derde kan een EV in deze uren zogenoemde vehicle to grid (V2G) services verlenen. Hieronder vallen een rij van

toepassingen, zoals het ondersteunen van lokale netten of het verhandelen van elektriciteit op de balanceermarkten. Hierdoor kunnen de kosten van het laden worden verlaagd. Afbeelding 2.11 laat deze flexibiliteit zien voor het aantal laadkilometers per paal. Hiervan zijn we uitgegaan van een dagelijkse connectietijd van 70%.

¹⁶ EU Connecting Europe Facility

¹⁷ Smart Integrated Decentralised Energy Systems, Metabolic (2018)



Afbeelding 2.11 Flexibiliteit interval van elektrische voertuigen.

2.3.5 MILIEUVOORDELEN

Overdag zal een overschot van zonne-energie geproduceerd worden op Strandeiland. Door energievraag te verplaatsen naar deze momenten kan er meer zonne-energie worden gebruikt op het eiland. Daarbij kan deze energie worden opgeslagen om op een ander moment gebruikt te worden. Zodoende is er minder elektriciteit nodig van het netwerk. Dit resulteert

dat er minder elektriciteit centraal worden opgewekt waarmee er emissie worden vermeden. Daarnaast kan door middel van vraagsturing of opslag meer centraal geproduceerde duurzame energie worden gebruikt. Het is van belang om te zorgen dat vraagsturing prioriteit heeft voor opslag. Vraagsturing zorgt voor minimale energieverlies, terwijl energieopslag altijd zorgt voor energie verliezen. Deze verliezen treden op bij het laden en ontladen van batterijen opslag, en zijn rond de 20%.

Vermindering van CO₂ door middel van vraagsturing en opslag: een rekenvoorbeeld

Op Strandeiland zal ongeveer 50 GWh aan zonne-energie worden geproduceerd. Naar verwachting wordt er 25% van deze energie direct gebruikt op het eiland. Door middel van vraagsturing kan een extra 5% van deze energie direct gebruikt worden.¹⁸ Daarnaast kan energieopslag door batterijen zorgen voor nog eens een extra 10%.¹⁹ Daarmee kan dus 15% meer duurzame energie gebruikt worden op het eiland. Deze 15% is de direct geconsumeerde energie uit de zonnepanelen. Er word dus 15% minder energie

geëxporteerd van het eiland, en er is 15% minder import nodig. Hierdoor gaat er ook minder energie verloren.

De gemiddelde emissies van elektriciteit uit het netwerk in Nederland bedragen 490g / kWh. Als we deze 15% vertalen naar emissies zorgt dit voor 3600 ton aan vermeden CO₂-emissies. Als we aannemen dat deze energie niet geproduceerd wordt door de Hemweg centrale, dan stijgen de vermeden emissies naar 7.000 ton. Daarmee worden de emissies van het eiland gereduceerd met 20%.

¹⁸ Experimental determination of demand side management potential of wet appliances in the Netherlands (Staats et al, 2017)

¹⁹ Here comes the sun - Improving local use of electricity generated by rooftop photovoltaic systems (Litjens, 2018)

2.3.6 ECONOMISCHE POTENTIE

De economische potentie van de smart grid diensten behandeld in de vorige paragrafen is geanalyseerd voor een schaal van 1 tot 5 in tabel 2.16. Het cijfer 0 geeft aan dat deze optie niet mogelijk is.

Deze mogelijkheden kunnen worden gecombineerd om de economische opbrengst te verhogen. Hiermee kan de potentie van elke individuele technische optie worden verhoogd. Bijvoorbeeld de diensten FCR-

levering, het reduceren van pieken en het verhogen van PV eigenverbruik kunnen worden gecombineerd. Op moment waarin er weinig zonne-energie beschikbaar is, zoals de wintermaanden, kan meer batterij capaciteit worden ingezet voor het leveren van FCR of het reduceren van piekvraag. Anderzijds, op momenten waarin er veel zonne-energie is kan er meer capaciteit worden gebruikt om het zelfverbruik te verhogen. Door het combineren van deze functies is het economisch mogelijk om een grotere batterijopslagcapaciteit toe te passen. Hiermee creëer je een win-win situatie voor de verschillende diensten.

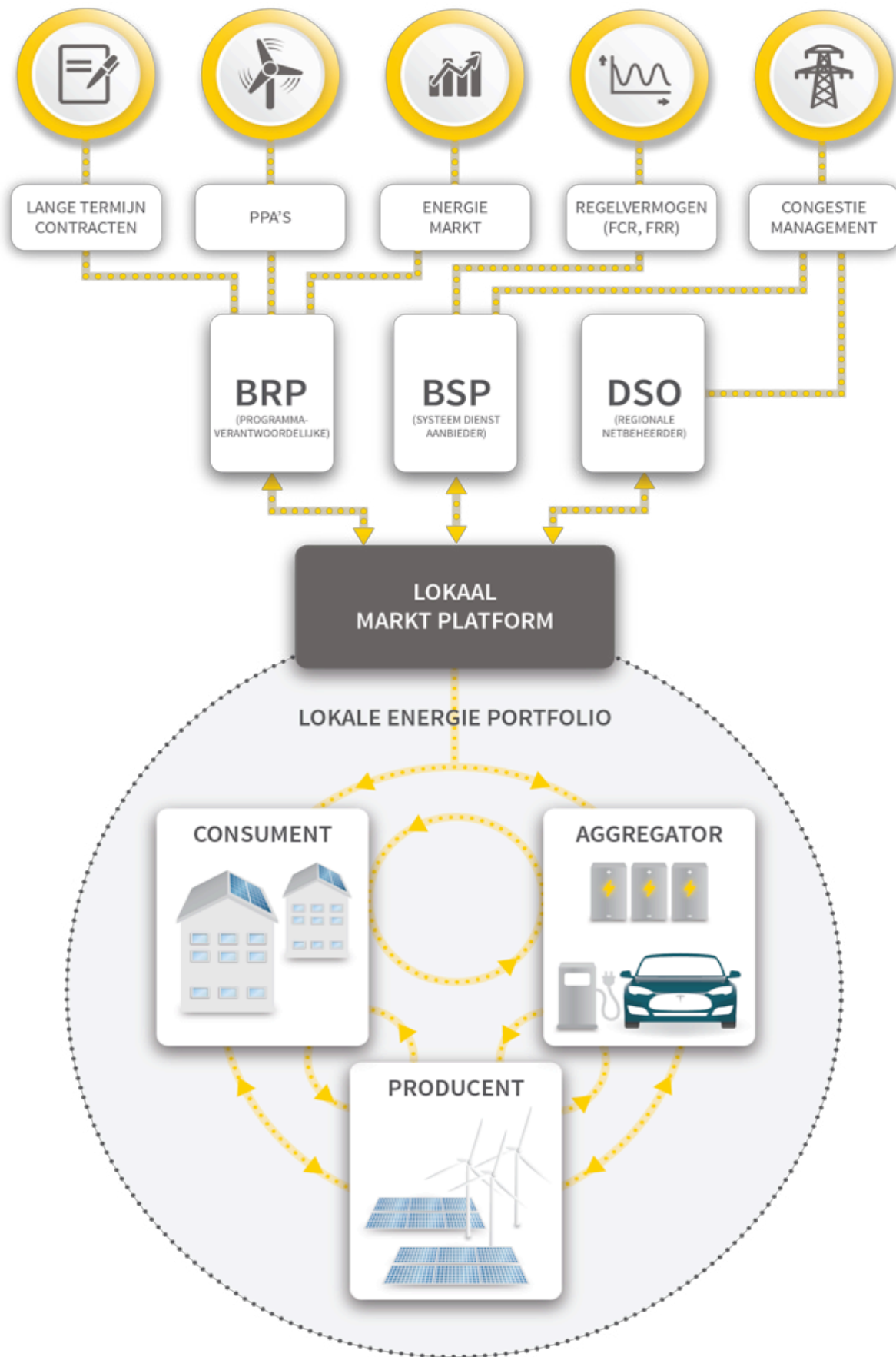
Tabel 2.16 Economische potentie van diverse opties om flexibiliteit in te zetten.

CATEGORIE	SMART GRID DIENSTEN	(BUURT) BATTERIJ	EV SLIM LADEN	VEHICLE 2 GRID	HP + WKO	HP + WKO + HT BUFFER
Energienutraal BENG 2019	Frequency containment reserve*	5	0	0	1	1
	Frequency restoration reserves	4	1	2	1	1
	Piek reductie van zonne-energie	5	2	2	1	2
	Piek reductie van energievraag	5	3	3	2	3
	Portfolio optimalisatie	5	1	3	2	3
	Energiemarkt handel	4	1	2	1	2
Energie arbitrage	Verhoging PV eigenverbruik	4	1	1	1	2
Noodstroomvoorziening	Noodstroomvoorziening	5	0	0	0	0
	Gemiddelde van de technologie	4.6	1.1	1.6	1.1	1.8

2.3.7 LOKAAL MARKT PLATFORM

Om een effectieve invoering van smart grids netwerken mogelijk te maken, is het belangrijk dat er nieuwe marktmechanismen worden ondersteund. Hierdoor worden investeringen in hernieuwbare energiesystemen, flexibiliteit diensten en overige slimme energiediensten gestimuleerd. Een vernieuwende technologie waaraan Spectral (en andere marktpartijen) aan werken is een lokaal marktplatform. Dit platform stelt burgers, bedrijven en gemeenschappen in staat om actief deel te nemen aan de energiemarkt. Dit platform maakt het mogelijk dat lokaal het evenwicht tussen energievraag, energieaanbod en energieopslag wordt gehandhaafd. Dit zorgt voor een hogere efficiency van het systeem en meer CO₂ besparing.

Daarnaast worden er hiermee ook nieuwe bedrijfsmodellen gefaciliteerd en schaalvergroting mogelijk gemaakt. Dit zorgt voor een fundamentele paradigmaverschuiving binnen de energiemarkt. In het huidige model zit je als consument vast aan een energieleverancier. In het nieuwe lokaal marktmodel kan je energie kopen van bijvoorbeeld je buurman, het bedrijf aan de overkant van de straat of een lokale windturbine. Dit kan ook bijdrage aan de betrokkenheid bij een duurzamere buurt. Het lokaal markt platform is grafische weergegeven in afbeelding 2.12. Hierin zijn de betrokken partijen en markten weergegeven. Daarnaast laat de dit zien dat er via het lokale markt platform kan worden gehandeld met de centrale energie markten, of energiediensten worden geleverd aan centrale partijen.



Afbeelding 2.12 Grafische weergaven van de lokale markt platform.

De grote hoeveelheid aan flexibele assets ((warmte) pompen, batterijen, etc.) aanwezig op Strandeiland kunnen flexibel ingezet worden via dit marktplatform. Zodoende kunnen deze assets actief participeren op de energiemarkt.

De gemeente kan een belangrijke rol spelen bij het ondersteunen van de inzet van lokale energiemarkten. Dit door middel van eigen investeringen in duurzame energiesystemen (in openbare/gemeentelijke ruimten)

en door het stellen van (tender)eisen aan commerciële ontwikkelaars op het Strandeiland. Verder onderzoek naar de mogelijke modellen voor overheden en juridische modellen achter het lokale energiemarkt platform is hiervoor vereist.

Op dit moment zijn er al een aantal belangrijke projecten in Nederland waar dit reeds plaatsvindt. Twee voorbeelden van deze projecten met een korte beschrijving staan in Bijlage I.

2.3.8 RUIMTELIJKE INPASSING

Het realiseren van slimme, geïntegreerde energienetwerken vergt aanpassingen aan de traditionele manier van het aanleggen van de stedelijke ruimte. Door de decentrale aard van de nieuwe smart grid technologieën, zoals bijvoorbeeld batterijen, warmtepompen, en elektrische auto's, zal een smart grid meer gedistribueerde componenten kennen t.o.v. een traditioneel netwerk. Ook zullen deze componenten doorgaans meer sensoren hebben en beter verbonden zijn met allerlei bestaande ICT-netwerken. In de volgende paragrafen zullen wij dieper ingaan op de belangrijkste componenten en hun impact op de ruimtelijke omgeving van Strandeiland.

Opslag

De opslag van energie op Strandeiland is onder te verdelen in thermische en elektrische opslag.

Elektrische opslag

Batterijen spelen een essentiële rol in de smart grids van de toekomst. Niet alleen omdat ze elektriciteit kunnen opslaan, maar ook omdat ze een hele reeks energiediensten kunnen leveren die het net helpen stabiliseren, iets waar in de toekomst steeds meer behoefte aan zal komen.

Het gevolg van batterijen voor de ruimtelijke inpassing van Strandeiland hangt af van de plaats en grootte van deze batterijen. Voor particuliere thuisbatterijen zullen er weinig aanpassingen nodig zijn aan de openbare infrastructuur. Voor grotere batterijen, zoals de buurtbatterij welke bijvoorbeeld nu door Spectral op Republica Papaverweg wordt gerealiseerd, moet er rekening gehouden worden met een speciale brandveilige binnenruimte van 11x4m groot. Om de brandveiligheid te garanderen moet er een 1-uurs brandvertraging in de ruimte ingebouwd zitten, een rookalarm, gasventilatiesysteem, en koeling. Al met al bedragen deze maatregelen ongeveer 20-30% van de kosten. Om de kosten te drukken heeft het installeren van goed gekoelde/geventileerde omgeving (zoals buiten i.p.v. in een gebouw) dan ook de voorkeur.

Thermische opslag

Om warmte op te kunnen slaan is doorgaans een groter volume nodig dan elektriciteit, want de energiedichtheid van warm water is lager dan die van een batterij. Het grote voordeel van thermische opslagsystemen is dat zij gemakkelijk ondergronds gebouwd kunnen worden, zoals bijvoorbeeld een Warmte-Koude Opslagsysteem (WKO), of een groot ondergronds buffervat (bijvoorbeeld EcoVat). De gevolgen voor de ruimtelijke omgeving zijn dat er voldoende (ondergrondse) ruimte moet worden gereserveerd om de grote hoeveelheden warm water op te kunnen slaan. Het is hierbij van belang dat deze ruimtes nog wel bereikt kunnen worden door een (hijz)kraan voor onderhoud en vervanging van zware onderdelen.

Waterstof

Het omzetten en opslaan van elektriciteit via waterstof wordt op de korte termijn (10 jaar) niet als beschikbare opslagoptie voor Strandeiland beschouwd. Dit omdat er weinig overproductie van duurzame elektriciteit op de korte termijn wordt verwacht. Daarnaast is het rendementsverlies om elektriciteit om te zetten naar waterstof en weer terug naar elektriciteit rond de 50%. Dit is lager dan opslag door middel van lithium-ion batterijen, wat een cyclisch rendement heeft van 85%. Vanwege deze verliezen is het meestal alleen aantrekkelijk om deze energie op te slaan als er een ruim overschot is aan duurzame productie. Waterstof is wel een potentiële optie als het gaat om lange termijn en seizoensopslag, vooral omdat waterstof makkelijker voor deze termijnen kan worden opgeslagen dan energie in batterijen. We verwachten dat dit op Strandeiland de komende 10 jaar nog niet het geval is.

ICT Network

Voor zowel de elektra- als warmtedistributie-infrastructuur geldt dat het energienetwerk een verregaande mate van ICT integratie zal hebben. Alle componenten dienen bemeterd te worden en gekoppeld te worden aan een ICT-netwerk. Het integreren van transformatoren, warmtepompen, batterijen, EV-oplaadstations, WarmteOnderStations, etc. in uitgebreide ICT-systemen waar deze gemonitord en geregeld kunnen worden is een essentieel onderdeel van het ontwikkelen van de nieuwe generatie smart grids. Het is hierbij van belang om te zorgen dat deze componenten de juiste communicatieprotocollen hebben. Het aanleggen van de juiste ICT infrastructuur is dan ook van even groot belang als het aanleggen van de kabels en leidingen zelf.

Voor de sensoren, communicatieapparatuur, en regeltechniek dient extra ruimte te worden gereserveerd in de bestaande technische ruimtes van de beschreven componenten. De energiemanagementsystemen (EMS) die nodig zijn voor het regelen van de componenten kunnen zich zowel lokaal als extern bevinden.

Elektromobiliteit

Uitrusting van het distributienet

Aangezien elektrisch laden van grote invloed is op de energiehuishouding van Strandeiland, dient er op een slimme manier rekening gehouden te worden met de inpassing van elektromobiliteit in het elektriciteitsnet.

Met name op het fijnmazige straatniveau is er een groot risico tot overbelasting van het elektriciteitsnet. Over het algemeen geldt namelijk: hoe fijnmaziger het netwerk, hoe groter de invloed van variabele belasting. Netbeheerders hebben nog weinig ervaring met het grootschalig inpassen van elektromobiliteit. Hoewel de gelijktijdigheidsfactoren op onderstation niveau (~1.000 auto's) enigszins bekend zijn (ongeveer 1 kW per EV), wordt er nog weinig gekeken naar het slim optimaliseren en dimensioneren van kabelgrootte op straatniveau, waar de gelijktijdigheidsfactoren vele malen hoger kunnen liggen. Om de kosten voor het net te drukken is het dan ook aan te raden om het net zoveel mogelijk te monitoren en slim te regelen (door bijvoorbeeld variabele transporttarieven in te voeren). Hiervoor zijn waarschijnlijk extra meterkasten met sensor- en regeltechniek nodig.

Plaatsing van de parkeerplaatsen/oplaadpunten

De plaatsing van de parkeerplaatsen heeft gevolgen voor de aanleg van het distributienet.

Er is door de gemeente Amsterdam in het Stedenbouwkundig Plan Strandeiland voorgesteld om enkele 'smart mobility hubs' aan te leggen op Strandeiland, een centrale plek waar bezoekers en bewoners terecht kunnen komen voor elektrisch vervoer. De publieke laadpunten in deze hubs zijn goed geschikt voor het toepassen slim energiemanagement, omdat het over grote vermogens gaat die centraal aangestuurd kunnen worden.



2.3.9 ALGEMEEN BELEIDSIMPLEMENTATIE

Er zijn verschillende invalshoeken over hoe er een smart grid kan worden ingevoerd en worden bestuurd vanuit de overheid en andere partijen. De mate van de invloed van de markt is hierin bepalend. Het belangrijk dat de energie en infrastructuur technologie die wordt geplaatst op smart grid ready is. Dit zal moeten worden meegenomen in de tender eisen.

Vanuit de overheid is het belangrijk dat er regels worden gesteld rondom de rollen van diverse stakeholders binnen een smart grid. Hieronder is een kort overzicht gegeven van de belangrijkste stakeholders en mogelijke rollen:

- **Gemeente:**
 - » Begeleiden van verschillende partijen;
 - » Geven van advies;
 - » Bepalen van eisen in de tenders is cruciaal;

- **Netbeheerders:** Waternet and Alliander:
 - » Aanleggen smart grid ready infrastructuur;
 - » Mogelijk maken om netwerkservices te ontvangen en vergoeden;
 - » Koppelen aan marktplatformen;
- **Lokale mark** partijen (zie 2.3.7):
 - » Slim aansturen van flexibiliteit opties;
 - » Koppelen aan marktplatformen;
 - » Leveren van energiedienst;
- **Consumenten en producenten:**
 - » Toegang creëren tot een flexibele energiemarkt platform;
 - » Onderling energie kunnen kopen en verkopen.

Een verdere analyse van de rollen van deze marktpartijen binnen Strandeiland valt niet binnen de scope van dit project. Wel gaan we kort in op het Elektromobiliteitsbeleid sinds dit ook samenhangt met de fysieke inrichting voor Strandeiland.

2.3.10 BELEID VOOR ELEKTROMOBILITEIT

Zoals aangegeven in hoofdstuk 2.1 is een sterke toename in piekbelasting te verwachten als gevolg van het grote aantal EV's op Strandeiland. Het piekvermogen is bepalend voor de kosten voor het aanleggen van een distributienet: hoe groter de pieken, hoe dikker de kabels moeten zijn. In tegenstelling tot bijvoorbeeld het wegnnet, is het voor een elektrisch distributiesysteem namelijk niet of nauwelijks mogelijk om langdurige tijd overcapaciteit aan te kunnen (er is geen 'filevorming' mogelijk), omdat dan simpelweg de stoppen doorslaan. Het lokale piekvermogen is daarom een 'hard constraint' voor de zwaarte van het lokale net.

Om hoge kosten te voorkomen is het belangrijk om een goede inschatting van de piekvermogens te maken. De grote vraag bij het aanleggen van de distributie-infrastructuur voor EV's is hoe dik de kabels moeten zijn om het benodigde piekvermogen te kunnen leveren voor het laden van EV's. Het benodigde piekvermogen en de bijbehorende eisen aan de capaciteit van het distributienet zal sterk afhangen van de volgende factoren, die we voor het onderscheid hebben onderverdeeld in beleidsonafhankelijke en beleidsafhankelijke ontwikkelingen. Het beleid kan namelijk een grote invloed uitoefenen op het minimaliseren van de kosten.

Beleidsonafhankelijk:

- Technologische ontwikkeling piekvermogen oplaadpunten (zie 2.3.2.1);
- Technologische ontwikkeling van 'smart charging' (zie 2.3.2.1).

Beleidsafhankelijk:

- Aantal EV's per persoon (zie 2.1.3);
- Parkeerbeleid (aantal parkeerplaatsen en oplaadpunten);
- Verhouding publieke versus private oplaadpunten;
- Architectuur van het distributienet (zie 2.3.8);
- Plaatsing van de oplaadpunten (zie 2.3.8).

Beleidsafhankelijke ontwikkelingen voor elektromobiliteit piekvermogen

Parkeerbeleid

Het parkeerbeleid van Amsterdam heeft een grote impact op het te verwachten aantal parkeerplaatsen. Een belangrijke overweging daarbij is de installatie van oplaadpunten bij deze parkeerplaatsen. Met het oog op de toekomst (100% EV in 2040) is het verstandig om rekening te houden met 1 olaadpunt per parkeerplaats bij de aanleg van het distributienet. Deze beleidsoverweging heeft gevolgen voor de netbeheerder, die hierbij rekening zal moeten houden in de aanleg van het distributienet.

Privaat vs publiek laden

De gemeente kan een grote invloed uitoefenen op de verhouding tussen private en publieke oplaadpunten. Indien de meeste mensen hun eigen parkeerplaatsen kunnen krijgen zal ook het merendeel van het opladen privaat gebeuren. Privaat laden heeft als voordeel dat de piekvermogens per oplaadpunt lager zullen zijn (beperkte capaciteit), maar als nadeel dat er minder controle uitgeoefend kan worden op het gebruik van deze oplaadpunten. Bij publieke oplaadpunten kan de stroomtoevoer van op een slimme manier centraal geregeld worden. Private oplaadpunten zijn over het

algemeen wijder verspreid dan publieke oplaadpunten (bijvoorbeeld de Smart Mobility Hub). Hierdoor zal een groter aandeel private oplaadpunten ervoor zorgen dat het elektriciteitsnetwerk fijnmaziger aangelegd zal moeten worden. Indien het laden voornamelijk publiekelijk en centraal gebeurt, kan de stroom direct van het middenspannings (MS) netwerk getapt worden, waardoor er bespaard kan worden op de distributie infrastructuur voor het laagspannings (LS) netwerk. Een heldere visie in combinatie met een duidelijk beleid als het aankomt op de verhouding privaat vs. publiek laden kan dan ook veel kosten besparen.

Zelfrijdende deelauto's: de oplossing voor het parkeerprobleem?

Deelauto's

Een gemiddelde auto staat meer dan 90% van de tijd stil, en neemt daarbij kostbare parkeerruimte in - zeker in Amsterdam. Door auto's te delen, kan het gebruik van een auto sterk geoptimaliseerd worden, waardoor er minder auto's - en dus parkeerplekken - per inwoner nodig zijn. Er zijn hierbij twee modellen mogelijk:

- Semi-publiek: het delen van een auto samen met enkele vrienden of burens;
- Publiek: openbare deelauto's die door iedereen te gebruiken zijn (zoals bijv. Car2Go).

Beide modellen zorgen voor een reductie in het aantal benodigde parkeerplekken, maar niet in de totale benodigde energie. De grootte van de parkeerplekreductie hangt af van de populariteit van

de deelauto. Indien mensen massaal overstappen op (semi-)publieke deelauto's dan zou het aantal benodigde parkeerplekken makkelijk twee keer zo laag kunnen zijn, waardoor er meer openbare ruimte vrijkomt en er een leefbaardere buurt ontstaat.

Zelfrijdende auto's

Hoewel zelfrijdende auto's nu nog geen mainstream zijn, gaan de ontwikkelingen erg snel. Het is niet ondenkbaar dat in 2030 het merendeel van de auto's die verkocht wordt in staat is zichzelf te vervoeren en parkeren. Deze ontwikkeling is in staat om de parkeerdruk nog verder te verlagen. Zelfrijdende auto's zouden namelijk zichzelf kunnen verplaatsen naar parkeerplekken buiten het gebied (zoals de smart mobility hubs), waarin centrale laadinfrastructuur op een goedkope en efficiënte manier de auto's laadt. Zodra de auto's via een app opgeroepen worden om voor te komen rijden, zullen ze zich naar de gebruiker begeven. Op deze manier kunnen er nog meer parkeerplekken vrijgemaakt worden.





2.3.11 CONCLUSIES

Smart grids dragen bij aan een duurzaam energiesysteem en zorgen ervoor dat energieneutraliteit op Strandeiland mogelijk wordt. De volgende punten zijn belangrijk rond het thema smart grid implementatie op Strandeiland:

- Smart grids kunnen vele energiediensten leveren waarvan de behoefte in de toekomst alleen maar gaat toenemen. Dit zorgt niet alleen voor een stabiel netwerk, maar er kan ook geld aan verdiend worden zodat de gehele business case voor neutraliteit op systeemniveau aantrekkelijker en realiseerbaar wordt;
- De technische potentie van smart grids is de energie flexibiliteit die kan worden geleverd. Het slim laden van elektrische auto's heeft de meeste potentie. Dit kan zorgen voor een piek reductie van 10 MW. Daarnaast kan de centrale warmtepomp gecombineerd met de WKO flexibel worden ingezet. Als laatste kan zowel batterijen in de afzonderlijke woningen alsmede gezamenlijke buurt-batterijen voor verdere flexibiliteit zorgen om de duurzaamheidsambitie op het Strandeiland te waarborgen. Dit door het aandeel zonne-energie dat direct geconsumeerd te verhogen;
- De smart grid diensten zorgen ervoor dat er meer lokaal geproduceerde duurzame energie kan worden gebruikt. Dit kan zorgen voor 20% reductie in CO₂-emissies;
- Door middel van een lokaal markt platform kan er financiële waarde worden gegenereerd uit de verschillende smart grid diensten. Tevens zorgen deze diensten voor ondersteuning van het lokale en centrale landelijke elektriciteit systeem;
- De ruimtelijke eisen voor het inpassen van smart grid zijn zeer klein. Om een smart grid te realiseren zijn er diverse aanpassingen nodig, zoals extra sensoren, ICT/communicatieapparatuur en extra meterkasten/ regelhuisjes/ technische ruimtes. Belangrijk is echter wel dit van tevoren gedetailleerd uit te werken nu de kans bestaat dit direct goed in te regelen en af te stemmen met de traditionele stakeholders zoals de gemeente zelf en de netbeheerders;
- Het van belang dat beleid wordt gemaakt en wordt uitgevoerd die het implementeren van een smart grid ondersteunt. Onderdeel daarvan is het opnemen van de juiste criteria en daar navolging op geven in de tenders die worden uitgezet voor de realisatie van Strandeiland. Door invloed uit te oefenen op de architectuur van bijvoorbeeld de parkeerplekken en oplaadpunten dalen de sociale kosten voor het aanleggen van een het elektriciteitsnetwerk;
- Om een verdere conclusies te over de financiële consequenties, de ruimtelijke inpassing, een implementatieplan voor smart grid, inclusief een governance model van de stakeholders is een meer gedetailleerde analyse benodigd, op basis van de werkelijke uiteindelijke energievraag en opwek (nadat het stedelijke bouwkundig plan is vastgesteld), het beleid is vastgesteld, en met deze beide de aannames uniform en eenduidig zijn. Op basis daarvan kunnen dan een analyse worden uitgewerkt en keuzes worden voorgelegd over hoe deze technisch, organisatorisch en in de ruimtelijke omgeving in te passen op Strandeiland.

2.4 COMBINEREN MET ANDERE AMBITIES

De ambitie energieleverend Strandeiland heeft invloed op het gebruik van gebouwen en gebied. Andere ambities vereisen ook een bepaald ruimtegebruik waardoor afstemming hierover noodzakelijk is. Het gaat met name om de ambitie voor toepassing van groen in het straatbeeld (bomen) en het realiseren van groene daken om water op te vangen (wateropgave).

Groen dak

Het dakoppervlak is zonder meer nodig om de energieambitie te vervullen. Waar geen zonne-energie geplaatst kan worden is ruimte voor een groen dak. Dit zijn met name resthoekjes en eventueel loopruimte, ook zijn er enkele marktoplossingen waarbij zonnepaneel dakconstructies met een volledig groen dak mogelijk is. Dit soort oplossingen zorgen ervoor dat compromisloos voldaan kan worden aan beide doelstellingen. Bij een gecombineerde optie groen dak en zonnepanelen kan niet het volledige dakoppervlak benut worden voor zonnepanelen, dit heeft impact op de energieopbrengst en daarmee op de rest opwekplaat in het gebied. Afbeelding 2.13 toont een voorbeeld van een dergelijke inpassing bij een oost/west-opstelling.

Belangrijk is om bij dit soort inpassing rekening te houden met de gewashoogte in verband met schaduwwerking op de zonnepanelen.

Wateropvang op daken

Een groen dak vervult tevens de functie van wateropslag. Het groene dak kan worden opgebouwd uit voorgekweekte kratten of inserts, de kratten dienen als substraat voor de beplanting en houden water vast. Deze kratten kunnen tussen het zonne-energiesysteem worden geplaatst zodat het dak energie opwekt én water vasthoudt. De opvangcapaciteit wordt dan nauwelijks beïnvloed door de zonnepanelen.

Begroeiing

De plaatsing van hogere begroeiing of bomen kunnen zorgen voor schaduw op zonne-energiesystemen, wat zorgt voor significante reductie van energieopbrengst. Bij keuze van beplanting moet rekening gehouden worden met deze hoogte. Met name bij gebouwgeïntegreerde oplossingen, zoals zonne-energie op gevels, is schaduwwerking van begroeiing een risico. Voor zonnepanelen op daken is het van belang dat de bomen ten zuiden, oosten en westen van de gebouwen niet hoger dan de dakrand groeien. Wanneer er zonne-energie op gevels wordt geplaatst (waarschijnlijk op zuidgevel) dienen bomen ten zuiden niet hoger dan deze systemen te komen. Het groenprogramma en het woningbouwprogramma inclusief energieopwekking kan worden getoetst op schaduw effecten door een schaduwanalyse uit te voeren. Uit deze studie kunnen ook optimalisaties volgen voor efficiëntere indeling van groen en zonnepanelen.

Groene gevels

Op de gevels waar de meeste zon op valt, is het zowel wenselijk om zonne-energie op te wekken als groene gevels toe te passen om het hitte-eiland-effect te verminderen. In paragraaf 5.2 wordt dieper ingegaan op het thema hitte. Hier is ook te lezen dat de impact van groene gevels kleiner is dan de impact van groen op maaiveld, omdat groen met name een verkoelend effect heeft op de hoogte waarop het wordt toegepast. Op lagere delen (begane grond) kan daarom wel ingezet worden op groene gevels. Gaat het om zonne-energie, dan zijn juist de hogere gevels hiervoor geschikt vanwege de zoninval. De ambitie groene gevel en gevel met zonnepanelen zijn dan ook goed te combineren.



Afbeelding 2.13 Combinatie zonnepanelen en groen dak.

2.5 VOORWAARDEN AAN GEBIED EN GEBOUWEN

De wens om een energieleverend Strandeiland te realiseren vereist bepaalde voorwaarden aan het gebied en aan de gebouwen. De energievraag van de omgeving, de gebouwen en mobiliteit bepaalt in grote mate hoeveel duurzame energieopwek nodig is. Een energieneutrale omgeving vraagt om optimaal en maximaal gebruik van gebouwen en omgeving.

In de gebouwde omgeving is zonne-energie de meest praktisch inpasbare manier van elektrische energieopwek. Grootschalige windenergie is te ingrijpend (>1 MW), en microwindturbines (urban wind <5 kW) hebben bewezen een onvoldoende opwekpotentieel. De gemiddelde windsnelheid op 20 meter hoogte is 6,0 m/s (RVO, windviewer), daarmee zou het mogelijk zijn een middelgrote windturbine te plaatsen van rond de 10 kW met een ashoogte van rond de 20 meter. Een uitgebreide berekening

moet aantonen of dit rendabel kan zijn, de gebouwde omgeving kenmerkt zich door turbulentie wat niet ten goede komt aan de opbrengst. Ook het visuele aspect is belangrijk, een snel draaiende windturbine kan als erg onrustig worden ervaren. Op dit moment ligt de focus dan ook op zonne-energie als haalbare en belangrijkste energiebron voor Strandeiland.

De integratie van zonne-energie op daken (Building Attached PV, ook wel BAPV) is al veel te zien op bestaande en nieuwe gebouwen. De integratie van zonne-energie in façades en daken (Building Integrated PV, ook wel BIPV) is in opkomst en gaat een belangrijke rol spelen voor hoogbouw om te voldoen aan energieprestatienormen en ambities (BENG). Voor niet-gebouwgebonden energiegebruik wordt ook naar het opwekpotentieel van het omliggende gebied gekeken, zoals zonne-energie op parkeerplaatsen, op velden en op water.

2.5.1 Volgorde gebruik ruimte

Binnen het stedelijk ontwerp kan rekening gehouden worden met een volgorde in de toepassing van zonne-energie. De volgorde is gebaseerd op gemak van toepassing en multifunctioneel ruimtegebruik:

1. Benut dakoppervlak;
2. Benut geveloppervlak;
3. Benut openbare ruimte waar een overkapping mogelijk is (carpool, trottoirs, OV haltes);
4. Aanvullingen vanuit het gebied (veld of drijvend).

De volgende randvoorwaarden zijn van toepassing voor zonne-energie op daken en gebouwen:

- Realiseer een oost/west opstelling op platte daken om de opbrengst per m² te maximaliseren. Een oost/west opstelling zorgt niet voor de hoogste energieopbrengst per zonnepaneel, maar wel voor de hoogste opbrengst per m² dakoppervlak;
- Waar mogelijk zonne-energie op schuine daken toepassen, mijd daarbij de schuine daken tussen noordwest en noordoost;
- Schuine daken zo plaatsen dat het vlak georiënteerd is op het zuiden;



Afbeelding 2.14 Voorbeeld van een oost/west opstelling (links) en een schuin dak opstelling (rechts).

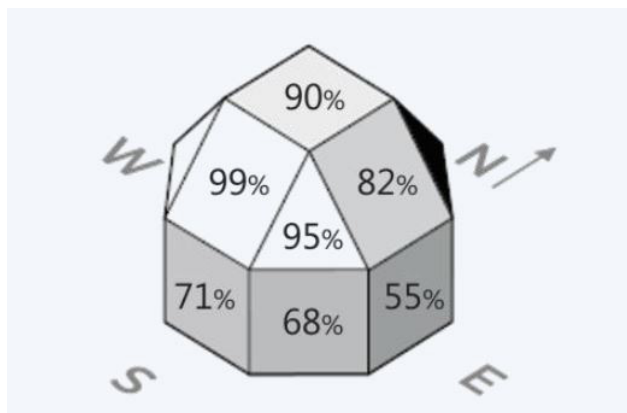
- Plaats dak-elementen (zoals afvoer of installaties) aan de randen zodat een zo groot mogelijk vlak overblijft voor zonne-energie;
- Tracht het maximaal dak-potentieel in het stedelijk ontwerp te passen;
- Houd rekening met opstelplekken voor omvormers en bekabeling.
- Voorkom dat omliggende gebouwen een schaduw werpen op de zon georiënteerd dakoppervlak;
- Bomen aan de zuid- of westzijde van woningen hebben een gunstig effect op de warmte en koude-vraag van de woningen. Pas bomen toe die niet hoger reiken dan de dakgoot om planschade door verminderde opbrengst van zonnepanelen te voorkomen.

De ambitie energieneutrale gebouwen, niet per individueel gebouw, ligt onder handbereik met inzet van de daken. De totale opwekcapaciteit van zonne-energie op daken ligt tussen de 50,9 en 57,3 GWh/jaar.

Geveloppervlak

Steeds vaker worden ook de gevels van gebouwen ingezet voor de opwek van duurzame energie. Dalende kosten en betere en mooiere integratiemogelijkheden van zonne-energie maken BIPV voor façades een reële optie om de energieprestatie van een gebied of gebouw te verbeteren. De plaatsing van zonne-energie op verticale vlakken zorgt voor een vermindering in opbrengst ten opzichte van een optimale plaatsing (zuidgeoriënteerd, 35 graden), de percentages opwek zijn te zien in de onderstaande afbeelding.

De opbrengsten, wanneer op het zuiden georiënteerd, liggen zo'n 30% lager ten opzichte van een reguliere zonne-energie installatie. Uitwijken naar oost- en westgevels kan, maar alleen als het nodig is om bijvoorbeeld de taakstelling te halen.



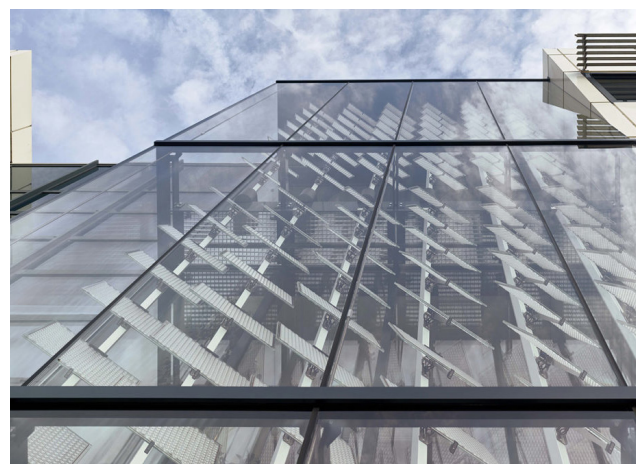
Afbeelding 2.15 relatieve opbrengsten zonne-energie ten opzichte van een optimale oriëntatie en hellingshoek.

Er zijn diverse technische mogelijkheden om zonne-energie in façades van gebouwen te integreren. Doorgaans bestaan BIPV-oplossingen uit rechte delen (rechthoeken). Oplossingen kunnen onderdeel zijn van de thermische schil van een gebouw wat eisen stelt aan de isolatiewaarden van een paneel. Andere oplossingen zijn makkelijker in te passen, zoals glas-glas zonnepanelen als balkonbalustrade of vliesgevel.



Afbeelding 2.16 Voorbeelden van BIPV-oplossingen.

BIPV kan ook dienen als zonwering voor zuidgevels, om directe instraling te voorkomen. Een voorbeeld van dit soort technologie is Lumiducts waarbij meedraaiende zonnepanelen directe zoninstraling voorkomen maar toch voldoende licht doorlaten om de achterliggende ruimtes te belichten, zie afbeelding 2.17.



Afbeelding 2.17 Voorbeeld van BIPV Lumiduct gevel.



Afbeelding 2.18 Voorbeelden van drijvende zonne-energie systemen.

De volgende randvoorwaarden zijn van toepassing op BIPV in façades:

- Tracht de zuidgevels vrij te houden voor zonne-energie voor gebouwen met 3 of meer bouwlagen;
- Houd in het groenprogramma rekening met gebouwen waar BIPV wordt toegepast in verband met schaduwwerking van bomen;
- Hogere gebouwen zijn het meest interessant en hebben ook het minst dakoppervlak in relatie tot gebruiksoppervlak, waardoor energieprestatieplichtingen (BENG3) beter te realiseren zijn met façade-oppervlak;

Potentieel

In de Pampusbuurt is circa 25% van het geveloppervlak geschikt voor BIPV zonder rekening te houden met bomen, een overzicht van dit oppervlak is terug te zien in paragraaf 2.6. Van dit geveloppervlak kan ongeveer 50% effectief worden ingezet in verband met ramen en deuren. De bouwhoogte in de Muiderbuurt is een stuk lager (± 3 bouwlagen) waardoor BIPV voor deze buurt niet als een reële optie wordt gezien. De voorziene hoogbouw in het westen van de Pampusbuurt heeft daarentegen zeer veel potentie.

Openbare ruimte en gebied

Naast opwekpotentieel op gebouwen kan ook de openbare ruimte en het omliggende gebied ingezet worden voor energieopwekking. Om de ambitie energieleverend Strandeiland te realiseren is dit ook nodig. De beschikbare ruimte in het plan bepaalt welke opties tot de mogelijkheid behoren. Enkele ideeën, waarvan het potentieel nog niet bekend is, zijn zonne-energie op:

- Overdekte tram- en bushaltes;
- Overdekte parkeerplaatsen bij woningen, openbare parkeerkoffers en carpoolplekken;

- Gedeeltelijke overdekking van trottoirs of strandboulevards;
- Zonne-energie in bestrating, zoals SolaRoad of SolarPath.

Extra energie zou kunnen worden opgewekt met een zonnepark rondom Strandeiland, bijvoorbeeld middels een drijvend zonnepark. Dit kan gerealiseerd worden ten zuiden van of ten oosten van Strandeiland, deze locaties liggen echter buiten de gemeentegrens. Een zonnepark tussen Strandeiland en Buiteneiland kan ook als mogelijkheid worden gezien. Vanzelfsprekend moet een drijvend zonnepark geen hinder of belemmeringen veroorzaken voor recreatie rondom Strandeiland.

Er zijn diverse marktoplossingen beschikbaar om een drijvend zonnepark te realiseren. Voorbeelden zijn te zien in afbeelding 2.18.

De volgende randvoorwaarden zijn van toepassing voor zonne-energie op openbare ruimte en gebied:

- Reserveer expliciet ruimte in het stedenbouwkundige plan voor (grootschalige) opwek van duurzame energie zodat de ambitie energieleverend haalbaar blijft, zoals drijvende zonne-energie;
- Probeer straatmeubilair en andere openbare plekken zo in te richten dat duurzame energieopwekking mogelijk is;
- Houd rekening met aansluitcapaciteit voor grootschalige energieopwekking;

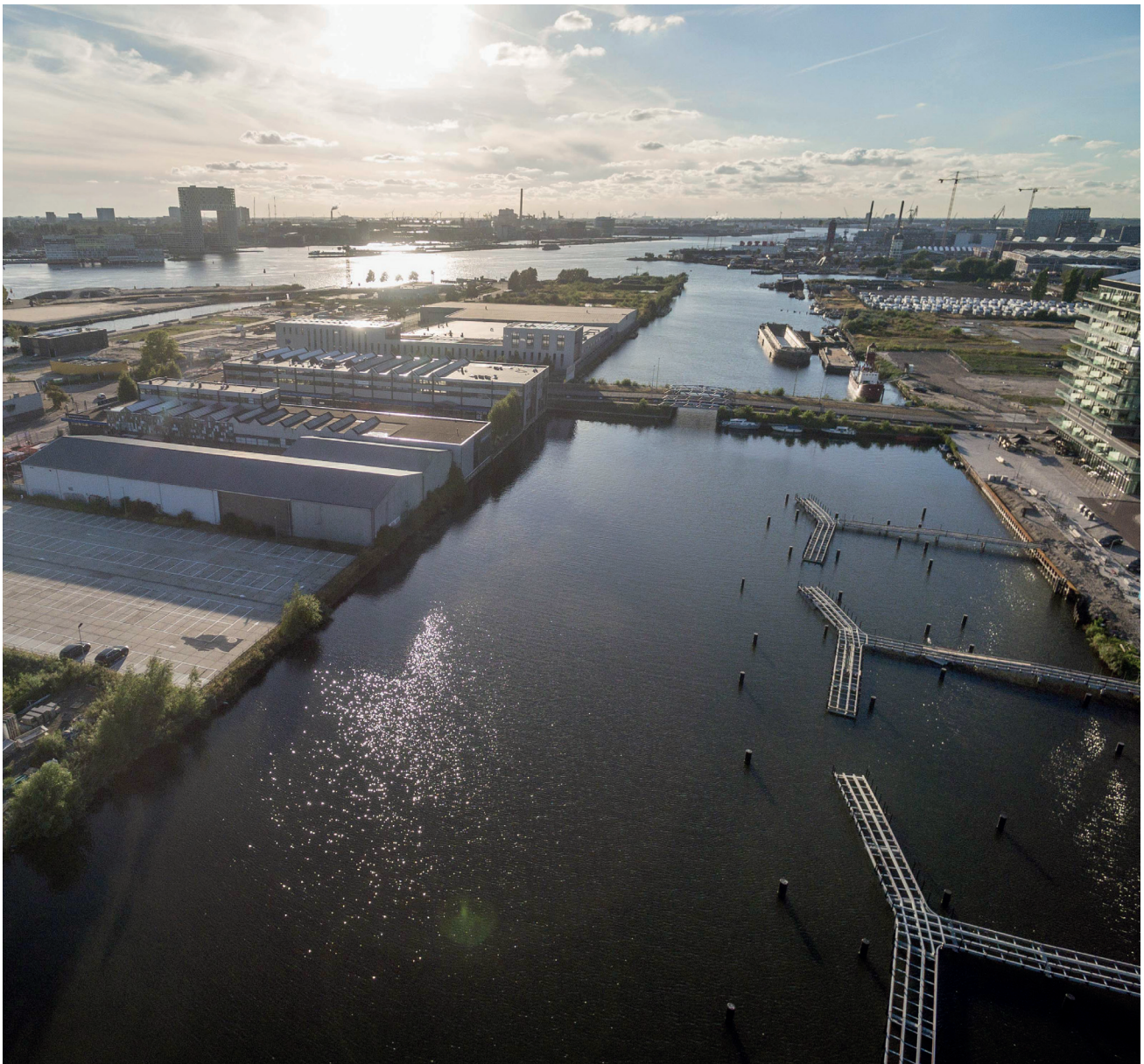
Energieoplossingen in het gebied zijn nodig om de energie-ambitie van Strandeiland te verwezenlijken.

Drijvende zonne-energie stand van techniek en ecologie

Op dit moment doet het consortium Zon op Water een pilotstudie op de Slufter naar 4 verschillende drijvende zonne-energie systemen. Onder de doelen is het aantonen van de haalbaarheid van drijvende zonneparken op een golfslagcategorie 2 locatie. Waterbassins vormen de eerste categorie, gevolgd door categorie twee met drinkwaterbassins, zandwinputten en de Slufter en categorie drie zijn open wateren zoals het IJsselmeer, het Markermeer en grote rivieren. Het IJmeer kan gezien worden als een categorie drie locatie, waardoor het nog onduidelijk is of de nu verkrijgbare systemen geschikt zijn voor het IJmeer. Er zijn diverse initiatieven voor

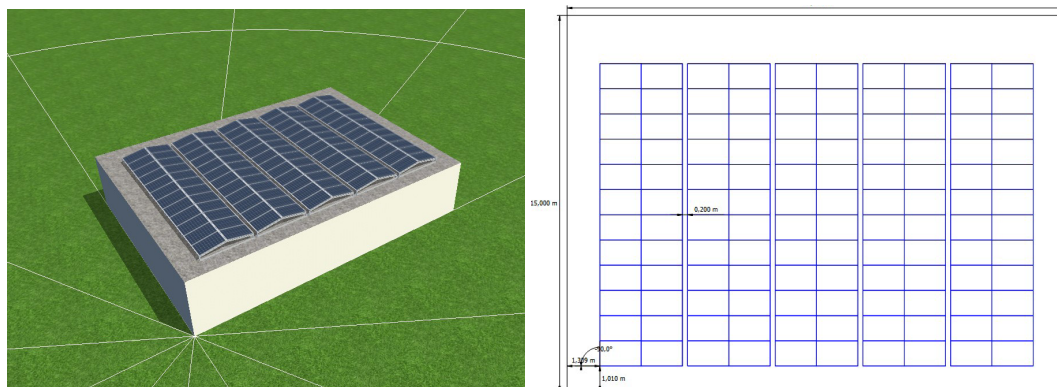
offshore drijvende zonne-energie. De verwachting is dat de aankomende jaren drijvende zonne-energie systeem meer mainstream worden en tegen 2025-2030 haalbaar en maakbaar is voor het IJmeer.

Een drijvend zonne-energie systeem verlaagt de hoeveelheid zonlicht dat het wateroppervlak bereikt. Dit beïnvloedt mogelijk de ecologische omstandigheden onder het drijvende zonnepark. Een ecologisch onderzoek en een toets op soortenbescherming is noodzakelijk om te beoordelen welke impact een drijvend zonnepark heeft op flora en fauna. Ook is systeemkeuze hier belangrijk, diverse systemen laten licht door tussen de rijen panelen.

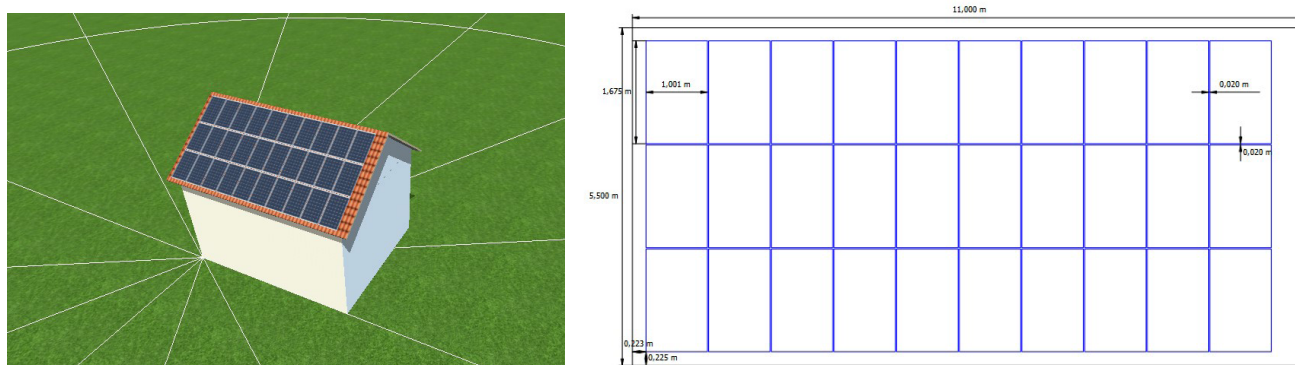


2.6 RUIMTELIJKE IMPACT

In deze stap visualiseren we de hiervoor genoemde voorwaarden aan gebied en gebouwen en laten we de ruimtelijke impact van maatregelen zien.



Afbeelding 2.19 Voorbeeld van zonne-energie installatie in oost/west opstelling op een platdak.²⁰



Afbeelding 2.20 Voorbeeld van zonne-energie installatie in zuid-opstelling op een schuin dak.²⁰

Dakoppervlak

Reguliere zonnepanelen hebben een afmeting van 1,65 x 1,00 meter. Afhankelijk van het dakoppervlak kunnen deze in portret of in landschap positie worden geplaatst. De volgende afbeeldingen visualiseren een typische opstelling op een platdak en op een schuindak.

Geveloppervlak

De ruimtelijke impact van BIPV heeft voornamelijk zijn weerslag op het gebouwontwerp. Een gebouw waarbij BIPV wordt toegepast moet zo worden ontworpen dat op een effectieve manier zonne-energie wordt opgewekt, dit zal dan ook een leidend principe moeten zijn in de ontwerpfase. Voor de Pampusbuurt is gekeken naar het theoretisch potentieel van BIPV, het resultaat van deze analyse is te zien in afbeelding 2.21. Circa 25% van het

totale geveloppervlak ontvangt meer dan 500 kWh aan instraling per m² per jaar.

Het toepassen van BIPV heeft impact op de ruimtelijk kwaliteit en het aanzicht en identiteit van een wijk of gebouw. Goede architectonische inpassing is dan ook belangrijk. De integratie van BIPV op gevels of glas kan in diverse vormen. Dit is weergegeven afbeelding 2.22 en komt uit een studie van Berenschot (2015).

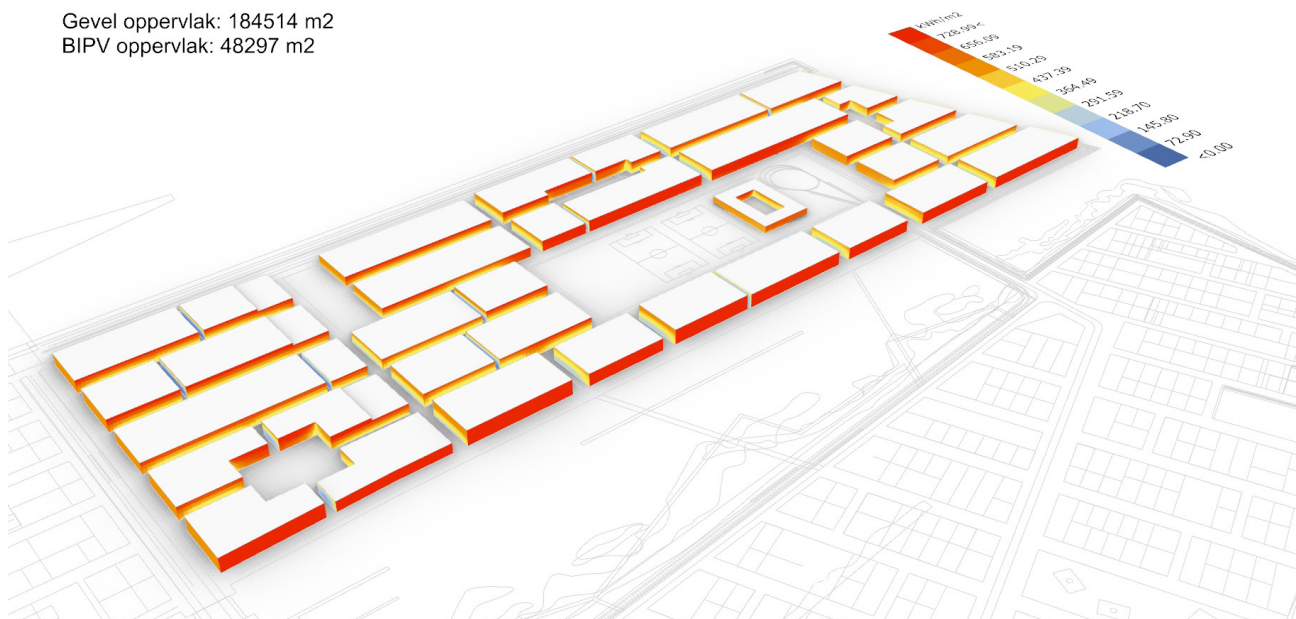
Zonne-energie in gebied

Op Strandeiland zelf is weinig ruimte voor een grondgebonden zonnepark, een drijvend zonnepark is een optie om tot meer opwekcapaciteit te komen. Afbeelding 2.23 toont de afmeting van een drijvend zonnepark van 6 en van 0,26 hectare boven Strandeiland.

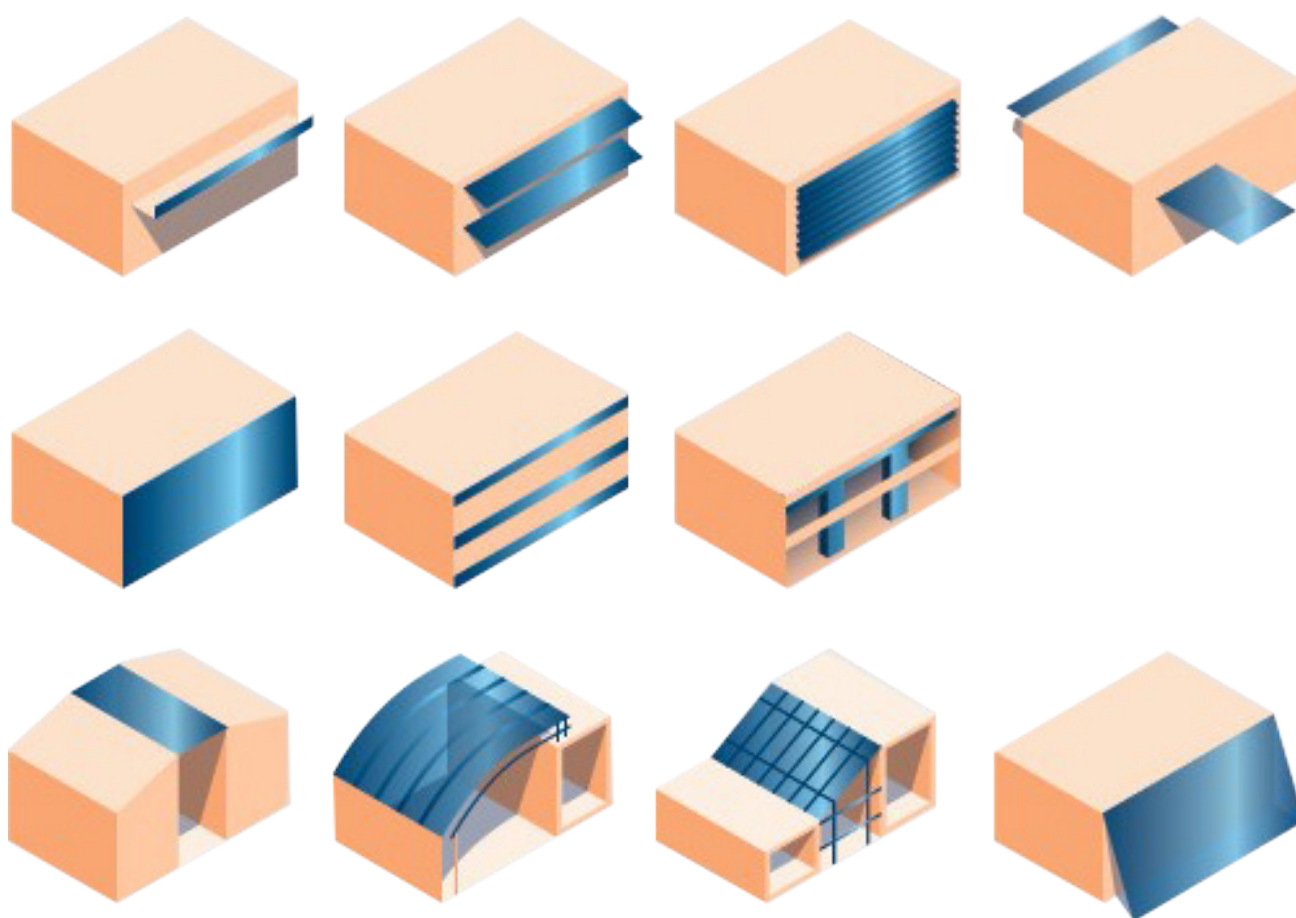
²⁰ Op een plat dak dient rekening gehouden te worden met voldoende loopruimte rondom de zonne-energie installatie, daarvoor is 0,5 tot 1,5 meter vanaf de dakrand voldoende.

²¹ Wanneer zonnepanelen bovenop dakbedekking, zoals dakpannen, geplaatst wordt moet ook afstand tot de dakrand worden gehouden, 20 centimeter is daarvoor voldoende. Wanneer de daken een integraal zonne-energie systeem worden ontworpen hoeft dit niet.

Gevel oppervlak: 184514 m²
BIPV oppervlak: 48297 m²



Afbeelding 2.21 Pampusbuurt met jaarlijkse instraling op gevel.



Afbeelding 2.22 Voorbeelden van BIPV in gevels en glas.



Afbeelding 2.23 Overzicht Strandeiland met drijvend zonnepark aan de noordzijde

2.7 GLOBALE FINANCIËLE INSCHATTING

Een globale schatting van de kosten met betrekking tot de energievraag, energieopwek, energietransport en smart grid zijn weergegeven in deze paragraaf. Deze nummers zijn een eerste globale inschatting en zijn daarom zeer onzeker. Voor een meer gedetailleerde kostenanalyse is verder onderzoek nodig. Hierin kunnen toekomstige scenario's voor energiekosten en investeringskosten voor duurzame energie geanalyseerd worden.

2.7.1 KOSTEN JAARLIJKSE ELEKTRICITEITSVRAAG

We nemen aan dat de kosten van elektriciteit (inclusief belasting) 0.2 euro per kWh bedragen voor residentiële gebruikers. Voor commerciële gebruikers is de prijs afhankelijk van het totale jaargebruik. Dit varieert tussen de 0.06 en 0.2 euro per kWh voor commerciële gebruikers.²² Dit laatste type gebruikers betaald minder energiebelasting, en heeft daarom een goedkoper tarief.

We nemen een gemiddelde tarief aan van 0.10 euro per kWh voor commerciële partijen. Voor het laden van elektrische auto's wordt 0.3 euro per kWh aangenomen.²³ Dit bedrag is hoger doordat bedrijven die de laadpalen plaatsen en beheren vragen om de kosten te dekken voor deze diensten. Deze aannames zijn gebaseerd op de huidige tarieven voor elektriciteit. Voor het opwekken van warmte en koude via de centrale warmtepomp is een hoog jaarverbruik nodig. Daarom nemen we een elektriciteitstarief van 0.06 euro per kWh aan. Dit tarief

²² OCBS statline, Aardgas en elektriciteit, gemiddelde prijzen van eindverbruikers.

²³ <https://www.flowcharging.com/tarieven-openbaar-laden/>

wordt ook aangenomen voor het elektriciteitsgebruik voor openbaar vervoer (OV), OVL, en VRI.

Een overzicht van het eindverbruik van elektriciteit per tarief is weergegeven in tabel 2.17. Een overzicht van de daaropvolgende kosten is weergegeven in tabel 2.18. Deze kosten zijn grafisch weergegeven in afbeelding 2.24

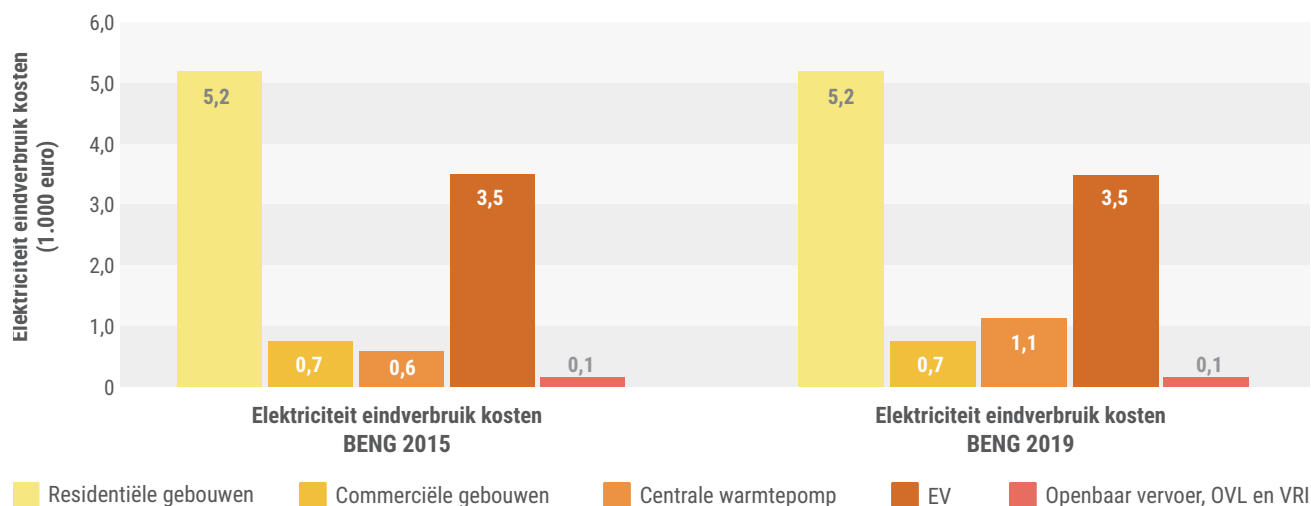
De jaarlijkse kosten voor elektriciteit bedragen in dit geval 10,1 miljoen euro in geval van BENG 2015 en 10,7 miljoen euro in geval van BENG 2019. De energiekosten van het opwekken van de warme en koude via de centrale warmtepomp en de WKO worden doorberekend aan de eindgebruiker, via de afnamen van deze de warmte en koude.

Tabel 2.17 Overzicht of het jaarlijks eindverbruik van elektriciteit per tarief classificatie.

	ELEKTRICITEIT EINDVERBRUIK BENG 2015	ELEKTRICITEIT EINDVERBRUIK BENG 2019
	[GWh]	[GWh]
Residentiële gebouwen	26,0	26,0
Commerciële gebouwen	7,4	7,4
Centrale warmtepomp	9,8	18,4
EV	11,6	11,6
Openbaar vervoer, OVL en VRI	2,5	2,5
Totaal	57,2	65,9

Tabel 2.18 Jaarlijkse kosten van elektriciteit

	ELEKTRICITEIT EINDVERBRUIK BENG 2015	ELEKTRICITEIT EINDVERBRUIK BENG 2019
	[GWh]	[GWh]
Residentiële gebouwen	5,2	5,2
Commerciële gebouwen	0,7	0,7
Centrale warmtepomp	0,6	1,1
EV	3,5	3,5
Openbaar vervoer, OVL en VRI	0,1	0,1
Totaal	10,1	10,7



Afbeelding 2.24 Eindverbruik kosten voor elektriciteit met het BENG 2015 en het BENG 2019 voorstel in miljoen euro.

2.7.2 INVESTERINGSKOSTEN ENERGIEOPWEK

De investeringskosten voor duurzame energie zijn de kosten voor zonne-energie systemen en de centrale warmtepomp. De kosten voor de nieuwe sanitatie en de brandstofcel zijn hierin niet meegenomen. Tevens geldt hier dat het gaat om een globale schatting en dus kunnen de werkelijke kosten anders uitvallen.

We gaan uit dat dat zonne-energie systemen grootschalig op de woningen en kantoren worden geïnstalleerd. De kosten voor deze grootschalige zonne-energie bedragen ongeveer 0,8 miljoen euro per MWp (800 euro /kWp). Doordat we uitgaan van deze schaalgrootte is er geen prijsverschil aangenomen voor PV op residentiële en commerciële gebouwen. Als vergelijk, voor een kleine particulier PV-systeem is de prijs 1.200 euro per kWp. In

geval van BENG 2015 is er 69 MWp aan PV geïnstalleerd vermogen nodig om te voorzien in een totaal energieleverend Strandeiland. Voor BENG 2019 stijgt dit naar een vermogen van 79,8 MWp op daken. Hierbij is de aannamen dat deze vermogens zijn geïnstalleerd op het dak, de gevel en, als nodig op een drijvend zonnepark. Er wordt aangenomen dat deze opwek wordt ingevuld wordt met zon op water en zon op gevel, als met dezelfde kosten voor zon als zon op dak.

De kosten voor de centrale WKO met warmtepomp bedragen 0,3 miljoen euro /MWt. In geval van BENG 2015 is een thermisch piekvermogen van 37 MW verwacht, en in geval van BENG 2019 is dit 80 MW. We nemen hier een piek tot gemiddelde ratio aan van 10. Dit resulteert in de kosten weergegeven in tabel 2.18. De investeringskosten van de technologie zijn in de meeste gevallen voor de energieproducent. De totale investeringskosten voor de WKO en PV systemen zijn tussen de 53 en 88 miljoen euro afhankelijk van het scenario.

Tabel 2.19 energie investeringskosten voor energieopwek.

	PV-SYSTEMEN	WKO	TOTAAL
BENG 2015 energieneutraal	41,9	11,2	53,2
BENG 2015 energieleverend	55,2	11,2	66,4
BENG 2019 energieneutraal	50,6	23,9	74,5
BENG 2019 energieleverend	63,8	23,9	87,7

²⁴ Advies SDE+najaar 2018, planbureau voor de leefomgeving, 2018.

2.7.3 INVESTERINGSKOSTEN ENERGIE TRANSPORT

Op Strandeiland gaan we uit van 8.000 residentiële connecties en 500 commerciële connecties aan het warmte en koudenet. De kosten van deze netten zijn hieronder globaal geschat. We nemen aan dat het warmte en koudenet in een vroeg stadium wordt ingepland op Strandeiland, voor een zo laag mogelijke aanlegkosten. De kosten voor een warmtenet in een nieuwbouwgebied zijn geschat 8.000 per aansluiting.²⁵ De kosten voor het aansluiten op het koudenet zijn

ongeveer 30% lager.²⁶ Dit komt neer op 5.600 euro per aansluiting. Deze kosten zijn lager doordat er minder isolatie en er meestal geen afleverset nodig is. De totale kosten voor het aanleggen van de infrastructuur voor de transport van warmte worden geschat op 68 miljoen euro. Voor het transporteren van de koude is er een geschatte investering nodig van 48 miljoen euro. Deze kosten zijn voor de warmte en koude net operator, bijvoorbeeld Waternet. De kosten voor het elektriciteitsnet op Strandeiland zijn zeer afhankelijk van de aannames die onder andere Alliander maakt, en zijn daarom niet verder uitgewerkt in dit rapport.

2.7.4 INVESTERINGSKOSTEN SMART GRID INFRASTRUCTUUR

De investeringskosten voor een smart grid zijn vooral gerelateerd aan de benodigde infrastructuur (software en hardware) om apparaten slim aan te sturen (bijvoorbeeld batterijen of laadpalen). Schattingen voor deze hardware kosten bedragen tussen de 150 euro en 300 euro per apparaat, of per cluster van apparaten. Het clusteren van apparaten zorgt voor minder kosten, maar dan moet er wel een netwerk liggen om deze te kunnen bedienen. Voorbeelden van clusters zijn bijvoorbeeld een cluster van boosterwarmtepompen in het appartementen gebouw, of een laadlocatie waar meerdere elektrische auto's slim kunnen worden geladen. Kosten voor energieopslag door middel van batterijen liggen rond de 400 euro per kWh opslagcapaciteit (buurt batterijen, lithium-ion). De verwachting is dat deze kosten dalen in de toekomst door een groeiende vraag naar energieopslag.

Software kosten kunnen gefinancierd worden via meerdere opties. Het is mogelijk om dit te vergoeden door middel van licenties of abonnementen. De kosten voor deze abonnementen hangen af van de services die geleverd worden. Zowel de hardware als de software kosten worden terugverdiend door het leveren van smart grid diensten. Bijvoorbeeld doordat er minder investeringen nodig zijn voor het elektriciteitsnetwerk. Via deze diensten dalen uiteindelijk de energiekosten voor de eindgebruiker.

Een grove schatting voor de smart grid ICT infrastructuur liggen tussen de 3 en 6 miljoen euro. Deze kosten zullen worden terugverdiend door de verschillende smart grid services, die zijn verklaard in hoofdstuk 2.3.2. De kosten voor batterij opslag worden geschat op 400 euro per kWh. Voor meerdere uren opslag van de zonne-energie piek productie op Strandeiland zal een batterij van tussen de 50 tot 100 MWh nodig zijn. De kosten hiervan zullen dan liggen tussen de 20 en 40 miljoen euro. Deze batterij wordt ook ingezet om de piekvraag van de elektrische auto's en de warmtepomp te reduceren. De kosten voor batterij opslag worden ook terugverdiend door de smart grid services die worden geleverd. Daarnaast kan de warmtepomp piek ook worden verlaagd door middel van thermische opslag. De kosten hiervoor zijn geschat tussen de 5 en 15 miljoen.

Deze onderdelen zorgen voor een totale kosten inschatting van tussen de 28 en 61 miljoen. Dit resulteert in een gemiddelde van 45 miljoen euro, inclusief voor batterij opslag en warmteopslag.

Een uitgebreide kostenanalyse kan pas worden uitgevoerd wanneer er specifieke data beschikbaar is over de infrastructuur van het elektriciteitsnet. Bijvoorbeeld data over de locaties en capaciteiten van de zonne-energie installatie en laadpalen, maar ook de informatie over kabels en transformatoren. Deze data is ook nodig om te bepalen hoeveel een smart grid dienst kan bijdragen aan een reductie van energie en netwerkkosten.

²⁵ Vereffenen kosten warmtetransitie Kostentoedeling in de warmtetransitie, CE Delft, 2018.

²⁶ Energiekosten nieuwbouw woningen Uniforme bepalingsmethodiek, DPA, 2014.

2.7.5 CONCLUSIE

Er is een eerste globale indicatie gemaakt van de verbruikerskosten van elektriciteit, de investeringskosten van duurzame energie opwek technologieën, en de smart grid investeringskosten. Deze kosten zijn zeer onzeker en puur ter indicatie gegeven. Met de huidige energieprijzen zullen de totale jaarlijkse elektriciteitskosten rond de 10,1 miljoen liggen in geval van BENG 2015 en rond de

10,7 miljoen in geval van BENG 2019. Deze kosten zijn zeer onzeker en ruim ingeschat. De investeringskosten voor duurzame energie opwek worden geschat tussen de 53 en 88 miljoen euro, afhankelijk van de duurzaamheidsdoelstellingen en de BENG norm. De kosten voor het warmtenet worden geschat op 68 miljoen en het koudnet op 48 miljoen. Kosten voor de smart grid infrastructuur en batterijopslag plus warmteopslag worden geschat rond 45 miljoen euro.

Samenvatting duurzame energie

Ambitie gemeente

- Energieneutraal of energieleverend Strandeiland;
- De benodigde energie lokaal en duurzaam opwekken.

Methode

- Berekening energievraag;
- Berekening en onderzoek potentiële energieopwek;
- Benutting smart grid.

Resultaten

- Elektriciteitsvraag Strandeiland:
- BENG 2015 energieneutraal: 41,9 GWh en energieleverend: 55,2 GWh;
- BENG 2019 energieneutraal: 50,6 GWh en energieleverend: 63,8 GWh.

Elektriciteitsopwek energieneutrale wijk:

- BENG 2015: 82% van totaal dakoppervlak met zonnepanelen;
- BENG 2019: 99% van totaal dakoppervlak met zonnepanelen.

Elektriciteitsopwek energieleverende wijk:

- BENG 2015: 100% van totaal dakoppervlak met zonnepanelen en 4,3 GWh opwek uit andere bronnen, zoals PV in de gevel.
- BENG 2019: 100% van totaal dakoppervlak met zonnepanelen en 12,9 GWh opwek uit andere bronnen, zoals PV in de gevel en een drijvend zonnepark.

Aanbevelingen

- In vergelijking met het BENG 2015 uitgangspunt zorgt het BENG 2019 uitgangspunt voor ongeveer 9 GWh aan jaarlijkse extra energievraag;
- Energieneutraal met alleen zonnepanelen op het dak is goed haalbaar met uitgangspunt BENG 2015 en lastig met uitgangspunt BENG 2019;
- Volledig energieleverend met alleen zonnepanelen op het dak is niet mogelijk met uitgangspunt BENG 2015 en uitgangspunt BENG 2019. Extra opwek uit andere bronnen is nodig;
- Smart grid is nodig voor een optimale handhaving van energievraag en energieaanbod en voor een toekomstbestendig energiesysteem.



HOOFDSTUK 03

EMISSIEVRIJE MOBILITEIT



3.1 MOBILITEITSOPGAVE

De ontwikkeling van Strandeiland in Amsterdam voorziet de bouw van 8.000 nieuwe woningen. Het gebied bestaat uit drie wijken: de Muiderbuurt (zuidelijk deel), de Pampusbuurt (noordelijk deel) en de Havenkom (centraal deel), zie afbeelding 3.1.

De ontwikkeling van Strandeiland bestaat uit twee fases. Elk jaar worden circa 500-600 woningen opgeleverd, te beginnen met de oplevering van de eerste 500 woningen in 2023 in de Muiderbuurt. Daarna volgen de woningen in de Pampusbuurt en Havenkom. Fase 1 wordt afgerond in 2030 en dan zijn er 5.000 woningen opgeleverd. De oplevering van fase 2 volgt 2036-2038 (tot uiterlijk 2040), dan zijn alle 8.000 woningen gerealiseerd.

Het streven is dat bij de oplevering van de eerste woningen, de tram al is aangelegd tot aan de tijdelijke eindhalte in de Muiderbuurt (zie afbeelding 3.2). Ook zal er een busverbinding zijn naar Weesp via de Pampusbuurt.

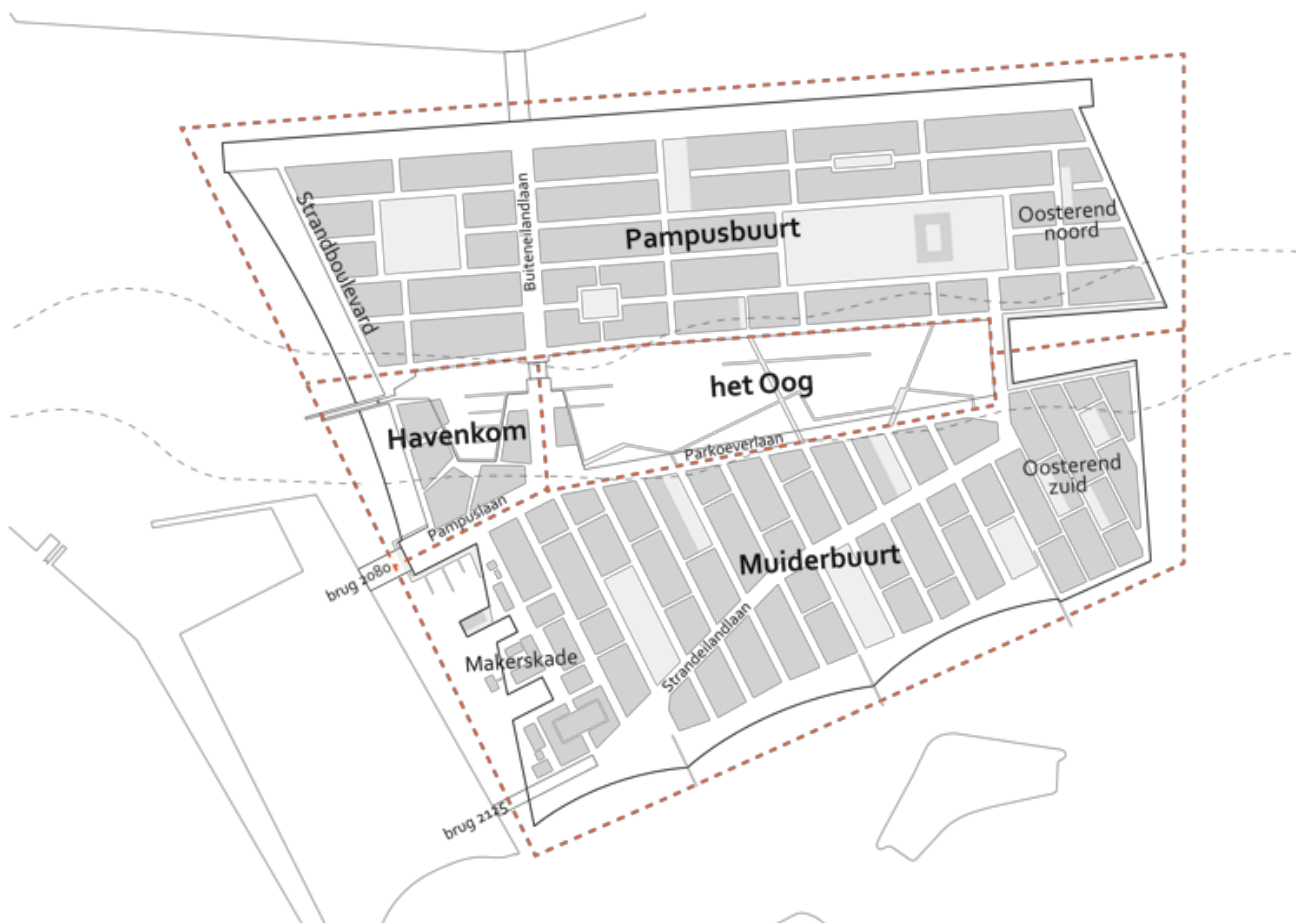
De uiteindelijke situatie ziet er als volgt uit (zie afbeelding 3.3). De tram is doorgetrokken tot in de Pampusbuurt en

de bus loopt door de Pampusbuurt naar het volgende eiland. In dit plan zijn mobiliteitshubs ingetekend. Ten eerste een grote centrale toegangshub en daarnaast twee mini-hubs in de Muiderbuurt en Pampusbuurt.

Uitgangspunten

Als uitgangspunt voor emissievrije mobiliteit wordt gehanteerd vervoersmiddelen zonder emissies vanuit een verbrandingsmotor. In de praktijk gaat dit voornamelijk over volledig elektrische vervoersmiddelen. Het 'Concept Stedenbouwkundig Plan Strandeiland' van december 2018 wordt als uitgangspunt genomen, evenals het onderzoek van Rebel 'Plan van Aanpak Gebiedsontwikkeling en Smart Mobility Amsterdam' van september 2018.

Momenteel is het aandeel elektrische voertuigen binnen het Nederlandse wagenpark nog minimaal. Dit aandeel zal in de toekomst alleen maar toenemen. Vanaf 2021 komt er een subsidie beschikbaar voor elektrische privéauto's en elektrische zakelijke auto's dat het aantal



Afbeelding 3.1 Wijken in Strandeiland (uit: Concept Stedenbouwkundig Plan Strandeiland (december 2018)).

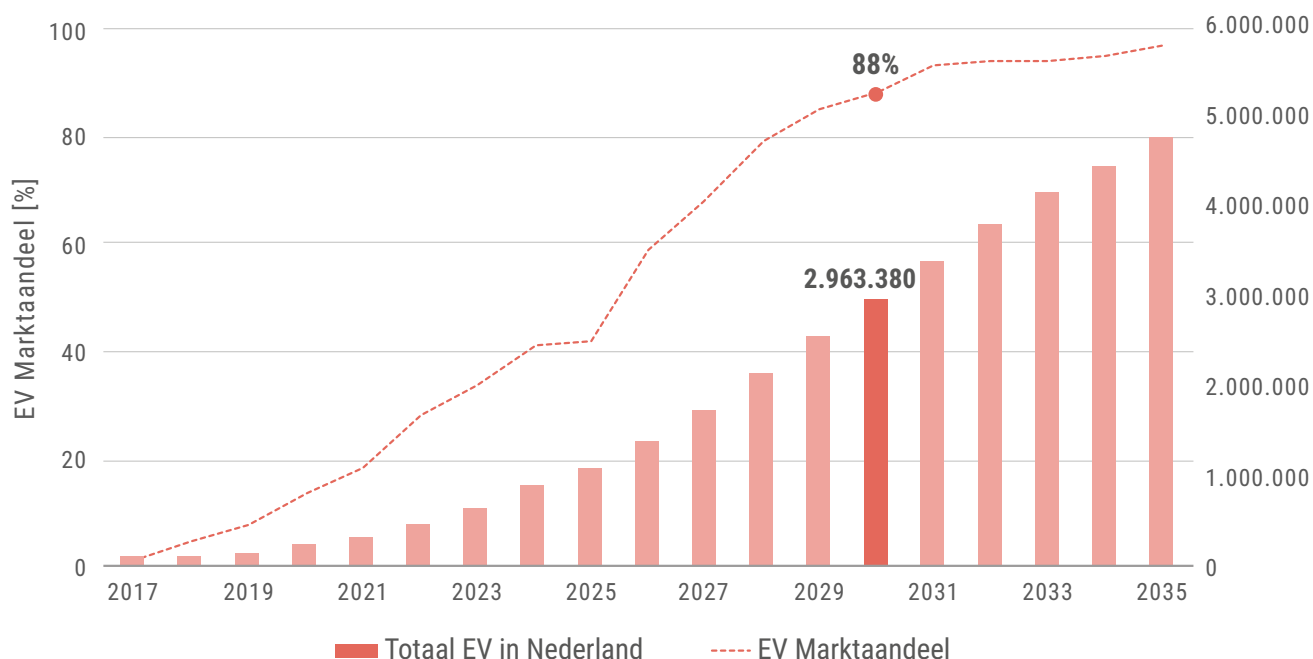


Afbeelding 3.2 Volgorde start bouw 1e fase (uit: Concept Stedenbouwkundig Plan Strandeiland (december 2018)).



Afbeelding 3.3 Mobiliteit Strandeiland eindsituatie.

Verwacht EV marktaandeel en verkoop binnen het SparCity model



Afbeelding 3.4 Aantal elektrische vervoersmiddelen tot 2035 (bron: TU/e, ElaadNL en Nationaal Kennisplatform laadinfrastructuur).

emissieloze auto's nog verder omhoog zal brengen. Ook gaat de accijns voor benzine- en dieselprijs stijgen met 1 cent per liter per jaar vanaf 2022. Deze extra belasting wordt gebruikt voor de subsidie van elektrische voertuigen om daarmee de transitie naar een volledig emissievrij wagenpark mogelijk te maken. Het huidige kabinet streeft ernaar dat er vanaf 2030 een verbod komt op de verkoop van nieuwe benzine- en dieselauto's. Al met al zet de overheid dus in op het verminderen van de uitstoot van gemotoriseerd verkeer, waardoor de verwachting is dat het percentage elektrische vervoersmiddelen zal blijven toenemen.

De voorspellingen voor het aandeel elektrische vervoersmiddelen lopen uiteen en zijn afhankelijk van veel factoren, waaronder maatschappelijke acceptatie, beleid, subsidies en laadinfrastructuur. In dit hoofdstuk wordt uitgegaan van de voorspellingen zoals weergegeven in afbeelding 3.4, hoewel hierin nog geen rekening is gehouden met het mogelijke verbod op de verkoop van nieuwe benzine- en dieselauto's vanaf 2030.

Het is ook mogelijk dat waterstofauto's een deel van de duurzame mobiliteit voor zijn rekening gaat nemen, hoewel volgens de huidige ontwikkelingen waterstof alleen interessant is voor zwaardere voertuigen zoals vrachtwagens en boten. Om waterstof te maken is ook elektriciteit nodig (momenteel nog meer dan voor elektrische auto's met een batterij). In dit rapport noemen we vooral elektrische auto's, maar dit zouden ook waterstofauto's zijn. Technisch gezien hebben

waterstofauto's een emissie (water) maar omdat dit niet schadelijk is, scharen we waterstofauto's onder emissievrij.

Momenteel bestaat het wagenpark van Nederland uit ongeveer 10 miljoen auto's. Wanneer ervan uit wordt gegaan dat dit aantal ongeveer gelijk blijft, is in 2023 het aandeel elektrische auto's landelijk circa 12%. Dit percentage blijft toenemen en bij afronding van de eerste fase in 2030, is nationaal zo'n 30% van de auto's elektrisch. Vanwege een mogelijk verbod op de verkoop van benzine- en dieselauto's vanaf 2030, kan het aandeel vervuilende auto's sneller afnemen. Uitgaande van een gemiddelde levensduur van 18 jaar en de verkoop van vervuilende auto's tot 2030 sterk afneemt, zou vanaf 2048 het wagenpark grotendeels emissievrij kunnen zijn. Het is tegen deze autonome trend dat het realiseren van de ambitie van een emissievrij Strandeiland zal worden gezien.

Opgave duurzame mobiliteit

Dit hoofdstuk draait om het thema duurzame mobiliteit. De gemeente Amsterdam heeft als ambitie dat Strandeiland volledig emissievrij wordt. Daarvoor zijn twee scenario's geanalyseerd. Het eerste scenario gaat uit van een afdwingbaar emissievrij Strandeiland, met een blik op de juridische, ruimtelijke en financiële consequenties. Mocht deze ambitie niet haalbaar zijn, dan wordt ingezet op het zoveel mogelijk stimuleren en faciliteren van een emissievrij eiland. Daarbij wordt het trias principe gehanteerd. De scenario's staan beschreven in respectievelijk paragraaf 3.3 en 3.4.

3.2 JURIDISCHE CONSEQUENTIES

Deze paragraaf gaat in op de juridische haalbaarheid om alle voertuigen met emissies (benzine- en diesellootvoertuigen) te weren van dit eiland, door het instellen van een milieuzone en als dit niet mogelijk is welke mogelijkheden de wet- en regelgeving wel bieden.

Het wettelijk kader omvat:

- De Euronomen/Europees recht;
- Wegenverkeerswet;
- Algemene wet bestuursrecht.

Daarbij wordt ook gekeken naar toekomstige wetgeving. In bijlage II staat het wettelijk kader nader beschreven.

Daarnaast is voor de juridische haalbaarheid naar de jurisprudentie van enkele vergelijkbare casussen in Rotterdam, Utrecht en Arnhem gekeken. De casussen en bevindingen staan in bijlage III beschreven.

3.2.1 JURISPRUDENTIE

Inmiddels zijn diverse milieuzones ingesteld in steden die toelaatbaar zijn geacht door de rechter (Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State, hierna: ABRvS).

Amsterdam heeft een milieuzone ingesteld en weert hiermee de meest vervuilende voertuigen uit de stad. De milieuzone geldt voor oudere vrachtauto's (boven de 3.500 kg), bestelauto's (N1), taxi's, autobussen en brom- en snorfietsen. Oude voertuigen stoten veel meer

schadelijke stoffen uit. Met een personenauto (ook oldtimer auto) mag men de milieuzone van Amsterdam voorlopig nog wel in.

In de besluitvorming rondom milieuzones (maatregelpakket schone lucht) en de notitie schone lucht voor Amsterdam wordt aandacht besteed aan de maatregelen die Amsterdam wil nemen. Personenauto's komen hier niet in voor. Wij adviseren om het beleid op dit aspect voor te bereiden zodat dit beleid kan dienen als onderbouwing van het te nemen verkeersbesluit.

3.2.2 NIEUWBOUW VERSUS BESTAANDE BOUW

De casussen beschreven in bijlage III gaan in op het instellen van milieuzones in bestaande gebieden. Strandeiland is een nieuw te ontwikkelen gebied. Op dit moment zijn er echter geen andere nieuwbouwprojecten gerealiseerd waar een milieuzone is ingesteld die alle voertuigen met emissies verbiedt. Het is daardoor niet met zekerheid te zeggen dat er verschil bestaat tussen het instellen van een milieuzone voor nieuwbouw ten opzichte van bestaande bouw. Argument voor een verschil kan zijn dat er geen bestaande bewoners benadeeld worden als gevolg van de milieuzone. Daarentegen ontstaat er dan nog geen eenduidig systeem voor milieuzones omdat er toch zones zijn voor benzinevoertuigen, terwijl de Minister deze juist

niet mogelijk wil maken. Het vaststellen van een gemeentelijk beleid voor nieuwbouw en afstemming met belangenorganisaties kan de motivering van het verkeersbesluit versterken. Daarnaast is het van belang inzichtelijk te krijgen tot welke verbetering van luchtkwaliteit het instellen van de milieuzone leidt. Tevens moet nagedacht worden over een eventueel ontheffingenbeleid voor leveranciers van meubels e.d.

Wel is er een proef met elektrische deelauto's waar verschillende gemeenten, waaronder Amsterdam aan mee doen. Deze City Deal is in februari 2018 gesloten. Het betreft een 3-jarig programma. Er wordt in verschillende nieuwbouwplannen ervaring opgedaan met het delen van elektrische auto's in combinatie met door woningen opgewekte zonne-energie. Dit moet onder meer leiden tot minder uitstoot.

3.2.3 CONCLUSIE JURIDISCHE HAALBAARHEID

Artikel 2, lid 2 van de Wegenverkeerswet 1994 maakt het mogelijk middels een verkeersbesluit een milieuzone in te stellen. De grondslag voor het verkeersbesluit is het voorkomen of beperken van door het verkeer veroorzaakte overlast, hinder of schade alsmede gevolgen voor het milieu (bedoeld in de Wet milieubeheer). De wet formuleert deze gronden niet limitatief.

De ABRvS is van mening dat het gemeentebestuur beoordelingsvrijheid heeft bij het nemen van een verkeersbesluit die betrekking heeft op een milieuzone. In beginsel is een ruime milieuzone daarmee niet onmogelijk. Echter geeft de ABRvS aan dat er een juiste afweging van belangen plaats moet vinden. Gezien deze afweging en de motivering van het besluit die nodig is voor het instellen van een milieuzone, zal het een intensief proces zijn om voor het weren van alle voertuigen met emissies een goede motivering te vinden en een juiste afweging van de belangen. Om die reden is het de vraag of een verkeersbesluit dat toeziet op het volledig weren van voertuigen met emissie, dus ook benzineauto's, kans van slagen heeft. Dit mede omdat de verbetering van luchtkwaliteit die wordt bereikt door het weren van benzinevoertuigen mogelijk als te beperkt moet worden beschouwd (zie het standpunt van de minister in de in paragraaf 3.2.1 genoemde brief). Tijdig vooroverleg met alle belangenorganisaties is essentieel voor de kans van slagen.

De impact van een emissievrije milieuzone is anders voor nieuwbouw dan voor bestaande bouw. Er zijn geen voorbeelden bekend met een dergelijk strenge milieuzone voor nieuwbouw, maar aan te nemen is wel dat in een nieuwbouwproject de (toekomstig) bewoners aanzienlijk minder benadeeld zullen worden door de milieuzone dan in het geval van bestaande bouw en bestaande bewoners.

Uit de uitspraken met betrekking tot de milieuzones in Rotterdam en Utrecht blijkt dat het gemeentebestuur beoordelingsvrijheid heeft bij het nemen van een verkeersbesluit die betrekking heeft op het instellen van een milieuzone. De absolute noodzaak van het verkeersbesluit hoeft niet te worden aangetoond. Het is voldoende dat wordt aangetoond dat het milieubelang wordt gediend en dat inzichtelijk is gemaakt hoe de belangen, voor en tegen de milieuzone, tegen elkaar zijn afgewogen. Op dit moment is er geen milieuzone van kracht in een gemeente Amsterdam voor benzinevoertuigen.

Op voorhand is daarmee geen zekerheid te geven over de juridische houdbaarheid van een verkeersbesluit dat toeziet op het volledig weren van voertuigen met emissie. Als een dergelijk verkeersbesluit door de gemeente Amsterdam genomen wordt, zal er naar verwachting een beroep worden ingediend en zal de rechter of de ABRvS bepalen of zij een dergelijk ruime milieuzone toelaatbaar acht. Het feit dat dit om een nieuwbouwwijk gaat zal daarin worden meegewogen. De motivering en de belangenafweging zullen doorslaggevend zijn of de milieuzone juridisch gezien ingesteld kan worden of niet.



3.3 TWEE SCENARIO'S

Er zijn twee scenario's denkbaar voor Strandeiland voor wat betreft duurzame mobiliteit, gebaseerd op de uitkomsten van de mogelijkheid om een emissievrije milieuzone in te stellen.

- Scenario 1: afdwingen emissievrije mobiliteit door middel van strenge milieuzone;
- Scenario 2: stimuleren emissievrije mobiliteit.

3.3.1 SCENARIO 1: AFDWINGEN EMISSIEVRIJE MOBILITEIT

Uit paragraaf 3.2 blijkt dat het afdwingen van een emissievrij Strandeiland door middel van een milieuzone geen makkelijke opgave is. In deze paragraaf wordt beschreven welke stappen er genomen moeten worden om de haalbaarheid van een emissievrije wijk te vergroten.

Toekomstige bewoners

Een grootschalige emissievrije wijk is een prachtig streven en goed voor de lokale gezondheid. Echter kan deze ambitie tegen de borst stuiten van mensen die in Amsterdam wonen maar een vervuilende auto hebben en niet willen of kunnen overstappen op een elektrische auto. Een elektrische auto is momenteel nog een stuk duurder dan een traditionele auto, dus hiermee worden mensen met een kleinere beurs eerder benadeeld. Zo zou het althans kunnen worden opgevat.

Feit blijft dat iedereen welkom is op Strandeiland, maar de vervuilende auto's moeten aan de rand parkeren en mogen het eiland niet op. Om draagvlak voor de visie voor Strandeiland en de hoge duurzame ambities te krijgen is het dan ook goed om mogelijke toekomstige bewoners te consulteren en mee te nemen in het verhaal. Welke belemmeringen zijn voor hen het belangrijkste wanneer zij besluiten op een emissievrij eiland te gaan wonen? Is dit een aanleiding om over te stappen op een emissievrije auto, de auto misschien helemaal weg te doen of over te stappen naar deelauto's? Hoewel de mensen die in een participatietraject worden betrokken niet altijd daadwerkelijk degenen zijn die een woning gaan kopen of huren, is het wel goed om extra wensen op tafel te krijgen waar wellicht nog niet eerder aan is gedacht. Indien de geconsulteerde groep groot genoeg is kan bovendien een goed algemeen beeld ontstaan over het draagvlak voor de ambities van de gemeente.

Belangenverenigingen

Belangenverenigingen voor automobilisten zijn partijen die bezwaar kunnen indienen wanneer een emissievrije zone wordt ingesteld voor Strandeiland. Het is daarom goed om deze verenigingen zo vroeg mogelijk in het proces te betrekken zodat deze verenigingen ook achter het besluit

komen te staan en geen bezwaar in zullen dienen. Dit is een onderdeel van risicobeheersing voor het proces.

De Koninklijke Nederlandse Automobiel Club is een vereniging die de belangen behartigt van automobilisten. Zij geven op de website aan de transitie naar emissievrije mobiliteit te ondersteunen en ook milieuzones te ondersteunen wanneer deze substantieel bijdraagt aan schonere lucht. Echter is het voor hen belangrijk dat al hun leden de stad in kunnen. Denk hierbij ook aan bijvoorbeeld gehandicapten met speciaal vervoer.

De inrichting van de toegangshub en een soepele overstap op emissievrij vervoer voor iedereen is dan ook uiterst belangrijk.

Proces

Een milieuzone kan worden ingesteld met een verkeersbesluit. Een verkeersbesluit wordt doorgaans pas aangevraagd met een ontwerp voor de wegen. Echter aannemelijk is dat een verkeersbesluit kan worden aangevraagd als de uitvoerbaarheid van het project in voldoende mate geborgd is. Dit is naar verwachting het geval wanneer de aanleg van de wegen past in een geldend bestemmingsplan en er voldoende zicht is op het kunnen verkrijgen van eventueel benodigde vergunningen. Uiteraard moet wel op tekening worden aangegeven op welke locatie welke borden geplaatst worden.

Beleid gemeente Amsterdam

Het verkeersbesluit moet door het gemeentebestuur worden goedgekeurd en wordt daarvoor getoetst aan het vigerend beleid. Het is daarom noodzakelijk dat het beleid de keus voor een emissievrije nieuwe wijk ondersteunt. In het beleid zou bijvoorbeeld kunnen staan dat alle nieuwe wijken emissievrij worden ingericht.

Aantonen voordelen emissievrije wijk

Wanneer een rechter zal beslissen of een emissievrije milieuzone stand kan houden, zal gekeken worden naar de voordelen voor een emissievrije wijk. Eén van de belangrijkste argumenten voor de gemeente Amsterdam om geen vervuilende auto's toe te laten is vanwege de luchtkwaliteit.

Dit heeft ook conform de Wegenverkeerswet een juridische basis. Het is daarom belangrijk om te kunnen aantonen door middel van onderzoek dat de luchtkwaliteit aanzienlijk verbeterd wanneer er geen benzine- en dieselloertuigen op Strandeiland rijden. Neem daarbij ook in acht dat elektrische voertuigen weliswaar geen emissies van de motor hebben maar dat er nog wel sprake is van bandenstof. Ook kan de luchtkwaliteit worden beïnvloed door verkeer van buiten Strandeiland. Het is aanbevelingswaardig om dit onderzoek op tijd te doen zodat de beoogde luchtkwaliteitsverbetering buiten kijf staat.

Naast luchtkwaliteit kunnen conform artikel 2, lid 2 van de Wegenverkeerswet 1994 ook andere aspecten met gevolgen voor het milieu zoals bedoeld in de Wet milieubeheer worden meegenomen in de afweging om

te komen tot een milieuzone. Geluidhinder is daarbij een aspect dat tevens kan worden meegenomen in de onderbouwing.

Om aan te tonen dat een emissievrije wijk veel voordelen heeft, is het noodzakelijk te kunnen aantonen dat er geen doelgroepen uitgesloten worden met deze milieuzone. Zorg ervoor dat mensen met een kleine beurs ook gebruik kunnen maken van elektrisch vervoer of op een andere manier zo min mogelijk last ondervinden van de milieuzone. Er zullen bepaalde partijen zijn die ontheffingen krijgen op de milieuzone. Dit kan bijvoorbeeld gaan om leveranciers, hulpdiensten en gehandicaptenvervoer. Het beleid hieromtrent zorgt ervoor dat geen doelgroepen worden uitgesloten van gebruik maken of wonen op Strandeiland.

3.3.2 SCENARIO 2: STIMULEREN EMISSIEVRIJE MOBILITEIT

In dit scenario wordt ervan uit gegaan dat de gemeente Amsterdam niet zal inzetten op het verbieden van vervuulende voertuigen op Strandeiland. Wel wordt er een milieuzone ingezet voor dieselloertuigen conform de verwachte aanpassing van de RVV (Reglement verkeersregels en verkeerstekens) in 2020.

We gebruiken voor deze aanpak het trias principe: vraag verminderen, emissievrije mobiliteit stimuleren en tot slot zo min mogelijk vervuulend vervoer gebruiken.

1: Verminder de vraag naar gemotoriseerd verkeer

Als eerste wordt ingezet op het versterken van het gebruik van openbaar vervoer en langzaam verkeer. Conform het Stedenbouwkundig Plan worden ov en (deel)fietsgebruik gestimuleerd zodat 70% van de verplaatsingen op Strandeiland te voet, met de fiets of met ov is. De Mobiliteitsvisie blijft hiermee van kracht, zoals in het Stedenbouwkundig Plan beschreven.

2: Gebruik emissievrije vervoersmiddelen

Wanneer bewoners toch kiezen om gebruik te willen maken van de auto, is de eerste stap ervoor te zorgen dat zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van emissievrije vervoersmiddelen.

Het stimuleren van elektrische deelauto's is een goede manier om ervoor te zorgen dat bewoners kiezen voor een emissievrije manier om zich te verplaatsen. Hierdoor kan het bezit van privéauto's afnemen. De doelgroep voor de deelauto's is dan ook met name bewoners zonder privéauto ter beschikking, dit kan zowel de eerste als de tweede privéauto vervangen. Aandachtspunt hierbij

is dat momenteel ook een groot deel van de gebruikers van deelauto's deze gebruiken als vervanging van fiets of openbaar vervoer (Agenda Autodelen Amsterdam, 2017).

Deelautosysteem

Een deelautosysteem moet goed, goedkoop en simpel zijn om goed te kunnen functioneren. Het is dan ook noodzakelijk bij oplevering van de eerste woningen al een adequaat deelsysteem te hebben, zodat bewoners die geen eigen auto hebben vanaf dag 1 gebruik kunnen maken van de deelauto's. Dit kan zelfs een aantrekkelijke werking hebben op een bewuste doelgroep bij de koop of huur van de nieuwe woning op Strandeiland.

Overweeg mensen die geen eigen auto hebben een aantal ritten met een deelauto gratis aan te bieden, of dit zelfs aan alle bewoners aan te bieden. Hiermee gaat de drempel omlaag om gebruik te maken van een deelauto en kunnen mensen dit eerst proberen.

De deelauto's kunnen geclusterd worden in de mobiliteitshubs maar aantrekkelijker is het om juist in de gehele wijk veel plekken voor deelauto's geschikt te maken. Dichtbij de woningen kunnen zelfs specifieke plekken aangewezen worden voor de deelauto's zodat deze op korte afstand te gebruiken zijn. Bovendien wijst onderzoek van de gemeente Amsterdam uit dat mensen liever gebruik maken van een deelauto wanneer deze een vaste standplaats heeft (Agenda Autodelen, 2017). Voor privéauto's daarentegen worden plaatsen gereserveerd op iets verdere afstand van de woningen.

Men moet altijd kunnen zien of een deelauto beschikbaar is en waar deze staat (bijvoorbeeld door middel van een app). Er zijn verschillende typen gebruikers waarbij de één graag ruim van tevoren een auto reserveert en de ander juist liever kort van tevoren en flexibel kan afzeggen. Beide doelgroepen moeten meegenomen

worden in het systeem. Het belangrijkste is dat mensen weten waar ze aan toe zijn en erop kunnen rekenen dat een auto gereed staat als deze gereserveerd is.

Zelfrijdende voertuigen

Met de komst van zelfrijdende voertuigen zal naar verwachting geleidelijk een vervoersconcept op maat gaan ontstaan. Het is technisch gezien een kleine stap om van de huidige wereldwijd beschikbare taxi-apps die vraag en aanbod combineren naar een situatie te gaan waarbij de zelfrijdende deelauto voor komt rijden bij de woning om iemand op te halen.

Echter is de maatschappelijke discussie rondom zelfrijdend vervoer niet eenduidig. De technische mogelijkheden staan los van ethische kwesties en ruimtelijke haalbaarheid in huidige steden. Voor nu is het dan ook niet realistisch al rekening te houden met de komst van zelfrijdend vervoer.

Strategie

Bij oplevering van de eerste woningen moet het autodeelsysteem al volledig werken. Dit vraagt om een voorinvestering.

Omdat een dergelijk uitgebreid deelsysteem nog niet eerder is toegepast in Nederland, is het noodzakelijk om ruimte te houden voor aanpassingen tijdens de bouwfase. Zeker gezien er zo'n 20 jaar lang gebouwd gaat worden en de ontwikkelingen niet stilstaan. Per opgeleverd deelgebied kunnen lessen worden geleerd en antwoord worden gevonden op vragen als: hoeveel procent heeft een emissievrije auto? Hoeveel procent heeft geen eigen auto? Waarom? Waar loopt men tegenaan bij het gebruiken van het deelsysteem? Op deze manier kan in elke fase geoptimaliseerd worden.

Tegelijkertijd zal steeds bij de verdere doorontwikkeling van Strandeiland een analyse gemaakt moeten worden van de stand van zaken en trends voor emissievrij vervoer en zelfrijdende deelauto's. Het inrichtingsplan zal daar dan op afgestemd moeten worden.

Beperk behoefte aan vervuילend verkeer

In de laatste stap is het zaak zoveel mogelijk bewoners (en in de tweede plaats bezoekers) te motiveren om geen vervuïlende auto te hebben, maar een emissievrije auto.

Stimuleren privébezit elektrische auto

De Nederlandse overheid is reeds bezig met een serie maatregelen om mensen te stimuleren een emissievrije auto te nemen. Dit staat beschreven bij de uitgangspunten (paragraaf 3.1). Daarnaast kan de gemeente Amsterdam nog enkele andere lokale maatregelen treffen om ervoor te zorgen dat nieuwe bewoners een elektrische auto nemen in plaats van een vervuïlende auto.

Ten eerste is het erg belangrijk om Strandeiland op de kaart te zetten als een duurzame wijk waarin wordt gestreefd naar een emissievrij eiland, zodat de luchtkwaliteit goed is. In de promotie van het eiland en bij de verkoop van de woningen kan op deze manier een meer milieubewuste doelgroep worden aangetrokken die al bovengemiddeld vaak voor een elektrische auto kiezen.

Hier spelen ook de ontwikkelaars een belangrijke rol in het aantrekken van de juiste doelgroep.

De gemeente Amsterdam kan er bovendien voor kiezen om zelf het goede voorbeeld te geven en op Strandeiland zelf alleen maar te rijden met elektrische voertuigen. Hulpdiensten en beheervoertuigen zijn dan allen volledig elektrisch.

Het privébezit van een elektrische auto kan ook worden gestimuleerd door een samenwerking tussen bijvoorbeeld ontwikkelaar en een autofabrikant. Bij de aankoop van een huis, krijgt men gratis of met korting een elektrische auto. Dit kan met name worden toegepast in het duurdere koopsegment.

Conclusie impact stimuleren emissievrije mobiliteit

Het aantal elektrische auto's in Nederland neemt snel toe, zoals al te zien was in afbeelding 3.4. Uitgaande van deze grafiek is circa 30% van de auto's bij afronding van fase 1 (2030) elektrisch en bij het afronden van fase 2 in 2040 ligt dit percentage boven 50%. Hoe snel de elektrische auto de benzine- en dieselauto zal vervangen is afhankelijk van veel factoren. De prijs speelt hierbij een belangrijke rol en wordt beïnvloed door onder andere subsidies, de shift van autofabrikanten op elektrisch (maken zij meer elektrische voertuigen, dan worden deze goedkoper) en de ontwikkeling van accu's. Bij het laatste punt speelt de prijs een rol maar ook de actieradius van de auto, die het aantrekkelijker kan maken om de auto te gebruiken.

Wanneer bovenstaande stimuleringsmaatregelen worden toegepast, kan dit een positief effect hebben op de hoeveelheid emissies op Strandeiland. Wat hierbij in ogenschouw behouden moet worden, is dat deelauto's niet altijd een alternatief zijn voor de privéauto (25%), maar ook vaak voor het OV (34%) of de fiets (20%), volgens de Agenda Autodelen Amsterdam (2017). Nader onderzoek kan uitwijzen hoe de deelauto een beter alternatief kan zijn voor de privéauto. Belangrijk is om de eerste jaren te monitoren hoe de deelauto's gebruikt worden om hierop in te kunnen spelen.

Hoeveel bewoners daadwerkelijk de vervuïlende auto weg zullen doen of vervangen door een elektrische auto, is afhankelijk van te veel factoren om hier in dit stadium uitspraken over te kunnen doen.

3.4 RUIMTELIJKE IMPACT SCENARIO EMISSIEVRIJ

De ruimtelijke impact van emissievrije mobiliteit concentreert zich rond parkeernormen in de wijk en parkeerbehoeften bij mobiliteitshubs. De volgende categorieën auto's zoeken een parkeerplek in Strandeiland: vervuilende auto's, emissievrije deelauto's en emissievrije privéauto's. De volgende categorieën parkeerplekken worden aangeboden in Strandeiland: grote mobiliteitshub, twee kleinere mobiliteitshubs, eigen terrein/kavel en parkeren op straat.

Door de verschillende soorten auto's toe te delen aan de soorten parkeerplekken, wordt een beeld verkregen van de verdeling van auto's. Zo zijn de vervuilende auto's in dit scenario alleen toegestaan in de toegangshub nabij de entree van Strandeiland. Emissievrije deelauto's zwerven niet rond door de wijk en zijn alleen toegestaan in de hubs volgens het Stedenbouwkundig Plan. Daarmee worden de twee kleinere mobiliteitshubs specifiek voor deelsystemen gebruikt, naast deelauto's ook bijvoorbeeld voor deel(bak)fietsen. De emissievrije privéauto's van bewoners, bezoekers en bedrijven staan in principe op het eigen terrein, maar kunnen ook bij de grote mobiliteitshub terecht of voor bezoekers op straat. Het concept Stedenbouwkundig Plan is op dit moment nog ambigue of de voorkeur uitgaat naar parkeren op eigen kavel (meer comfort) of juist op afstand (minder autoverkeer).

Toegangshub

Alle vervuilende auto's parkeren in de toegangshub. Aan het eind van de eerste fase zijn 5.000 woningen opgeleverd. De volgende parkeernormen worden gehanteerd:

- Sociale huur: 0,1 - 0,3 parkeerplekken (gemiddeld 0,2);
- Middeldure huur: 0,3 - 0,6 parkeerplekken (gemiddeld 0,45);
- Vrije sector: 0,9 - 1,0 parkeerplekken (gemiddeld 0,95);

Met deze parkeernormen zijn er aan het eind van de eerste fase 2.625 parkeerplekken benodigd en aan het eind van de tweede fase 4.200 parkeerplekken

benodigd. De belangrijkste vraag is hoeveel plekken hiervan benodigd zijn voor vervuilend verkeer en dus een plek krijgen in de toegangshub.

Om deze vraag te beantwoorden zullen we aannames doen omtrent het aandeel elektrische auto's. Voor de volgende afbeelding gaan we uit van:

- 80% vervuilende auto's in 2024;
- 10% vervuilende auto's in 2040;
- Tussen 2024 en 2040 neemt het aandeel elektrische auto's lineair toe;
- Deelauto's vallen binnen de parkeernorm en zijn allen elektrisch.

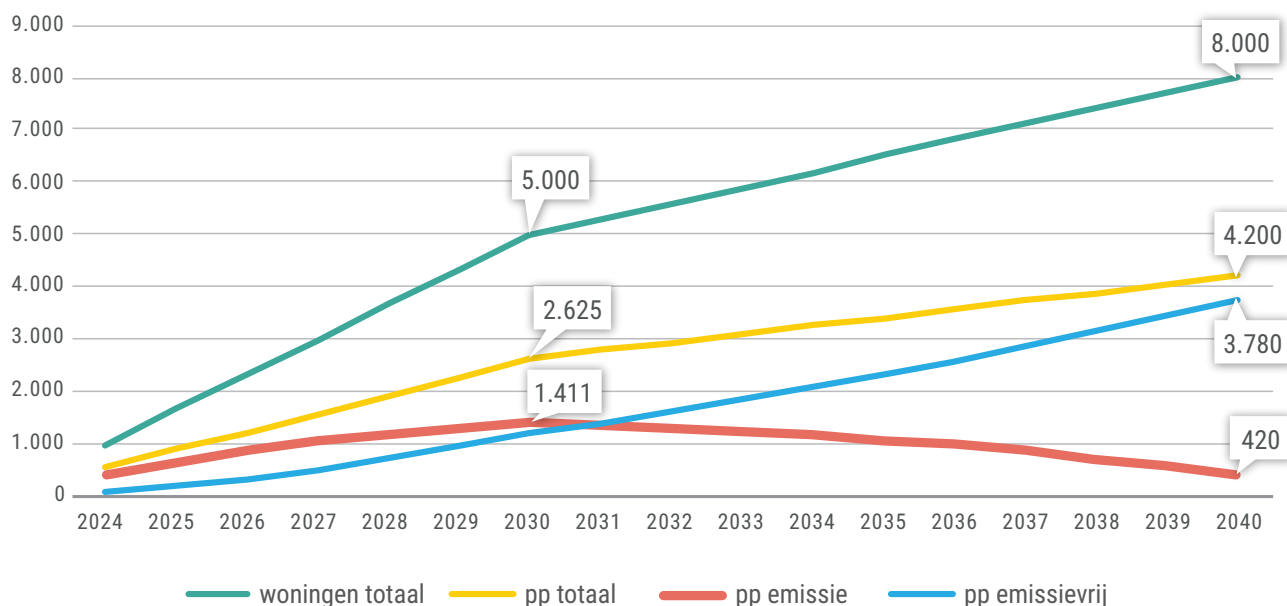
In de eerste periode zijn er nog maar weinig bewoners, maar procentueel gezien veel vervuilende auto's. Aan het eind van de realisatie van Strandeiland zijn alle woningen gebouwd en zijn er procentueel veel minder vervuilende auto's. Door dit in bovenstaande grafiek te plotten, wordt inzichtelijk wanneer de meeste vervuilende auto's een plek moeten krijgen op Strandeiland. In dit geval is dit in het jaar 2030, wanneer circa 1.400 auto's moeten parkeren in de toegangshub.

Met een ruimtevraag van 22 m² per auto (uitgangspunt gemeente Amsterdam is 20 m², voor een parkeergebouw rekenen we 10% extra ruimtevraag) moet de toegangshub circa 31.000m² bruto vloeroppervlak hebben. De toegangshub in het concept Stedenbouwkundig Plan bevat (in alle losse gebouwen samen) 23.700 m² per bouwlaag. Met één bouwlaag pareren en in een gebouw een tweede laag parkeren, is al het parkeren opgelost.

De parkeerplaatsen voor vervuilende auto's zijn uitwisselbaar met elektrische deelauto's. Een deelauto neemt de functie van ongeveer 3 privéauto's over (Agenda Autodelen Amsterdam, 2017), waardoor er minder deelauto's nodig zijn dan vervuilende auto's. Op deze manier is er dus altijd voldoende ruimte voor de

Tabel 3.1 Toewijzing van auto's aan parkeerplekken in scenario 1.

SEGMENT	VERVUILENDE AUTO'S	EMISSIEVRIJE DEELAUTO'S	EMISSIEVRIJE PRIVÉAUTO'S
Toegangshub	Ja	Ja	Ja
Mini-hubs	Nee	Ja	Nee
Eigen kavel	Nee	Nee	Ja
Parkeren op straat	Nee	Nee	Ja



Afbeelding 3.5 Parkeren bewoners Strandeiland.

deelauto's. Er zijn verschillende onderzoeken waaruit komt dat deelauto's een hoger aantal privéauto's vervangt. Echter lijkt ons het aantal 3 een juiste inschatting gezien de intensiteit waarmee deelauto's gebruikt zullen worden en gezien het feit dat een elektrische auto laadtijd nodig heeft, waarin deze niet gebruikt kan worden.

De ruimtelijke en esthetische uitwerking van de hubs is een belangrijk aandachtspunt. De toegangshub is de entree van het gebied dus moet zeer aantrekkelijk zijn. De vele vervuilende auto's die daar parkeren zorgen echter voor veel verkeersbewegingen en minder schone lucht.

Andere snelheid adaptatie elektrische auto's

Wanneer het aandeel elektrische auto's minder snel of juist sneller toeneemt in het Nederlands wagenpark, ontstaat er een ander optimum in het aantal vervuilende auto's op Strandeiland waar de toegangshub in moet voorzien. Enkele voorbeelden zijn te zien in Tabel 3.2 onderaan deze pagina.

Ruimtelijke inpassing emissievrije mobiliteit

De gemeente voert op het moment van schrijven onderzoek uit naar de ruimtelijke uitwerking en inpassing van emissievrije mobiliteit. In het kader van dit duurzaamheidsonderzoek wordt hier geen nader onderzoek naar gedaan.

Tabel 3.2 Voorbeelden aantal vervuilende auto's in toegangshub.

AANDEEL VERVUILENDE AUTO'S IN 2024	AANDEEL VERVUILENDE AUTO'S IN 2040	MAX. AANTAL VERVUILENDE AUTO'S IN TOEGANGSHUB
90%	20%	ca. 1.670
90%	10%	ca. 1.580
80%	20%	ca. 1.510
80%	10%	ca. 1.410
75%	5%	ca. 1.280



3.5 FINANCIËLE CONSEQUENTIES SCENARIO EMISSIEVRIJ

Voorgaande paragrafen tonen diverse mogelijkheden als het gaat om emissievrije mobiliteit op Strandeiland. Voordat eenduidige financiële consequenties inzichtelijk gemaakt kunnen worden zullen er keuzes gemaakt moeten worden voor het mobiliteitsconcept en de daaraan

eventueel gerelateerde mobiliteitshub(s). Hieronder volgt een opsomming van de investeringsposten waarmee rekening moet worden gehouden voor het scenario emissievrij waarbij wordt aangegeven door wie de investering wordt gedaan.

Samenvatting emissievrije mobiliteit

Ambitie gemeente

- Enkel emissievrije mobiliteit op Strandeiland.

Methode

- Onderzoek juridische haalbaarheid emissievrije milieuzone;
- Bepalen ruimtevraag;
- Onderzoek alternatief scenario.

Resultaten

- Milieuzone juridisch niet in strijd met huidige wetgeving,

- Juridische haalbaarheid onzeker in verband met toekomstige wetgeving en noodzaak voor onderbouwing voordelen emissievrije wijk;
- Alternatief scenario 'stimuleren emissievrije mobiliteit' heeft andere ruimtelijke consequenties.

Aanbevelingen

- Onderbouwing milieuzone: noodzaak van milieuzone aantonen, in lijn met gemeentelijk beleid en voorkomen dat groepen worden benadeeld;
- Houd rekening met alternatief scenario: stimuleren emissievrije mobiliteit in plaats van afdwingen.

Tabel 3.3 Verdeling van investeringen.

INVESTERINGSONDERDEEL	VERANTWOORDELIJKE PARTIJ
Onderzoek aantonen luchtkwaliteit verbetering	Gemeente
Promotie Strandeiland als duurzaam en emissievrij	Gemeente i.s.m. ontwikkelaars
Bouw mobiliteitshubs	Gemeente of ontwikkelaar
Exploitatie mobiliteitshubs (optioneel)	Gemeente of private partij
Deelautosysteem	Private partijen (voorinvestering gemeente)
Deelsysteem overig (fietsen e.d.)	Private partijen



HOOFDSTUK 04

CIRCULAIRE ECONOMIE



4.1 ANALYSE AMBITIE CIRCULAIR BOUWEN

Voor de materialen die toegepast worden in de gebouwen en openbare ruimte op Strandeiland zijn hoge ambities voorzien. Zo dient 80% van de materialen voor de gebouwen en openbare ruimte voorzien te worden uit recycling of hernieuwbare bronnen. Bovendien gaat voor de gebouwen aanvullend op dat de impact van de productie van de benodigde materialen niet boven een bepaalde grenswaarde komt. Deze grenswaarde wordt met de MPG (Milieuprestatie Gebouwen) aangegeven en is vastgesteld op € 0,50/m²/jaar; dit is 50% lager dan de grenswaarde in het bouwbesluit. In dit hoofdstuk zullen we meer inzicht in de haalbaarheid van deze ambities bieden, zowel de materialisatie, impact op de architectuur en het beeld, als de financiële consequenties en de verdeling van kosten.

Om inzicht in deze haalbaarheid te geven is het belangrijk om de ambities verder te specificeren; te beginnen bij de ambitie voor 80% recycling of hernieuwbare materialen. Het doel hier is om middels een combinatie van hernieuwbare bronnen en recycling de vraag naar primaire materialen met 80% te doen afnemen. Vervanging van primaire materialen in een "business-as-usual" scenario door recycling en hernieuwbare alternatieven is hierin dus de focus. Hierin wordt materiaalreductie door lichtere gerecyclede en hernieuwbare structuren zoals houtskeletbouw dus beloofd tegenover de massa die ze vervangen; dus niet proportioneel aan het nieuwe

gewicht van de constructies, omdat dit de prikkel zou geven voor het toevoegen van een overmaat aan hernieuwbare en gerecyclede materialen.

Betreft de MPG is het stimuleren van de energietransitie een belangrijk punt. Maatregelen die een energiepositief gebied stimuleren hebben vaak een negatieve footprint op de MPG. Voornamelijk pv-panelen, goed geïsoleerde gevels en warmtepompen kunnen slecht scoren op de MPG. Daarom wordt de MPG berekend voor een scenario met en zonder pv-panelen, en zal het scenario zonder pv-panelen bepalend zijn voor het behalen van de MPG van € 0,50/m²/jaar. Omdat de MPG alleen opgaat voor gebouwen zal deze dus niet voor de openbare ruimte aangehouden worden.

De volgende paragraaf (4.1.1) gaat eerst dieper in op de consequenties van de ambitie circulair bouwen op de gebouwen, waarin respectievelijk de voorziene programmering, de benodigde materialen, mogelijkheden tot vervanging met recycling en hernieuwbare materialen, en de impact op de materialisering, de architectuur en het beeld en de logistiek wordt behandeld. In de paragraaf daarna (4.1.2) wordt hetzelfde uitgewerkt voor de openbare ruimte. Paragraaf 4.1.3 zal vervolgens de haalbaarheid van de MPG weergeven. Tenslotte worden in paragraaf 4.2 de financiële consequenties besproken.

4.1.1 GEBOUWEN

Om de consequenties van de ambitie circulair bouwen te bepalen is het van belang om deze consequenties tegenover een business-as-usual te kunnen beschouwen. Daarom wordt eerst het voorziene programma van de gebouwen op Strandeiland beschreven, waarop de materialisering van deze gebouwen gemodelleerd wordt aan de hand van referentiegebouwen. Dan wordt beschreven hoe de gebouwelementen en materialen vervangen kunnen worden door gerecyclede en hernieuwbare alternatieven. Vervolgens wordt beschreven hoe deze vervangingsmogelijkheden samengebracht worden in scenario's en in welke impact deze nieuwe scenario's resulteren.

Programma

Op Strandeiland gaat er flink gebouwd worden. Hierbij ligt er vooral een focus op de bouw van woningen, maar komt er ook plaats voor horeca en kantoorpanden. In de drie buurten op Strandeiland komen verschillende typen gebouwen. Deze gebouwen variëren in grootte en bestemming; zo worden er onder andere flatgebouwen

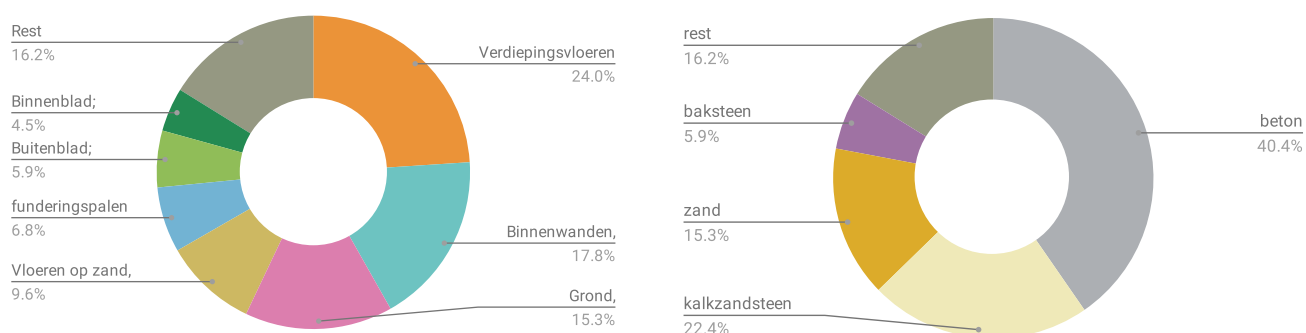
en rijtjeshuizen gebouwd. De woningen in de gebouwen komen in verschillende prijssegmenten en zijn voor zowel de vrije sector als sociale huur. Hierdoor wordt een verscheidenheid aan inwoners op het eiland verzekerd. De woningen worden in twee klassen geclassificeerd; Eengezinswoningen (EGW) en Meergezinswoningen (MGW). Daarnaast zijn ook nog andere typen gebouwen geïdentificeerd, waarvan Kantoorpanden een van de meest voorkomende is. Aan de hand van de programmering is de oppervlakte van de te bouwen gebouwen vastgelegd. Een overzicht is te vinden in de tabel hieronder. Gezamenlijk zijn deze drie bouwtypen verantwoordelijk voor circa 92% van het te ontwikkelen BVO op Strandeiland. Onderscheid kon hierin echter niet gemaakt worden in hoogbouw boven de zes bouwlagen.

Materialisering in business-as-usual scenario

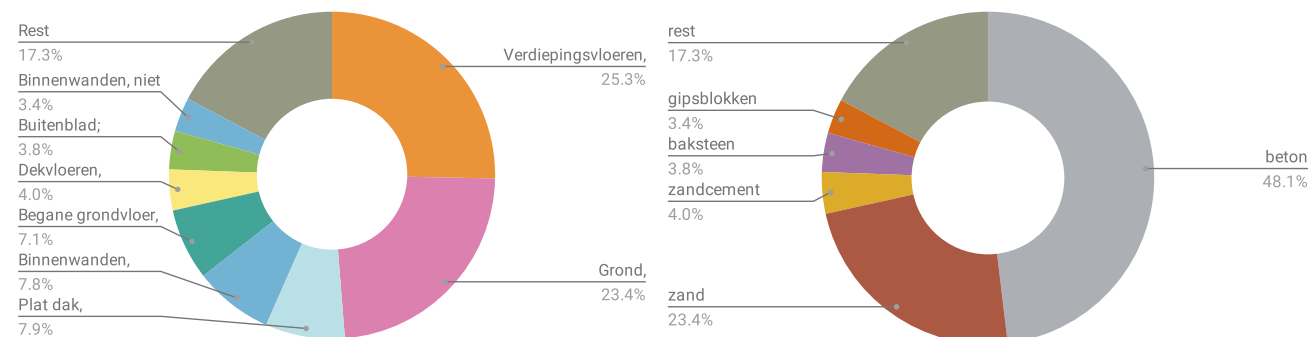
De oppervlakten die berekend zijn in het vorige gedeelte zijn gebruikt om een business-as-usual (BAU) model op te stellen. Het doel van dit BAU-model is om te voorspellen hoeveel en welke materialen er nodig zijn om de huidige bouwplannen uit te voeren. Gedurende eerdere projecten van Metabolic rond inventarisaties

Tabel 4.1 Gebouwtypen per fase.

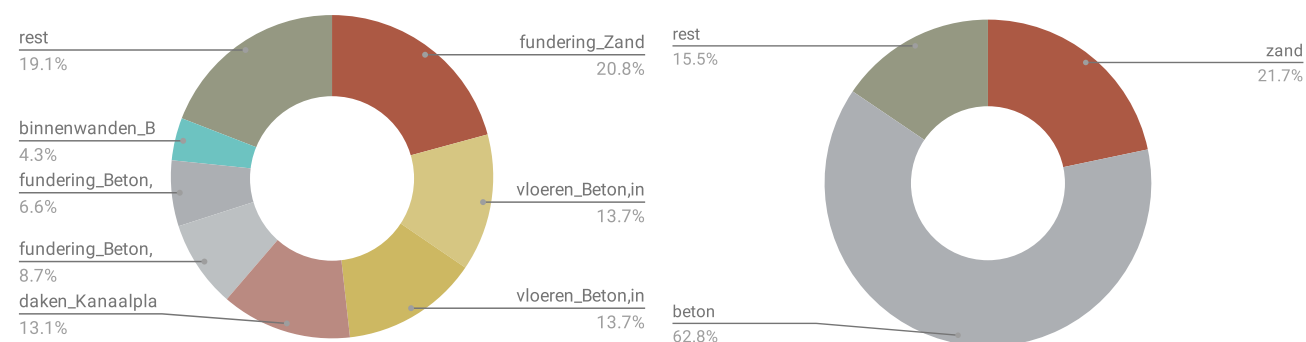
GEBOUWTYPE	FASE 1	EMISSIEVRIJE DEELAUTO'S	EMISSIEVRIJE PRIVÉAUTO'S
	[m²]	[m²]	[m²]
EGW	259.440	116.770	376.210
MGW	378.340	170.010	548.430
Kantoorpanden			8.750



Afbeelding 4.1 Elementen- en materialenoverzicht van een gemodelleerde EGW.



Afbeelding 4.2 Elementen- en materialenoverzicht van een gemodelleerde MGW.



Afbeelding 4.3 Elementen- en materialenoverzicht van een gemodelleerd kantoorpand.

van materiaal- voorraden in de bebouwde omgeving zijn referentiegebouwen opgesteld; deze gebouwen zijn typische gebouwen in hun klasse (appartement, rijtjeshuis, etc.). Bij deze gebouwen zijn het type en aantal elementen tijdens de bouw vastgesteld. Ook is hierbij de materialisering per element bekend. Door de oppervlakte van deze referentiegebouwen nauwkeurig te bepalen is berekend welke elementen (en dus ook welke materialen) er per m² gebouw gemiddeld nodig zijn.

Door de gebouwoppervlakten die gepland staan voor Strandeiland te modelleren aan de hand van een van deze referentiegebouwen, hebben we berekend welke en hoeveel elementen er in totaal nodig zijn. Uit het type elementen volgt ook de materialisering. Voor de bouw op Strandeiland hebben we drie typen referentiegebouwen geïdentificeerd; Rijtjeshuizen (EGW), Appartementen (MGW) en Kantoorpanden (Kantoor). Om de grote lijst benodigde elementen en materialen te verkorten, focussen we ons in eerste instantie op de elementen die samen voor ongeveer 92% van de totale benodigde massa bouwmaterialen zorgen. In de hiernavolgende cirkeldiagrammen is te zien welke elementen en materialen per gebouw het meeste voorkomen.

Mogelijkheden tot vervanging

De mogelijkheden tot vervanging worden weergegeven per element met de overeenkomstige materialisering uit het BAU-model. De elf zwaarste elementen, goed voor meer dan 90% van de totale massa van het BAU-model, zijn onderzocht. Deze materialen zijn vervolgens met oog op hun functie beoordeeld op de mogelijkheid tot vervanging door totaal hergebruik, secundaire materiaal integratie, of door het gebruik van hernieuwbare materialen.

Een groot deel van de elementen bestaan in het BAU-model uit beton. Het is mogelijk om een deel van de grindfractie te vervangen met betongranulaat. Dit

is in de Nederlandse wet mogelijk tot 30% zonder consultatie van de opdrachtgever. Hogere gehalten zijn zonder meer goed mogelijk, daarvoor wordt verwezen naar de genoemde CUR Aanbevelingen. Hiermee zijn vervangingspercentages mogelijk van 50% zonder aanpassingen van de rekenwaarden, en tot wel 100% van grof en fijn vervanging met aanpassingen. Deze vervangingspercentages kunnen behaald worden voor betonelementen tot en met sterkteklasse C55/67, een eis waar alle beoordeelde elementen aan voldoen (6).

Veel structurele betonnen onderdelen kunnen vervangen worden door hout. Het gebruik van Cross-Laminated Timber of CLT kan deze in de meeste omstandigheden vervangen. CLT-onderdelen kunnen gebruikt worden als onderdeel van een geheel houtskelet of als deel van een hybride constructie. De onderstaande tabel geeft weer met welke maatregelen de bouwelementen vervangen kunnen worden.

Nieuwe scenario's en haalbaarheid

Om de verschillende mogelijkheden tot vervanging van de materialen met hernieuwbare materialen en recycling weer te geven zijn we op drie scenario's uitgekomen. Deze scenario's schetsen ieder een beeld van de vervangingspercentages die mogelijk te bereiken zijn wanneer de vervangingsstrategie op ofwel secundaire materialen of biobased materialen focust, of op een mogelijke combinatie van de twee. Het eerste scenario gaat uit van vervanging van grondstoffen voor bouwelementen door secundaire alternatieven. Het tweede scenario focust zich hoofdzakelijk op de toepassing van hernieuwbare materialen zoals CLT. Dit zijn de uiterste scenario's om aan te tonen wat mogelijk is met secundaire grondstoffen of biobased materialen. In het derde scenario wordt uitgegaan van een mogelijke mix van hernieuwbare en gerecyclede materialen, al zijn andere combinaties alsnog mogelijk. In tabel 4.3 zijn deze scenario's verder uitgewerkt.

Tabel 4.2 Vervangende maatregelen voor componenten in gebouwen.

TOTALE MASSA EGW, MGW, KANTOOR (ton)					1.377.930
Element	BAU-materiaal	% van totale massa	Vervangende maatregel	% vervanging van componen	% vervangen van totaal
Verdiepingsvloeren	Beton	26,4	Grindfractie van beton voor 50% met betongranulaat vervangen (1) Zandfractie van beton voor 20% met fijn betongranulaat vervangen (2)	33,1	8,8
			CLT-draagvloeren	100	24,5
Grond aanvullingen	Zand	21,5	Hergebruik zand die vrijkomt in de sloop	100	19,9
Dragende binnenwanden	Kalkzandsteen	18,0	Kalkzandsteen met gerecycleerde kalkzandsteen (3)	28	4,6
	Beton		Grindfractie van beton voor 50% met betongranulaat vervangen (1) Zandfractie van beton voor 20% met fijn betongranulaat vervangen (2)	33,1	1,6
	Kalkzandsteen en beton		CLT-binnenwanden	100	18,0
Vloeren op zand	Beton	8,7	Grindfractie van beton voor 50% met betongranulaat vervangen (1) Zandfractie van beton voor 20% met fijn betongranulaat vervangen (2)	33,1	2,9
Dragende buitenwanden	Baksteen	6,7	Hergebruik van bakstenen die vrijkomen in de lokale sloop	100	6,7
			Bakstenen die voor 30% uit vermalen bakstenen bestaan	30	2,0
			Houten buiten blad	100	6,7
Platte daken	Beton	5,0	Grindfractie van beton voor 50% met betongranulaat vervangen (1) Zandfractie van beton voor 20% met fijn betongranulaat vervangen (2)	33,1	1,7
			Houten dak	100	4,6
Dekvloeren	Zandcement	5,2	Houten vloer	100	5,2
			Zandfractie van beton voor 20% met fijn betongranulaat vervangen (2)	16,6	0,9
Funderingspalen	Beton	3,1	Grindfractie van beton voor 50% met betongranulaat vervangen (1) Zandfractie van beton voor 20% met fijn betongranulaatvervanging (2)	33,1	1,0
			Houten fundatiepalen	100	3,1
Niet dragende binnenwanden	Gipsblokken	2,9	Gips blokken van 25% oude gips blokken (5)	25	0,7
Funderingsbalken	Beton	2,8	Grindfractie van beton voor 50% met betongranulaat vervangen (1) Zandfractie van beton voor 20% met fijn betongranulaat vervangen (2)	33,1	0,9

Tabel 4.3 Scenario samenstelling van de gebouwelementen op Strandeiland.

Bouwelement	% van totale massa	SCENARIO 1: SECUNDAIR		SCENARIO 2: BIOBASED		SCENARIO 3: MIX	
		Alternatief	% circulair	Alternatief	% circulair	Alternatief	% circulair
Verdiepings-vloeren	26,7	Secundair	8,8	Biobased	26,7	Biobased	26,7
Grond-aanvullingen	21,8	Secundair	21,8	Secundair	21,8	Secundair	21,8
Dragende binnenwanden	18,0	Secundair	3,6	Biobased	13,1	Biobased	13,1
Vloeren op zand	8,8	Secundair	2,9	Secundair	2,9	Secundair	2,9
Dragende buitenwanden	6,8	Secundair	2,0	Biobased	6,8	Secundair	2,0
Platte daken	5,0	Secundair	1,7	Biobased	5,0	Biobased	5,0
Dekvloeren	4,3	Secundair	0,9	Biobased	5,2	Secundair	0,9
Funderingspalen	3,3	Secundair	1,0	Biobased	3,1	Secundair	1,0
Niet-dragende binnenwanden	2,9	Secundair	0,7	Secundair	2,9	Secundair	0,7
Funderings-balken	2,4	Secundair	0,9	Secundair	0,9	Secundair	0,9
Totaal	91,6	44,4		88,5		77,3	

Scenario 1: Secundair

Het eerste scenario richt zich volledig op recycling en gaat uit van percentages die eerder op significante schaal zijn uitgevoerd en voldoen aan de huidige bouwnormen zonder als experimenteel bestempeld te worden. Zo worden alle betonnen vloeren, daken, funderingsbalken en palen en binnenwanden voorzien van secundair betongranulaat om 50% van de grindfractie en 20% van de zandfractie te voorzien van gerecyclede materialen. Wanden van kalkzandsteen en gips worden bovendien voor circa een kwart voorzien van gerecycled kalkzandsteen en gips. Grondaanvullingen bestaat uit zand afkomstig van andere projecten. De dragende buitenwanden blijven wel van baksteen in dit scenario.

Betreft het beeld en de architectuur van de bebouwing zal er weinig verschil zijn met het business-as-usual scenario. Er zijn nog steeds bakstenen buitenmuren en recycling is verder niet zichtbaar aan de materialen.

Dit scenario behaalt een percentage recycling en hernieuwbaarheid van 44,4% en haalt de ambitie van 80% dus niet. Dit geeft aan dat de huidige praktijk en bouwnormen voor recycling achterblijven bij ambities die richting de helft recycling gaan.

De jaarlijkse vraag naar secundair betongranulaat die uit dit scenario resulteert legt beslag op circa 7% van de hoeveelheid beton dat in Amsterdam jaarlijks vrijkomt uit slooprojecten. Wanneer alle nieuwbouwprojecten in Amsterdam echter op dezelfde manier zullen plaatsvinden zal dit resulteren in een claim op circa 115% van de beschikbare hoeveelheid beton uit slooprojecten. Hoewel het organiseren van de logistiek rond het verkrijgen van deze grote hoeveelheden secundaire materialen voor Strandeiland zal uitdagend zal zijn, zal er waarschijnlijk dus geen sprake zijn van directe schaarste.



Afbeelding 4.4 Scenario 1 Impact op beeld in de Pampusbuurt (links) en Muiderbuurt (rechts).



Afbeelding 4.5 Scenario 2 Impact op beeld.

Scenario 2: Biobased

In het tweede scenario wordt uitgegaan van houtskeletbouw en overige houten elementen voor vrijwel alle functies. De uitzonderingen hierop zijn de grondvoorzieningen, funderingsbalken, vloeren op het zand en gipsen binnenwanden. Deze elementen lenen zich niet goed voor vervanging met hout.

Het beeld en de architectuur van de bebouwing zal in dit scenario significant veranderen. Zo zal de architectuur gebaseerd zijn op houtskeletbouw, waardoor hoogbouw boven de 10 verdiepingen uitdagend wordt. Daarnaast zullen de gevels bijna uitsluitend uit hout bestaan.

Dit scenario behaalt met een percentage recycling en hernieuwbaarheid van 80,6% de ambitie van 80% dus net.

De jaarlijkse vraag naar hout voor de gebouwen op Strandeiland vereist in dit scenario circa 770 hectare bosbouw. Dit is ruim 4,5 keer het oppervlak van Strandeiland dat gedurende 15 jaar gereserveerd wordt voor houtproductie. Als dit vergeleken wordt met het ingebedde landgebruik voor de productie van het te vervangen beton, dat ongeveer 140 ha per jaar zal benutten, neemt de bosbouw relatief veel ruimte in beslag. Een kanttekening

hierbij is dat het meeste bouwhout uit Scandinavië wordt geïmporteerd, en daarom geen directe invloed heeft op ruimtebeslag in Nederland. Wel is het belangrijk om te bedenken dat wanneer een grotere regio, zoals een hele stad of land overgaat op biobased bouwen met hout, dit wel aanzienlijke gevolgen heeft op ruimtebeslag voor bosbouw in Scandinavië en andere landen.

Scenario 3: Mix van secundair en biobased

In het derde scenario zijn we uitgegaan van gelijksoortige uitgangspunten als bij de houtskeletbouw van scenario 2. De funderingspalen en dekvloer zijn echter wel voorzien met secundaire materialen in plaats van biobased. Het belangrijkste verschil is dat er is uitgegaan van een bakstenen gevel.

Het beeld en de architectuur van de bebouwing zal in dit scenario veranderen door de houtskeletbouw, waardoor hoogbouw boven de 10 verdiepingen uitdagend wordt. De gevels zullen echter nog steeds uit baksteen bestaan en daardoor het beeld niet veranderen.

Dit scenario behaalt een percentage recycling en hernieuwbaarheid van 81,7% en haalt de ambitie van 80% dus wel.

4.1.2 OPENBARE RUIMTE

Om de consequenties van de ambitie circulair bouwen te bepalen is het van belang om deze consequenties tegenover een business-as-usual te kunnen beschouwen. Daarom wordt in paragraaf 4.1.2.1 eerst het voorziene programma van de openbare ruimte op Strandeiland beschreven, waarop de materialisering van de structuren in de openbare ruimte in paragraaf 4.1.2.2 gemodelleerd wordt aan de hand van referenties van bestrating typen. Dan wordt in paragraaf 4.1.2.3 beschreven hoe de gebouwelementen en materialen vervangen kunnen worden door gerecyclede en hernieuwbare alternatieven. Paragraaf 4.1.2.4 beschrijft vervolgens hoe deze vervangingsmogelijkheden samengebracht worden in scenario's en in welke impact deze nieuwe scenario's resulteren. Tenslotte worden belangrijke slotoverwegingen benoemd in paragraaf 4.1.2.5.

Programma

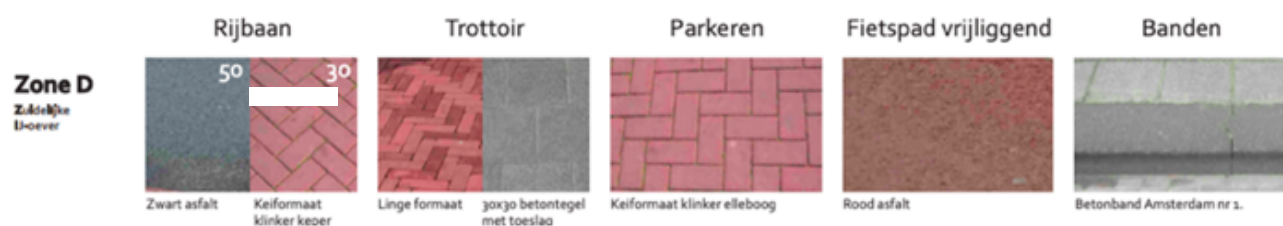
Naast gebouwen worden er ook (infra)structuren gebouwd om de woningen met elkaar en de rest van de stad te verbinden en om te voorzien in verschillende functies. Dit omvat onder andere bruggen, riolering,

kabels, sportvelden, straatmeubilair, speeltoestellen, kunstwerken en wegen en paden. Gezien de beperkte beschikbaarheid van data over de hoeveelheden en omvang van alle verschillende structuren in de openbare ruimte en de hoog ingeschatte relatieve bijdrage van de bestratingen, hebben we ons in dit onderzoek gefocust op bestrating als de voornaamste bijdrage aan de percentages recycling en hernieuwbare materialen in de openbare ruimte.

Aan de hand van plattegronden van de programmering is de oppervlakte van het wegennetwerk bepaald. Hiervoor zijn met behulp van het Stedenbouwkundig plan verschillende wegen in verschillende categorieën verdeeld. Zo hebben we onderscheid gemaakt tussen Rijbanen, Fietspaden, Voetpaden en Trambanen. Daarnaast is gekeken naar de materialisering van de toplaag van de verschillende wegen. Het type materiaal dat voor de bestrating gebruikt gaat worden is gebaseerd op de Puccini-methode en wat er in de 1e fase ook op het nabijgelegen eiland IJburg in is gebruikt. In onderstaande tabel is een overzicht weergegeven van de totale oppervlakten van de verschillende typen wegen en de materialisering daarvan.

Tabel 4.4 Oppervlakten van de verschillende bestrating typen op Strandeiland.

	ASFALT (M ²)	BETONTEGELS	GEBAKKEN KLINKERS	GRANIET KEIEN
	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]
Rijbaan	9.250	0	9.8190	9.8740
Fietspad	12.570	0	0	0
Voetpad	0	3.030	112.860	0
Tramweg	8.290	0	0	0



Afbeelding 4.7 Puccini richtlijnen voor Zone D aan de zuidelijke IJ-oever.

Hiervoor zijn we ervan uitgegaan dat het overgrote deel van de wegen granietkeien of gebakken klinkers als toplaag zullen hebben. Voor de grotere verbindingswegen - de Pampuslaan en de Strandeilandlaan - zijn we ervan uitgegaan dat de toplaag uit asfalt bestaat. De trambanen op deze grotere wegen beschouwen we ook als asfaltwegen, gezien daar naar verwachting ook bussen op zullen rijden. Voor de fietspaden en hebben we gekozen voor asfalt ook op basis van Puccini. Op de voetpaden zijn we ervan uitgegaan dat er voornamelijk betontegels gebruikt worden.

Materialisering in business-as-usual scenario

Voor de verdere materialisering van de onderlagen hebben we gekeken naar de typische opbouw en fundering van de verschillende typen wegen. Hierdoor hebben we kunnen inschatten welke materialen er in totaal nodig zijn voor de bouw van het wegennetwerk. In onderstaande tabel is te vinden hoeveel van welke materialen er nodig zijn voor de verschillende componenten van de wegen.

Vervolgens kunnen we nog een niveau verder in de materialisering duiken; beton bijvoorbeeld bestaat uit verschillende componenten (cement, zand en grind). Onderstaande cirkeldiagram geeft de massaverdeling van de verschillende primaire materialen die benodigd zijn weer. Uit dit diagram is op te maken dat veruit het grootste aandeel uit puingranulaat voor de funderingen bestaat. Dit puingranulaat zit voor 100% in de fundering van de wegen. Bovendien komt zand veel voor, dit wordt

toegepast als grondstof voor beton en asfalt en wordt tevens toegepast als opvulling tussen de klinkers en keien. Zand als ophogingsmateriaal onder de fundering van de wegen is niet meegenomen, omdat is aangenomen dat de hoeveelheid opgespoten zand op Strandeiland hiervoor al dienst doet. Verder vormen klinkers van klei, graniet keien, stenen en grind significante bijdragen aan de totale massa.

In totaal is er circa 160.000 ton materiaal nodig voor de bestratingen in de openbare ruimte op Strandeiland. Een groot deel hiervan wordt in een business-as-usual al voorzien vanuit recycling wegens de grote vraag naar granulaten voor de fundering.

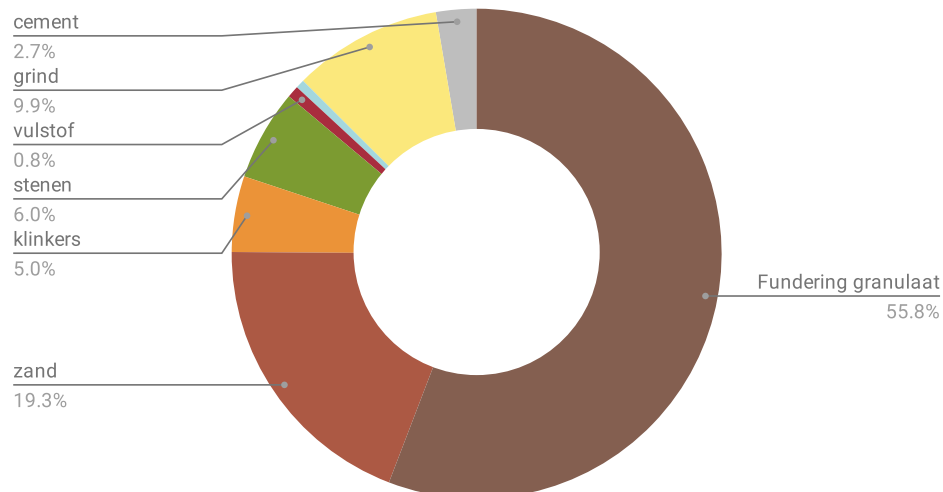
Mogelijkheden tot vervanging

De mogelijkheden tot vervanging van de materialen met hernieuwbare of gerecyclede alternatieven staat in de onderstaande tabel weergegeven. Hierin is per component aangegeven welke materialen hierin op welke manier vervangen kunnen worden. Tevens staat de procentuele bijdrage aan de totale massa van de bestrating op Strandeiland en de mate waarin de vervangende maatregel bijdraagt aan het totale percentage hernieuwbare en gerecyclede materialen op Strandeiland.

De maatregelen onderscheiden zich voornamelijk door te focussen op het (gedeeltelijk) vervangen van grondstof van een bepaald materiaal of op het volledig vervangen van een component door hergebruik of volledige recycling.

Tabel 4.5 Massa van materialen in de verschillende bestrating typen op Strandeiland.

COMPONENT	MATERIAAL	MASSA (ton)
Fundering	Puingranulaat	91.330
Straatlaag	Zand	21.810
Klinkers	Klei	15.300
Graniet keien	Graniet	13.330
Asfalt	Steen	13.330
	Zand	9.800
	Vulstof	5.160
	Bitumen	1.290
Betonstraatstenen	Grind	950
	Zand	170
	Cement	100
	Cement	100



Afbeelding 4.8 Massaverdeling van de benodigde materialen voor de bestrating op Strandeiland.

Tabel 4.6 Vervangende maatregelen voor componenten in de openbare ruimte.

TOTALE MASSA BESTRATING (ton)					
Wegtype	Business-as-usual materiaal	% van totale massa	Vervangende maatregel	% vervanging van wegtype	% vervangen van totale massa
Asfalt wegen	Bitumen	0,6	50% vervangen door lignine	0,04	0,3
	Asfalt	10,8	100% gerecycled asfalt	51,4	10,6
	Stenen	6,2	50% hergebruikte stenen door toepassing van nieuwe productiemethode	8,35	1,75
	Zand	3,2	Zandfractie van fijn betongranulaat	15,4	3,2
	Fundering	10,2	100% van puingranulaat	48,6	10,0
Betontegel wegen	Betontegels	0,2	50% van grind vervangen door betongranulaat	7,1	0,05
	Betontegels	0,2	Zandfractie van beton voor 20% met fijn betongranulaat vervangen	1,8	0,01
	Fundering	0,5	100% van puingranulaat	62,2	0,5
Gebakken klinker wegen	Gebakken klinkers	9,6	Hergebruik van klinkers uit de sloop	19,0	9,6
	Gebakken klinkers	9,6	Klinkers vervangen door betonstraatstenen met 50% grind vervanging door betongranulaat en 20% van de zandfractie met fijn betongranulaat	6,3	3,19
	Fundering	31,8	100% van puingranulaat	62,7	20,0
Graniet keien	Graniet keien	8,4	Hergebruik van keien uit de sloop	30,3	8,4
	Graniet keien	8,4	Keien vervangen door betonstraatstenen met 50% grind vervanging door beton granulaat en 20% van de zandfractie met fijn betongranulaat	10,1	2,8
	Fundering	14,9	100% van puingranulaat	53,9	14,9

Nieuwe scenario's en haalbaarheid

Op basis van de mogelijkheden tot vervanging van de materialen met hernieuwbare materialen en recycling om tot de 80% te komen zijn we op 2 scenario's uitgekomen. Het eerste scenario gaat uit van vervanging van grondstoffen op een niveau dat regelmatig voorkomt in de praktijk. Het tweede scenario gaat een stap verder door uit te gaan van maximale recycling en volledig hergebruik van componenten. In tabel X zijn deze scenario's verder uitgewerkt.

Scenario 1: Grondstoffen vervanging

In het eerste scenario worden zand en grind in het asfalt deels vervangen door secundair betongranulaat als fijn en grof toeslagmateriaal. De bitumen in het asfalt wordt voor de helft vervangen door lignine als biobased alternatief. De betontegels worden eveneens voorzien van secundair betongranulaat als fijn en grof toeslagmateriaal. De granietkeien zowel als de gebakken klinkers worden in dit scenario vervangen door betonstraatstenen, omdat klinkers niet makkelijk te produceren zijn met secundaire grondstoffen en direct hergebruik op deze schaal complexe logistiek vereist. De funderingen van alle typen wegen worden voorzien door puingranulaat.

Het belangrijkste verschil betreft het beeld en de architectuur van de openbare ruimte is dat de klinkers vervangen worden door betonstraatstenen. Hoewel deze qua structuur een ander aanzicht hebben, zijn er wel mogelijkheden om de vorm en kleur af te stemmen om op klinkers te lijken.

Dit scenario behaalt een percentage recycling en hernieuwbaarheid van 66,6% en haalt de ambitie van 80% dus niet.

Scenario 2: Maximale recycling en hergebruik

Het tweede scenario voorziet het asfalt volledig uit recycling. Het is mogelijk om asfalt volledig op te bouwen uit gefreesd asfaltgranulaat. Belangrijk is hierin wel dat het asfaltgranulaat van goede kwaliteit is, geen teer bevat en bovenal voldoende lokaal voorradig is. Dit maakt de logistiek complexer. De betontegels worden in dit scenario eveneens voorzien van secundair betongranulaat als fijn en grof toeslagmateriaal. De klinkers en graniet keien zijn in dit scenario afkomstig uit direct hergebruik. Dit betekent dat klinkers die vrijkomen uit andere projecten met gelijksoortige klinkers opgespaard en opgeknapt dienen te worden. Gezien de vraag naar 211.000 m² klinkers en 98.745 m² graniet keien over de gehele ontwikkeling brengt dit ook de nodige logistieke uitdagingen met zich mee. De funderingen van alle typen wegen worden voorzien door puingranulaat.

Wat betreft het beeld en de architectuur van de openbare ruimte zullen er weinig zaken opvallen ten opzichte van de rest van IJburg. Wellicht zal aan een deel van de klinkers te zien zijn dat ze niet nieuw ogen en dat er kleurverschillen aanwezig zijn. Dit kan echter ook een kwaliteit zijn.

Dit scenario behaalt met een percentage recycling en hernieuwbaarheid van 86,2% de ambitie van 80% dus wel.

Tabel 4.7 Scenario samenstelling van de openbare ruimte.

Component	% van totale massa	SCENARIO 1: SECUNDAIR		SCENARIO 2: BIOBASED		SCENARIO 3: MIX	
		Alternatief	% circulair	Alternatief	% circulair	Alternatief	% circulair
Asfalt wegen	21,0	secundair en biobased	13,5	recycling	21,0	Biobased	26,7
Betontegel wegen	0,7	secundair	0,5	secundair	0,5	Secundair	21,8
Gebakken klinker wegen	50,7	secundair	35,0	hergebruik	40,4	Biobased	13,1
Graniet kei wegen	27,6	secundair	17,7	hergebruik	23,3	Secundair	2,9
Totaal			100,0		66,6		86,2

4.1.3 MILIEUPRESTATIE GEBOUWEN

Gezien de grote variëteit van de gebouw typologieën en de vele determinanten van de MPG score, is het niet mogelijk om de MPG van alle gebouwen op Strandeiland met grote precisie te modelleren binnen deze exercitie. Daarom is ervoor gekozen om te kijken naar een groter sample van MPG uitkomsten van in het verleden uitgevoerde projecten met vergelijkbare gebouw typologieën aan die op Strandeiland. Vervolgens wordt de impact van de context specifieke gebouw eigenschappen op Strandeiland behandeld, zoals de EPC ambities en de ambitie voor hernieuwbare en gerecyclede materialen. Tenslotte worden ontwerp parameters en interventies aangegeven die de MPG kunnen verbeteren.

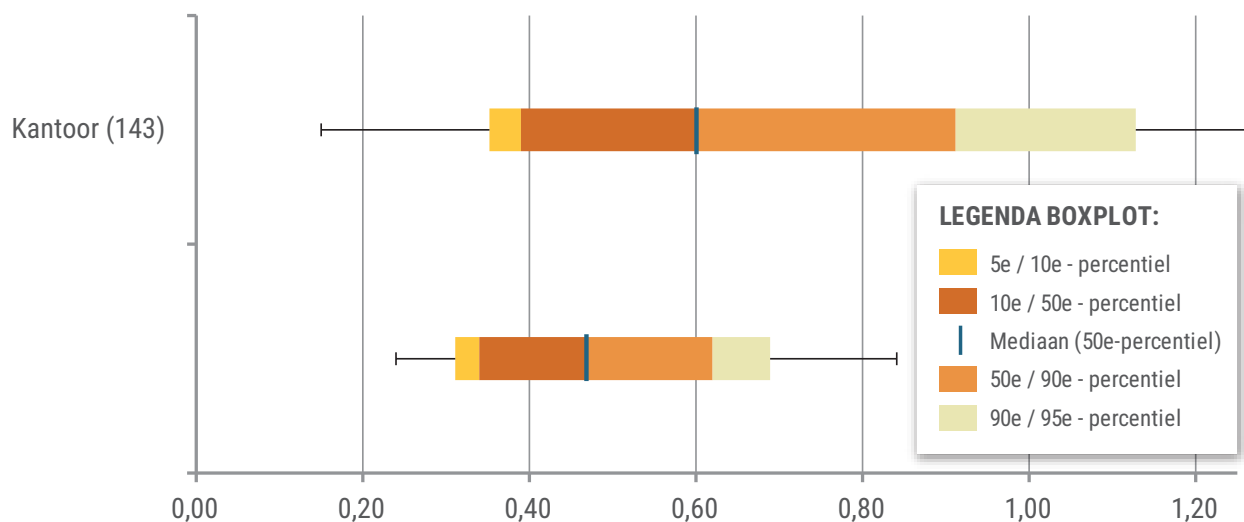
MPG scores van de typologieën op Strandeiland

In de periode van 2012 tot 2016 zijn vele MPG berekeningen uitgevoerd door verschillende adviesbureaus in Nederland. W/E Adviseurs heeft de uitkomsten van 374 MPG berekeningen uit die periode geëvalueerd, wat een helder beeld schetst van haalbare benchmarks van de MPG van verschillende

gebouwtypen. Binnen deze berekeningen hebben wij gekeken naar degenen die zijn uitgevoerd met de drie meest recente versies van de Nationale Milieudatabase (van de in totaal 9 beschikbare versies in deze periode). Dit om de meest gedateerde berekeningen uit het sample te weren. Dit geeft een totaal van 250 berekeningen die als referentie dienen.

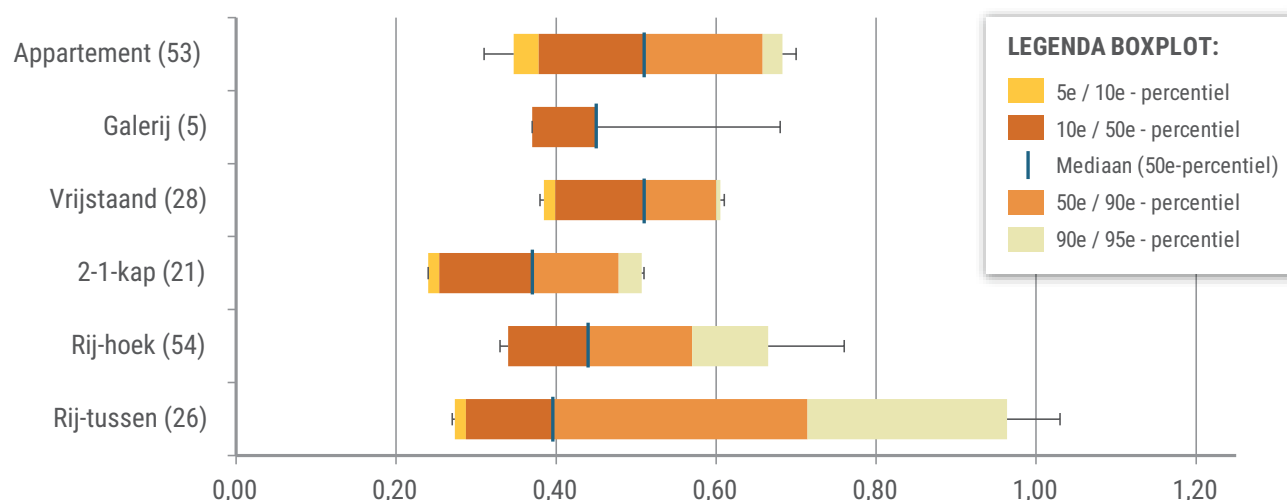
In afbeelding 4.9 staan de resultaten voor woon- en kantoorgebouwen weergegeven in een boxplot. In afbeelding 4.10 daaronder staan de woongebouwen verder uitgesplitst naar de specifieke typologieën. De rode streep geeft bij elke boxplot de mediaan aan van waaruit 50% van de MPG scores hoger zijn en 50% lager.

Uit de eerste afbeelding valt op te maken dat de mediaan van kantoorpanden en het gemiddelde van de woningen beiden onder een MPG van € 0,50 scoren. Dit geeft aan dat meer dan de helft van deze gebouwtypologieën, mochten ze in deze vorm gerealiseerd worden op Strandeiland, voldoet aan de ambitie als gesteld door de gemeente. Als we verder inzoomen op de specifieke woningtypologieën in het tweede afbeelding zien we dat de mediaan van de



WAARDEN	WOON	KANTOOR
Laagste waarde	0,24	0,15
5% percentiel	0,31	0,35
10% percentiel	0,34	0,39
Mediaan (50%p)	0,47	0,60
90% percentiel	0,62	0,91
95% percentiel	0,69	1,13
Hoogste waarde	1,18	1,80

Afbeelding 4.9 Frequentieverdeling van de MPG van woningen en kantoren (W/E Adviseurs, 2017).



WAARDEN	RIJ-TUSSEN	RIJ-HOEK	2-1-KAP	VRIJSTAAND	GALERIJ	APPARTEMENT
Laagste waarde	0,27	0,33	0,24	0,38	0,37	0,31
5% percentiel	0,27	0,34	0,24	0,38	0,37	0,35
10% percentiel	0,29	0,34	0,25	0,40	0,37	0,38
Mediaan (50%p)	0,40	0,44	0,37	0,51	0,45	0,51
90% percentiel	0,71	0,57	0,48	0,60	0,45	0,66
95% percentiel	0,96	0,67	0,51	0,61	0,45	0,68
Hoogste waarde	1,03	0,76	0,51	0,61	0,68	0,70

Afbeelding 4.10 Frequentieverdeling van de MPG van woningen uitgesplitst naar typologie (W/E Adviseurs).

tussenwoningen ruimschoots voldoet aan de ambitie, maar dat de mediaan van de appartementen iets boven de ambitie ligt. Voor de MPG mediaan van drie gebouwtypologieën die het meest op Strandeiland voorkomen schetst dit het volgende beeld:

- Kantoor € 0,48
- Tussenwoning € 0,40
- Appartement € 0,51

Dit geeft aan dat meer dan de helft van de kantoren en tussenwoningen die volgens een manier die in de periode van 2012 tot 2016 'business-as-usual' was, voldoen aan de ambitie van de gemeente. Voor de appartementen geldt dat net iets minder dan de helft voldoet aan de ambitie van de gemeente. Zonder afwijken van deze 'business-as-usual' manier van ontwerpen en bouwen zullen de meeste, maar dus niet alle gebouwen, voldoen aan de ambitie. Het maakt ook duidelijk dat het voor de verschillende gebouwtypologieën dus wel heel goed mogelijk om te voldoen aan MPG grenswaarde van €0,50.

Er zijn echter een aantal belangrijke factoren waardoor de manier van bouwen en ontwerpen op Strandeiland af zal wijken van de bouwpraktijk uit de periode van 2012 tot 2016. Ten eerste omdat er strikter wordt gestuurd op de MPG bij gebouwontwikkelingen op Strandeiland dan wat in de periode van 2012 tot 2016 gebruikelijk was. In de tussentijd is de MPG ook een meer bekend instrument geworden voor architecten, aannemers en ontwikkelaars om ontwerpkeuzes op af te stemmen. Dit geldt ook voor producenten die steeds meer bouwproducten met een lagere MPG op de markt brengen en/of laten opnemen in de Nationale Milieudatabase om in MPG berekeningen toe te kunnen laten passen. Met sterkere prikkels, ervaring en middelen om de MPG te minimaliseren, zijn ook gunstigere resultaten te verwachten.

Daarnaast wordt er naast de MPG ook gestuurd op hernieuwbare en gerecyclede materialen in de gebouwen, welke ook een impact op de MPG kunnen hebben. Tenslotte kent Strandeiland ook hogere ambities op het gebied van energie dan die in de periode 2012 tot 2016 gangbaar waren. Deze laatste twee zaken worden in de volgende paragrafen verder uitgewerkt.

Ambitie hernieuwbare en gerecyclede materialen

Recycling van betongranulaat in nieuw beton geeft veelal een kleine winst betreft de MPG. Voor de volgende elementen geeft toevoeging van 20% betongranulaat de volgende procentuele voor- of achteruitgang van de MPG per element:

• Funderingsbalken	0,3%
• Funderingspalen	21,4%
• Verdiepingsvloeren	0,0%
• Begane grondvloeren	-0,6%
• Dragende wanden	0,5%
• Platte daken	0,5%

Wat betreft hernieuwbaar zijn de volgende MPG verbeteringen per element te onderscheiden wanneer elementen vanaf een business-as-usual scenario worden vervangen met hout:

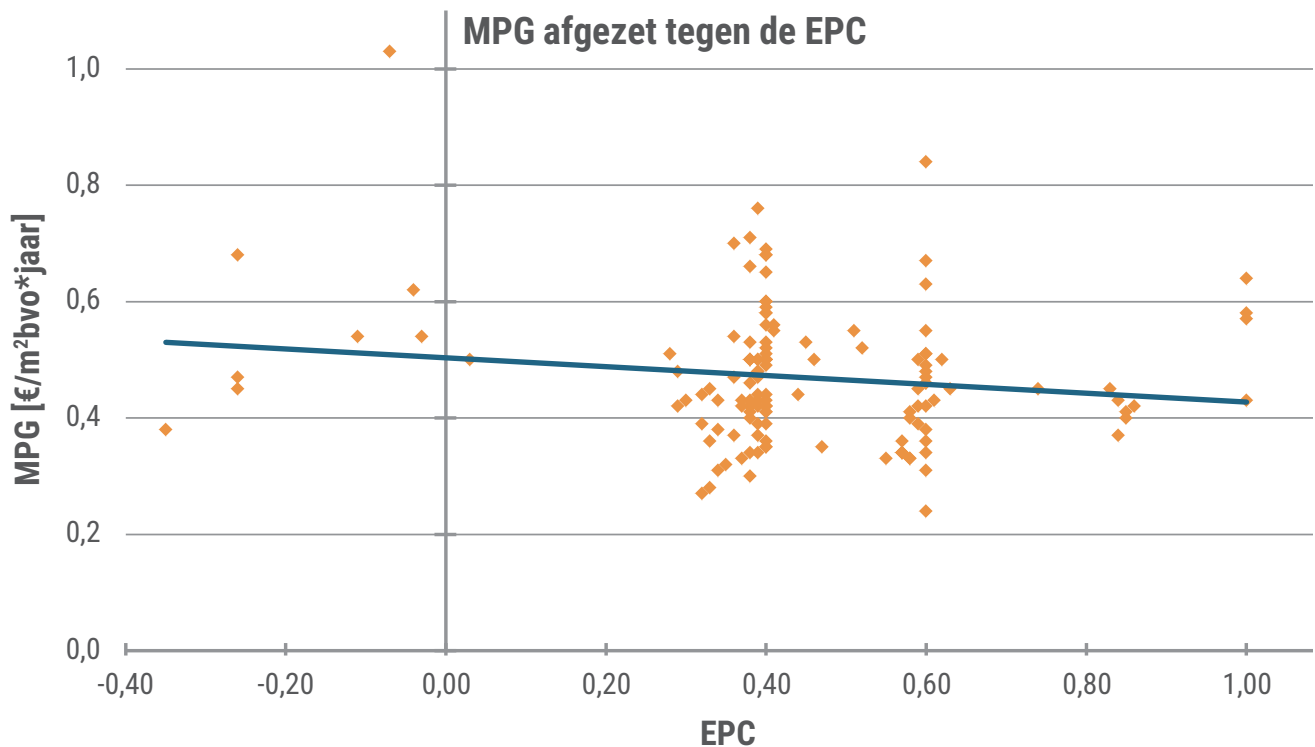
• Funderingspalen	89,3%
• Verdiepingsvloeren	68,3%
• Dragende wanden	12,0%
• Platte daken	85,1%
• Buitengevel (CLT)	19,6%

De bovenstaande resultaten tonen dat de ambities van de gemeente betreft hernieuwbare en gerecyclede materialen in bijna in alle gevallen zal resulteren in een verbetering van de MPG. Deze verbetering zal miniem zijn in het geval van recycling van mineralen en zal groter zijn bij inzetten van houten elementen.

Ambitie duurzame energie

Het is de ambitie om op Strandeiland een EPC van 0,15 of lager te realiseren. De referenties in het onderzoek van W/E Adviseurs stammen echter uit de periode 2012 tot 2016, waarin een EPC van 0,40 geldig was. Maatregelen om dit te bereiken zullen daarom meegenomen moeten worden in de benadering van de te verwachten MPG. In het Stedenbouwkundig Plan is echter opgenomen dat circulair bouwen in de tenders geen negatieve impact op de energieambities mag hebben en andersom. Hiervoor wordt er in de uitgifte zowel naar de MPG met en zonder zonnepanelen gevraagd. De MPG van € 0,50 is dus exclusief zonnepanelen. Afbeelding 4.11 toont het effect van de EPC van een gebouw op de MPG.

Hoewel er sprake is van een zeer zwak voorspellend verband tussen de EPC en MPG, is het wel duidelijk dat een lagere EPC waarschijnlijk zal resulteren in een hogere MPG; dit zijn immers communicerende vaten. Wanneer de trendlijn in de afbeelding gevolgd wordt, kan gesteld



Afbeelding 4.11 MPG van gebouwen tegenover de EPC (W/E Adviseurs).

worden dat de MPG met een stap van EPC 0,4 naar EPC 0,15 circa 18,75% tot 25% toe zal nemen en van EPC 0,4 naar EPC 0 met 30% tot 40% (W/E Adviseurs, 2017). Hier komt zoals besproken echter bij dat zonnepanelen geen onderdeel uitmaken van de MPG berekening, waardoor de daadwerkelijke percentuele toename minder zal zijn. Voor een EPC 0 woning kunnen zonnepanelen alleen namelijk al verantwoordelijk zijn voor 34% van de MPG.²⁷

Interventies, ontwerpparameters en impact op beeld en architectuur

Gezien de in het verleden behaalde MPG scores, nieuwe milieuvriendelijkere bouwproducten, de lagere milieu-impact van hernieuwbare en gerecyclede materialen en de beperkte impact toename van de energieambities lijkt de ambitie van een maximale MPG van € 0,50 haalbaar op Strandeiland zonder extra ontwerp aanpassingen. Het is dus niet te verwachten dat de impact op de materialisering, architectuur en het beeld sterk zal

wijzigen bovenop de impact die de ambitie van 80% hernieuwbare en gerecyclede materialen op deze drie punten zal hebben.

Mochten sommige ontwikkelaars ondank de bovengenoemde factoren toch worstelen met de MPG, dan is het mogelijk om de volgende ontwerp aanpassingen op Strandeiland aan te treffen:

- Materiaalbesparing door slanke constructies;
- Verlenging van de levensduur van het casco van het gebouw;
- Verhoging van het bruto vloeroppervlak per woning;
- Toename van het aantal bouwlagen;
- Verlaging van de verdiepingshoogte;
- Relatieve verlaging van het geveloppervlakte;
- Verlaging van het aandeel open delen in de gevel.



²⁷ <http://www.ofme.nl/2018/05/03/koordansen-tussen-mpg-en-epc>

4.2 FINANCIËLE CONSEQUENTIES CIRCULAIR BOUWEN

Voor elk scenario voor zowel de woningbouw als de openbare ruimte is ook gekeken naar de financiële haalbaarheid. Hiervoor is per te vervangen element berekend wat het prijsverschil is tussen het gangbare element en het duurzame alternatief. De prijzen zijn bepaald uit eerder onderzoek van Metabolic, bouwkosten calculaties en door het raadplegen van experts en (groot) handelaren.

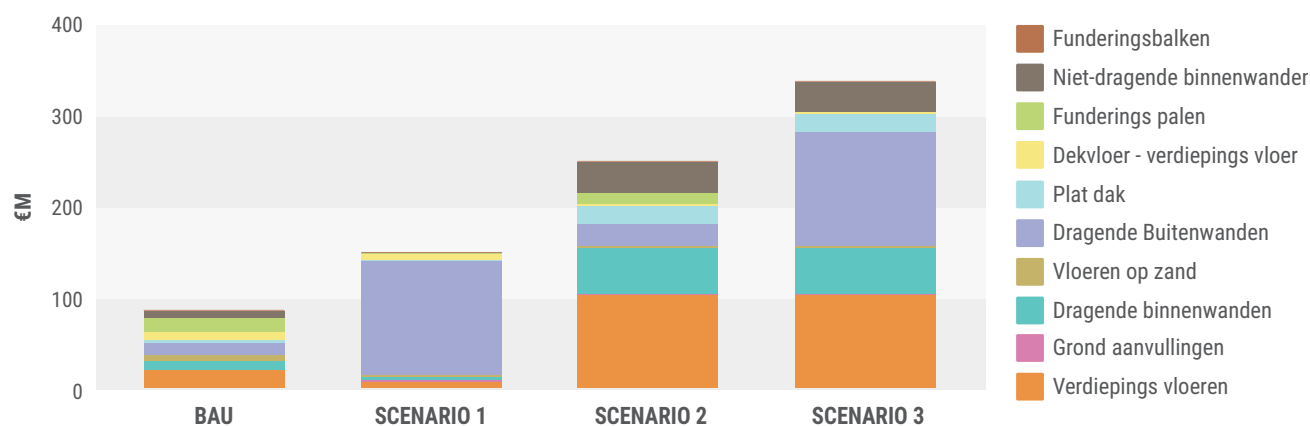
Gebouwen

Betreft de gebouwen zijn we weer uitgegaan van de drie gebouwtypen die op Strandeiland voorkomen: het kantoor, de tussenwoning en het appartement. Hiervoor hebben we de kosten voor het vervangen van de 'business-as-usual' elementen voor de hernieuwbare en gerecyclede alternatieven uit paragraaf 4.1.1 in kaart gebracht. Voor de kosten calculatie hebben we dus expliciet gekeken naar een kwantificatie van de kosten van de ambitie van 80% recycling en hernieuwbaar, en hebben we de financiële consequenties van de MPG niet verder verkend. Dit omdat uit paragraaf 4.1.3 bleek dat de benodigde aanpassingen aan het ontwerp en materialisering om de MPG te behalen hoogstwaarschijnlijk minimaal zullen zijn.

In afbeelding 4.12 zijn de kosten weergegeven van de verschillende scenario's voor vervanging van de elementen uit een business-as-usual scenario.

Duidelijk te zien is dat de drie scenario's allemaal duurder zijn dan het 'business-as-usual' scenario. De meest opvallende prijsverschillen zijn te zien in het toepassen van gerecyclede bakstenen, het toepassen van houten verdiepingsvloeren en houten dragende en niet-dragende binnenwanden. Momenteel zijn er geen markt competitieve baksteen producten van oude bakstenen of sloopafval, al is deze technologie wel beschikbaar. Omdat dit een niche-product is dat tot nu toe geen massa productie ondervindt is de prijs voor gerecyclede bakstenen zeer hoog. Het prijs verschil tussen de BAU en de constructieve houten elementen zoals vloeren en binnenwanden is te wijten aan twee factoren. Ten eerste is de prijs van constructieve houten elementen relatief hoog in tegenstelling tot beton, en daarnaast zijn verdiepingsvloeren qua volume ook sterk vertegenwoordigd in ons model.

Om de kostenverschillen tussen het BAU scenario en de verschillende duurzame scenario's in perspectief te zetten hebben we ook gekeken naar de kostenverschillen wanneer andere kostenposten ook worden meegenomen. Naast de geselecteerde te vervangen bouwelementen worden er ook nog andere bouwmaterialen gebruikt, en daarnaast dient bijvoorbeeld ook rekening te worden gehouden met arbeidskosten. Hierbij zijn we uitgegaan van totale



Afbeelding 4.12 Kostenverdeling van de grootste elementen op Strandeiland in de verschillende scenario's.

kosten van EUR 1.009/m² BVO (excl. omzetbelasting), wat correspondeert met kosten in het 'normale bouw' segment.²⁸ Deze kosten zijn allesomvattend; alle bouwmaterialen, arbeidskosten, materieel, algemene bouwplaatskosten, winst, risico en verzekering zitten hierin verwerkt. Uit eerder onderzoek hebben we bepaald dat deze bouwkosten verdeeld zijn in; 17% algemene bouwplaatskosten, winst, risico en verzekering, 35% bouw materiaal en 48% arbeids- en materieelkosten. Door dit bouwkosten kengetal te vermenigvuldigen met de totale BVO bouwopgave hebben we een inschatting verkregen van de verdeling van de totale kostenposten. Deze kosten zijn in onderstaande grafiek weergegeven (afbeelding 4.13).

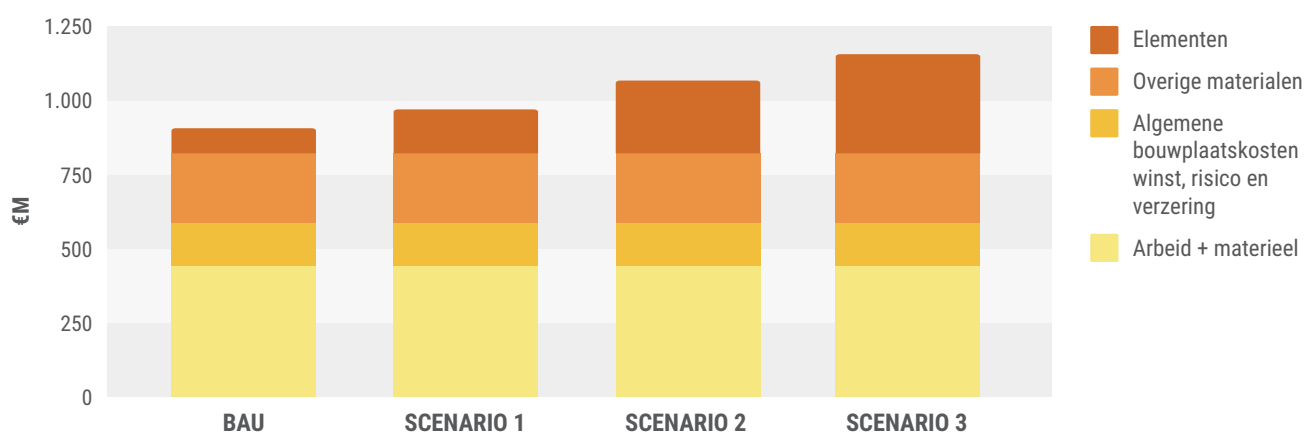
Wanneer het BAU scenario wordt bekeken, is te zien dat de totale materiaalkosten (elementen + overige materialen) van de gebouwen circa 35% uitmaken van de gehele kosten. De kostenstijging door het vervangen van de elementen in de verschillende scenario's ten opzichte van de totale kosten komen daarbij op; 7% voor scenario 1, 18% voor scenario 2, en 28% voor scenario 3.

In scenario 1 komt dit voornamelijk door het gebruik van gerecyclede bakstenen; het recyclen van baksteen blijkt een kostenintensief proces te zijn en wordt momenteel vooral op kleine schaal toegepast. In scenario 2 wordt zoals eerder genoemd de kostenstijging gekenmerkt door het hoge gebruik van hout en CLT. In scenario 3 wordt er

gebruik gemaakt van zowel gerecyclede bakstenen, hout en CLT, waardoor de kosten nog hoger uitpakken.

Iets dat opvalt in het BAU scenario, is dat ondanks dat 80% van de massa aan materialen is geselecteerd voor vervanging (categorie elementen), in de grafiek is te zien dat deze materialen maar ongeveer van de waarde van de totale materialen is. Dit kan verklaard worden door materialen met een kleine massa maar relatief hoge waarde die in onze elementenlijst niet naar voren kwamen, zoals bijvoorbeeld isolatiemateriaal of inbouwapparatuur en andere afwerkingselementen.

De kostenopbouw is belangrijk om te vermelden, omdat het bredere plaatje naast de materiaalkosten uiteindelijk bepaald hoe de kosten zich gaan ontwikkelen. Op het moment is in deze scenario's geen rekening gehouden is met bijvoorbeeld variabele arbeidskosten. Dit is vooral relevant voor scenario 2 en 3, omdat houtskeletbouw en CLT constructies zich vaak kenmerken door lagere materieel- en arbeidskosten. Dit is te wijten aan de mogelijkheden om veel met prefab constructies te werken en makkelijkere verbindingen aan te brengen. Wanneer rekening gehouden wordt met een procentuele daling van de materieel- en arbeidskosten, kan de relatieve aantrekkelijkheid van de verschillende scenario's dus nog significant beïnvloed worden. Zo zou een hypothetische daling van de arbeidskosten van 38% in scenario 2 al leiden tot een goedkopere uitkomst



Afbeelding 4.13 Kostenverdeling van de gebouwen op Strandeiland in de verschillende scenario's.

²⁸ <https://www.woonwenstool.nl/bouwkosten>

ten opzichte van het BAU scenario. Gesprekken met koplopers in de industrie duiden dat een daling van 30% te verwachten valt, welke in sommige gevallen zelfs kan toenemen tot 60%. In scenario 3 zal er ook een sterke daling plaatsvinden van arbeidskosten, echter zijn de totale materiaalkosten hoger, waardoor moeilijk te concurreren is met de prijs van scenario 1 en 2.

Openbare ruimte

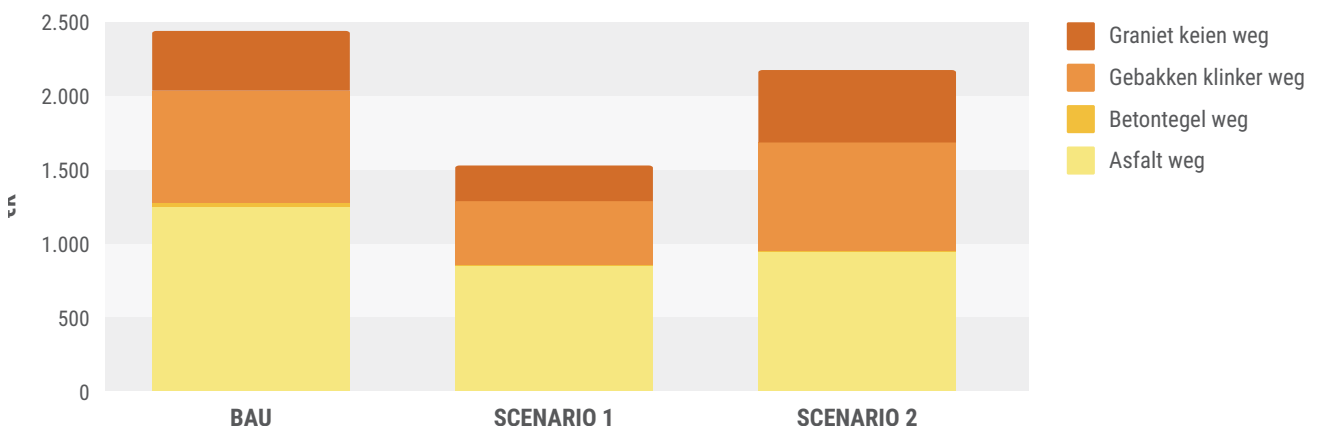
Betreft de openbare ruimte hebben we de oppervlaktes van de verschillende straat functies die op Strandeiland voorkomen aan de hand van het Stedelijk Plan opgemeten. Deze straat functies hebben we dan overlegd met de richtlijnen van de Puccini-methode en de bestrating types op IJburg 1 om zo op de vier bestrating types te komen: graniet keiwegen, gebakken klinkerwegen, betontegels trottoirs, en asfalt wegen. Om de prijsvergelijkingen te bekomen hebben we de kosten voor het vervangen van de 'business-as-usual' elementen voor de hernieuwbare en gerecyclede alternatieven uit paragraaf 4.1 in kaart gebracht. In afbeelding 4.14 zie je de kosten in het BAU scenario en de twee vervanging scenario's per wegtype.

In de kostenanalyse valt op dat de prijs van asfalt in de twee vervanging scenario's lager ligt dan in de BAU scenario. Scenario 1 kent een reductie van de materiaalkosten van circa 37% en scenario 3 van 11%. Dit komt omdat de materiaal prijs van gerecycled asfalt en hergebruikte stenen lager ligt dan BAU asfalt, en zo mogelijke kosten van alternatieve technologieën onderdrukt. Het prijsverschil tussen de BAU en Scenario 1 waar betonstraatstenen met goedkopere secundaire materialen worden toegepast is ook opmerkelijk.

De kosten die weergegeven zijn in dit document zijn gebaseerd op de best beschikbare data, en zullen daarom als indicatief gezien moeten worden. Een drietal redenen kunnen ervoor zorgen dat de kosten in werkelijkheid anders uit kunnen vallen. Ten eerste zijn grondstofprijzen onderhevig aan fluctuaties in de markt, voornamelijk wanneer het om secundaire materialen waarin vraag en aanbod onzeker zijn en een belangrijke rol zullen spelen. Hier komt bij de logistiek rond het transport en mogelijke opslag mee telt in de prijs van secundaire materialen. Daarnaast zijn niet alle prijzen voor materialen en producten goed beschikbaar, marktpartijen geven deze niet graag prijs. En tenslotte zijn nu en in de toekomst kosten optimalisaties mogelijk op de beschreven scenario's, zo kunnen vergelijkbare alternatieven beschikbaar komen tegen lagere prijzen, die we nu niet in het vizier hebben.

Limitaties

Er zijn enkele overwegingen bij het uitvoeren en de interpretatie van het bovenstaande onderzoek omtrent circulaire bouw van gebouwen. Wanneer grote hoeveelheden secundaire bouwmaterialen nodig zijn is het belangrijk om te kijken naar het toekomstige geschatte aanbod in de regio. Om deze logistieke haalbaarheid in kaart te brengen hebben we gekeken naar de urban mine van de gemeente Amsterdam. Hiervoor is gebruik gemaakt van sloop projecties van het CBS en het urban mining model van Metabolic. Uit deze analyse kwam voort dat de ambitie van Strandeiland voor het gebruik van 80% secundaire en hernieuwbare materialen, 13% van de jaarlijks vrijkomende bouw- en sloopmaterialen uit de bouwvoorraad in Amsterdam zou opeisen.



Afbeelding 4.14 Kostenverdeling van de openbare ruimte op Strandeiland in de verschillende scenario's

De ambitie is dus haalbaar, al moet rekening gehouden worden met de vraag vanuit de rest van de stad. Zou de hele stad deze ambitie van 80% overnemen zou er een tekort komen aan secundaire materialen. Echter als Strandeiland 13% van de vrijkomende bouwmaterialen zou opeisen, zou de rest van de gemeente Amsterdam theoretisch gezien nog een percentage gerecyclede en hergebruikte materialen van 42% kunnen behalen. Dit is dusdanig hoog dat de 'materialen-claim' van Strandeiland op het aanbod van secundaire materialen binnen de stadsgrenzen niet als beperkend wordt aangemerkt voor het verwezenlijken van ambities betreft recycling en hergebruik in andere delen van de stad.

Een tweede limitatie is dat voor de analyse van de gebouwen rekening gehouden is met de elf zwaarste bouwelementen, die ongeveer 92% van de totale massa opmaken. Het onderzoek richt zich dus op het vervangen van 92% van de massa van de gebouwen door secundaire en hernieuwbare materialen. Bij het berekenen van de ambities in elk scenario van het onderzoek zou dus eigenlijk het behaalde vervangingspercentage nog maal 92% moeten. In de overige 8% van de massa is echter ook winst te behalen. Naast de hoofdelementen, zitten bouwmaterialen vooral in de systeemschil en in de tussenwanden, waar ook potentieel materiaal vervanging plaats kan vinden. Echter vallen hieronder zo veel verschillende elementen die klein zijn van massa dat ze niet zijn meegenomen in het onderzoek. Hieronder vallen bijvoorbeeld metalen luchtschachten waarvoor gerecycled metaal gebruikt kan worden. Als hier verder op wordt ingezoomd, bestaan een aantal van de overgebleven elementen uit materialen die theoretisch gerecycled zouden kunnen zijn. Als de massa van deze elementen bij elkaar wordt opgeteld is er nog ongeveer 2,5% winst te behalen op de totale massa. Hierbij is puur gekeken naar de materiaalcompositie van deze elementen en niet naar product technische specificaties.

Wanneer bovenstaande percentages worden meegenomen in de uiteindelijke praktische haalbaarheden, komen we uit op meer realistische vervangingspercentages voor elk van de gebouw scenario's;

- Scenario 1: 44,4% maal 92% = 40,8% vervanging.
- Scenario 2: 88,5% maal 92% = 81,4% vervanging.
- Scenario 3: 81,7% maal 92% = 75,2% vervanging.

Voor materiaal vervanging in de openbare ruimte waren de limitaties zeer beperkt, gezien de accuraatheid van de verkregen data en de duidelijke voorschriften omtrent straatbeeld. De voornaamste limitaties waren; het handmatig opmeten van straatlengtes waarmee het totale oppervlak aan bestrating is bepaald, het inschatten van diktes van bestratingslagen, en daarnaast was er niks bekend over de infrastructurele werken zoals bruggen. Al met al hebben deze factoren niet veel invloed op het eindresultaat en zijn ze dus te verwaarlozen.

Conclusie

De ambitie om 80% van de materialen voor gebouwen en de openbare ruimte van recycling of hernieuwbare bronnen te voorzien is technisch en logistiek haalbaar, al vraagt de uitvoering wel enige experimentele ambitie.

80% vervanging van de totale massa van de gebouwen is haalbaar met een scenario dat focust op biobased materialen zoals geduid in scenario 2. De voorgestelde structurele composities met CLT en houtskeletbouw zijn al vaker toegepast in grootschalige woningbouwprojecten, al is de schaal van Strandeiland nog nooit benaderd. Het biobased scenario heeft ook enige impact op het beeld. De oorspronkelijke visie met een minimum van 70% baksteen gevels in de Pampus buurt en een "patchwork" van gevels van steen en hout in de Muiderbuurt wordt dus niet geëerd door de vervanging met volledige houten gevels. Naargelang de mate van het gebruik van CLT en hout in de structuur van de woningen verhoogd wordt, kan hoogbouw boven de 10 verdiepingen uitdagend worden. Deze materialisatie heeft dus enige impact op de hoogte accenten op het eiland.

Een andere mogelijkheid is het mix scenario 3 met deel secundaire beton elementen en houtskeletbouw te implementeren. Hierbij wordt het oorspronkelijke straatbeeld van Strandeiland geëerd door het behouden van bakstenen gevels. Om deze reden schatten wij de haalbaarheid van een hybride constructie, geïllustreerd in scenario 3, hoger in. De ambitie van 80% materiaal vervanging door hergebruikt, hernieuwbare of secundaire materialen wordt in dit scenario echter niet behaald en eist dus een mogelijke bijstelling naar 75%.

De materiaalkosten zullen wel toenemen in alle scenario's voor de gebouwen, hiermee kan de totale aanneemsom toenemen met circa 18% voor scenario 2 tot 28% voor scenario 3. Hierbij moet nog wel rekening gehouden worden met dat de bespaarde materieel- en arbeidskosten juist een afname van de totale aanneemsom van 14% teweeg kunnen brengen. In totaal zal een ambitie van circa 80% recycling of hernieuwbare materialen dus waarschijnlijk een kostenstijging in de range van 4 tot 14% teweeg brengen. Deze kosten zullen terecht komen bij de ontwikkelaars van de betreffende kavels.

De MPG ambitie voor de gebouwen op Strandeiland lijkt ook haalbaar. De huidige manier van bouwen benaderd deze ambitie al, en met de voorziene hoeveelheid secundaire en hernieuwbare materialen zal het behalen van deze ambitie verder bevorderen. Het daarom ook niet te verwachten dat de MPG ambitie de kosten, beeld en architectuur van de gebouwen verder op zal drijven, bovenop de ambitie van hernieuwbaar en recycling.

In de openbare ruimte is 80% vervanging van de totale massa haalbaar met een aanpak dat focust op innovatieve recycling van asfalt en het hergebruik van gebakken klinkers en graniet keien zoals geduid in scenario 2. Moest er voor direct hergebruik gekozen worden zullen de materiaal keuzes aan de Puccini-methode aansluiten, al zal er aan een deel van klinkers te zien zijn dat ze niet nieuw ogen en dat er kleurverschillen aanwezig zijn. Een andere mogelijkheid is een focus leggen op het gebruik van secundaire materialen in de bestrating, door gebakken klinkers en graniet keien te vervangen door betonstraatstenen met een hoog percentage secundaire grondstoffen. Hoewel deze qua structuur een ander aanzicht hebben, zijn er wel mogelijkheden om de vorm en kleur af te stemmen om op klinkers te lijken.

De twee scenario's voorgesteld in de openbare ruimte duiden de grote mogelijkheid tot vervanging wanneer secundaire materialen, innovatieve technologieën, en direct hergebruik toegepast worden. Al deze mogelijkheden tot vervanging zijn technisch goed

mogelijk al vergen ze enige experimentele ambitie of logistieke coördinatie. De ambitie om 80% van de materialen voor de openbare ruimte van recycling of hernieuwbare bronnen te voorzien is technisch goed haalbaar.

Moest er voor secundaire materialen gekozen worden is het belangrijkste verschil in het beeld en de architectuur van de openbare ruimte dat de klinkers vervangen worden door betonstraatstenen. Hoewel deze qua structuur een ander aanzicht hebben, zijn er wel mogelijkheden om de vorm en kleur af te stemmen om op klinkers te lijken. Moest er voor direct hergebruik gekozen worden zullen de materialen dichter aan de Puccini-methode aansluiten, al zal er aan een deel van klinkers te zien zijn dat ze niet nieuw ogen en dat er kleurverschillen aanwezig zijn. In ieder geval is in beide scenario's een kostenbesparing van meer dan 10% te realiseren, welke, afhankelijk van de afspraken, ten goede kan komen van zowel de aannemer als de gemeente.



4.3 STURINGSMOGELIJKHEDEN BEDRIJFSAFVAL

In Strandeiland zijn diverse voorzieningen voorzien. Zo komen er onder andere diverse zorginstellingen, culturele instellingen en scholen. Elke voorziening heeft zijn eigen afval dat opgehaald dient te worden. Wettelijk gezien hebben bedrijven en instellingen het recht om hun eigen afvalservice te kiezen. Dit leidt echter tot erg veel vervoersbewegingen. De verschillende afvalwagens komen vaak dagelijks de vuilnis ophalen en zonder afstemming over welke afvalinzamelaar er komt, zorgt dit voor onnodig veel verkeer. Strandeiland heeft juist de ambitie om zoveel mogelijk een emissievrij eiland te worden waarin vervoersbewegingen worden beperkt waar mogelijk.

Parkmanagement

Om ervoor te zorgen dat de vervoersbewegingen voor het verzamelen van bedrijfsafval zo veel mogelijk worden geminimaliseerd, is het wenselijk ervoor te zorgen dat alle bedrijven en instellingen dezelfde afvalinzamelaar hebben. Zo hoeft er maar één afvalwagen het gebied in om overal het afval op te halen, in plaats van voertuigen van meerdere inzamelbedrijven, die daarmee een (klein) gedeelte van het afval komen ophalen.

De beste manier om ervoor te zorgen dat alle bedrijven dezelfde afvalinzamelaar nemen, is door dit vast te leggen in een vorm van parkmanagement, waarbij de bedrijven gezamenlijk afspraken maken over bijvoorbeeld collectieve afvalinzameling. Bij aankoop of huur van een pand, wordt de eigenaar of huurder verplicht tot lidmaatschap van het parkmanagement. Omdat Strandeiland een nieuwe wijk is, kan dit het beste worden geregeld gelijktijdig met de gronduitgifte. Een andere optie is om dit apart te verknopen met de bouwvergunning.

Nieuwe bedrijven worden dus verplicht lid van het collectieve parkmanagement, waarbij de individuele bedrijven een stem hebben in de keuze voor bijvoorbeeld het selectieproces voor een afvalinzamelaar. Het parkmanagement schrijft vervolgens voor dat alle leden

gebruik maken van dezelfde afvalinzamelaar. Diverse afvalinzamelaars werken al met elektrische voertuigen, dus ook hier kunnen afspraken over worden gemaakt. Op deze manier vinden er geen vervoersbewegingen voor bedrijfsafval meer plaats die een emissie hebben.

Het parkmanagement is een stichting of een vereniging met een eigen bestuur en eigen leden, bestaande uit partijen uit Strandeiland. Gezamenlijk beslissen zij over de gewenste afvalinzamelaar.

Het parkmanagement kan ook andere afspraken maken over andere zaken zoals afvalwater, beveiliging en groenbeheer. Tevens is het mogelijk om hierin aansluiting op het openbaar vervoer te organiseren. Meer daarover in hoofdstuk 3.

Samenvatting circulaire economie

Ambitie gemeente

- 80% van materialen uit recycling of hernieuwbare bronnen;
- MPG onder €0,50/m²/jaar;
- Vervoersbewegingen bedrijfsafval beperken.

Methode

- Onderzoek business as usual bouwmethode en materialen;
- Vergelijking resultaten met ambities gemeente;
- Onderzoek haalbaarheid ambities;
- Onderzoek sturingsmogelijkheden bedrijfsafval.

Aanbevelingen

- 80% hernieuwbare materialen is haalbaar, maar experimenteel;
- Focus op biobased materialen of secundaire betonelementen en houtskeletbouw;
- Parkmanagement kan zorgen voor coördinatie bedrijfsafval.



HOOFDSTUK 05

KLIMAATBESTENDIG

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de invloeden van klimaatverandering op Strandeiland en hoe Strandeiland zo goed mogelijk bestand kan zijn tegen deze invloeden. De gemeente Amsterdam heeft reeds een Rainproof programma dat voorziet in klimaatadaptatie maatregelen met betrekking tot wateroverlast en waterveiligheid. In dit hoofdstuk wordt daarom ingegaan op de thema's droogte en hitte.

5.1 DROOGTE

Door klimaatverandering neemt de kans op extreem weer toe dus is het goed om nieuw te ontwikkelen gebieden klimaatadaptief in te richten. Hierdoor ondervinden deze gebieden zo min mogelijk overlast ten gevolge van het klimaat.

Droogte in stedelijk gebied zoals Strandeiland heeft met name gevolgen voor de vitaliteit van het groen. Droogte gaat vaak samen met hitte en uitgedroogd groen zorgt dan niet meer voor de gewenste afkoeling van het gebied. Droogte heeft daarmee ook impact op het hitte-eiland effect (zie paragraaf 5.2).

Strandeiland is omgeven door water van het IJmeer, dat in verbinding staat met het Markermeer. Het Rainproof programma van de gemeente Amsterdam is het uitgangspunt voor het voorkomen van wateroverlast maar heeft ook invloed op het thema droogte.

Rainproof Amsterdam

Het Rainproof programma van de gemeente Amsterdam neemt de nodige maatregelen tegen wateroverlast. Voor Strandeiland komen uit dit programma enkele uitgangspunten naar voren die de basis vormen voor het omgaan met hemelwater. Zo wordt de eis meegenomen om 60 mm water per uur te kunnen bergen op de kavels en 80 mm/u in de openbare ruimte. Dit is een goede basis voor een droogtebestendige wijk, echter zijn er nog enkele aandachtspunten die hierna worden benoemd.

Het Stedenbouwkundig Plan is op het thema droogte kwalitatief getoetst op de vijf criteria gehanteerd in de klimaatbenchmark van Witteveen+Bos:

Inlaatbehoefte voor in droge tijd

Strandeiland is gelegen in het IJmeer, dat in directe verbinding staat met het Markermeer. Het waterpeil van het Markermeer fluctueert tussen NAP -0,20 m en NAP -0,40 m. Vanaf 2022 zal het peil bovendien nog meer fluctueren, met name in de winter en in tijden van extreme weersomstandigheden. Het waterpeil is niet te beïnvloeden binnen de scope van deze gebiedsontwikkeling dus inlaatbehoefte is niet van toepassing voor Strandeiland.

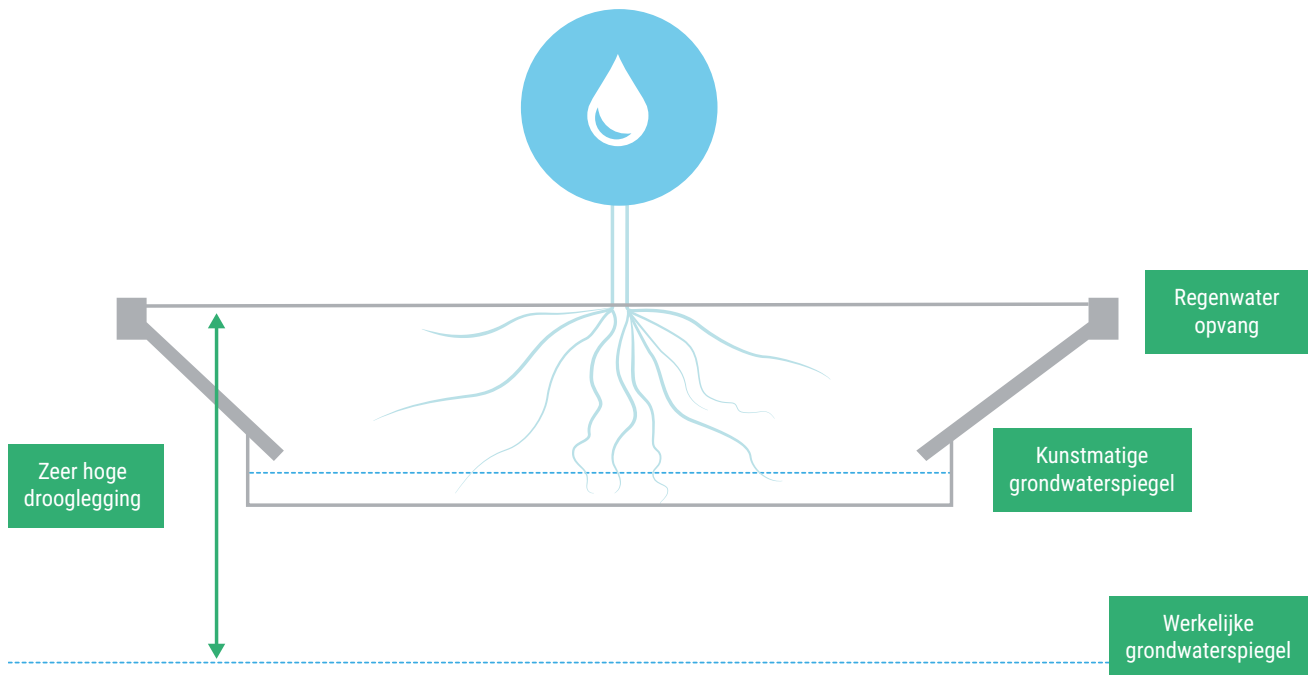
Infiltratie straatprofiel en riolering

De riolering op Strandeiland wordt een infiltratie-transport-riolering (IT-riolering). Dit is een goede keuze voor niet alleen het voorkomen van wateroverlast maar ook voor het beperken van de gevolgen van droogte.

Bomen die binnen enkele meters van de riolering liggen hebben baat bij een infiltratie-transport-riolering doordat deze vorm van waterafvoer wateroverschot kan afvoeren en watertekort kan aanvullen. Het vlakke pieken van de grondwaterstand af. Boomsoorten hebben over het algemeen baat bij een constante grondwaterstandsfluctuatie. Sturend is de gemiddelde grondwaterstand in het voorjaar en de gemiddeld laagste grondwaterstand, doorgaans in de zomer. Het assortiment van bomen dient op die situatie afgestemd te worden. Bij een langdurige afwijking ten opzichte van het gemiddelde, kunnen problemen ontstaan. Boomwortels sterven bij te hoge waterstanden af door zuurstofgebrek en bij droogte ontstaat watertekort. Met een infiltratie-transportriolering kan de gemiddelde grondwaterstand bijgestuurd worden zodat er meer keuzemogelijkheden ontstaan voor het boomassortiment. Bij het toepassen van een IT-riolering dient er wel rekening mee te worden gehouden dat bladafval en bloesemblad deze systemen kunnen laten verstopen (bron: <http://www.kennisprogrammabodemdaling.nl/home/drainage-infiltratie-transport-riool-dit/> en expert judgement).

Aandachtspunt bij de inrichting van het straatprofiel is de afwatering. Voor de Pampusbuurt is afwateren van een deel van het profiel (bijvoorbeeld het trottoir) op het groen in de openbare ruimte een goede keus om droogte tegen te gaan en de bomen vitaal te houden. Hierdoor is er meer water beschikbaar voor bomen. Een aandachtspunt is wel dat de bodem goed afwatert om wateroverlast en vernatting te voorkomen. Dit kan bijvoorbeeld door toepassing van IT-riolering.

Strandeiland krijgt een ondergrond van zand, dat van nature weinig water vasthoudt. Inzetten op groen, zoals in het Stedenbouwkundig Plan wordt gedaan, is een erg goede manier om meer water vast te houden. Een groene inrichting betekent geen zand maar een leeflaag bestaande uit een mengsel van voornamelijk compost en zand, dat water veel beter kan vasthouden en zorgt



Afbeelding 5.1 Schema kunstmatige grondwaterspiegel.

voor voldoende voeding voor planten en bomen. Ook hier dient de leeflaag weer afgestemd te worden op de boomsoorten of andersom. In de Standaard RAW staan richtlijnen over de samenstelling van leeflagen voor bomen. Onder bestrating kan zogenaamd bomenzand toegepast worden. Dat heeft draagkracht, maar is tegelijk ook geschikt voor beworteling.

De maaiveldhoogtes op Strandeiland lopen uiteen van NAP +0,5 m tot NAP +4,0 m. Omdat groen genoeg water moet krijgen, is het aan te bevelen dat ingezet wordt op infiltratiemaatregelen, met name op de hoger gelegen gebieden van het eiland waar de drooglegging erg hoog is.

De oostelijke kant van de Pampus- en Muiderbuurt, de noordelijke boulevard en de toegangsweg bevatten allen bomen of groene inrichting maar zijn de hoogstgelegen (NAP +4,0 m en hoger) gebieden van het eiland. Op dergelijke plaatsen kan regenwater worden opgevangen in een regenwaterinfiltratiesysteem zodat een zogenaamde kunstmatige grondwaterspiegel wordt gerealiseerd (zie ook schematische afbeelding). Dit zijn kunststof kratten die op de gewenste hoogte boven de werkelijke grondwaterspiegel kunnen worden gerealiseerd. Op deze manier is schoon regenwater langer beschikbaar voor bomen en wordt het riool ontlast. Hierbij valt op te merken dat het bij extreme droogte (vergelijkbaar met 2003 en 2018) desondanks nodig is om actief water aan te vullen om droogtestress te voorkomen.

Het toepassen van een kunstmatige grondwaterspiegel vergroot het potentiële assortiment aan planten en bomen doordat het grondwater bij normale omstandigheden minder diep ligt dan de werkelijke grondwaterstand. Het is echter in het kader van duurzaamheid, ecologie en biodiversiteit aan te bevelen om de boomsoorten zo veel mogelijk af te stemmen op de situatie ter plaatse (zie ook onder kopje droogte-bestendige beplanting).

Aandeel groen

Ondanks dat er wordt ingezet op een groene wijk is het aandeel groen op Strandeiland vanwege de hoge dichtheid laag. Het precieze aandeel hangt af van de inrichting van de binnentuinen in de bouwblokken. Veel straten in het Stedenbouwkundig Plan -met name in de Pampusbuurt- zijn weliswaar voorzien van bomenrijen maar hier is op maaiveld geen groen ingetekend. Er wordt aanbevolen de bomen een groene of waterdoorlatende ondergrond te geven door middel van een ruime boomspiegel of beter nog een groenstrook. Groen op maaiveldniveau zorgt ervoor dat water kan infiltreren en kan zorgen voor de waterbehoefte van bomen in tijden van droogte. Tevens zorgt dit groen voor een afname van hittestress (zie volgende paragraaf).

Hergebruik regenwater

Het Rainproof programma van de gemeente Amsterdam biedt veel handvatten over het omgaan met regenwater op verschillende niveaus. Het hergebruiken van

regenwater is nuttig in tijden van droogte omdat er dan minder zoetwater ter beschikking is. Met name voor het bewateren van de eigen tuin of van openbaar groen is in tijden van aanhoudende droogte niet aan te raden te veel drinkwater te gebruiken. Om ervoor te zorgen dat de planten en bomen toch water kunnen krijgen, kan regenwater worden hergebruikt. Daartoe kunnen bewoners bijvoorbeeld water opvangen in een regenton of vijver in de tuin, ook wanneer het hier een gemeenschappelijke tuin of binnenplaats betreft. Ook het afkoppelen van de regenpijp op een waterberging kan hieraan bijdragen. Zo kunnen mensen ook in tijden van droogte de planten water blijven geven.

Droogtebestendige beplanting

Er zijn op het gebied van droogtebestendige beplanting veel mogelijkheden op de markt. Planten die onder deze noemer worden verkocht zijn veelal uitheemse planten voor in tuinen. Ook voor bomen geldt dat er een groot assortiment bestaat van bomen die goed kunnen groeien op droge grond. Voorbeelden van droogtebestendige (niet inheemse) bomen zijn Europese hopbeuk, Europese netelboom, honingboom en hemelboom. Dit zijn allen bomen die niet van nature in Nederland voorkomen. In het belang van lokale ecologie en biodiversiteit heeft het echter de voorkeur om zo veel mogelijk autochtone (inheemse boomsoorten van lokale kwekers) beplanting

en boomsoorten toe te passen. Autochtone vegetatie is waardevol voor de lokale biodiversiteit doordat diersoorten (bijvoorbeeld vlinders) die afhankelijk zijn van bomen voor hun voedsel ingesteld zijn op het voedsel en de bloeiperiode van het lokale plantmateriaal. Een ander voordeel van autochtone plantmateriaal zijn de aanpassingen voor het lokale klimaat. Voor droge (zand) grond komen boom- en plantsoorten van de hoge zandgronden (Veluwe) en droge duinen in aanmerking zoals onder andere beuk, ruwe berk, zomereik, grove den, robinia (valse acacia), hulst, lijsterbes, struikheide, helmgras, duindoorn. Het verdient de aanbeveling om verdiepend onderzoek te verrichten naar functioneel groen op Strandeiland.

Conclusie droogte

Voor een Duurzaam Strandeiland wordt gekozen voor boom- en plantsoorten die in Nederland voorkomen om zo aan te sluiten bij lokale ecologie en biodiversiteit. Op de hoogste delen van Strandeiland zijn daarvoor soorten geschikt die op hoger gelegen delen van Nederland voorkomen. Het IT-riool is een goede keuze om de impact van droogte op groen te beperken. Toch zal in tijden van extreme droogte actief water gegeven moeten worden om de planten te beschermen. Hiervoor kan lokaal opgevangen regenwater worden gebruikt.

5.2 HITTE

Hitte is een steeds belangrijker thema in gebiedsontwikkelingen en in de gebouwde omgeving vanwege het toenemende aantal warme dagen in Nederland. Het KNMI voorspelt dat Nederland ten gevolge van klimaatverandering te maken krijgt met steeds meer en langere periodes van zomerse en tropische dagen.

Effecten van hitte op de bevolking

Deze temperatuurstoename heeft negatieve effecten op de bevolking. Hoge temperaturen kunnen leiden tot warmte-uitslag, hittekrampen, uitputting en beroerte. Er zijn aanzienlijke gezondheidsrisico's voor met name ouderen en zieken tijdens een periode van hitte. De typische inrichting van stedelijke gebieden met veel verharding en gebouwen en weinig beplanting, zorgt ervoor dat de temperatuur toeneemt ten opzichte van landelijk gebied: het zogenaamde hitte-eiland effect. Als gevolg hiervan blijft de warmte in steden lang hangen met warme, en vaak slapeloze, nachten tot gevolg. Daarnaast neemt de sterfte toe naarmate het warmer is, met name onder ouderen. De sterftetoename is voor heel Nederland gemiddeld 12% op hete dagen.

De temperatuurstoename in de gebouwde omgeving ten opzichte van landelijk gebied hangt af van de hoeveelheid verharding versus beplant oppervlakte, het albedo van gevelmaterialen, daken en maaiveld.

Het albedo is het weerkaatsingsvermogen (de zogenaamde witheid) van een materiaal. In geval van een laag weerkaatsingsvermogen warmt het materiaal op gedurende de dag en straalt het na zonsondergang langzaam deze warmte weer uit.

Het concept Stedenbouwkundig Plan is beschouwd voor het thema hitte door te onderzoeken wat het effect is van de bebouwing en inrichting op het hitte-eiland effect in de wijk gedurende een warme periode.

Voor de bepaling van het hitte-eiland effect is een doorrekening met UCAM gemaakt. UCAM omvat een innovatieve rekenmethode om (risico's van) hitte in de stad in kaart te brengen, door op basis van de ruimtelijke inrichting en materiaalgebruik het temperatuurverschil in kaart te brengen van de stad in vergelijking met de temperatuur die in landelijk gebied zou optreden (Urban Heat Island). Deze UHI wordt uitgedrukt als etmaal gemiddelde temperatuur en is een goede indicator voor gezondheidseffecten.

URBAN HEAT ISLAND (°C)	HITTE-INDEX	OMSCHRIJVING/DUIDING	
0 - 1	0 - 0,3	Comfortabel	Geen invloed, geen extra risico's van de gebouwde omgeving
1 - 2	0,3 - 0,6	Acceptabel	Beperkt extra risico door bebouwingsinvloed (acceptabel tot 25 dagen per jaar)
2 - 3	0,6 - 0,9	Risicovol	Extra risico door bebouwingsinvloed voor gevoelige doelgroepen (vergelijkbaar met overschrijding informatiedrempel O ₃)
>3	0,9 - 1,0	Onacceptabel	Extra risico door bebouwingsinvloed voor iedereen (vergelijkbaar met overschrijding informatiedrempel O ₃)

Afbeelding 5.2 Legenda gekoppeld aan risico's Urban Heat Island.

Risico's van hitte op bewoners en gebruikers

Aan de hand van de volgende tabel wordt inzichtelijk wat de risico's zijn van het hitte-effect op bewoners en gebruikers. De hier gehanteerde beoordeling van hitte is gestoeld op de richtlijnen voor ozon. Voor hitte zijn nog geen richtlijnen zijn vastgesteld. De wijze waarop en de mate waarin de risico's van hittestress optreden zijn namelijk goed vergelijkbaar met die van ozon (O₃). Het gaat om piekbelasting (gedurende enkele dagen) met drempelniveaus die afhankelijk zijn van doelgroepen, waarbij de risico-doelgroepen voor hitte en ozon vergelijkbaar zijn.

Concreet houden de categorieën als volgt in:

- Een UHI (etmaalgemiddelde) tot 2 graden Celsius houdt in dat er geen tot beperkte verhoging van gezondheidsrisico's optreden ten opzichte van landelijke gebieden. De hittegolf wordt niet of nauwelijks versterkt door de bebouwde omgeving, waardoor reguliere waarschuwingen door het RIVM afdoende zijn (nationaal hitteplan);
- Een UHI van 2-3 graden Celsius graden betekent dat de bebouwde omgeving de hittegolf zodanig versterkt, dat verhoogde risico's optreden (sterftekans, ziekenhuisopnamen, hittestress, discomfort) die in ernst vergelijkbaar zijn met een overschrijding van de informatiedrempel voor ozon. Met name voor kwetsbare doelgroepen zoals ouderen en jonge kinderen zijn aanpassingen in gedrag of omgeving noodzakelijk, zoals een aangepast lokaal hitteplan, tijdige waarschuwingen en extra zorg (verkoeling, extra drinken). Preventieve oplossingen zijn te behalen middels verbeteringen in de wijk, zoals meer groen in de omgeving;

- Een UHI boven 3 graden Celsius geeft aan dat de gezondheidsrisico's van hittegolven worden verdubbeld ten opzichte van landelijk gebied. De gezondheidsimpact is wat sterftekans betreft vergelijkbaar met de overschrijding van de alarmdrempel voor ozon. Voor alle doelgroepen zijn gedragsaanpassingen noodzakelijk.

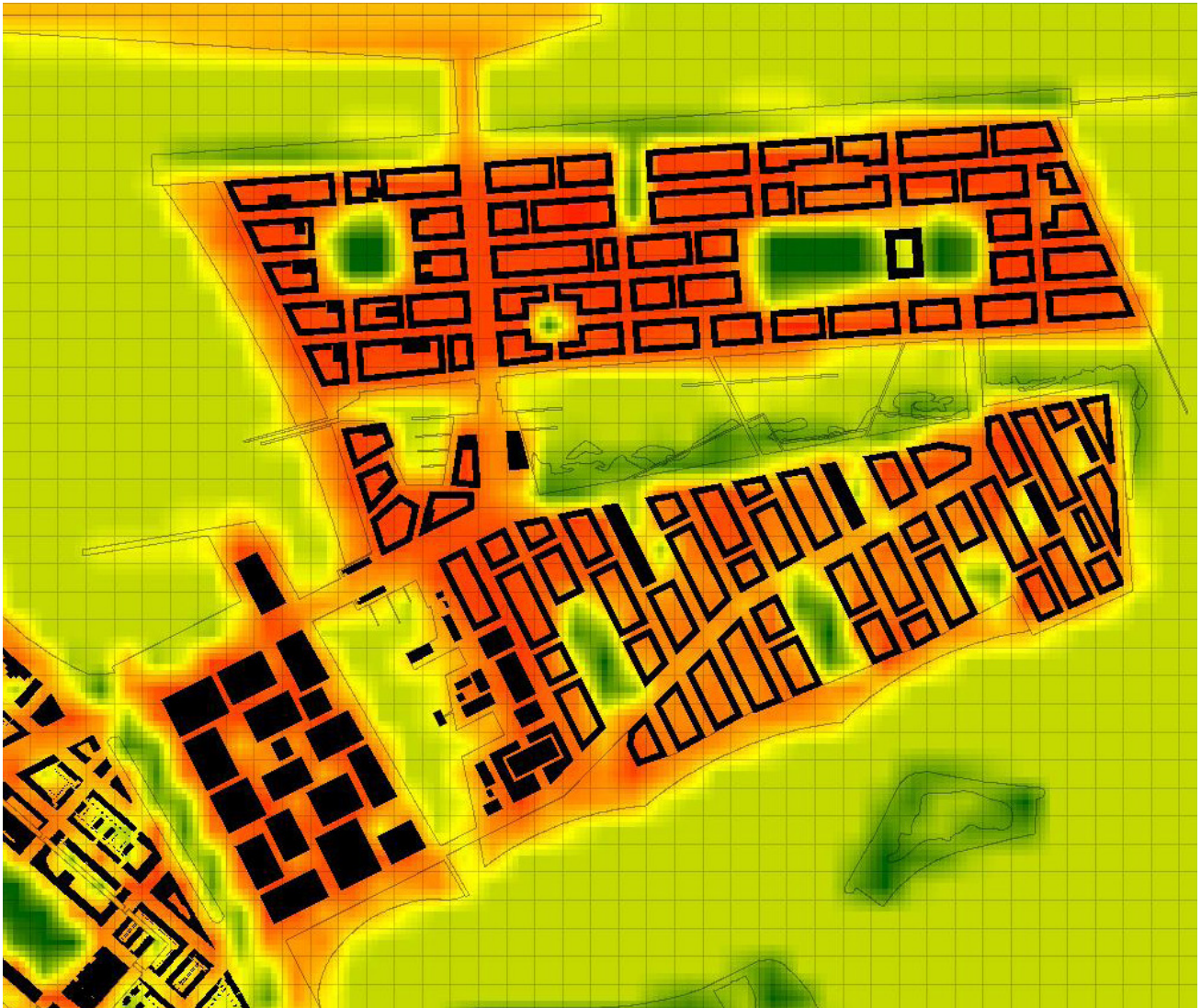
Hitte-effect op strandeiland

Voor de doorrekening van het hitte-effect is het Stedenbouwkundig Plan gehanteerd, aangevuld met de volgende uitgangspunten:

- Alle daken zijn volledig bekleed met bitumen of zonnepanelen (dit geeft nagenoeg hetzelfde hitte-effect);
- Alle gevels zijn van roodachtige baksteen;
- Alle verharding bestaat uit roodachtige klinkers;
- De parken zijn volledig beplant;

Met UCAM zijn drie varianten doorgerekend:

- Volledig verharde binnentuinen, zie resultaat afbeelding 5.2;
- Volledig beplante binnentuinen, zie resultaat afbeelding 5.3;
- 80% beplante binnentuinen en lichtere kleur gevelmateriaal, zie resultaat afbeelding 5.4;



Afbeelding 5.3 Variant 1: hitte-effect met binnentuinen 100% verhard.

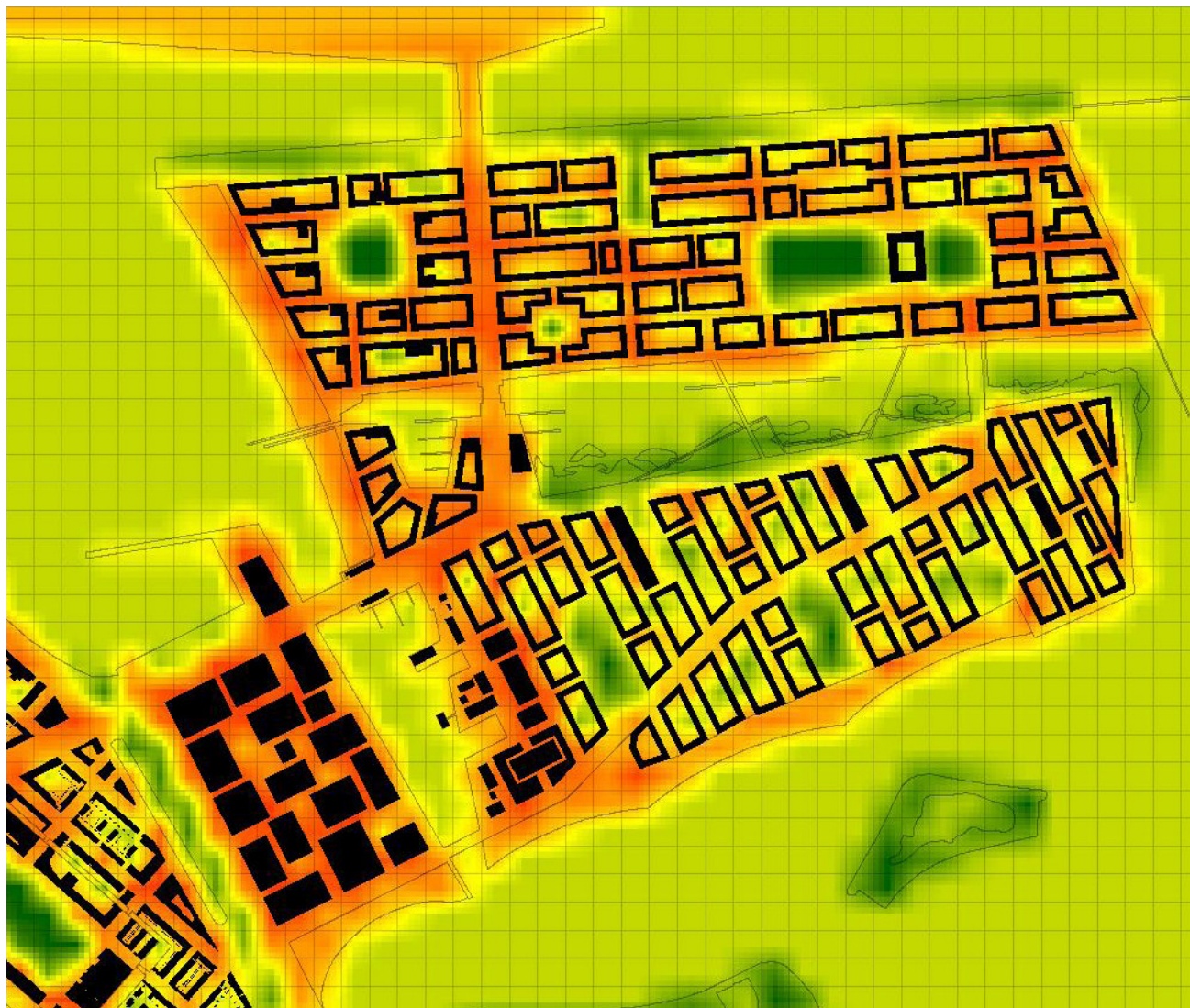
Variant 1: volledig verharde binnentuinen

In deze variant wordt uitgegaan van een wijk met veel verharding. Het groen uit het Stedenbouwkundig Plan is overgenomen, maar alle tuinen zijn volledig verhard.

In afbeelding 5.3 is het hitte-effect goed te zien. De gemiddelde toename over 24 uur in de warmste delen (weergegeven in rood) is ruim 3 °C. Dit is een forse toename die aanzienlijke invloed kan hebben op de bevolking, zoals in tabel 5.1 te zien. We zien hier dat met name de Pampusbuurt last zal krijgen van het hitte-eiland effect. Het is zeker aanbevolen om maatregelen te treffen om de temperatuur omlaag te krijgen. Ook is te zien dat de parken een belangrijke koele plek vormen op een verder opgewarmd eiland.

Belangrijk om toe te voegen is dat dit model iets zegt over het buitenklimaat. Het binnenklimaat van de gebouwen is uiteraard grotendeels afhankelijk van de isolatie en koelmogelijkheden.

Opmerking: de zuidoever van Strandeiland en Centrum eiland worden volgens gemeente als groene/natuurlijke oever ingericht. Het concept Stedenbouwkundig Plan toont echter een zandige ondergrond. Deze ondergrond is meegenomen in UCAM en geeft thans een 'oranje' beeld. Indien de oever daadwerkelijk grond met groen wordt ingericht zal dit wat betreft hitte een verbeterd resultaat opleveren.



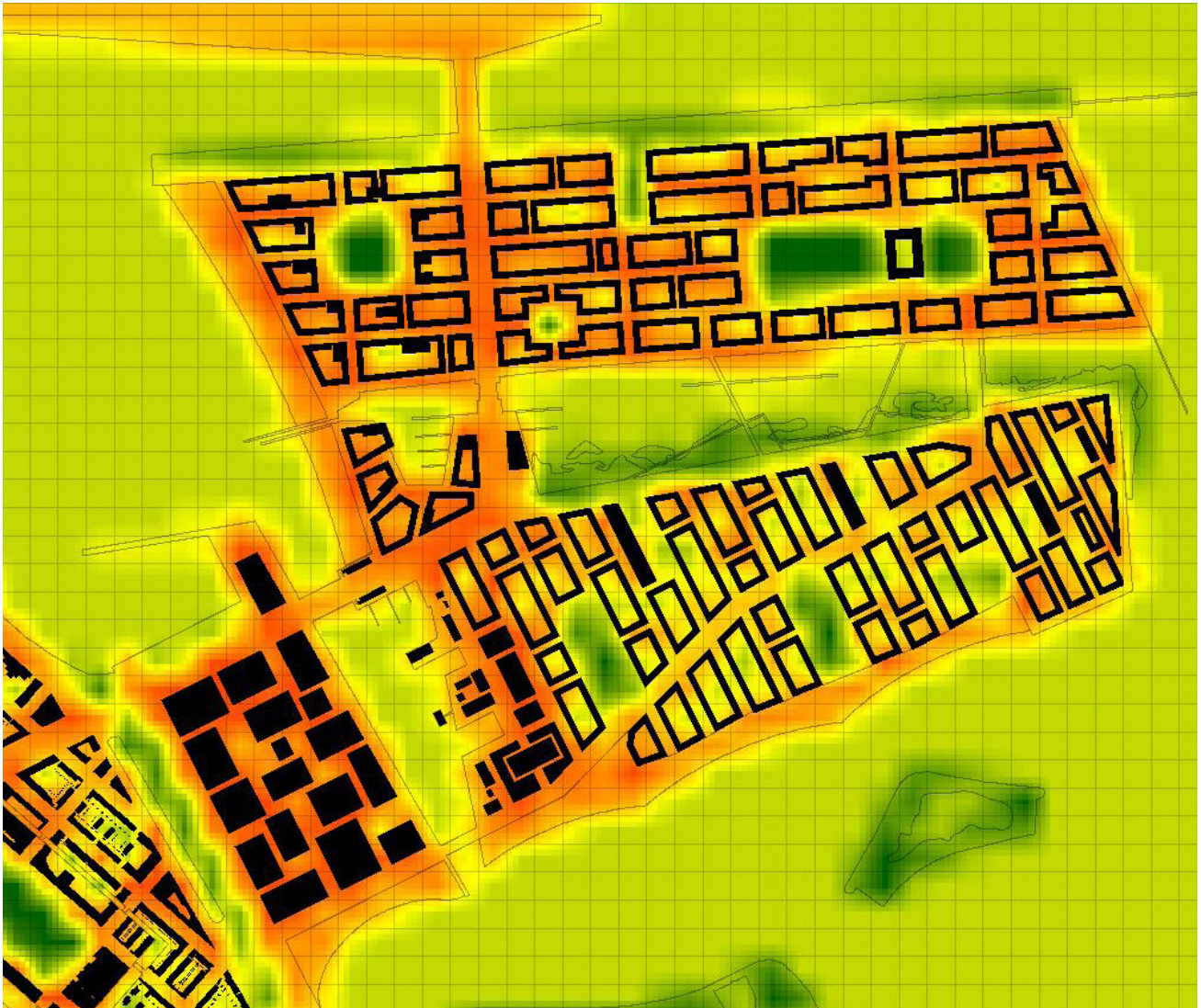
Afbeelding 5.4 Variant 2: hitte-effect met binnentuinen 100% vegetatie.

Variant 2: volledig beplante binnentuinen

Deze variant geeft het andere uiterste aan binnen de regels van het Stedenbouwkundig Plan; hier is gekozen voor volledig beplante binnentuinen. Een groene inrichting op maaiveld heeft het grootste effect op koeling van de omgevingstemperatuur.

Bovenstaand alternatief laat het resultaat zien wanneer dezelfde uitgangspunten worden gehanteerd, maar de (private) tuinen volledig groen worden ingericht. Dit wil zeggen dat er helemaal geen verharding is, enkel groene inrichting en beplanting.

Deze doorrekening met volledige verharde tuinen en volledige groene tuinen laat zien dat het effect van groen op maaiveld een groot effect heeft op de gemiddelde temperatuur. De doorrekening van deze twee varianten laat de bandbreedte te zien van het hitte-eiland effect op Strandeiland omdat volledig verhard en volledige groen de uitersten zijn. Tegelijk laat het zien dat de invulling van de tuinen door de (toekomstige) bewoners groot is als het gaat om het hitte effect. Belangrijk om hierbij op te merken is dat het hitte-eiland effect niet optreedt op enkele vierkante meters maar op buurtniveau.



Afbeelding 5.5 Variant 3: 80% beplante binnentuinen en lichtere kleur gevelmateriaal.

Variant 3: 80% beplante binnentuinen en lichtere kleur gevelmateriaal

Als tussenvariant gaan we uit van 20% verharding in de binnentuinen en 80% groene inrichting. Daarnaast is gekozen voor een lichtere kleur gevelmateriaal voor alle bebouwing. In de eerste twee varianten is een gevelmateriaal gekozen met albedo 0,3 (lichtrode baksteen), in de derde variant een gevelmateriaal met albedo 0,4, wat overeenkomt met een lichtgele of witte baksteen of bepaalde typen hout.

Te zien is dat deze variant een hoger hitte-eiland effect heeft dan de variant met 100% groene binnentuinen, ondanks het wittere gevelmateriaal. Hierdoor is te zien dat de invloed van groen op maaiveld duidelijk de grootste impact heeft op de buitentemperatuur.



Afbeelding 5.6 Locatie 1 t/m 3 t.b.v. metingen in verloop van de dag.

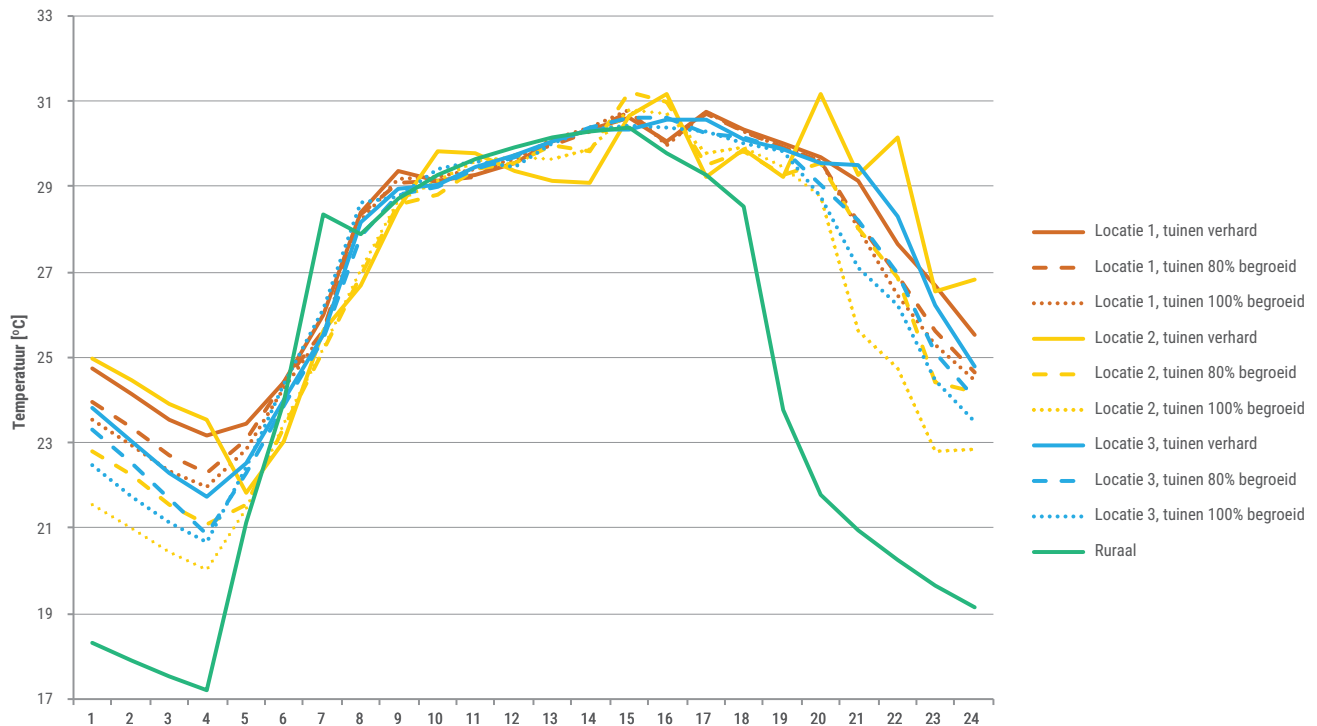
Hitte-effect op verschillende tijdstippen

Bovenstaande varianten geven het gemiddelde temperatuurverschil over 24 uur weer tussen de bebouwde omgeving op Strandeiland en de temperatuur in onbebouwd gebied. Er zijn drie locaties gekozen om het hitte-effect weer te geven in de loop van een hele dag. In elke buurt is een punt gekozen waar het hitte-effect relatief groot is.

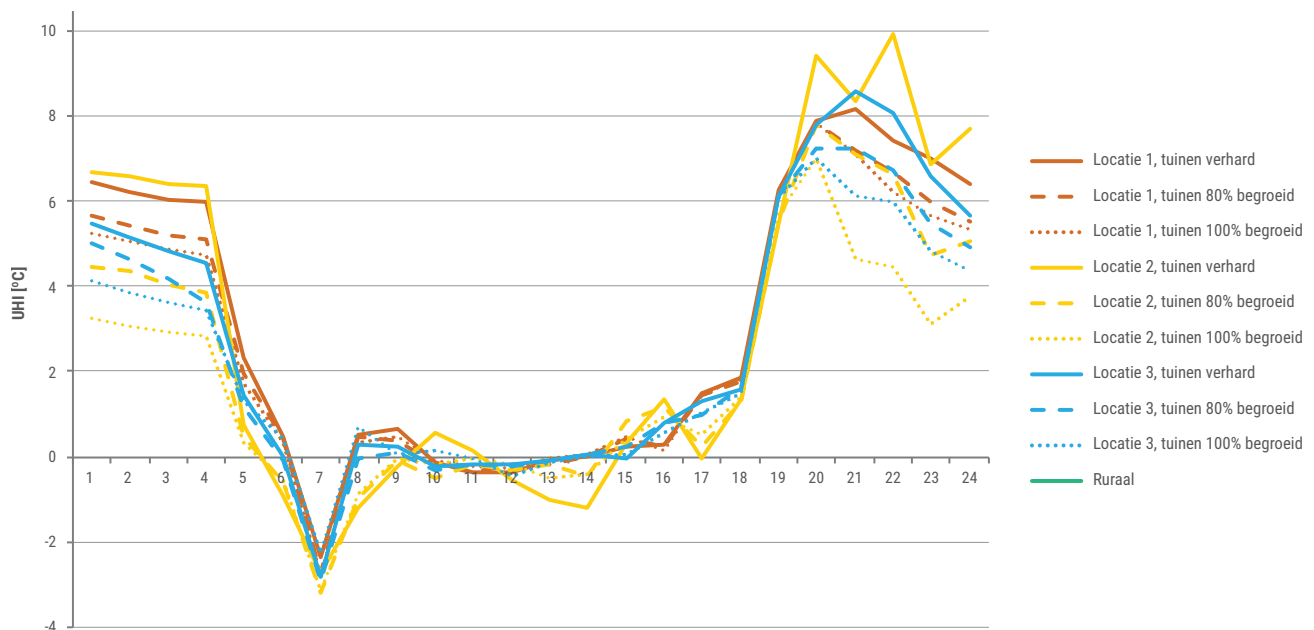
De grafiek op de volgende pagina geeft het verloop van de absolute temperatuur over de uren van de dag weer.

In deze grafiek is te zien dat in ruraal (landelijk) gebied de temperatuur, bij een lagere stand en bij ondergaan van de zon, snel afneemt. In het stedelijke Strandeiland blijft de temperatuur langer hoog en is het temperatuurverschil in de late avond het hoogst. Dit is het geval voor ieder van de 3 locaties en voor de 3 verschillende varianten van de invulling van de tuinen.

Dit verschil in temperatuur met ruraal gebied over het verloop van de dag is in onderstaande grafiek weergegeven voor de drie locaties op Strandeiland.



Afbeelding 5.7 Temperatuur op Strandeiland op hete dagen t.o.v. ruraal gebied.



Afbeelding 5.8 Hitte-effect in het verloop van de dag.

De ononderbroken lijnen horen bij variant 1 (tuinen met 100% verharding) en geven de grootste pieken weer. Op hete dagen kan de temperatuur maar liefst 10 °C hoger worden dan in landelijk gebied.

Variant 2 is te zien in de gestippelde lijn en geeft de minst hoge piek weer, maar alsnog een temperatuurverschil van bijna 8 °C. Wat hier ook te zien is, is dat de daling van

de temperatuur eerder inzet, namelijk rond 20.00 uur 's avonds, waar in de eerste variant de opwarming doorloopt tot 21.00 à 22.00 uur in de avond. Variant 3 (gestreepte lijn) zit bijna op dezelfde lijn als de tweede variant.

Hoe meer groen er aanwezig is, hoe eerder de temperatuur echter zal dalen wat ten goede komt voor een prettige temperatuur om bij te slapen.

5.2.1 AANBEVELINGEN

De basisvariant geeft ongewenst veel temperatuurstijging. Het is dus absoluut aanbevolen om maatregelen te nemen die het hitte-eiland effect doen verminderen. Daarnaast heeft het huidige groen, met name de parken, een erg positief effect op de hitte-ontwikkeling, het is goed deze te handhaven in de verdere uitwerking van het plan.

De eerste en meest effectieve stap om te nemen is te onderzoeken waar verharding plaats kan maken voor groen. Met groen bedoelen we beplanting op maaiveld. Bomen toevoegen waarbij verharding op maaiveld doorloopt heeft duidelijk minder effect. De gemeente Amsterdam kan besluiten een maximaal percentage verharding voor de binnentuinen voor te schrijven. Daarmee heeft zij een krachtig sturingsmiddel in de hand om hitte tegen te gaan op zomerse dagen. Ook kan onderzocht worden of er in het Stedenbouwkundig Plan nog plekken zijn waar verharding plaats kan maken voor groene inrichting.

Als tweede stap is het aanbevolen het type verharding en materialen voor de bebouwing te onderzoeken. Rode klinkers en bakstenen houden relatief veel warmte vast, kijk daarom ook naar een materiaal met een lager albedo zoals hout of een lichtere kleur stenen. Als gevelmateriaal kan tevens een groene gevel worden toegepast. Ook kan gekozen worden voor een open verharding zoals grastegels, waarbij zowel minder oppervlakte wordt verhard én het groen zorgt voor extra verkoeling.

Wat betreft de daken heeft bitumen een laag albedo. Een andere kleur materiaal toepassen of vegetatie zal daarom kunnen bijdragen aan een prettiger klimaat op warme dagen. Het is zinvol om nog niet gebouwde gebieden groen te houden zodat dit zorgt voor verkoeling voor de reeds bebouwde gebieden.





5.2.2 OPMERKINGEN

Naast de ruimtelijke inrichting en materiaalkeuze, waarvan het effect door UCAM is bepaald zijn er nog meerdere factoren die van invloed zijn op de temperatuur en het comfort in het gebied gedurende een warme periode.

Wind

Belangrijk om op te merken is dat wind weliswaar een positief effect heeft op het klimaat in de zomer, maar een negatief effect in de winter. Koude winterdagen hebben meer nadelige gevolgen voor de bevolking (en oversterfte) dan warme zomerdagen, dus het is niet goed om maatregelen te treffen die in de winter voor extra verkoeling zorgen. Daarom wordt er niet aangeraden om te zorgen voor meer verkoeling door middel van luchtstromen.

Groene daken

In literatuur wordt het effect van groene daken beschouwd als een verkoeling van 2 - 4 °C (Damen,

2012).²⁹ Echter wordt de hoogte van de bebouwing hier buiten beschouwing gelaten. De hoogte van de bebouwing heeft wel degelijk invloed op hoe hoog het verkoelende effect van groene daken kan zijn. Feit is dat vegetatie op maaiveldniveau de grootste invloed heeft op de luchttemperatuur.

Bomen

Een andere opmerking is dat bomen naar verwachting klein zijn bij aanplanten, dan hebben zij weinig effect op de temperatuur. Pas na verloop van tijd bieden de bomen meer schaduw en door verdamping hebben zij dan een verkoelend effect op de omgeving.

Water

De invloed van water is verschillend per seizoen en afhankelijk van waterdiepte, afvoer, stromingen en wind. Gedurende de zomer warmt het water op, in de nacht straalt het opgewarmde water warmte uit indien de temperatuur hoger is dan de buitenlucht.

5.2.3 GEDETAILEERDE VERVOLGSTUDIE

Het UCAM-model geeft een goede indruk van de hitte-effecten op wijk- en buurniveau. Zoals in de vorige paragraaf te lezen is, kan niet elk effect met deze methode meegenomen worden. Tegenwoordig wordt de methode ENVI-met steeds vaker gebruikt als gedetailleerde vervolgstudie. Deze methode geeft een gedetailleerd inzicht in de temperatuureffecten in een straat. Hiervoor zijn de exacte gevelmaterialen nodig, isolatiewaarden, dakmateriaal en de materialen en planten toegepast in de openbare ruimte. Met deze uitgebreide vervolgstudie kan inzicht worden verkregen in de effecten op aanpassingen op de ruimtelijke invulling van een straat en het hitte-effect.

Het is interessant om te overwegen deze studie te doen voor enkele straten die het meest lijden onder het hitte-effect om op een lager schaalniveau specifieke ingrepen te kunnen doen.

Samenvatting klimaatbestendig

Ambitie gemeente

- Bestendig tegen droogte;
- Bestendig tegen hitte.

Methode

- Analyse ecologie en droogte;
- UCAM-model (Urban Climate Assessment and Management).

Resultaten

- (Extreme) droogte heeft impact op vegetatie;
- Hitte-eiland effect zorgt voor gezondheidsrisico's op Strandeiland, met name Pampusbuurt.

Aanbevelingen

- Inheemse vegetatie kiezen die droogtebestendig is en past op de gewenste ondergrond en maaiveldhoogte;
- Infiltratiemaatregelen nemen tegen droge ondergrond;
- Meer groen toevoegen op maaiveld in plaats van verharding, om hittestress tegen te gaan;
- Voorschrijven dat binnentuinen groen worden ingericht tegen hittevorming.

²⁹ Technische eigenschappen van groene daken en gevels, 2012, N.A.G.A. Damen, H.J.H. Brouwers



HOOFDSTUK 06

CONCLUSIE

Van de vijf besproken thema's in dit rapport, volgt hier per thema een conclusie. Er is een tweetal thema's dat de grootste aandacht van de gemeente behoeft in de verdere uitwerking van Strandeiland. Deze thema's zijn energieopwek en een emissievrije milieuzone.



DUURZAAM EN CIRCULAIR VERGEZICHT

In het concept Stedenbouwkundig Plan voor Strandeiland (december 2018) komen de vooruitstrevende en hoge duurzaamheidsambities van de gemeente Amsterdam zeer duidelijk naar voren. Aanvullend op de al vooruitstrevende ambities, zijn in het duurzaam vergezicht voor de acht duurzaamheidsthema's een totaal van 22 aanvullende - impactvolle - kansen geïdentificeerd. Een deel van deze kansen betreffen nieuwe onderwerpen die nog geen plek hebben in het Stedenbouwkundig Plan, terwijl meer dan de helft een concretisering of aanvulling op bestaande plannen betreft.

Aanbevolen wordt om de voorgestelde kansen zoveel mogelijk te incorporeren in het Stedenbouwkundig Plan. Een aantal kansen kunnen direct meegenomen worden, terwijl voor anderen de mogelijkheden voor opname in het Stedenbouwkundig Plan nog verder onderzocht dienen te worden. Tenslotte wordt aanbevolen om aanvullend onderzoek uit te voeren ten behoeve van de nadere uitwerking van de duurzaamheidspotentie en milieuwinst van de voorgestelde bouwhub, de smart grid en emissievrije mobiliteit.

DUURZAME ENERGIE

De gemeente heeft de ambitie om een energieneutraal of zelfs energieleverend Strandeiland te creëren. De potentiële energievraag op Strandeiland is sterk afhankelijk van de BENG norm die gehandhaafd wordt. Als de BENG 2015 norm wordt gehanteerd is er voor een energieneutraal Strandeiland 41,9 GWh nodig. Dit kan worden opgewekt als 82% van het dakoppervlak wordt gebruikt voor zonne-energie productie. Voor BENG 2019 is er 50,6 GWh aan opwek nodig en stijgt

het benodigde dakoppervlak naar 99%. Voor een volledig energieleverend Strandeiland is 55,2 GWh aan duurzame opwek nodig in geval van de BENG 2015 norm. Dit correspondeert met 100% van het totale dakoppervlakte voor zon en een extra 4,3 GWh, wat kan worden opgewekt door zon op de gevels. In geval van de BENG 2019 norm is er 63,8 GWh nodig. Hiervoor is 100% van het dakoppervlakte nodig voor zonne-energie en daarnaast nog 12,9 GWh uit andere bronnen.

EMISSIEVRIJE MOBILITEIT

Het instellen van een milieuzone die al het vervuilende vervoer weert is niet in strijd met de huidige wetgeving. Er wordt echter wel gestreefd naar een eenduidig beleid rondom milieuzones waarin het weren van benzineauto's voorlopig niet mogelijk wordt gemaakt, waardoor onzeker is of de gemeente haar bevoegdheid behoudt om zelf milieuzones in te stellen. De gemeente moet daarnaast de voordelen van de milieuzone kunnen aantonen en ook aantonen dat er geen specifieke doelgroepen worden geweerd door het instellen van de milieuzone. De onzekerheid rondom de juridische haalbaarheid van deze milieuzone is een groot risico voor de ontwikkeling van

Strandeiland. Er zal ruimte moeten worden gehouden in het Stedenbouwkundig Plan en verdere uitwerking indien de strenge milieuzone niet mogelijk is. Dit betekent ook ruimte houden in letterlijke zin, omdat onder andere de mobiliteitshubs er anders uit gaan zien met en zonder de emissievrije milieuzone.

Wordt er niet ingezet op een emissievrije milieuzone, dan kan worden gekozen voor het zo veel mogelijk stimuleren van emissievrij vervoer, door onder andere Strandeiland op de kaart te zetten als duurzame wijk en een goedwerkend elektrisch deelsysteem op te tuigen.

CIRCULAIRE ECONOMIE

De ambitie om 80% van de materialen voor gebouwen en de openbare ruimte vanuit recycling of hernieuwbare bronnen te voorzien is haalbaar.

Voor de gebouwen zal de hoofddraagstructuur uit houtskeletbouw en CLT structuren bestaan, de gevels zullen ook uit hout bestaan. In de funderingen en vloeren op de begane grond zal in plaats van hout recycling van betongranulaten toegepast worden. In het straatbeeld zullen houten gevels de boventoon voeren. Voor de hoogteaccenten dit niet opgaan; boven de 10 verdiepingen zijn houten hoofddraagstructuren vooralsnog uitdagend. Het is te verwachten dat de meerkosten voor de ontwikkelaars op kan lopen tot circa

14%. Een MPG van maximaal € 0,50 lijkt goed mogelijk en zal waarschijnlijk geen meerkosten of impact op de architectuur en het beeld teweeg brengen.

In de openbare ruimte is 80% vervanging van de totale massa haalbaar door innovatieve recycling van asfalt en het hergebruik van gebakken klinkers en graniet keien. Randvoorwaardelijk is dat deze klinkers en keien wel in voldoende mate beschikbaar komen. Aan een deel van klinkers zal te zien zijn dat ze niet nieuw ogen en dat er mogelijk kleurverschillen aanwezig zijn. Dit zal resulteren in een besparing van materiaalkosten van circa 11% voor de aannemers.

KLIMAATBESTENDIG

Om bestand te zijn tegen droogte, wordt gekozen voor boom- en plantsoorten die in Nederland voorkomen om zo aan te sluiten bij lokale ecologie en biodiversiteit. Op de hoogste delen van Strandeiland zijn daarvoor soorten geschikt die op hoger gelegen delen van Nederland voorkomen. Het IT-riool is een goede keuze om de impact van droogte op groen te beperken. Toch zal in tijden van extreme droogte actief water gegeven moeten worden om de planten te beschermen. Hiervoor kan lokaal opgevangen regenwater worden gebruikt.

Om hittestress tegen te gaan op het eiland, dient voldoende groen op maaiveldniveau te worden voorzien. De Pampusbuurt krijgt te maken met onacceptabele risico's op hete dagen, waardoor volledig groen ingerichte binnentuinen zeer aanbevelingswaardig zijn. Hier wordt het tot wel 10 graden warmer dan in ruraal gebied. Onderzoek waar verharding plaats kan maken voor groen en waar een materiaal van een hoger albedo toegepast kan worden.

BIJLAGEN

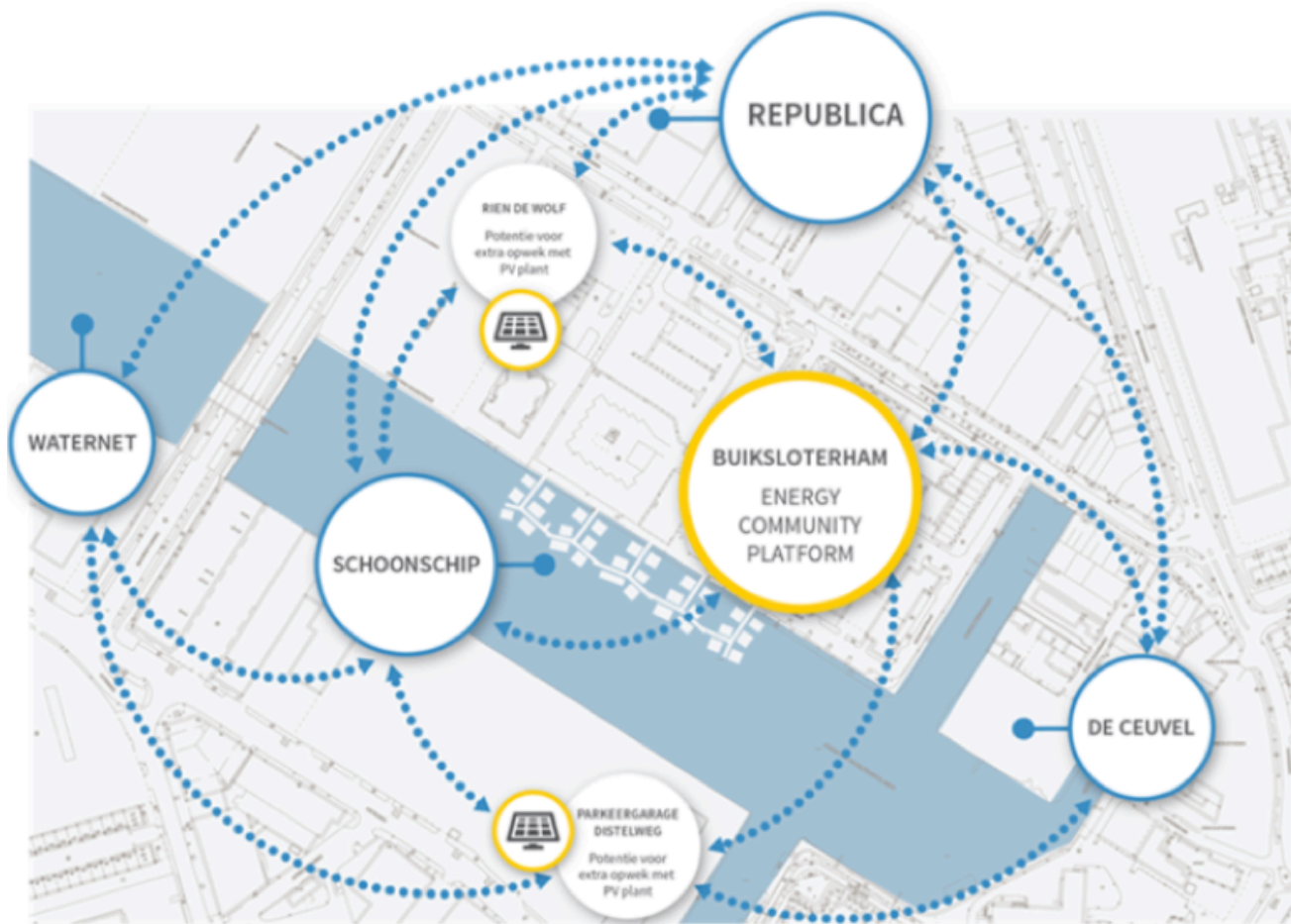
I VOORBEELDPROJECTEN LOKALE ENERGIEMARKTEN

Hieronder volgt een korte beschrijving van twee baanbrekende projecten die tot doel hebben het potentieel van lokale energiemarkten aan te tonen:

1. “Energie delen met je burens” - In samenwerking met de gemeente Groningen en andere belangrijke stakeholders werkt Spectral momenteel aan de implementatie van een blockchain-gebaseerd, lokaal energiemarkt platform. Dit platform heeft als doel om real-time energie-uitwisseling tussen twee wijken, Reitdiep en Selwerd, in de stad Groningen mogelijk te maken (zie afbeelding I.1).
2. Vuurtorensteden ATELIER-project. Dit is een voorstel, in samenwerking met de gemeente Amsterdam, Spectral, en een breder consortium van 8 Europese steden, wil het ATELIER-project de belangrijkste bouwstenen van “Positive Energy Districts” demonstreren. Een belangrijk kenmerk van de demonstratie in Amsterdam is de implementatie van een lokaal energiemarkt platform (ontwikkeld door Spectral) om een aantal baanbrekende smart grid projecten en energiegemeenschappen in Buiksloterham met elkaar te verbinden. (zie afbeelding I.2). Als het project wordt toegekend dan zal het lopen vanaf eind zomer 2019.



Afbeelding I.1 Smart Grid project “energie delen me je burens”.



Afbeelding I.2 Smart Grid project “verbinden van energiegemeenschappen en smart grid projecten in Buiksloterham”.

II WETTELIJK KADER EMISSIEVRIJE MOBILITEIT

Euronormen/Europees recht

Doel van het instellen van een milieuzone is de beperking van de uitstoot en luchtverontreiniging. Bij het instellen van de milieuzones wordt gebruik gemaakt van door de EU vastgestelde en algemeen geldende Euronormen voor motorvoertuigen. Deze normen bevatten bepaalde emissiestandaarden. Hoe hoger de Euronorm, hoe minder schadelijke stoffen uitgestoten mogen worden. Momenteel is Euro-6 de norm voor nieuwe personen-, bestel- en vrachtauto's in Nederland.

Er zijn EU-richtlijnen voor het vrije verkeer van goederen, maar niet voor milieuzones. Deze verschillen per land. Het instellen van milieuzones geldt overigens voor zowel binnen- als buitenlands vervoer. Er lijkt daarmee geen sprake van strijdigheid met Europees recht. Wel is inmiddels duidelijk dat de Europese Commissie richtlijnen wil opstellen om de regels over milieuzones te harmoniseren. Daarmee lijken de milieuzones niet strijdig met het Europese recht.

Wegenverkeerswet

Een milieuzone, zoals beoogd door de gemeente Amsterdam moet worden ingesteld middels een verkeersbesluit. In de Wegenverkeerswet 1994 staat in de artikelen 15 en 18 de basis voor het nemen van verkeersbesluiten.

Artikel 2, lid 2 van de Wegenverkeerswet 1994, geeft aan dat de regels uit de wet kunnen strekken tot: het voorkomen of beperken van door het verkeer veroorzaakte overlast, hinder of schade alsmede de gevolgen voor het milieu, bedoeld in de Wet milieubeheer.

De bepalingen omtrent verkeersbesluiten in de Wegenverkeerswet zijn nader uitgewerkt in een algemene maatregel van bestuur: het Besluit Administratieve Bepalingen inzake het Wegverkeer (BABW). Artikel 12 van dit besluit geeft aan voor welke borden/onderborden/verkeerstekens op het wegdek een verkeersbesluit noodzakelijk is. De borden zelf zijn opgenomen in het Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens 1990 (RVV 1990).

Een milieuzone voor vrachtwagens is expliciet mogelijk gemaakt in hoofdstuk VB, artikel 86d van het RVV 1990. De milieuzone kan worden ingesteld voor vrachtwagens die niet voldoen aan de eisen uit artikel 86d RVV 1990. Het instellen van de milieuzone voor vrachtwagens geschiedt middels een verkeersbesluit en wordt uitgevoerd door het plaatsen van een bord (bord C22a / C22b) en onderbord met de tekst gesloten voor een bepaald type verkeer.

Andere milieuzones dan voor bepaalde vrachtwagens zijn niet specifiek mogelijk gemaakt in de RVV 1990. De Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State heeft de verschillende milieuzones die door gemeenten zijn ingesteld voor dieselloertuigen (anders dan vrachtwagens) echter wel aanvaardbaar geacht (zie hierna paragraaf 3.2.2). Ook deze milieuzones worden ingesteld middels verkeersbesluit en plaatsing van bord en onderbord.

Algemene wet bestuursrecht

Als een gemeente besluit een milieuzone in te stellen middels een verkeersbesluit zijn de regels omtrent het nemen van besluiten zoals opgenomen in de Algemene wet bestuursrecht (Awb) van toepassing. Belangrijk bij het nemen van een besluit tot het instellen van een milieuzone is de belangenafweging. Dit is opgenomen in afdeling 3.2 van de Awb. Artikel 3.4 Awb bepaalt dat het bestuursorgaan de rechtstreeks bij het besluit betrokken belangen afweegt. Daarnaast bepaalt dit artikel dat de voor een of meer belanghebbenden nadelige gevolgen van een besluit niet onevenredig mogen zijn in verhouding tot de met het besluit te dienen doelen.

Als een milieuzone wordt ingesteld moet het belang van het milieu (luchtvervuiling) worden afgewogen tegen het belang van bewoners en andere belanghebbenden dat zij niet meer in bepaalde zones mogen rijden. De motivering wordt belangrijker naar mate meer categorieën voertuigen worden geweerd.

Toekomstige wetgeving

In 2015 heeft de toenmalige minister van Infrastructuur en Milieu een voorstel gepubliceerd voor wijziging van het RVV 1990. Deze wijziging is nog niet in werking is getreden (zie bijlage IV). In dit voorstel wordt de mogelijkheid tot het instellen van een milieuzone uitgebreid met bestelauto's (diesels ouder dan van 31 december 2005) en personenauto's (diesels ouder dan van 31 december 2005 en overige personenauto's ouder dan 30 juni 1992). Op dit wetsvoorstel is veel kritiek geweest vanuit de Tweede Kamer, vanwege het weren van personenauto's.

In een brief aan de Tweede Kamer van 29 juni 2018 (zie bijlage V) stelt de minister van Infrastructuur en Waterstaat voor om de regels te harmoniseren. Hierbij worden milieuzones voor dieselloftuigen (bestelauto's en personenauto's) mogelijk gemaakt. In de brief is opgenomen dat een milieuzone voor benzinevoertuigen niet mogelijk is. Ook merkt de minister in de brief op geen noodzaak te zien voor een systeem van harmonisering van milieuzones voor benzinevoertuigen, omdat de verbetering van de luchtkwaliteit die daarmee kan worden bereikt beperkt is. Het systeem van harmonisering zoals uitgelegd in de brief wordt de komende tijd uitgewerkt. Het voornemen bestaat de keuzes en jaartallen vast te leggen in het Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens 1990. Streefdatum is dat dit systeem per 1 januari 2020 van kracht wordt. Vooruitlopend kan reeds met dit systeem gewerkt worden.

In een advies over de concept-versie van onderhavig rapport heeft Stibbe opgemerkt dat de staatssecretaris in haar brief opmerkt dat met het nieuwe systeem "een einde (wordt gemaakt) aan de wirwar van verschillende zones". Stibbe geeft aan dat dit erop lijkt te wijzen dat de bevoegdheid van gemeenten om eigen milieuzones vast te stellen, komt te vervallen onder het nieuwe systeem. Of een emissievrije milieuzone na instelling van het nieuwe systeem nog mogelijk is, is afhankelijk van de wijze waarop het nieuwe systeem verankerd wordt in de verkeerswetgeving.

III MILIEUZONES IN ANDERE GEMEENTEN

Rotterdam

In Rotterdam geldt een milieuzone voor vrachtwagens op diesel die niet voldoen aan de Euro IV-emissienorm en voor bestelwagens en personenauto's die op diesel rijden, met een datum eerste toelating vóór 1 januari 2001. Regels gelden niet voor voertuigen van 40 jaar

en ouder. Rotterdam had in haar verkeersbesluit en ruimere zone ingesteld, maar die is voor zover het benzinevoertuigen betrof vernietigd door de rechtbank. Hieronder is een samenvatting opgenomen van de beroepszaak tegen de milieuzone in Rotterdam (Bron: www.rechtspraak.nl³⁰).

'De meervoudige kamer van de rechtbank Rotterdam heeft een aantal beroepen tegen het verkeersbesluit over de Milieuzone Rotterdam toegewezen. Personenauto's en bestelauto's van vóór 1 juli 1992 die op benzine rijden mogen door de gemeente Rotterdam niet langer worden geweerd uit de Milieuzone. Het verkeersbesluit blijft wel in stand voor personen- en bestelauto's met een dieselmotor van vóór 1 januari 2001.

B en W van Rotterdam hebben op 16 november 2015 met het oog op het verbeteren van de luchtkwaliteit de Milieuzone Rotterdam ingesteld. Daarbij is de bestaande Milieuzone voor vrachtauto's uitgebreid naar personen- en bestelauto's met benzinemotoren van vóór 1 juli 1992 en personen- en bestelauto's met dieselmotoren van vóór 1 januari 2001. De Milieuzone beslaat globaal het gebied ten noorden van de Nieuwe Maas binnen de Ring. Veertien belanghebbenden hebben bij de rechtbank beroep ingesteld.

De rechtbank heeft geoordeeld dat B en W van Rotterdam in hun besluit tot vaststelling van de Milieuzone onvoldoende oog hebben gehad voor de belangen van de kleine groep eigenaren van personenauto's en bestelauto's van vóór 1 juli 1992

die op benzine rijden. Daarbij heeft de rechtbank overwogen dat het gemeentebestuur niet aannemelijk heeft gemaakt dat deze voertuigen gezamenlijk een onevenredig groot deel van de uitstoot van stikstofdioxide veroorzaken.

Ook is niet met cijfers onderbouwd wat het effect is van het weren van deze groep auto's, die volgens een rapport van TNO slechts 0,14% van het totale verkeer uitmaakt. Op basis van datzelfde rapport van TNO acht de rechtbank het aannemelijk dat de maatregel voor deze kleine groep auto's een te verwaarlozen milieuo pbrengst oplevert. De rechtbank heeft zelf bepaald dat de Milieuzone niet van toepassing zal zijn op personen- en bestelauto's op benzine van vóór 1 juli 1992.

Tenslotte heeft de rechtbank geoordeeld dat de gehanteerde ingangsdatum van 1 januari 2016 te kort was, gelet op de grote gevolgen van het besluit voor de betrokkenen. Dat is ook min of meer door het gemeentebestuur erkend, doordat de gemeente pas met ingang van 1 mei 2016 is gaan handhaven. Voor een verder uitstel dan tot 1 mei 2016 voor het invoeren van de Milieuzone ziet de rechtbank geen aanleiding.'

Vervolgens heeft de gemeente Rotterdam hoger beroep ingesteld bij de Afdeling Bestuursrechtspraak Raad van State (Abresch). De ABRvS heeft de vernietiging van het

besluit door de rechtbank teruggedraaid en het besluit op bezwaar weer rechtskracht gegeven. Hieronder zijn de overwegingen van de Afdeling opgenomen.³¹

³⁰ RBROT, 14 juni 2017, ECLI:NL:RBROT:2017:4469, zaaknummer ROT 16/3322, ROT 16/3541.

³¹ ABRvS 6 juni 2018, ECLI:NL:RVS:2018:1861, zaaknummer 201705992/1.

‘Naar het oordeel van de Afdeling bestuursrechtspraak heeft het gemeentebestuur ‘beleidsruimte’ bij het afwegen van de belangen vóór en tegen de milieuzone. Dat betekent dat het gemeentebestuur de ruimte heeft voor zijn eigen keuzes bij het nemen van een verkeersbesluit. Het is de taak van de bestuursrechter om te beoordelen of de nadelige gevolgen van het verkeersbesluit voor betrokkenen niet onevenredig zijn in verhouding tot het doel dat ermee wordt gediend. De bestuursrechter mag echter niet naar eigen inzicht de waarde of het maatschappelijk gewicht vaststellen dat het gemeentebestuur aan die belangen toekent. Die bevoegdheid heeft de bestuursrechter niet.

De Afdeling bestuursrechtspraak is van oordeel dat het gemeentebestuur de belangenafweging goed heeft verricht en dat ‘de nadelige gevolgen van de

milieuzone niet onevenredig zijn in verhouding met de daarmee te dienen doelen’. Daarmee komt zij tot een ander oordeel dan de rechtbank in eerste instantie. Dat de milieueffecten van het weren van de oudste, meest vervuilende benzineauto’s uit het centrum mogelijk niet ‘in absolute termen significant groot’ zijn, doet er niet toe. Voldoende is dat deze maatregel deel uitmaakt van een groter pakket aan maatregelen die de luchtkwaliteit in Rotterdam moeten verbeteren. Bovendien past het in het streven van de gemeente om een zo groot mogelijk effect op de luchtkwaliteit te bereiken met een zo beperkt mogelijk verbod op auto’s. Daarbij is belangrijk dat het gemeentebestuur met zogenoemde flankerende maatregelen, zoals een sloopregeling en ontheffingsmogelijkheden, rekening heeft gehouden met de nadelige gevolgen van de milieuzone voor autobezitters, aldus de hoogste algemene bestuursrechter.’

Het gevolg van de uitspraak is dat het gehele verkeersbesluit opnieuw van kracht is geworden, dus inclusief het verbod voor benzineauto’s van vóór 1 juli 1992 om de milieuzone in te rijden. Het gemeentebestuur zal vervolgens bekend moeten maken per wanneer de eigenaren van oude benzineauto’s zich hieraan weer moeten houden.

Na deze uitspraak heeft de gemeente Rotterdam besloten om het besluit om oude benzineauto’s te weren in te trekken.

Op 26 juni 2018 heeft de nieuwe coalitie in Rotterdam haar akkoord ‘Nieuwe energie voor Rotterdam’ gepresenteerd. Daarin is opgenomen over luchtkwaliteit: ‘We blijven investeren in schone lucht. We nemen een mix van maatregelen om dat te bereiken. De milieuzone

wordt in twee stappen uitgefaseerd. Benzineauto’s van vóór 1 juli 1992 worden per direct weer toegelaten. Voor dieselauto’s van vóór 2001 wordt de milieuzone op 1 januari 2020 opgeheven”.

Waarom de zones worden opgeheven wordt niet nader toegelicht in het akkoord.

Utrecht

In de binnenstad van Utrecht geldt een milieuzone voor oude vrachtwagens en voor bestelwagens en personenauto’s die op diesel rijden, met een datum eerste toelating vóór 1 januari 2001. Hieronder is een samenvatting opgenomen van de beroepszaak tegen deze milieuzone (bron: www.rechtspraak.nl).³²

³² ABRvS 8 februari 2017, ECLI:NL:RVS:2017:300, zaaknummer 201601019/1/A1

'De Utrechtse Milieuzone mag blijven. De bestuursrechter oordeelde dat het college van B&W 'in redelijkheid' de zone mocht instellen. Het feit dat de positieve milieueffecten van de Milieuzone mogelijk beperkt zijn, doet daar niets aan af.

Dat is de uitkomst van een rechtszaak die Koninklijke Nederlandsche Automobielen Club (KNAC) en de Stichting Stop Luchtverontreiniging Utrecht (SSLU) tegen de gemeente Utrecht waren begonnen. Beide organisaties zijn om verschillende redenen tegen de zone. De gemeente stelde per 1 januari 2015 een milieuzone in het centrum van Utrecht in om de luchtkwaliteit te verbeteren. Met de zone worden personen- en bestelauto's op diesel van voor 2001 geweerd. Anders dan eisers vindt de rechtbank dat de gebruikte combinatie van verkeersborden die de milieuzone aanduidt door de beugel kan, ook al komt deze nergens anders in Nederland voor. KNAC vindt dit verwarrend, maar de rechter oordeelde dat uit de regelgeving blijkt dat Utrecht de mogelijkheid heeft om een plaatselijke combinatie van verkeersborden en onderborden te gebruiken.

SSLU stelde zich op het standpunt dat de effecten van de milieuzone marginaal of mogelijk zelfs negatief zijn, zeker omdat de aanvankelijke plannen om ook bepaalde benzineauto's te weren niet doorgingen. De rechter oordeelde dat de gemeente een incompleet beeld heeft gegeven van de effecten die milieuzone heeft na bijstelling van de plannen, maar vond dit onvoldoende om een streep door het besluit te halen. Daarbij woog mee dat de effecten van de milieuzone op zichzelf wellicht marginaal zijn, maar dat de maatregel onderdeel is van een groter pakket aan maatregelen ter verbetering van de luchtkwaliteit in Utrecht. De rechtbank zag niet in waarom elke maatregel op zichzelf zou moeten leiden tot een in absolute termen significant groot effect.

Derechthandhaving benadrukt in de uitspraak dat de afweging van alle betrokken belangen die bij het instellen van de zone een rol speelden in de gemeenteraad, heeft plaatsgevonden. De rechter heeft niet de taak om de waarde of het maatschappelijk gewicht dat aan die betrokken belangen moet worden toegekend, naar eigen inzicht vast te stellen, maar toetst alleen of het besluit dat de gemeente heeft genomen redelijk is'.

Arnhem

In de binnenstad van Arnhem geldt een milieuzone voor oude vrachtwagens, en met ingang van 1 januari 2019 ook voor personenauto's van vóór 2004 die op diesel rijden.

Nijmegen doet onderzoek naar de mogelijkheden voor een milieuzone in de gehele stad. Daarnaast is Maastricht voornemens een ruimere milieuzone in te stellen. Voornemen bestond ook benzinevoertuigen te

weren, echter in de raadsvoorstellen van januari 2019 staan enkel nog diesellootvoertuigen.

In overige steden gelden milieuzones alleen voor vrachtwagens (en soms bussen). Deze zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

IV WETSVOORSTEL VERKEERSREGELS EN VERKEERSTEKENS



Besluit van

tot wijziging van het Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (uitbreiding mogelijkheid milieuzones en enkele technische aanpassingen)

Op de voordracht van Onze Minister van Infrastructuur en Milieu van, nr. IenM/BSK-,
Hoofddirectie Bestuurlijke en Juridische Zaken;

Gelet op artikel 13, eerste lid, van de Wegenverkeerswet 1994;

De Afdeling advisering van de Raad van State gehoord (advies van
nr.);

Gezien het nader rapport van Onze Minister van Infrastructuur en Milieu van, nr.
IenM/BSK-, Hoofddirectie Bestuurlijke en Juridische Zaken;

Hebben goedgevonden en verstaan:

ARTIKEL I

Het Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 wordt als volgt gewijzigd:

A

Artikel 1 wordt gewijzigd als volgt:

1. De begripsomschrijving van "*bestuurder van een motorvoertuig*" wordt geplaatst na die van "*bestuurders*", de begripsomschrijving van "*haaietanden*" wordt geplaatst na die van "*gehandicaptenvoertuig*" en de begripsomschrijving van "*voorrang verlenen*" wordt geplaatst na die van "*voorrangsvoertuig*".

2. In de begripsomschrijving van "*verkeersregelaar*" wordt "artikel 1, onderdeel f," vervangen door: artikel 1, onderdeel i,.

B

In artikel 6, derde lid, wordt de zinsnede "mogen de rijbaan gebruiken" vervangen door: gebruiken de rijbaan.

C

Artikel 20, onderdeel b, wordt gewijzigd als volgt:

1. In onderdeel 1. vervalt de zinsnede "het fietspad of".
2. Toegevoegd wordt een onderdeel 3, luidende:
3. op het fietspad, voor de hier bedoelde gehandicaptenvoertuigen, 30 km per uur;.

D

Artikel 21, onderdeel b, wordt gewijzigd als volgt:

1. In onderdeel 1. vervalt de zinsnede "het fietspad of".
2. Toegevoegd wordt een onderdeel 3, luidende:
3. op het fietspad, voor de hier bedoelde gehandicaptenvoertuigen, 40 km per uur;.

E

In artikel 24, vierde lid, wordt "E4 tot en met E9 of E11 tot en met E13" vervangen door: E4 tot en met E10, E12 of E13.

F

Artikel 25 wordt gewijzigd als volgt:

1. In het tweede lid vervalt de zinsnede "overeenkomstig het bij ministeriële regeling bepaalde".
2. In het derde lid wordt de eerste volzin vervangen door: Op de parkeerschijf staat aan de getoonde zijde slechts één cijferreeks, die een aanduiding geeft van de kalenderuren, en die vanaf het begin van het parkeren in duidelijk leesbare cijfers tegen een contrasterende achtergrond in hele of halve uren het tijdstip weergeeft waarop met het parkeren is begonnen.

G

Artikel 41, tweede lid, komt te luiden:

2. Bestuurders van een motorvoertuig mogen, indien deze verlichting krachtens de Regeling voertuigen voor dat motorvoertuig is toegestaan, tegelijk met dimlicht of mistlicht aan de voorzijde bochtlicht, hoeklicht, manoeuvreerlichten, markeringslichten of staaklichten voeren, waarbij voor het mogen voeren van manoeuvreerlichten een maximumsnelheid geldt van 10 km per uur.

H

Artikel 41a, eerste lid, wordt gewijzigd als volgt:

1. Onderdeel 1° komt te luiden:
 - 1°. in gebruik bij de politie of bij de bijzondere opsporingsdiensten, bedoeld in artikel 2 van de Wet op de bijzondere opsporingsdiensten;
2. Onderdeel 4° komt te luiden:
 - 4°. in gebruik bij Rijkswaterstaat, bij de Inspectie Leefomgeving en Transport of bij de douane;.

I

Artikel 60, tweede lid, onderdeel d, komt te luiden:

d. de bestuurders of de passagiers van een brommobiel zonder gesloten carrosserie of een driewielig motorvoertuig zonder gesloten carrosserie van wie de zitplaats in deze brommobiel of dat motorvoertuig is voorzien van twee bevestigingspunten onder en één bevestigingspunt boven voor een autogordel overeenkomstig de typegoedkeuring van het voertuig zoals die gold op de datum waarop het voertuig in gebruik is genomen, en waarbij de autogordel voldoet aan artikel 5.6.47, derde en vierde lid, van de Regeling voertuigen of aan artikel 5.5.47, vierde en vijfde lid, van de Regeling voertuigen, mits van deze autogordel gebruik gemaakt wordt.

J

Aan artikel 61a wordt een volzin toegevoegd, luidend: Onder een mobiele telefoon wordt verstaan een apparaat dat bestemd is voor het gebruik van mobiele openbare telecommunicatiediensten.

K

In artikel 85 wordt onder vernummering van het bestaande derde lid tot vierde lid een nieuw derde lid ingevoegd, luidende:

3. Het eerste en tweede lid zijn uitsluitend van toepassing, indien het parkeren rechtstreeks verband houdt met het vervoer van een gehandicapte.

L

Artikel 86d komt te luiden:

1. De geslotenverklaring krachtens bord C22a van bijlage 1 is niet van toepassing op vrachtauto's:

1°. waarvan de dieselmotor blijkt de aantekening in het kentekenregister of op het kentekenbewijs ten minste voldoet aan Euronorm IV of volgens die aantekening de datum van de eerste toelating tot het verkeer na 30 september 2005 ligt of

2°. die niet worden aangedreven door een dieselmotor.

2. De geslotenverklaring krachtens bord C22a van bijlage 1 is voorts niet van toepassing op bestelauto's:

1°. waarvan blijkt de aantekening in het kentekenregister of op het kentekenbewijs de datum van de eerste toelating tot het verkeer ligt na 31 december 2005 of

2°. die niet worden aangedreven door een dieselmotor.

3. De geslotenverklaring krachtens bord C22a van bijlage 1 is bovendien niet van toepassing op personenauto's:

1°. waarvan blijkt de aantekening in het kentekenregister of op het kentekenbewijs de datum van de eerste toelating tot het verkeer is gelegen na 31 december 2005, indien deze voertuigen worden aangedreven door een dieselmotor of

2°. waarvan blijkt de aantekening in het kentekenregister of op het kentekenbewijs de datum van de eerste toelating tot het verkeer is gelegen na 30 juni 1992, indien deze voertuigen niet worden aangedreven door een dieselmotor.

4. De geslotenverklaring krachtens bord C22a van bijlage 1 is ten slotte niet van toepassing op andere categorieën motorvoertuigen dan vrachtauto's, bestelauto's en personenauto's.

M

In bijlage I komt de omschrijving van verkeersbord C21 te luiden: Gesloten voor voertuigen en samenstellen van voertuigen, waarvan de som van de aslasten of de totaal massa hoger is dan op het bord is aangegeven.

N

In bijlage I wordt in de omschrijving van de verkeersborden C22a en C22b "vrachtauto's" vervangen door: motorvoertuigen.

O

In bijlage I worden in de alfabetische en numerieke volgorde van de verkeersborden ingevoegd de in de bijlage bij dit besluit opgenomen verkeersborden met bijbehorende omschrijving.

ARTIKEL II

Dit besluit treedt in werking met ingang van 1 januari 2015.

Lasten en bevelen dat dit besluit met de daarbij behorende nota van toelichting in het Staatsblad zal worden geplaatst.

DE MINISTER VAN INFRASTRUCTUUR EN MILIEU,

Bijlage bij artikel I, onderdeel O, van het besluit van tot wijziging van het
Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (uitbreiding mogelijkheid milieuzones
en enkele technische aanpassingen)

Bord

Omschrijving

F11



Verplicht gebruik passeerstrook (rijstrook om ingehaald te kunnen worden), uitsluitend bestemd voor motorvoertuigen die niet sneller kunnen of mogen rijden dan 25 km/h

Bord

Omschrijving

F12



Einde verplicht gebruik passeerstrook voor motorvoertuigen die niet sneller kunnen of mogen rijden dan 25 km/h

Bord

Omschrijving

F13



Rijbaan of -strook uitsluitend ten behoeve van
lijnbusen

Bord

Omschrijving

F14



Einde busbaan of -strook

Bord



Omschrijving

F15

Rijbaan of -strook uitsluitend ten behoeve van trams

Bord



Omschrijving

F16

Einde trambaan of -strook

Bord

Omschrijving

F17



Rijbaan of -strook uitsluitend ten behoeve van
lijnbusen en trams

Bord

Omschrijving

F18



Einde bus- en trambaan of -strook

Bord

Omschrijving

F19



Verplichte rijbaan of -strook uitsluitend ten behoeve van vrachtauto's en lijnbussen

Bord

Omschrijving

F20



Einde verplichte rijbaan of -strook voor vrachtauto's en lijnbussen

Bord

Omschrijving

F21



Verplichte rijbaan of -strook uitsluitend ten behoeve van vrachtauto's

Bord

Omschrijving

F22

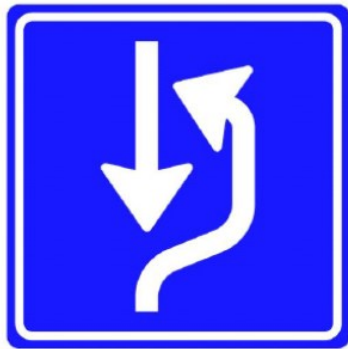


Einde verplichte rijbaan of -strook voor vrachtauto's

Bord

Omschrijving

L20



Uitwijkplaats rechts van de weg

Bord

Omschrijving

L21



Uitwijkplaats links van de weg

NOTA VAN TOELICHTING

Algemeen

1. Inleiding

Dit besluit brengt een aantal wijzigingen aan in het Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (hierna RVV 1990). Het betreft in het algemeen kleine verbeteringen en het herstel van redactionele fouten. De toelichting op de afzonderlijke onderdelen vindt plaats in het artikelsgewijze deel. Dit met uitzondering van de met deze wijziging gegeven mogelijkheid een milieuzone, waarmee met het oog op het halen van de wettelijke normen voor de luchtkwaliteit de meest vervuilende auto's geweerd kunnen worden uit delen van de stad, niet langer uitsluitend in te stellen voor bepaalde vrachtauto's, maar ook voor categorieën oudere bestel- en personenauto's: onderdeel 2 van het algemeen deel van deze toelichting bevat daarover een uiteenzetting.

2. Uitbreiding mogelijkheid milieuzones

In het besluit van 23 maart 2009 tot wijziging van o.a. het RVV 1990 (Stb. 2009, 171), waarin de basis werd gelegd voor milieuzones voor vrachtauto's, werd al het voornemen aangekondigd deze zones ook mogelijk te maken voor bestelauto's. Op dat moment lag het in de bedoeling een basis voor deze uitbreiding neer te leggen in een wettelijke regeling die een stelsel van emissieklassen voor voertuigen zou bevatten. De regeling in het RVV 1990 zou dan daarop kunnen aansluiten met de concrete normen voor toegangsbeperking in de milieuzone. Uiteindelijk is besloten, vooral uit het oogpunt van vermindering van administratieve lasten, af te zien van dat onderdeel van het bij koninklijke boodschap van 10 mei 2011 ingediende voorstel van wet tot wijziging van de Wegenverkeerswet 1994 in verband met het vaststellen van emissieklassen van motorvoertuigen, het opnemen van enkele bepalingen met betrekking tot voertuigonderdelen die niet dienen te zijn goedgekeurd voor de toelating tot het verkeer op de weg en het maximeren van de prijs van het rijbewijs (Kamerstukken 32 766). Daarom is nu, zoals aangekondigd in de nota naar aanleiding van het verslag bij dat wetsvoorstel (Kamerstukken II, 2012/13, 32 766, nr. 7, blz. 1), aansluiting gezocht bij de op het kentekenbewijs al geregistreerde datum van eerste toelating tot het verkeer van de betreffende motorvoertuigen. Artikel I, onderdeel L, van dit besluit bevat daarvoor een uitbreiding van de werkingssfeer van het tot nu toe alleen voor vrachtauto's geldende artikel 86d van het RVV 1990. Het gaat hier om een mogelijke toegangsbeperking voor alleen specifieke typen oude motorvoertuigen. De beperking geldt uitsluitend na een verkeersbesluit daarover van de gemeente.

Onder de regeling vallen in ieder geval geen *bestelauto's*:

- die op benzine rijden, of
- die op diesel rijden als ze van na 2005 dateren.

En verder vallen onder de regeling ook geen *personenauto's*:

- die op benzine rijden en van na 30 juni 1992 dateren of
- die op diesel rijden en van na 2005 dateren.

Deze maatstaven sluiten geheel aan bij de speelruimte die de gemeente Utrecht nodig zou kunnen hebben, als enige gemeente die eerder een besluit heeft genomen tot instelling van een milieuzone breder dan alleen voor vrachtauto's. De motorvoertuigen die onder het verkeersbesluit van de gemeente vallen zijn in de milieuzone niet toegestaan. Het al bestaande verkeersbord C22a geeft de maximale reikwijdte van het verbodsbord aan, terwijl op een onderbord de beperkingen op het verbod staan die het gevolg zijn van het verkeersbesluit. De gemeente kan de toegangsbeperkingen tot de milieuzone bijvoorbeeld (blijven) instellen voor uitsluitend vrachtauto's en daarmee de toegang tot de zone vrij laten voor alle bestel- en personenauto's.

3. Overleg

Een ontwerp van dit besluit is voorgelegd aan het College van procureurs-generaal en aan de Expertgroep Voorbereiden van vtsPN (voorziening tot samenwerking Politie Nederland). De commentaren zijn verwerkt, waarbij in het bijzonder de motivering voor de nieuwe verkeersborden in de nota van toelichting is verbeterd. Vervolgens heeft voorhang plaatsgevonden bij de Eerste en Tweede Kamer ingevolge artikel 2b van de Wegenverkeerswet 1994.

4. Administratieve lasten en nalevingskosten

De wijzigingen hebben geen gevolgen voor de administratieve lasten van burgers en bedrijfsleven. Nalevingskosten voor burgers en bedrijven zijn uitsluitend aanwezig bij invoering van de milieuzones voor bestelauto's en personenauto's. De omvang is afhankelijk van de concrete besluitvorming bij gemeenten over milieuzones, maar te verwachten is dat de mogelijkheden van de nieuwe regeling hooguit toepassing gaan vinden in enkele grote steden die moeite hebben om aan de luchtkwaliteitseisen te voldoen. Dat beperkt de gevolgen zeer. Voor de beperkingen in het gebruik van oudere voertuigen zal naar verwachting een compensatieregeling van toepassing zijn in de vorm van subsidie bij vervanging van oude bestelauto's.

5. Overige kosten

Het doorvoeren van de nieuwe verkeersborden kan beperkte financiële lasten veroorzaken bij wegbeheerders, maar omdat deze borden in het teken staan van het bieden van mogelijkheden tot verduidelijking van de huidige praktijk en niet een drastische verandering tot doel hebben, hoeft bij de invoering van dit besluit niet op stel en sprong de bebording te worden aangepast. Wegbeheerders kunnen dus werken met een eigen planning.

Artikelsgewijs

Artikel I

Onderdeel A

Onderdeel 1

Met dit onderdeel is de volgorde van definities in het RVV 1990 volledig alfabetisch gemaakt.

Onderdeel 2

Dit onderdeel vervangt een verkeerde verwijzing door de juiste verwijzing.

Onderdeel B

Met dit onderdeel wordt geregeld dat brede bromfietsen niet meer de mogelijkheid hebben het fiets/bromfietspad te gebruiken. Dit in verband met de gevaren die dit gebruik van het fiets/bromfietspad voor fietsers met zich meebrengt.

Onderdelen C en D

Deze onderdelen verhelderen tot wie de in het RVV 1990 geregelde snelheidsbeperking op het fietspad binnen en buiten de bebouwde kom zich richt: bromfietsen mogen daar immers niet komen, dus de werkingssfeer moet beperkt zijn tot gehandicaptenvoertuigen, uitgerust met een motor.

Onderdeel E

De opsomming in artikel 24, vierde lid, van het RVV 1990 bedoelde uitsluitend verkeersborden te noemen die een parkeergelegenheid aanduiden, maar was daarin niet volledig correct. Dat is met deze wijziging hersteld.

Onderdeel F

Met deze wijziging van het RVV 1990 wordt het afzonderlijke Besluit parkeerschijf, een ministeriële regeling, overbodig gemaakt. Dat gebeurt door de wezenlijke eisen die men aan een parkeerschijf moet stellen over te brengen naar het RVV 1990 en de mogelijkheid van een ministeriële regeling te schrappen. Het model van de parkeerschijf is daarmee niet meer exact voorgeschreven, maar de betekenis van dat model was toch al beperkt. Dat komt doordat alle modellen die elders in de Europese Unie zijn of worden voorgeschreven ook in Nederland geldig zijn.

Onderdeel G

Deze wijziging verwijdt uit het RVV 1990 enkele specifieke soorten van het gebruik van voertuigverlichting, waarvan de mogelijke aanwezigheid op zich aan het voertuig, dus los van het gebruik, al eerder is afgeschaft bij wijziging van de Regeling voertuigen. Het gaat hier om berm- en richtlichten. Daarentegen worden de manoeuvreerlichten toegevoegd, omdat zij ter uitvoering van internationale regelgeving sinds 1 januari 2014 volgens de Regeling voertuigen zijn toegestaan op personenauto's, bedrijfsauto's en bussen, uitsluitend bij een snelheid van maximaal 10 km per uur.

Onderdeel H

Niet helemaal compleet ten opzichte van de gewenste situatie was de opsomming in artikel 41a, eerste lid, RVV 1990, van de diensten en personen die op hun voertuig verlichte transparanten mogen voeren die informatie bieden over de bestemming of het gebruik van het voertuig. De opsomming is bij deze wijziging daarom aangevuld met de bijzondere opsporingsdiensten, met de Inspectie Leefomgeving en Transport en met de douane.

Onderdeel I

De uitzonderingsmogelijkheid voor het dragen van een helm voor bestuurders van zonder gesloten carrosserie uitgevoerde brommobielen of driewielige motorvoertuigen, namelijk als zij een autogordel dragen, was op een bepaald punt te rechtstreeks gekoppeld aan voertuigeisen. Dit was in het kader van de handhaving van de verkeersregels niet te controleren en daarom is de eis nu zo geformuleerd dat de bevestigingspunten van de gordel moeten zijn aangebracht overeenkomstig de typegoedkeuring van het voertuig. Indien bij een controle blijkt dat het voertuig is voorzien van autogordels, terwijl bij navraag bij de Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW) blijkt dat het voertuig is goedgekeurd zonder bevestigingspunten voor die gordel, dan is het voertuig onterecht van die gordels voorzien en moet de bestuurder een helm dragen.

Onderdeel J

Volgens artikel 61a van het RVV 1990 is het de bestuurder van de meeste voertuigen verboden tijdens het rijden een mobiele telefoon vast te houden. Een definitie van het begrip mobiele telefoon was in dat artikel niet opgenomen, zodat men bij de handhaving van het verbod telkens moest terugvallen op de omschrijving in de nota van toelichting bij het besluit waarbij het verbod is ingevoerd (bekendgemaakt in Staatsblad 2002, 67). Dit is onpraktisch en daarom is deze omschrijving nu alsnog ongewijzigd opgenomen in een nieuwe volzin van artikel 61a RVV 1990.

Onderdeel K

In artikel 26 van het RVV 1990 was al opgenomen dat de speciale parkeerfaciliteiten voor gehandicapten uitsluitend gebruikt mogen worden als het parkeren rechtstreeks verband houdt met het vervoer van een gehandicapte. In artikel 85 was dat nog niet het geval, zodat de speciale parkeermogelijkheden buiten een gehandicaptenparkeerplaats zonder duidelijke redenen wat royaler waren dan op een gehandicaptenparkeerplaats. Daaraan is met deze wijziging nu een einde gekomen.

Onderdelen L en N

Met deze wijziging is gerealiseerd dat een milieuzone niet meer uitsluitend betrekking kan hebben op bepaalde vrachtauto's, maar ook op bepaalde bestelauto's en personenauto's. De verkeersborden C22a en C22b blijven op dezelfde wijze als vóór de wijziging het begin en einde van een milieuzone aangeven, maar door de tekst van artikel 86d te verruimen en in de omschrijving van het verkeersbord in bijlage I van het RVV 1990 het begrip "vrachtauto's" te vervangen door "motorvoertuigen" kunnen er meer

categorieën voertuigen onder vallen. De gemeente zal een onderbord kunnen gebruiken om binnen de maximale reikwijdte van de regeling een beperktere begrenzing van het toegangsverbod in te stellen. Met de wijziging is in het eerste lid van artikel 86d van het RVV 1990 het ongewijzigde regime voor vrachtauto's nu volledig opgenomen en zijn in het tweede en derde lid de maximaal in te stellen beperkingen voor bestelauto's en personenauto's geregeld.

Onderdeel M

Door in de omschrijving van de geslotenverklaring voor voertuigen boven een bepaalde totaal massa op te nemen dat deze geslotenverklaring ook geldt voor voertuigen waarvan de som van de aslasten diezelfde norm te boven gaat, blijft de gestelde norm over het totale gewicht hetzelfde als vóór de wijziging. Het meten van het gewicht is echter in de nieuwe situatie op veel meer plaatsen mogelijk, omdat het voertuig niet in één keer in zijn geheel gewogen hoeft te worden. De wijziging bestaat uit een aanpassing van de omschrijving van de betekenis van het verkeersbord C21 in bijlage I van het RVV 1990.

Onderdeel O

Met deze wijzigingen in bijlage I van het RVV 1990 worden op voorstel van de normcommissie verkeerstekens van het Nederlands Normalisatie-instituut (NEN) een aantal nieuwe verkeersborden ingevoegd die vooral bijdragen aan de duidelijkheid in het verkeer in een aantal situaties.

Het betreft in de eerste plaats de mogelijkheid *tram- of busbanen of -stroken en de combinatie daarvan* aan te geven via gebodsborden in plaats van, zoals nu de praktijk is, via algemene verbodsborden met daarbij op een onderbord de uitzondering voor genoemde categorieën. Dezelfde verandering geldt voor het aangeven van *de rijbaan of rijstrook die uitsluitend bestemd is voor lijnbussen en vrachtauto's of uitsluitend voor vrachtauto's*. Het betreft hier de nieuwe borden F13 tot en met F22. Met plaatsing van de nieuwe borden F19 en F 21 wordt voor lijnbussen en vrachtauto's, respectievelijk voor alleen vrachtauto's tevens bereikt dat zij niet op een andere rijstrook mogen rijden dan de speciaal voor deze categorieën bestemde rijstrook.

In de tweede plaats was eenduidigheid in de bebording gewenst voor *passeerstroken*, waarin landbouwvoertuigen rijden of even stilstaan om het andere verkeer de gelegenheid te bieden sneller te kunnen doorrijden. De wijziging brengt door een nieuw verkeersbord in de vorm van gebodsbord F11 deze eenduidigheid. Grote voordelen van ondersteuning van deze verkeersmaatregel vanuit het RVV 1990 zijn bovendien dat er door plaatsing van het nieuwe bord een verplichting ontstaat voor bestuurders van landbouwvoertuigen om de passeerstroken werkelijk te gebruiken en dat de stroken niet meer kunnen worden gebruikt door overig verkeer als oneigenlijke parkeerplaats.

En ten slotte wordt een nieuw informatief verkeersbord ingevoerd om een *uitwijkplaats op smalle wegen* mee te kunnen aangeven. Dit is wenselijk, omdat er een duidelijke behoefte is gebleken om weggebruikers in dit soort gevaarlijke situaties te helpen. Daarom zijn in de praktijk in dit soort situaties inmiddels veel verschillende door wegbeheerders zelf bedachte borden geplaatst. Die veelvormigheid in borden doet

enigszins afbreuk aan de duidelijkheid die juist het belangrijkste motief is om dit soort borden te plaatsen, dus er is een voldoende motief om nu een standaardmodel aan te bieden. De nieuwe borden, het zijn er twee om uitwijkplaatsen aan beide zijden van de weg helder te kunnen aanduiden, hebben de nummers L20 en L21 gekregen.

Artikel II

De datum van 1 januari is een van de zogeheten vaste verandermomenten van regelgeving. Een invoeringstermijn op een eerder moment dan twee maanden na plaatsing in het Staatsblad wordt niet bezwaarlijk geacht, gegeven het technische karakter van de wijzigingen en het in het algemeen ontbreken van de noodzaak voor belanghebbenden al voor de inwerkingtreding voorbereidingen te treffen om de wijzigingen te kunnen uitvoeren. Waar voorbereiding op onmiddellijke uitvoering gewenst kan zijn, te weten de ruimere toepassing van milieuzones in Utrecht, is al in 2013 een raadsbesluit van die strekking genomen.

DE MINISTER VAN INFRASTRUCTUUR EN MILIEU,

mw. drs. M.H. Schultz van Haegen

V BRIEF AAN TWEEDE KAMER MILIEUZONES

Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

> Retouradres Postbus 20901 2500 EX Den Haag

De voorzitter van de Tweede Kamer
der Staten-Generaal
Binnenhof 4
2513 AA DEN HAAG

**Ministerie van
Infrastructuur en
Waterstaat**

Rijnstraat 8
2515 XP Den Haag
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

T 070-456 0000
F 070-456 1111

Ons kenmerk
IENW/BSK-2018/135480

Datum 29 juni 2018
Betreft Contouren harmonisatie milieuzones

Geachte voorzitter,

Afgelopen maanden heb ik intensief gesproken met gemeenten, VNG, bedrijfsleven en belangenorganisaties over de harmonisatie van milieuzones. Op basis van deze gesprekken kies ik voor een geharmoniseerd systeem van milieuzones, met eenduidige bebording en dat begrijpelijk is voor de automobilist.

Dit systeem stuurt effectief op de verbetering van luchtkwaliteit en geeft het steden de keuze uit twee toegangsniveaus. Met dit eenvoudige, handhaafbare en voorspelbare systeem van milieuzones zijn de belangen van de weggebruiker en het belang van een goede luchtkwaliteit op een doeltreffende manier met elkaar in balans gebracht. Hiermee maak ik een einde aan de wirwar van verschillende zones en weten automobilisten waar zij aan toe zijn.

Hieronder zal ik het nieuwe systeem, waarin ik onderscheid maak tussen zones voor personen- en bestelwagens enerzijds en vrachtwagens anderzijds, verder toelichten.

Milieuzones voor personen- en bestelwagens met twee keuzemogelijkheden voor gemeenten

Verschillende steden hebben op dit moment een milieuzone voor personen- en/of bestelwagens met verschillende toegangsregimes, gebaseerd op de Datum Eerste Toelating van de voertuigen. Ook in de collegeakkoorden hebben milieuzones vaak een plek gekregen. Een aantal steden heeft aangekondigd nieuwe, strengere milieuzones in te willen voeren. Om een lappendeken te voorkomen is het daarom van het grootste belang voor de weggebruiker dat het systeem van milieuzones geharmoniseerd wordt, zoals aangekondigd in het regeerakkoord.

Om het nieuwe systeem zo eenduidig mogelijk te maken, worden het toegangsregime voor personen- en bestelwagens aan elkaar gekoppeld. Tussen 2020 en 2025 kan een gemeente voor dieselpersonen- en dieselbestelwagens kiezen voor een "gele" of "groene" milieuzone (zie bijlage voor bebording). In de gele milieuzone worden alle dieselvoertuigen met Euroklasse 3 of hoger toegelaten. In 2020 gaat het om voertuigen van 20 jaar en ouder. In de groene milieuzone worden alle dieselvoertuigen met Euroklasse 4 of hoger toegelaten. In

2020 gaat het om voertuigen van 15 jaar en ouder. Deze knip is gebaseerd op de fijnstof- en NOx-reductie die vanaf deze Euroklassen optreedt.

Vanaf 2025 wordt het systeem één euroklasse opgeschoven. Vanaf dat moment kan een gemeente voor dieselpersonen- en dieselbestelwagens kiezen voor een groene of blauwe zone, waar respectievelijk Euro 4 of Euro 5 voertuigen en nieuwer in mogen. In 2025 zijn deze auto's op hun beurt meer dan 15 en 20 jaar oud. Een blauwe zone leidt tot extra NO_x- en fijnstofreductie. Zo groeit het geharmoniseerde systeem mee met de verbetering in de techniek.

In een milieuzone kunnen geen benzinevoertuigen worden geweerd. Nu Rotterdam heeft besloten de milieuzone voor benzineauto's per direct af te schaffen, zie ik geen noodzaak meer tot harmonisering van deze categorie. Het aantal benzinewagens, dat enerzijds geen driefwegkatalysator heeft en anderzijds nog geen oldtimer is, is beperkt en dat wordt ieder jaar kleiner. De mogelijke verbetering van de luchtkwaliteit die kan worden behaald door benzinevoertuigen mee te nemen in deze harmonisatie is daardoor ook beperkt en zal de komende jaren steeds verder afnemen. Daarom is er voldoende reden om het systeem zo eenvoudig mogelijk te houden.

Landelijk uniforme milieuzones voor het vrachtverkeer

Voor vrachtwagens geldt op dit moment een uniform systeem, waarbij voertuigen van euro IV en nieuwer de zone in mogen. In het nieuwe systeem krijgen gemeenten de mogelijkheid om dit regime tot 2022 voort te zetten als onderdeel van de groene zone.

Ik heb geconstateerd dat er onder gemeenten, bedrijfsleven en belangenorganisaties veel draagvlak is om voor vrachtwagens per 2022 de stap naar euro VI te maken. Uit onderzoek van TNO blijkt dat de praktijkemissies van deze vrachtwagens sterk verbeteren ten opzichte van euro IV en V, met name op NO_x. In 2022 komt de groene zone te vervallen en kan een gemeente kiezen voor de blauwe euro VI zone. Ik zie dit als een opstap naar zero emissie stadslogistiek in 2025.

Hier komt per 2025 de mogelijkheid voor het instellen van een aparte Zero Emissie zone bij. In deze zone, die met een nieuw bord los van de milieuzone kan worden ingesteld, kunnen conform de afspraken van de Green Deal Zero Emission Stadslogistiek (o.a. met Natuur & Milieu, TLN, evofenedex, RAI, BOVAG) alleen nul-emissie vracht- en bestelwagens binnenrijden. Bij de zero-emissie zone zal het naar huidig inzicht gaan om een kleinere zone die binnen een grotere milieuzone kan liggen. Gemeenten hebben nu al de mogelijkheid om, los van milieuzones, delen van de binnenstad autoluw te verklaren, bijvoorbeeld winkelgebieden vanuit oogpunt van de verkeersveiligheid van voetgangers.

Nadat een paar jaar ervaring op is gedaan met het geharmoniseerde systeem, voorzie ik in een evaluatie. Hierin komt onder andere de vraag aan de orde op welke termijn andere categorieën voertuigen aan de zero-emissie zone kunnen worden toegevoegd, mede gelet op de ontwikkeling van het wagenpark. Dit sluit goed aan bij het in het regeerakkoord opgenomen streven dat uiterlijk in 2030 alle nieuwe auto's emissieloos zijn.

**Ministerie van
Infrastructuur en
Waterstaat**

Ons kenmerk
IENW/BSK-2018/135480

Handhaving en ontheffing

Controle gebeurt, zoals gebruikelijk, met camera's op basis van automatische nummerplaatherkenning. Hierdoor hoeven automobilisten geen stickers aan te schaffen en achter de ramen te plakken. Ik zet mij in om automatische handhaving van buitenlandse voertuigen zo snel mogelijk te regelen, desnoods via bilaterale afspraken. Daarbij ben ik echter ook afhankelijk van de bereidheid van buurlanden om hiervoor wijzigingen in hun wetgeving door te voeren. In de huidige milieuzones bestaan ontheffingen voor campers, voertuigen van gehandicapten, en oldtimers ouder dan 40 jaar. Ik wil in overleg met gemeenten landelijke afspraken maken over dergelijke ontheffingen en deze uitwerken. Tot slot verken ik de mogelijkheden van één loket voor ontheffingen met wederzijdse erkenning tussen gemeenten.

**Ministerie van
Infrastructuur en
Waterstaat**

Ons kenmerk
IENW/BSK-2018/135480

Verdere uitwerking

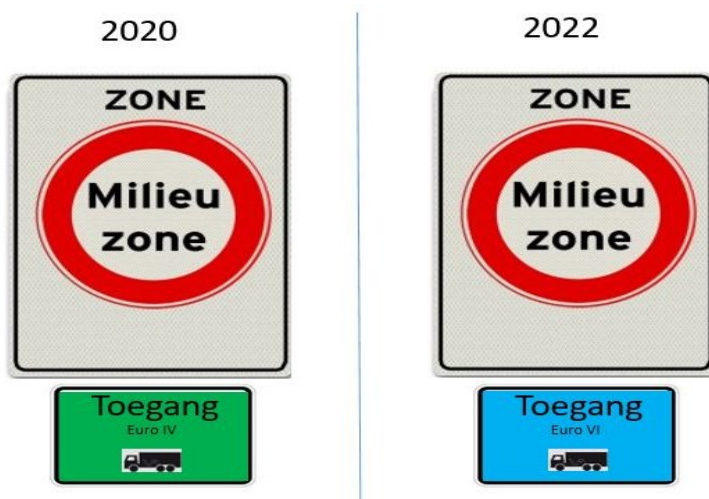
Om zo effectief mogelijk bij te dragen aan verbetering van de luchtkwaliteit sluit het systeem aan bij de milieukeurmerken (NO_x- en fijnstofuitstoot) van de voertuigen. Daartoe heb ik de RDW gevraagd om de kentekendatabase voor oudere voertuigen om te zetten naar Euroklasse en deze zo nodig te achterhalen. Als de Euroklasse niet meer achterhaald kan worden, dan wordt deze toegewezen op basis van de Datum Eerste Toelating (DET) van het voertuig. Hierbij krijgen alle voertuigen met een DET die na de ingangsdatum voor nieuwe voertuigtypes van de nieuwe Euronorm ligt, het voordeel van de twijfel. Deze voertuigen krijgen de hogere Euroklasse toegewezen. Op deze manier krijgt de automobilist niet te maken met onnodig strenge eisen en onduidelijkheid. Naar verwachting is deze aanpassing halverwege volgend jaar gereed. Ik wil automobilisten op de APK-brief en via een app informeren over de Euroklasse waar hun voertuig toe behoort.

De komende tijd werk ik dit systeem samen met betrokkenen uit. Ik wil de keuzes en jaartallen vastleggen in het Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens 1990, zodat deze voor iedereen duidelijk zijn. Ik streef ernaar dat dit systeem per 1 januari 2020 van kracht wordt. Daarnaast streef ik ernaar dat gemeenten spoedig en indien mogelijk gelijktijdig lagere parkeertarieven kunnen hanteren voor elektrische voertuigen. Ik start direct met de voorbereiding van de wijziging van het Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens 1990. Ik heb met gemeenten die vóór 2020 een nieuwe zone willen inrichten, afgesproken dat zij vooruitlopend op de harmonisatie al volgens dit systeem kunnen gaan werken.

Hoogachtend,

DE STAATSECRETARIS VAN INFRASTRUCTUUR EN WATERSTAAT,

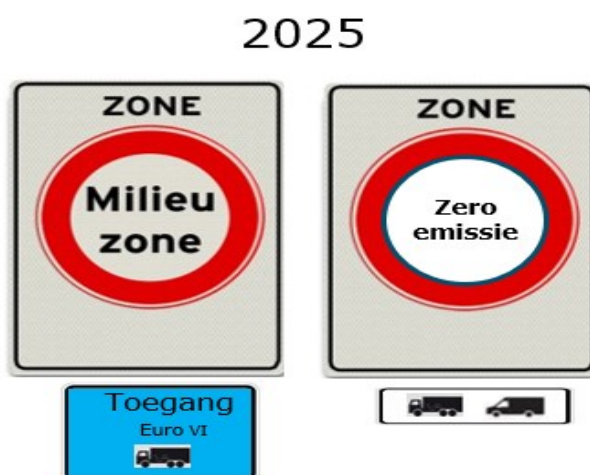
S. van Veldhoven - Van der Meer

Vrachtverkeer

Ministerie van
Infrastructuur en
Waterstaat

Ons kenmerk
IENW/BSK-2018/135480

Aanscherping toegangsregime vrachtwagens van groen (Euro IV) naar blauw (Euro VI) in 2022



Zero emissie zone bord per 2025 voor vracht- en bestelwagens

VI FINANCIËLE CONSEQUENTIES CIRCULAIR BOUWEN

MATERIALEN IN GEBOUWEN - BAU	Circulaire bouw	Beton verdieplings vloeren	€ 19.165.000
		Zand Grond aanvullingen	€ 1.469.000
		Kalzandsteen en/of Beton Dragende binnenwanden	€ 9.777.000
		Beton Vloeren op zand	€ 5.328.000
		Baksteen Dragende Buitenwanden	€ 13.075.000
		Beton Plat dak	€ 3.924.000
		Zandcement Dekvloer - verdieplings vloer	€ 7.927.000
		Beton Funderings palen	€ 16.240.000
		Gips Niet-dragende binnenwanden	€ 7.103.000
		Beton Funderingsbalken	€ 1.464.000
		Totaal Elementen	€ 85.472.000
		Arbeid + materieel	€ 436.292.000
		Algemene bouwplaatskosten, winst, risico en verzekering	€ 150.445.000
		Overige materialen	€ 230.463.000
		Elementen	€ 85.472.000
		Totaal	€ 902.672.000

CIRCULAIR MATERIALEN IN GEBOUWEN - SCENARIO 1 - 0% BIOBASED, 44,4% SECUNDAIR	Circulaire bouw	Gerecycled Beton verdieplings vloeren	€ 7.421.000
		Zand Grond aanvullingen	€ 1.499.000
		Gerecycled Kalzandsteen	€ 3.271.000
		Gerecycled Beton Vloeren op zand	€ 2.452.000
		Gerecycled Baksteen Dragende Buitenwanden	€ 124.222.000
		Gerecycled Beton Plat dak	€ 943.000
		Gerecycled Zandcement Dekvloer - verdieplings vloer	€ 6.709.000
		Gerecycled Beton Funderings palen	€ 624.000
		Gerecycled Gips Niet-dragende binnenwanden	€ 7.299.000
		Gerecycled Beton Funderingsbalken	€ 669.000
		Totaal Elementen	€ 155.109.000
		Arbeid + materieel	€ 436.292.000
		Algemene bouwplaatskosten, winst, risico en verzekering	€ 150.445.000
		Overige materialen	€ 230.463.000
		Elementen	€ 155.109.000
		Totaal	€ 972.309.000

CIRCULAIR MATERIALEN IN GEBOUWEN - SCENARIO 2 62,9% BIOBASED, 25,6% SECUNDAIR	Circulaire bouw	HSB en CLT Verdiepings vloeren	€ 101.554.000
		Zand Grond aanvullingen	€ 1.499.000
		HSB en CLT Dragende binnenwanden	€ 49.984.000
		Gerecycled Beton Vloeren op zand	€ 1.862.000
		HSB en CLT Dragende Buitenwanden	€ 24.380.000
		HSB en CLT Plat dak	€ 19.085.000
		Houten vloeren	€ 1.773.000
		Houten Funderings palen	€ 13.288.000
		OSB	€ 33.345.000
		Gerecycled Beton Funderingsbalken	€ 669.000
		Totaal Elementen	€ 247.440.000
		Arbeid + materieel	€ 436.292.000
		Algemene bouwplaatskosten, winst, risico en verzekering	€ 150.445.000
		Overige materialen	€ 230.463.000
		Elementen	€ 247.440.000
		Totaal	€ 1.064.640.000

CIRCULAIR MATERIALEN IN GEBOUWEN - SCENARIO 3 - 53,0% BIOBASED, 28,7% SECUNDAIR	Circulaire bouw	HSB en CLT Verdiepings vloeren	€ 101.554.000
		Zand Grond aanvullingen	€ 1.499.000
		HSB en CLT Dragende binnenwanden	€ 49.984.000
		Gerecycled Beton Vloeren op zand	€ 1.862.000
		Gerecycled Baksteen Dragende Buitenwanden	€ 124.222.000
		HSB en CLT Plat dak	€ 19.085.000
		Houten vloeren	€ 1.773.000
		Gerecycled Beton Funderings palen	€ 624.000
		OSB	€ 33.345.000
		Gerecycled Beton Funderingsbalken	€ 508.000
		Totaal Elementen	€ 334.457.000
		Arbeid + materieel	€ 436.292.000
		Algemene bouwplaatskosten, winst, risico en verzekering	€ 150.445.000
		Overige materialen	€ 230.463.000
		Elementen	€ 334.457.000
		Totaal	€ 1.151.657.000
CIRCULAIRE MATERIALEN IN INFRASTRUCTUUR SCENARIO 1 - 0% BIOBASED 68,4% SECUNDAIR	Circulaire bouw	Asfalt weg	€ 852.000
		Betontegel weg	€ 7.000
		Gebakken klinker weg	€ 428.000
		Graniet keien weg	€ 240.000
		Totaal (Alleen Elementen)	€ 1.527.000
CIRCULAIRE MATERIALEN IN INFRASTRUCTUUR SCENARIO 2 - 0% BIOBASED 86,2% SECUNDAIR	Circulaire bouw	Asfalt weg	€ 945.000,00
		Betontegel weg	€ 7.000,00
		Gebakken klinker weg	€ 735.000,00
		Graniet keien weg	€ 487.000,00
		Totaal (Alleen Elementen)	€ 2.174.000

CIRCULAIR MATERIALEN IN GEBOUWEN - SCENARIO 2 MET NIEUWE BAU BAKSTENEN 56,11% BIOBASED, 25,6% SECUNDAIR	Circulaire bouw	HSB en CLT Verdiepings vloeren	€ 101.554.000
		Zand Grond aanvullingen	€ 1.499.000
		HSB en CLT Dragende binnenwanden	€ 49.984.000
		Gerecycled Beton Vloeren op zand	€ 1.862.000
		BAU Bakstenen	€ 13.075.000
		HSB en CLT Plat dak	€ 19.085.000
		Houten vloeren	€ 1.773.000
		Houten Funderings palen	€ 13.288.000
		OSB	€ 33.345.000
		Gerecycled Beton Funderingsbalken	€ 669.000
		Totaal Elementen	€ 236.134.484
CIRCULAIR MATERIALEN IN GEBOUWEN - SCENARIO 3 MET NIEUWE BAU BAKSTENEN 52,9% BIOBASED, 26,6% SECUNDAIR	Circulaire bouw	HSB en CLT Verdiepings vloeren	€ 101.554.000
		Zand Grond aanvullingen	€ 1.499.000
		HSB en CLT Dragende binnenwanden	€ 49.984.000
		Gerecycled Beton Vloeren op zand	€ 1.862.000
		BAU Bakstenen	€ 13.075.000
		HSB en CLT Plat dak	€ 19.085.000
		Houten vloeren	€ 1.773.000
		Gerecycled Beton Funderings palen	€ 624.000
		OSB	€ 33.345.000
		Gerecycled Beton Funderingsbalken	€ 508.000
		Totaal Elementen	€ 223.309.264

Witteveen **Bos**



☎ +31 (0) 203690977
✉ info@metabolic.nl
🌐 www.metabolic.nl

📍 Meteorenweg 280M
1035RN Amsterdam
The Netherlands