

Omgevingsvisie Merwedekanaalzone

Deel 2: Uitwerking van de Ruimtelijke Agenda



Bijlage 7.4 Onderzoek energieneutraal Merwedekanaalzone

DWA, december 2018

Project: haalbaarheid energieneutraal Merwedekanaalzone Utrecht **Datum:** 20 december 2018

Onderwerp: Onderzoeksresultaten energieneutraal Merwedekanaalzone

Status: Definitief

Auteur: ing. H.L. Vreemann, ing. P. Wagenmakers

Co-lezer: drs. J. van der Heide

1 Ambitie Merwedekanaalzone

De ambitie voor de Merwedekanaalzone is om energieneutrale woningen te realiseren, waarbij gestreefd wordt naar nul-op-de-meter woningen (NOM-woningen) of zelfs energieleverende woningen. Bij een NOM-woning wordt alle benodigde energie (gebouw en gebruik) op of in het gebouw opgewekt, zodat er netto geen elektriciteit van het net wordt afgenomen. Met name voor hoogbouw is dit een uitdaging, omdat het beschikbare dakoppervlak voor de plaatsing van zonnepanelen beperkt is.

In deze notitie wordt op basis van een door Mei architects and planners gemaakte modelstudie voor deelgebied 5 (bouwblok 13) bepaald in hoeverre er op de gebouwen zelf voldoende ruimte is voor de plaatsing van de benodigde zonnepanelen en hoeveel zonnepanelen elders geplaatst moeten worden. Dit wordt inzichtelijk gemaakt voor drie ambitieniveaus:

- Bouwbesluit (BENG);
- Energieneutraal (BENG, EPC0);
- NOM (Nul Op de Meter, BENG).

Om na te gaan in hoeverre deze resultaten generiek zijn, wordt voor de volgende referentieprojecten dezelfde analyse uitgevoerd en vergeleken met de resultaten voor deelgebied 5 (bouwblok 13):

- Zijdebalen
- Beurskwartier
- Westerdok
- Billancourt-Le Trapeze
- Op Dreef

2 Aanpak

2.1 Definities

In deze analyse worden de volgende definities gehanteerd (bron: RVO).

- 1) **BENG.** Per 1 januari moet alle nieuwbouw voldoen aan de eisen voor Bijna Energieneutrale Gebouwen (BENG). De eisen hiervoor zijn op dit moment nog niet definitief¹.
- 2) **Energieneutraal.** Een energieneutrale woning wordt gerealiseerd wanneer alle gebouwgebonden energiegebruik op of in het gebouw wordt opgewekt, waardoor het energiegebruik op jaarbasis gelijk is aan 0.
- 3) **Nul-op-de-meter (NOM).** Een NOM-woning wordt gerealiseerd wanneer niet alleen het gebouwgebonden energiegebruik maar ook het gebruikersgebonden energiegebruik op jaarbasis

¹ Dinsdag 20 november 2018 is de concept NTA 8080 gepresenteerd waaruit bleek dat de BENG-eisen naar alle waarschijnlijkheid niet zo scherp zullen zijn als de voorgenomen eisen (waar nu al veel meegerekend wordt). Aangezien de rekenmethodiek nog niet gereed is, kan nog niet berekend worden wat de daadwerkelijke consequenties voor nieuwbouwwoningen zullen zijn. Indicatieve berekeningen laten zien dat realisatie van een EPC 0,3 - 0,4 woning met warmtepomp waarschijnlijk al voldoende zal zijn om te voldoen aan de eisen.

gelijk is aan 0. Hierbij dient voor het gebruikersgebonden energiegebruik uitgegaan worden van ten minste 1.780 kWh indien het een appartement betreft².

2.2 Realisatie duurzame woningen

Voor de realisatie van duurzame woningen zijn de verschillende alternatieven voor een duurzame energievoorziening in beeld gebracht. Hierbij is de volgende aanpak gevolgd.

- Stap 1 Beperking van de energievraag door ontwerp van een zo energiezuinige woning.
- Stap 2 Duurzame energieopwekking.
- Stap 3 Hernieuwbare energieopwekking van het resterende energiegebruik.

Stap 1 Beperking van de energievraag door ontwerp van een zo energiezuinige woning

De eerste stap in de realisatie van een duurzame wijk is het beperken van het energiegebruik door het ontwerp van een energiezuinige woning. Vanaf 2020 maakt de epc plaats voor de BENG (bijna energieneutrale gebouwen). Als basis wordt daarom uitgegaan van een woning die (naar verwachting) gaat voldoen aan de toekomstige BENG-eisen. Om aan deze eisen te voldoen, is een goede thermische schil uitgangspunt. De bouwfysische uitgangspunten waarmee gerekend zal worden, zijn opgenomen in bijlage I.

Stap 2 Duurzame energieopwekking

Een goed geïsoleerde woning (stap 1) heeft nog een beperkte warmtevraag. Om te voorzien in deze warmtevraag zijn er diverse mogelijkheden. De meest toegepaste vorm voor verwarming van woningen is op dit moment een gasgestookte ketel. Om zo duurzaam mogelijke woningen te realiseren, moet gezocht worden naar een duurzaam alternatief. Hiervoor zijn verschillende alternatieven denkbaar. In hoofdstuk 3 wordt op deze alternatieven ingegaan, waarbij onderscheid wordt gemaakt in de volgende schaalniveaus:

- 1 *Stadsniveau of groter.* Warmtebronnen als geothermie of grote industriële restwarmte-uitkoppelingen zijn alleen rendabel op grote schaal (ordegrootte duizenden woningen). Concreet voorbeeld hiervan is het huidige warmtenet in Utrecht.
- 2 *Gebiedsniveau.* Op wijkniveau kan met bijvoorbeeld een biomassacentrale, warmte-koudeopslag of afvalwater zuiveringsinstallatie (AWZI) op een centrale locatie warmte worden geproduceerd en via een kleinschalig warmtenet of bronnet naar woningen worden getransporteerd. Met een bronnet kan, in tegenstelling tot een warmtenet, ook in koeling worden voorzien.
- 3 *Woningniveau.* De warmte wordt in de woning opgewekt. Er zijn nieuwe concepten in ontwikkeling, maar de meest marktrijpe oplossingen zijn momenteel terug te brengen tot de warmtepomp, houtpelletketel en zonnecollector. Warmtepompen kunnen worden gecombineerd met verschillende bronnen, bijvoorbeeld een bodemlus tot op 100 meter onder de woning, warmtekorven op enkele meters diepte of een ventilator op het dak van de woning waarmee laagtemperatuurwarmte uit de buitenlucht wordt aangezogen.

Stap 3 Hernieuwbare energieopwekking van het resterende energiegebruik

Na toepassing van een aardgasloos energieconcept resteert een elektriciteitsvraag die, waar mogelijk, duurzaam ingevuld wordt door de toepassing van zonnepanelen op de daken in combinatie met windturbines (PowerNESTS) en/of de realisatie van een zonneweide.

3 Duurzame energievoorziening.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijke concepten voor een duurzame warmteopwekking. Op basis van een groslijst van oplossingsrichtingen wordt een selectie gemaakt van het toe te passen energieconcept. Vervolgens wordt ingegaan op de mogelijkheden voor duurzame elektriciteitsopwekking.

² Dit is een relatief laag elektriciteitsgebruik. Berekeningen met de EPC-methodiek leiden tot een hoger gebruikersgebonden energiegebruik. In deze analyse zullen daarom beide inzichtelijk worden gemaakt.

3.1 Groslijst oplossingsrichtingen

Onderstaand worden de oplossingsrichtingen beschreven. De basis van deze energieconcept is een energiezuinige woning met een energiebehoefte conform voorgenomen eisen BENG.

1 Gemeentelijk niveau of groter

Op stads- of gemeentelijk niveau zijn de volgende concepten denkbaar.

A Warmtenet

In Utrecht ligt een hoog temperatuur warmtenet waarop een groot aantal woningen en gebouwen zijn aangesloten. Op dit moment wordt het warmtenet voornamelijk gevoed met warmte uit fossiele brandstoffen. De komende jaren zal het warmtenet (verder) worden verduurzaamd.

B Groen gas/biogas

Levering van groen gas aan de wijk is mogelijk indien dit in de directe omgeving wordt opgewekt door bijvoorbeeld een vergistingsinstallatie. Hierbij wordt het geproduceerde biogas opgewerkt naar groen gas (aardgaskwaliteit) en ingevoed op het aardgasnet. Praktisch betekent dit dat de woningen in Merwedekanaalzone aangesloten worden op het aardgasnet. Op 'papier' wordt daarmee een aardgasloze wijk gerealiseerd, maar in de praktijk zal gewoon aardgas worden afgenomen.

Gezien de beschikbaarheid van biogas is dit een alternatief wat bij voorkeur in de bestaande bouw zal worden toegepast. Voor nieuwbouw zijn andere opties denkbaar die voor bestaande woningen/gebouwen minder eenvoudig toepasbaar zijn.

C Waterstof of ammoniak als alternatief voor aardgas

Op dit moment vindt er veel onderzoek plaats naar de mogelijkheden om de bestaande gasinfrastructuur te behouden door gebruik van waterstof. Dit is mogelijk om waterstof bij te mengen in het aardgasnet. Op dit moment is dit toegestaan tot maximaal 0,1%. Uit testen blijkt dat bijmenging tot 20% technisch zonder problemen kan. De verwachting is dat verder opgeschroefd kan worden. De ontwikkeling hiervan staat echter nog in de kinderschoenen en biedt daarom onvoldoende praktische mogelijkheden voor Merwedekanaalzone. Bovendien is toepassing in bestaande bouw (waar al een gasnet ligt) voor de hand liggender dan om er een nieuw gasnet voor aan te leggen.

Ammoniak kan mogelijk uitgroeien tot een goed medium voor de opslag van elektriciteit. Door toepassing van zonne-energie en windenergie levert het duurzame elektriciteit op. Het aanbod hiervan is echter niet gelijktijdig. Op dit moment wordt het elektriciteitsnet nog als buffer gebruikt. De noodzaak neemt echter toe om andere vormen van buffering toe te gaan passen (bijvoorbeeld buurtaccu's). Ammoniak kan hiervoor als medium worden toegepast. Hierbij wordt de geproduceerde zonne- of windenergie gebruikt om water elektrochemisch te splitsen. De geproduceerde waterstof wordt gebruikt om met stikstof uit de lucht te reageren tot ammoniak, die in vloeibare vorm wordt opgeslagen. Wanneer extra energie nodig is, kan de ammoniak verstoekt worden in een energiecentrale, als vervanging voor aardgas.

2 Wijkniveau

Op wijkniveau zijn de volgende oplossingsrichtingen denkbaar.

D Collectieve wko in combinatie met individuele warmtepompen

Deze variant bestaat uit een duurzame energievoorziening met warmte-koudeopslag (wko), waarbij het (grond)water uit de wko wordt gedistribueerd naar de verschillende gebouwen. Dit water wordt in de zomer direct gebruikt voor koeling van de appartementen. Voor verwarming staat bij de appartementen een individuele warmtepomp opgesteld, die de warmte onttrekt uit de wko.

Belangrijk aandachtspunt bij dit concept is dat de wko thermisch in balans moet zijn. Omdat woningen meer warmte vragen dan koude, moet er aanvullend warmte onttrokken worden uit een andere bron. Hierbij kan gedacht worden aan de benutting van warmte uit het Merwedekanaal

E Collectieve wko en warmtepomp in combinatie met individuele boosterwarmtepomp
Dit concept bestaat uit een centrale warmte-koudeopslag in combinatie met een centrale warmtepomp. Deze warmtepomp verwarmt het water uit de wko tot circa 40°C, waarna het gedistribueerd wordt naar de gebouwen. In de appartementen wordt dit gebruikt voor directe verwarming van de woning. Daarnaast is appartementen een kleine warmtepomp opgesteld voor de bereiding van warmtapwater.

Dit concept is vergelijkbaar met D (en heeft dezelfde aandachtspunten). D verdient echter de voorkeur omdat dit concept minder voorinvestering (geen centrale warmtepomp) heeft dan E.

F Riothermie

In het afvalwater van huishoudens is nog veel warmte aanwezig. Denk aan douchewater, vaatwasser en wasmachine. Dit afvalwater wordt afgevoerd door de riolering. Door middel van een warmtewisselaar kan deze warmte teruggewonnen worden (zie foto). Belangrijke aandachtspunten bij toepassing van dit concept zijn:



- de temperatuur van het rioolwater fluctueert sterk (een forse regenbui bijvoorbeeld heeft al een sterke temperatuurdaling tot gevolg);
- gedurende slechts enkele maanden in de zomer is de temperatuur boven de 20°C. Dit betekent dat er in korte tijd veel warmte gewonnen moet worden en gebufferd;
- rioolbuizen worden zo snel mogelijk leeg gepompt om overstromen te voorkomen. Hierdoor kan er minder warmte teruggewonnen worden, dan bij langzamer stromend water.

Voor de verwarming van de woningen is het gebruik van riothermie als enige warmtebron vanwege bovenstaande aandachtspunten niet aan te bevelen. Wel is het toepasbaar in combinatie met warmte-koudeopslag, waarbij de teruggewonnen warmte uit rioolwater in de zomer in de warme bron wordt gepomp en in de winter gebruikt kan worden voor verwarming. Dit concept is daarmee vergelijkbaar met concept D waarbij in plaats van oppervlaktewater, rioolwater als extra warmtebron wordt ingezet.

G Collectieve houtgestookte ketels

Naast de toepassing van bodemwarmte of geothermie kan gebruik worden gemaakt van hout als brandstof. Hout kan door bewerking tot houtsnippers of houtpellets geschikt worden gemaakt voor toepassing in houtgestookte ketels. In verband met de opslagcapaciteit en de houtkwaliteit heeft de toepassing van houtpellets de voorkeur. Nadeel is echter dat het tarief voor houtpellets hoger is dan die van houtsnippers.

Om de woningen van warmte te voorzien, kan een collectieve houtgestookte ketel geplaatst worden en de warmte door middel van een warmtenet naar de woningen worden gedistribueerd.

Realisatie van een dergelijk concept is financieel en energetisch niet interessant in verband met de (dure) lange geïsoleerde leidingen, het distributieverlies en de hoge temperatuurafgifte. Naast deze financiële en energetische argumenten is een houtgestookte ketel niet wenselijk in verband met de luchtkwaliteit. Pelletkachels en biomassaketels zijn de schoonste kachels op hout, maar stoten meer fijnstof uit dan verwarming op gas of stroom. Een toename van het aantal pelletkachels en biomassaketels zorgt dus voor extra luchtvervuiling. Bij gebruik van houtpellets is daarnaast de herkomst belangrijk: indien deze elders zijn geproduceerd en eerst getransporteerd moeten worden leidt dit ook tot (extra) van transportbrandstoffen.

3 Woningniveau

Op woningniveau zijn de volgende concepten toepasbaar.

H Individueel warmtepompsysteem per woning met bodem als bron

In dit concept worden de woningen voorzien van een individueel warmtepompsysteem. Door het aanbrengen van bodemwarmtewisselaars in de bodem wordt er warmte onttrokken uit de bodem en door middel van de warmtepomp afgegeven aan de woning.

Aandachtspunt bij dit concept is het ruimtebeslag en de interferentie tussen de bodemwarmtewisselaars. Vanwege onderlinge beïnvloeding van de bodemcollectoren hebben deze

een minimale onderlinge afstand nodig van tenminste 7-8 meter. Mogelijk is er daardoor onvoldoende ruimte beschikbaar voor het plaatsen van de bodemwarmtewisselaars.

I Individueel warmtepompsysteem per woning met lucht als bron

Net als in het eerste concept worden in dit concept de woningen voorzien van een individueel warmtepompsysteem. In plaats van de onttrekking van warmte uit de bodem wordt de warmte onttrokken uit de buitenlucht en door middel van de warmtepomp afgegeven aan de woning.

Aandachtspunt bij dit concept is de geluidsproductie door de buitenunit van de warmtepomp. Een ander belangrijk aandachtspunt is de inpassing van de warmtepomp in de appartementen.

J Individuele houtgestookte ketels

In plaats van het centraal in het gebied opstellen van houtgestookte ketels, is het ook mogelijk om per woning een ketel te plaatsen die gevoed wordt door houtpellets. Hiervoor zijn diverse typen ketels of kachels op de markt. In verband met de luchtkwaliteit (uitstoot fijnstof) is het niet wenselijk dat alle woningen voorzien worden van een houtgestookte ketel. Pelletkachels en biomassaketels zijn de schoonste kachels op hout, maar stoten meer fijnstof uit dan verwarming op gas of stroom. Een toename van het aantal pelletkachels en biomassaketels zorgt dus voor extra luchtvervuiling. Bij gebruik van houtpellets is daarnaast de herkomst belangrijk: indien deze elders zijn geproduceerd en eerst getransporteerd moeten worden leidt dit ook tot (extra) van transportbrandstoffen.

3.2 Warmteopwekking Merwedekanaalzone

In de Omgevingsvisie wordt aangegeven dat gestreefd wordt naar de toepassing van laag temperatuurverwarming bij nieuwbouw, waarbij zo mogelijk wordt aangesloten op een collectieve energievoorziening.

Op basis van bovenstaande groslijst en deze kaders van de Omgevingsvisie wordt in deze analyse uitgegaan van de toepassing van centrale warmte-koudeopslag in combinatie met individuele warmtepompen.

3.3 Duurzame elektriciteitsopwekking

Door toepassing van warmte-koudeopslag met warmtepompen bestaat de volledige energiebehoefte uit elektriciteit. Deze elektriciteit kan worden opgewekt met zonnepanelen. In de volgende hoofdstukken wordt ingegaan op het benodigde aantal zonnepanelen voor realisatie van de genoemde ambities.

In aanvulling op of als alternatief voor de zonnepanelen op de daken kan gebruik worden gemaakt van PowerNests. Dit is een techniek die windenergie en zonne-energie combineert. Een bijna vijf meter hoge module met daarin een windturbine wordt op het dak geplaatst. Bovenop deze unit zijn pv-panelen geplaatst (295 Wp/paneel). Utrecht is niet een heel windrijk gebied waardoor de opbrengst van het systeem lager is dan in de kustzone. Windsterkte neemt verder toe naarmate een gebouw hoger is. Voor Merwedekanaalzone is het systeem dan ook voornamelijk interessant bij de hogere bouwdelen vanaf tien bouwlagen.

In principe kunnen de modules over het gehele dak geplaatst worden. Er is dan sprake van een volledige extra bouwlaag van bijna vijf meter hoogte. Hier dient in het stedenbouwkundig beeldplan rekening mee worden gehouden. Toepassing van deze techniek zorgt wel voor extra beschaduwning van de overige daken / gevels, wat de opbrengst van pv-panelen op deze overige daken/gevels enigszins negatief beïnvloedt. Verder dient constructief rekening gehouden te worden met een dakbelasting van 115 kg/m². Bij reguliere pv-systemen is dit zo'n 25 kg/m². De constructie dient dan ook sterker uitgevoerd te worden bij toepassing van de PowerNEST.

Geraamd wordt dat de powerNEST op de drie genoemde bouwdelen in Utrecht zo'n 20 MWh/jaar per module (10,8 x 7,2 meter) opleveren (zie ook bijlage II).

Tabel 3.1 Resultaten PowerNEST versus regulier pv-systeem

Techniek	gewicht	Investering (exclusief BTW, alleen de systemen, geen constructieve meerkosten)*	Geraamde opbrengst	Opbrengst bij salderen (0,21 €/kWh, inclusief BTW))	Eenvoudige terugverdientijd
PowerNEST Unit 10,8 x 7,2 meter 45 panelen van 295 Wp/m ²	115 kg/m ²	€ 55.000 Circa 700 €/m ²	20.000 kWh/jaar Circa 265 kWh/m ²	€ 4.200 per jaar Circa 55 €/m ²	14 jaar
Regulier pv- systeem van 45 panelen van 295 Wp/m ²	25 kg/m ²	€ 18.000 Circa 240 €/m ²	12.500 kWh/jaar Circa 165 kWh/m ²	€ 2.600 per jaar Circa 35 €/m ²	7 jaar

* BTW kan door particulieren worden teruggevraagd bij investering in pv.

De units zijn er ook in andere afmetingen (bijvoorbeeld 6 x 6 meter), waardoor een optimale dakbenutting gerealiseerd kan worden. Eventueel verder onderzoek naar een optimale toepassing binnen dit bouwplan wordt geadviseerd samen met de leverancier, Ibis Power, uit te voeren. Het effectief benutbare dakoppervlak voor pv-panelen is bij toepassing van de PowerNEST groter dan bij toepassing van reguliere zonnepaneelsystemen. Dakdoorvoeren kunnen onder de powerNEST uit het dak komen. Bovendien wordt door de overstek van de units buiten de dakrand extra potentieel pv-oppervlak gecreëerd.

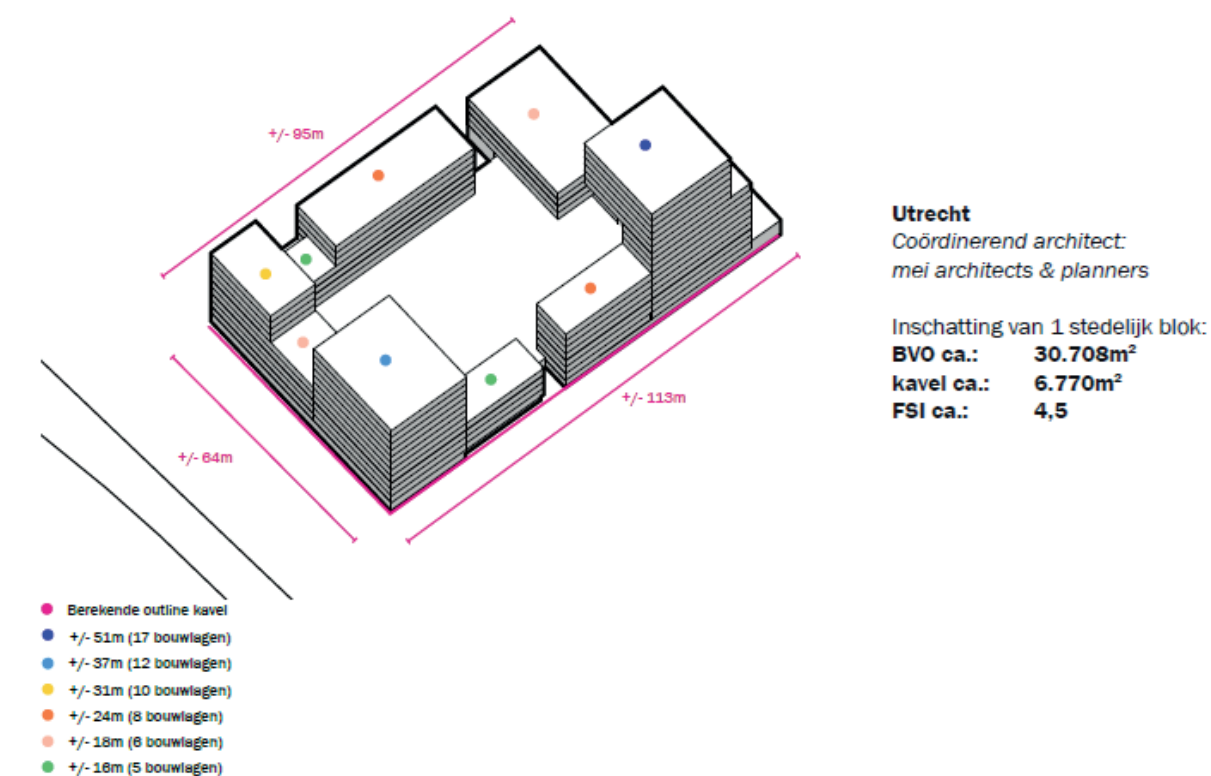
Kortom, financieel is de PowerNEST minder aantrekkelijk dan een regulier PV-systeem. Het is echter wel een mogelijkheid om hogere duurzaamheidsambities op locatie te verwezenlijken.

4 Analyse Merwedekanaalzone deelgebied 5

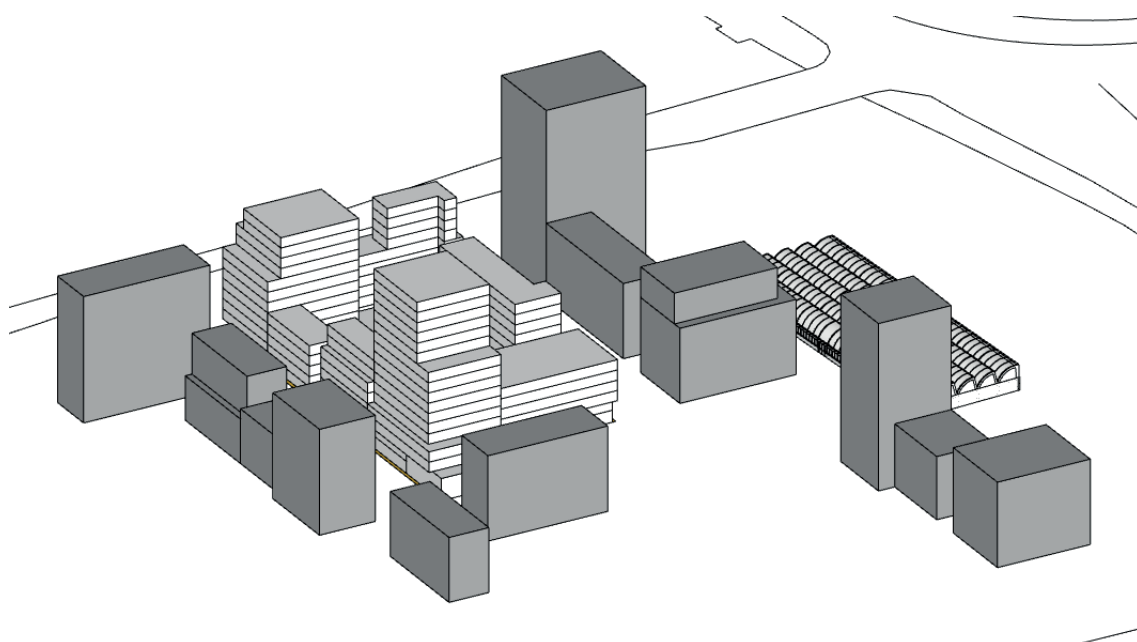
Door Mei architects and planners is een 3D-model gemaakt van de te realiseren appartementcomplexen in deelgebied 5. Op basis van dit plan wordt in dit hoofdstuk onderzocht in hoeverre de ambities gerealiseerd kunnen worden in het plangebied zelf. De berekeningen zijn indicatief, omdat er nog relatief weinig concrete ontwerpgegevens voorhanden zijn.

4.1 Uitgangspunten

In figuur 4.1 en figuur 4.2 is het plan te zien waarop de berekeningen zijn gebaseerd:



Figuur 4.1 globale verdeling gebouwen binnen het bouwblok Merwedekanaalzone 5



Figuur 4.2 artist impression van het bouwblok Merwedekanaalzone 5

In figuur 4.1 is een verdeling te zien met een onderverdeling naar bouwhoogten. Op basis van deze verdeling zijn EPC-berekeningen opgesteld waarbij ook op basisniveau de bouwvormen uit figuur 4.2 zijn verwerkt.

In tabel 4.1 zijn de aantallen bouwlagen, appartementen en het vloeroppervlakte weergegeven per complex. De kleuren en complexnummers corresponderen daarbij met figuur 4.1 en 4.2

Tabel 4.1 kenmerken bouwblok 5

Complex	Hoogte [m]	Aantal bouwlagen	Aantal woningen	Indicatie BVO [m²]
1	51	17	85	8.157
2	37	12	77	7.389
3	31	10	27	2.591
4	24	8	63	6.046
5	18	6	40	3.839
6	16	5	28	2.687
T	T = Totaal		320	30.708

In tabel 4.2 is het totale geveloppervlakte en dakoppervlakte per complex (woongebouw) opgenomen. Van elke bouwhoogte is een indicatieve EPC-berekening opgesteld. Hierin is ook gekeken naar de globale bouwvormen en (onderlinge) beschaduwing. In de tabel is daarom ook aangegeven welk percentage van de gevels en daken wordt beschaduwd. Door beschaduwing zal de opbrengst van de zonnepanelen lager zijn. In de berekeningen is uitgegaan van de in tabel 4.2 genoemde percentages.

Tabel 4.2 Indicatieve aantallen en afmetingen woongebouwen

	Oppervlakte gevels [m²]				Aandeel beschaduwde gevels				Aandeel glas	Oppervlakte dak [m²]	Aandeel beschaduw dak
	zuid	west	noord	oost	zuid	west	noord	oost			
1	2.066	1.292	1.866	1.556	28%	33%	33%	33%	50%	540	35%
2	1.110	1.480	876	1.300	27%	33%	27%	33%	50%	490	0%
3	182	651	434	427	50%	0%	0%	25%	50%	294	0%
4	1.464	352	1.464	336	0%	50%	0%	25%	50%	758	10%
5	216	1.008	396	1.008	75%	10%	0%	0%	50%	1.088	25%
6	560	-	560	160	15%	0%	35%	80%	50%	402	35%
T	5.598	4.783	5.616	4.787						3.572	

Berekeningen

Als uitgangspunt voor deze analyse is ervan uitgegaan dat de isolatie van de dichte thermische schil zich op het niveau van het huidige Bouwbesluit bevindt (zie bijlage I). Hierin is nog enige optimalisatie mogelijk, waardoor de warmtevraag nog enigszins gereduceerd kan worden. Om aan de BENG-eisen te voldoen is dit echter niet nodig en om die reden is van deze isolatiewaarden uitgegaan. Er is nu nog uitgegaan van rechte gevels en vereenvoudigde ontwerpen. Indien de ontwerpen wat meer divers worden, waardoor er bijvoorbeeld wat meer verliesoppervlakte wordt gerealiseerd (loggia's) zal de energievraag wat toenemen. Dit kan dan nog gecompenseerd worden door de isolatiewaarden te verbeteren. Door nu nog van de basisisolatiewaarden uit te gaan wordt een realistischer beeld gecreëerd van de hoeveelheid benodigde zonnepanelen om richting energieneutraal en NOM te gaan. In de basis is al wel uitgegaan van HR+++ glas in verband met thermisch en akoestisch comfort naast de energiebesparing. Daarnaast is uitgegaan van vraaggestuurde balansventilatie.

4.2 Resultaten

In deze paragraaf wordt voor de ambities Energieneutraal en Nul-op-de-meter berekend hoeveel m2 zonnepanelen nodig zijn en hoeveel hiervan op de gebouwen zelf past. Voor realisatie van het ambitieniveau BENG is naar alle waarschijnlijkheid niet of een heel beperkt aantal zonnepanelen nodig.

In onderstaande berekeningen is onderscheid gemaakt in twee varianten:

- Variant 1: gevels met 50% glas
- Variant 2: gevels met 35% glas

4.2.1 Variant 1: resultaten bij 50% glas

Realisatie energieneutraal

Voor realisatie van energieneutrale woningen zal al het gebouwgebonden energiegebruik duurzaam moeten worden opgewekt. In tabel 4.3 is het totale gebouwgebonden energiegebruik weergegeven per complex (woongebouw) en per appartement op basis van de uitgevoerde EPC-berekening.

Tabel 4.3 gebouwgebonden energiegebruik **bouwblok 5**

Complex	Gebouwgebonden energiegebruik	
	[kWh/complex]	[kWh/woning]
1	145.756	1.715
2	127.828	1.660
3	45.400	1.681
4	101.968	1.619
5	69.133	1.728
6	44.661	1.595
Totaal	534.746	

Op basis van bovenstaand energiegebruik is het benodigd aantal te plaatsen zonnepanelen berekend en aangegeven in hoeverre dit geplaatst kan worden op de gebouwen. Hierbij wordt uitgegaan van zonnepanelen met een vermogen van 200 Wp/m². In tabel 4.4 is per complex/woongebouw aangegeven hoeveel m² zonnepanelen er geplaatst kan worden op de daken en de gevels. Hierbij is ervan uitgegaan dat 65% van het onbeschaduwde dak benut kan worden en 10% van het beschaduwde dak. In de praktijk betekent dit dat het dak nagenoeg vol komt te liggen, omdat er ook nog diverse installaties op het dak zullen komen te staan. Voor de gevels wordt ervan uitgegaan dat op 30% van de gevels zonnepanelen kunnen worden aangebracht met uitzondering van de noordgevel.

Tabel 4.4 indicatieve resultaten energieneutraal (EPC 0) bij 50% glas

Te plaatsen zonnepanelen (200 Wp/m ²) voor energieneutraal/EPC 0 [m ²]							
	Dak zonder schaduw 15° zuid	Dak met schaduw 15° zuid	Gevel zuid, 90°	Gevel west, 90°	Gevel noord, 90°	Gevel oost, 90°	Totale opbrengst pv [kWh]
1	228	-	222	130	-	157	100.220
2	319	-	122	150	-	132	101.708
3	191	-	14	98	-	48	50.371
4	443	8	220	26	-	38	118.076
5	530	27	8	136	-	151	135.780
6	170	14	71	-	-	5	46.357
T	1.882	49	657	540	-	530	535.760

In tabel 4.4. is te zien dat er in totaal circa 3.650 m² zonnepanelen geplaatst kunnen worden. Hierbij wordt 535.760 kWh opgewekt, waarmee voorzien kan worden in het volledige gebouwgebonden energiegebruik (534.750 kWh, zie tabel 4.3).

Aandachtspunt bij de plaatsing van pv op meerdere oriëntaties is dat er ook meerdere oriëntaties per appartement van toepassing zijn. Voor salderen is het nodig om achter de elektriciteitsmeter van een appartement aan te sluiten. Meerdere oriëntaties betekent meerdere omvormers. Zo kan het zijn dat voor een paar vierkante meter pv-panelen al een aparte omvormer geplaatst moet worden. Het is dan ook zaak om goed na te denken over de verdeling van de stroom uit de zonnepanelen. Clustering van

meer panelen op één omvormer betekent uiteraard een lagere investering, maar de verdeling van de opgewekte stroom naar een specifiek appartement kan dan een probleem zijn.

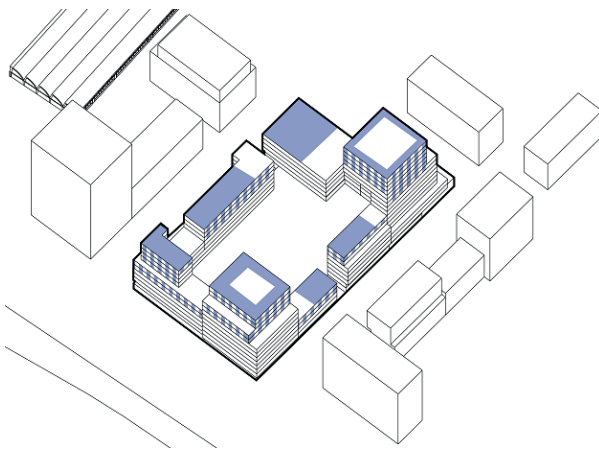
PowerNest

In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven wanneer er op de drie hoogste gebouwen PowerNests worden geplaatst. Hierdoor is extra capaciteit op locatie voor verdere verduurzaming. De investering ligt wel zo'n € 250.000 hoger (exclusief verzwaren van de dakconstructie) dan bij toepassing van alleen pv-panelen. Er is verder uitgegaan dat 65% van het onbeschaduwde dak bij de lagere daken benut kan worden en het beschaduwde dak behoeft geen pv. In de praktijk betekent dit dat het onbeschaduwde dak nagenoeg vol komt te liggen, omdat er ook nog diverse installaties op het dak zullen komen te staan. Voor de gevels wordt ervan uitgegaan dat op 7% van de westgevels zonnepanelen worden aangebracht.

Tabel 4.5 indicatieve resultaten PowerNEST energieneutraal (EPC 0) bij 50% glas

Te plaatsen zonnepanelen (200 Wp/m ²) voor energieneutraal/EPC 0 [m ²]									
	PowerNEST 10,8 x 7,2 meter	PowerNEST 6,6 x 6,6 meter	Dak zonder schaduw 15° zuid	Dak met schaduw 15° zuid	Gevel zuid, 90°	Gevel west, 90°	Gevel noord, 90°	Gevel oost, 90°	Totale opbrengst pv [kWh]
1	-	7 stuks	-	-	222	30	-	-	98.810
2	-	7 stuks	-	-	122	35	-	-	113.416
3	4 stuks	-	-	-	14	23	-	-	84.208
4	-	-	443	-	220	6	-	-	108.738
5	-	-	530	-	8	32	-	-	91.217
6	-	-	170	-	71	-	-	-	38.740
T			1.103	-	657	126	-	-	535.130

Wanneer de beschikbare daken en gevels op dezelfde wijze worden gevuld met pv-panelen als in tabel 4.4 kan ruim 100.000 kWh extra op locatie worden opgewekt. In figuur 4.3 is een visualisatie weergegeven van de manier waarop de panelen kunnen worden geplaatst.



Figuur 4.3 Visualisatie plaatsing pv-panelen voor energieneutraal (bron: Mei architects and planners)

Realisatie nul-op-de-meter

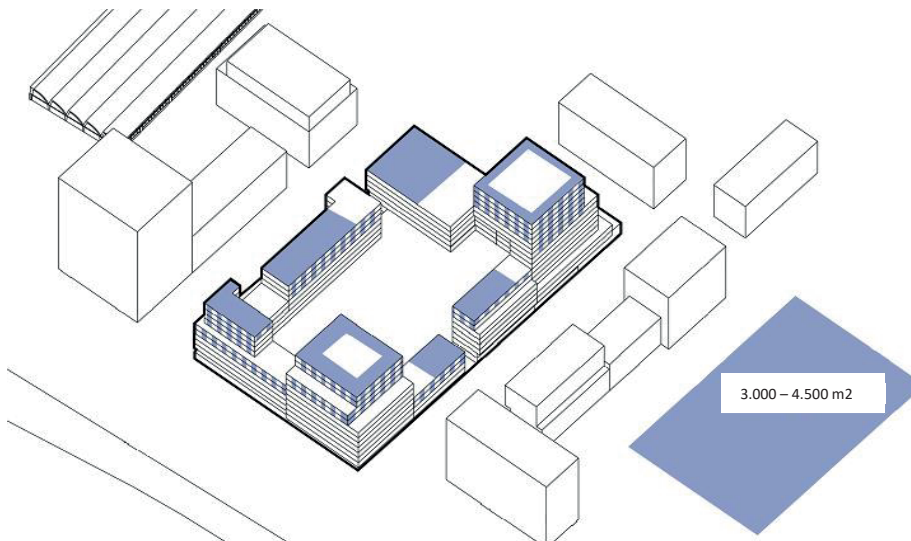
Voor de realisatie van nul-op-de-meter woningen zal aanvullend op het gebouwgebonden energiegebruik ook het gebruikersgebonden energiegebruik opgewekt moeten worden met zonnepanelen. Zoals blijkt uit tabel 4.4 is al het beschikbare dak- en geveloppervlak nodig voor de opwekking van het gebouwgebonden energiegebruik. Dit betekent dat de benodigde zonnepanelen voor realisatie van nul-op-de-meter elders geplaatst moeten worden. In tabel 4.5 is het gebruikersgebonden energiegebruik weergegeven en zijn de benodigde aantal m² zonnepanelen voor de opwekking hiervan weergegeven. Zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven is bij het gebruikersgebonden energiegebruik zowel aangegeven wat de consequenties zijn wanneer uitgegaan wordt van het energiegebruik conform definitie RVO en wat het energiegebruik is conform de EPC-berekening. In figuur 4.3 is een visualisatie weergegeven van de manier waarop de panelen kunnen worden geplaatst.

Tabel 4.5 Indicatieve resultaten NOM (externe pv)

	Energiegebruik [kWh/woongebouw]		Energiegebruik [kWh/appartement]		Te plaatsen extra zonnepanelen voor NOM conform EPC	Te plaatsen extra zonnepanelen voor NOM conform RVO
	Apparatuur conform EPC*	Apparatuur conform RVO**	Apparatuur conform EPC*	Apparatuur conform RVO**	m ²	m ²
1	217.220	151.300	2.556	1.780	1.234	860
2	196.785	137.060	2.556	1.780	1.118	779
3	68.987	48.060	2.555	1.780	392	273
4	160.988	112.140	2.555	1.780	915	637
5	102.233	71.200	2.556	1.780	581	405
6	71.566	49.840	2.556	1.780	407	283
T	817.779	569.600			4.646	3.236
					EPC: -0,50	EPC: -0,35

* Het energiegebruik voor huishoudelijke apparatuur, zoals wordt berekend conform de EPC (NEN 7120, afhankelijk van gebruiksoppervlakte (Ag))

** Het energiegebruik voor huishoudelijke apparatuur, zoals die wordt aangenomen door RVO, Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland. Deze cijfers worden ook gebruikt door de financiële instellingen voor de toekenning van extra krediet (lening) voor NOM-woningen



Figuur 4.4 Visualisatie plaatsing zonnepanelen nul-op-de-meter (bron: Mei architects and planners)

4.2.2 Variant 2: resultaten bij 35% glas

Realisatie energieneutraal

Voor realisatie van energieneutrale woningen zal al het gebouwgebonden energiegebruik duurzaam moeten worden opgewekt. In tabel 4.6 is het totale gebouwgebonden energiegebruik weergegeven per complex (woongebouw) en per appartement op basis van de uitgevoerde EPC-berekening.

Tabel 4.6 gebouwgebonden energiegebruik bouwblok 5

Complex	Gebouwgebonden energiegebruik	
	[kWh/complex]	[kWh/woning]
1	144.594	1.701
2	126.302	1.640
3	44.645	1.654
4	100.805	1.600
5	68.489	1.712
6	44.220	1.579
Totaal	529.055	

Op basis van bovenstaand energiegebruik is het benodigd aantal te plaatsen zonnepanelen berekend en aangegeven in hoeverre dit geplaatst kan worden op de gebouwen. Hierbij wordt uitgegaan van zonnepanelen met een vermogen van 200 Wp/m². In tabel 4.7 is per complex/woongebouw aangegeven hoeveel m² zonnepanelen er geplaatst kan worden op de daken en de gevels. Hierbij is ervan uitgegaan dat 65% van het onbeschaduwde dak benut kan worden en er geen panelen op het beschaduwde dak komen te liggen. Voor de gevels wordt ervan uitgegaan dat 30% van de gevel op het zuiden wordt voorzien van zonnepanelen en 21% van de west- en oostgevel. Hiermee kan voldoende energie worden opgewekt om te voorzien in het gebouwgebonden energiegebruik.

Tabel 4.7 Indicatieve resultaten energieneutraal (EPC 0) bij 35% glas

Te plaatsen zonnepanelen (200 Wp/m ²) voor energieneutraal/EPC 0 [m ²], voor gevels geldt alleen toepassing bij dichte, onbeschaduwde geveldelen							
	Dak zonder schaduw 15° zuid	Dak met schaduw 15° zuid	Gevel zuid, 90°	Gevel west, 90°	Gevel noord, 90°	Gevel oost, 90°	Totale opbrengst pv [kWh]
	65%	0%	30%	17%	0%	17%	
1	228	-	288	96	-	115	101.622
2	319	-	159	136	-	120	104.155
3	191	-	18	89	-	44	49.590
4	443	-	285	24	-	34	123.229
5	530	-	11	124	-	138	121.459
6	170	-	93	-	-	4	43.065
T	1.882	-	782	466	-	456	529.139

Totaal zijn er 3.525 m² pv-panelen benodigd, uitgaand van de verdeling zoals weergegeven in tabel 4.7. Dus door de het glaspercentage aan te passen van 50% naar 35% kan volstaan worden met 125 m² minder zonnepanelen (circa € 25.000 - € 30.000 minderinvestering). De impact van minder glas op de rekenresultaten is dus relatief beperkt. In tabel 4.8 zijn nog een aantal andere voor- en nadelen benoemd van een hoger of lager glaspercentage.

Tabel 4.8 voor- en nadelen aandeel glas in gevel

	Voordeel	Nadeel
Glas 50%	• Visueel comfort en beleving	• Kans op thermische comfortklachten (koudeval, met name vlakbij de transparante geveldelen) • Hoger energiegebruik
Glas 35%	• Minder kans op koudeval • Lager energiegebruik	• Visueel comfort en beleving (smaakafhankelijk)

Realisatie nul-op-de-meter

Voor de realisatie van nul-op-de-meter woningen zal aanvullend op het gebouwgebonden energiegebruik ook het gebruikersgebonden energiegebruik opgewekt moeten worden met zonnepanelen. In tabel 4.5 zijn de hiervoor benodigde aantallen zonnepanelen weergegeven. Zoals blijkt uit voorgaande is het bij 35% glaspercentage in de gevel nog mogelijk om minimaal 125 m² zonnepanelen hiervan op of aan de gebouwen zelf te plaatsen. Dit kan mogelijk nog wat meer zijn, omdat het aandeel dichte gevel hoger is. Op het totaal is dit echter minimaal (circa 3 – 5% van het energiegebruik).

5 Analyse referentieprojecten

Om na te gaan in hoeverre deze resultaten generiek zijn, wordt voor de volgende referentieprojecten dezelfde analyse uitgevoerd en vergeleken met de resultaten voor deelgebied 5:

- Zijdebalen
- Beurskwartier
- Westerdok
- Billancourt-Le Trapeze
- Op Dreef

Naast de Merwedekanaalzone zijn er 5 andere projecten waarvoor het benodigd aantal zonnepanelen is berekend. De grootte van de projecten is weergegeven in tabel 5.1. De visualisaties van de referentieprojecten zijn weergegeven in .

Tabel 5.1 Projecten

Project	BVO [m2]	Aantal woningen	Oppervlakte woningen [m2]
Zijdebalen	16.600	125	133
Beurskwartier	40.800	326	125
Westerdok	52.300	382	137
Billancourt-Le Trapeze	55.000	413	133
Op Dreef	24.300	629	39

Zoals te zien is in de tabel hebben de meeste projecten ongeveer hetzelfde vloeroppervlakte per appartement ($\pm 130\text{m}^2$). Deze appartementen zullen dus ook ongeveer hetzelfde energiegebruik hebben. Voor het project Zijdebalen is het energiegebruik berekend, wat vervolgens is geëxtrapoleerd naar de andere referentieprojecten. Aanvullend daarop is voor het project Op Dreef het energiegebruik berekend, aangezien het vloeroppervlak daarvan wel (fors) afwijkt. In tabel 5.2 is het gebouwgebonden energiegebruik per project en per woning weergegeven.

Tabel 5.2 gebouwgebonden energiegebruik referentieprojecten

Project	Energiegebruik [kWh]	Energiegebruik per woning
Zijdebalen 50%	614.920	4.894
Wonderwoods 50%	1.497.542	4.594
Westerdok 50%	1.919.643	5.025
Billancourt-Le Trapeze 50%	2.018.745	4.888
Op Dreef 50%	1.155.834	1.838

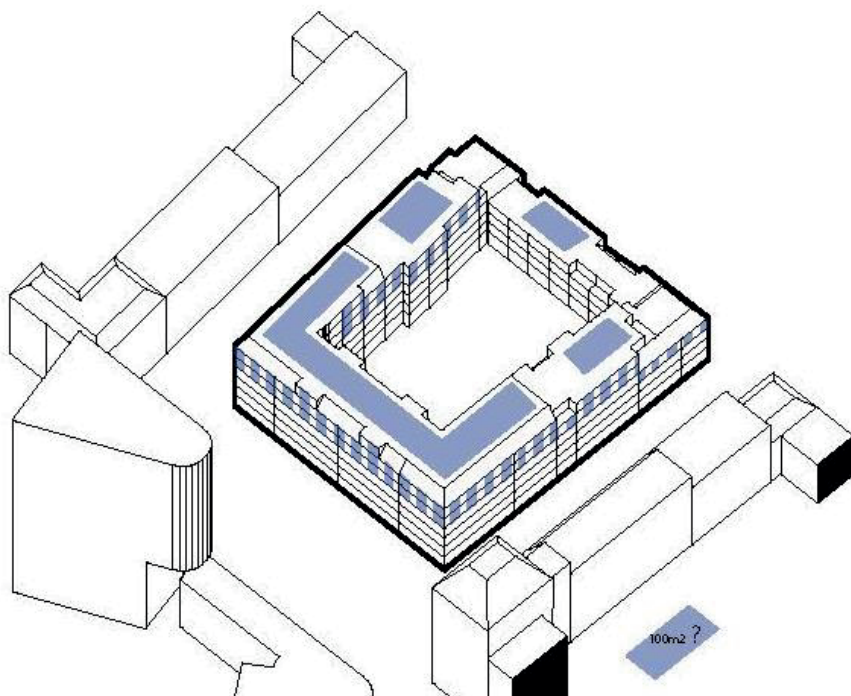
Naar energieneutraal (EPC0)

Voor realisatie van energieneutrale woningen zal al het gebouwgebonden energiegebruik duurzaam moeten worden opgewekt. Op basis van het energiegebruik in tabel 5.2 is benodigd aantal m² zonnepanelen berekend. In tabel 5.2 is weergegeven voor de verschillende projecten. Hierbij is uitgegaan van een glaspercentage van 50%. Daarnaast is ervan uitgegaan dat op 65% van het dak en 30% van de dichte gevel zonnepanelen kunnen worden geplaatst met uitzondering van de noordgevel.

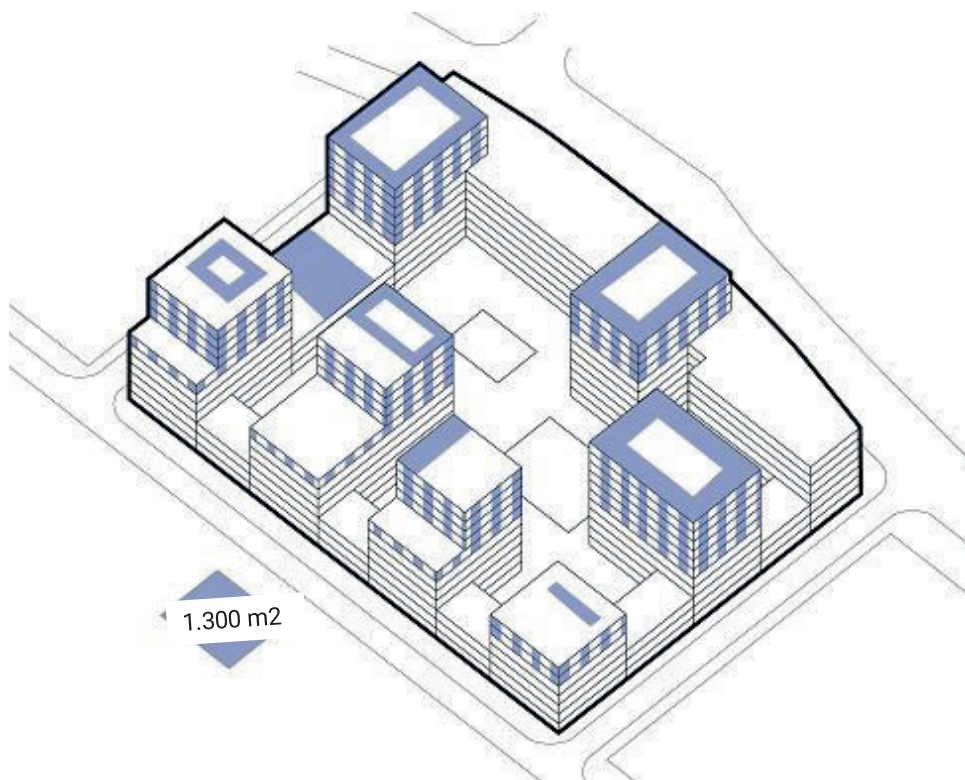
Tabel 5.2 Resultaten energieneutraal referentieprojecten

Project	PV op dak [m ²]	PV op gevels [m ²]	Nog extern te plaatsen zonnepanelen [m ²]
Zijdebalen	634	1.483	104
Wonderwoods	932	5.807	356
Westerdok	1.990	4.652	1.326
Billancourt-Le Trapeze	2.093	4.892	1.343
Op Dreef	543	1.812	1.270

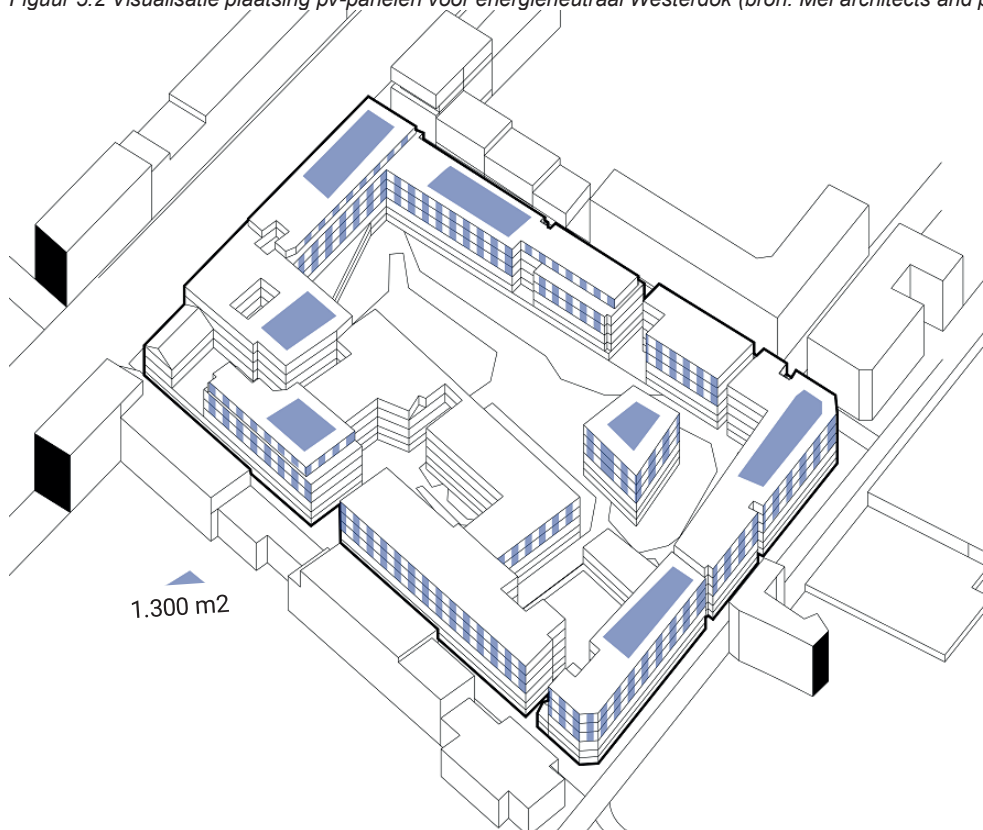
Voor het project Wonderwoods zijn de verhoudingen enigszins anders aangezien dit een woontoren betreft met relatief veel verdiepingen. Hiervoor is ingeschat dat het pand 40% minder dakoppervlak en 60% meer geveloppervlak heeft dan de andere projecten. Hierdoor is het benodigd aantal zonnepanelen op een externe locatie relatief gezien hoger dan bij de andere projecten. Onderstaand is positionering van de zonnepanelen op de gebouwen voor drie referentieprojecten gevisualiseerd.



Figuur 5.1 Visualisatie plaatsing pv-panelen voor energieneutraal Zijdebalen (bron: Mei architects and planners)



Figuur 5.2 Visualisatie plaatsing pv-panelen voor energieneutraal Westerdok (bron: Mei architects and planners)



Figuur 5.3 Visualisatie plaatsing pv-panelen voor energieneutraal Billancourt (bron: Mei architects and planners)

Realisatie nul-op-de-meter

Voor de realisatie van nul-op-de-meter woningen zal aanvullend op het gebouwgebonden energiegebruik ook het gebruikersgebonden energiegebruik opgewekt moeten worden met zonnepanelen. Zoals blijkt uit tabel 5.2 zal voor realisatie van energieneutraal al een (beperkt) deel van het aantal benodigde zonnepanelen elders moeten worden geplaatst. Dit betekent dat de benodigde zonnepanelen voor realisatie van nul-op-de-meter sowieso ook elders geplaatst moeten worden. In tabel 5.3 is het gebruikersgebonden energiegebruik weergegeven en zijn de benodigde aantal m2 zonnepanelen voor de opwekking hiervan weergegeven. Zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven is bij het gebruikersgebonden energiegebruik zowel aangegeven wat de consequenties zijn wanneer uitgegaan wordt van het energiegebruik conform definitie RVO en wat het energiegebruik is conform de EPC-berekening.

Tabel 5.3 Indicatieve resultaten NOM (externe pv)

	Energiegebruik [kWh/woongebouw]		Energiegebruik [kWh/appartement]		Te plaatsen extra zonnepanelen voor NOM conform EPC	Te plaatsen extra zonnepanelen voor NOM conform RVO
	Apparatuur conform EPC*	Apparatuur conform RVO**	Apparatuur conform EPC*	Apparatuur conform RVO**	m ²	m ²
Zijdebalen	372.853	222.500	2.983	1.780	2.074	1.220
Wonderwoods	912.744	580.280	2.799	1.780	4.973	2.270
Westerdok	1.170.013	679.960	3.063	1.780	7.000	2.000
Billancourt-Le Trapeze	1.230.415	735.140	2.979	1.780	7.500	3.000
Op Dreef	647.119	1.119.620	1.029	1.780	4.947	8.788
Totaal					25.073	15.498

* Het energiegebruik voor huishoudelijke apparatuur, zoals wordt berekend conform de EPC (NEN 7120, afhankelijk van gebruiksoppervlakte (Ag))

** Het energiegebruik voor huishoudelijke apparatuur, zoals die wordt aangenomen door RVO, Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland. Deze cijfers worden ook gebruikt door de financiële instellingen voor de toekenning van extra krediet (lening) voor NOM-woningen

6 Conclusies

Uit bovenstaande analyse kan het volgende worden geconcludeerd.

- Voor het huidige ontwerp voor deelgebied 5 lijkt het mogelijk te zijn om een energieneutraal gebouw (EPC 0) te realiseren. Er is voldoende schiloppervlak beschikbaar om het aantal benodigde zonnepanelen te realiseren.
- Voor realisatie van nul-op-de-meter zal externe opwekking van de elektriciteit voor het gebruikersgebonden energiegebruik moeten plaatsvinden.
- Verlaging van het glaspercentage in de gevel van 50% naar 30% heeft een beperkt effect op de realisatie van de ambities. Voor bouwblok 5 betekent dit er nog beperkt ruimte overblijft om ook een deel van het gebruikersgebonden energiegebruik op te wekken (circa 3 – 5% van het gebruikersgebonden energiegebruik).
- Door toepassing van PowerNESTs (bij Merwedekanaalzone 5) kan extra elektriciteit op locatie worden opgewekt (circa 100.000 kWh bij toepassing van dezelfde hoeveelheid pv op de lagere daken en de gevels als bij de EPC0 variant zonder PowerNESTs. Het resultaat is dan een EPC die lager is dan 0 (circa -0,06)
Voor een EPC 0 resultaat kan dus worden volstaan met minder pv op de gevels. Toch resulteert dit bij de toepassing van PowerNests in een meerinvestering van € 250.000 (exclusief verzwaren van de dakconstructie).
- Vergelijking met de referentieprojecten laat zien dat het in veel gevallen moeilijk zal zijn om een energieneutraal gebouw te realiseren. Het beschikbare schiloppervlak is vaak onvoldoende om al het benodigde energiegebruik op te wekken. Dit betekent dat er in het ontwerp van de gebouwen voor Merwedekanaalzone uitdrukkelijk aandacht moet zijn

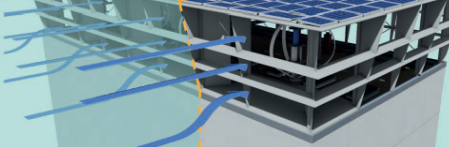
Bijlage I Uitgangspunten referentiewoning

In tabel I.1 worden de gebouw eigenschappen weergegeven die ten grondslag liggen aan de berekeningen.

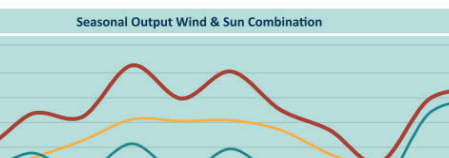
Tabel I.1 *gebouweigenschappen appartementencomplexen*

Bouwkundig	
Aandeel beglazing [% van geveloppervlak]	50%
Isolatie vloer, Rc [m ² K/W]	3,5
Isolatie gevel, Rc [m ² K/W]	4,5
Isolatie dak, Rc [m ² K/W]	6,0
Beglazing, Uw [W/m ² K]	Triple glas; Uw = 1,0
Zonwering	Oost, zuid en west; op de niet beschaduwde gevels
Luchtdichtheid qv10 [dm ³ /s per m ²]	0,3
Installaties	
Warmteopwekking ruimteverwarming	Individuele combiwarmtepomp met WKO (Warmte en Koude Opslag)
Afgifte warmte	Vloerverwarming
Warmteopwekking warm water	Individuele combiwarmtepomp met WKO (Warmte en Koude Opslag)
Ventilatiesysteem	Balansventilatie met warmteterugwinning en vraagsturing (CO ₂ en RV: relatieve vochtigheid)
Koudeopwekking	WKO
Afgifte koude	Vloerkoeling
Zonnepanelen	Afhankelijk van het ambitieniveau

Specifications for PowerNEST (1 module)



Seasonal Output Wind & Sun Combination

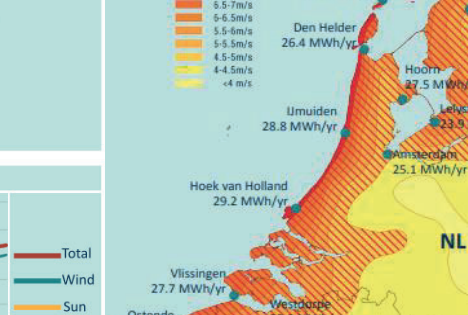


Estimated energy harvested by wind and sun for a 7.2x10.8 m unit placed on a 10 level building in Rotterdam.

Physical Information		Performance	
Size	7.2x10.8m	Max Power Output	3.5kWp
Height	4.9 m	Cut-in Wind Speed	<3m/s
Weight	9000 kg	Cut-out Wind Speed	15m/s
	115 kg/m²	Rated Wind Speed	12m/s
Material	Steel, Aluminium, Composites	Survival Wind Speed	60m/s
Color	RAL9006/Customizeble	Generator Efficiency	>0.90
		Noise	<40dB
		Output	230VAC
		Temperature Range	-10°C to +40°C

Solar Energy	
PV Cell Type	Monocrystallin
Surface Area	75m²

Energy Potential



Wind Speed Legend:

- >7m/s
- 6.5-7m/s
- 6-6.5m/s
- 5.5-6m/s
- 5-5.5m/s
- 4.5-5m/s
- 4-4.5m/s
- <4 m/s

Energy Potential Data (MWh/yr):

- Lauwersoog: 26.8 MWh/yr
- Leeuwarden: 23.1 MWh/yr
- Vlieland: 29.8 MWh/yr
- Den Helder: 26.4 MWh/yr
- Hoorn: 27.5 MWh/yr
- Leesdun: 23.9 MWh/yr
- Urmuiden: 28.8 MWh/yr
- Amsterdam: 25.1 MWh/yr
- Hoek van Holland: 29.2 MWh/yr
- Vlissingen: 27.7 MWh/yr
- Westdorp: 22.0 MWh/yr
- Antwerp: 18.0 MWh/yr
- Koksijde: 20.1 MWh/yr
- Oostende: 1.0 MWh/yr

Map of the average wind speeds. Estimated energy harvested at location based on available wind and sun for a 7.2x10.8 m module, placed on a 10 level building.

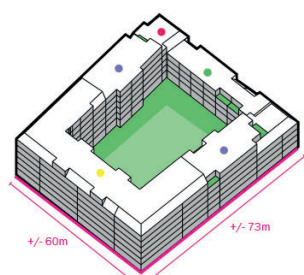
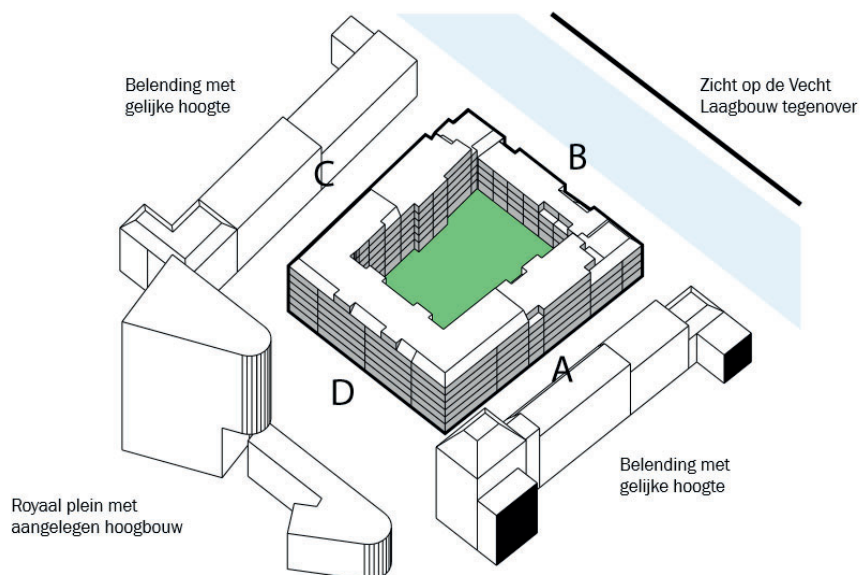
19 / 34



Bron: Ibis Power

Bijlage III Visualisatie referentieprojecten

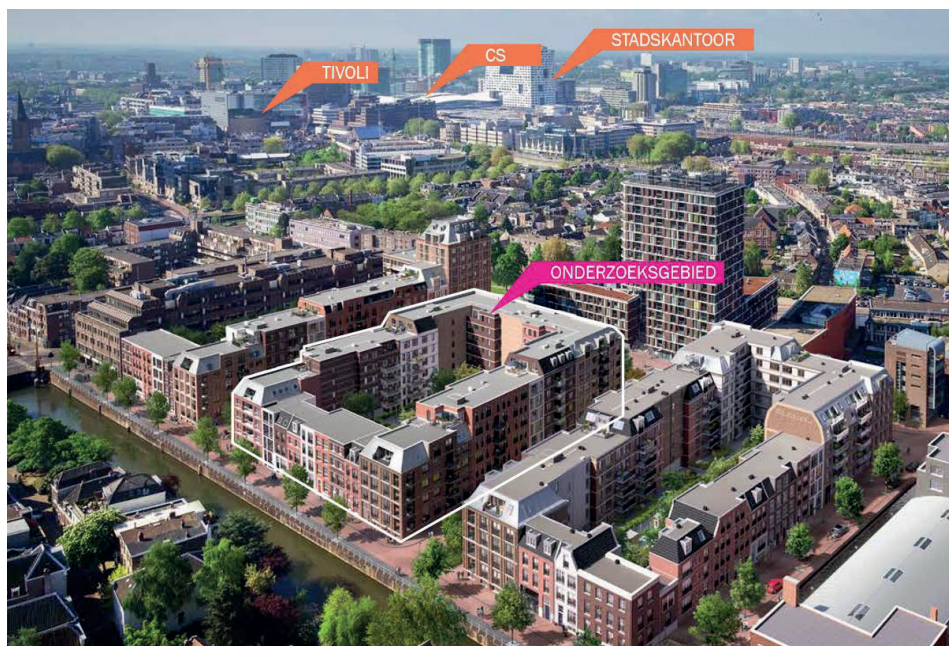
Zijdebalen

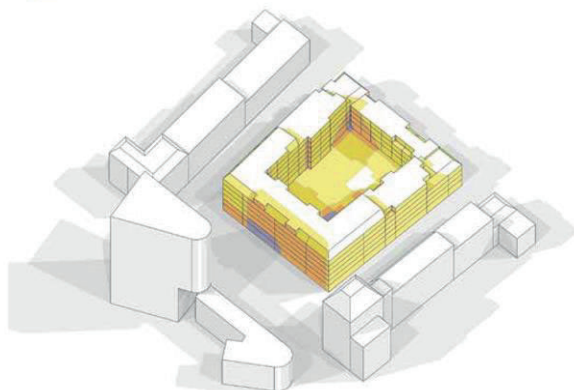


BVO ca.: 16.600m²
Plot ca.: 4.400m²
FSI ca.: 3.8

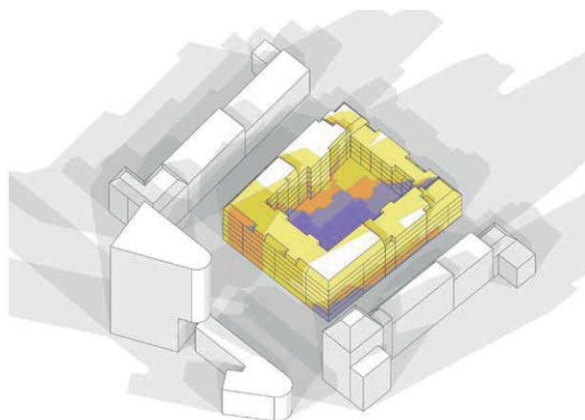
● Berekende outline kavel

- +/- 22m
- +/- 19m
- +/- 16m
- +/- 13m

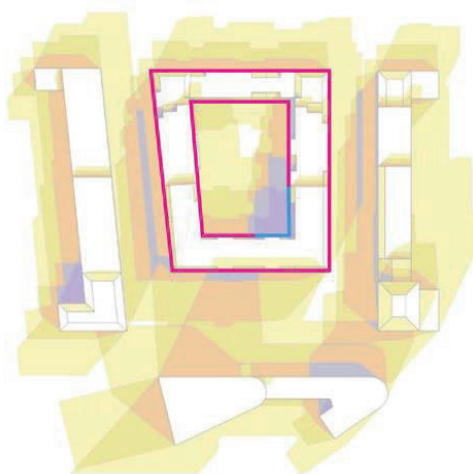




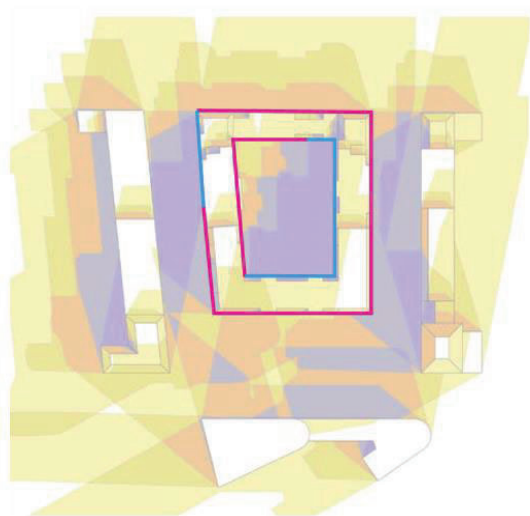
21 juni



23 september

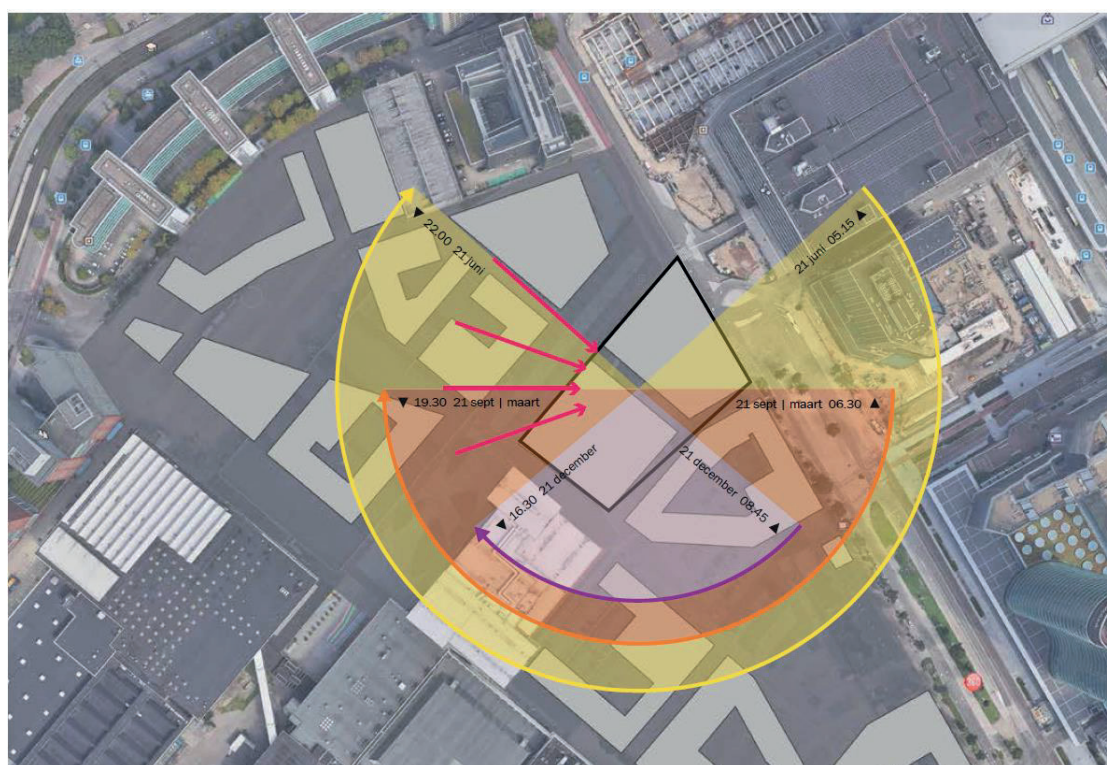


21 juni

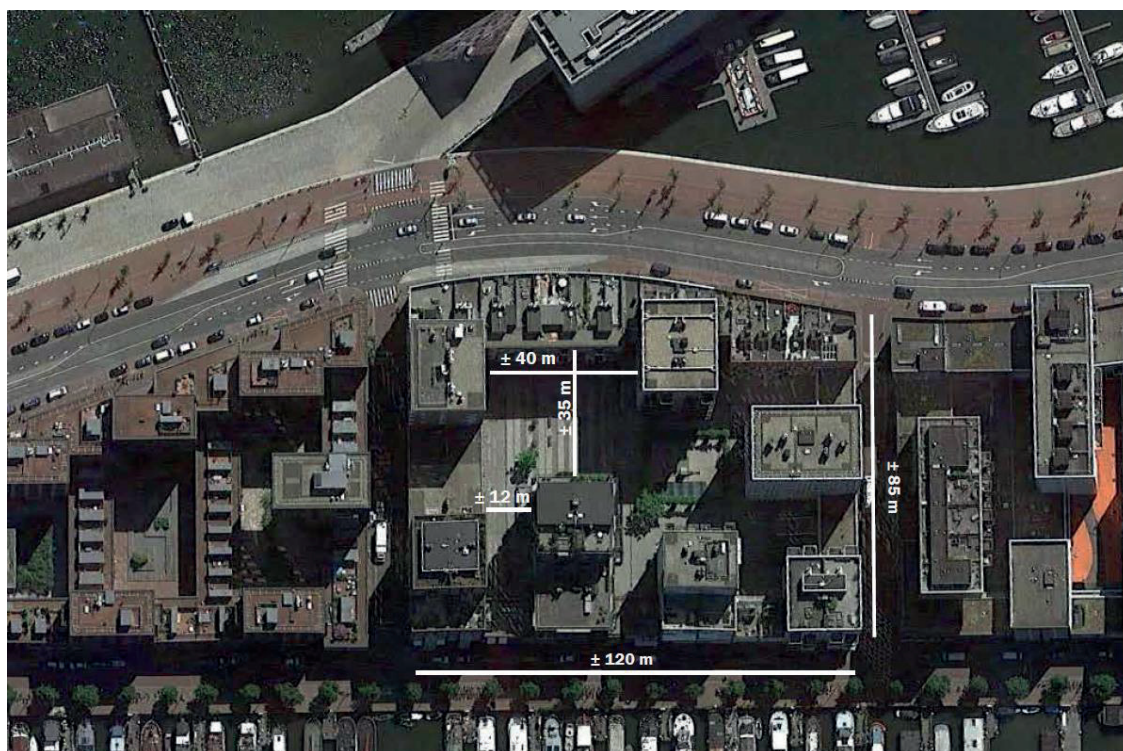
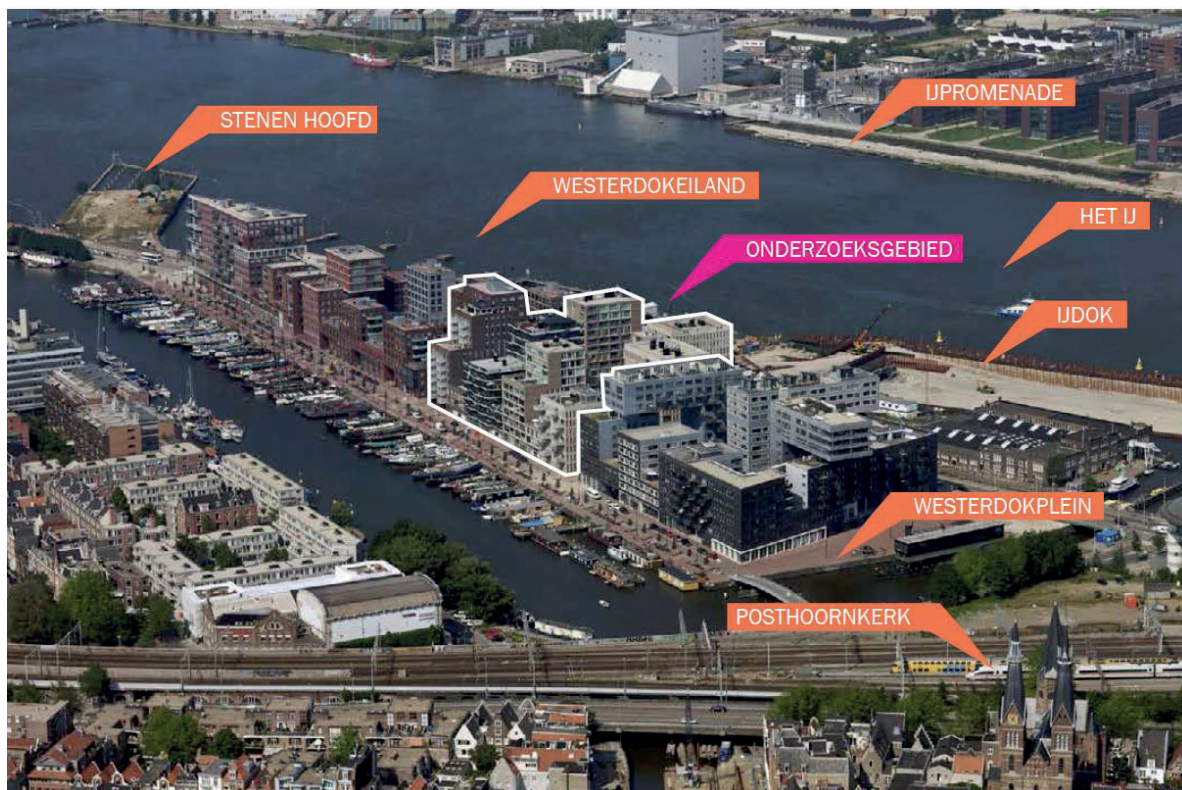


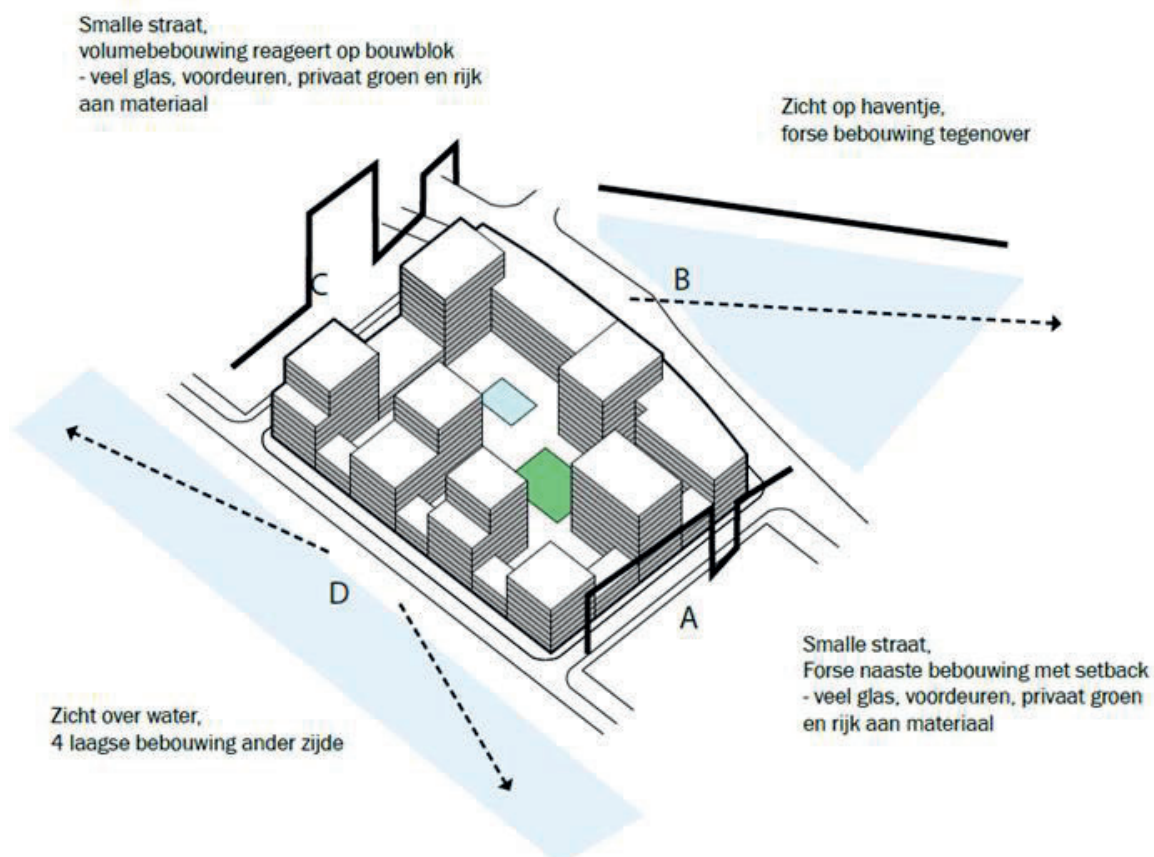
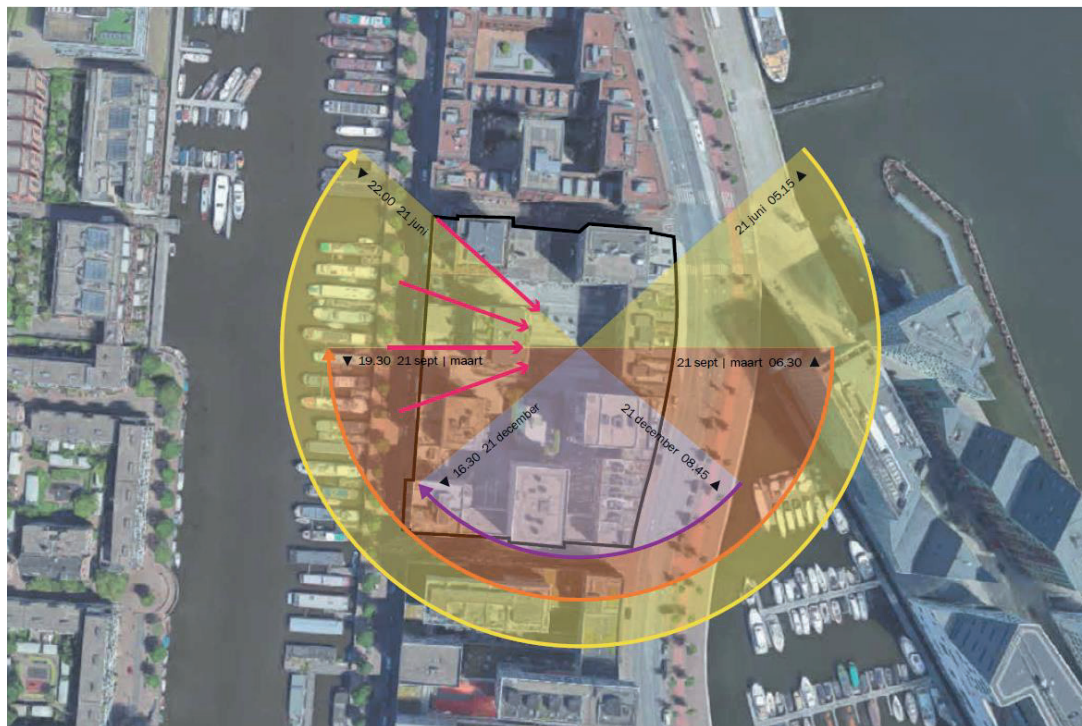
23 september

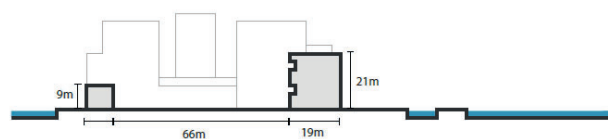
Wonderwoods



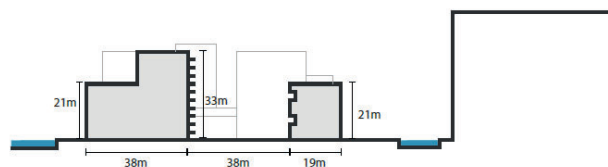
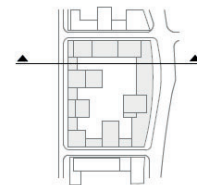
Westerdok



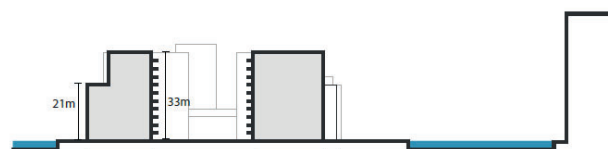
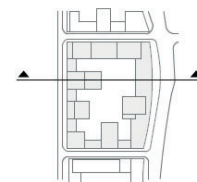




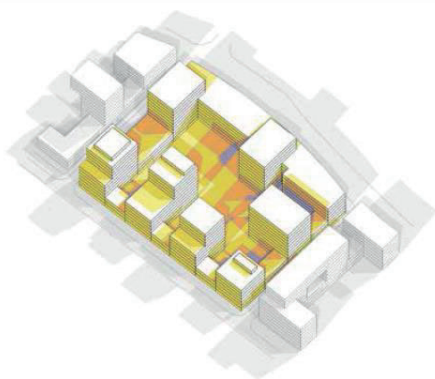
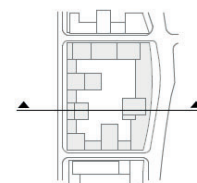
4,4:1 binnenhof verhouding t.p.v. doorsnede



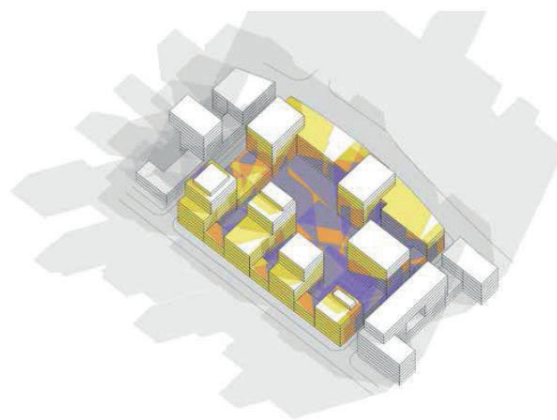
1,41:1 binnenhof verhouding t.p.v. doorsnede



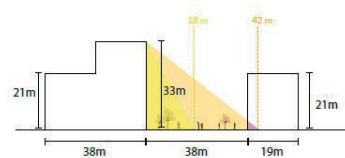
1,15:1 binnenhof verhouding t.p.v. doorsnede

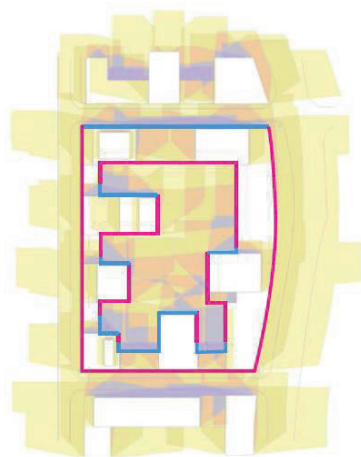


21 juni

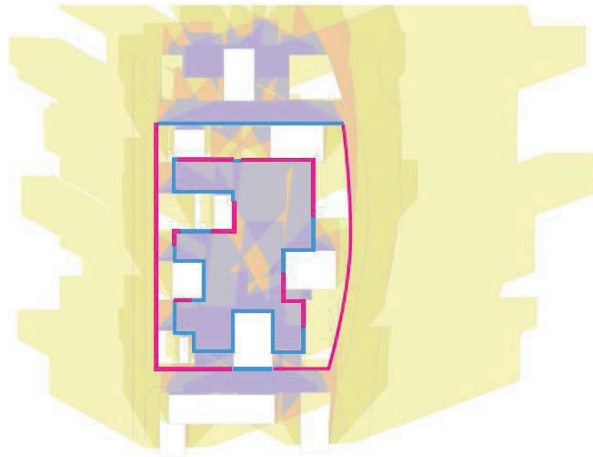


23 september



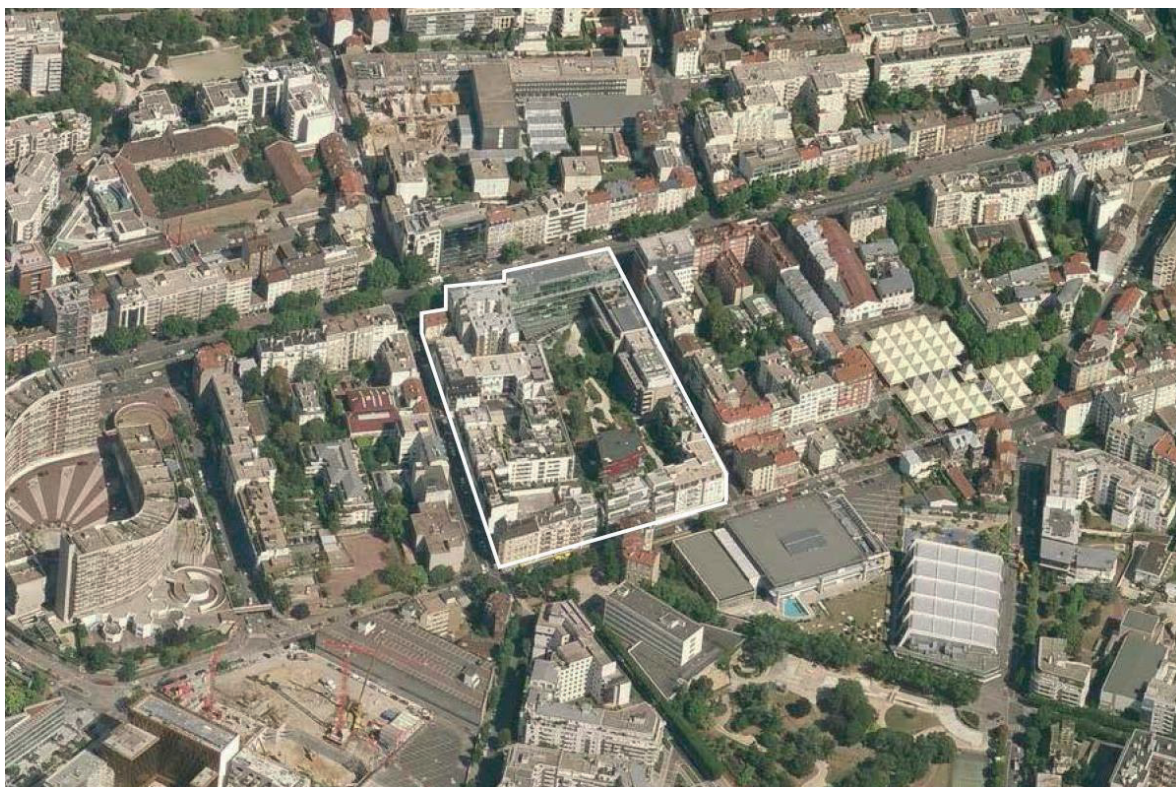


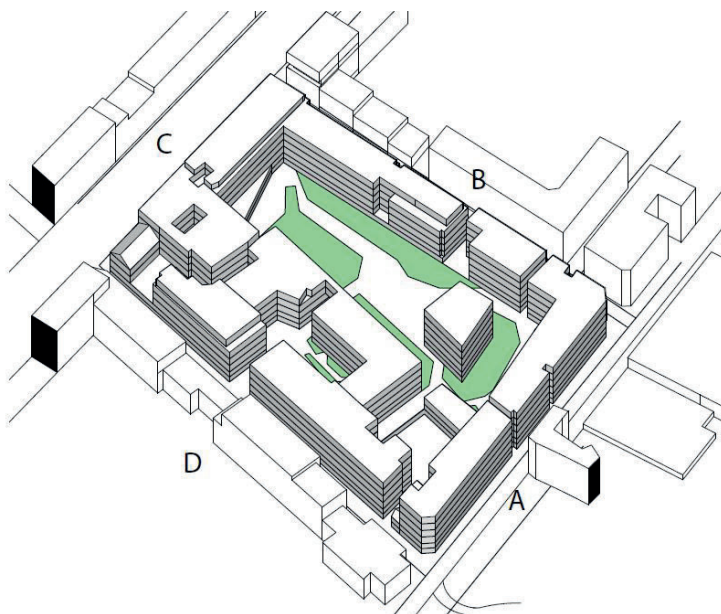
21 juni



23 september

Billancourt-Le Trapeze





A - Rue du Vieux Pont de Sévres



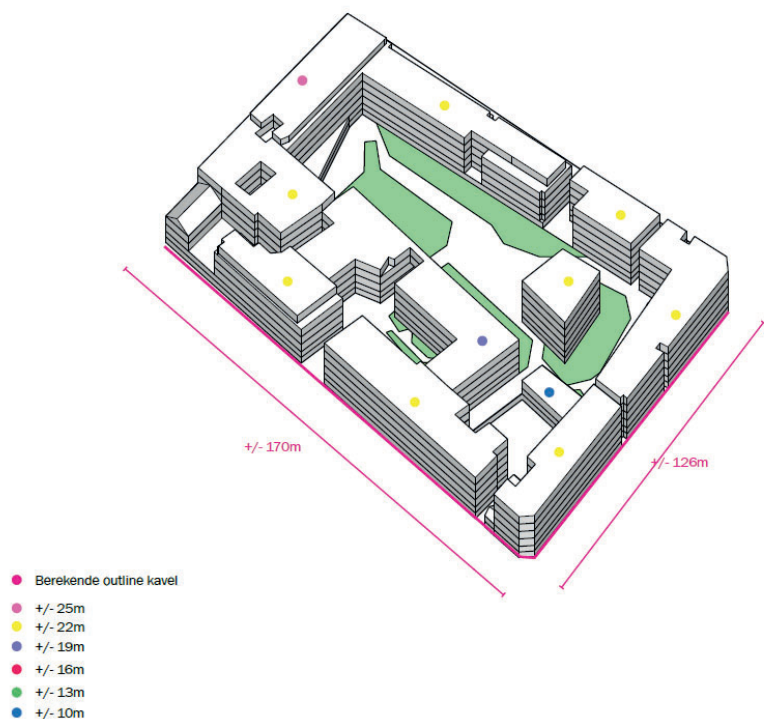
B - Rue Heyraut



C - Avenue du Général Leclerc

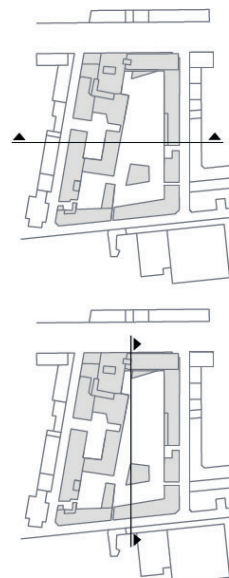
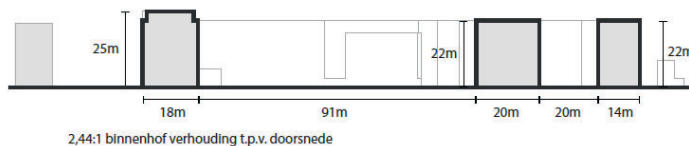
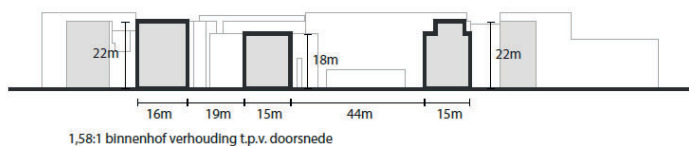


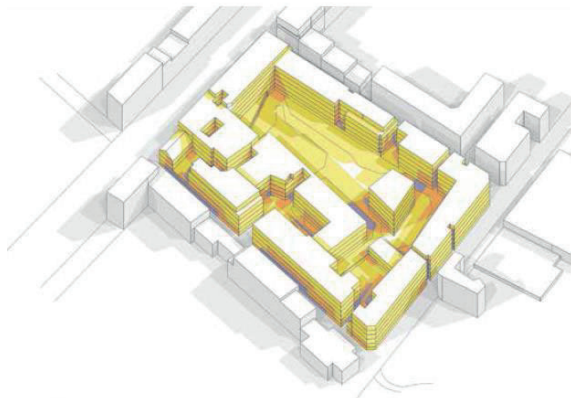
D - Rue de la Ferme



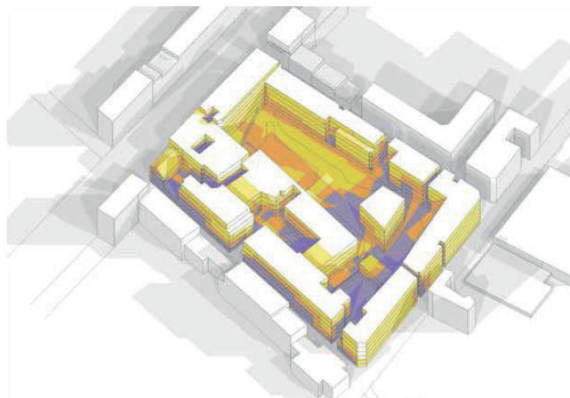
Parijs

BVO ca.: 55.000m²
 Plot ca.: 17.800m²
 FSI ca.: 3.1

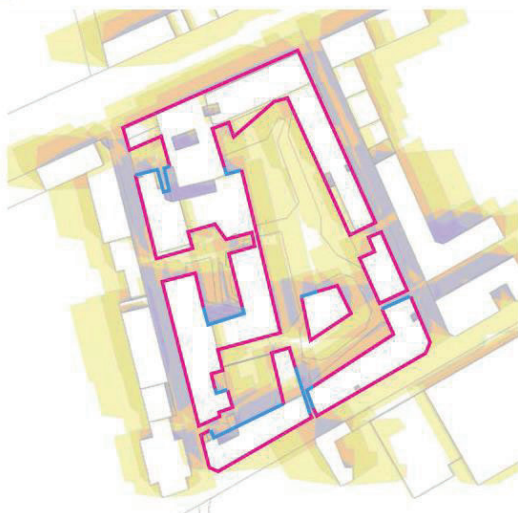
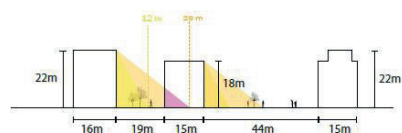




21 juni



23 september

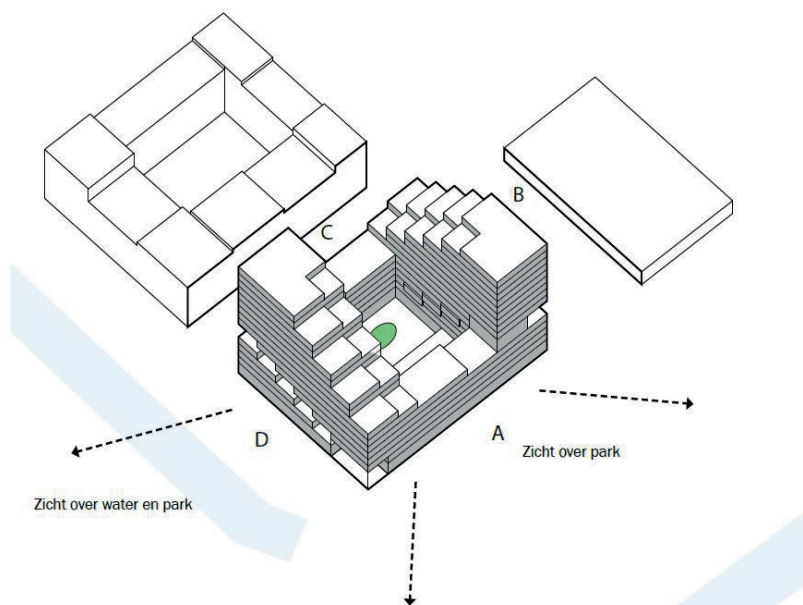
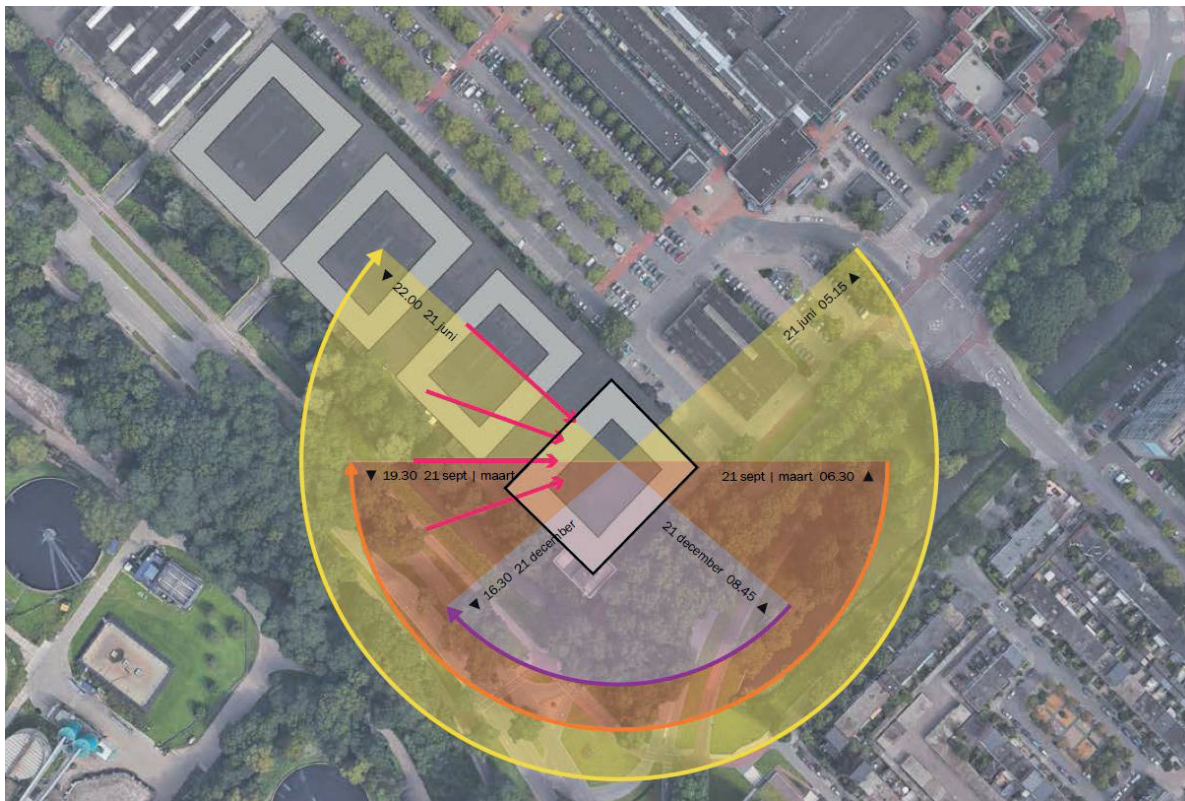


21 juni



23 september

Op Dreef



A - Zamenhofdreef



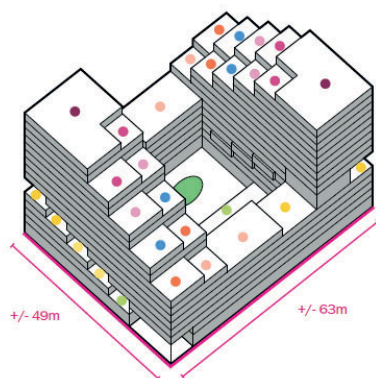
B



C



D



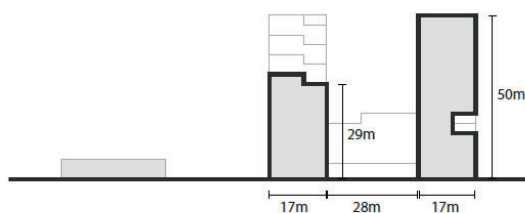
- Berekende outline kavel
- +/- 50 m (16 bouwlagen)
- +/- 44-47 m (14-15 bouwlagen)
- +/- 38-41m (12-13 bouwlagen)
- +/- 32-35m (10-11 bouwlagen)
- +/- 26-29m (8-9 bouwlagen)
- +/- 20-23m (6-7 bouwlagen)
- +/- 14-17m (4-5 bouwlagen)
- +/- 8-11m (2-3 bouwlagen)
- +/- 5 m (1 bouwlagen)

Utrecht

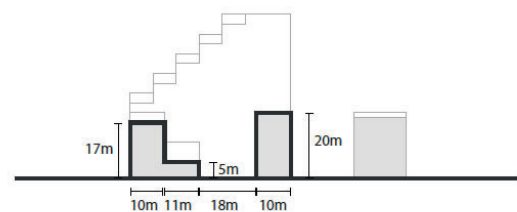
Coördinerend architect:

TEAM V architectuur

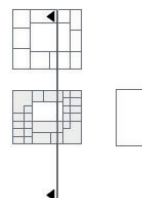
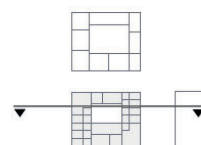
Inschatting van 1 stedelijk blok:

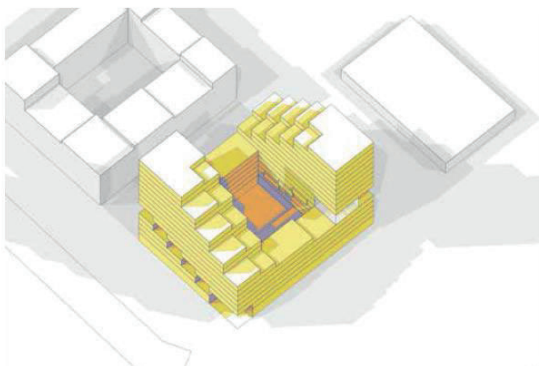
BVO ca.: 24.000m²**kavel ca.:** 3.100m²**FSI ca.:** 7.8

0,73:1 binnenhof verhouding t.p.v. doorsnede

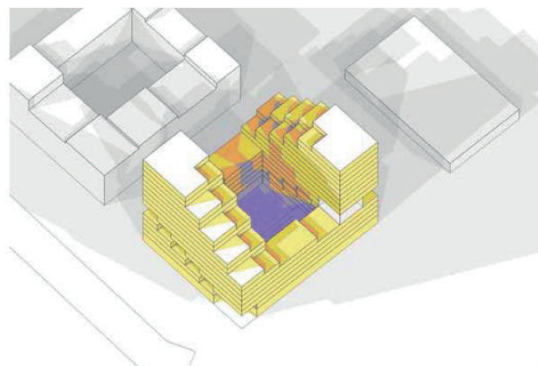


1,38:1 binnenhof verhouding t.p.v. doorsnede

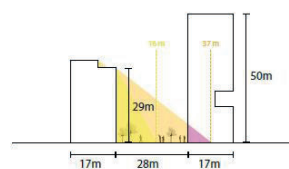




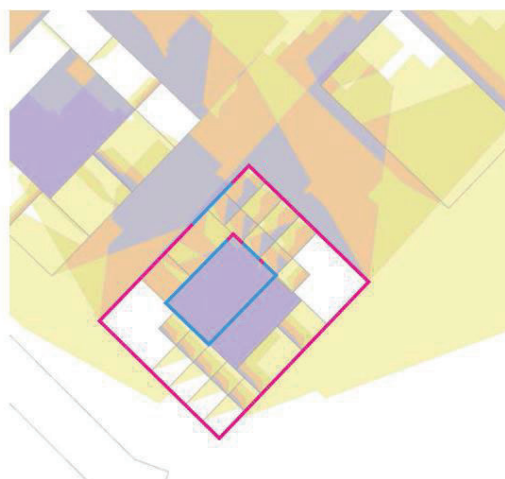
21 juni



23 september



21 juni



23 september