Rijkswaterstaat Westraven Utrecht

Onderzoek energieneutraal



Documentnummer: 2017.1195.00.P001v2 (MNY|EBX)
Datum: 8 mei 2018
Contactpersoon: ir. M. (Marieke) Nijland - Huinen | mny@dgmr.nl | t 088 – 346 7656

Colofon

Opdrachtgever	Rijksvastgoedbedrijf
Contactpersoon	Mw. S.G.M. Severt
Project	Onderzoek energieneutraal Westraven
Betreft	Resultaten
Uw kenmerk	-
Rapport	2017.1195.00.P001-002
Datum	8 mei 2018
Versie	002
Status	Definitief
Uitgevoerd door	ir. M. (Marieke) Nijland - Huinen
Informatie	ir. M. (Marieke) Nijland - Huinen
Verantwoordelijk	ing. P.G.J.T. (Paul) Zwartjes
Verwerkt door	EBX

DGMR Den Haag
Casuariestraat 5
2511 VB Den Haag

Correspondentieadres
Postbus 370
2501 CJ Den Haag

DGMR Arnhem
Van Pallandtstraat 9-11
6814 GM Arnhem

Correspondentieadres
Postbus 153
6800 AD Arnhem

DGMR Drachten
Lavendelheide 2
9202 PD Drachten

Correspondentieadres
Postbus 671
9200 AR Drachten

Inhoud

Inleiding	3
Huidige installatie	4
Huidig energiegebruik	6
Toelichting maatregelen	7
Resultaten maatregelen	9
Combinatiepakket energieneutraal	10
Conclusies	12
Bijlage 1: Bezonning en PV	13
Bijlage 2: Powernest	21
Bijlage 3: innovatieve opwekking	22

Inleiding

Opdracht

DGMR heeft een verduurzamingsonderzoek voor het project Rijkswaterstaat Westraven in Utrecht uitgevoerd. Doel van deze verduurzaming is om te komen tot een energieneutraal gebouw. Vanuit het verleden is DGMR Bouw B.V. betrokken geweest bij het ontwerp en uitvoering van de nieuwbouw en renovatie van het gebouw Westraven. De kennis vanuit deze fasen is zoveel mogelijk ingezet bij deze verdere verduurzaming.

Werkzaamheden
De werkzaamheden zijn ingedeeld in de volgende stappen van grof naar fijn:

1. Energieprestatie van de huidige situatie: om de maatregelen ten aanzien van de verduurzaming te kunnen bepalen hebben we eerst de energieprestatie van de huidige situatie inzichtelijk gemaakt. Daarvoor hebben wij als basis onze oude energieprestatieberekening van de vergunningsaanvraag gehanteerd. De uitgangspunten van deze berekening zijn gecontroleerd en aangevuld door het Rijksvastgoedbedrijf. De benodigde aanpassingen zijn door ons doorgevoerd in de berekening. Resultaat is een basisberekening die is gehanteerd voor het indicatief bepalen van de mogelijke maatregelen om te komen tot een energieneutraal gebouw. Tevens hebben we op basis van deze berekening een indicatief energielabel aangegeven.
2. Maatregelpakketten: op basis van indicatieve berekeningen heeft DGMR verschillende maatregelpakketten vastgesteld om te komen tot een gebouwgebonden energieneutraal gebouw. Binnen de maatregelpakketten zijn o.a. meegenomen: LED-verlichting, PV-cellen, windturbines, CO_2-regeling etc.
3. Het niet-gebouwgebonden energiegebruik hebben we op hoofdlijnen meegenomen. Maatregelen op dit gebied zijn kwalitatief benoemd en indicatief meegenomen.
3. Definitieve uitwerking energieneutraal gebouw: met dit onderzoek als basis kunnen de maatregelen uit deze studie verder uitgewerkt worden om te komen tot een definitieve keuze van het toe te passen maatregelpakket.

De werkzaamheden voor stap 3 vallen buiten het kader van deze opdracht.

Aanpak

Maatregelen naar energieneutraal
Bij onze aanpak voor verduurzaming hanteren we normaliter de volgende stappen:

1. Energieverlies minimaliseren
2. Efficiënt opwekken met hoog rendement installaties
3. Duurzame energie opwekking

Bij een ambitieuze doelstelling als energieneutraal is het van belang alle stappen te doorlopen en in het gebouw op een voldoende niveau te hebben.

Vanwege de relatief recente renovatie in 2007 is het minder kosten efficiënt en materiaalbewust om aanpassingen in de bouwkundige schil toe te passen. Voor het complete beeld behandelen we wel de optie met triple glas, omdat deze maatregel een grote besparing oplevert.

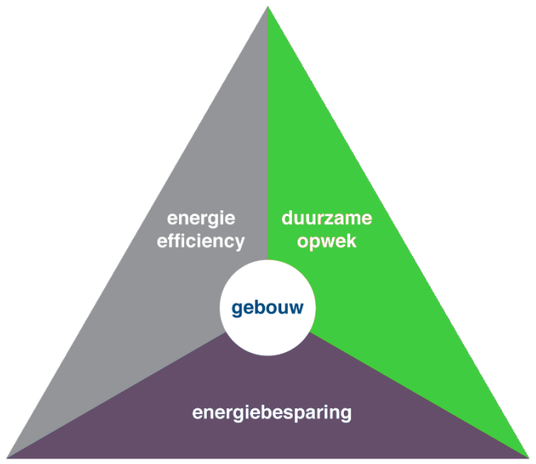
Dit geldt ook voor enkele installatietechnische maatregelen. Sommige componenten zijn gedateerd (niet de WKO), maar zijn nog te nieuw om te vervangen, en de kosten zijn onevenredig hoog t.o.v. de besparing (bijv. pompregeling, CO_2-regeling ventilatie). Bij deze componenten kan rekening gehouden worden met de technische vervangingstermijn die is aangehouden in de MJOP.

Dit geldt niet voor de verlichting, er is een gigantische besparing te realiseren met LED-verlichting.

Bovenstaande betekent dat de focus grotendeels zal liggen op stap 2 en 3.

Input RWS en RvB

Bij het onderzoek hebben we gebruik gemaakt van de input van Rijkswaterstaat (RWS) en het Rijksvastgoedbedrijf (RvB), afkomstig uit eerder onderzoek, workshops en brainstormsessies van beide partijen.



Trias Energetica

Huidig installatie systeem

Verlichting:
- TL5 biodynamische verlichting. Het daadwerkelijk geïnstalleerd vermogen per m^2 is niet precies bekend, maar is geschat op 12 W/m^2.
- Laagbouw: daglichtregeling en aanwezigheid
- Hoogbouw: daglichtregeling en aanwezigheid
- Veegpuls in het hele gebouw

Warmtapwater:
- Gebouw: elektrische close-in boilers.
- Keuken: 3x 150 liter elektrische boilers → geen onderdeel van EPG.



Ventilatie:
- Laagbouw: Bedrijfstijd 06:00-20:00. Buiten bedrijfstijd is nachtverlaging.
- Lage verdiepingen hoogbouw zijn in continu bedrijf vanwege 24h gebruik entree.
- Ventilatievermogens zijn onbekend. → mogelijke optimalisatie EPG berekening
- Vanwege het bouwjaar gaan wij er van uit dat er geen sprake is van gelijkstroomventilatoren.



Verwarming:
- WKO met warmtepompen.
- Gasketels als piekvoorziening.
- Laagbouw: betonkernactivering i.c.m. decentrale naregeling d.m.v. naverwarmers lucht (VAV).
- Hoogbouw: klimaatplafond met decentrale regeling.
- T.aanvoer is 55°.
- Uit de werktuigbouwkundige installatie tekening blijkt dat er geen pompregeling is. In de wetgeving is pas vanaf 2015 d.m.v. energielabel eis A pompregeling standaard van toepassing.



Koeling:
- WKO met warmtepompen.
- Laagbouw: betonkernactivering.
- Hoogbouw: klimaatplafond.



Huidig installatie systeem

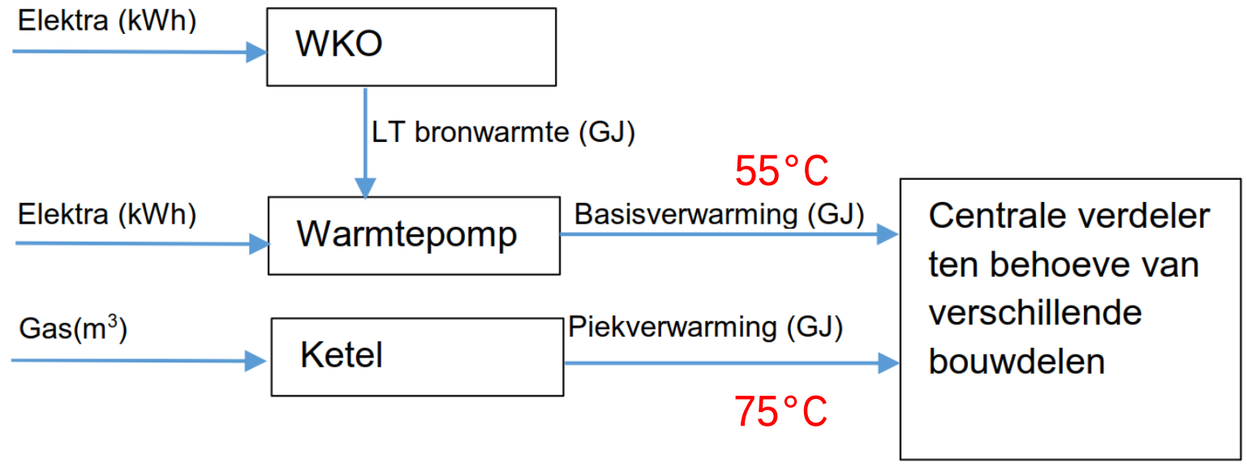
Warmte opwekking, distributie en regeling

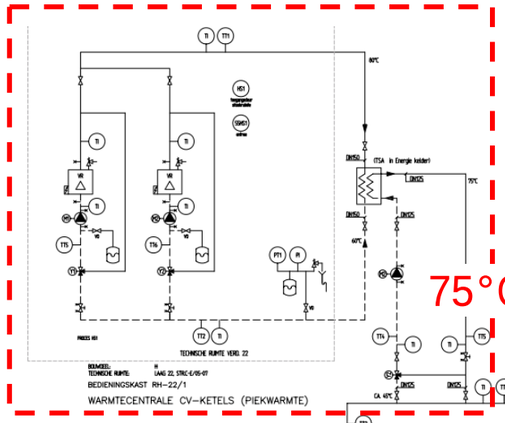
Rapport Beekink regelstrategie:
De aanvoertemperatuur van de verwarming is 55°C. Deze wordt geregeld op basis van buitentemperatuur. De aanvoertemperatuur wordt decentraal ten behoeve van de betonkernactivering teruggeregeld naar 29°C. De aanvoertemperatuur naar de naverwarmers, LBK's en vloerconvectoren is 55°C.

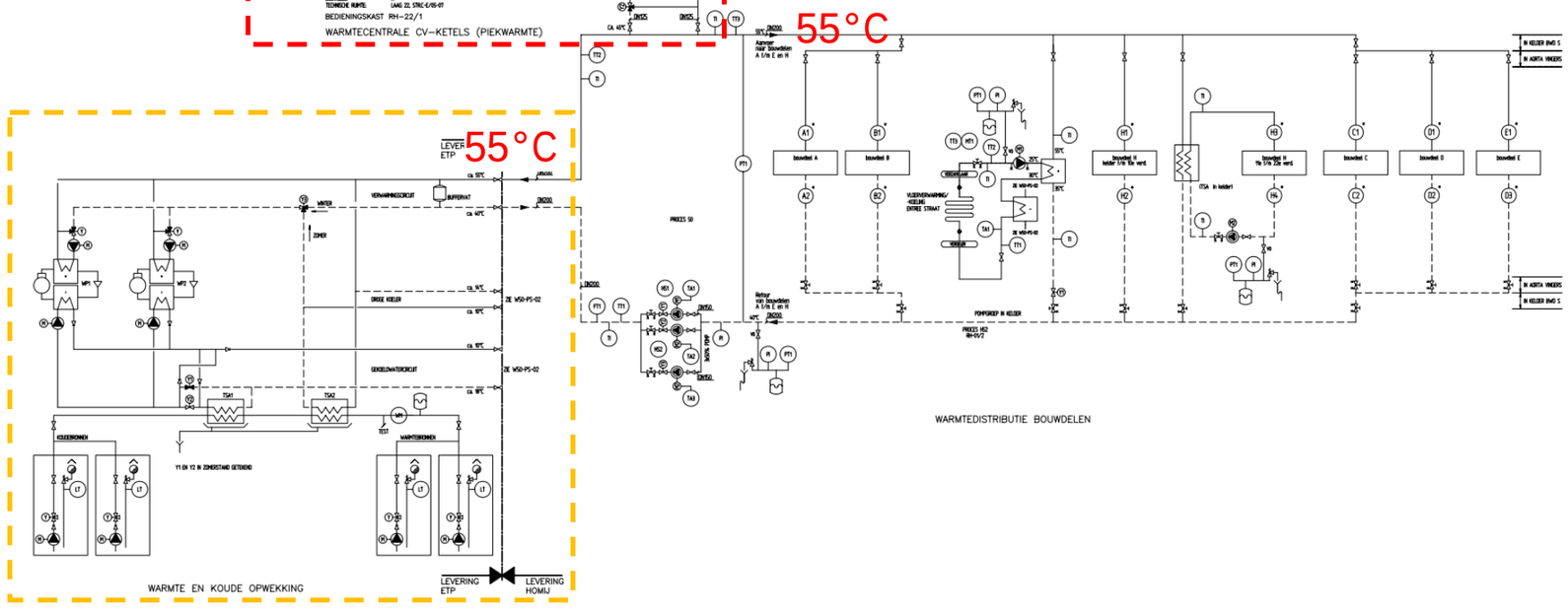
De aanvoertemperatuur ten behoeve van de koeling is 10°C. Dit is een constante temperatuur vanwege de ontvochtigingsfunctie die deze heeft in de luchtbehandelingskast. De aanvoertemperatuur wordt decentraal ten behoeve van de betonkernactivering nageregeld naar 17°C.

De aanvoertemperatuur voor koeling wordt geregeld door middel van de change-over leidingen op basis van buitentemperatuur.

DGMR:
O.b.v. de werktuigbouwkundige installatie schema's concluderen wij dat alle afgifte systemen via één leiding worden voorzien van eenzelfde aanvoertemperatuur vanaf de warmte-opwekking.







Huidig energiegebruik

EPG en werkelijk energiegebruik

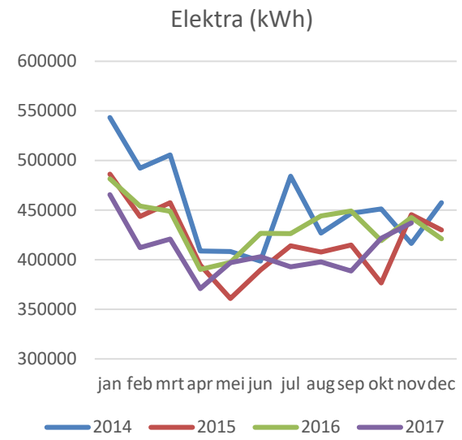
Werkelijke gebruikscijfers RWS
De RvB heeft energiegebruikscijfers aangeleverd van 2014 tot nov 2017:

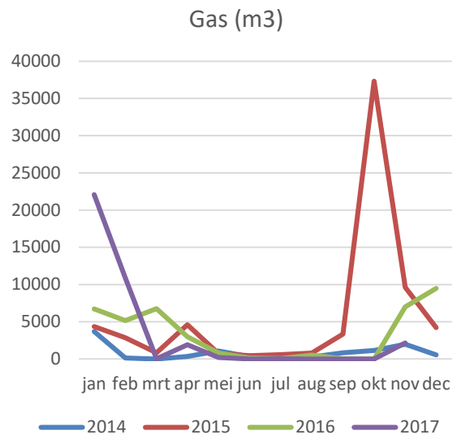
- Gem. per jaar: 5.220.500 kWh / 39.900 m^3.
- 39.900 m3 = 390.200 kWh (m^3 x 35,17 / 3,6).
- Beekink houdt 40% aan voor gebruikersgebonden energie zoals kantoor apparatuur. Onduidelijk is of liften, proceskoeling, procesenergie en keukengebruik hier onderdeel van zijn, waarschijnlijk wel.
- Totaal = 3.366.000 kWh gem per jaar (elektra en gas in kWh) voor gebouwgebonden energie.
- Totaal = 5.610.700 kWh gem per jaar (elektra en gas in kWh).

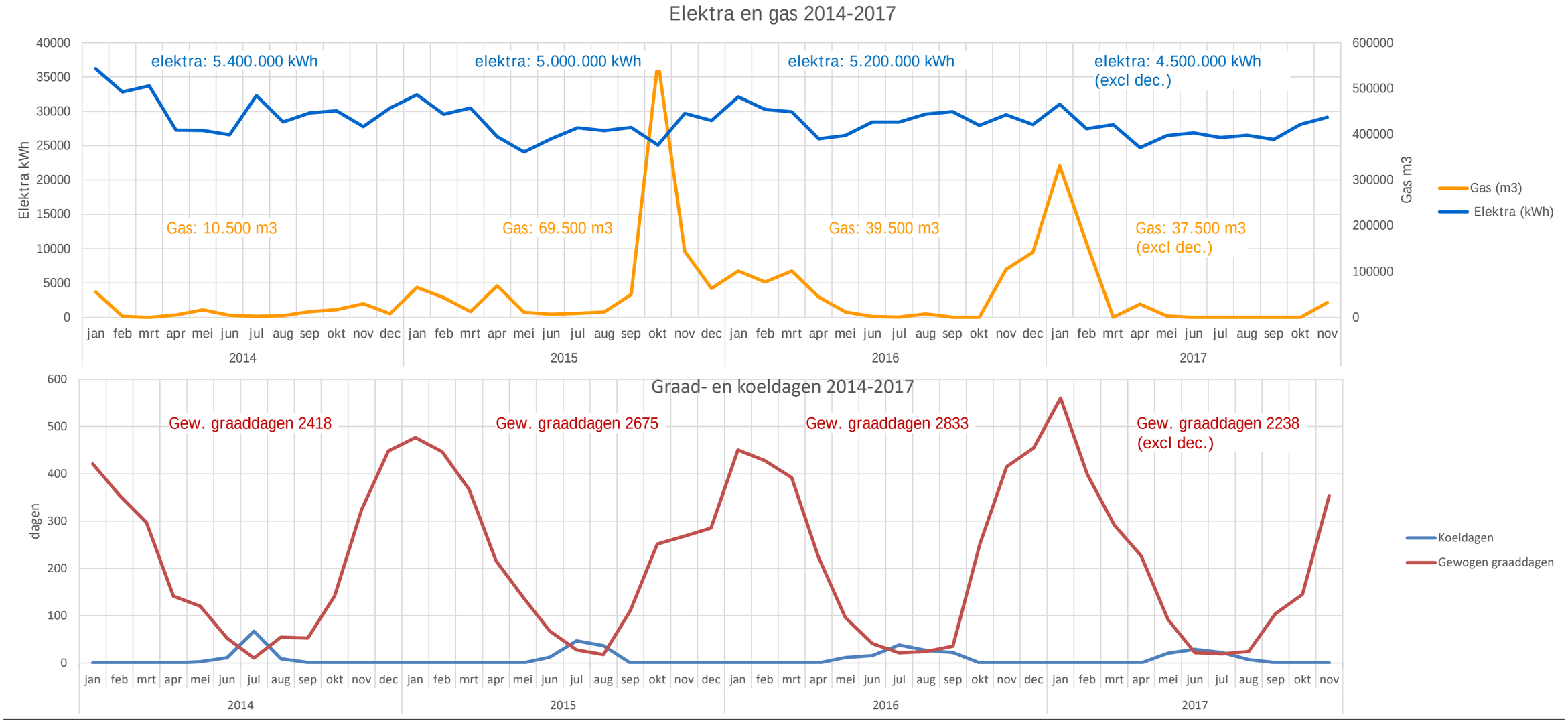
EPG berekening en vergelijking
De EPG berekening van de huidige situatie resulteert in:

- 3.210.000 kWh gebouwgebonden energie.

Dit is circa 156.000 kWh = 5% lager dan het werkelijke gebruik, wat o.a. te verklaren is door de langere bedrijfstijden van RWS t.o.v. de standaard gebruikstijden in de berekening. Daarnaast kan het energiegebruik voor de keuken en MER en SER ruimtes een rol spelen.







Maatregelen toelichting

V1.A WP met lagere T.aanvoer
Het verlagen van de aanvoertemperatuur (Taanvoer) van de warmtepompen (WP) om het rendement te verhogen. Het is de vraag of en in hoeverre dit gedurende een groot deel van jaar al gebeurt. Dit is afhankelijk van de stooklijn: op de warmte-opwekker en/of op de warmte-afnemers?

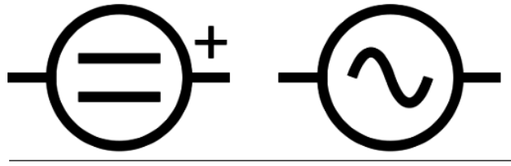
V1.A WP met lagere T.aanvoer en WP buitenlucht voor piek
Het vervangen van de gasketel door een warmtepomp op buitenlucht met hoge aanvoertemperatuur voor de piekverwarming is een mogelijkheid om gasloos te worden. Er zijn elektrische warmtepompen voor de utiliteit die hoge temperatuur kunnen leveren. Dit kan t.z.t. door een installateur/leverancier verder uitgezocht en uitgewerkt worden. De gasketel kan als back-up blijven staan indien nodig.

Zie de volgende pagina voor uitgebreide toelichting.

V2 WP water Rijnkanaal
Het vervangen van de gasketel door een warmtepomp met als bron het water van het Rijnkanaal. Dit heeft een beter rendement dan de buitenlucht, maar heeft enkele grote nadelen zoals:
- Grotere investering en exploitatie
- Vergunningstraject
- Vuilwater
- Effect op watermilieu

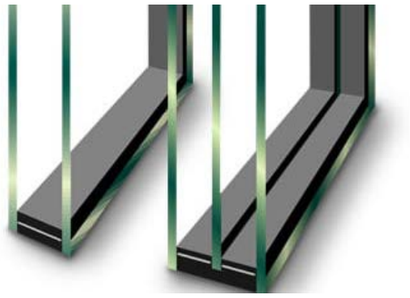
V3: ventilatoren en CO_2 regeling
De huidige ventilatoren hebben waarschijnlijk een V-snaar aandrijving met wisselstroom. In dat geval adviseren wij om gelijkstroomventilatoren te plaatsen met directe aandrijving. Eventueel met terugregeling, dan is er een dubbele besparing.

De huidige VAV units kunnen op CO_2 geregeld worden. Dit vereist wel de toevoeging van CO_2 sensoren in de ruimtes en aanpassing van de regeling.



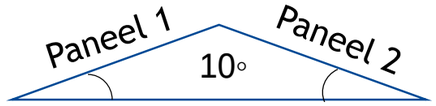
V4 pompregeling
Uit de werktuigbouwkundige installatietekening blijkt dat de pompen niet zijn voorzien van een pompregeling is. Hierdoor is het aandeel van de hulpenergie bij warmte en koude 23% van het totaal, dat is veel. Met pompregeling kan dit drastisch verlaagd worden. Nadeel is dat het vervangen van de pompen een grote investering is en het einde van de technische levensduur nog niet bereikt is (ca 15-20 jaar).

V5 triple glas
Het huidige ontwerp bevat dubbel glas met een Uw 1,8 en 1,55 W/m^2.K. Dit is relatief hoog voor de huidige maatstaven. Een groot deel van de warmte gaat verloren door de matige isolatie van beglazing. De dichte geveldelen zijn voldoende geïsoleerd. Het is daarom logisch om te onderzoek wat de energiebesparing door triple glas toe te passen. Dit is echter geen realistische maatregel, omdat de huidige beglazing pas 10 jaar oud is en het vervangen niet kosten efficiënt is.

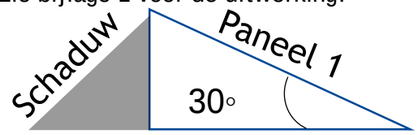


V6 LED verlichting 4 W/m^2
Het huidige geïnstalleerd vermogen van 12 W/m^2 is hoog voor de huidige maatstaven en heeft een groot aandeel van 35% in het totale energiegebruik van het gebouw. Door LED verlichting toe te passen met een laag basisniveau in o.a. de gangzones en een hoger niveau bij de werkplekken is een geïnstalleerd vermogen van 4 W/m^2 realistisch. Dit kan een reductie opleveren van circa 45% t.o.v. huidige verlichting.

V7 PV variant 1
Zie bijlage 1 voor de uitwerking.

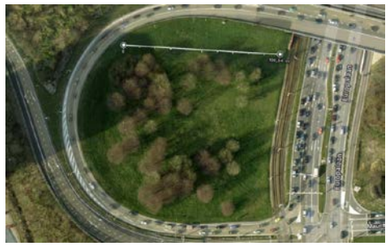


V8 PV variant 2
Zie bijlage 1 voor de uitwerking.



V9: PV gevel parkeergarage
Zie Bijlage 1 voor de uitwerking.

V10: PV oksel snelweg / zonneweide
Zie bijlage 1 voor de uitwerking.



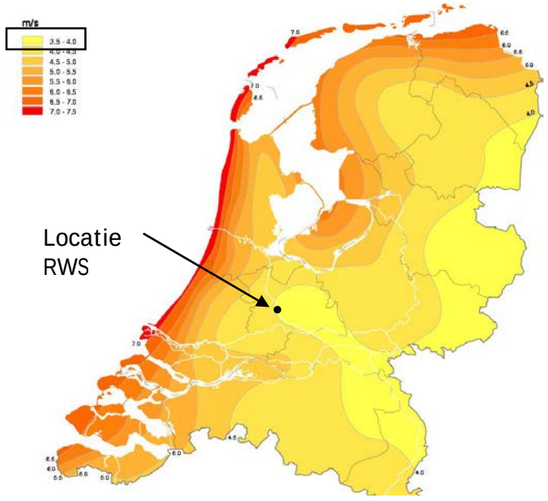
V11 wind Bronsema dak
15 diagonaal geplaatste VAWTs turbines en een spoilerdak. Bij een rotorhoogte van 5m is de jaarlijkse energie opbrengst 319.000 kWh.



V Powernest
Zie bijlage 2 voor de toelichting van het Powernset.

V12: wind middelgrote turbine 500 kW
1.000.000 kWh opwekking per jaar (cf. rekenexercitie RvB). De locatie is echter ongunstig voor een windturbine met een gemiddelde windsnelheid van 3,5 – 4,0 m/s.

Voorbeeld 500 kW turbine:
Type: DW 52 / DW 54 / DW 61
Nominal Power Output: 500kW
Cut-in wind speed: 3 m/s
Rated wind speed: 10 m/s



V13: warmtapwater reduceren
Wij adviseren om een deel van elektroboilers op de kantoorverdiepingen uit te schakelen. Warmtapwater is in een kantooromgeving geen noodzaak, maar er is wel veel energie voor nodig om de boilers constant op 65°C te houden.



Maatregelen

Warmte opwekking WKO + WP + gasketel

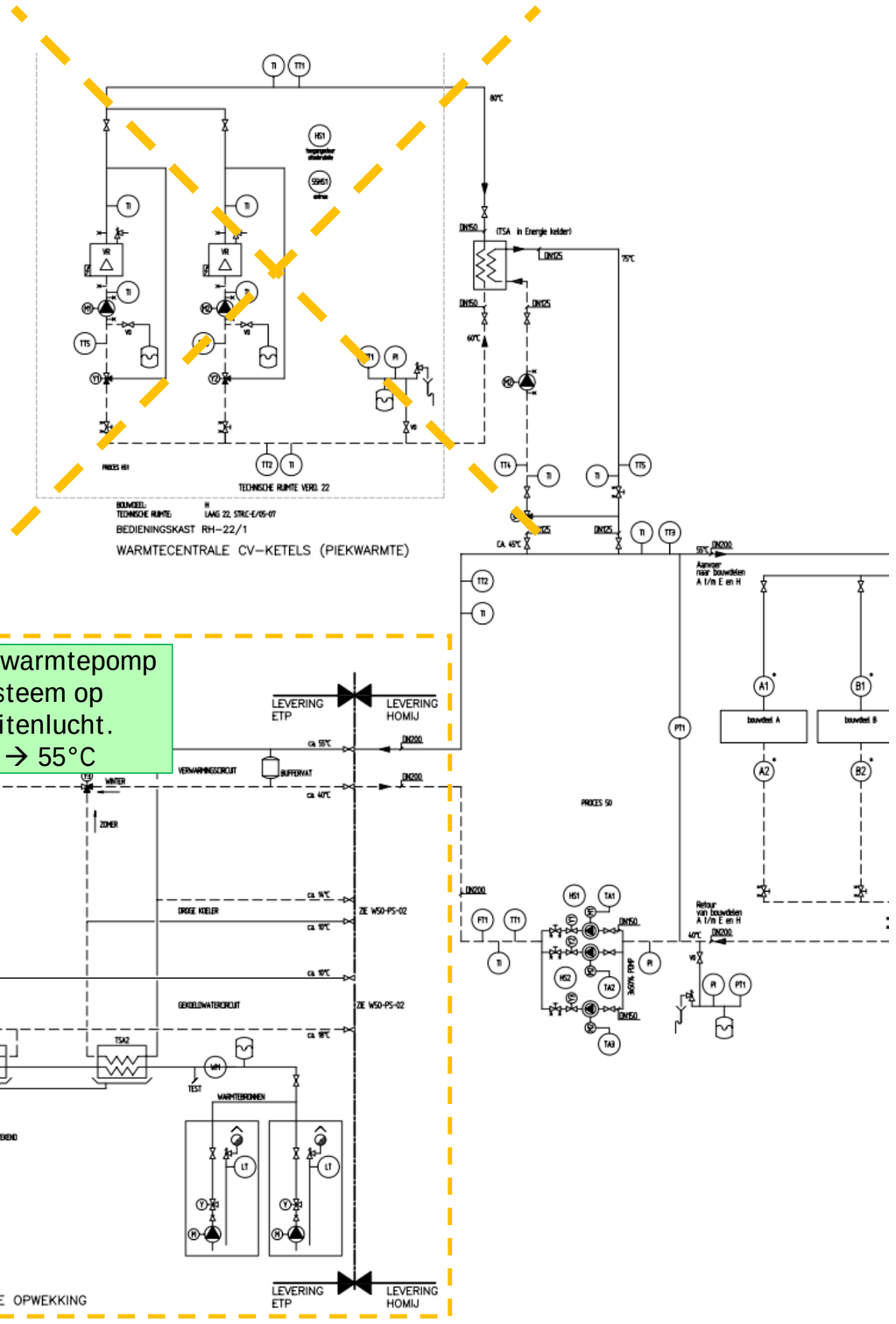
Voorstel:

1. Het verlagen van de aanvoertemperatuur van de huidige warmtepompen om het rendement te verhogen, T.Aanvoer tot 40 á 45°C. Het is de vraag of en in hoeverre dit met het huidige systeem gedurende een groot deel van jaar al gebeurt, dit is afhankelijk van de stooklijn (van de warmte-opwekker en/of warmte-afnemers). Afnemers met hoge temperatuur loskoppelen, dit zijn waarschijnlijk alleen de convectoren. De regeling staat mogelijk dicht bij de opwekking, waardoor dit betrekkelijk makkelijk en met beperkte middelen gerealiseerd kan worden. Verwarmings-batterijen in LBK's en VAV's op lagere temperatuur instellen. Er is vaak een overdimensionering, waardoor dit mogelijk is. Het alternatief is om de verwarmings-batterijen te vervangen.
2. Toevoegen van een tweede warmtepompsysteem (op buitenlucht) die het water van 40°C kan verwarmen naar een aanvoertemperatuur van 55°C. Deze warmtepomp is tevens de piekvoorziening en vervangt daarmee de gasketel. Er zal een groot opgesteld vermogen nodig zijn om de piek warmtevraag te voorzien. Er zijn elektrische warmtepompen voor de utiliteit die hoge temperatuur kunnen leveren. Dit kan t.z.t. door een installateur/leverancier verder uitgezocht en uitgewerkt worden.
3. De gasketel kan blijven staan voor de extreme pieken en als back-up voor de warmtepompen. In de toekomst bio gas of zonnegas mogelijk.

Is de stooklijn centraal geregeld voor de warmtepomp, of per afnemer? Advies DGMR: per afnemer.

Volumestroom en delta.T van warmwater gelijk houden.

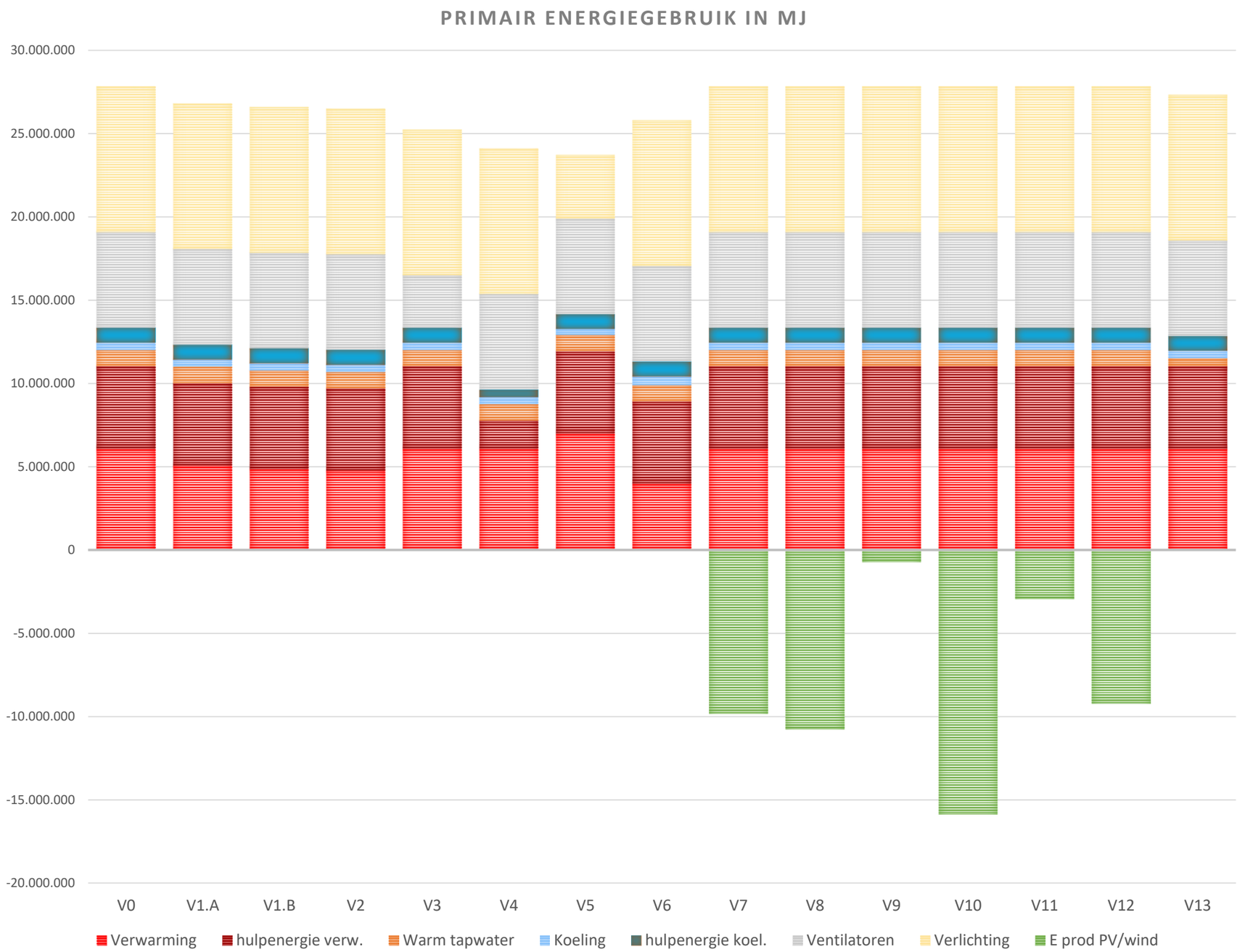
Deze variant kan bijv. door de installateur verder uitgewerkt worden o.b.v. praktijkcijfers en ervaringen van het gebouw en zo min mogelijke theoretische bepaling.



Maatregelen afzonderlijk

Varianten losse maatregelen:

- V0 huidig
- V1.A WP lagere T.aanvoer
- V1.B WP lagere T.aanvoer en WP buitenlucht
- V2 WP water Rijnkanaal
- V3 gelijkstroom ventilatoren
- V4 pompregeling
- V5 LED verlichting 4 W/m²
- V6 triple glas
- V7 PV variant 1
- V8 PV variant 2
- V9 PV parkeer gevel
- V10 PV oksel snelweg
- V11 wind Bronsema dak
- V12 wind middelgrote turbine
- V13 warmtapwater e.boiler



Combinatiepakket energieneutraal

Stapsgewijs naar energieneutraal

Wij doen onderstaande voorstellen van combinaties van maatregelen om stapsgewijs tot een energieneutraal gebouw te komen.

V0 Huidig

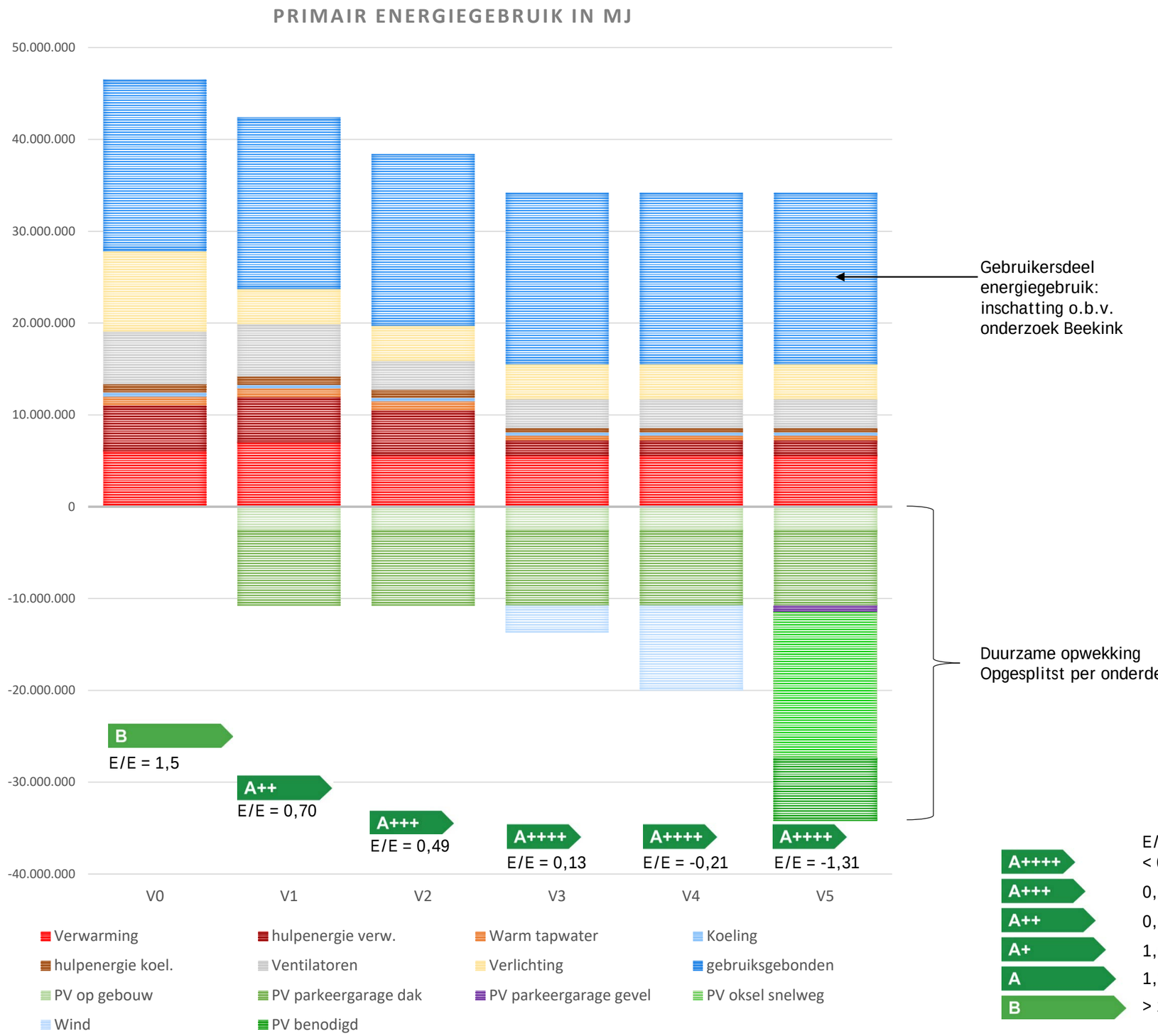
V1:
- V5 LED verlichting 4 W/m²
- V8 PV variant 2

V2:
- V1.B WP lagere T.aanvoer en WP buitenlucht
- V3 gelijkstroom ventilatoren
- V5 LED verlichting 4 W/m²
- V8 PV variant 2

V3:
- V1.B WP lagere T.aanvoer en WP buitenlucht
- V3 gelijkstroom ventilatoren
- V4 pompregeling
- V5 LED verlichting 4 W/m²
- V8 PV variant 2
- V11 wind Bronsema dak

V4:
- V1.B WP lagere T.aanvoer en WP buitenlucht
- V3 gelijkstroom ventilatoren
- V4 pompregeling
- V5 LED verlichting 4 W/m²
- V8 PV variant 2
- V12 wind middelgrote turbine

V5: **→ energieneutraal**
- V1.B WP lagere T.aanvoer en WP buitenlucht
- V3 gelijkstroom ventilatoren
- V4 pompregeling
- V5 LED verlichting 4 W/m²
- V8 PV variant 2
- V9 PV parkeer gevel
- V10 PV oksel snelweg
- VXX extra PV nodig: ca. 705.000 kWh/jr (niet primair). Ca. 780 kWp geïnstalleerd vermogen nodig.



Combinatiepakket energieneutraal

Energieneutraal

Stapsgewijs naar energieneutraal in getallen

In de tabel hiernaast zijn de stappen naar energieneutraal uit de grafiek op de vorige pagina in getallen weergegeven.

V0 Huidig

V1:
- V5 LED verlichting 4 W/m²
- V8 PV variant 2

V2:
- V1.B WP lagere T.aanvoer en WP buitenlucht
- V3 gelijkstroom ventilatoren
- V5 LED verlichting 4 W/m²
- V8 PV variant 2

V3:
- V1.B WP lagere T.aanvoer en WP buitenlucht
- V3 gelijkstroom ventilatoren
- V4 pompregeling
- V5 LED verlichting 4 W/m²
- V8 PV variant 2
- V11 wind Bronsema dak

V4:
- V1.B WP lagere T.aanvoer en WP buitenlucht
- V3 gelijkstroom ventilatoren
- V4 pompregeling
- V5 LED verlichting 4 W/m²
- V8 PV variant 2
- V12 wind middelgrote turbine

V5: → **energieneutraal**
- V1.B WP lagere T.aanvoer en WP buitenlucht
- V3 gelijkstroom ventilatoren
- V4 pompregeling
- V5 LED verlichting 4 W/m²
- V8 PV variant 2
- V9 PV parkeer gevel
- V10 PV oksel snelweg
- VXX extra PV nodig: ca. 735.000 kWh/jr (niet primair). Ca. 780 kWp geïnstalleerd vermogen nodig.

	V0	V1	V2	V3	V4	V5
Energiegebruik			**MJ primair**			
Verwarming	6.095.905	7.000.132	5.585.389	5.585.389	5.585.389	5.585.389
hulpenergie verwarming	4.937.392	4.937.816	4.935.561	1.680.222	1.680.222	1.680.222
Warm tapwater	982.050	982.050	982.050	491.025	491.025	491.025
Koeling	437.790	354.602	354.602	354.602	354.602	354.602
hulpenergie koeling	900.882	900.882	900.882	450.441	450.441	450.441
Ventilatoren	5.736.654	5.736.654	3.155.160	3.155.160	3.155.160	3.155.160
Verlichting	8.733.709	3.812.119	3.812.119	3.812.119	3.812.119	3.812.119
Totaal gebouwgebonden energie	27.824.382	23.724.255	19.725.762	15.528.958	15.528.958	15.528.958
Niet-gebouwgebonden energie (inschatting o.b.v. rapport Beekink)	18.614.956	18.614.956	18.614.956	18.614.956	18.614.956	18.614.956
Totaal energiegebruik:	**46.439.338**	**42.339.211**	**38.340.718**	**34.143.914**	**34.143.914**	**34.143.914**
Duurzame opwekking						
PV op gebouw	0	2.586.614	2.586.614	2.586.614	2.586.614	2.586.614
PV parkeergarage dak	0	8.178.987	8.178.987	8.178.987	8.178.987	8.178.987
PV parkeergarage gevel	0	0	0	0	0	725.948
PV oksel snelweg	0	0	0	0	0	15.877.833
Wind, 15 kleine turbines op dak hoogbouw	0	0	0	2.939.904	0	0
Wind, middelgrote turbine op terrein					9.216.000	
PV extra benodigd	0	0	0	0	0	6.774.532
Totaal opgewekte energie:	**0**	**10.765.601**	**10.765.601**	**13.705.505**	**19.981.601**	**34.143.914**
Resulterend energiegebruik op jaarbasis:	**46.439.338**	**31.573.610**	**27.575.117**	**20.438.409**	**14.162.313**	**0**
	B	A++	A+++	A++++	A++++	A++++
	E/E = 1,5	E/E = 0,70	E/E = 0,49	E/E = 0,13	E/E = -0,21	E/E = -1,31

Conclusies

Aandachtspunten

Windturbine
De haalbaarheid van een windmolen op deze locatie is twijfelachtig. Vanwege de lage gemiddelde windsnelheid lijkt de locatie niet geschikt. Dit is een aandachtspunt, wellicht zijn er windmolens die geschikt zijn voor lage windsnelheden waardoor het wel toegepast kan worden. Dit kan door een leverancier of specialist onderzocht worden.

PV
Uitgezocht moet worden of de constructies van het gebouw en de parkeergarage geschikt zijn voor de extra belasting van de PV met ballast. Er zijn mogelijkheden om ballast te beperken.

Daarnaast raden wij aan om bij een gespecialiseerd bedrijf een opgave op te vragen van de maximale benutting van het dakoppervlak voor PV.

Wij hebben gerekend met een hoog rendement per PV paneel van 330 Wp. Deze zijn momenteel al op de markt.

Gebruikersenergie
Het aandeel gebruikersenergie is zeer globaal meegenomen op basis van het werkelijke energiegebruik. Voor de berekeningen naar energieneutraal gaan we ervan uit dat het gebruikersenergie met minimaal 20% wordt gereduceerd. Dit is mogelijk door o.a. de volgende punten te verbeteren:
- ICT-voorzieningen (laptops, MER/SER)
- Keukenapparatuur
- (Koffie)automaten
- Liften

Openstaande punten

1. In kaart brengen wat in de meerjarenonderhoudsplanning (MJOP) is aangehouden voor levensduur van de warmtepompen, de gasketels en de circulatiepompen. Dit is van belang voor de financiële gevolgen van het vervroegd vervangen van installaties.

2. Rapport Beekink. Hierin staat: “Momenteel (2015) is het onderzoek gaande om de WKO-installatie te optimaliseren.
De optimalisatie van de WKO heeft invloed op de Verwarming en Koeling van het gebouw en valt onder het soort Energiezorg. Dit onderzoek dient in 2015 afgerond te zijn.” Het is nog niet bekend wat dit onderzoek opgeleverd heeft.

Advies

Aanpakken van grootverbruikers en inefficiënte installaties:
- Verlichting vervangen door slim uitgelegde LED verlichting 4 W/m^2.
- Lagere aanvoertemperatuur instellen. Afhankelijk van de afnemers kan dit misschien met beperkte maatregelen al gerealiseerd worden.
- Toevoegen van een tweede warmtepompsysteem (op buitenlucht) die het water van 40°C kan verwarmen naar een aanvoertemperatuur van 55°C.
- Circulatiepompen nu of op termijn vervangen door pompen met pompregeling
- Ventilatoren nu of op termijn vervangen door gelijkstroomventilatoren.

Daarnaast moet geïnvesteerd in duurzame energie opwekking:
- PV op de daken en
- PV op de parkeergarage
- PV op de gevel van de parkeergarage
- PV oksel snelweg
- Extra PV elders
- Of Windturbine VWT’s op de hoogbouw of
- Een windturbine middelgroot

Vervolg

De volgende maatregelen kunnen afzonderlijk van elkaar en direct worden uitgevoerd/opgepakt:
- Bij leverancier PV een voorstel opvragen voor maximaal mogelijke opbrengst. Bijv. BINK Solar.
- Bij een constructeur navragen of PV mogelijk is op het gebouw zelf + op de parkeergarage.
- Gemeente consulteren over PV op parkeergarage en oksel snelweg.
- Architect consulteren.
- Bij huisinstallateur voorstel opvragen voor aanpassen WKO-installatie (3 varianten: lagere aanvoertemperatuur, WP buitenlucht toevoegen of oppervlaktewater als bron gebruiken).
- Bij huisinstallateur vragen hoeveel en welk type circulatiepompen er zijn + vervangingsvoorstel (vervanging overlast gevend?).
- Bij huisinstallateur vragen welk type ventilatoren er zijn + vervangingsvoorstel.
- Bij huisinstallateur vragen of CO^2-regeling op ventilatie mogelijk is.
- Verbetermaatregelen integreren in het masterplan (vervangen verlichting tijdens verbouwing meenemen).
- Aan huisinstallateur vragen om een deel van de elektro boilers uit te schakelen. Dit kan direct en zonder overlast.
- Bij een leverancier van windmolens navraag doen over geschiktheid van de locatie voor een middelgrote windturbine.

BIJLAGE 1: Bezonning en PV



BIJLAGE 1: Bezonning en PV | maart & juni

Algemene informatie

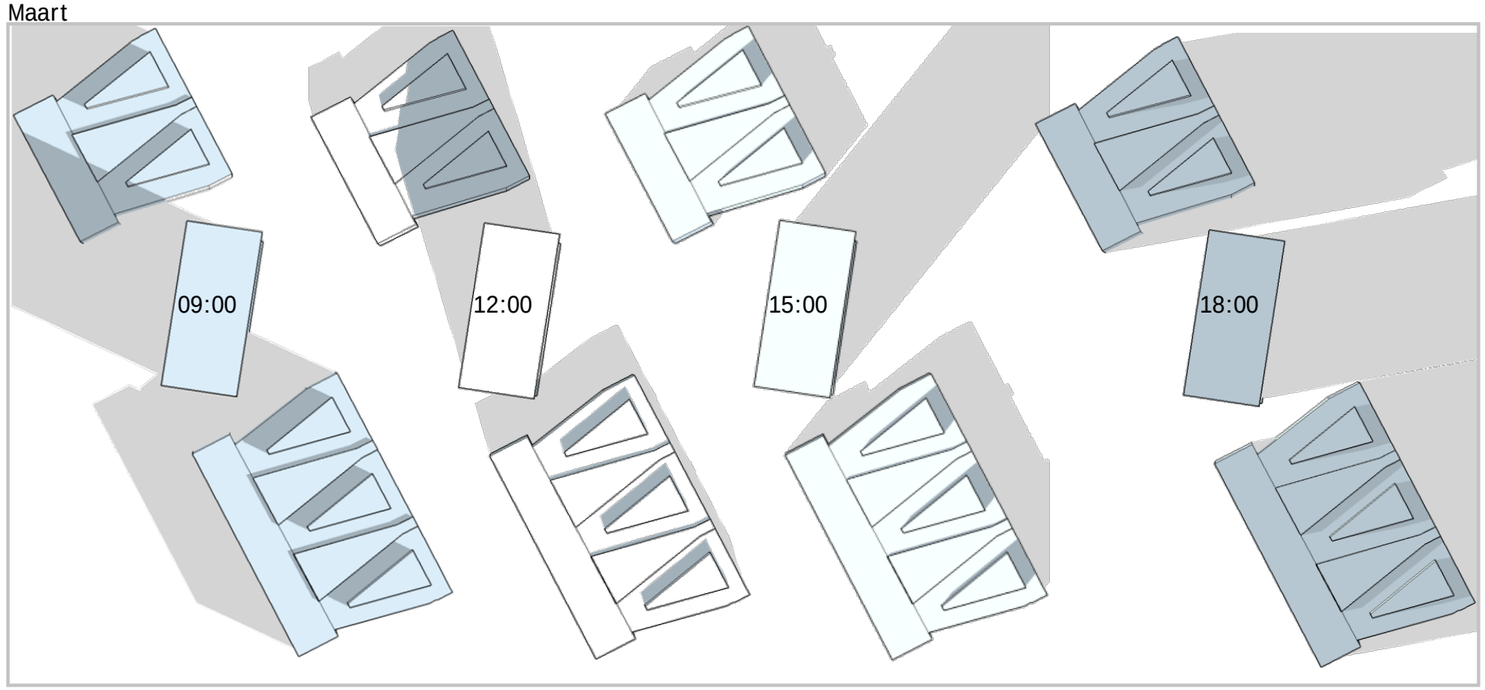
Op 21 maart, 21 juni & 21 september 2018 zijn de simulaties van de bezonning uitgevoerd.
Met behulp van de simulaties kan worden onderzocht op welke plaatsen en in welke richting de pv-panelen het best georiënteerd kunnen worden.

Constatering
In de maand maart staat de zon laag en dat zorgt voor een groot schaduw oppervlak in de middagen, achter de toren. Van die toren is in de maand juni rond dezelfde tijd weinig belemmering te zien.

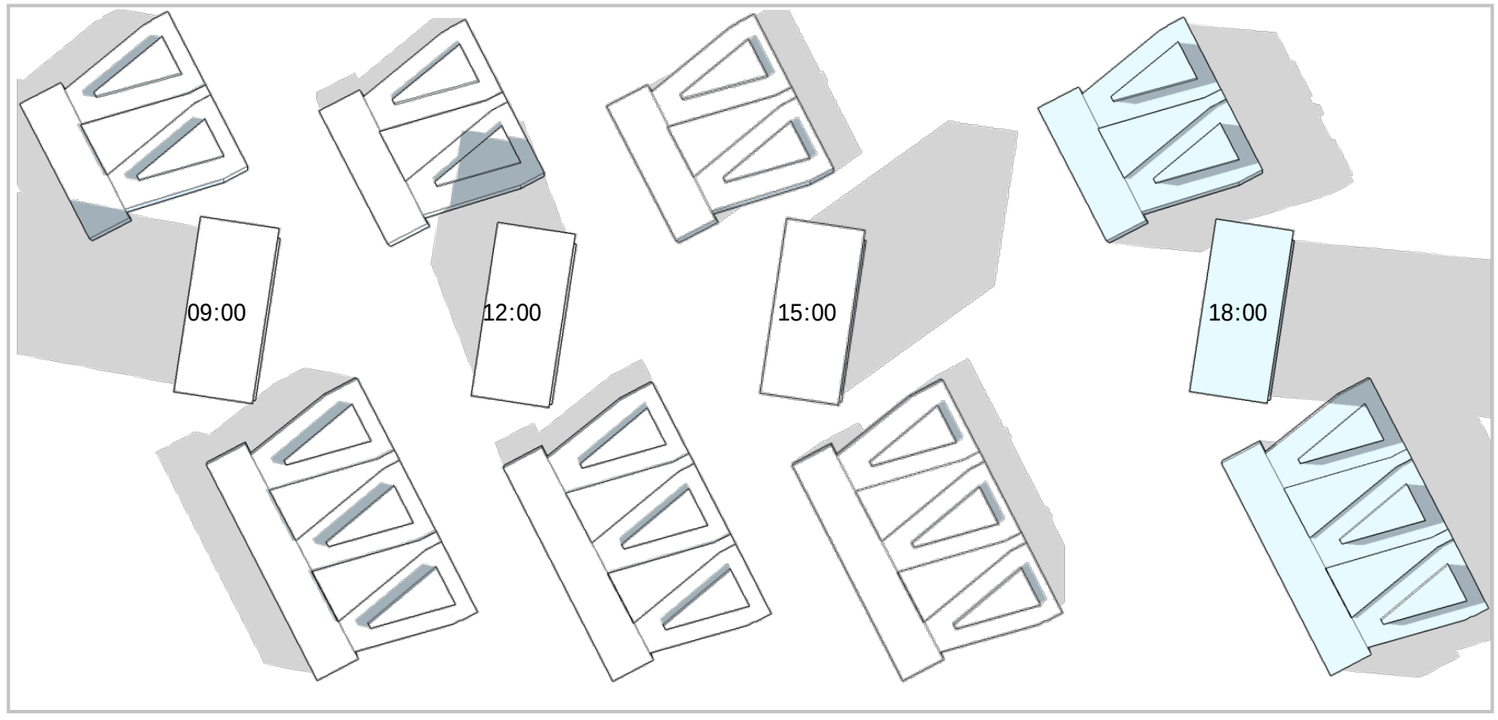
In zuidwest- en noordoostelijke richting bevindt zich in de maand maart achter het driehoekige oppervlak schaduw. In de maand juni is diezelfde schaduw nauwelijks aanwezig.

Conclusie
Wij concluderen dat alle dakoppervlakken geschikt zijn voor PV panelen. De dakvlakken die ten noorden van een hoger bouwdeel liggen, hebben het grootste deel van de middag geen last van schaduw.

Maart



Juni

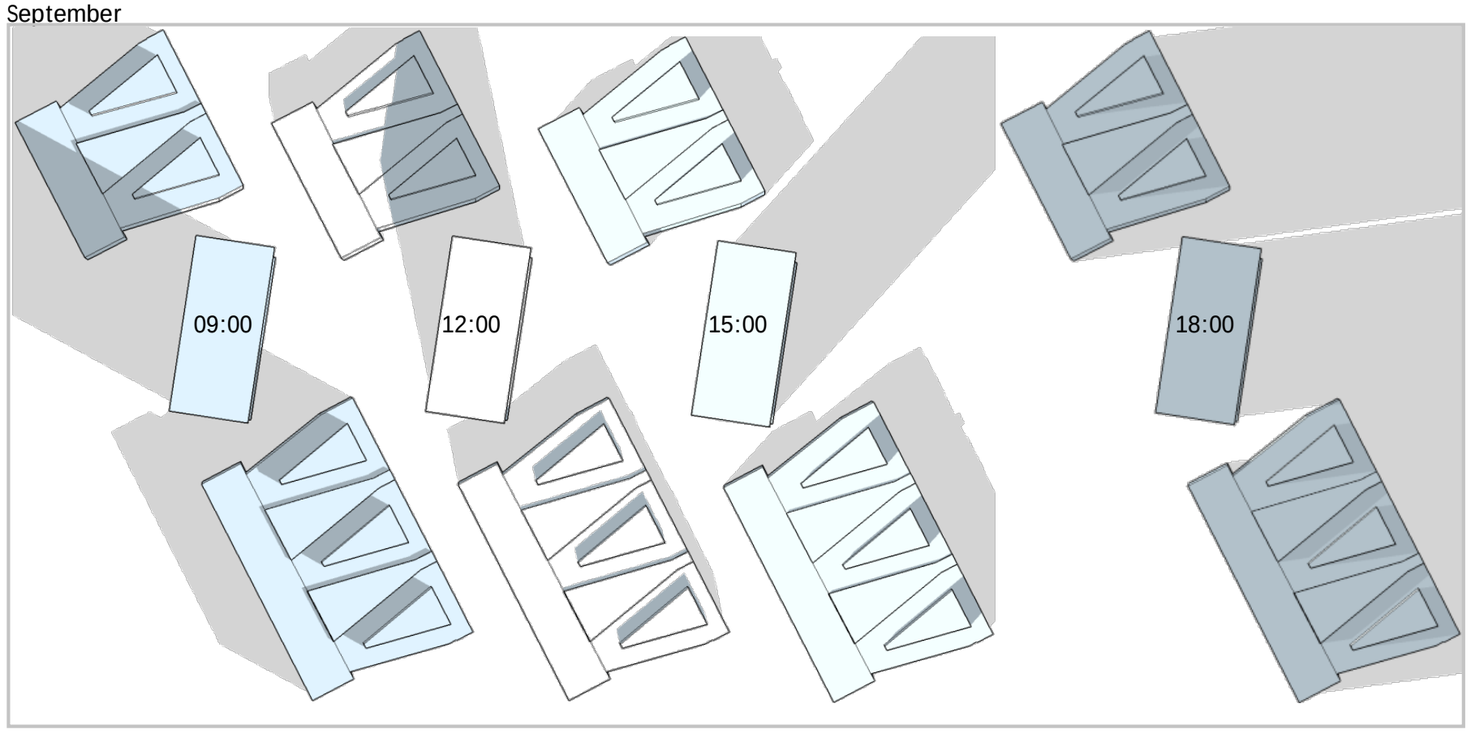


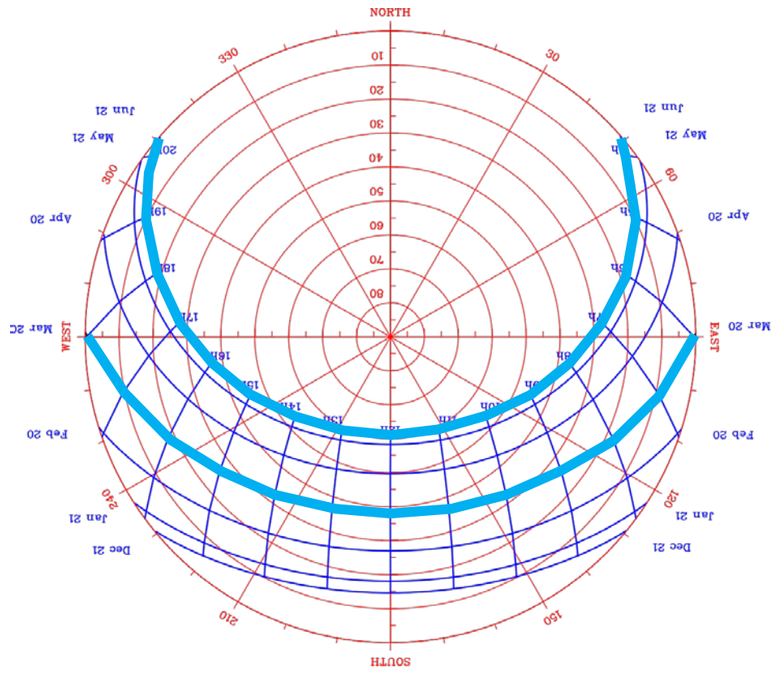
BIJLAGE 1: Bezonning en PV | september

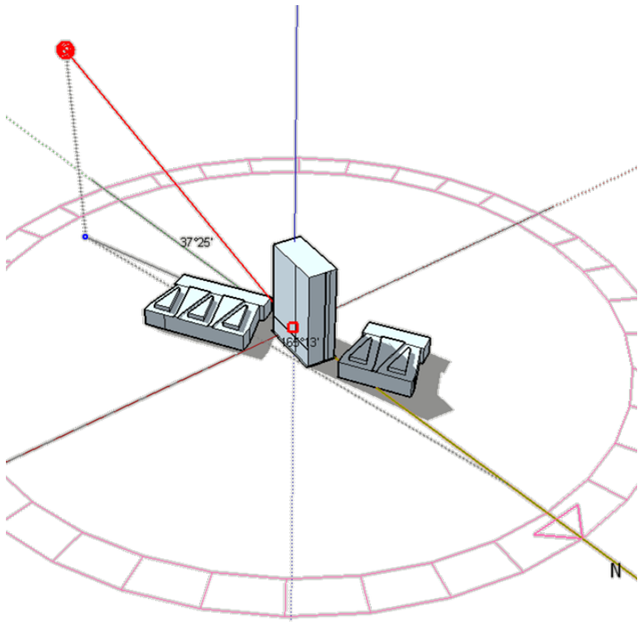
Constatering

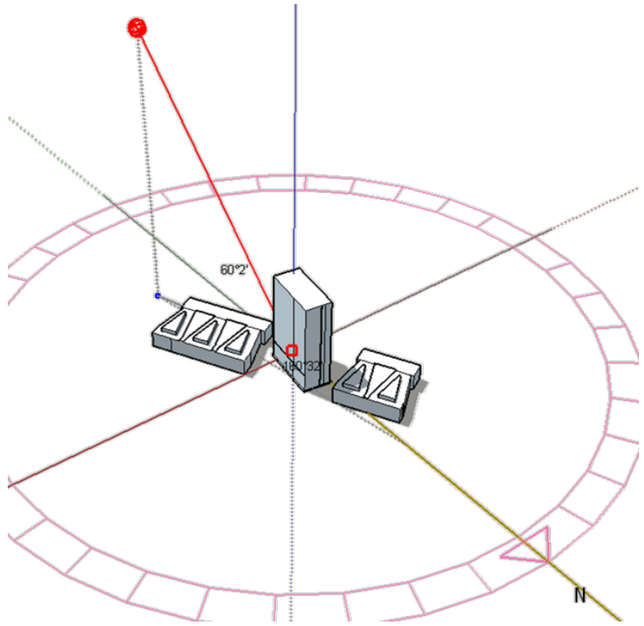
De maand september heeft vrijwel dezelfde zonnestand als in maart.

September









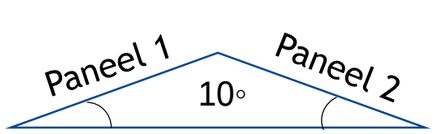
BIJLAGE 1: PV | varianten

Opdrachtgever/ projectnaam



Variant 1

Bij deze variant worden de pv-panelen in een hoek van 10 graden geplaats. Er hoeft geen rekening te worden gehouden met schaduw, zie *vooraanzicht, variant 2.* hierdoor kunnen er meer pv-panelen worden geplaatst op het dakvlak.

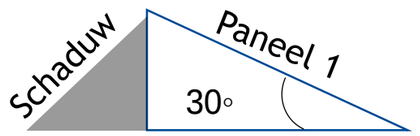


Vooraanzicht variant 1



Variant 2

Deze variant heeft een hoek van 30 graden.

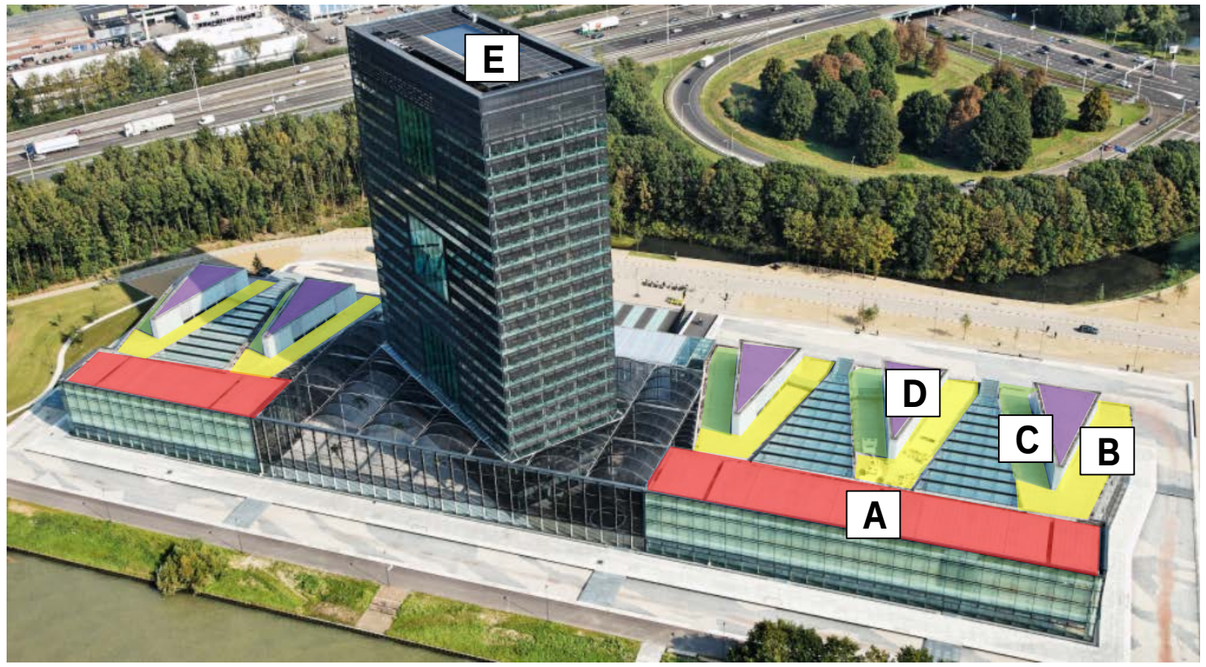


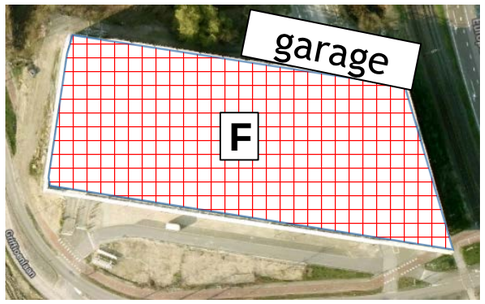
Vooraanzicht variant 2

BIJLAGE 1: PV | Oriëntatie en aantal

Aantal pv panelen

205 Wp per m^2
330 Wp per paneel





Variant	Notatie	Aantal pv	m2	Orientatie	Schaduw
[1] hoek 10 ◦	A	848	1375	ZO & NW	Geen
	B	107	173	Z & N	Geen
	C	81	131	ZO & NW	Gemiddeld
	D	59	96	Z & N	Geen
	E	48	78	ZO & NW	Geen
	F	2911	4720	O & W	Geen
	Totaal aantal pv	4054			
	Oppervlak per PV paneel		1,62	m^2	
	Totaal oppervlak		6573	m^2	

Variant	Daktype	Aantal pv	m2	Oriëntatie	Schaduw
[2] hoek 30 ◦	A [rood]	675	1093	ZW	Geen
	B [geel]	106		Z	Geen
	C [groen]	77		ZO	Gemiddeld
	D [paars]	61		Z	Geen
	E [blauw]	48		ZW	Geen
	F [arcering]	2810	4553	Z	Geen
	Totaal aantal pv	3777			
	Oppervlak per PV paneel		1,62	m^2	
	Totaal oppervlak		6118		

BIJLAGE 1: PV | Oriëntatie en aantal

PV op de gevel

Voor de Zuidgevel van de parkeergarage zien wij mogelijkheden om de borstwering van PV panelen te voorzien. Dit vergroot de duurzame energie opbrengst en zorgt voor zichtbaarheid van de verduurzaming. De afbeelding toont een schematische weergave van de PV panelen op de borstwering.

Het aandachtspunt is de natuurlijke ventilatie van de parkeergarage en de constructieve mogelijkheden.

Hoeveelheid PV Zuidgevel
De Zuidgevel is qua opbrengst geschikt voor PV. Wij stellen voor om de panelen in landscape positie te plaatsen op de betonnen borstweringselementen. De gevel blijft daardoor waarschijnlijk voldoende open voor natuurlijke ventilatie.

De Zuidgevel is circa 125 meter lang.
Vier verdiepingen kunnen over de hele lengte voorzien worden en één verdieping voor circa de helft. Totaal kunnen er op deze delen circa 340 panelen geplaatst worden.

Alleen de Zuidgevel heeft voldoende opbrengst potentieel, een PV-paneel op een zuidgevel levert nog 70% van de maximale opbrengst, zie volgende pagina. Op de Oost- en Westgevel is de opbrengst nog maar 50/55%.

Zie de volgende pagina voor het effect van de oriëntatie en helling op de opbrengst.



Zuidgevel parkeergarage (Google streetview) met een schematische projectie van de PV.

BIJLAGE 1: PV | algemene info opbrengst

PV opbrengst dak en gevel

Opbrengsten dak

Oriëntatie: zuid
Hellingshoek: 36°
Max. opbrengst = 100%

Oriëntatie: zuidwest
Hellingshoek: 36°
Opbrengst = 95%

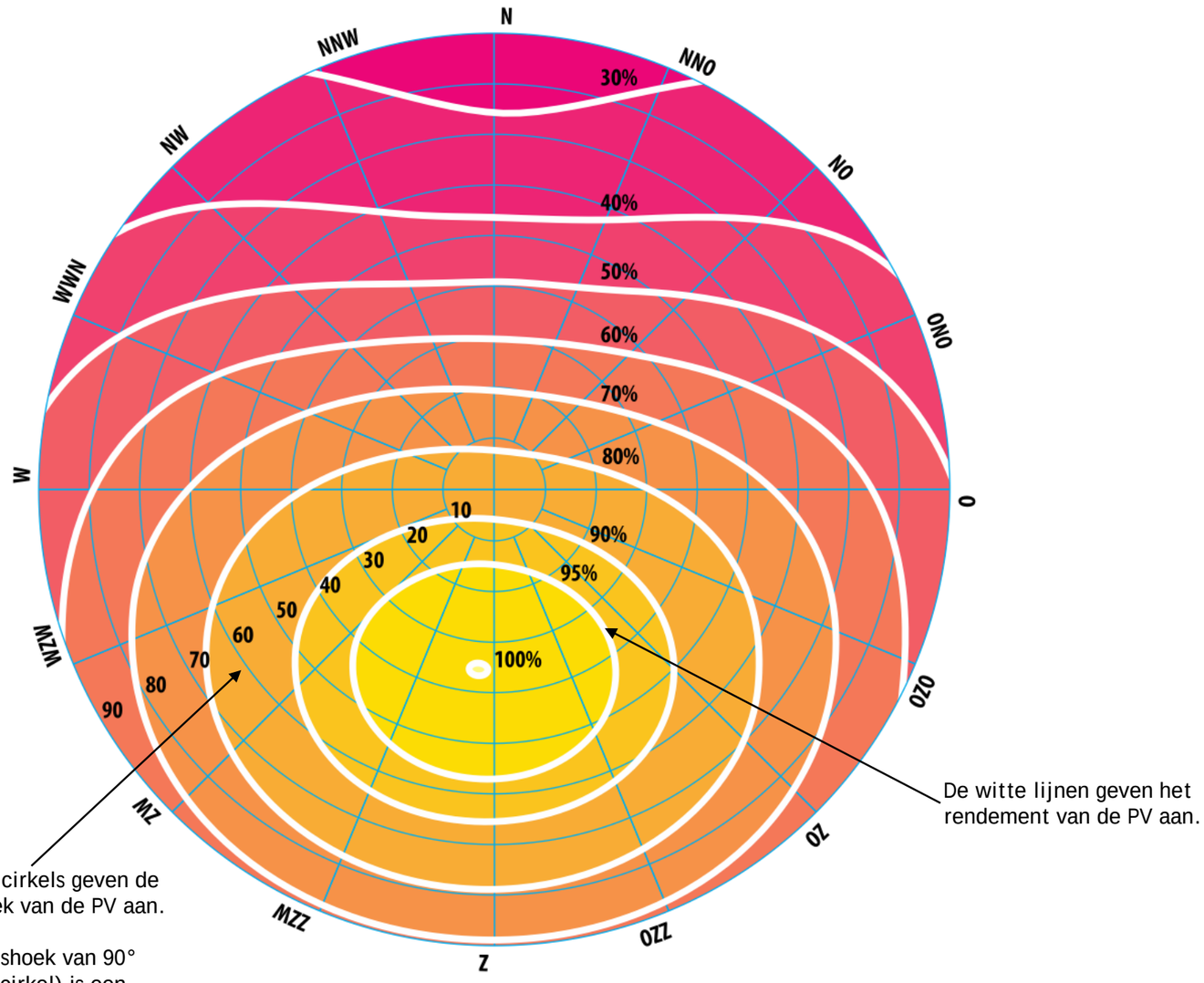
Oriëntatie: zuidoost
Hellingshoek: 36°
Opbrengst = 93%

Opbrengsten gevel

Oriëntatie: zuid
Hellingshoek: 90°
Opbrengst = 70%

Oriëntatie: west
Hellingshoek: 90°
Opbrengst = 55%

Oriëntatie: oost
Hellingshoek: 90°
Opbrengst = 50%



BIJLAGE 1: PV | Oriëntatie en aantal

PV oksel snelweg

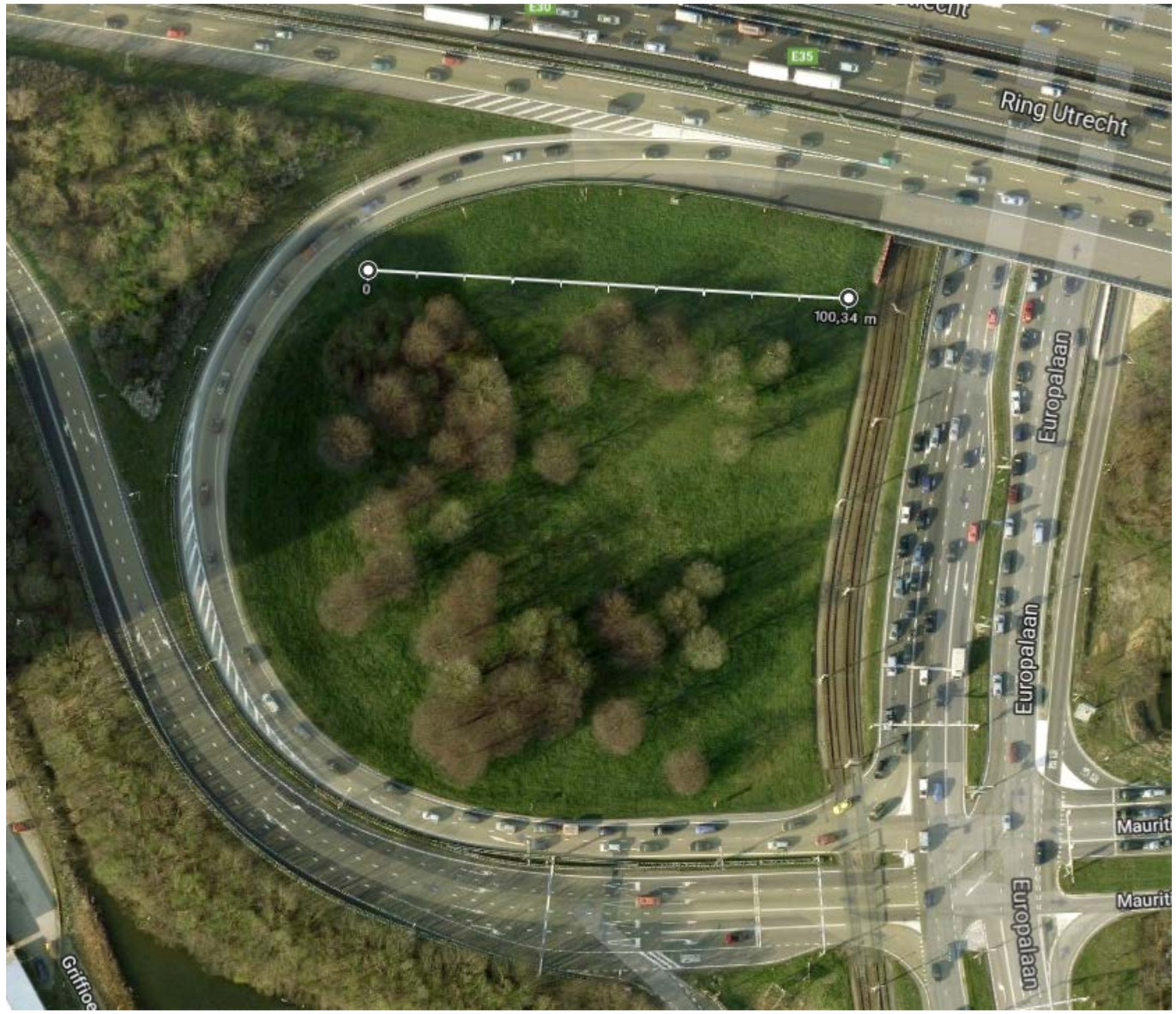
De oksel heeft een afmeting van circa 100 x 100 meter. Dit kan theoretisch volledig belegd worden met zonnepanalen, het wordt dan een zogenaamde zonneweide of zonnefarm.

Er kan gekozen worden voor een Zuid of Oost/West oriëntatie. In de berekening zijn wij uitgegaan van een Zuid oriëntatie met een hellingshoek van 30°.

Met deze uitgangspunten komen wij op circa 5400 panelen en met 335 Wp per paneel een totaal geproduceerde elektriciteit van 1.736.000 kWh per jaar.

Aandachtspunten bij het plaatsen van PV in de oksel:

- Beveiliging.
- Beschaduwing van bomen.
- Er zal een draagconstructie gemaakt moeten worden.
- Zorgvuldig kiezen van het type groen onder de panelen.

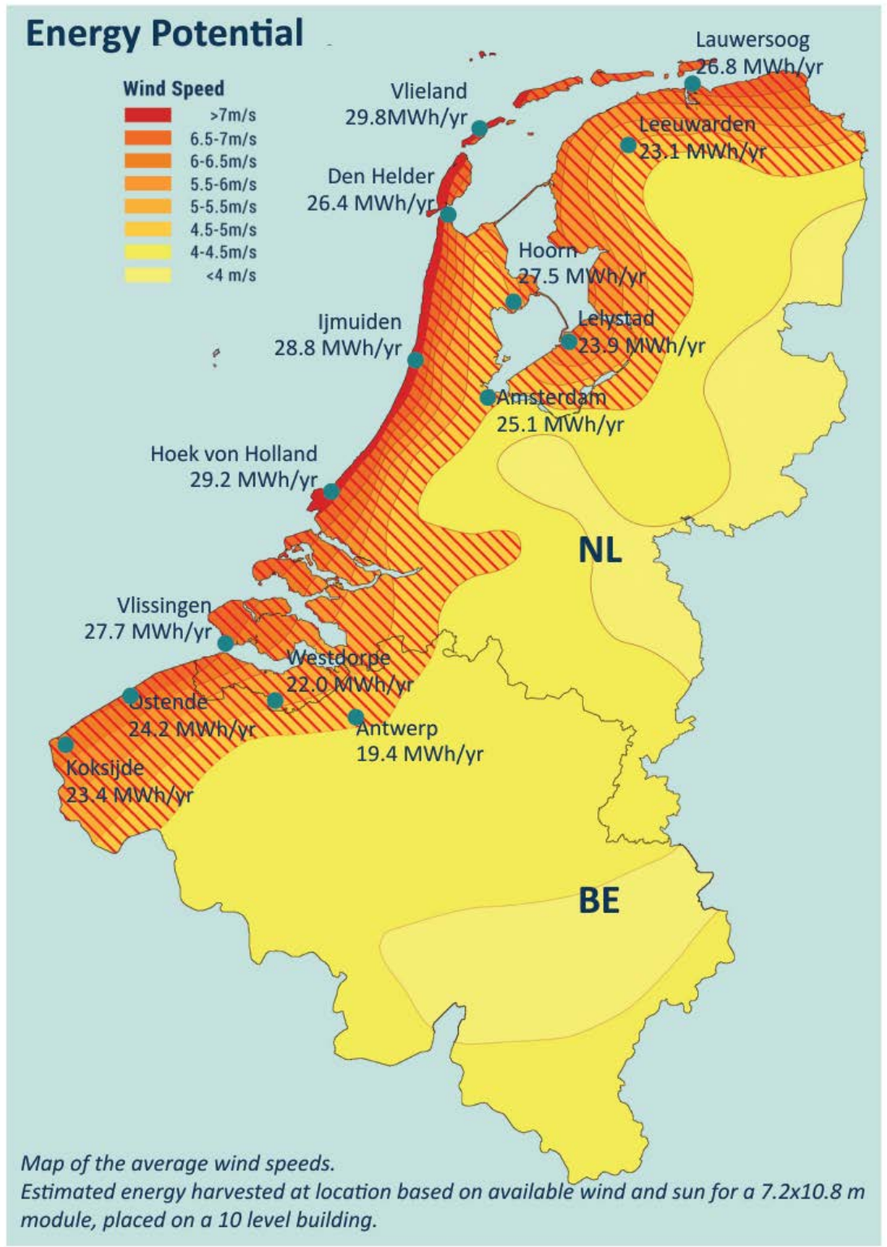


Oksel snelweg (Google maps)

BIJLAGE 2: Powernest energie opwekking

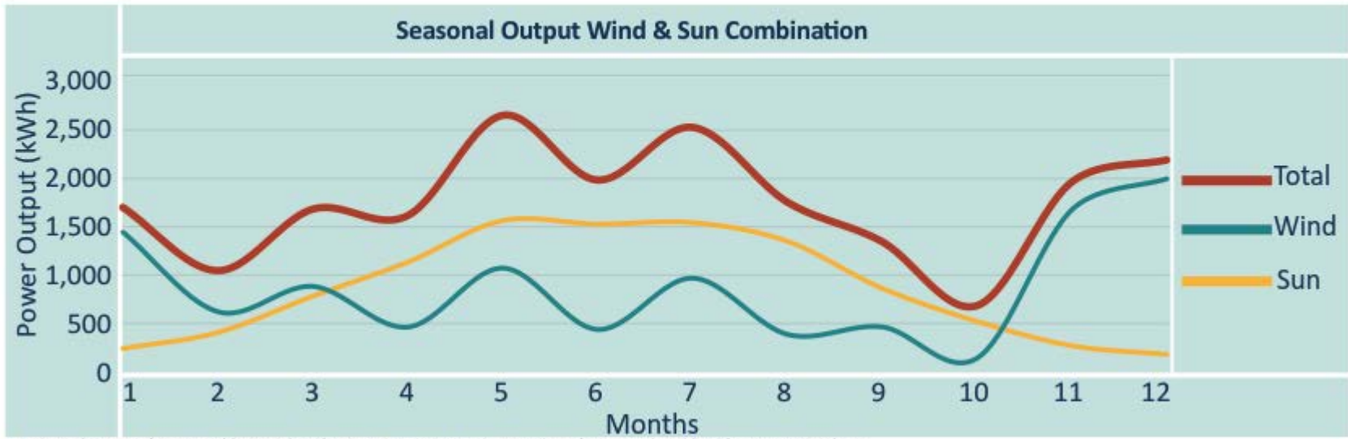
Powernest

Duurzame energie opwekking d.m.v. zon en wind.



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.





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

BIJLAGE 3: innovatieve duurzame opwekking



1. Energie turbines

Enkele varianten van waterturbines zijn in ontwikkeling. De ‘’Waterrotor’’ is er één die geschikt is op plaatsen met lage stromingen (kanalen).

1.
Waterrotor is ontwikkeld voor het opwekken van energie uit water met lage stroomsnelheden. Wanneer de ‘Waterrotor’ volledig is ondergedompeld (in water) kan hij bij stromingen van slechts 2 mph (3 km/h) energie opwekken (2018, http://waterotor .com/#the-problem).

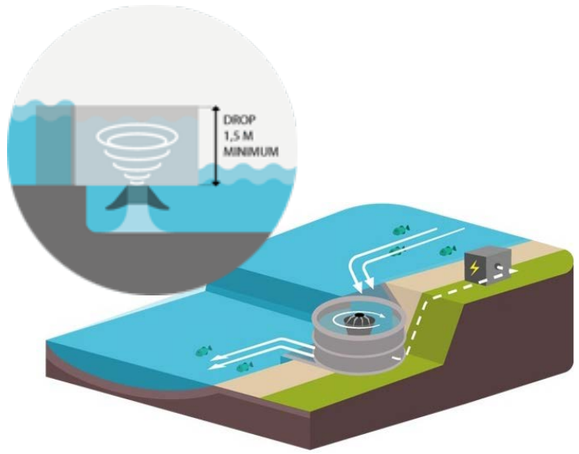
Praktijkresultaten van dit systeem zijn nog niet bekend.

Achtergrondinformatie:
Product: Waterotor
Filmpje: Waterturbine

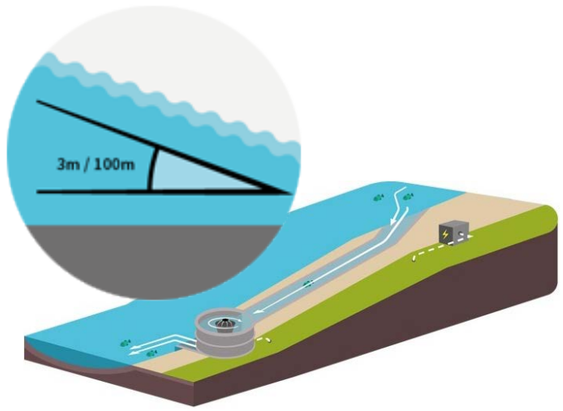


Kanaal gelegen aan Westraven (Google Maps)

2. Kanaal/rivier met hoogteverschil

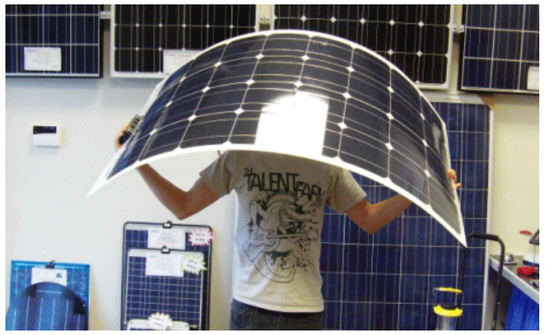


3. Kanaal/rivier met geleidelijk hoogteverschil



Systeem 2&3 zijn voor Westraven niet interessant, maar zijn wellicht interessant voor andere locaties van Rijkswaterstaat, in rivieren en kanalen, die voldoen aan de specificaties.

Achtergrondinformatie:
Product: Turbulent



3. Flexibele zonnepanelen

De flexibele panelen kunnen worden geplaatst op een oppervlak dat 25% gewelfd is, maar zijn niet ontworpen om continu heen en weer te buigen.

Het product kan voor Westraven interessant zijn voor het bekleden van de panelen van de zuidgevel van de laagbouw. En misschien voor toepassing op het doek op de lagere verdiepingen.

Het product wordt al op de markt aangeboden en is in het buitenland al toegepast in projecten.

Achtergrondinformatie:
Product: hyetsolar & kameleonsolar

4. Façade zonnepanelen



Steeds meer fabrikanten houden zich bezig met deze geïntegreerde ontwikkeling van energie opwekking en vormgeving.

In Nederland is ZigZagSolar bezig met eenzelfde ontwikkeling, zij geven aan dat het plaatsen van deze panelen een hoger rendement geeft dan panelen op het dak.

Achtergrondinformatie:
Product: ZigZagSolar, kameleonsolar & 3D Facade (Peter van Dommele)



2. Witte of gekleurde zonnepanelen

De panelen zijn ontwikkeld omdat véél architecten er vraag naar hebben. Architecten vinden zwarte/blauwe pv panelen vaak lastig in het gebouwontwerp te integreren. Een wit of gekleurd paneel is beter te integreren.

Witte en gekleurde pv panelen hebben wel een lager rendement dan de gebruikelijke pv panelen: ze leveren 80-150 Wp per m². Uit esthetisch oogpunt kan dit voor Westraven toch interessant zijn. Bijvoorbeeld bij gevelelementen aan de zuidgevel. Op de afbeelding hieronder een voorbeeld.

Achtergrondinformatie:
Product: Kameleonsolar & CSEM
Filmpje: CSEM



Kameleonsolar (Google afbeelding)