

Provincie Utrecht

Energiescan Huis voor de Provincie



Colofon

Project	Provincie Utrecht
Titel	Energiescan Huis voor de Provincie
Datum	25-1-2021
Onze referentie	DU20725-RP-001
Versie	4.0
Status	Definitief
Auteur	Andrei Fedorovski
Gecontroleerd door	Ramses Blauw
ISO documentnummer	ISO-04-09.03
Contactgegevens	DVTadvies BV Savannahweg 25b 3542 AW Utrecht  +31 (0)30 - 223 86 90  info@dvtadvies.nl  www.dvtadvies.nl

©2021 DVTadvies B.V. Dit document is opgesteld onder verantwoordelijkheid van de auteur. Wijziging, aanvulling, of publicatie van dit document alsmede het gebruik voor een ander dan het beschreven project is zonder uitdrukkelijke toestemming van de auteur niet toegestaan.

Managementsamenvatting

Aanleiding van de opdracht

De aanleiding van de opdracht is dat de Provincie Utrecht in 2035 al het provinciaal vastgoed energieneutraal wil hebben. Dit draagt bij aan het lange termijn doel, namelijk om in 2040 als organisatie energieneutraal te zijn. Met energieneutraal wordt bedoeld dat het (gebouw gebonden) energiegebruik na de aftrek van eigen opgewekte hernieuwbare energie nul is. Om deze doelstelling te behalen zijn er bij de volgende zes gebouwen van het provinciaal vastgoed energiescans uitgevoerd, namelijk:

1. Archimedeslaan 6, Utrecht (Huis voor de Provincie)
2. Pausdam 10 & Kromme nieuwegracht 49, Utrecht (Paushuizen)
3. Molensteijn 18, De Meern (Steunpunt De Meern)
4. Zandbergenlaan 4, Huis ter Heide (Steunpunt Huis ter Heide)
5. Ocrieteiland 2, Baarn (Botenloods beheer vaarwegen)
6. Remiseweg 1, Nieuwegein (Tramremise OV)

In dit rapport wordt de energiescan voor gebouw nummer één, *Huis voor de Provincie, gelegen aan de Archimedeslaan 6, te Utrecht* weergegeven.

Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is tweedelig: (1) een energiescan om het totale (fossiele) energiegebruik van een betreffend gebouw zo nauwkeurig mogelijk in kaart te brengen; en (2) inzicht te geven in de maatregelen die uitgevoerd kunnen worden om zo het energiegebruik zo veel mogelijk terug te dringen door middel van besparing, hergebruik en/of eigen energieopwekking uit hernieuwbare bronnen.

Resultaten en aanbevelingen

De huidige kenmerken voor het gebouw Paushuizen zijn als volgt:

- | | | |
|----------------------------------|---|---|
| • Bouwjaar | : | 1992 (bron: Van Mourik Vermeulen Architecten) |
| • Gehuisvest sinds | : | 2012 (voormalig hoofdkantoor van Fortis bank) |
| • Bruto vloeroppervlak (BVO) | : | 53.953 m ² (bron: NEN 2580 meetcertificaat) |
| • Gebruiksoppervlak (GO) | : | 29.096 m ² (oppervlakte van BG, 1 ^e stage laag- & hoogbouw) |
| • Oppervlak parkeerkelders | : | 18.270 m ² BVO (oppervlakte van ondergrondse parkeerkelders) |
| • Bedrijfstijden | : | 7.00 - 20.00 (vergaderzalen op de 1 ^e & BG tot 22.00 te boeken) |
| • Elektriciteitsverbruik 2019 | : | 4.326.267 kWh/jaar (= 149 kWh/m ² GO) |
| • Warmtegebruik 2019 | : | 10.170,0 GJ/jaar (= 0.35 GJ /m ² GO = 97 kWh/m ²) |
| • CO ₂ -uitstoot 2019 | : | 305.100 kg/jaar (= 10 kg /m ²) |
| • Indicator energiegebruik | : | 246 kWh/m ² .jaar (peiljaar 2018-2019) Zie toelichting H.1.3.4. |

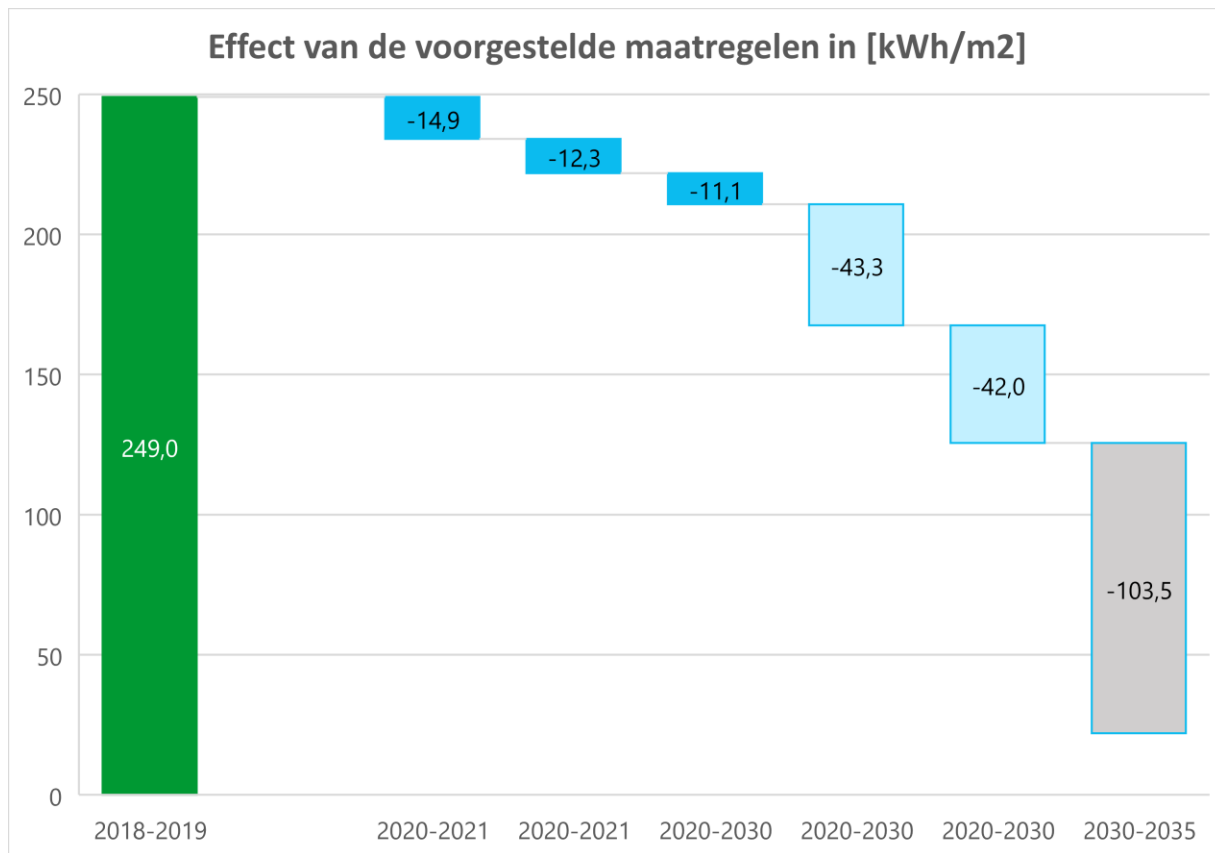
Tijdens het onderzoek zijn de volgende energiebesparende en duurzame maatregelen als kansrijk aangemerkt:

Effecten per maatregel	Energiebesparing					Kosten & baten		
	Elektra	Warmte	Totaal	Procentueel	Specifiek energiegebruik	Investering	Baten	TVT
	[kWh]	[GJ]	[kWh]	[%]	[kWh/m ²]	[mln. euro]	[mln. euro/jaar]	[jaar]
Classificatie A:								
1.EBS (EML)	432.627	-	432.627	-6%	-14,9	0,06	0,04	1
2.“Energiezorg of “Good housekeeping”	216.313	509	357.563	-5%	-12,3	0,20	0,03	6
3. LED-verlichting								
3.1 Retrofit LED verlichting	241.501	-0	241.414	-3%	-8,3	0,26	0,02	11
3.2 Nieuwe LED verlichting	80.216	-0	80.184	-1%	-2,8	0,24	0,01	30
Subtotaal LED-verlichting	321.717	-0	321.597	-0,0	-11,1	0,5	0,0	-
Classificatie B:								
4.PV-systemen								
4.1 Dak (plat) 20e hoogbouw	52.841	-	52.841	-1%	-1,8	0,09	0,01	18
4.2 Dak N-O Statenzaal	185.923	-	185.923	-3%	-6,4	0,35	0,02	19
4.3 Tuin Z-W laagbouw	228.978	-	228.978	-3%	-7,9	0,46	0,02	20
4.4 Gevel Z Statenzaal	10.410	-	10.410	0%	-0,4	0,04	0,00	36
4.5 Gevel N-O-hoogbouw	176.970	-	176.970	-3%	-6,4	0,64	0,02	19
4.6 Gevel Zuid Hoogbouw	33.312	-	33.312	0%	-1,1	0,08	0,00	23
4.7 Gevel Z-W-hoogbouw	102.018	-	102.018	-1%	-3,5	0,26	0,01	26
4.8 Parkeerdek (overkapping)	468.450	-	468.450	-6%	-16,1	1,48	0,05	32
Subtotaal PV-systemen	1.258.902	-	1.258.902	-18%	-43,6	3,39	0,13	-
5.Earth, Wind & Fire	1.047.656	626	1.221.656	-17%	-42,0	-	0,12	0
Classificatie C:								
6.Warmte & koude opslag	308.722	9.734	3.012.529	-42%	-103,5	1,30	0,23	6
Totaal	3.585.937	10.868	6.604.875	-91%	-227,3	5,5	0,6	

Toelichting tabel (energiebesparende maatregelen):

Classificatie	Toelichting
A. Zekere	Maatregelen die op korte termijn zonder vervolgonderzoek uit te voeren zijn.
B. Voorwaardelijke	Maatregelen die in dit onderzoek deels onderzocht zijn en nog moeten worden beoordeeld.
C. Onzekere	Maatregelen waarvan de technische en financiële haalbaarheid moet worden vastgesteld.

Alle aanbevolen opties tezamen kunnen het energiegebruik van 249 kWh/m² (gemiddeld verbruik in 2018-2019) voor 91% neutraal maken, zie ook de grafiek op de volgende pagina, maar niet naar 0 brengen. In principe is het Huis voor de Provincie dan “bijna” energieneutraal, mits de “Good housekeeping” van kracht blijft. In hoofdstuk 4 worden alle maatregelen toegelicht. Ook de maatregelen die wij hebben beoordeeld, maar die zijn meegenomen in de maatregelentabel. Het conceptueel ontwerp voor Earth, Wind & Fire (optie 5) is als een separaat rapport ingediend. Dit concept is uitgewerkt in combinatie met de maatregel warmte- & koudeopslag (optie 6). Het concept Earth, Wind & Fire (EWF) kan ook zonder warmte- en koudeopslag (WKO) functioneren. De totale energiewinst is dan echter lager. EWF met WKO is een belangrijke combinatie om het gebouw Huis voor de Provincie in 2035 energieneutraal te krijgen.



Legenda:

	Classificatie A
	Zekere maatregel
	Classificatie B
	Voorwaardelijke maatregel
	Classificatie D
	Onzekere maatregel
	Huidig energiegebruik
	Energiegebruik 2018-2019 in [kWh per m ²]

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	3
Inhoudsopgave	6
1 Inleiding	8
1.1 Doelstelling	8
1.2 Methode van onderzoek	8
1.3 Begrippenlijst	8
1.3.1 Gebruikte afkortingen en begrippen	8
1.3.2 Cijfers energiegebruik	9
1.3.3 Omrekeningsfactoren	9
1.3.4 Indicator energiegebruik in kilowattuur per m2	9
2 Gebouwkenmerken	10
2.1 Algemene gebouwgegevens	10
2.2 Bouwkundige gegevens	10
2.3 Installatietechnische gegevens	10
3 Energiegebruik	11
3.1 Nulmeting en benchmark energiegebruik	11
3.1.1 Benchmark elektriciteitsverbruik	12
3.1.2 Benchmark warmtegebruik	12
3.2 Energiebalans	13
4 Energiebesparende maatregelen	15
4.1 Reeds getroffen energiebesparende maatregelen	15
4.2 Kansrijke energiebesparende maatregelen	15
4.3 Toelichting op de voorgestelde maatregelen	16
4.3.1 Classificatie A: gebruik een "smart" energieregistratie- en -bewakingssysteem (EBS)	16
4.3.2 Classificatie A: "Slim" gebouwbeheer of "Good housekeeping"	17
4.3.3 Classificatie A: retrofit LED verlichting	19
4.3.4 Classificatie B: PV-installaties	20
4.3.5 Classificatie B: Concept Earth, Wind & Fire	20
4.3.6 Classificatie C: Warmte & koude opslag (WKO)	21
4.4 Maatregelen en onderwerpen die niet verder in het onderzoek zijn meegenomen	22
4.4.1 Gedeelde WKO gekoppeld met de WKO-bron van de naastgelegen A.S.R. gebouw	22
4.4.2 Afkoppelen van stadswarmtenet	22
4.4.3 Hoog rendement beglazing in de klimaatgevel (HR++/HR+++)	23
4.4.4 Warmte werende folie	23
4.4.5 PV-panelen op het dak van hoogbouw (20 ^e etage)	23

4.4.6	Windturbines op het dak van hoogbouw	24
4.4.7	PV-panelen op daken laagbouw	24
4.4.8	Thermische zonnepanelen voor warmtapwater	24
4.4.9	Energiebesparende maatregelen i.c.m. IoT/Smartbuilding	24
4.4.10	Energiebesparing door modernisering van oude LBK	25
4.4.11	Energiezuinige pompen	25
4.4.12	Isolatie van de gebouwschil	25
4.4.13	Nieuwe monumenten 1970-2000	25
5	Advies en conclusie per maatregelenpakketten	26
6	Bijlagen	27
6.1	Bijlage 1: overzicht bestaande verlichting	27
6.2	Bijlage 2: gedetailleerde bepaling energiebalans	28
6.3	Bijlage 3: inventarisatie kansen Huis voor de Provincie i.r.t. lokale zonne-energie opwekking	31
6.3.1	PV op het dak de hoogbouw	32
6.3.2	PV op de sedumdaken van de laagbouw	34
6.3.3	PV op het dak van Statenzaal	34
6.3.4	PV-panelen in de tuin (oriëntatie Z-W)	36
6.3.5	PV op de geveldelen laagbouw (oriëntatie Zuid)	37
6.3.6	PV op de geveldelen hoogbouw (oriëntatie N-O; Zuid; Z-W)	39
6.3.7	PV op de parkeerdek	40
6.3.8	Conclusies en aanbevelingen	42
6.4	Bijlage 4: geactualiseerde kostenraming WKO	43
6.5	Bijlage 5: benchmark energiegebruik	45
6.5.1	Maandgebruiken warmte 2012 - 2019	45
6.5.2	Maandgebruiken elektra 2012 - 2019	45
6.5.3	Voorbeeld uurverbruiken elektra weekend	46
6.5.4	Voorbeeld uurverbruiken elektra werkweek	46
6.5.5	Werkelijk versus gewogen graaddagen energieverbruik	47
6.5.6	Geschat energiegebruik per bouwlaag	47
6.6	Bijlage 6: totaal overzicht energiegebruik	48
6.7	Bijlage 7: overzicht luchtbehandelingskasten	49
6.8	Bijlage 8: Maatregelentabel	50
7	Bronnen	51

1 Inleiding

1.1 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek was om na te gaan welke maatregelen kansrijk zijn om het gebouw *Huis voor de Provincie te Utrecht* energieneutraal te maken door middel van gebouw gebonden energiebesparing en eigen hernieuwbare energieopwekking.

1.2 Methode van onderzoek

Ten behoeve van dit onderzoek heeft op 9 september 2020 een inventarisatie op de locatie plaatsgevonden. Om de mogelijkheden voor dit gebouw in kaart te brengen is er eerst een nulmeting uitgevoerd. Vervolgens is uit deze nulmeting een Benchmark van het energiegebruik uitgevoerd.

Hiermee krijgt men inzicht hoe het gebouw op dit moment presteert ten opzichte van een vergelijkbaar referentiegebouw in Nederland. Op basis van de nulmeting is een ‘gebouw gebonden energiegebruik’ of “indicator energiegebruik in kilowattuur per m²” van dit gebouw bepaald van het afgelopen jaar en voorgaande jaren. Hiermee is de totale jaarlijkse energieprestatie in één getal uitgedrukt in [kWh per m² gebruiksoppervlak]. Dit getal maakt inzichtelijk wat het netto fossiele energiegebruik is van een gebouw. In hoofdstuk 1.3.3 wordt toegelicht hoe dit getal precies bepaald kan worden. Dit energiegetal kan als een energieprestatie-indicator gebruikt worden om het provinciaal vastgoed stapsgewijs te verduurzamen maar ook om onderling de energieprestaties van alle provinciale gebouwen te kunnen vergelijken. Tot slot: door verder in te zoomen op de installaties in het gebouw, zijn kansen geïnventariseerd om het energiegebruik te verminderen. De kansen volgen de onderstaande strategie genaamd: Trias Energetica®2.0. Het is als volgt:

1. Beperk eerst het energiegebruik door verspilling tegen te gaan;
2. Maak zoveel mogelijk gebruik van reststromen, zoals restwarmte en warmteterugwinning (WTW);
3. Maak zoveel mogelijk gebruik van hernieuwbare energie, zoals wind-, water-, en zonne- energie.

Om meer inzicht te geven met betrekking tot de uitvoerbaarheid van de maatregelen, is een classificatie gemaakt. Deze is als volgt:

Tabel 1: Classificatie van de maatregelen

Classificatie	Toelichting
A. Zekere	Maatregelen die op korte termijn zonder vervolgonderzoek uit te voeren zijn
B. Voorwaardelijke	Maatregelen die deels onderzocht zijn en nog moeten worden beoordeeld
D. Onzekere	Maatregelen waarvan de technische en financiële haalbaarheid moet worden vastgesteld

1.3 Begrippenlijst

1.3.1 Gebruikte afkortingen en begrippen

- BVO Bruto vloeroppervlakte in vierkante meter [m²]
- GO Gebruiksvloeroppervlakte in vierkante meter [m²]
- TVT Terugverdiëntijd in jaar
- EML Erkende Maatregelenlijsten voor energiebesparing
- kWh Kilowattuur
- GJ Gigajoule
- Nm³ Normaalkuub aardgas
- E (indicator) Indicator energiegebruik uitgedrukt in kWh/m²*jaar, zie ook H1.3.3
- Energieneutraal Indicator energiegebruik is 0 kWh/m² na aftrek van eigen energieopwekking

1.3.2 Cijfers energiegebruik

Bij het gemeten energiegebruik worden de energiehoeveelheden beschouwd die op de energiefacturen staan vermeld. Voor het opstellen van een energiebalans zijn kWh voor elektriciteit, m³ voor aardgas en GJ voor warmte gebruikelijke eenheden om het verbruik weer te geven. Vloeibare brandstoffen worden doorgaans in liters weergegeven.

Om het totaal energiegebruik vast te stellen dient het verbruik van alle relevante gebouwgebonden energiedragers te worden opgeteld. Hiervoor is het noodzakelijk om eerst het verbruik van de verschillende energiedragers naar dezelfde eenheid om te rekenen. Voor de meest gebruikte energiedragers worden de volgende omrekeningsfactoren toegepast:

1.3.3 Omrekeningsfactoren

Toe te passen omrekeningsfactoren bij het omrekenen van gas, warmte etc. naar energie in kilowattuur:

Tabel 2: Omrekenfactoren naar kWh

Energieverbruik in gebruikelijke eenheden		Equivalent in kWh
V a. (volume aardgas)	1 Nm ³ =	9,78 kWh
G w. (stadswarmte)	1 GJ=	277,8 kWh
Dieselolie	1 liter=	9,99 kWh
Vloeibaar propaangas	1 liter=	7,29 kWh

1.3.4 Indicator energiegebruik in kilowattuur per m²

Deze indicator geeft aan wat het totaal (netto) energiegebruik is van desbetreffend gebouw in kilowattuur per vierkante meter. Deze eenheid zal steeds vaker in de toekomst worden toegepast. Dat komt omdat de energievoorziening in 2050 zal grotendeel bestaan uit elektriciteit (uitgedrukt in kilowattuur). Het huidige gasverbruik en het warmteverbruik wordt dan omgerekend m.b.v. de factoren in Tabel 2 naar kilowattuur. De formule voor het bepalen van de indicator energiegebruik in kilowattuur is als volgt:

$$E \text{ (indicator)} = \frac{(E \text{ el.} + G \text{ w.} * 277.8 + V a. * 9.78) - E \text{ her.}}{A g.}$$

waarin*:

$E \text{ (indicator)}$	= energiegebruik van het gebouw, uitgedrukt in [kWh per m ² GO]
$E \text{ her.}$	= jaarlijks opgewekte hernieuwbare energie, uitgedrukt in [kWh]
$E \text{ el.}$	= jaarlijks elektriciteitsverbruik, uitgedrukt in [kWh]
$G \text{ w.}$	= jaarlijks warmtegebruik, uitgedrukt in [GJ]
$V a.$	= jaarlijks gasverbruik, uitgedrukt in [Nm ³]
$A g.^{**}$	= GO van het gebouw, uitgedrukt in [m ²]

* Extra toelichting bij de methodiek: bij de bepaling van het energiegebruik in kilowattuur wordt geen gebruik gemaakt van efficiency factoren voor bijvoorbeeld de energiecentrale of stadsverwarming. Het gaat hier enkel om het verschil tussen uitsluitend de gebouwgebonden (werkelijk verbruikte fossiele) energie min de opgewekte (hernieuwbare) energie. Hierdoor kan deze indicator met andere gebouwen makkelijk vergeleken worden. Deze bepalingsmethode is afkomstig uit de nieuwe Paris Proof methodiek (zie: <https://www.dgbc.nl/publicaties/de-berekening-achter-paris-proof-9>)

**Bij de bepaling van het GO werd het ter beschikking gestelde NEN2580 meetrapport gebruikt.

2 Gebouwkenmerken

2.1 Algemene gebouwgegevens

Bouwperiode	:	1992 (bron: Van Mourik Vermeulen Architecten)
Renovatiejaar	:	2012
Gebouwnaam	:	Huis voor de Provincie Utrecht (afgekort HvdP)
Gehuisvest sinds	:	2012 (voormalig hoofdkantoor van Fortis bank)
Aantal verdiepingen	:	18 verdiepingen (19e & 20e is techniekruimte)
Grootte	:	53.953 m ² BVO / 29.096 m ² GO (NEN 2580)
Parkeerkelders	:	18.270 m ² BVO
Gebruiksfunctie(s)	:	overwegend kantoor met bijeenkomstfunctie

2.2 Bouwkundige gegevens

Daken	:	Rc = 2,0	m ² .K/W
Gevels	:	Rc = 2,0	m ² .K/W
Vloer (aan de grond)	:	Rc = 1,5	m ² .K/W
Vloer (buitenlucht)	:	Rc = 2,5	m ² .K/W
Gevelfragment incl. glas	:	U = 1,5	W/m ² .K
Beglazing verkeersruimten	:	U = 3,2	W/m ² .K
Beglazing (borstwering)	:	U = 1,5	W/m ² .K
Klimaatraam (ventilatie spouw - binnenlucht)	:	U = 1,2	W/m ² .K (13 cm spouw)
Zonnefactor (ZTA voor klimaatgevel)	:	30%	(incl. tussen-zonwering)
Lichtdoorlaatbaarheid (LTA)	:	80%	
Zonwering buitenzijde	:	alleen op laagbouw als vaste zonwering	
Zonwering binnenzijde	:	elektrisch bedienbaar tussen-zonwering	

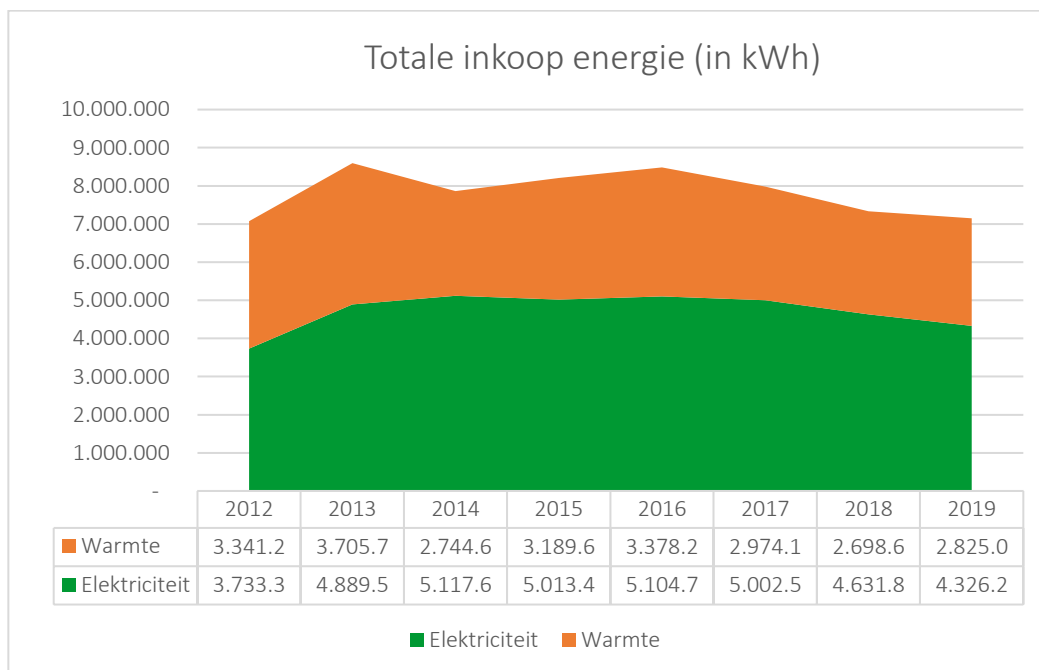
2.3 Installatietechnische gegevens

Warmteopwekking	:	stadswarmtenet Utrecht-Nieuwegein ($\eta=150\%$)
Warmtedistributie 1	:	ventilatielucht (transportmedium lucht met 18°C)
Warmtedistributie 2	:	VAV boxen (transportmedium water)
Warmtedistributie 3	:	vloerverwarming (alleen op de begane grond)
Regeling ruimteverwarming 1	:	individuele ruimtethermostaten (voornamelijk)
Regeling ruimteverwarming 2	:	vraaggestuurde CO ₂ aanwezigheidsthermostaten
Koude-opwekking	:	3x lucht/water compressiekoelmachines (Trane uit 2011)
Koude-distributie 1	:	ventilatielucht (transportmedium lucht met 7°C)
Ventilatie	:	mechanische af- en toevoer (debietregeling)
Warm tapwater	:	TSA op stadswarmtenet en elektrische boilers
Distributie warm tapwater	:	circulatieleidingen
Specifiek verlichtingsvermogen	:	9 Watt/m ² (gemiddelde waarde voor HvdP)
Schakeling verlichting	:	centrale schakelaars; vertrekschakelaars; enkele daglichtsensoren; IR-sensoren (gangen)
Luchtbevochtiging	:	adiabatische bevochtiging
Warmterugwinning laagbouw	:	twin coil
Warmterugwinning 2 ^e t/m 18 ^e verdieping	:	warmtewielen (sorptionrotors vochtterugwinning)
Kloktijden kantoren	:	ma – vrij van 08:00 – 20:00 uur
Kloktijden vergaderruimtes	:	ma – vrij van 08:00 – 22:00 uur (klokschakeltijden afhankelijk van weekrooster)
Hernieuwbare energiesystemen	:	geen eigen opwekking; wel d.m.v. stadswarmte en luchtwarmtepomp “gratis” warmte benutten

3 Energiegebruik

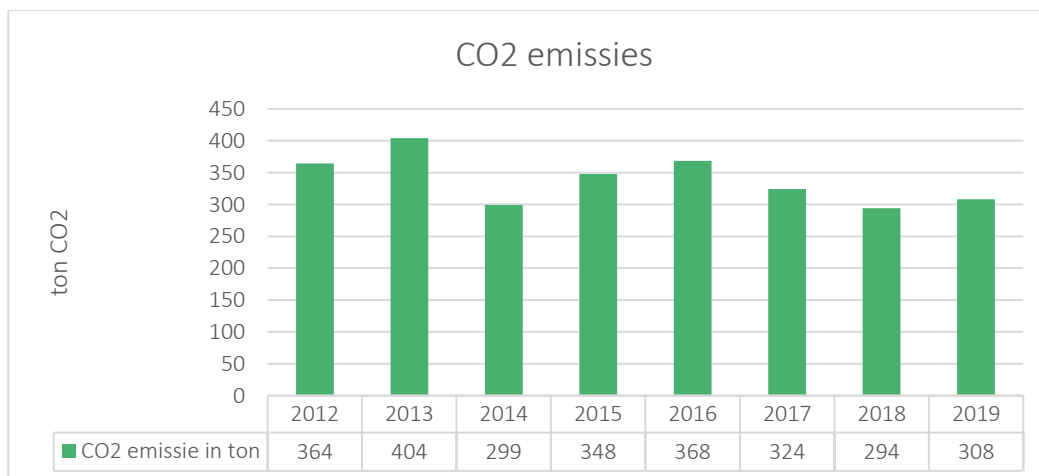
3.1 Nulmeting en benchmark energiegebruik

Aan de hand van de energiefacturen die zijn aangeleverd door Provincie Utrecht, is het totaal energiegebruik van dit gebouw van de jaren 2012 - 2019 bepaald. Een compleet overzicht is opgenomen in bijlage 5 & 6.



Figuur 1: Totaal overzicht van energiegebruik (2012 – 2019) omgerekend naar kWh

In Figuur 1 is het warmtegebruik afkomstig van het stadswarmtenet Utrecht-Nieuwegein omgerekend van GJ naar kWh om een vergelijking mogelijk te maken. In Tabel 3 zijn de werkelijke gebruiksgegevens te zien. De elektriciteit wordt groen ingekocht (Eneco Hollands-Wind). Het stadswarmtenet met een rendement van 150% is (nog) niet helemaal groen en resulteert daarom nog in CO₂-uitstoot (zie Figuur 2).



Figuur 2: Overzicht van berekende CO₂ emissies als gevolg van warmtelevering

In de volgende tabel 3 is het elektriciteitsverbruik en warmtegebruik - weergegeven, alsmede het specifiek energiegebruik (per m² GO) en het referentiegetal voor een vergelijkbaar gebouw. Deze referentiekentallen zijn zorgvuldig afgeleid aan de hand van een omvangrijke studie (ECN, 2016). Tevens is hierin het indicator energiegebruik berekend volgens de methode beschreven in paragraaf 1.3.4.

Tabel 3: Benchmark energiegebruik 2012 – 2019

	Eenheid	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Elektriciteit	kWh	3.733.302	4.889.593	5.117.647	5.013.426	5.104.785	5.002.578	4.631.874	4.326.267
	kWh/m ²	128	168	176	172	175	172	159	149
Referentie	kWh/m ³	110	110	110	110	110	110	110	110
Aardgas	m ³	-	-	-	-	-	-	-	-
	m ³ /m	-	-	-	-	-	-	-	-
Referentie	m ³ /m ²								
Warmte	GJ	12.028	13.341	9.881	11.483	12.162	10.707	9.715	10.170
	kWh	3.341.233	3.705.756	2.744.614	3.189.653	3.378.283	2.974.167	2.698.611	2.825.000
	GJ/m ²	0,41	0,46	0,34	0,39	0,42	0,37	0,33	0,35
Referentie	GJ/m ²	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Totaal	kWh	7.074.535	8.595.349	7.862.261	8.203.079	8.483.068	7.976.745	7.330.485	7.151.267
	kWh/m ²	243	295	270	282	292	274	252	246

3.1.1 Benchmark elektriciteitsverbruik

Het valt op dat het elektraverbruik 2012-2013 aanzienlijk steeg. Mogelijk kwam het door in gebruik name van het pand door de Provincie Utrecht. Als het elektriciteitsverbruik van dit gebouw wordt vergeleken met het landgemiddelde verbruik voor kantoren van hetzelfde type en omvang, dan kan worden geconcludeerd dat het verbruik over de gehele periode 2012 – 2019 boven gemiddelde lag. Er is wel een dalende trend zichtbaar. Vooral in de periode na 2016 was er een significante daling waarneembaar. Het verbruik is echter nog steeds relatief hoog (35% boven de referentie, 2019). Mogelijke verklaringen zijn:

1. Er is nog veel PL, TL & Halogeen aanwezig (bijlage 1). Wel is er in de afgelopen jaren LED verlichting toegepast in de Statenzaal en op de 1^e etage en als pilot op een aantal kantoorverdiepingen. Echter, samen is dit <10% van het op het totale oppervlakte, waar de verlichting wordt toegepast (incl. parkeerkelders).
2. Door het “klimaatraam” of de “klimaatgevel” constructie wordt veel energie gebruikt voor ventilatie van de spouw. Dit elektriciteitsverbruik vindt continu plaats, dat wil zeggen in de winter- en zomermaanden.
3. Bij het bepalen van het specifiek elektriciteitsverbruik werd de ondergrondse parkeergarage niet in het gebruiksoppervlak meegenomen (maar wel >18.000 m² groot is). Hier is wel degelijk sprake van elektriciteitsverbruik, met name voor verlichting. De mechanische ventilatie ten behoeve van de parkeerkelders met 14 luchtkasten werd voorheen zeer intensief ingezet. Tegenwoordig is dit verbruik nagenoeg te verwaarlozen omdat de kloktijden sinds een aantal jaren zijn aangepast. De parkeergarage wordt nu een aantal uren per dag geventileerd in plaats van de hele dag.

3.1.2 Benchmark warmtegebruik

Het warmtegebruik is bovengemiddeld. Nagenoeg in de gehele periode 2012 – 2016 lag het gemiddeld genomen hoger dan het referentiegebruik. Als het warmtegebruik gecorrigeerd wordt op graaddagen, dan kan worden geconcludeerd dat er in 2017 (-7%) en 2018 (-8%) jaarlijks aantoonbaar bespaard werd op het warmtegebruik. In bijlage 5.5 & 6 is dit energiedrag goed zichtbaar gemaakt. In 2019 was dit alsnog ~25% hoger in verhouding tot het referentiegebruik, ondanks de aantoonbare besparingen.

Mogelijke oorzaken van het hoge warmtegebruik zijn:

1. De warmteafgifte vindt plaats via de luchtbehandelingskasten (zie bijlage 7).
2. Het gebouw is gebouwd volgens de isolatievoorschriften van het bestek uit 1992.
3. Er is relatief gezien veel glasoppervlak en het betreft hier geen hoog rendement (HR) glas. De grote openingen in de dragende gevelelementen van de hoogbouw zijn elk 2.70 meter hoog en breed. Daarin zijn glazen puien in aluminium kozijnen verwerkt. Ze hebben een dubbele beglazing aan de buitenzijde met daarachter een spouw (tussenruimte) en een derde glaslaag van enkelglas aan de binnenkant. Deze bijzondere opstelling wordt een "klimaatraam" of "klimaatgevel" genoemd. Kenmerkend voor dit type gevel is een (geventileerde) spouw, die zowel in de zomer als in de winter geventileerd moet worden. De lucht wordt beneden via de luchtopeningen (roosters) aangezogen. De afzuiging vindt plaats aan de bovenkant via het klimaatplafond. Nadat er in de wintersituatie (warme) lucht aan de binnenruimte onttrokken wordt, komt deze via het klimaatraam in contact met het standaard dubbelglas (met de U-waarde van ca. 2,8 W/m²K). De klimaatgevel in zijn totaliteit heeft weliswaar een gecombineerde U-waarde van 1,2 W/m²K, alleen in dit geval staat de warme binnenlucht via de geventileerde spouw in contact met de slecht geïsoleerde dubbele beglazing. Hierdoor ontstaat in deze spouw warmteverlies dat gecompenseerd moet worden door de luchtverwarming.
4. Verder is er in het gebouw vloerverwarming aanwezig op in de laagbouw. De vloer grenst aan de buitenlucht van onverwarmde ruimte (van de parkeergarage). De kelder staat in verbinding met de buitenlucht. In de winter krijgt het in principe ook dezelfde temperatuur als de buitenlucht. Mogelijk treden hier warmteverliezen op, waar eventueel het hoge warmtegebruik ook kan verklaren. Deze warmtelek kan met behulp van infrarode camera relatief eenvoudig in beeld worden gebracht.

3.2 Energiebalans

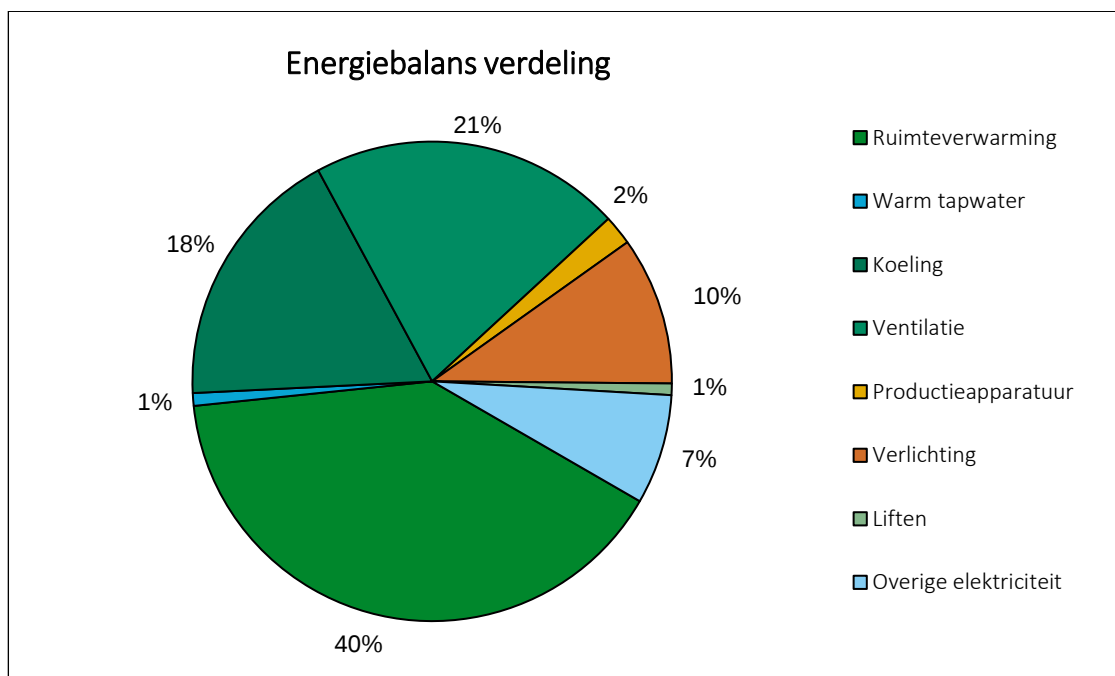
Met de actuele gegevens die beschikbaar waren gesteld door de provincie en de informatie die tijdens het bezoek op locatie is opgenomen, is een gedetailleerde energiebalans in kaart gebracht.

Tabel 4: Energiebalans (peiljaar 2018-2019)

Energieposten	Elektra	Warmte	Gebouw gebonden	Gebouw gebonden	Gebouw gebonden	Procentueel
	(kWh)	(GJ)	(GJ)	(kWh)	(kWh/m ²)	%
Ruimteverwarming	n.v.t.	9.734	9.734	2.703.808	93	37%
Warm tapwater	n.v.t.	209	209	57.998	2	1%
Koeling	1.208.722	n.v.t.	4.351	1.208.722	42	17%
Ventilatie	1.420.012	n.v.t.	5.112	1.420.012	49	20%
Productieapparatuur	135.350	n.v.t.	487	135.350	5	2%
Verlichting	675.146	n.v.t.	2.431	675.146	23	9%
Liften	52.616	n.v.t.	189	52.616	2	1%
Elektrische laadpalen	250.390	n.v.t.	901	250.390	9	3%
Sprinkler en brandmeldapparatuur	260	n.v.t.	1	260	0	0%
Overige elektriciteit	500.679	n.v.t.	1.802	500.679	17	7%
Warm tapwater (el.)	83.020	n.v.t.	299	83.020	3	1%
Totaal	4.326.355	9.943	25.517	7.088.161	244	98%
Onverklaard	152.876	0	550	152.876	5	2%

Voor dit gebouw is het relatief gecompliceerd om het berekend en gemeten gebruik bij elkaar te brengen. Omdat dit gebouw voor meer dan 90% van het totaal energiegebruik voor haar rekening neemt, is voor dit gebouw desalniettemin een gedetailleerde energiebalans opgesteld. Uiteindelijk is het mogelijk om 98% van het energiegebruik te verklaren aan de hand van het jaar 2018-2019. Gezien het jaar 2020, in verband met Covid-19, als een sterk afwijkend gebruiksjaar moet worden gezien, is vooralsnog de gebruikssituatie van 2019 aangehouden. Indien het gebruik van dit gebouw structureel anders blijft, is het raadzaam de energiebalans opnieuw op te stellen met de dan meest actuele inzichten.

In bijlage 2 is de energiebalans terug te vinden, inclusief de gedetailleerde verdeling in hoofd- en subgroepen. Het berekend energiegebruik is samengesteld en in het diagram hieronder weergegeven. Deze balans laat de verdeling van het gebouw gebonden energiegebruik zien voor de situatie van het jaar 2018-2019.



Figuur 3: Verdeling totaal gebouw gebonden energiegebruik voor de situatie van 2018-2019

De energiebalans laat zien dat verwarming en ventilatie de grootste energiegebruikers zijn, gevolgd door koeling, verlichting, en overige elektriciteit. Het energiegebruik per deelpost in absolute zin, wederom gebaseerd op het gestandaardiseerde jaarverbruik van 2018-2019, is in de Tabel 4 weergegeven.

Opmerkingen bij de energiebalans

In Figuur 3 is de verdeling te zien in het energiegebruik voor het gebouw Huis voor de Provincie. Hierin zijn de cijfers van **laadpalen** en **brandblusinstallaties** weggelaten. De reden is dat het anders een verkeerd beeld zou geven van het energiegebruik waarop daadwerkelijk kan worden bespaard. In Tabel 4 is dit gebruik wel weergegeven, alsook in bijlage 2.

4 Energiebesparende maatregelen

4.1 Reeds getroffen energiebesparende maatregelen

Sinds ingebruikname van dit gebouw zijn onder andere de volgende besparende maatregelen uitgevoerd:

- Isoleren van leidingen en appendages.
- Energiebesparende recirculatiepompen plaatsen.
- Moderniseren van de luchtbehandelingskasten 1 t/m 8 (met IE2 motoren)
- Chemisch reinigen van bestaande LBK installaties
- Regelkleppen aangeregen in cv-groepen ter voorkoming gelijktijdig verwarmen en koelen.
- Warmteterugwinning op de aanwezige stadsverwarming (TSA incl. boiler) t.b.v. warmtapwater.
- Vervanging van gloeilampen en TL8 door LED (alleen zalen) en aanwezigheidssensoren plaatsen.
- Ledverlichting parkeergarage.
- Er zijn nagenoeg in iedere ruimte individuele thermostaten geplaatst t.b.v. ventilatie en verlichting.
- Procesmatige verbetering i.r.t. kloktijden en het juist inregelen van de koeling/ventilatie (GBS).
- Chemisch reinigen van de luchtbehandelingskasten om energieverliezen te beperken.
- Het terugbrengen van het aantal luchtbehandelingskasten (van 18 naar nu 16).
- Ventilatie en verlichting foyer en statenzaal schakelen op basis van bezetting (wekelijkse planning).
- Het instellen van de ventilatie in de parkeerkelder naar ca. 1-2 uur/dag (voorheen v.a. 07.00 tot 23.00).
- Susskappen verwijderd uit klimaatplafonds die een obstakel vormden voor de ventilatielucht.
- Het terugbrengen van het koelvermogen UPS (het effect is pas zichtbaar in 2020).
- Het uitschakelen van het (blauwe) reclameverlichting (rond 2019 ingegaan).
- Waterzijdig inregelen (hydraulisch balanceren) van een installatie volgens NEN-EN 14336

Bovengenoemd overzicht is een indicatie wat er in grote lijnen de afgelopen jaren is uitgevoerd. Mogelijk zijn er nog meerdere energiebesparende maatregelen doorgevoerd.

4.2 Kansrijke energiebesparende maatregelen

Gedurende dit onderzoek is gekeken welke aanvullende energiebesparingsmaatregelen kansrijk zijn om energieneutraliteit te bereiken. Deze opties zijn in de onderstaande paragrafen toegelicht. Per maatregel is aangegeven wat de verwachtte energiebesparing is, de kosten en de terugverdientijd (in jaren) en wat het effect is van de maatregel op de indicator gebouw gebonden energiegebruik in kWh per m².

Voor de berekening van de terugverdientijd (TVT) zijn per maatregel globale investeringskosten alsmede de meer-investering en de kostenbesparing weergegeven. Hieronder wordt de formule weergegeven die wordt gebruikt waarmee de TVT wordt bepaald. In deze terugverdientijdberekening zijn geen financiële factoren meegenomen zoals rente-, inflatie- en onderhoudskosten en dergelijke. De terugverdientijd van energiebesparende maatregelen is berekend met de volgende formule: $TVT = \frac{I}{B}$

waarin:

TVT: de terugverdientijd in jaren;

I: de (meer)investering in euro's;

B: de jaarlijkse kostenbesparing in euro's.

Indien gewenst kan DVTadvies in samenwerking met de provincie de Netto Contante Waarde (NCW) van de maatregelen bepalen. De terugverdientijd volgens de NCW-methode geeft een nauwkeuriger beeld van de terugverdientijd.

Korte toelichting op de terugverdientijd bepaling:

Er is bij het berekenen van de terugverdientijd geen rekening gehouden met inflatie of verwachtingen over toekomstige prijsontwikkelingen. Bij de berekening van de kosten en baten is geen rekening gehouden met effecten op te betalen vennootschapsbelasting.

Voor de elektriciteitsprijs is uitgegaan van het volgende tarief: 10 eurocent / kWh
Voor de warmteprijs is uitgegaan van het volgende tarief: 20 euro / GJ stadswarmte

Deze terugverdientijd berekening is conform bijlage 10a behorende bij artikel 2.16c, zoals opgenomen in de activiteitenregeling milieubeheer, zie: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0022830/2020-07-08#Bijlage10a>

4.3 Toelichting op de voorgestelde maatregelen

Voor dit gebouw waren een aantal energiebesparende maatregelen beoordeeld. De maatregelen zijn gecategoriseerd naar de volgende classificaties:

Tabel 5: Maatregelenclassificatie

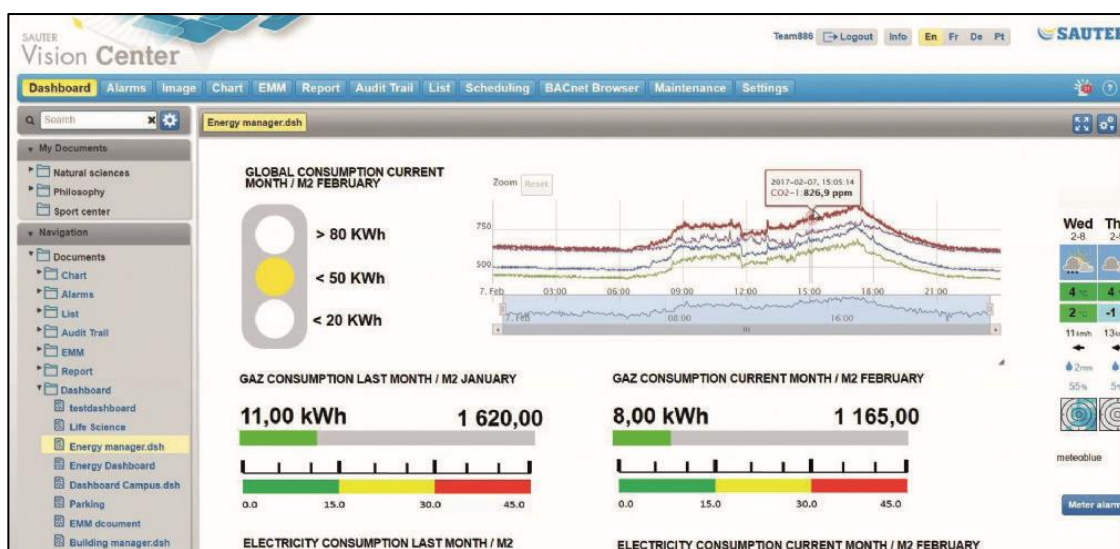
Classificatie	Toelichting
A. Zekere	Maatregelen die op korte termijn zonder vervolgonderzoek uit te voeren zijn
B. Voorwaardelijke	Maatregelen die deels onderzocht zijn en nog moeten worden geactualiseerd
D. Onzekere	Maatregelen waarvan de technische en financiële haalbaarheid moet worden vastgesteld

In de paragrafen hieronder worden alle gekozen maatregelen afzonderlijk toegelicht.

4.3.1 Classificatie A: gebruik een “smart” energieregistratie- en -bewakingssysteem (EBS)

Het is onduidelijk of het gebouwbeheersysteem (GBS) actief gebruikt wordt voor systematische energie-monitoring. In het kader van dit project, samen met de opdrachtgever, werd veel moeite en tijd ingestoken om gedetailleerde energiecijfers te verzamelen. Geadviseerd wordt om naast een GBS een geautomatiseerde energieregistratie- en energiebewakingssysteem (EBS) toe te passen. Dit advies sluit ook aan bij de erkende maatregelen lijst van RVO uit april 2020, waar voor de gebouwen met een warmtegebruik van > 170.000 Nm³ (a.e.) en > 10.000 m² BVO geautomatiseerde EBS als een verplichte maatregel geldt. Een dergelijk systeem heeft een rapportagefunctie (voor een overzicht van het energiegebruik per dag, week en jaar). In combinatie met een GBS, geeft dit essentiële informatie met betrekking tot het energiedrag en kunnen de stappen tot het behalen van de energiedoelen in 2035 goed worden gevolgd. Zo kan er naast het besparingspotentieel ook het effect van de verschillende maatregelen gemonitord worden. Dit systeem kan verder worden uitgebouwd met een “smart GBS”. Alle data gegenereerd door een EBS kan door middel van “slimme” algoritmes geanalyseerd worden om te kijken of het werkelijk energiegebruik past bij een te verwachte patroon.

Dit gebeurt onder andere door te voorspellen (per dag/maand/jaar) wat het energieverbruik zou moeten zijn, rekening houdend met tientallen factoren, zoals weerdata, historisch verbruik en soms tot tientallen aanvullende parameters die relevant kunnen zijn. Daarnaast kunnen eventuele storingen en afwijkend gedrag snel gedetecteerd worden met een alarmfunctie. Het werkelijk gebruikspatroon kan door middel van een gebruiksvriendelijke interface zichtbaar worden gemaakt. Zie voorbeeld hiervan in Figuur 4. Met een dergelijk “smart” GBS is tot 15% besparing mogelijk (RVO & TKI, 2016). In de toekomst komen steeds meer toepassingen op de markt die hiermee gekoppeld kunnen worden.



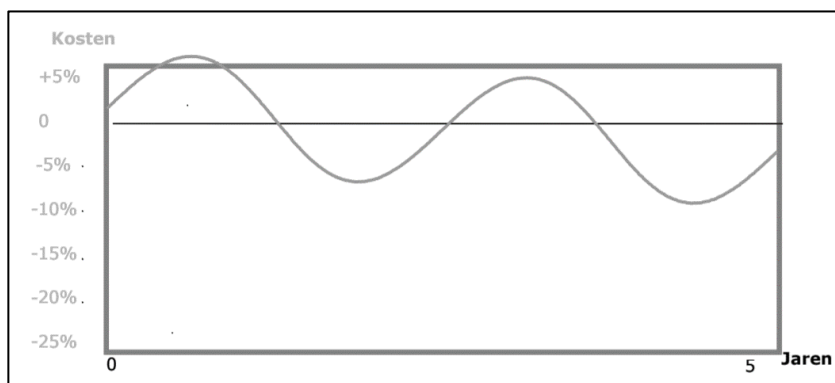
Figuur 4: voorbeeld van een “smart gebouwbeheersysteem” Bron: (sauter-controls.nl)

4.3.2 Classificatie A: “Slim” gebouwbeheer of “Good housekeeping”

Naast actieve energiemonitoring (4.3.1) waar de focus puur op het monitoren van het energieverbruik ligt, kan “Good housekeeping” helpen om aanvullende kansen in kaart te brengen voor de energiebesparing. Deze kansen volgen niet direct uit de energiemonitoring, maar dragen op een gestructureerde wijze bij aan de totale besparingen. Enkele voorbeelden zijn:

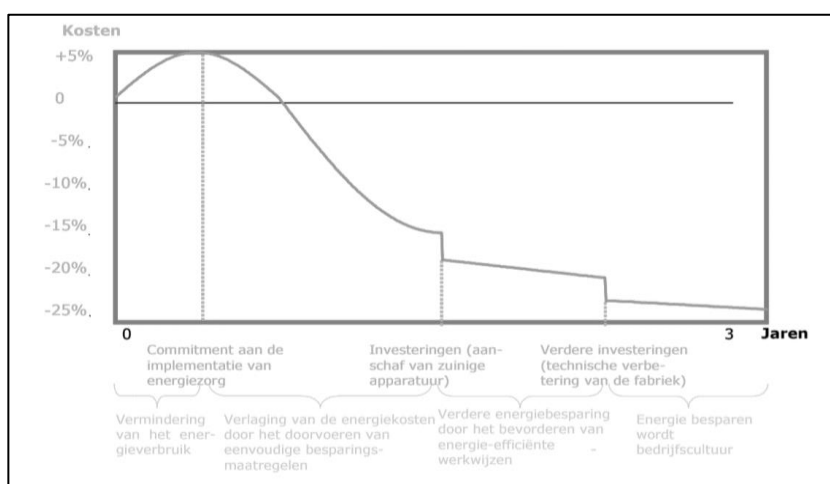
- Efficiënte bediening van ruimtethermostaten
- Verlichting uitschakelen (daar waar geen aanwezigheidsdetectie zit)
- Aanspreken gebouwgebruikers op hun gedrag met als gevolg een positieve gedragsverandering

Kenmerkend bij het ontbreken van een energiecoördinator, is dat na verloop van tijd de energiebesparingsinspanningen een ad hoc karakter gaan krijgen. In Figuur 5 is dit proces grafisch weergegeven.



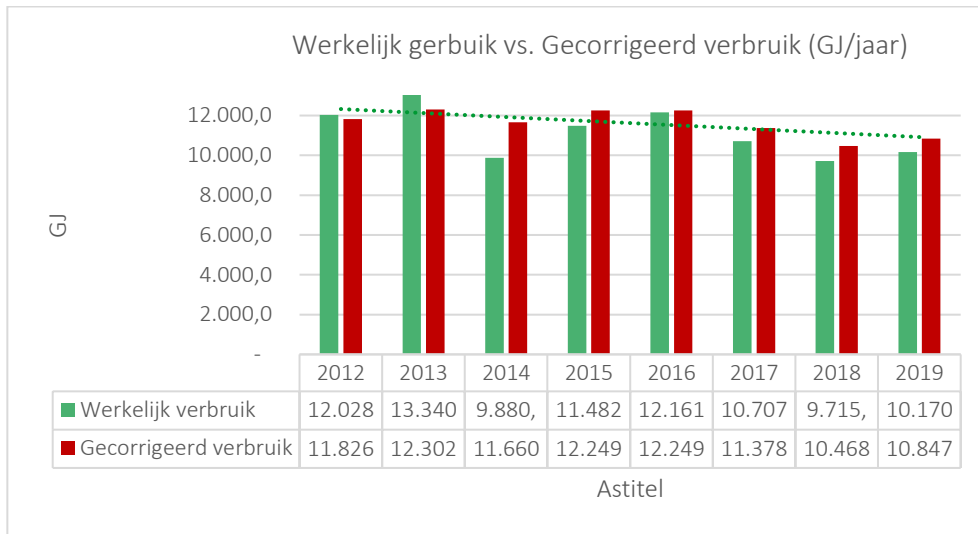
Figuur 5: het effect van ad hoc energiezorg. Bron: (Senter Novem, 2007)

Daarom wordt geadviseerd om naast energiemonitoring een medewerker aan te wijzen die de rol van een energiecoördinator toegewezen krijgt. Verder kan deze persoon continu verbeterkansen door middel van “slim” gebouwbeheer signaleren en organisatorisch oppakken. Een mogelijk verloop van dit proces wordt grafisch weergegeven met behulp van Figuur 6.



Figuur 6: verloop van een continu energiezorgproces. Bron: (Senter Novem, 2007)

Tijdens het locatiebezoek werd duidelijk dat er al een vorm van energiezorgproces aanwezig was. Er worden verschillende initiatieven opgepakt. Ook al gebeurt dat niet gecoördineerd. Uitgaande hiervan zijn de energiegebruikscijfers uitvoerig geanalyseerd en de ad-hoc inspanningen lijken daadwerkelijk effect te hebben. Dat is vooral te zien in de periode na 2016 aan de hand van maand warmte verbruiken (zie ook bijlage 5 & 6). Deze jaarlijkse afname is ook zichtbaar na de correctie op graaddagen in Figuur 7.



Figuur 7: aantoonbare besparingen op warmtegebruik na graaddagencorrectie incl. lineaire trendlijn.

Aangezien de besparingsacties tot nu toe niet gecoördineerd lijken te zijn, liggen er goede kansen voor “Good Housekeeping”. Er is naar verwachting 5 tot 10% extra besparing haalbaar door middel van een continu energiezorgproces. Hiervoor is het aanstellen van een energicoördinator wel noodzakelijk.

Stel dat een energicoördinator wordt ingesteld voor een parttime dienstverband. Een 0,4 fte (voor 2-3 dagen per week) is dan naar verwachting voldoende om alle zes gebouwen van de provincie stelselmatig te monitoren, besparingsopties te signaleren en uit te voeren. De kosten voor een (inhuur) coördinator zijn zo’n 90 euro per uur. Op jaarbasis bedragen de kosten ca. € 65.000. Op een termijn van 3 jaar kan dat oplopen tot ongeveer 200 duizend euro. Uitgaande van het nog te behalen besparingspotentieel, is dit bedrag snel terugverdient, ongeveer in 3-4 jaar. Dat betekent dat een energicoördinator zichzelf (deels) terugverdient. Daarnaast kan deze persoon aanvullende besparingen realiseren op de andere 5 locaties.

4.3.3 Classificatie A: retrofit LED verlichting

De bestaande situatie met betrekking tot het verlichtingsvermogen is per gebouwdeel in bijlage 1 weergegeven. De toegepaste basisverlichting bestaat hoofdzakelijk uit TL en PL armaturen. Het specifiek vermogen ligt gemiddeld rond 9 W/m². Met LED kan dit worden verlaagd naar ongeveer 5 W/m².

Het toepassen van ledverlichting kan op twee manieren:

- Volledige vervanging van de verlichtingsarmaturen (ca. € 30/ m²) *
 - Uitsluitend uitwisselen van de lichtbronnen, het zogenaamde retrofitten (ca. € 12 /m²)
- *Bij optie (a) kan gekozen worden voor het één op één vervangen van de armaturen door led panelen. Dit geeft echter een ander lichtbeeld en mogelijk is de verlichtingssterkte te hoog. Bij deze oplossing zal naar verwachting een nieuw lichtplan ontworpen moeten worden.

In 2035 is het doel om energieneutraliteit te bereiken. Dat is in minder dan 15 jaar. De theoretische technische levensduur van de meeste verlichtingsarmaturen is 20 jaar. Vanuit dat opzicht is het voor de hand liggend dat voor optie (a) wordt gekozen daar waar nog oudere TLD armaturen zijn (voornamelijk hoogbouw 2 t/m 8, kantoren). Dit dient zoveel mogelijk plaats te vinden op een natuurlijk moment van afschrijving van de bestaande armaturen. De nieuwe armaturen kunnen eventueel aangevuld worden

met aanwezigheidsdetectie en daglichtregeling. Het is lastig in te schatten wat de besparing dan zal zijn. Een van de redenen is dat er op dit moment zonwerende folie en nieuwe zonwering (rolgordijnen) bekeken worden als een mogelijke energiebesparende alternatief van de huidige 'Venetian Blinds' zonwering in de klimaatgevel. Het effect daarvan is dat veel meer zonlicht gereflecteerd zal worden. Dat zorgt voor minder daglichttoetreding. Hierdoor zal de vraag naar kunstlicht toe nemen, waardoor daglichtsensoren niet optimaal werken. Voor de overige armaturen kan voor optie (b) gekozen worden. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is dat de ledbuis is afgestemd op het voorschakelapparaat van de armatuur.

Met LED verlichting daalt het verlichtingsvermogen gemiddeld van 9 naar 5 Watt per m². De kosten om de bestaande armaturen te voorzien van retrofit LED verlichting zijn > € 260.000. De terugverdientijd is 11 jaar. De kosten voor nieuwe LED verlichtingsarmaturen voor de hoogbouw (2 t/m 9 verdieping) bedragen circa € 243.000. Deze investering verdient zich terug in 30 jaar. De totale investering in LED verlichting is daarmee ca. 0,5 miljoen euro. De totale besparing op verlichting is 48% (>320 MWh per jaar).

4.3.4 Classificatie B: PV-installaties

In bijlage 3 is een totaaloverzicht van alle PV-panelen mogelijkheden weergegeven. Dit overzicht volgt uit een uitgebreide inventarisatie van kansrijke mogelijkheden van de PV-systemen op deze locatie. Op de locatie is 6.600 m² aan oppervlak voor zonnepanelen gelokaliseerd. De totale productie is berekend op 1,25 mln. kWh per jaar. Meer is niet haalbaar tenzij ook de sedumdaken benut worden voor PV-panelen. PV-panelen kunnen in principe op deze daken geïnstalleerd worden, maar het gaat wel ten koste van de groene uitstraling. Wel dient bij het plaatsten altijd rekening te worden gehouden met de constructie. De totale investering voor de PV-panelen op alle mogelijke locaties is geraamd op ca. 3.4 mln. euro met. Voor een overzicht van terugverdientijden van de afzonderlijke mogelijkheden, wordt verwezen naar Maatregelentabel in bijlage 8.

4.3.5 Classificatie B: Concept Earth, Wind & Fire

Het EWF-concept is een natuurlijk klimaatbeheersingsconcept wat mogelijk maakt dat de ventilatie in het gebouw hoofdzakelijk door de zonne-energie wordt aangedreven. In combinatie met een eigen warmte- en koudeopslagsysteem (WKO), kan het EWF-concept het gebouw in de winter van warmte en in de zomer van koeling voorzien. De totale energiewinst is berekend op 42 kWh per m² GO voor het EWF-concept (zonder WKO) op jaarbasis. De uitwerking van het conceptueel ontwerp voor Huis voor de Provincie voor de toepassing van het innovatief Earth, Wind en Fire (EWF) concept, is door Dr. Ing. Bronsema onderzocht en in een apart bijlagerapport toegevoegd. Uit deze (voorlopige) studie blijkt dat het EWF geschikt lijkt te zijn voor het Huis voor de Provincie. Hieronder volgt een korte samenvatting.

Voor de hoogbouw van Huis voor de Provincie wordt voorgesteld de bestaande airconditioning af te schaffen en te vervangen door het EWF-concept. Daarmee zullen de energiekosten van de luchtbehandelingskasten voor de hoogbouw (1 t/m 4) en (7 t/m 8) met een jaarlijks elektriciteitsverbruik van 1.012 MWh komen te vervallen. Verder voorziet het concept aan de westelijke gevel een combinatie met zonnepanelen. Deze kunnen worden gebruikt voor het vergroten van de capaciteit van het zonneshoorsteen effect en tegelijkertijd om elektriciteit op te wekken. Dat is een win-win situatie. De zonneshoorsteen dient ervoor om de afgezogen ventilatielucht naar het dak te transporteren. Voor deze toepassing kan 2x 500 m² aan zonnepanelen op de westelijke gevel worden geplaatst, wat overeenkomt met 200 kWp. Deze panelen kunnen 65.000 kWh op jaarbasis opwekken. Meer is niet haalbaar in verband met de beperkte zonnetoetreding en een lagere rendement van PV-panelen op een gevel (90°). De warmte die uit de zonneshoorsteen kan worden teruggewonnen bespaart additionele energie, naar schatting

174.000 kWh. Daarmee is de jaarlijkse energiebesparing 269.000 kWh. De grootste energiewinst wordt behaald door het overbodig maken van het huidig ventilatiesysteem voor de hoogbouw.

Na aftrek van de (hulp)energie die gebruikt moet worden door het EWF-concept zelf (ca. 30.000 kWh), komt de netto besparing in totaal op 1.251.656 kWh. Deze kosten-baten analyse is in de tabel 6 hieronder weergegeven.

Tabel 6: Besparingspotentieel voor het Concept Earth, Wind & Fire

Jaarlijkse kosten/baten analyse EWF	Energiebesparing (kWh/jaar)	Kostenbesparing (Euro)
Besparing door het afschaffen bestaande ventilatie	1.012.656	€ 101.265
Besparing d.m.v. WTW uit de zonneshoorsteen	174.000	€ 17.400
Opwekking d.m.v. PV i.c.m. zonneshoorstenen	65.000	€ 6.500
Energievraag EWF-concept (voor klimaatcascade)	-30.000	€ -3.000
Jaarlijks besparingspotentieel voor het EWF-concept	1.221.656	€ 122.165
Totaal besparingspotentieel (uitgaande van 25 j. levensduur)	30.541.400	€ 3.054.125

4.3.6 Classificatie C: Warmte & koude opslag (WKO)

Een warmte- en koudeopslaginstallatie (WKO) kan op twee manieren worden ingepast, te weten:

1. Een eigen decentrale WKO, d.m.v. aanpassingen aan de bestaande klimaatinstallaties
2. Een eigen decentrale WKO, d.m.v. nieuwe klimaatinstallaties met het EWF-concept

Hieronder worden alle drie opties voor de WKO afzonderlijk besproken. Voor de laatste optie (3) is ook een voorlopig ontwerp uitgewerkt door Dr. Ing. Bronsema, dat als een separaat rapportage is ingediend.

Optie 1: Eigen WKO gekoppeld aan de bestaande klimaatinstallaties

In eerdere haalbaarheidsstudies uit 2011-2012 is de optie voor het aanleggen van een warmte- en Koudeopslag installatie uitgebreid onderzocht door Deerns en IF-Technology. De conclusie was dat WKO technisch te realiseren was. Tevens is door Deerns een Definitief Ontwerp opgesteld waarbij is gekeken hoe de WKO-installatie op de bestaande installaties kan worden aangesloten. Een WKO levert in de basis laagtemperatuurverwarming, dat wil zeggen maximaal 55°. Het bestaand verwarmingssysteem, aangesloten op de stadsverwarming, heeft een temperatuurtraject van 80/60°. In het Definitief Ontwerp is onderzocht hoe het bestaand warmtedistributie- en afgiftesysteem op een 50/40° traject kan functioneren. Bij dit DO is destijds ook een DO-raming opgesteld en is de WKO-installatie inclusief installatietechnische aanpassingen geraamd op € 1.150.000,-. Hierbij is geen rekening gehouden met eventueel aanbestedingsvoordeel, marktwerking e.d. Wanneer rekening wordt gehouden met dit voordeel en inflatie vanaf 2012, is een investeringsraming van € 1.300.000 (prijsspeil 2020) realistisch te noemen (zie bijlage 4). Voor nadere informatie aangaande het DO van de WKO wordt verwezen naar de volgende documenten:

- 2012-12-17 Memo BG WKO-installatie versie t.b.v. GS
- 12002843 Memo WKO-installatie
- Bestek WKO-installatie
- Effectenstudie WKO-installatie

Wij adviseren de effectenstudie, destijds uitgevoerd door IF, te actualiseren naar de huidige inzichten en opnieuw een gedetailleerde kostenraming op te stellen.

Optie 2: Eigen WKO i.c.m. de nieuwe klimaatinstallaties van het EWF-concept

WKO is een belangrijke voorwaarde om energieneutraliteit voor het gebouw van HvdP te realiseren. De koppeling met de bestaande klimaatinstallaties alleen zal onvoldoende zijn om in 2035 energieneutraal te worden. Door het toepassen van WKO met het Earth, Wind & Fire concept ontstaat een WIN-WIN situatie. Dit is verder uitgewerkt in de conceptuele studie van Dr. Ing. Ben Bronsema in een separaat bij-lagerapport.

4.4 Maatregelen en onderwerpen die niet verder in het onderzoek zijn meegenomen

Naast de maatregelen die in hoofdstuk 4.3 uitvoerig uitgewerkt zijn, zijn er een aantal maatregelen initieel als kansrijk beschouwd, maar uiteindelijk niet aanbevolen. Dat heeft verschillende redenen, bijvoorbeeld door hoge kosten of andere beperkingen. In het onderstaand overzicht worden de maatregelen en onze afwegingen uitgebreid toegelicht.

4.4.1 Gedeelde WKO gekoppeld met de WKO-bron van de naastgelegen A.S.R. gebouw

In 2015 werd al gekeken naar een mogelijke koppeling met de WKO van de naastgelegen ASR-kantoor. Deze studie is destijds door Deerns uitgevoerd. De conclusie was dat deze koppeling technisch mogelijk was. Tegen een investering van € 212.000 met een TVT van 13 jaar. In de huidige situatie blijkt ASR problemen met het WKO systeem te ondervinden, mogelijk als gevolg van wegspoeling van koude/warmte door de Kromme Rijn die langs het terrein stroomt. Hierdoor wordt de succesvolle werking van een WKO-systeem door middel van koppeling met deze WKO-bron van A.S.R. in twijfel getrokken. Om deze reden werd deze maatregel niet verder meegenomen in dit onderzoek.

4.4.2 Afkoppelen van stadswarmtenet

Het afkoppelen van stadswarmtenet werd door de provincie als een van de ambities genoemd. Na een zorgvuldige beoordeling kunnen wij deze route niet adviseren. Daarvoor zijn twee redenen. Ten eerste, het gebouw gebonden energiegebruik van HvdP wordt in sterkte mate beïnvloed door de ruimteverwarming (ca. 40%). De warmte wordt nu geleverd vanuit het stadswarmtenet Utrecht-Nieuwegein. Uit de meest recente kwaliteitsverklaring bleek dat de efficiëntie van dit net 150%. Dat is in principe een prima rendement, wat betekent dat er de helft minder (fossiele) energie nodig is om de totale vraag aan warmte te kunnen leveren. Dit wordt o.a. bereikt door gebruik te maken van restwarmte uit met name elektriciteitscentrales. Gebruik van deze restwarmte energie is duurzaam omdat het anders verloren zou gaan. De tweede reden is omdat het een relatief grote warmtevraag (ca. 10.000 GJ) betreft. Er zijn er weinig alternatieven om dit duurzaam in te vullen. Bij deze warmtehoeveelheden zijn vaak aanvullende opwekkers nodig, die op fossiele energie werken. De enige kansrijke alternatief om de warmtevraag volledig duurzaam en lokaal op te wekken is een WKO-bron i.c.m. warmtepompen. Deze maatregel is ook aanbevolen. Gecombineerd met het concept Earth, Wind en Fire is dit de meest kansrijke optie om zowel de grote warmte- alsook de koelvraag voor HvdP duurzaam in te vullen. De aansluiting op de bestaande stadswarmtenet zal in principe gehandhaafd worden. Deze zou moeten dienen als een noodzakelijke back-up voor naast de WKO-installatie. Dit is de meest kosteneffectieve oplossing. Zonder deze bivalente opstelling voor de warmtevraag, moet de warmtepomp dubbel worden uitgevoerd. Dat is noodzakelijk in verband met de back-up functie. De (fossiele)energie dat aan het stadswarmtenet dan onttrokken moet worden is naar verwachting summier, waardoor energieneutraliteit in 2035 te realiseren is.

4.4.3 Hoog rendement beglazing in de klimaatgevel (HR++/HR+++)

Om de invloed van het buitenklimaat zoveel mogelijk te elimineren is het gebouw van de provincie ontworpen met een zogenaamde klimaatraam als onderdeel van de klimaatgevel constructie. Dit houdt in, dat een deel van de gebruikte lucht via een spouw in de gevel continu afgevoerd wordt. Bij lage buiten-temperaturen zijn klimaatramen zeer gunstig omdat de spouw met lucht uit het vertrek wordt geventileerd waardoor de glastemperatuur aan de binnenzijde bijna even hoog wordt als de vertrektemperatuur. Hierdoor hebben klimaatramen een gunstig warmtedoorgangscoefficient die minimaal factor 2 lager ligt dan die van een standaard dubbel glas (ca. 1.2 W/m²K i.p.v. 2.8 W/m²K). Deze warmtedoorgangscoefficient kan naar gelang worden verhoogd afhankelijk van de afgezogen luchthoeveelheid.

Door het toepassen van HR++/HR+++ glas zou de spouw in principe minder geventileerd hoeven te worden om een relatief lagere warmtedoorgangscoefficient te bereiken. Maar dat is een misvatting, omdat er moet steeds een minimum hoeveelheid afvoerlucht beschikbaar zijn in de spouw van de klimaatgevel. Deze klimaatgevel is zo ingesteld dat deze minimum hoeveelheid onder alle omstandigheden wordt geleverd. Een gunstig effect van een lagere U-waarde door de toepassing van een HR++ of HR+++ beglazing zou hierdoor summier zijn. De investeringskosten in deze type beglazing zijn wel fors. Ongeveer 7 miljoen euro, zoals ook werd berekend door DWA Architecten (in het rapport uit 2016).

4.4.4 Warmte werende folie

Niet als afkoppelen van stadswarmte werd door de provincie gevraagd om ook naar de warmte werende folies (aan de binnenkant van dubbel glas van het klimaatraam) te kijken, als een mogelijke maatregel om energieneutraliteit te bereiken. Wij adviseren om deze optie niet toe te passen om drie redenen.

Naast de al hierboven beschreven positieve effecten van de klimaatramen op de U-waarde van het glas, is nog een andere belangrijke eigenschap. Dat is dat de klimaatramen de zonnearmte bijna even goed waren als een dubbel glas met buitenzonwering. Door het toepassen van deze folie aan de binnenkant van de dubbele beglazing wordt het oorspronkelijk ontwerp van het klimaatraam verstoord. De warmte werende folie kan gaan botsen met de zonwerende coating die in het glas is verwerkt. Hierdoor kan ruit-schade ontstaan.

Tweede reden om geen folies te gebruiken is omdat de zonnearmte al voldoende afgezogen wordt (bij het goed functioneren van de klimaatgevel). Ook zijn er lamellen in de spouw aangebracht die voor een nog betere zonwerende eigenschappen van de klimaatgevel zorgen, die afhankelijk van de afgezogen lucht in de spouw tot zeer lage ZTA-waarden leiden ca. 0,15 à 0,20 (i.c.m. met de lamellen zonwering).

De laatste derde reden is dat in plaats van warmte te weren adviseren we deze juist te gebruiken. Deze warmte kan als "gratis" energie gezien worden die in de zomer maanden beschikbaar komt. Die kan een belangrijke bijdrage leveren i.r.t. de energieopslag met het WKO en de toepassing van EWF-concept.

4.4.5 PV-panelen op het dak van hoogbouw (20^e etage)

In de huidige situatie adviseren wij op het dak van de hoogbouw geen PV-panelen te plaatsen. Aangezien er installaties op het dak al zijn aangebracht zoals de gevelreinigingsinstallatie, ventilatoren en ont- en beluchtingsuitlopen, is er nagenoeg geen ruimte op het dakvlak beschikbaar om PV-panelen te plaatsen. Mocht er in de toekomst gekozen worden om het Earth, Wind en Fire concept toe te passen, dan

adviseren wij wel om de PV-panelen te monteren op het dak van de hoogbouw. Doordat de bestaande klimaatinstallaties overbodig worden, komt er naar schatting 270 m² beschikbaar voor PV's. Dit oppervlak is weliswaar nog steeds klein in verhouding tot het dakoppervlak, omdat er veel ruimte nodig is voor de gevelreinigingsinstallatie. Er kan naar schatting >50 MWh/jaar zonne-stroom opgewekt worden.

4.4.6 Windturbines op het dak van hoogbouw

De kleine windturbines op het dak van de 20^e etage zouden in principe een interessante optie zijn in relatie tot een duurzamer imago. Echter, uit onze initiële verkenning bleek de opbrengst van deze systemen te beperkt is, anders dan bij grote windmolens. De vuistregel is namelijk dat de energieopbrengst van een windturbine kwadratisch evenredig is met de lengte van de wijk. Dit wil zeggen dat een halvering van de wijk lengte, vier keer minder energie oplevert. Bij kleinere turbines is daardoor energieopbrengst al snel zeer summier. In eerdere onderzoeken werd deze optie ook bestudeerd (door Brink Groep in 2011). Derhalve werd toen afgezien om dit als een kansrijke maatregel aan te bevelen.

4.4.7 PV-panelen op daken laagbouw

De groene (platte) daken van de laagbouw beschikken over veel ruimte voor eventuele zonnepanelen. Wij adviseren om deze ruimte niet te gebruiken voor zonnepanelen. Dit komt enerzijds door de opstelling t.o.v. de hoogbouw, wat tot schaduw zal zorgen in de ochtend en in de namiddag. PV's worden wel steeds vaker met groene daken gecombineerd. Toch vinden wij dat het groen ook een belangrijke esthetische waarde heeft wat door de toepassing van de zonnepanelen verloren gaat.

4.4.8 Thermische zonnepanelen voor warmtapwater

Voor de hoogbouw lijkt deze optie niet haalbaar. Er is een relatief kleinere vraag. Allereerst is er op het dak zoals eerder is geconcludeerd weinig ruimte beschikbaar. Daarnaast moet ook een apart distributienetwerk aangelegd worden voor tapwater. Voor de hoogbouw zal daarom de geringe opbrengst aan warmtapwater door de zon teniet worden gedaan door de voorzieningen die nodig zullen zijn voor distributie. Dit was tevens de conclusie van eerdere onderzoeken (o.a. door Brink Groep). Wel is door Brink Groep geadviseerd om tapwater in de laagbouw met zonnecollectoren te voorzien. Wij vinden dat een overbodig investering. Ten eerste zal deze bijdrage i.r.t. de warmtevraag zeer gering zijn, ongeveer 1-2%. Daarnaast krijgen deze daken te maken met extra belasting. Dit komt bovenop de groende daken, wat op zichzelf voor veel extra gewicht zorgen. Dit kan tot extra aanpassingen leiden.

4.4.9 Energiebesparende maatregelen i.c.m. IoT/Smartbuilding

Al vroeg in de initiële fase van dit onderzoek is gebleken dat het klimatiseren van dit gebouw om veel energie vraagt. Ondanks een aantal reeds doorgevoerde maatregelen ligt het energiegebruik hoog in vergelijking tot referentiekantoorgebouwen. Een interessante ontwikkeling op dit moment om dit te optimaliseren is het gebruik maken van de zogenaamde IoT (Internet of Things) technologieën. Hierdoor is het in theorie mogelijk om een gebouwbeheersysteem zodanig te "smart" te maken dat het op een willekeurig moment exact weet hoeveel mensen, en ook waar, zich in het gebouw bevinden. Dit maakt mogelijk dat een dergelijk "Smart Building" in real time wordt afgestemd op het gebouwgebruik. Deze systemen zijn echter zodanig ingewikkeld dat er zeer veel digitaal (voor)werk nodig is om alle algoritmes goed af te stemmen. Daarnaast moeten er talloze sensoren geplaatst gaan worden en in real time afgelezen, wat een enorm hoeveelheid aan datastroom genereert. Dit leidt tot zeer hoge kosten, hoge mate van complexiteit en ook weer tot veel energiegebruik voor de ICT. De uiteindelijke winst is vaak niet

meer dan 10%. Om deze redenen werd daarom deze optie niet verder onderzocht. Wat wel wordt aanbevolen is om de bestaande energiedata uit het GBS-systeem slim af te gaan lezen middels een “smart” energiebeersysteem. Deze optie is al in ons rapport uitgebreid toegelicht.

4.4.10 Energiebesparing door modernisering van oude LBK

In bijlage 7 is een lijst opgenomen met alle luchtbehandelingsinstallaties. De installaties 1 t/m 8 zijn al gemoderniseerd (met efficiëntie klasse IE2 motoren). Bij de eventuele toepassing van het EWF-concept, zouden deze installaties overbodig zijn. Om het motorvermogen van andere “oudere” LBK’s te verlagen, kan eventueel gekeken worden in hoeverre deze IE2 motoren hergebruikt kunnen worden. Dat is duurzamer i.p.v. te investeren in de nieuwe motoren. Daarnaast kunnen ze voorzien worden van frequentieregeling voor meer besparing. Om dit goed in kaart te brengen is een apart maatwerkadvies nodig.

4.4.11 Energiezuinige pompen

In een onderzoek van Grundfos (in 2015) zijn reeds 14-tal van pompen aangewezen, die vernieuwd kunnen worden. Uit onze initiële berekening blijkt dat optie (2 à 3 % besparing) op de totale energiebalans zal hebben. Omdat dit een relatief klein percentage is, hebben we deze optie niet verder als een apart maatregel beoordeeld. We vinden dat het meer thuishoort onder “Good Housekeeping” maatregelen.

4.4.12 Isolatie van de gebouwschil

We hebben ook gekeken naar de opties om de gebouwschil te verbeteren. Doordat het gebouw veel glasoppervlak heeft (ong. > 6500 m²) hebben we eerst gekeken naar de isolatieglas (HR++/HR+++). Dit bleek echter niet kansrijk te zijn, mede door een forse investering, zoals al hierboven is uitgebreid toegelicht. Er zijn nog een aantal andere opties overwogen, die toch niet zijn verder uitgewerkt. Zoals het isoleren (van de BG-vloer en daken). Doordat de BG-vloer van de kelder aan de (buitenlucht) grenst, heeft het al een hogere RC-waarde. Daardoor zal de isolatie een beperkt effect hebben. We raden wel aan om een thermo-grafisch onderzoek in te stellen om te kijken of er warmtelekken zijn. Afhankelijk daarvan kunnen de isolerende maatregelen plaatselijk worden aangebracht. Voor daken adviseren we ook om een thermo-grafisch onderzoek uit te voeren. Doordat er op de laagbouw veel dakoppervlak met sedum bedekt is (grootste dakoppervlak), verwachten wij dat het al daardoor betere isolatie heeft. Een groen dak zorgt er namelijk voor dat het lekker koel blijft in de zomer en isoleert beter in de winter. Echter, als de drainagelaag niet goed functioneert, dan gaan ook de isolerende eigenschappen van een groen dak achteruit. Wellicht kan m.b.v. thermo-grafisch onderzoek bepaald worden of deze daken inderdaad optimaal functioneren. Afhankelijk daarvan kunnen maatregelen worden voorgesteld.

4.4.13 Nieuwe monumenten 1970-2000

Er loopt momenteel een onderzoek, waarin gekeken wordt of Huis voor de Provincie een monumentaal status kan krijgen. Dit gebouw is dat dus nog niet. De Gemeente Utrecht rondt eind 2020 een inventarisatie af, waarna besluitvorming zal volgen. Dit onderzoek wordt in het kader van het project “Jong Erfgoed” uitgevoerd. Het vormt een risico in relatie tot besparende maatregelen. Mocht dit gebouw een monumentaal status krijgen, dan kunnen de meeste verbeteringen aan de gebouwschil niet uitgevoerd worden. Naast de PV-(gevel)panelen en het EWF-concept hebben we daarom niet verder gekeken naar de maatregelen aan de bouwschil. Wij adviseren wel om deze ontwikkeling goed te blijven volgen.

5 Advies en conclusie per maatregelenpakketten

Uit dit onderzoek zijn zes maatregelen als kansrijk beoordeeld om het huidig gebouw gebonden energiegebruik (energie indicator) van 249 kWh/m² gebruiksoppervlakte met >90% te verminderen. In principe is het Huis voor de Provincie dan “bijna” energieneutraal, mits de “Good housekeeping” maatregelen van kracht blijft. Op basis van de uitgevoerde energiescan kan worden geconcludeerd dat ruimteverwarming en ventilatie de grootste energiegebruikers zijn, gevolgd door koeling en verlichting.

Alle onderzochte maatregelen zijn onderverdeeld in 3 categorieën: (A) zekere, (B) voorwaardelijke en (C) onzekere maatregelen. Hieronder volgt een advies per classificatie. Dit advies volgt de stappen van Trias Energetica. Ons advies per maatregelenclassificatie is als volgt:

Classificatie A

In principe kunnen de maatregelen die onder deze categorie vallen direct worden doorgevoerd. Hiermee kan door relatief eenvoudige maatregelen 15-20% aan jaarlijks energiebesparing worden gerealiseerd.

Classificatie B

Voor de mogelijkheid om op de locatie eigen zonne-energie op te wekken is een uitgebreide inventarisatie gemaakt van alle kansrijke opties en beschikbare oppervlaktes. Dit dient door de provincie verder te worden beoordeeld. Zo moet er ook goed gekeken worden naar de constructieve aspecten. De gevelpanelen kunnen daarnaast in allerlei kleuren gemaakt worden. Vanuit het esthetisch oogpunt is het aan te raden dit mee te nemen. Daarnaast zijn er voorwaarden van belang, zoals de eventuele keuze voor het EWF-concept. Er komt dan meer ruimte op het dak van de 20° beschikbaar voor de PV-panelen. Bovendien kunnen de gevelpanelen ook in de zonneshoorsteen van het EWF-concept geïntegreerd worden.

Voor het innovatief concept EWF is in samenwerking met Dr. Ing. Ben Bronsema, de bedenker van het concept, een voorlopig ontwerp gemaakt. De conclusie van deze studie is dat EWF een kansrijke maatregel is. Een aandachtspunt is echter dat het EWF-concept nog niet eerder in een bestaand gebouw is toegepast, alleen bij een nieuwbouw. Onze aanbeveling is daarom om het EWF-concept verder te onderzoeken. Dit vervolgonderzoek moet meer licht kunnen geven op hoe dit concept precies kan worden toegepast in de bestaande situatie, zonder dat alle processen moeten worden stilgezet en wat het project kan gaan kosten. In dit onderzoek kunnen ook de investeringskosten nader worden uitgewerkt. Dit vervolgonderzoek kan als een afstudeerproject worden gezien voor eindejaarsstudenten Bouwkunde van de Technische Universiteit Delft, onder extern toezicht van Dr. Ing. Ben Bronsema.

Classificatie C

Eerdere studies (inmiddels 10 jaar geleden) hebben aangetoond dat een eigen WKO-bron technisch mogelijk was. De koppeling met de WKO-bron van de naastgelegen A.s.r. gebouw werd ook onderzocht en bleek niet kansrijk. Eigen WKO-bron is nu ook in twijfel getrokken. Echter, het blijft een belangrijke voorwaarde om uiteindelijk energieneutraliteit in 2035 te bereiken. Geadviseerd wordt daarom om een vervolgonderzoek in te stellen en de opties voor een eigen WKO-bron(-en) opnieuw te beoordelen. Alleen op deze wijze kan met meer zekerheid worden vastgesteld of een eigen bron voor HvdP wel of niet technisch haalbaar is in de bestaande situatie. Het EWF-concept kan daarnaast samen met een eigen bron een goede symbiose vormen. Dit draagt in grote mate bij om de energieneutraliteit in 2035 te bereiken.

6 Bijlagen

6.1 Bijlage 1: overzicht bestaande verlichting

Omschrijving verlichtingssituatie t.b.v. energiebalans:

Op de bouwlagen 9 t/m 18 wordt grotendeels gebruik gemaakt van TL5 verlichting. De verlichting wordt door middel van vertrekschakeling bediend. Deze armaturen van het fabricaat Trilux (type C-RSX) zijn voorzien van regelbare voorschakelapparaten. Op de “oude” bouwlagen 2 t/m 8 wordt grotendeels gebruik gemaakt van TLD armaturen, voorzien van hoogfrequente voorschakelapparatuur. Hier wordt de verlichting grotendeels geschakeld door middel van vertrekschakelaar met een scheiding tussen een daglicht- en kunstlichtsector. De verlichting in algemene ruimten wordt hoofdzakelijk centraal geschakeld. In kantoor- en vergadervertrekken wordt gebruik gemaakt van vertrekschakelaars en in enkele gevallen van bewegingsmelders. In Statenzaal en op de 1^e etage is LED (retrofit) verlichting aanwezig.

Tabel: Verdeling vermogen verlichting per bouwlaag (situatie 2018-2019)

Gebouwdeel	Vermogen (Watt/m ²)	Verlichting (Type)
Hoogbouw 9 t/m 18 etage (kantoren)	9,1	TL5
Hoogbouw 2 t/m 8 etage (kantoren)	10,3	TLD
1e etage (statenzaal, provincie, restaurant, expeditie)	6,5	LED retrofit
Begane grond (restaurant, expeditie, TR, opslag, facilitair)	20	TLD/TL5/PL/halogeen
Kelder kasten, meubel opslag	6	TL5/PL/halogeen
Statenzaal	6,5	LED retrofit
Gangen	6,5	TL5/PL

6.2 Bijlage 2: gedetailleerde bepaling energiebalans

Gebruikscijfers in 2018-2019			Omgekeerd gebruik (kWh)		Gebouw gebonden energiegebruik (kWh/m2)	
Elektriciteit	4.479.071	kWh	4.479.071	kWh	154	kWh/m2 GO
Stadsverwarming	9.943	GJ	2.761.806	kWh	95	kWh/m2 GO

Koeling						
Omschrijving	Aantal	Vermogen (kW)	Gelijktijdigheid (%)	Gebruikstijd per week (h)	Gebruikstijd per jaar (h)	Verbruik per jaar (kWh)
Liftmachiniekamer	3	9,0	20%	50	2.600	14.040
SER ruimte PU	10	2,4	20%	168	8.760	42.048
MER ruimte VRU	2	2,4	50%	168	8.760	21.024
SER ruimte ABN	2	0,6	20%	168	8.760	2.102
Regiekamer	1	0,9	40%	50	2.600	971
Apparatuur ruimte regiekamer.	1	0,9	40%	50	2.600	971
MER ruimte ABN	1	1,7	40%	168	8.760	5.840
MER ruimte PU	2	15,4	40%	168	8.760	108.157
SER ruimte PU	1	0,9	20%	168	8.760	1.635
Entree (luchtgordijn)	1	6,4	20%	50	2.600	3.305
Beveiligingsloge	1	1,5	40%	50	2.600	1.560
Apparatuur ruimte beveiliging	1	3,7	40%	50	2.600	3.883
SER ruimte PU zuid	1	0,9	20%	168	8.760	1.635
SER ruimte PU noord	1	0,9	20%	168	8.760	1.635
Aggr.ruimte grootkeukenkoeling	1	3,7	20%	50	2.600	1.941
SER ruimte Ageas	1	3,7	20%	168	8.760	6.430
UPS koeling	2	12,0	100%	168	8.760	210.240
Koudwateraggregaat 19e	3	281,0	20%	50	2.600	438.360
Condensoren (dak 20e ventilatoren)	5	17,0	50%	50	2.600	110.500
SER en dealingroom	1	15,0	20%	168	8.760	26.280
Pompen	3	30	20%	168	8.760	157.680
Pompen	1	15	20%	168	8.760	26.280
Zonnewering (passief koelen)	1708	0,03	20%	50	2.600	22.204
Totaal						1.208.722
% tov het totaal						16,7%

Ventilatie						
Omschrijving	Aantal	Vermogen ventilatoren (kW)	Gelijktijdigheid (%)	Gebruikstijd per week (h)	Gebruikstijd per jaar (h)	Verbruik per jaar (kWh)
LBK 1 t/m 4 - Kantoren 2e -14e	4	34,0	80%	119,3	6.205	675.104
LBK 7&8 - Kantoren 15e -18e	2	34,0	80%	119,3	6.205	337.552
LBK 10 - Keuken laagbouw	1	7,6	100%	119,3	6.205	46.910
LBK 11- Restaurant laagbouw	1	15,5	100%	119,3	6.205	96.478
LBK 12 - Archieven	1	14,2	100%	119,3	6.205	87.878
LBK 13 - Kantoren/vergaderzalen laagbouw	2	18,5	20%	119,3	6.205	45.917
LBK 14 - Conferentiezaal	1	6,5	30%	83,5	4.344	8.406
LBK 15 - Portiersloge	1	-	65%	119,3	6.205	0
LBK 16 - Zaal Statenzaal	1	12,8	50%	83,5	4.344	27.692
LBK 17 - Omloop, grote foyer	1	15,0	30%	83,5	4.344	19.546
LBK 18 - Containerruimte	1	0,9	20%	5,0	260	45
LBK 19 - Techniekrimte	1	2,5	20%	119,3	6.205	3.127
LBK 20 - Panoramaliften	1	12,6	80%	119,3	6.205	62.546
LBK 21 - Parkeerkelder/fiet-senb.	1	7,1	20%	119,3	6.205	8.811
Ventilatiekasten parkeerdek toevoer	14	-	100%	21,0	1.092	0
Luchtbevochtigers (adiabatisch)	n.v.t.	n.v.t.	100%	-	0	0
Totaal						1.420.012
% tov het totaal						19,6%

Productieapparatuur						
Omschrijving	Aantal	Vermogen (kW)	Gelijktijdigheid (%)	Gebruikstijd per week (h)	Gebruikstijd per jaar (h)	Verbruik per jaar (kWh)
Productieapparaten	1	10,0	100%	20	1.040	10.400
Persluchtcompressor	1	3,6	50%	20	1.040	1.872
GBS	1	0,1	100%	168	8.760	438
Serverruimtes	2	7,0	100%	168	8.760	122.640
Totaal						135.350
% tov het totaal						1,9%

Sprinkler en brandmeldapparaat						
Omschrijving	Aantal	Vermogen (kW)	Gelijktijdigheid (%)	Gebruikstijd per week (h)	Gebruikstijd per jaar (h)	Verbruik per jaar (kWh)
Pompen	2	10	50%	0,5	26	260
Totaal						260
% tov het totaal						0,0%

Warm tapwater (el.)						
Omschrijving	Aantal	Vermogen (kW)	Gelijktijdigheid (%)	Gebruikstijd per week (h)	Gebruikstijd per jaar (h)	Verbruik per jaar (kWh)
Close-in boilers (2e t/m 18e)	48	2,5	15%	30	1.560	28.080
Naverwarmers el. (o.a.douches)	3	9	60%	65,0	3.380	54.756
Pompen	3	0,035	20%	168	8.760	184
Totaal						83.020
% tov het totaal						1,1%

Verlichting						
Omschrijving	Aantal (m2)	Vermogen (kW)	Gelijktijdigheid (%)	Gebruikstijd per week (h)	Gebruikstijd per jaar (h)	Verbruik per jaar (kWh)
Hoogbouw 9 t/m 18 (kantoren)TL5	13.475	0,0091	60%	60	3.120	229.549
Hoogbouw 2 t/m 8 (kantoren)TL8	8.085	0,0103	60%	60	3.120	155.892
1e (o.a. statenzaal, provincie) LED retrofit	3.604	0,0065	50%	65	3.380	39.593
Begane grond (restaurant, ronde zaal, expeditie)	5.735	0,015	70%	65	3.380	203.535
Kelder kasten, meubel opslag	279	0,006	70%	80	4.160	4.875
Statenzaal - LED retrofit	1.000	0,0065	80%	70	3.640	18.928
Parkeerkelders	18.270	0,002	10%	85	4.365	15.950
Gangen	2.243	0,0065	30%	30	1.560	6.824
Totaal	52.692					675.146
% tov het totaal						9,3%

Liften						
Omschrijving	Aantal	Vermogen (kW)	Gelijktijdigheid (%)	Gebruikstijd per week (h)	Gebruikstijd per jaar (h)	Verbruik per jaar (kWh)
Technische lift	1	34	10%	20	1.040	3.536
Kleine liften bg.-1e etage	4	17	10%	20	1.040	7.072
Reguliere liften (bg.-18e etage)	6	22,44	20%	60	3.120	42.008
Totaal						52.616
% tov het totaal						0,7%

El. Laadpalen						
Omschrijving	Aantal	Vermogen (kW)	Gelijktijdigheid (%)	Gebruikstijd per week (h)	Gebruikstijd per jaar (h)	Verbruik per jaar (kWh)

Stopcontact	0	2,3	20%	40	2.080	0
Kleine laadpaal	7	3,7	20%	40	2.080	10.774
Middel laadpaal	18	12,8	50%	40	2.080	239.616
Grote laadpaal		22	50%	40	2.080	0
Totaal						250.390
% tov het totaal						3,5%

Overige elektriciteit						
Omschrijving	Aantal	Vermogen (kW)	Gelijktijdigheid (%)	Gebruikstijd per week (h)	Gebruikstijd per jaar (h)	Verbruik per jaar (kWh)
Copiers / printers	40	0,5	40%	50	2.600	20.800
Monitoren/TV schermen	900	0,04	80%	40	2.080	59.904
Beamer	40	0,35	10%	10	520	728
Computers/laptops	1000	0,05	80%	40	2.080	83.200
Frisdrankautomaten		1	20%	168	8.760	0
Koelcellen	2	16	80%	168	8.760	112.128
Tafelverlichting	100	0,5	20%	50	2.600	26.000
Koffiemachines	50	3	20%	20	1.040	31.200
Keukenapparaten	24	184	20%	40	2.080	76.544
Schuifdeuren enkel	10	3	20%	10	520	3.120
Schuifdeuren dubbel	5	3	20%	10	520	1.560
El. deuropeners	232	1,776	30%	0,25	13	1.607
Diverse T.R. el. verwarming	36	1,5	10%	7,7	400	2.160
Liftschachten panoramaliften en T.R. verwarming	36	0,2	10%	-	0	0
Elektrische verwarming t.b.v. waterleidingen (vorstbeveiliging)	13	2	50%	26,8	1.392	18.096
Elektrische verw. elementen BG, Kelder & 2e (Fabrikant Sinus)	23	2	10%	7,7	400	1.840
Pompen vloerverwarming	23	0,045	100%	168	2.190	2.267
AV-apparatuur beveiliging (verwaarloosbaar)	0	0	80%	168	8.760	0
Standby - Naverwarmers	82	0,01	100%	168,5	8.760	7.183
Standby - Multifunctional printers	40	0,075	100%	168,5	8.760	26.280
Standby - Noodverlichting	180	0,002	100%	168,5	8.760	3.154
Standby - PC	1000	0,0018	100%	168,5	8.760	15.768
Standby - Koffiemachines	50	0,0135	100%	168,5	8.762	5.914
Standby - Snoepautomaten	2	0,07	100%	168,5	8.761	1.227
Totaal						500.679
% tov het totaal						6,9%

Verdeling	Elektra (kWh)	Warmte (GJ)	Gebouw gebonden (GJ)	Gebouw gebonden (kWh)	Gebouw gebonden (kWh/m2)	Procentueel %
Ruimteverwarming	nvt	9.734	9.734	2.703.808	93	37%
Warm tapwater	nvt	209	209	57.998	2	1%
Koeling	1.208.722	nvt	4.351	1.208.722	42	17%
Ventilatie	1.420.012	nvt	5.112	1.420.012	49	20%
Productieapparatuur	135.350	nvt	487	135.350	5	2%
Verlichting	675.146	nvt	2.431	675.146	23	9%
Liften	52.616	nvt	189	52.616	2	1%
El. Laadpalen	250.390	nvt	901	250.390	9	3%
Sprinkler en brandmeldapparatuur	260	nvt	1	260	0	0%
Overige elektriciteit	500.679	nvt	1.802	500.679	17	7%
Warm tapwater (el.)	83.020	nvt	299	83.020	3	1%
Totaal	4.326.195	9.943	25.517	7.088.000	244	98%
Verschil tov het totaal	152.876	0	550	152.876	5	2%

6.3 Bijlage 3: inventarisatie kansen Huis voor de Provincie i.r.t. lokale zonne-energie opwekking

PV-systeem*	Beschikbare op- pervlaktes	Opbrengst PV- systeem (	Theoretisch vermogen	Indicatieve kos- ten PV-systeem	Zonne-energie productie (na af- trek reductie fac- toren)	Zonne-energie productie (netto)	Besparing jaarlijks	% jaar- lijks ge- bruik (elektra)	Investering (schatting)
(plaats / gebouwdeel)	(m ²)	(Wp/m ² *jaar)	(kWp)	(€/m ²)	(kWh/m ² *jaar)	(kWh*jaar)			
Dak (plat) 20e hoogbouw	270	188	51	350	188	52.841	€ 5.284	1%	€ 94.500
Dak N-O Statenzaal	1.000	188	188	350	179	185.923	€ 18.592	4%	€ 350.000
Tuin Z-W laagbouw	1.300	188	244	350	169	228.978	€ 22.898	5%	€ 455.000
Gevel Z Statenzaal	100	125	13	375	100	10.410	€ 1.041	0%	€ 37.500
Gevel N-O-hoogbouw	1.700	200	340	375	100	176.970	€ 17.697	4%	€ 637.500
Gevel Zuid Hoogbouw	200	200	40	375	160	33.312	€ 3.331	1%	€ 75.000
Gevel Z-W-hoogbouw	700	200	140	375	140	102.018	€ 10.202	2%	€ 262.500
Parkeerdek (overkapping)	4.000	125	500	370	113	468.450	€ 46.845	10%	€ 1.480.000
Totaal	6.600		1.020			1.258.902	€ 125.890	28%	€ 3.392.000

Vollast zonuren	ingeschatte reductie i.v.m. ligging en bezonning					ingeschatte reductie i.v.m. ligging			prijs per kWh *(zie ook H4.2)
Volle zonne-uren voor de De Bilt (o.b.v. 2006-2019) Bron: Zonurencalculator.nl	tuin Z-W	dak Statenzaal	Parkeer-over- kapping Z	dak Z-W Laag- bouw	dak N-O Laag- bouw	Gevel N-O hoogbouw	Gevel Zuid hoog- bouw	Gevel Z- W hoog- bouw	(euro/kWh)
1.041	0,9	0,95	0,9	0,85	0,65	0,5	0,8	0,7	€ 0,10

*Er wordt geen rekening gehouden met de eventuele extra kosten voor de onderliggende dragende bevestigingsconstructies t.b.v. deze PV-systemen. Om dit exact te bepalen zal eerst een aanvullend bouwkundig onderzoek noodzakelijk zijn. Het ontwerp van deze constructies wordt daarmee een apart aanvullend maatwerkadvies.

Korte omschrijving:

Voor het gebouw Huis voor de Provincie is een conceptuele verkenningsstudie uitgevoerd naar de mogelijkheden voor het plaatsen van PV-panelen (zonnepanelen) in verband met de duurzaamheidsambitie van de provincie op de hernieuwbare energie lokaal op te wekken. Er zijn verschillende aspecten, waarmee rekening gehouden dient te worden voor de plaatsing van de PV-systemen:

- Oriëntatie in verband met de bezonning en de maximale (theoretische) energieopbrengst.
- Beschikbare oppervlakte in verband met beschouwing, aanwezige installaties, bomen etc.
- Zichtbaarheid van de panelen is wenselijk i.r.t. duurzame uitstraling.
- De constructie van het gebouw om het gewicht te kunnen dragen. (Dit aspect is niet onderzocht t.b.v. deze inventarisatie omdat het sterk afhangt van de uiteindelijke keuze PV-panelen)
- Met zicht op de toekomstige salderingsregelen is het ook van belang dat er een optimale opwekking plaatsvind gedurende dag(delen) en over jaar. Dit in verband met de mogelijkheid om het opgewekte stroom zoveel mogelijk in de normale gebruiksuren zelf te benutten.

Rekening houdend met deze aspecten is een inventarisatie gedaan van alle mogelijke locaties waar PV-systemen (technisch gezien) toegepast kunnen worden:

1. Op het dak van het hoogbouw (dak van de 20^e etage)
2. Op de sedumdaken van de laagbouw (Z-W dak ronde zaal, N-O dak)
3. Op het dak van Statenzaal (oriëntatie Zuid)
4. Op een gedeelte van het tuin (oriëntatie Z-W)
5. Op de geveldelen van de laagbouw (oriëntatie Zuid, bv. Statenzaal)
6. Op de gevels van de hoogbouw (oriëntatie N-O; Z-W en Zuid)
7. Op de parkeerplaats (oriëntatie Zuid)

De mogelijkheden en beperkingen van iedere onderzochte locatie zijn hieronder in het kort besproken. Hierin is ook ons advies verwoordt met betrekking tot hoe kansrijk deze maatregelen zijn.

6.3.1 PV op het dak de hoogbouw

In de huidige situatie kunnen geen PV-panelen worden geplaatst op het dak van de hoogbouw. Dit in verband met de huidige aangebrachte installaties op het dak, zoals de gevelreinigingsinstallatie, ventilatoren en ont- en beluchtingsuitlopen. Om deze reden is er geen ruimte op het dakvlak beschikbaar om PV-panelen te plaatsen. Zie voor de huidige situatie foto 1.1 en figuur 1.2 hieronder.

Mocht er in de toekomst gekozen worden om het Earth, Wind en Fire concept toe te passen dan wordt er geadviseerd om wel de PV-panelen te monteren op het dak van de hoogbouw. Aangezien de condensators overbodig wordt (Foto 2) komt er naar schatting 270 m² beschikbaar voor PV-panelen. Dit oppervlak is weliswaar nog steeds klein in verhouding tot het totale dakoppervlakte, maar dit is te verklaren aan de grote ruimte die de gevelreinigingsinstallatie inneemt. De voordelen om de panelen op het dak te plaatsen zijn zeer belang. In Nederland kan de maximale opbrengst behaald worden als het paneel recht op het zuiden is gericht onder een hoek van 35°. Op dit dak van de 20^e is deze optimale oriëntatie van PV-panelen mogelijk en kan er naar schatting > 50 MWh/jaar worden opgewekt. Zie hieronder voor de volledige berekening.

Indicatieve berekening opbrengst PV-panelen dak hoogbouw

Om de opbrengst van de PV-panelen te berekenen zijn een aantal uitgangspunten noodzakelijk:

6.3.2 PV op de sedumdaken van de laagbouw

In de huidige situatie adviseren wij geen PV-panelen te plaatsen op laagbouw in verband met het sedumdak. Het totaal beschikbaar Dakoppervlakte van de laagbouw is ter indicatie weergegeven (Foto 2.1 & 2.2). Mocht er in de toekomst alsnog besloten worden om sedumdak te vervangen door een PV-dak om zo meer eigen energie op te wekken dan is het aan te raden om goed te kijken naar de beschaduwing. Aangezien er vele dakdelen zijn die gedurende de dag in de schaduw komen te staan door de hoogbouw, maar ook door de koepel van de Ronde zaal en het dak van Statenzaal. Een vervolgonderzoek kan uitwijzen wat de beste positie is en welke PV systemen het meest geschikt zijn voor deze daken in relaties tot eventuele constructieve aanpassingen.



Foto 2.1: Overzicht beschikbare oppervlaktes PV op dak laagbouw N-O



Foto 2.2: Overzicht beschikbare oppervlaktes PV op dak laagbouw Z-W

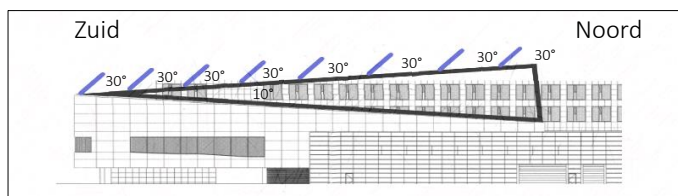
6.3.3 PV op het dak van Statenzaal

In de huidige situatie adviseren wij PV-panelen te plaatsen op het dak van Statenzaal. Het totaal beschikbaar dakoppervlakte is ter indicatie weergegeven (zie Foto 3.1).



Foto 3.1: Overzicht beschikbare oppervlaktes PV op dak laagbouw Statenzaal

Het dak van Statenzaal heeft een lichte hellingshoek ($< 5^\circ$) naar het noorden georiënteerd. Dat is niet de optimale situatie maar dat kan makkelijk worden opgelost met een bevestigingsconstructie, die voor deze helling compenseert ($+ 5^\circ$ richting het zuiden). Er kan zelfs gekozen worden om voor de helling richting zuid extra te compenseren ($+10^\circ$ in totaal), zodat de PV vanaf het parkeerdek zichtbaar worden, zoals in Figuur 3.2 hieronder. De panelen maken dan een hoek van $\pm 30^\circ$ t.o.v. de bevestigingsconstructie en 40° t.o.v. het dak. De PV's kunnen dan iets compacter tegen elkaar aanliggen. T.o.v. de horizon maken ze een hoek van 35° . Dit is dan de meest ideale situatie.



Figuur 3.2: voorstel plaatsing PV systemen op het Statenzaal

Aandachtspunten: Het dak is van kalkzandsteen en is niet geschikt voor de belastingen van 20-25 kg/m². Door deze opstelling kan de puntbelasting verdeeld worden over de onderliggende bevestigingsconstructie. Er moet wel eerste een constructief onderzoek uitgevoerd worden. Afhankelijk van dit onderzoek, kan de constructie op maat gemaakt worden. Dit zou wel voor extra kosten zorgen. De PV-panelen dienen daarnaast rondom de lichtkoepels te worden geplaatst (foto 3.1). Het oppervlakte van deze koepels is al gecorrigeerd. Dankzij de bevestigingsconstructie rusten de panelen niet rechtstreeks op het dak van de Statenzaal.

Indicatieve berekening opbrengst PV-panelen Statenzaal

Om de opbrengst van de PV-panelen te berekenen zijn een aantal uitgangspunten noodzakelijk:

- Gemiddeld aantal zonuren: **1.041 uur** (o.b.v. gemiddelde volle zonuren De Bilt 2006-2019, KNMI)
- Wp (watt piek) per PV-paneel: **300 WP**
- Oriëntatie van het PV-paneel: **Zuid**
- Hellingshoek van het PV-paneel: **35°** (t.o.v. de horizonlijn)
- Afmetingen PV-Panelen (300 WP): **1000mm x 1650**
- Aantal (watt piek per m²) per PV paneel: **188 m²/WP**
- Netto opp. gecorrigeerd op lichtkoepels: **ca. 1000 m²**

- 20-25 kg/m² belasting (op de bevestigingsconstructie)

Zonnepanelen op het dak van Statenzaal							
PV-systeem (plaats)	Beschikbare op- pervlaktes (m ²)	Opbrengst PV-sys- teem (Wp/m ² *jaar)	Opgesteld vermogen (Wp)	Hoek & oriëntatie (reductie factor)	Bescha- duwing (reductie factor)	Verlies opbrengst (Wp)	Uiteindelijke opbrengst (Wp)
				35° (Zuid)	nauwe- lijks		
Dak Staten- zaal	1.000	188	188.000	1	0,95	9400	178.600
							178.600

Wpk	vollast zonuren	Netto opwekking
178.600	1.041	185.923

kWh

6.3.4 PV-panelen in de tuin (oriëntatie Z-W)

Een goed zichtbare en relatief goedkopere manier is om PV-panelen te realiseren in de naastgelegen tuin van de provincie. Een belangrijke voorwaarde is of deze optie door de architect wordt goedgekeurd, voor de plaatsing zoals aangegeven in Foto 4.1 hieronder. De berekening laat zien dat het een aantrekkelijke investering is.



Foto 4.1: mogelijke plaatsing PV in de tuin Z-W

De tuin ligt op het zuidwesten maar feitelijk kunnen in deze strook PV-panelen met een hoek van 35° richting het zuiden gepositioneerd worden. Dit heeft vele voordelen zoals het maximaliseren van de opbrengst en om o.a. door de mogelijke schaduw effecten van de naastgelegen bomen zoveel mogelijk te beperken bij een oriëntatie Z-W. Deze schaduw effecten worden meegenomen in de berekening.

Indicatieve berekening opbrengst PV-panelen tuin (Zuid/ Z-W)

Om de opbrengst van de PV-panelen te berekenen zijn een aantal uitgangspunten noodzakelijk:

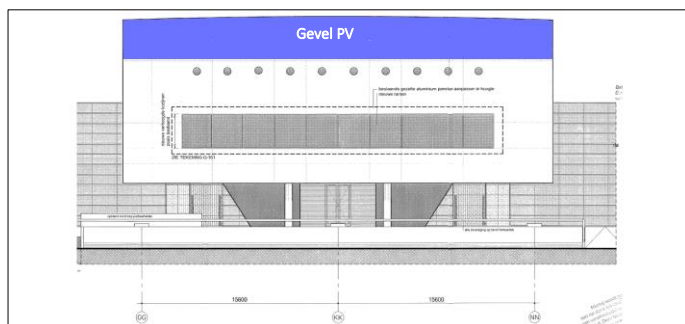
- Gemiddeld aantal zonuren: **1.041 uur** (o.b.v. gemiddelde volle zonuren De Bilt 2006-2019, KNMI)
- Wp (watt piek) per PV-paneel: **300 WP**
- Oriëntatie van het PV-paneel: **Zuid**
- Hellingshoek van het PV-paneel: **35°**
- Afmetingen PV-Panelen (300 WP): **1000mm x 1650**
- Aantal (watt piek per m2) per PV paneel: **188 m²/WP**
- Mogelijke neveneffecten door schaduw van bomen en van laagbouw Z-W

Zonnepanelen in de tuin							
PV-systeem (plaats)	Beschikbare oppervlaktes (m2)	Opbrengst PV-systeem (Wp/m2*jaar)	Opgesteld vermogen (Wp)	Hoek & oriëntatie (reductie factor)	Beschaduw- ing (reductie factor)	Verlies opbrengst (Wp)	Uiteindelijke opbrengst (Wp)
				35° (Zuid)	zuidwest		
Tuin Z-W	1.300	188	244.400	1	0,9	24.440	219.960
							219.960

Wpk	vollast zonuren	Netto opwekking	kWh
219.960	1.041	228.978	

6.3.5 PV op de geveldelen laagbouw (oriëntatie Zuid)

Er is gekeken welke geveldelen van de laagbouw geschikt zijn voor gevel PV-panelen. Uit deze inventarisatie is er gekeken naar de constructieve beperkingen aan de meeste gevels en de schaduwval. Hierbij lijkt alleen de gevel aan de van Statenzaal aan de zuidkant het meest geschikt te zijn voor PV-panelen. Deze gevel is wigvormig (ook wel taartpunt genoemd) met de brede kant richting het zuiden in de vorm van een gebogen voorgevel, zie gevelaanzicht voorkant (2D) Figuur 5.1.



Figuur 5.1: gebogen gevel Statenzaal met een gevel PV (in het blauw)

Een duurzame uitstraling is een belangrijke aspect als het gaat om zichtbaarheid van de maatregelen. Een mooie gevel PV-paneel op de gebogen voorgevel van de Statenzaal zal zeker goed opvallen en daarmee het doel bereiken van een duurzame uitstraling. Daarnaast ontvangt dit geveldeel veel zon overdag en dat maakt het ook geschikter dan andere (smalle) delen aan de westelijke of de oostelijke kant. Het gaat hier om speciale panelen die gebogen kunnen worden, zodat deze naar de vorm van de

gevel geplaatst kunnen worden. Bij panelen ligt de opbrengst lager, omdat er voor dit systeem dunne film PV cellen wordt gebruikt. Zie voorbeeld van gebogen PV-panelen in Foto 5.2.

Indicatieve berekening opbrengst PV-panelen Statenzaal (zuidgevel)

Om de opbrengst van de PV-panelen te berekenen zijn een aantal uitgangspunten noodzakelijk:

- Gemiddeld aantal zonuren: **1.041 uur** (o.b.v. gemiddelde volle zonuren De Bilt 2006-2019, KNMI)
- Oriëntatie van het PV-paneel: **Zuid**
- Hellingshoek van het PV-paneel: **90° (gevel)**
- Afmetingen PV-Panelen: **maatwerk**
- Aantal (watt piek per m²) per PV paneel: **125 m²/WP**
- Mogelijke neveneffecten door schaduw van bomen en van laagbouw Z-W

Zonnepanelen gevel Statenzaal							
PV-systeem	Beschikbare oppervlaktes	Opbrengst PV-systeem	Opgesteld vermogen	Hoek & oriëntatie	Beschaduwing	Verlies opbrengst	Uiteindelijke opbrengst
(plaats)	(m ²)	(Wp/m ² *jaar)	(Wp)	(reductie factor) 90° (Zuid)	(reductie factor) Zuid	(Wp)	(Wp)
Gevel Zuid	100	125	12.500	0,8	1	2500	10.000
	100						10.000

Wpk	vollast	Netto opwekking	
Wpk	zonuren	Netto opwekking	kWh
10.000	1.041	10.410	



Foto 5.2: flexibele PV (Bron: <https://www.architectuur.nl/kennis/gekleurde-flexibele-pv-panelen/>)

6.3.6 PV op de geveldelen hoogbouw (oriëntatie N-O; Zuid; Z-W)

Voor volledige integratie in de gevel (Foto 6.1) worden PV-panelen op drie hoge gevels (Z-W, Zuid & Z-O) geadviseerd. Hiervoor zijn speciale PV's beschikbaar die (in meerdere kleuren) op maat gemaakt kunnen worden. Een bijkomend effect is dat de opbrengst van zonne-energie gelijkmatig over de dag verdeeld wordt. Dit maakt tevens mogelijk om de zonne-energie gelijkmatig intern te gebruiken.



Foto 6.1: voorbeeld gevel PV' voor de hoogbouw

Indicatieve berekening opbrengst PV-panelen gevel hoogbouw

Om de opbrengst van de PV-panelen te berekenen zijn een aantal uitgangspunten noodzakelijk:

- Gemiddeld aantal zonuren: **1.041 uur** (o.b.v. gemiddelde volle zonuren De Bilt 2006-2019, KNMI)
- Oriëntatie van het PV-paneel: **ZW-Zuid-NO**
- Hellingshoek van het PV-paneel: **90° (gevel)**
- Afmetingen PV-Panelen: **maatwerk**
- Aantal (watt piek per m2) per PV paneel: **200 m²/WP**

Zonnepanelen op drie gevels hoogbouw							
PV-sys- teem	Beschikbare oppervlaktes	Opbrengst PV- systeem	Opgesteld vermogen	Hoek & ori- ëntatie	Beschadu- wing	Verlies op- brengst	Uiteindelijke op- brengst
(plaats)	(m2)	(Wp/m2*jaar)	(Wp)	(reductie fac- tor)	(reductie factor)	(Wp)	(Wp)
				90° (N-O)	Geen		
gevel N-O	1700	200	340.000	0,5	1	170.000	170.000
				90° (Z-W)	Geen		
gevel Z- W	700	200	140.000	0,7	1	42.000	98.000
				90° (Zuid)	Geen		
gevel Zuid	200	200	40.000	0,8	1	8.000	32.000
							300.000

Wpk	vollast zonuren	Netto opwekking
300.000	1.041	312.300

kWh

6.3.7 PV op de parkeerdek



Foto 7.1: impressie flexibele PV op de parkeerdek

Een optie om zonnepanelen op het parkeerdek van Huis voor de Provincie toe te passen is al in meerdere studies voorgesteld. In deze inventarisatie is het doel om opties voor te stellen die kansrijk zijn in het licht van de energieneutraliteit. Aangezien het gebouw een groot parkeerdek heeft (zie Foto 7.1 & 7.2) met de totale grootte van $> 4000 \text{ m}^2$, is dit een kans. Daarnaast kunnen de elektrische auto's overdag de zelf-opgewekte energie goed benutten. De hoeveelheid PV-panelen zal sterk afhangen van de gekozen constructie en ook de type van de panelen. We adviseren om buigzame, flexibele panelen toe te passen om de constructieve keuzes zo flexibel mogelijk houden. Het zijn dezelfde type panelen die gebruikt worden voor de gebogen voorgevel van het Statenzaal. Een nadeel is wel dat de opbrengst iets lager ligt, maar daartegenover zijn deze PV-panelen licht waardoor een grotere oppervlakte van overkapping mogelijk is. Wel dient er vooraf een berekening te worden gemaakt in relatie tot de maximale puntbelasting van het parkeerdek.

Voorgesteld wordt om het parkeerdek zoveel mogelijk vol te leggen met PV-panelen. Projecten van deze omvang zijn al uitgevoerd, zoals bij het oude CBS kantoor in Heerlen. Zie ook Foto 7.4. Daar is een parkeerdek in twee delen van in totaal 7.000 panelen gerealiseerd met een totale omvang van 8.400 m^2 . Een aspect is dat de panelen (deels) doorschijnend zijn, wat door de gebruikers als prettig wordt ervaren.



Foto 7.2: Parkeerdek oost (ca. 1.700 m^2)



Figuur 7.3: Parkeerdek west (ca. 2.500 m^2)

Indicatieve berekening opbrengst PV-panelen gevel hoogbouw

Om de opbrengst van de PV-panelen te berekenen zijn een aantal uitgangspunten noodzakelijk:

- Gemiddeld aantal zonuren: **1.041 uur** (o.b.v. gemiddelde volle zonuren De Bilt 2006-2019, KNMI)
- Oriëntatie van het PV-paneel: **Zuid (schaduwvrij)**

- Hellingshoek van het PV-paneel: **0° (overwegend plat)**
- Afmetingen PV-Panelen: **maatwerk**
- Aantal (watt piek per m²) per PV paneel: **125 m²/WP**

Zonnepanelen parkeerdek							
PV-systeem (plaats)	Beschikbare oppervlaktes (m ²)	Opbrengst PV-systeem (Wp/m ² *jaar)	Opge-steld vermogen (Wp)	hoek & ori-entatie (reductie factor)	beschadu-wing (reductie factor)	Verlies op-brengst (Wp)	Uiteindelijke op-brengst (Wp)
				0° (Zuid)	geen		
Deel oost	1.500	125	187.500	0,9	1	18.750	168.750
Deel west	2.500	125	312.500	0,9	1	31.250	281.250
							450.000

Wpk	vollast zonuren	Netto opwekking	
450.000	1.041	468.450	kWh



Foto 7.4: voorbeeldproject oud CBS-kantoor Heerlen

6.3.8 Conclusies en aanbevelingen

De hierboven besproken opties zullen niet meteen uitgevoerd kunnen worden. Deze dienen door de provincie eerst goed beoordeeld worden. Daarom krijgen al deze maatregelen classificatie B (voorwaardelijk). Zo moet bij de meeste opties eerst een constructieve berekeningen uitgevoerd worden. Ook moet de gebouwarchitect zijn toestemming verlenen. Dat betreft de panelen in de tuin en op de gevel. Deze opties kunnen het (elektra) energiegebruik jaarlijks met bijna één derde verlagen. Uitgaande van 10 eurocent per kWh energieprijs, is dat een besparing > 125 duizend euro. De potentie is dus groot.

Verder bleek uit onze inventarisatie dat de jaarlijkse opbrengst nagenoeg volledig intern gebruikt kan gaan worden. Dat komt vooral door deze combinatie met de gevelpanelen op N-O & Z-W. Ze hebben een lagere rendement maar de opbrengst wordt gelijkmatiger gedurende de werkdag verdeeld wordt. Als alle panelen op het zuiden waren gericht, dan zou deze verdeling niet gelijkmatig zijn. Daarom zou de overtollige stroom op sommige momenten van de dag terug geleverd moeten worden aan het net, als het intern niet gebruik kan worden. In deze opstelling met de gevelpanelen op N-O & Z-W is dat dus niet nodig. Dit is een uitstekende kans voor de toekomst, omdat in de huidige salderingsregeling zal binnenkort worden afgebouwd. M.i.v. 2023 mag er namelijk steeds 9% per jaar minder gesaldeerd gaan worden, tot aan 2031. Hierdoor zou voor de terug geleverde stroom in de financiële zin steeds minder opleveren. Bovendien verdien je minder per terug geleverde kWh. Milieu centraal gaat nu uit van rond de 6 cent per kWh. Vanaf 2031 verdwijnt de salderingsregeling volledig. Dus dan zou je niks voor de stroom krijgen. Het is daarom erg belangrijk om de stroom zelf te gebruiken of om deze op te slaan in de accu's. De opslag van zonne-energie is nu nog vrij duur en wordt daarom niet aanbevolen als een optie. Een interessante kans kan zijn, is om de opslag capaciteit van de elektrische poolauto's van de provincie te gebruiken als een opslagbuffer voor de zonne-energie productie in de weekenden. In het weekend is namelijk een relatief kleinere energievraag in het gebouw zelf.

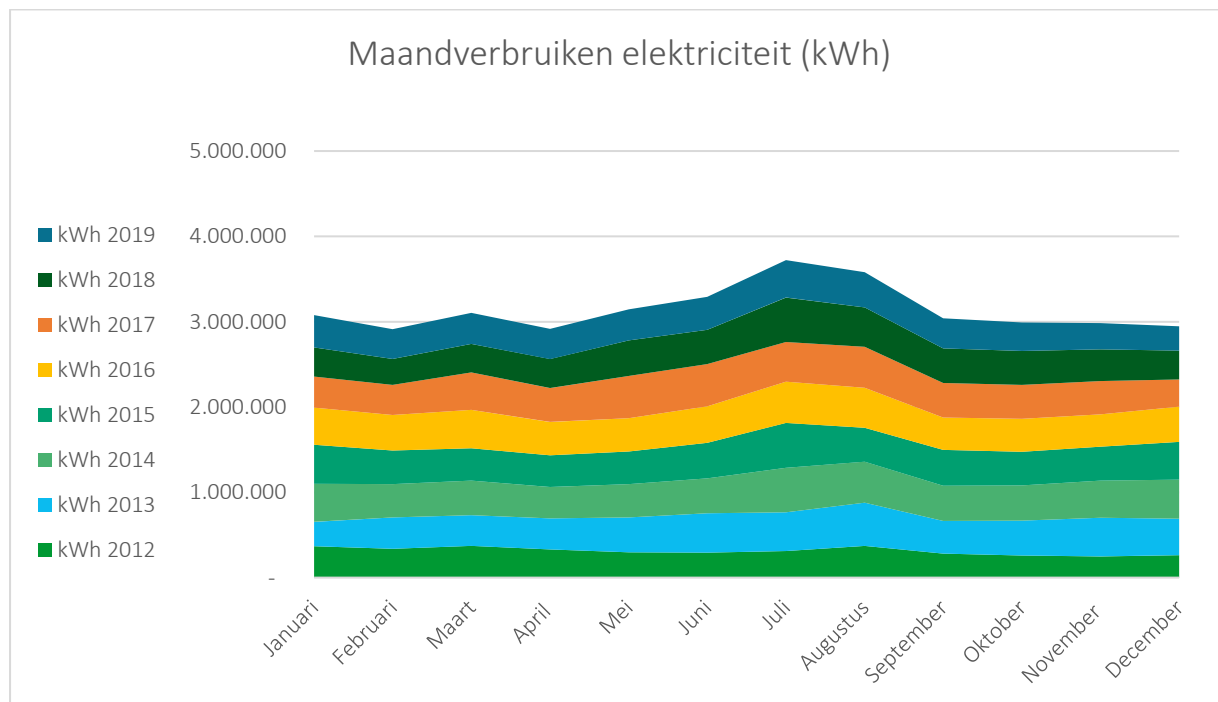
6.4 Bijlage 4: geactualiseerde kostenraming WKO

Onderdeel	Aantal	Stuks/ meters	Diameter/ afmeting	Kosten stuk/m	Kosten totaal
INSTALLATIES					
<i>Buitengebied</i>					
Bronnen	1	post		100.000	100.000
Transportleiding	1	post		57.000	57.000
Putbehuizingen	1	post		25.000	25.000
Bronkopen, leidingwerk, pompen e.d.	1	post		92.000	92.000
Techniekruimte kelder					
Primair leidingwerk en TSA	1	post		35.000	35.000
Leidingwerk overig	30	m	DN 150	200	6.000
Fundatiepomp laden/ontladen	2	stuks		5.000	10.000
Buitenlucht aanzuig	1	stuks		600	600
Afzuigkanaal	5	m	< 315	45	225
Kanaalroosters	2	stuks	300 x 100	150	300
Afsluiters	6	stuks	DN 150	550	3.300
Filter	1	stuks	DN 150	1.250	1.250
Ventilator	1	stuks		500	500
Schacht W5 (kelder t/m 1e)					
Leidingwerk	20	m	DN 150	200	4.000
1e verdieping					
Leidingwerk	16	m	DN 150	200	3.200
Schacht W2 (1e t/m 17e)					
Leidingwerk	140	m	DN 150	200	28.000
17e t/m 19e verdieping					
Leidingwerk	20	m	DN 150	200	4.000
Dak					
Leidingwerk	70	m	DN 150	250	17.500
Techniekruimte 19e koelmachines					
Leidingwerk	90	m	DN 150	200	18.000
Afsluiters	6	stuks	DN 150	550	3.300
Inregelafsluiters	6	stuks	DN 150	1.300	7.800
Expansievat	2	stuks	20 liter	750	1.500
Pomp koude laden water/glycol	1	stuks		3.500	3.500
Pomp koude laden water	1	stuks		3.500	3.500
Pomp condensorzijde	1	stuks		3.500	3.500
Aanpassing pomp verdamperzijde	1	stuks		1.000	1.000
TSA koude laden	1	stuks		7.500	7.500
Verplaatsen vaten	2	stuks		500	1.000
Ombouwen koelmachine 3	1	post		18.000	18.000
Isolatie motorkleppen	14	stuks		250	3.500
Techniekruimte 19e luchtbehandeling					
Leidingwerk	80	m	DN 150	200	16.000
Leidingwerk	50	m	DN 125	140	7.000
Leidingwerk	55	m	DN 100	100	5.500
Leidingwerk	15	m	DN 80	75	1.125
Buffervat 50/40	1	stuks		7.500	7.500
Verdeler/verzamelaar	2	stuks		500	1.000
Extra verwarmingsbatterijen	1	post		30.000	30.000

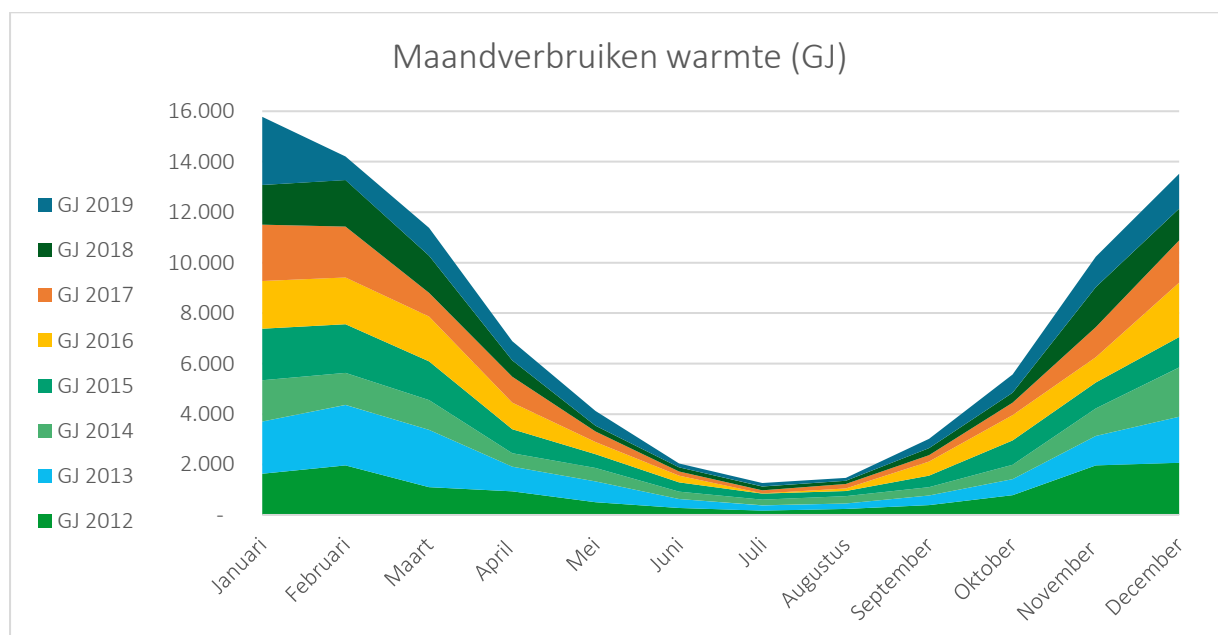
Onderdeel	Aantal	Stuks/ meters	Diameter/ afmeting	Kosten stuk/m	Kosten totaal
Pomp 40/50 net	1	stuks		2.000	2.000
Pomp luchtverwarmer 1 t/m 4	4	stuks		1.750	7.000
Pomp luchtverwarmer 7/8	2	stuks		1.500	3.000
Afsluiter DN 150	8	stuks		550	4.400
Afsluiter DN 100	4	stuks		450	1.800
Afsluiter DN 80	2	stuks		375	750
Keerklep DN 200	1	stuks		1.000	1.000
Keerklep DN 100	4	stuks		450	1.800
Keerklep DN 80	2	stuks		300	600
Inregelafsluiter DN 150	2	stuks		1.300	2.600
Inregelafsluiter DN 100	4	stuks		1.000	4.000
Inregelafsluiter DN 80	2	stuks		700	1.400
Isolatie motorkleppen	8	stuks		250	2.000
Regeltechniek	1	post		198.000	198.000
Regeltechniek bronneninstallaties	1	post		80.000	80.000
Bouwkundige werken	1	post		88.000	88.000
Elektrotechnisch werk	1	post		223.000	223.000
TOTAAL					1.149.450
					Gecorrigeerd:
					1.302.160
					(prijspeil 2020)

6.5 Bijlage 5: benchmark energiegebruik

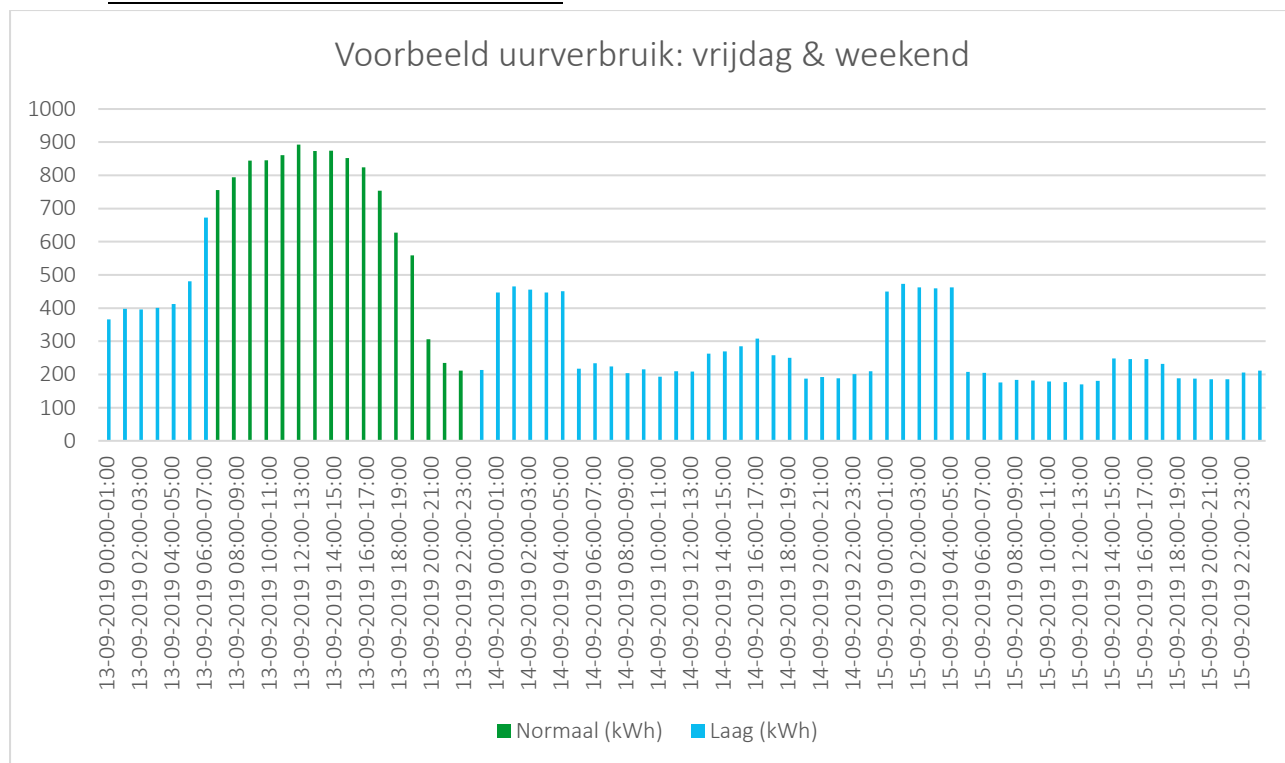
6.5.1 Maandgebruiken warmte 2012 - 2019



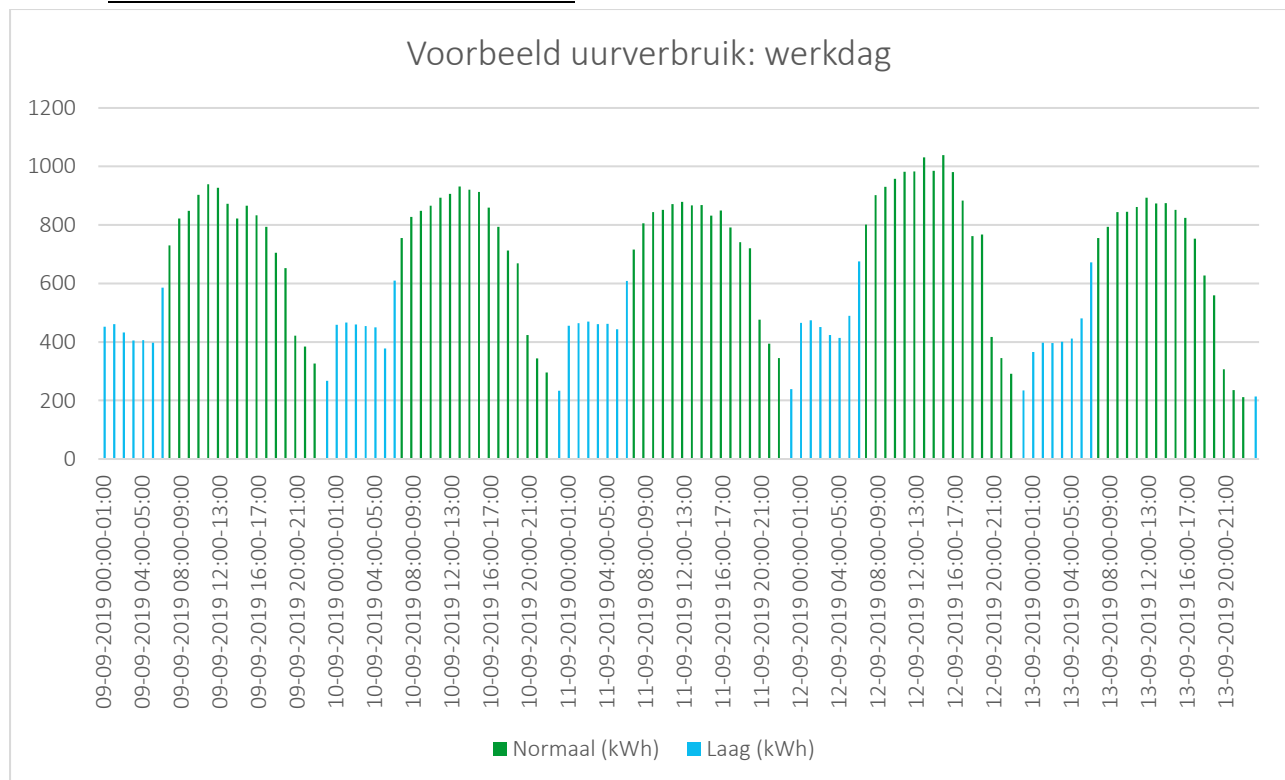
6.5.2 Maandgebruiken elektra 2012 - 2019



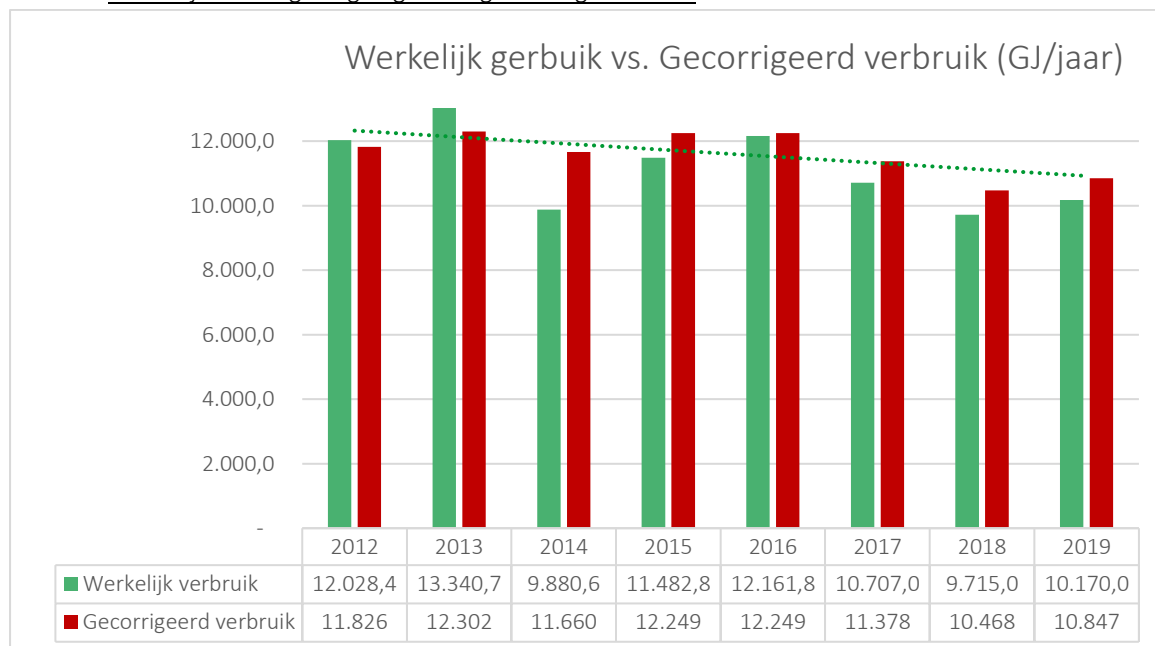
6.5.3 Voorbeeld uurverbruiken elektra weekend



6.5.4 Voorbeeld uurverbruiken elektra werkweek



6.5.5 Werkelijk versus gewogen graaddagen energieverbruik



6.5.6 Geschat energiegebruik per bouwlaag

Bouwlaag	verhuurbare vloeroppervlakte -/- glaslijncorrectie	kWh verbruik	GJ verbruik
Begane grond	5.139,6	764.217,21	1.796,49
1e verdieping	3.489,5	518.860,60	1.219,71
2e verdieping	1.164,7	173.181,53	407,11
3e verdieping	1.171,6	174.207,50	409,52
4e verdieping	1.171,6	174.207,50	409,52
5e verdieping	1.171,6	174.207,50	409,52
6e verdieping	1.171,6	174.207,50	409,52
7e verdieping	1.171,6	174.207,50	409,52
8e verdieping	1.171,6	174.207,50	409,52
9e verdieping	1.175,5	174.787,40	410,88
10e verdieping	1.175,5	174.787,40	410,88
11e verdieping	1.175,5	174.787,40	410,88
12e verdieping	1.175,5	174.787,40	410,88
13e verdieping	1.175,5	174.787,40	410,88
14e verdieping	1.175,4	174.772,53	410,85
15e verdieping	1.177,0	175.010,44	411,41
16e verdieping	1.177,0	175.010,44	411,41
17e verdieping	799,3	118.849,49	279,39
18e verdieping	1.177,0	175.010,44	411,41
19e verdieping	0,0	-	-
20e verdieping	0,0	-	-
Totaal	23.067,0	4.194.094,71	9.859,30

6.6 Bijlage 6: totaal overzicht energiegebruik

Stoofefficiency	Verbruik	Graaddagen	Gecorrigeerd verbruik (gewogen graaddagen)			Afname
	[GJ/jaar]	[-]	[GJ*graad.]	[kWh*graad.]	GJ/gewogen graad-dag	% per jaar
2012	12.028,4	2.902	11.826	3.284.956,9	4,14	0%
2013	13.340,7	3.094	12.302	3.417.285,0	4,31	4%
2014	9.880,6	2.418	11.660	3.238.878,2	4,09	-5%
2015	11.482,8	2.675	12.249	3.402.507,0	4,29	5%
2016	12.161,8	2.833	12.249	3.402.436,5	4,29	0%
2017	10.707,0	2.685	11.378	3.160.436,0	3,99	-7%
2018	9.715,0	2.648	10.468	2.907.676,3	3,67	-8%
2019	10.170,0	2.675	10.847	3.012.956,7	3,80	4%

http://www.mindergas.nl/degree_days_calculation

Gem. graaddagen: 2.853,45 (Gem. De Bilt, afgelopen 30 jaar)

6.7 Bijlage 7: overzicht luchtbehandelingskasten

SYSTEEM BESTAAND	BESTEMMING	REGELKAST	TYPE	Cap. (m3/s)	Type WTW	Gebruik per jaar (kWh)
1a	Kantoren 2e-14e n-n/o	n.t.b.	n.t.b.	9,72	wiel	675.104
2a	Kantoren 2e-14e n/o	n.t.b.	n.t.b.	9,72	wiel	
3a	Kantoren 2e-14e z/o	n.t.b.	n.t.b.	9,72	wiel	
4a	Kantoren 2e-14e z-z/o	n.t.b.	n.t.b.	9,72	wiel	
7	Kantoren 15e -18e noord	n.t.b.	n.t.b.	6,94	wiel	337.552
8	Kantoren 15e -18e zuid	n.t.b.	n.t.b.	6,94	wiel	
10	Restaurant laagbouw	R1-02/R19-01	VDK-6	6,17	geen	46.910
11	Keuken laagbouw	R1-03/R19-13	VDK-3	3	geen	96.478
12	Archieven	R1-06	VDK-6	5,62	TWC	87.878
13	Kantoren/vergaderzalen laagbouw	R01-05	VDK 12,5	11,6	TWC	45.917
14	Conferentiezaal	R1-04	VDK-3	2,56	TWC	8.406
15	Portiersloge	R1-05	n.v.t.		geen	0
16	Zaal Statenzaal	RA2-03	VDK-5	5,06	geen	27.692
17	Omloop, grote foyer	RA2-02	VDK-6	5,95	geen	19.546
18	Containerruimte	n.v.t.	VDK 0,5	0,34	geen	45
19	Techniekrimte	R01-02	VDK-1	1	geen	3.127
20	Panoramaliften	R01-02	VDK-5	5	geen	62.546
21 e.v.	Parkeerkelder/fietsenberging	diversen	diversen	diversen	geen	8.811
						1.420.012

Toelichting: In Blauw de bestaande LBK's die na invoering van EWF-concept overbodig worden gemaakt.

6.8 Bijlage 8: Maatregelentabel

Effecten per maatregel	Energiebesparing					Kosten & baten		
	Elektra	Warmte	Totaal	Procentueel	Specifiek energiegebruik	Investering	Baten	TVT
	[kWh]	[GJ]	[kWh]	[%]	[kWh/m ²]	[mln. euro]	[mln. euro/jaar]	[jaar]
Classificatie A:								
1.EBS (EML)	432.627	-	432.627	-6%	-14,9	0,06	0,04	1
2.“Energiezorg of "Good housekeeping"	216.313	509	357.563	-5%	-12,3	0,20	0,03	6
3. LED-verlichting								
3.1 Retrofit LED verlichting	241.501	-0	241.414	-3%	-8,3	0,26	0,02	11
3.2 Nieuwe LED verlichting	80.216	-0	80.184	-1%	-2,8	0,24	0,01	30
Subtotaal LED-verlichting	321.717	-0	321.597	-0,0	-11,1	0,5	0,0	-
Classificatie B:								
4.PV-systemen								
4.1 Dak (plat) 20e hoogbouw	52.841	-	52.841	-1%	-1,8	0,09	0,01	18
4.2 Dak N-O Statenzaal	185.923	-	185.923	-3%	-6,4	0,35	0,02	19
4.3 Tuin Z-W laagbouw	228.978	-	228.978	-3%	-7,9	0,46	0,02	20
4.4 Gevel Z Statenzaal	10.410	-	10.410	0%	-0,4	0,04	0,00	36
4.5 Gevel N-O-hoogbouw	176.970	-	176.970	-3%	-6,4	0,64	0,02	19
4.6 Gevel Zuid Hoogbouw	33.312	-	33.312	0%	-1,1	0,08	0,00	23
4.7 Gevel Z-W-hoogbouw	102.018	-	102.018	-1%	-3,5	0,26	0,01	26
4.8 Parkeerdek (overkapping)	468.450	-	468.450	-6%	-16,1	1,48	0,05	32
Subtotaal PV-systemen	1.258.902	-	1.258.902	-18%	-43,6	3,39	0,13	-
5.Earth, Wind & Fire	1.047.656	626	1.221.656	-17%	-42,0	-	0,12	0
Classificatie C:								
6.Warmte & koude opslag	308.722	9.734	3.012.529	-42%	-103,5	1,30	0,23	6
Totaal	3.585.937	10.868	6.604.875	-91%	-227,3	5,5	0,6	

7 Bronnen

Bronsema. (2020). Conceptueel Ontwerp EWF. Voorschoten.

ECN. (2016). Ontwikkeling energiekentallen utiliteitsbouw.

RVO & TKI. (2016). Eindrapportage MOBEG (Monitoring en beheer van gebouwen voor een Smart Grid) .
Opgehaald van

<https://projecten.topsectorenergie.nl/storage/app/uploads/public/5a0/483/31c/5a048331c62e8188514227.pdf>

Senter Novem. (2007). BESS Benchmarking en energiezorg in middelgrote en kleinere bedrijven. Utrecht.

TNO. (2014). Eindrapportage Gebouwgeïntegreerde Esthetische Vernieuwende EnergieLeverende
Zonnegevels. Opgehaald van

<https://projecten.topsectorenergie.nl/storage/app/uploads/public/5d4/164/a1d/5d4164a1d2592177272477.pdf>