

Duurzame maatregelen

Gemeente Hilversum



Strukton
Worksphere

Clever technology for modern life

struktonworksphere.nl

Voorwoord

Voor u ligt het investeringsplan voor de implementatie van duurzame maatregelen bij het Raadhuis eiland te Hilversum. De basis voor dit investeringsplan is een onderzoek naar duurzame maatregelen bij het Raadhuis eiland te Hilversum. Het onderzoek heeft betrekking op de 'het Raadhuis, het Stads kantoor en de villa nabij Dudokpark 1 te Hilversum, waarbij het rapport is opgesteld door Mark Welle & Henk Smit van Strukton Worksphere bv. Deze versie is aangepast met op- en aanmerkingen van Raymond Moelard van de firma Enerdec.

Het doel van het onderzoek is, om inzicht te geven in hoe de panden van de gemeente de komende jaren verduurzaamd kunnen worden. Hierbij worden suggesties vanuit eerdere onderzoeken zoals het EED en EPA-U rapportages vertaald naar toepasbare maatregelen. Zo ontstaat een wel overwogen reductie pad waarbij het energieverbruik van het Raadhuis eiland fors verminderd wordt.

Als basis voor dit rapport zijn de beschikbare documenten, tekeningen, foto's, energie verbruiken en opname op locaties gebruikt. Dit heeft het mogelijk gemaakt een grondige energieanalyse uit te voeren waarop de bevindingen zijn gebaseerd.

Het onderzoek is gestart op 5 oktober 2018 en is afgerond op 7 december 2018. Vervolgens zijn er begin 2019 nog een aantal aanscherpingen in het verslag opgenomen.

De benoemde besparingen en investeringen die in deze rapportage zijn opgenomen zijn zorgvuldig berekend, maar dienen gezien te worden als indicatie. Het betreft geen offerte bedragen waar direct opdracht op verleend kan worden.

Utrecht, Maart 2019

Mark Welle, Henk Smit,

Inhoud

Voorwoord	2
Inleiding	4
Management Samenvatting.....	5
Analyse energieverbruik	7
Analyse duurzame installatieconcepten	12
Aanbeveling	25
Toekomstige CO ₂ footprint.....	26
Energetische effect aanvullende vragen	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

Inleiding

Hilversum zit in de transitie naar een klimaat neutrale stad in 2050. Ter inspiratie, voor de bewoners van de gemeente, heeft Hilversum zich voorgenomen om de gemeentelijke organisatie in 2020 klimaat neutraal te laten opereren. Een belangrijk factor waarop gestuurd kan worden richting klimaat neutraliteit is het beperken van het energieverbruik in het vastgoed. De gemeente heeft zich dit gerealiseerd en in 2017-2018 al verschillende onderzoeken laten uitvoeren ter oriëntatie.

Deze onderzoeken hebben betrekking op het Raadhuis, de villa en het Stads kantoor te Hilversum. Waarbij vooral het raadhuis, wegens zijn monumentale status, een uitdagend object is qua energiereductie. Om de gemeente te helpen de aangedragen verbetermogelijkheden te concretiseren heeft Strukton Worksphere dit investeringsprogramma opgesteld. Hierbij wordt door middel van analyse, kostenkengetallen en het energieverbruik aangegeven welke maatregelen kansrijk en toepasbaar zijn voor het behalen van de beoogde doelstelling. Deze doelstelling is door de wethouders gedefinieerd als CO₂ neutraal zonder compensatie. Dit wil zeggen dat het energieverbruik van het raadhuis eiland op jaar basis geen CO₂ uitstoot mag veroorzaken.



Contactgegevens

Naam	Functie	Bedrijf	E-mail	Telefoon
Henk Smit	Energie consultant	Strukton Worksphere	henk.smit@strukton.com	06-46799811
Mark Welle	Technisch consultant	Strukton Worksphere	mark.welle@strukton.com	06-54738941
Frank Schaeffer	Contractmanager	Strukton Worksphere	frank.schaeffer@strukton.com	06-55394614

Aangeleverde documenten

- ✓ vestigingsrapport Raadhuis – Dudokpark 1; juni 2017;
- ✓ vestigingsrapport Stads kantoor – Oude Enghweg 23; juni 2017;
- ✓ EPA-U rapport Raadhuis – Dudokpark 1; juni 2017;
- ✓ EPA-U rapport Stads kantoor – Oude Enghweg 23; juni 2017;
- ✓ Maatregelen aangedragen door Van Hoogevest architecten; maart 2018;

Management Samenvatting

Het doel van dit onderzoek is het invullen van de gemeentelijke ambities, gedefinieerd door de wethouders, om CO₂ neutraal te worden zonder compensatie. Hierbij is veel aandacht besteed aan het duurzaam opwekken van warmte, waarbij uiteindelijk als uitgangspunt is genomen dat het verbranden van pellets CO₂ neutraal is. Dit wordt ondersteund door een beleidsbeslissing die is opgenomen in norm NEN 7120 en/of NVN 7125. Waarin de voorwaarden wordt gesteld dat pellets afkomstig moeten zijn van Europese bodem met een duurzaamheidscertificaat. Naar aanleiding van dit uitgangspunt is het nemen van besparingsmaatregelen ten aanzien van het gasverbruik niet direct noodzakelijk (investering vs CO₂ besparing). Daarom zijn bouwkundige maatregelen (zoals isoleren) en werktuigbouwkundige maatregelen in eerste instantie niet aanbevolen.

Maar voordat men investeert in het verduurzamen van met name het Raadhuis is het van belang om te zorgen dat dit pand de komende 20 jaar nog gebruikt kan worden. Hiervoor is een serieuze investering nodig om de werkplekken aan de ARBO normering te laten voldoen. Deze investering is in dit verslag buiten beschouwing gelaten i.v.m. monumentaal behoud en technische inpasbaarheid. Wel is aangetoond dat het verzorgen van de juiste ventilatievoud een toename teweeg brengt van bijna 40.000 kWh en 21.000 KG/CO₂ per jaar. Deze elektrische ontsparring dient later gecompenseerd te worden met ca. 148 pv panelen.

Tegelijkertijd is het van belang om maatregelen die het elektraverbruik reduceren direct uit te voeren. Dit is namelijk het verbruik dat, om CO₂ neutraal te worden, gecompenseerd moet worden met zonnepanelen (of een andere duurzame opwekker zoals bijvoorbeeld windturbines). Door onder meer het plaatsen van energiezuinige circulatiepompen, LED verlichting, tijdschakelaars, CO₂ regeling, bewegingsmelders, energiezuinige afzuigventilators en zonnepanelen op het Raadhuis en Stads kantoor (reeds uitgevoerd) kan het elektraverbruik gereduceerd worden naar 471.000 kWh.

Diederik Samsom gaf het al aan, gasloos kan in twee stappen. Onze aanbeveling is deze strategie toe te passen op het CO₂ neutraal maken van het Raadhuis eiland. De eerste stap is de pellet ketel te combineren met een gasketel (hybride pellet scenario 5) en zoveel mogelijk elektrische besparing. Om vervolgens over een jaar of vijf a tien een heroverweging te doen voor aanvullende maatregelen zoals, bouwkundige maatregelen door het, Raadhuis en het Stads kantoor te voorzien van een separate lucht/water warmtepomp (afkoppeling centrale warmtewekking). Hierdoor komt het geadviseerde hybride pellet installatie concept nog beter tot zijn recht i.v.m. invulling capaciteit richting gasloos.

Hoewel de verschillende scenario's ieder zo hun voordeel hebben komt scenario 4 het dicht bij de doelstelling. Hiermee wordt namelijk 70% van de huidige CO₂ uitstoot gereduceerd. Gezien de jonge leeftijd van de huidige CV installatie doet men een desinvestering door deze direct te verwijderen. En gaan goede materialen (grondstoffen) verloren, wat niet duurzaam is.

Daarom adviseren wij om te kiezen voor scenario 5 waarbij de pellet ketel de basis warmtevraag dekt (hybride scenario) en circulair gebruik gemaakt wordt van de huidige CV installatie. Deze CV installatie dient circa 500 uur per jaar in bedrijf te zijn om te kunnen voldoen aan de huidige warmtevraag. Met dit concept heeft u de komende jaren de tijd om de warmtevraag van het raadshuis eiland te reduceren. Wanneer de ketels uit gefaseerd worden, stookt u volledig op biomassa. Daarmee is de ambitie om in 2025 gasloos te verwarmen realistisch.

Dit hybride concept (pelletketel + gasketel) en de elektra besparingen heeft een CO₂ reductie van 67%. De overige CO₂ uitstoot is ons inziens met de huidige stand van techniek niet op locatie te reduceren. Om toch CO₂ neutraal te worden dient men na uitvoering van de maatregelen een heroverweging te doen waarbij geanalyseerd wordt wat het huidige gasverbruik en het elektraverbruik op dat moment is. Het overige gas verbruik kan dan gereduceerd worden door:

- De villa aan te sluiten op de centrale pellet ketel of te voorzien van een eigen HT warmtepomp.
- Het Stads kantoor bij een natuurlijk vervangingsmoment van de koelmachine een lucht/water warmtepomp toepassen zodat deze afgekoppeld kan worden van de centrale warmteopwekking.
- Bij het Raadhuis bouwkundige maatregelen toe te passen waardoor de warmtevraag wordt beperkt.

Resume; wij adviseren een pellet ketel te plaatsen die het grootste deel van de warmtevraag voor het Raadhuis eiland gaat verzorgen. Door deze maatregelen te versterken met elektra besparing is een CO2 reductie van 67% mogelijk. Hiervoor is een geschatte investering van minimaal 820.000 euro benodigd. Het overige elektraverbruik kan door het plaatsen van +/- 1600 extra zonnepanelen elders in de regio opgelost worden. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om 300 panelen te plaatsen bij de gemeente werf.

* Note; indien er geen PV panelen op het Raadhuis geplaatst worden, zoals in ons plan opgenomen, dan is dit aantal 2600 panelen. Second best is het plaatsen van een hoog temperatuur warmtepomp. Hierbij wordt het te compenseren elektra verbruik echter nog hoger. (zie ook onderstaande tabel).

		elektriciteit	gas*	pellets	compensatie
scenario	omschrijving	[kWh]	[m3]	[kg]	aantal pv**
1	hybride HT_warmtepomp/gas	740.407	14.091		2.536
5	hybride Pellet/gas	470.295	11.366	258.681	1.611

* gas wordt met de tijd geëlimineerd i.v.m. doorvoeren besparingen

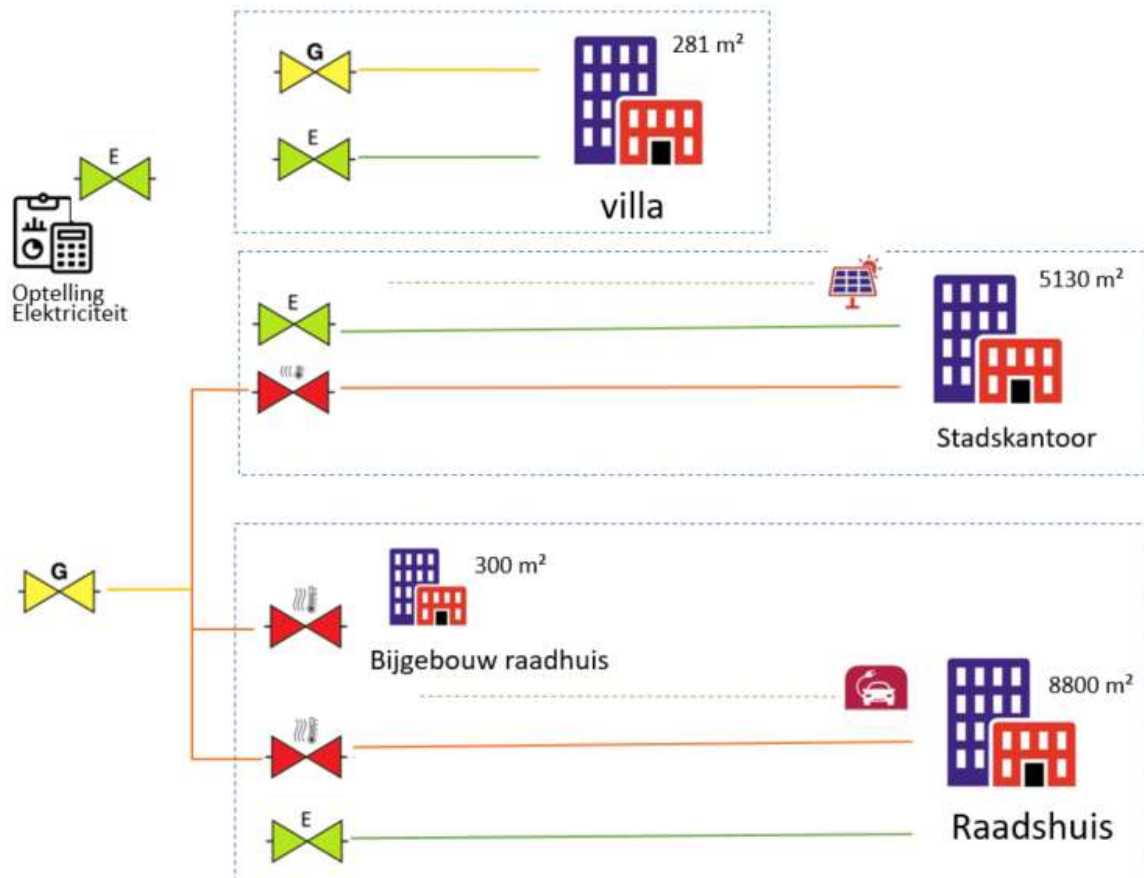
** uitgangspunt capaciteit paneel is 350Wp

Onderstaand is het energieverbruik van de verschillende panden weergegeven.

	Elektra	Gas	Uitstoot
Raadhuis	415.689 kWh	115.709 m ³	437.342 kg/CO ₂
Stadskantoor	555.275 kWh	28.703 m ³	346.324 kg/CO ₂
Villa	14.531 kWh	6.898 m ³	20.680 kg/CO ₂
Gemeente werf	30.012 kWh	15.959 m ³	45949 kg/CO ₂

Analyse energieverbruik

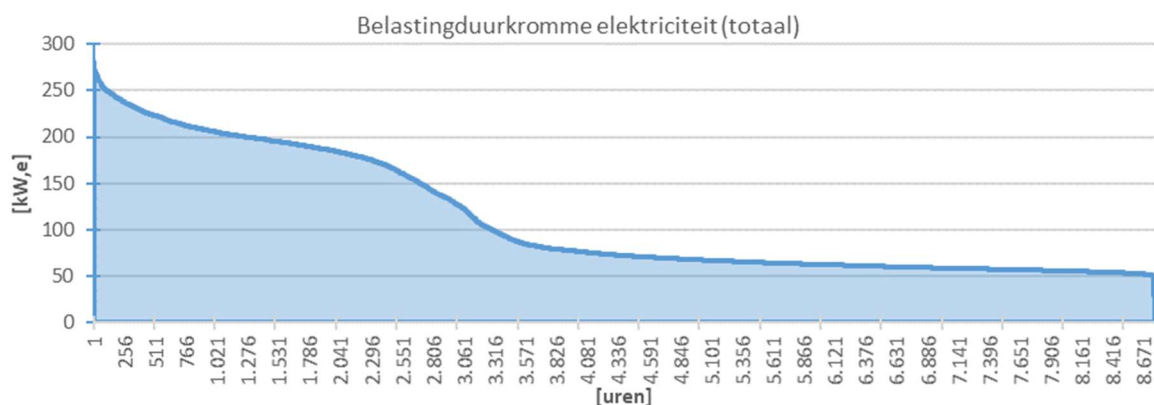
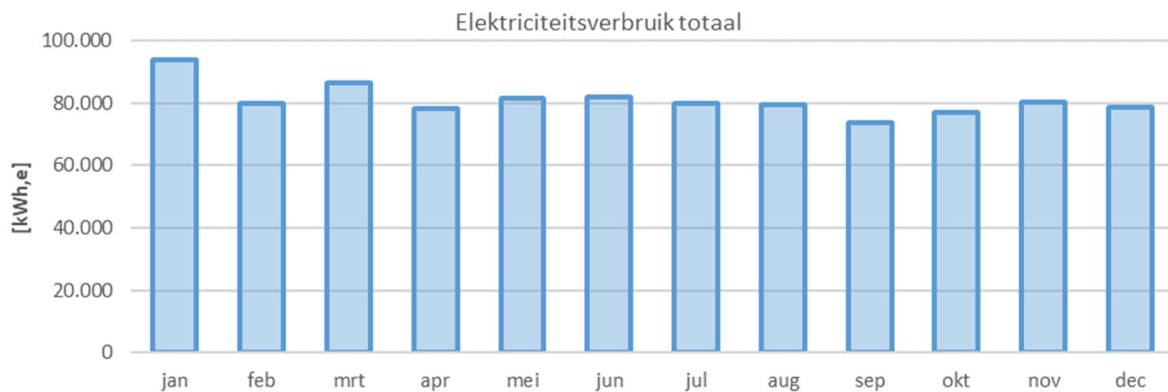
Om een duidelijk beeld te verkrijgen van de energie stromen binnen het Raadhuis eiland is onderstaande afbeelding gemaakt. Alle aanwezig grootverbruik meters zijn door middel van de PULSE software aangesloten en vanaf heden 24/7 inzichtelijk. Hierdoor kan er op detail niveau gekeken worden wat de energiebehoefte per pand is.



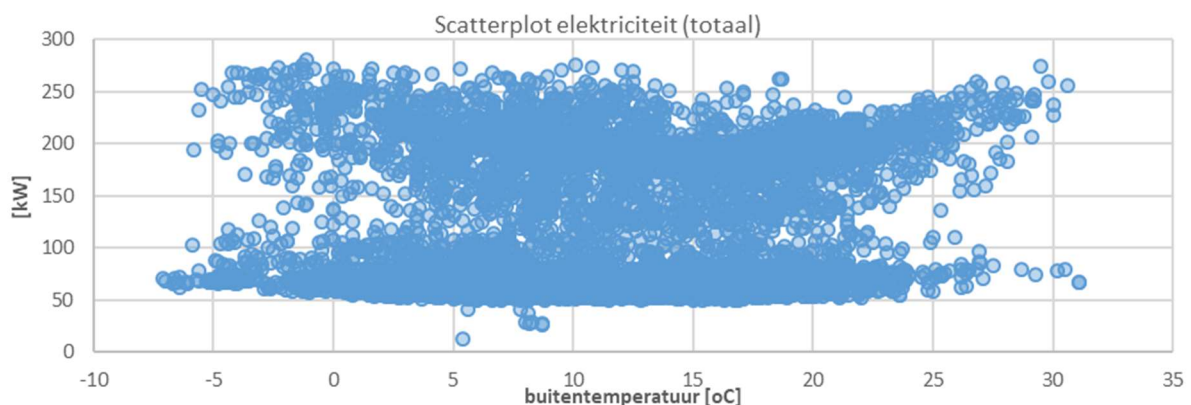
Om het dynamisch verbruik van de panden direct te zien logt u in op de klantenportal. Hier klik u vervolgens op de energiemeter waarna u automatisch door verwezen wordt naar www.struktonpulse.nl.

Om besparingen te signaleren en duurzame installatie concepten te bepalen is een grondige analyse van het energieverbruik vereist. Door het opstellen van de energieprofielen van het gebouw/energieverbruik wordt het gebruik en gedrag inzichtelijk gemaakt. Hierdoor ontstaan er focus gebieden waarvoor er besparende maatregelen en/of duurzame oplossingen voor worden aangedragen.

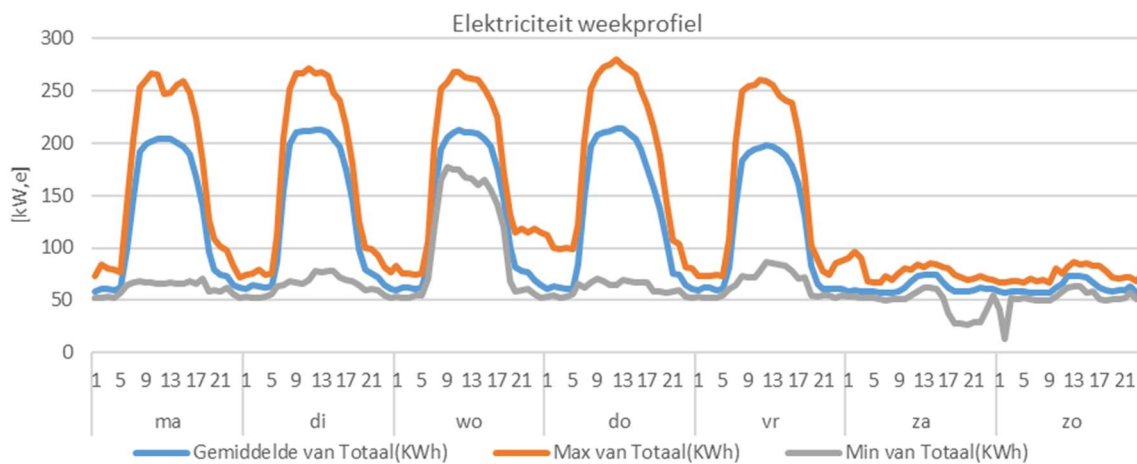
Elektriciteitsverbruik



Belastingduurkromme: De meetdata over een jaar is getransformeerd naar een belastingduurkromme. In deze grafiek is goed te zien hoeveel uur per jaar een elektrische capaciteit benodigd is (grotendeels afhankelijk van het gedrag, de bedrijfstijden en weersomstandigheden zal dit al dan niet toe of afnemen).



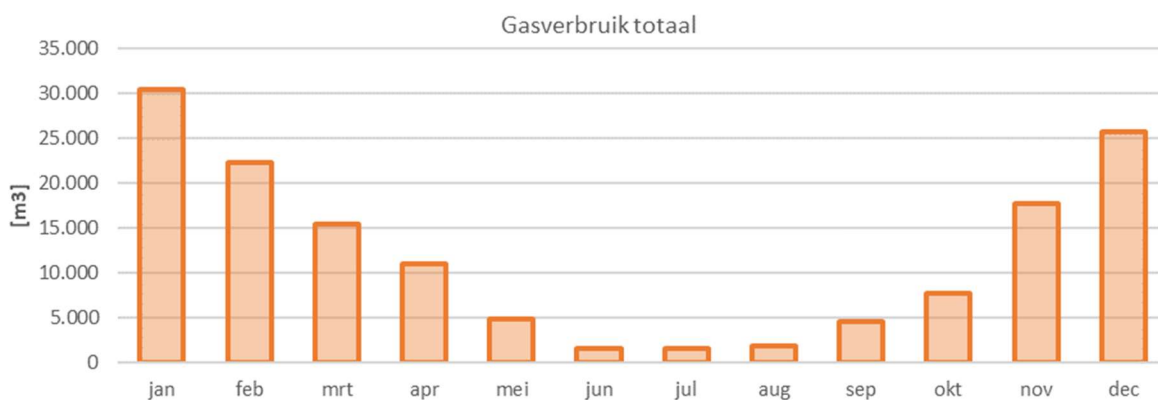
Scatterplot: In een scatterplot is het verbruik afgezet t.o.v. de buitentemperatuur. Met deze grafiek kan inefficiënties van componenten worden gedetecteerd en kan ongebruikelijk verbruik worden gesignaleerd.



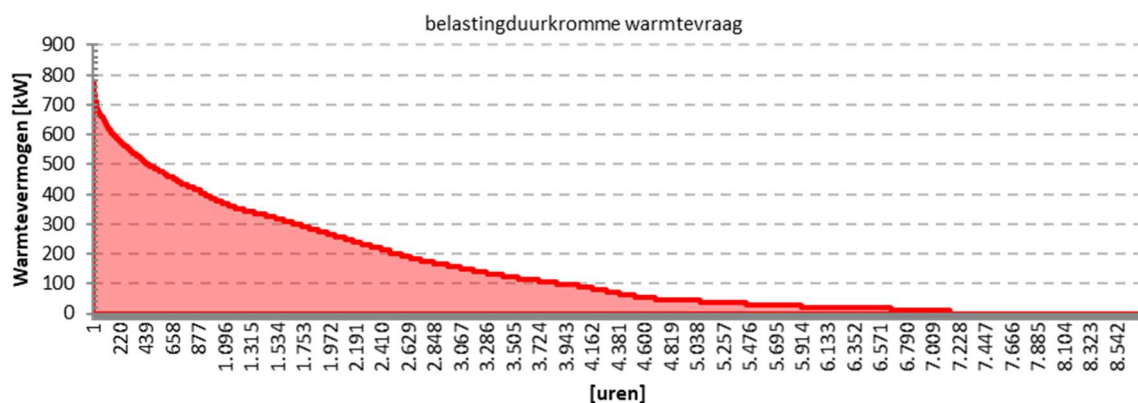
Uit bovenstaande grafieken kan het volgende geconcludeerd worden:

- Het totale elektriciteitsverbruik (Stadskantoor, Raadhuis en het Bijgebouw) over 2017 is circa 971.000 kWh met een gemiddeld maandverbruik van ongeveer 80.000kWh.
- 3300 uur/jaar is de elektriciteitsvraag hoger dan 100kW. Tijdens gebruiksuren is de piek 280kW en het gemiddelde verbruik van ca 200kW. Gebruikers die dit voor een groot deel veroorzaken zijn: verlichting, luchtbehandeling, koeling.
- Het nacht-/sluipverbruik gedurende de nacht en in het weekend is 50kW. Processen die dit mede veroorzaken zijn 24/7 klimatiseren van de archief ruimten, ICT voorzieningen.
- In de scatterplot is duidelijk een verhoging te zien veroorzaakt door koeling en bevochtiging van de ventilatielucht (elektrische stoombevochtiging)

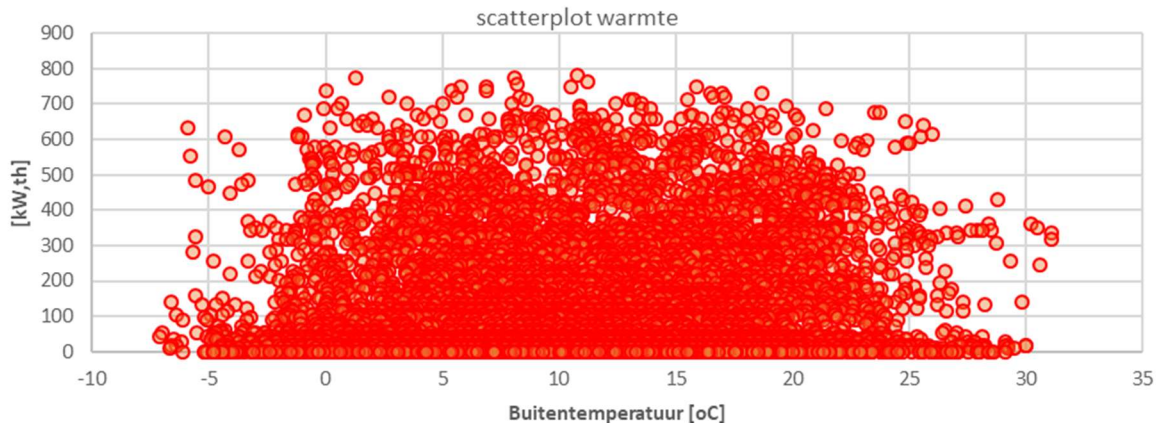
Gasverbruik



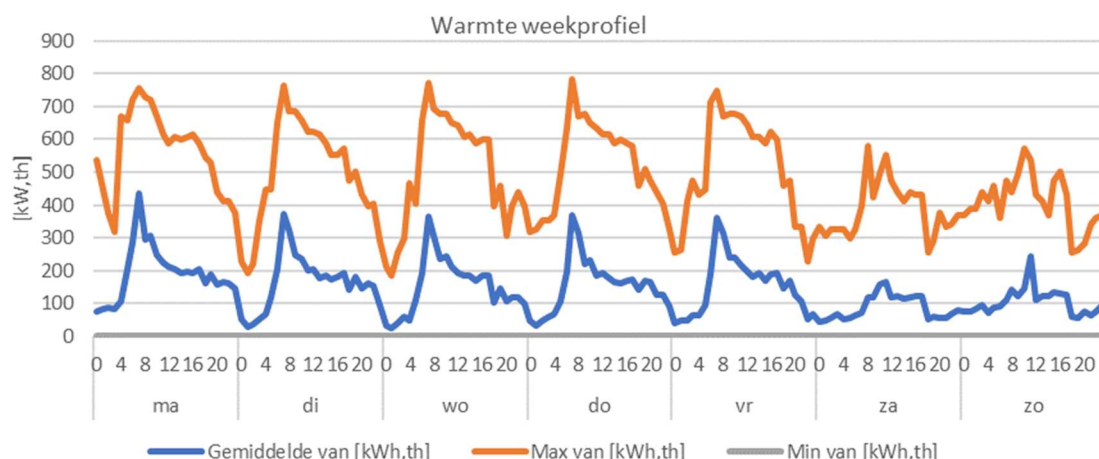
In onderstaande grafieken is het gasverbruik omgerekend naar warmte om zodoende te verschillende duurzame installatieconcepten door te kunnen rekenen.



Belastingduurkromme: De meetdata over een jaar is getransformeerd naar een belastingduurkromme. In deze grafiek is goed te zien hoeveel uur per jaar een warmtecapaciteit benodigd is (grotendeels afhankelijk van het gedrag, de bedrijfstijden en weersomstandigheden zal dit al dan niet toe of afnemen).

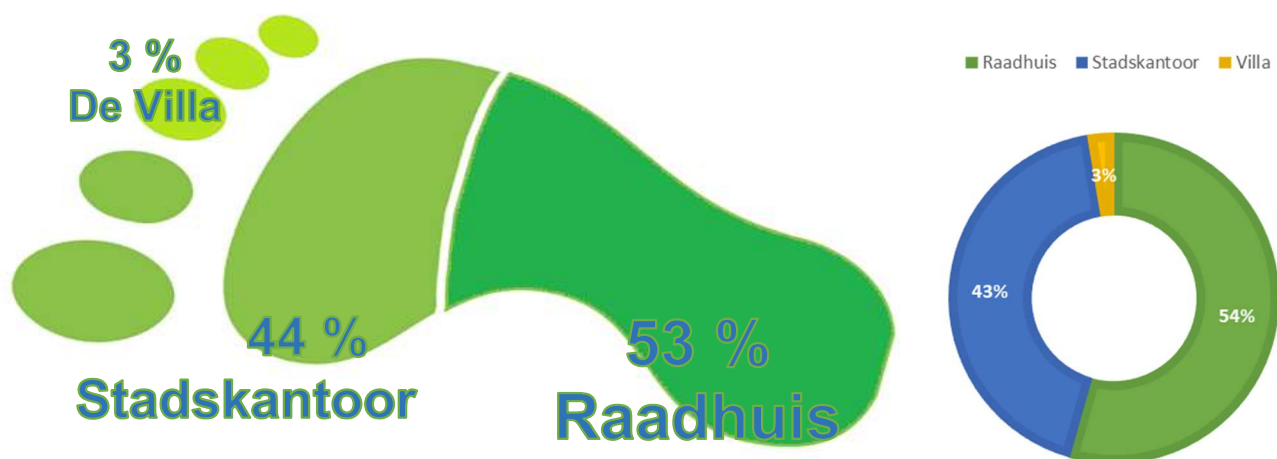


Scatterplot: In een scatterplot is het verbruik afgezet t.o.v. de buitentemperatuur. Met deze grafiek kan inefficiënties van componenten worden gedetecteerd en kan ongebruikelijk verbruik worden gesignaleerd.



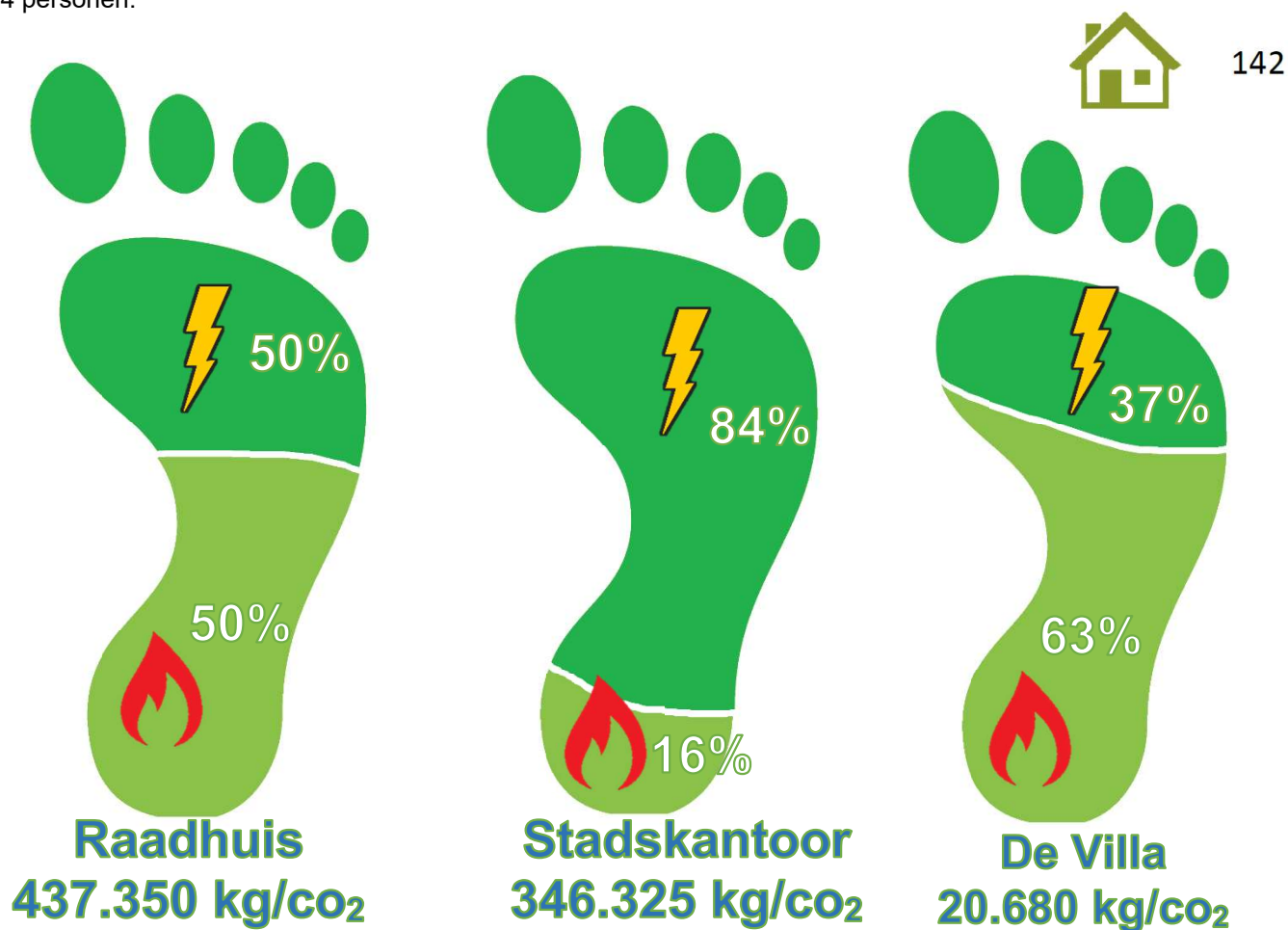
Uit bovenstaande grafieken van het gas-/warmteverbruik kan het volgende geconcludeerd worden:

- Het totale gasverbruik (Stads kantoor, Raadhuis en het Bijgebouw) over 2017 bedraagt 144.352 m³.
- Uit de belastingduurkromme is af te leiden dat de twee opgestelde Remeha ECO 310 ketels met een vermogen van 462KW per stuk slecht 12% van het jaar beide benodigd zijn.
- In de scatterplot is het warmteverbruik uitgezet t.o.v. de buitentemperatuur. Bij buitentemperaturen hoger dan 20 graden wordt er een hoger verbruik geregistreerd dan verwacht. Dit kan mede veroorzaakt zijn door naverwarming ventilatielucht bij het ontvochtigingsproces.
- In het weekprofiel is duidelijk een piekvraag in de ochtend te zien voor het opwarmen van de gebouwen. Het opwarmingsproces kan geoptimaliseerd worden waardoor er een belangrijk deel energiebespaard kan worden.



Bovenstaande afbeelding laat de CO₂ footprint van het Raadhuis zien met de verhoudingen per gebouw. Voor de CO₂ footprint van het Raadhuis eiland geldt dat de totaal uitstoot 804.350 kg/co₂ bedraagt. Ter vergelijking betekent dit dat men 6100 PV panelen moet plaatsen om CO₂ neutraal te kunnen acteren. In het verdere verslag wordt aangegeven hoe we de CO₂ uitstoot gaan reduceren en vervolgens gaan zorgen dat de gemeente neutraal acteert. De verhouding van gas en elektra is hieronder per pand weergegeven. ¹ De totaal uitstoot staat gelijk aan 142 huishoudens met 4 personen.

CO₂ in huishoudens (4 pers.)



¹ Zie voor mee detail de bijlage CO₂ footprint

Analyse duurzame installatieconcepten

Onderstaande uitwerking heeft te maken met het verduurzamen en/of gasloos maken van de warmteopwekking van de desbetreffende gebouwen. De huidige warmteopwekking gasgestookt stamt uit 2008, deze is nog niet zijn theoretische levensduur van 15 jaar gepasseerd.

De volgende scenario's zijn doorgerekend:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Referentie huidige situatie (2x 462kW) | |
| 2. HT warmtepomp(en) i.c.m. gasgestookte piekketel (bestaand) | € 210.000 |
| 3. HT warmtepomp(en) i.c.m. biomassa (houtvergasser) | € 375.000 |
| 4. Volledig HT warmtepomp(en) | € 210.000 |
| 5. Volledig biomassa (houtvergasser) | € 350.000 |
| 6. Biomassa (houtvergasser) + gas ketel | € 250.000 |

Beschikbare bronnen t.b.v. de HT warmtepomp zijn: omgevingslucht, vijver/oppervlaktewater en directe koeling t.b.v. Stadskantoor.



Basis (referentie)

Om een goede vergelijking te maken is de basis een weerspiegeling van de huidige situatie (referentie). De huidige twee gasgestookte HR-ketels verzorgen de warmteopwekking voor de aangesloten bouwdelen (Raadhuis en Stads kantoor). Bij uitval van een ketel kan bij buitentemperaturen onder de 1 graden niet meer het gewenste vermogen geleverd worden (geen back-up bij koude buitentemperaturen).

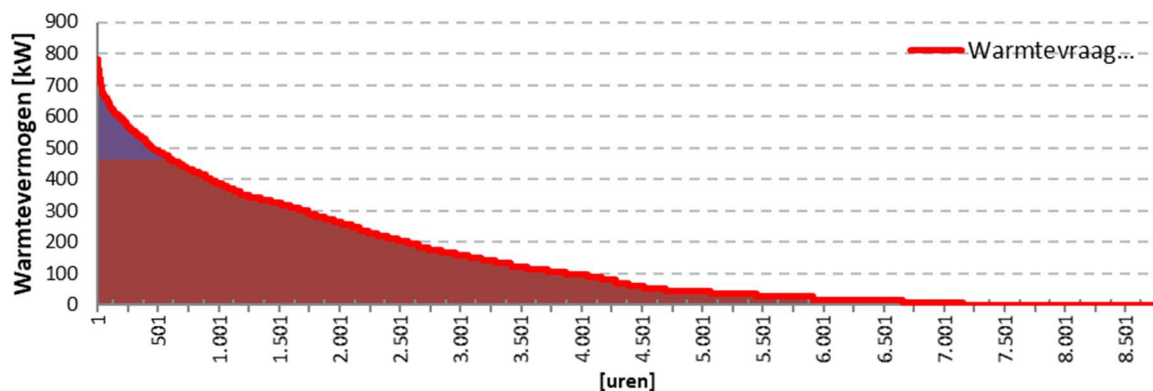


Opgesteld vermogen

GAS [kW]	HOUT [kW]	WP [kW]	TOTAAL [kW]	OVERCAP. [kW]
924			924	141

Energie verdeling

In de onderstaande belastingduurkromme is de warmtevraag ingevuld door de twee warmte opwekkers. 1 HR-ketel kan op ca. 500uur na volledig de warmtevraag dekken. Het periodiek omschakelen van de ketel volgorde is hierin niet meegenomen, dit heeft geen invloed op het energieverbruik.



Energie verbruik

In onderstaande tabel is het energieverbruik weergegeven van dit scenario en omgerekend naar energiekosten en CO₂ belasting. Dit is een volledig gas gedreven warmteopwekking (huidige situatie).

Omschrijving	gas [m3]	elektra [kwh,e]	hout [kg]	energie [€]	CO ₂ [kg]
Basis	144.316			€ 88.032	272.756

Investering

De HR-ketels zijn in 2008 geplaatst en hebben een theoretische levensduur van ca. 15jaar. Dit houdt in dat er de komende 5 jaar geen grote vervangingskosten voor de huidige warmteopwekking noodzakelijk is.

Scenario 1

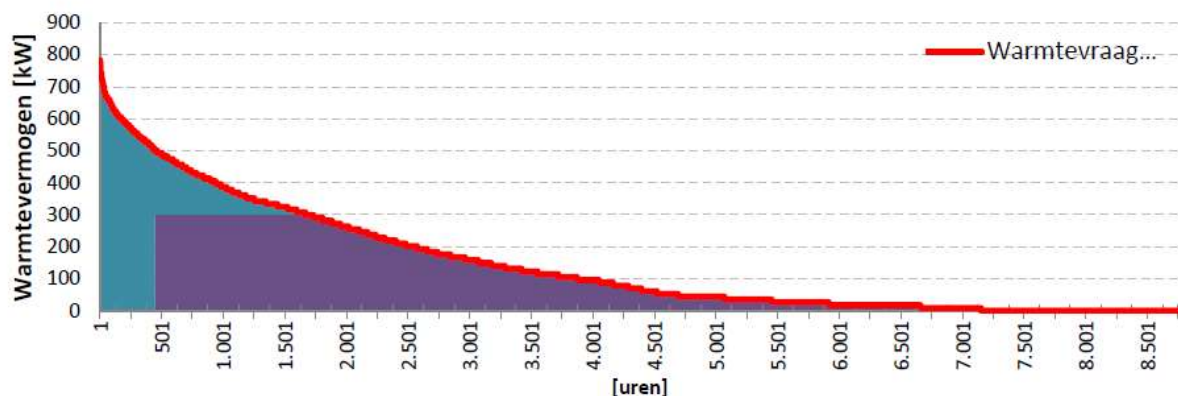
In scenario 1 wordt 1 HR-ketel vervangen voor een hoge temperatuur warmtepomp welke als basis warmteopwekker gaat functioneren. De overgebleven HR-ketel wordt ingezet voor piekvoorziening, bij koude temperaturen en als backup. Een overweging kan zijn om beide HR-ketels te laten staan, hierdoor gaan de exploitatiekosten wel omhoog i.v.m. onderhoud en wettelijk verplichte inspecties/keuringen. In dit scenario zal de warmteopwekking niet volledig gasloos worden ingevuld. In dit verslag zijn de kosten voor een lucht/water warmtepomp opgenomen.



Een lucht/water warmtepomp onttrekt zijn energie uit de omgevingslucht. Bij buitentemperaturen onder de 5 a 6°C zal het rendement/COP aanzienlijk dalen. Het wordt namelijk steeds moeilijker om energie te onttrekken en de kans bestaat dat het buitendeel (de “verdampers”) invriest. Indien er gelijktijdig een warmte en koude vraag is met gelijke capaciteit kan dit worden voorkomen. Dit is helaas niet het geval bij gemeente Hilversum (Raadhuis heeft enkel een warmtevraag en het Stads kantoor zowel een warmte als een koudevraag). Hierdoor wordt het aandeel dat de warmtepomp kan dekken minder en is er een volledige capaciteit benodigd om aan de warmtevraag te voldoen (huidige gasgestookte installatie). Dit betekent dat de volledige gasaansluiting naast de hoge temperatuur (lucht/water) warmtepomp vereist is.

De volgende gegevens en rendementen zijn bij verschillende leveranciers opgevraagd:

- Carrier 1272 kW condensor capaciteit
 - COP 2.35
 - Condensor 80-70°C
- Trane 1080 kW condensor capaciteit
 - COP 2.35
 - Condensor 80-75°C
- GEA 740 kW
 - COP 3.8
 - Condensor 77-62°C



De bovenstaande grafiek geeft de invulling van de warmtevraag weer per component. Paars is de warmtepomp welke het grootste deel invult, bij buitentemperaturen onder de 5 a 6°C wordt de warmtepomp bijgestaan door de huidige HR-ketels. Bij buitentemperaturen onder het vriespunt zal de gasgestookte installaties de volledige warmtevraag invullen. (<500uur/jaar)

Energieverbruik

Omschrijving	gas (m3)	elektra (kwh, e)	hout (kg)	energie (€)	CO2 (kg)
WP + CV	39.152	382.853		€ 51.074	324.767

In scenario 1 wordt de belangrijkste warmtevraag ingevuld door de warmtepomp. Dit is duidelijk terug te zien in het energieoverzicht, t.o.v. de huidige situatie blijft er nog maar een kleine 8.000m3 gas over.

Investering

De directe investeringskosten betreffen de warmtepomp installatie. In de exploitatie dient wel rekening gehouden te worden met het vervangingsmoment van de huidige HR-ketel(s).

Scenario 2

In scenario 2 wordt de gehele warmteopwekking vervangen. De basis wordt ingevuld door een hoge temperatuur warmtepomp en de piek door een pelletketel. De warmtepomp wordt elektrisch aangedreven en de pelletketel d.m.v. pellets of houtsnippers. De houtsnippers kunnen eventueel uit de omliggende omgeving worden verzameld (snoeihout bijvoorbeeld). Bij snoeihout moet wel rekening gehouden worden met het drogen van het hout, hiervoor dient voldoende droge opslag buffercapaciteit aanwezig te zijn. Dit scenario is volledig gasloos, daarin tegen is het onderhoud aan een houtverbrandingsinstallatie intensiever dan een gasgestookte installatie.

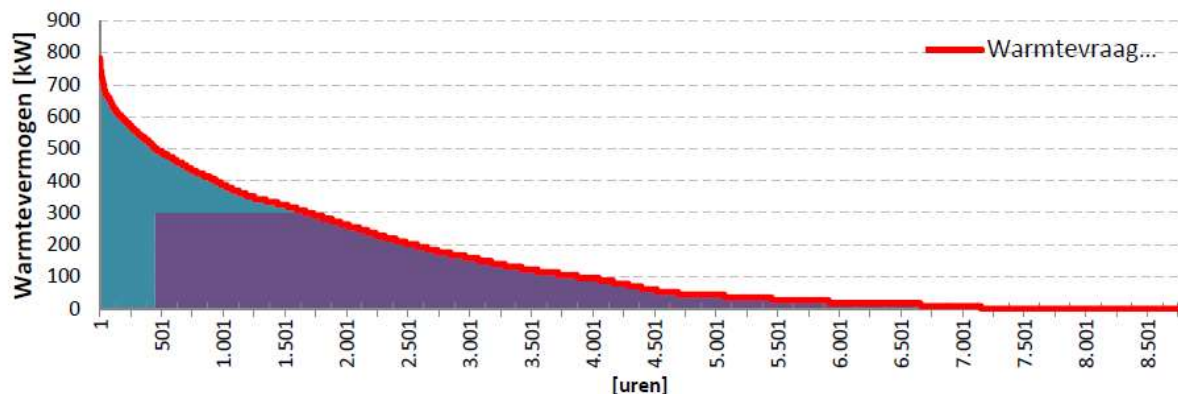


Opgesteld vermogen

GAS [kW]	HOUT [kW]	WP [kW]	TOTAAL [kW]	OVERCAP. [kW]
	350	450	800	17

Energieverdeling

De HT warmtepomp dient als basis warmteopwekking en heeft de meeste bedrijfsuren. De hout verbrandingsketel dient als piekvoorziening en heeft ongeveer + 500 bedrijfsuren per jaar.



Energieverbruik

Omschrijving	gas (m3)	elektra (kwh, €)	hout (kg)	energie (€)	CO2 (kg)
WP + HVI		382.853	77.627	€ 43.101	250.769

In scenario 2 wordt de belangrijkste warmtevraag ingevuld door de hoge temperatuur warmtepomp. Dit is duidelijk terug te zien in het energieoverzicht t.o.v. de huidige situatie is er geen gasverbruik meer omdat piek/resterende warmtevraag d.m.v. een pelletketel wordt ingevuld.

Investering

Scenario 2 is een volledig nieuwe installatie met warmtepompen en een pelletketel. In de investeringskosten wordt er geen rekening gehouden met eerdere afschrijvingskosten van de huidige warmteopwekking.

Scenario 3

In dit scenario wordt de volledige warmtevraag door hoge temperatuur warmtepompen ingevuld (all electric). Het volledig elektrisch invullen van de warmtevraag heeft een positief effect op de energiekosten en CO₂ emissie, investering daarentegen ligt relatief hoog i.v.m. gasgestookte installaties. Bij het toepassen van warmtepompen dient ook rekening gehouden te worden met thermische bronnen in de omgeving. De volgende kunnen hiervoor worden ingezet: omgevingslucht, vijver/oppervlaktewater en directe koudevraag (Stadskantoor). In dit verslag zijn de kosten voor een warmtepomp op omgevingslucht opgenomen.

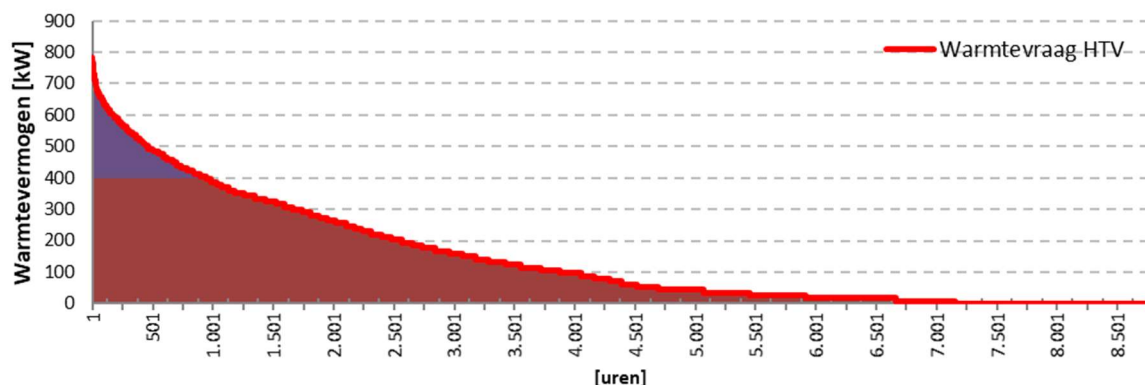


Opgesteld vermogen

GAS [kW]	HOUT [kW]	WP [kW]	TOTAAL [kW]	OVERCAP. [kW]
		800	800	17

Energieverdeling

De HT warmtepompen vullen de totale warmtevraag in. De efficiëntie van een warmtepomp is grotendeels afhankelijk van de temperatuur van de bron. Door het toepassen van meerdere bronnen kan het rendement worden verhoogd.



Energieverbruik

Omschrijving	gas [m3]	elektra [kwh,e]	hout [kg]	energie [€]	CO ₂ [kg]
Scenario 3		317.208		€ 25.377	207.771

In scenario 3 wordt de warmtevraag volledig elektrisch ingevuld. Het totale elektriciteitsverbruik zal hierdoor toenemen, daarentegen wordt er geen gas verbruikt. Indien er geen verdere gasverbruikers aanwezig zijn, kan de gasaansluiting geëlimineerd worden. Door het hoge elektrische vermogen zal de elektrische aansluiting wel verzwwaard moeten worden.

Investering

Scenario 3 is een volledig nieuwe installatie met warmtepompen. In de investeringskosten wordt er geen rekening gehouden met eerdere afschrijvingskosten van de huidige warmteopwekking.

Scenario 4

In dit scenario wordt de volledige warmtevraag door een pelletketel ingevuld. Brandstof van deze machines zijn pellets en/of houtsnippers waardoor dit concept nagenoeg CO₂ neutraal is (mits de brandstof een duurzaamheidscertificaat heeft en afkomstig is uit Europa). Houtresten welke ontstaan door groenbeheer/-onderhoud van de gemeenschappelijke bossen en plantsoenen kunnen ingezameld worden door een verwerkingsbedrijf welke hier droge brandstof (houtsnippers) voor verbranding-/vergassingsinstallaties kunnen maken. Hierdoor ontstaat er een circulaire stroom van groenafval (houtresten) naar brandstof uit eigen omgeving/gemeente.

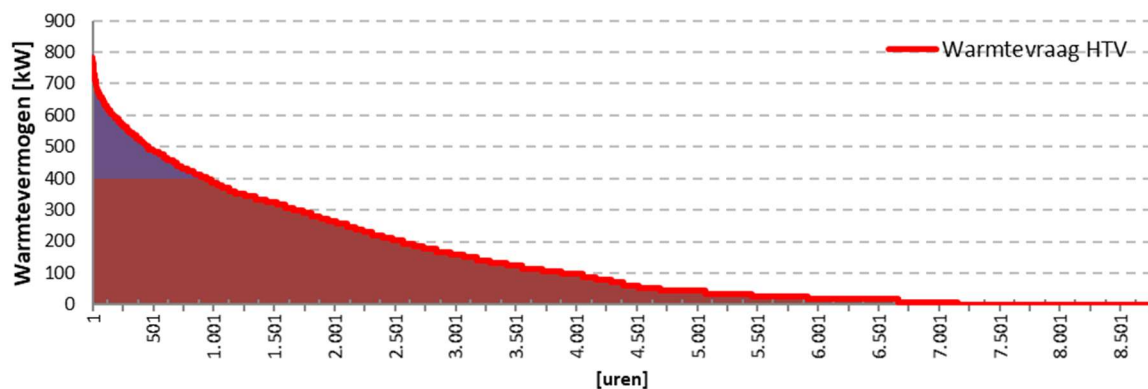


Opgesteld vermogen

GAS [kW]	HOUT [kW]	WP [kW]	TOTAAL [kW]	OVERCAP. [kW]
	800		800	17

Energieverdeling

De pelletketels vullen de totale warmtevraag in. Bij volledige dekking zijn er twee machines vereist welke hun eigen brandstof bunker en toevoer hebben.



Energieverbruik

Omschrijving	gas [m3]	elektra [kwh,e]	hout [kg]	energie [€]	CO ₂ [kg]
Scenario 4			267.122	€ 56.096	0

In scenario 4 wordt de warmtevraag volledig met een houtverbrandingsinstallatie ingevuld. Het aanvoeren van brandstof voor deze machines gebeurt middels vrachtwagens, welke de pellets in de bunkers blazen. Elke pelletketel heeft een separate brandstofbunker met een capaciteit van circa 40ton, waardoor er een totale capaciteit van 80ton op locatie aanwezig is. De brandstof leverende vrachtwagens hebben een capaciteit van circa 27ton waardoor er een transportbeweging naar locatie van ongeveer 11x per jaar ontstaat.

Investering

Scenario 4 is een volledig nieuwe installatie met pelletketels, tevens dienen er bouwkundige aanpassingen gerealiseerd te worden voor locatie machines, thermische buffertanks, brandstofopslag onder het maaiveld en rookgasafvoer. In de investeringskosten wordt er geen rekening gehouden met eerdere afschrijvingskosten van de huidige warmteopwekking.

Scenario 5

Scenario 5 is een hybride variant tussen de pelletketel ondersteund door de huidige HR gasgestookte ketels. Het voordeel hiervan is dat het belangrijkste deel van het jaar warmte wordt geleverd door de pelletketel waardoor dit gedeelte CO₂ neutraal is. De HR-ketel is bestaan waardoor er in deze piekvoorziening niet geïnvesteerd hoeft te worden (piekvoorziening is minder dan 500uur/jaar noodzakelijk). Doordat de huidige ketels nog enkele jaren mee kunnen zijn er tot die tijd mogelijkheden om het warmteverbruik te verlagen zodat de toekomstige warmtevraag volledig door de pelletketel ingevuld kan worden.

Brandstof van deze machines zijn pellets en/of houtsnippers waardoor dit concept nagenoeg CO₂ neutraal is (mits de brandstof een duurzaamheidscertificaat heeft en afkomstig is uit Europa). Houtresten welke ontstaan door groenbeheer/-onderhoud van de gemeenschappelijke bossen en plantsoenen kunnen ingezameld worden door een verwerkingsbedrijf welke hier droge brandstof (houtsnippers) voor verbranding-/vergassingsinstallaties kunnen maken. Hierdoor ontstaat er een circulaire stroom van groenafval (houtresten) naar brandstof uit eigen omgeving/gemeente.

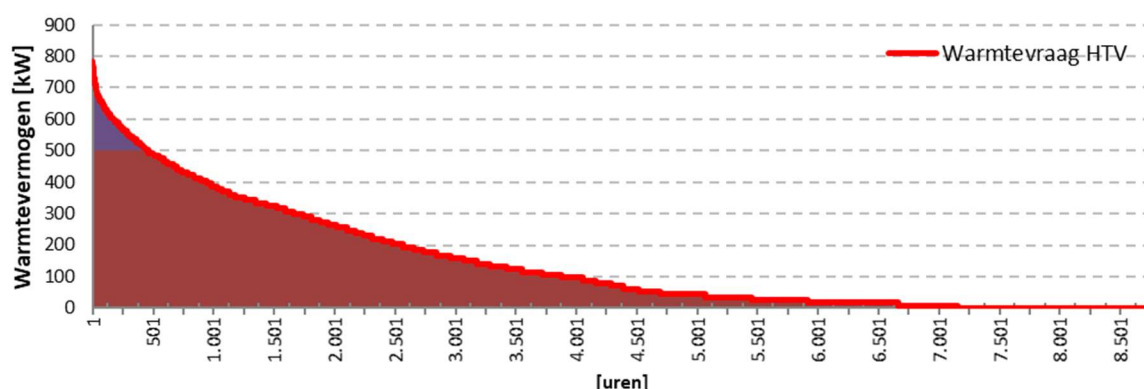


Opgesteld vermogen

GAS [kW]	HOUT [kW]	WP [kW]	TOTAAL [kW]	OVERCAP. [kW]
462	500		962	179

Energieverdeling

De pelletketels vullen de totale warmtevraag in. Bij volledige dekking zijn er twee machines vereist welke hun eigen brandstof bunker en toevoer hebben.



Energieverbruik

Omschrijving	gas [m3]	elektra [kwh,e]	hout [kg]	energie [€]	CO ₂ [kg]
Scenario 5	4.572		258.681	€ 57.112	8.641

In scenario 5 wordt de warmtevraag voor het belangrijkste deel ingevuld door de houtverbrandingsinstallatie (basis warmtevraag). De piek warmtevraag circa 500uur/jaar wordt ingevuld door de huidige HR-ketel, hierdoor blijft er een kleine CO₂ uitstoot voor dit concept. De verwachting is dat met de jaren er maatregelen worden getroffen waardoor op den duur de gasgestookte piekvoorziening niet meer nodig is.

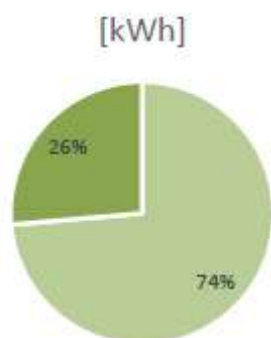
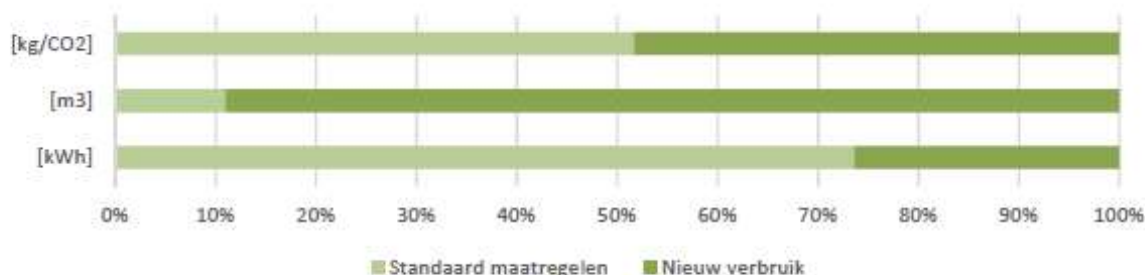
Het aanvoeren van brandstof voor de pelletketel gebeurt middels vrachtwagens, welke de pellets in de bunker blazen. In dit concept is er een pelletketel met een brandstofbunker met een capaciteit van 40ton. De brandstof leverende vrachtwagens hebben een capaciteit van circa 27ton waardoor er een transportbeweging naar locatie van ongeveer 10x per jaar ontstaat.

Investering

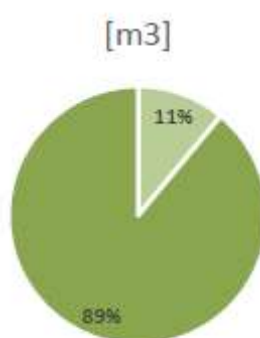
Scenario 5 is een hybride variant tussen pelletketel en huidige HR-ketel. Waardoor de investeringskosten een belangrijk deel verlaagd kunnen worden. Bij het toepassen van een pellet installatie dienen er bouwkundige aanpassingen gerealiseerd te worden die nog niet is meegenomen in dit scenario.

Om de ambitie van CO₂ neutraal Raadhuis eiland waar te kunnen maken is het van belang om de energie behoefte van het vastgoed te minimaliseren. Daarom is er gekozen om generieke maatregelen te analyseren en direct op te nemen in de scenario's. Deze maatregelen hebben namelijk altijd een positief effect op het gekozen opwekkingsscenario.² Van onderstaande maatregelen zijn de PV panelen bij het Stads kantoor reeds uitgevoerd. Omdat de gebruiksgegevens uit 2017 komen is de besparing van deze panelen verwerkt in onderstaande tabel.

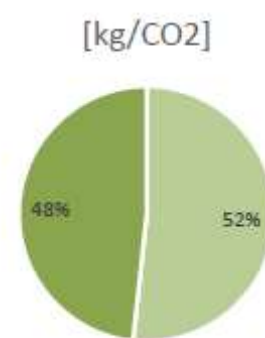
	[kWh]	[m ³]	[kg/CO ₂]
Huidig verbruik	985495	151311	804347
Standaard maatregelen	725800	16684	415929
Nieuw verbruik	259695	134627	388418



■ Standaard maatregelen
■ Nieuw verbruik



■ Standaard maatregelen
■ Nieuw verbruik



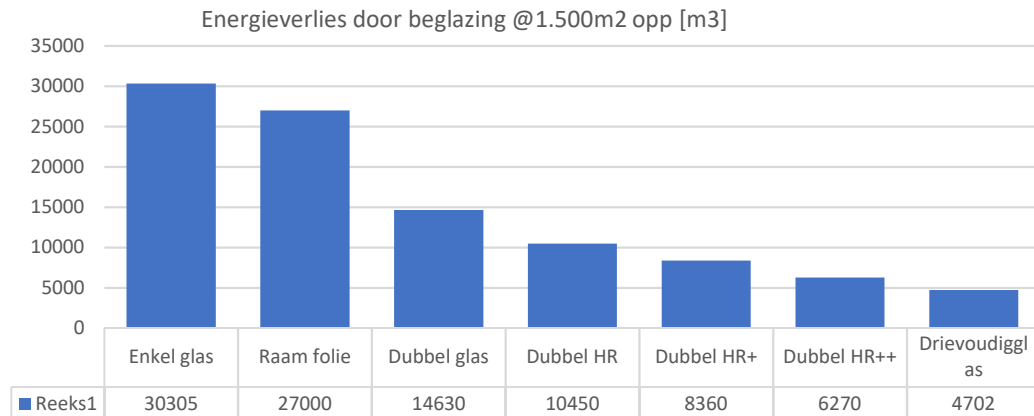
■ Standaard maatregelen
■ Nieuw verbruik

Onderwerp	ramingbedrag	Subsidie	[kWh]	[m ³]	[kg/CO ₂]	[€/CO ₂]
Optimalisatie Pompen	€ 111.000,00	€ -	-56689	0	-29818	€ 3,72
Isoleren Appendages	€ 18.000,00	€ -	0	-7659	-14475	€ 1,24
Verlichting retrofit	€ 69.000,00	€ -	-76085	0	-40021	€ 1,72
Radiator folie	€ 4.750,00	€ -	0	-969	-1831	€ 2,59
Isoleren Villa	€ 6.000,00	€ -	0	-1035	-1956	€ 3,07
Dakventilatoren	€ 11.250,00	€ -	-27000	0	-14202	€ 0,79
Tijdschakelaars	€ 5.500,00	€ -	-22000	0	-11572	€ 0,48
Waterzijdig inregelen	€ 24.244,00	€ -	0	-4520	-8543	€ 2,84
Bewegingschakelaars	€ 8.500,00	€ -	-4820	0	-2535	€ 3,35
PV panelen	€ 412.500,00	€ 250.000,00	-296500	0	-155959	€ 2,64
Dry-cooler (vrije koeling)	€ 8.500,00	€ -	-24106	0	-12680	€ 0,67
GBS Optimalisatie	€ 3.500,00	€ -	-8000	0	-4208	€ 0,83
Kierdichten bij ramen	€ 15.000,00	€ -	0	-2500	-4700	€ 3,19
Minimaliseren bevochtigi	€ 4.000,00	€ -	-53000	0	-28200	€ 0,14
CO 2 sturing Raadzaal, l	€ 6.500,00	€ -	-47600	0	-25228	€ 0,26
CO 2 sturing Stads kanto	€ 40.000,00	€ -	-110000	0	-60000	€ 0,67

² Zie voor meer detail bijlage, Scenario Matrix (LCC)

Aanvullend aan de scenario's en energiebesparende maatregelen is Strukton gevraagd ook het effect van betere beglazing en binnenklimaat inzichtelijk te maken.

Energieverlies beglazing + kozijnen



Vanuit het 3D model is een grove inschatting gemaakt m.b.t. het glasoppervlak, dit komt neer op een oppervlak van circa 1.500m². Indien de beglazing wordt ingevuld door bijvoorbeeld HR-glas (incl. kozijn) met een U waarde van ongeveer 2 W/m²*K kan er een besparing gerealiseerd worden van 20.000m³ gas. Bij een gastarief van €0,518/m³ komt dit overeen met een financiële besparing van ca. €10.360,-. Belangrijker is het feit dat dit ruim 37.750 kg/CO₂ kan besparen. Naar aanleiding van onze aanbeveling (zie management samenvatting) is dit een welkome 10% van de resterende CO₂ uitstoot.

Strukton adviseert om maatregelen zoals het isoleren van plafonds en het plaatsen van raam folie niet uit te voeren. Uit verkennend onderzoek blijkt met name de werking van raamfolie zeer moeilijk aantoonbaar. (zie ook, 'Controlemeting raamfolie Gemeente Hilversum van 26 februari 2019). Ook de werking van isolatie boven de plafonds geeft een geringe besparing op het gas verbruik.

Ventilatie t.b.v. kantoorruimten

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd om het energieverbruik te bepalen:

- Ca 3.000m² vloeroppervlak
- Ventilatievoud van ca 4
- Verwarming (warmtepomp)
- Warmteterugwinning (twin-coil)
- Sturing op basis van tijdprogramma
- Inblaastemp middels stooklijn

Mnd.	E-verbruik warmtepomp [kWh]	E-vent,aanvoer [kWh]	E-vent,retour [kWh]
1	3.116	1.346	1.346
2	1.204	1.170	1.170
3	699	1.287	1.287
4	739	1.229	1.229
5	185	1.346	1.346
6	20	1.229	1.229
7	16	1.287	1.287
8	25	1.346	1.346
9	120	1.170	1.170
10	249	1.346	1.346
11	1.344	1.287	1.287
12	1.674	1.229	1.229
Eindtotaal	9.392	15.269	15.269

Het minimaal ventileren van de kantoorruimten (ca 3.000m²) heeft geen energiebesparend effect, wel zal hierdoor aanzienlijk het comfort worden verbeterd. Totale energie "ontsparring" komt hiermee op ca 40.000kWh/jaar met een tarief van €0,06/kWh komt dit overeen met €2.400,-. Helaas betekent dit ook een extra CO₂ uitstoot van 21.200 kg.

Voor de energieberekening is uitgegaan van 1 grote LBK welke de ruimten voorziet. In het bovenstaande installatieconcept is geen rekening gehouden met de technische inpasbaarheid van de installaties. Doordat het een monumentaal pand betreft zal het kanalenverloop, de roosters, het aantal LBK('s) en de plaats nader moeten worden onderzocht.

Gezien het doel van het onderzoek zijn maatregelen zoals het toevoegen van ventilatie in kantoorruimtes niet wenselijk. Echter om in deze ruimtes conform de ARBO wetgeving te mogen werken is deze ventilatie cruciaal. Voor nu is besloten deze maatregelen buiten de scenario's te houden en op een later tijdstip beter te onderzoeken.

Samenvatting scenario's

In de onderstaande tabellen en grafieken is het overzicht weergegeven van de verschillende scenario's inclusief de investering, subsidie, vervangingen en energiekosten.³

Gemeente Hilversum
CO2 Neutraal concept

Project nr.: U.1180142

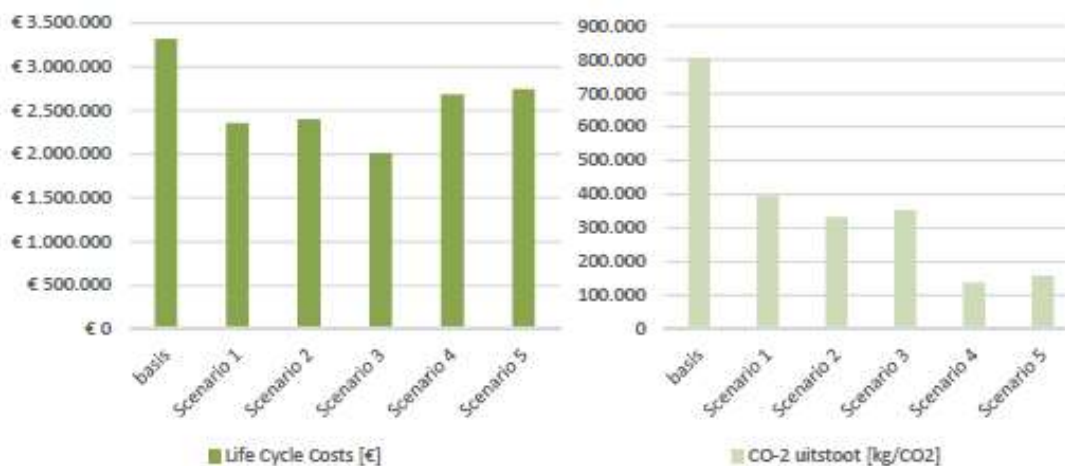
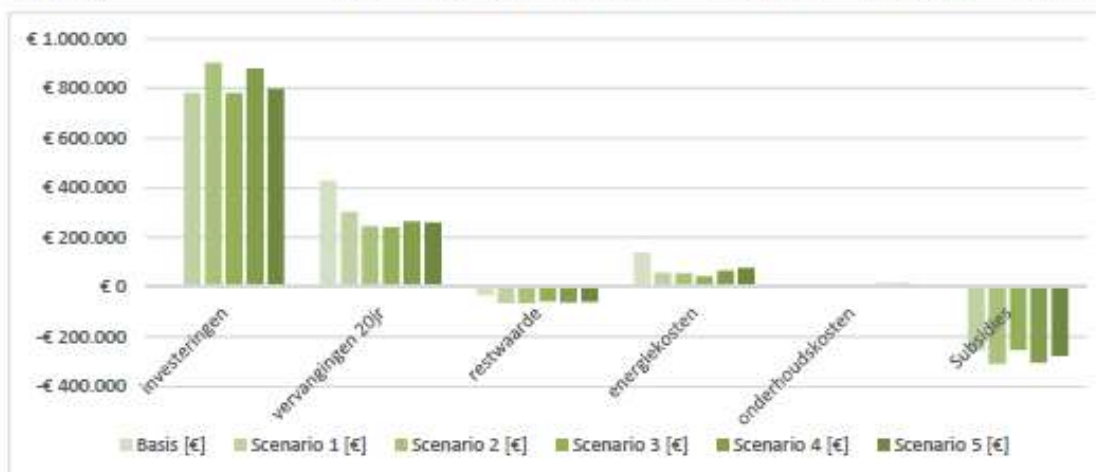
Datum: 28-jun-18

algemene gegevens

Elektra	kWh	0,53 [kg/CO ₂]	0,06 euro
Gas	m ³	1,89 [kg/CO ₂]	0,52 euro
Pellet	kg	0,00 [kg/CO ₂]	0,21 euro

		Life Cycle Costs	CO-2 uitstoot
		[€]	[kg/CO ₂]
basis	Huidige situatie	€ 3.318.000	804.347
Scenario 1	Warmtepomp + gasketel	€ 2.357.000	394.876
Scenario 2	Warmtepomp + 1 Pellet ketel	€ 2.397.000	331.979
Scenario 3	Warmtepomp	€ 2.009.000	352.116
Scenario 4	Pellet ketel	€ 2.679.000	136.599
Scenario 5	Pellet ketel + gasketel	€ 2.741.000	158.081

	Basis	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
investeringen	€ 0	€ 780.500	€ 902.600	€ 780.500	€ 879.500	€ 799.200
vervangingen 20jr	€ 427.950	€ 302.950	€ 243.250	€ 239.950	€ 263.750	€ 260.750
restwaarde	-€ 32.000	-€ 63.304	-€ 63.804	-€ 57.204	-€ 62.804	-€ 58.804
energiekosten	€ 137.700	€ 57.500	€ 54.900	€ 42.600	€ 67.100	€ 75.800
onderhoudskosten	€ 10.625	€ 9.725	€ 11.045	€ 9.725	€ 13.115	€ 11.815
Subsidies	€ 0	-€ 254.000	-€ 308.000	-€ 254.000	-€ 304.000	-€ 277.000



³ Zie voor meer detail bijlage, Scenario Matrix (LCC)

Aanbeveling

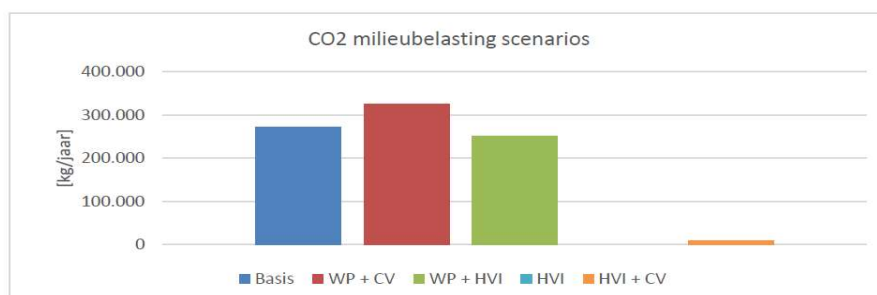
- De meeste CO₂ besparing wordt gerealiseerd met scenario 4 waarbij 800 KW aan pellet ketel geïnstalleerd wordt. *(mits de brandstof voorzien is van een duurzaamheidscertificaat)*
- Door het toepassen van pellet ketels ontstaan 10 `a 11 vrachtbeweging per jaar ten behoeven van de brandstoftoevoer.
- Door te kiezen voor scenario 3 met de grote warmte pomp ontstaat er een all electric installatie concept. Deze elektriciteit is relatief eenvoudig duurzaam op te wekken. Daarom is dit het second best scenario.
- De exploitatie kosten zijn het laagst bij scenario 1, hierbij wordt nog wel gas verbruikt van de huidige HR ketels.
- De meeste subsidie is te verkrijgen op pellet ketels, PV panelen en warmtepompen. Dit maakt hogere investering van scenario 2,4 en 5 als nog interessant.
- Het is niet mogelijk om volledig CO₂ neutraal te voorzien in de energiebehoefte van het Raadhuis eiland. Wel is het mogelijk met de pellet ketels om de warmte opwekking volledig CO₂ neutraal te verzorgen.
- Bij verschillende scenario's wordt nog gebruik gemaakt van de huidige CV installatie. Dit is gunstig omdat deze installatie nog niet volledig afgeschreven is.
- De laagste investering is benodigd bij scenario 5 maar heeft daar in tegen wel de hoogste exploitatie kosten.
- Scenario 1 heeft met 8,6 jaar de beste terugverdientijd en kent de grootste netto besparing na 25 jaar. Dit scenario heeft echter een van de hoogste CO₂ uitstoten.

Het doel van dit onderzoek is het invullen van de ambities, gedefinieerd door de wethouders, om CO₂ neutraal te worden zonder compensatie. Door het uitvoeren van de generieke maatregelen wordt er een belangrijk deel van de energie behoefte gereduceerd. Wij bevelen dan ook aan om deze maatregelen op korte termijn uit te voeren en direct een reductie in CO₂ te realiseren. Het uitvoeren van deze maatregelen beïnvloedt niet de keuze van de duurzame installatie scenario's.

Hoewel de verschillende scenario's ieder zo hun voordeel hebben, komt scenario 4 het dichtst bij de doelstelling. Hiermee wordt namelijk **70%** van de huidige CO₂ uitstoot gereduceerd. Gezien de jonge leeftijd van de huidige CV installatie doet men een desinvestering door deze direct te verwijderen. En gaan goede materialen (grondstoffen) verloren, wat niet duurzaam is.

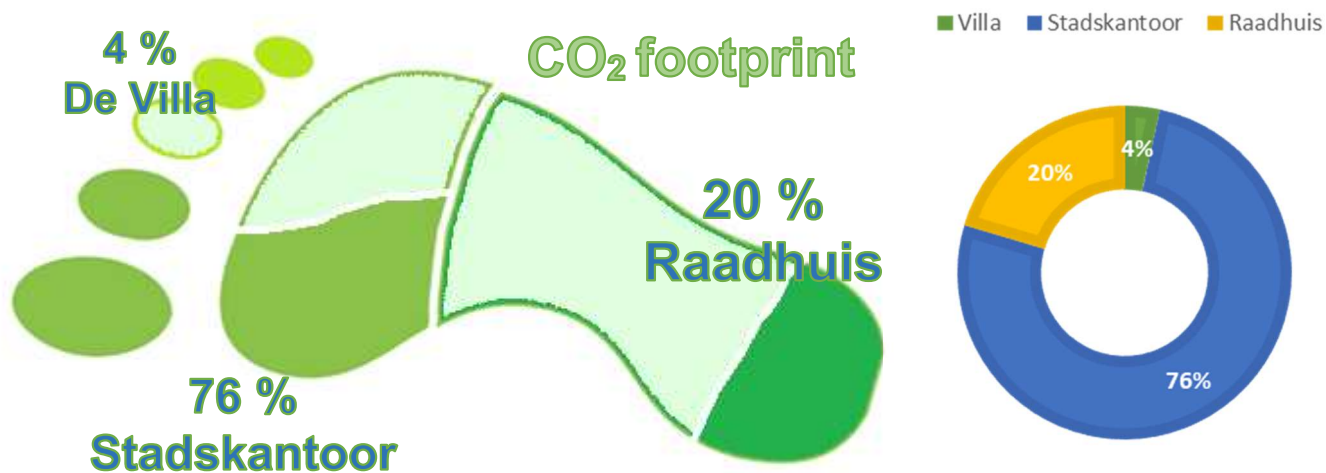
Daarom adviseren wij om te kiezen voor scenario 5 waarbij de pellet ketel de basis warmtevraag dekt en circulair gebruik gemaakt wordt van de huidige CV installatie. Deze CV installatie dient circa 500 uur per jaar in bedrijf te zijn om te kunnen voldoen aan de huidige warmtevraag. Met dit concept heeft u de komende jaren de tijd om de warmtevraag van het raadhuis eiland te reduceren. Wanneer de ketels uit gefaseerd worden, stookt u volledig op biomassa. Daarmee is de ambitie om in 2025 gasloos te verwarmen ook behaald. Dit concept heeft een CO₂ reductie van **67%**, de overige CO₂ uitstoot is ons inziens niet op locatie te reduceren en dient elders gecompenseerd te worden.

Omschrijving	gas (m3)	elektra (kwh, e)	hout (kg)	energie (€)	CO2 (kg)
Basis	144.316			€ 89.476	272.756
WP + CV	39.152	382.853		€ 51.074	324.767
WP + HVI		382.853	77.627	€ 43.101	250.769
HVI			267.122	€ 56.096	0
HVI + CV	4.572		258.681	€ 57.158	8.641

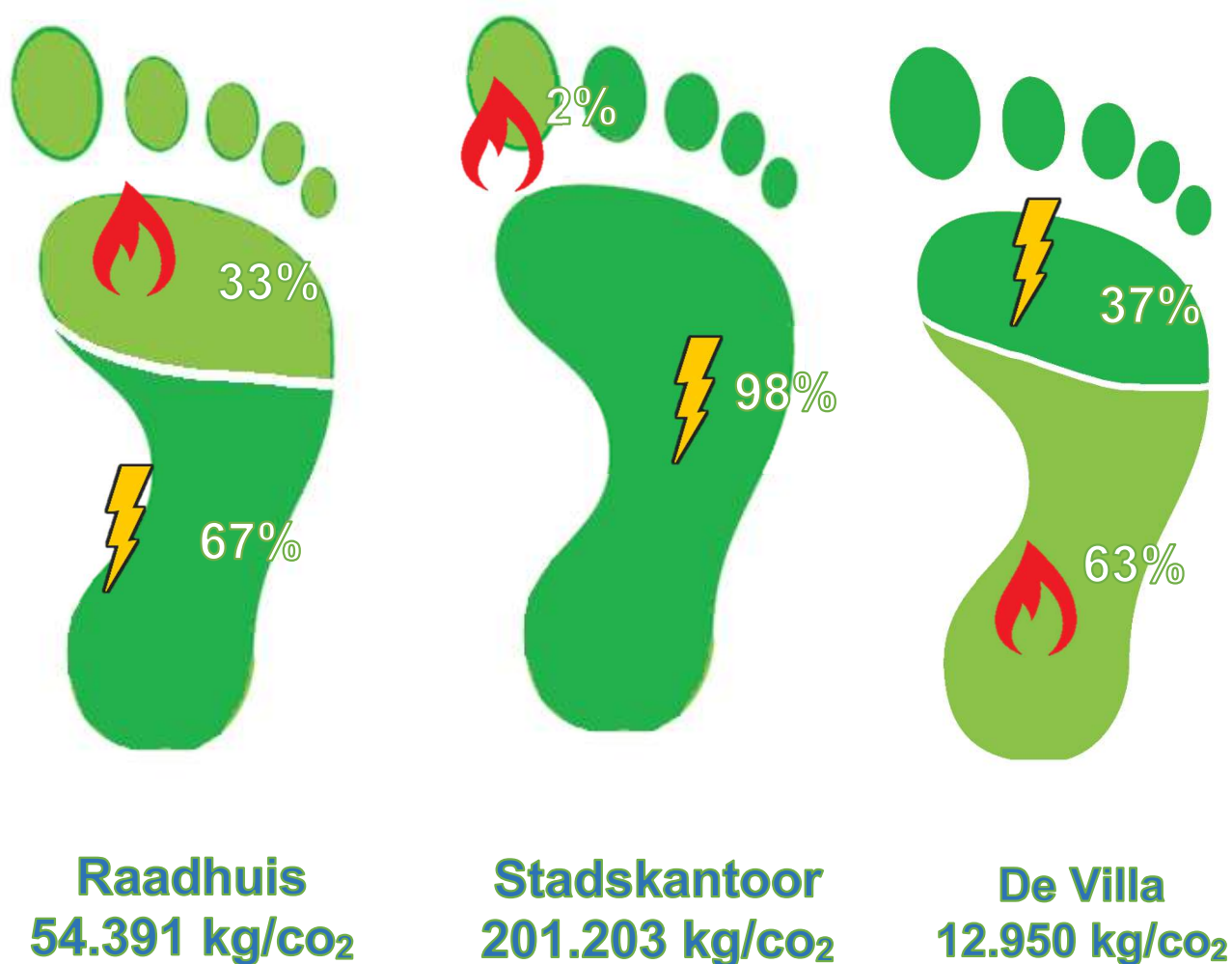


Toekomstige CO₂ footprint

Na uitvoering van de generieke maatregelen en de aanbeveling ziet de CO₂ footprint er als volgt uit;



Bovenstaande afbeelding laat de CO₂ footprint van het Raadhuis eiland zien na het uitvoeren van de verduurzamingsmaatregelen. Hierbij blijkt dat de CO₂ uitstoot van de villa met 44%, van het Stads Kantoor met 40% en het Raadhuis met 80% gereduceerd is. Hierdoor neemt het Stads Kantoor in de nieuwe situatie een prominere rol in qua CO₂ uitstoot.



Bijlage

- CO2 footprint
- Overzicht resultaten matrix, (LCC)
- Specificaties hoog temperatuur warmtepomp
- Specificaties pellet ketels
- Specificaties gastoestel huidig
- EED lijst, met opmerkingen SWS