



huisman & van muijen
installatieadviseurs

Energieprestatie Maatwerkadvies gemeentewerf Drunen

projectnummer **552401**
ten behoeve van Gemeente Heusden/gemeentewerf
datum 6-9-2024





huisman & van muijen
installatieadviseurs

kenmerk 552401-05-rap321-eks-EPMWA gemeentewerf Drunen
datum 6-9-2024
opsteller eks
beschrijving Energieprestatie Maatwerkadvies gemeentewerf Drunen

Opdrachtgever

Gemeente Heusden
t.a.v.: de heer [REDACTED]
Postbus 41
5250 AA Vlijmen
E: [REDACTED]@HEUSDEN.nl

Installatieadviseur

Huisman & Van Muijen
Rompertdreef 1
5233 ED 's-Hertogenbosch
T: 073 - 642 12 55
E: info@hvm.nl



Samenvatting

In dit rapport wordt een compleet energieadvies voor uw gebouw beschreven. Dit advies bestaat uit een beoordeling van de huidige staat van uw gebouw met een advies hoe u dit kunt verbeteren. Aan dit energieadvies ligt een uitgebreid onderzoek ten grondslag. Uw gebouw is aandachtig geïnspecteerd, bouwtekeningen zijn bestudeerd en de relevante gegevens zijn in een geattesteerd computerprogramma ingebracht. Vervolgens is de energetische prestatie van de huidige situatie geanalyseerd, zijn de mogelijke verbetermaatregelen doorgerekend en zijn ze voor u gerangschikt.

Om de huidige staat van het gebouw te verbeteren, kunt u één van onderstaande varianten uitvoeren. U kunt uw keuze afwegen op basis van de ontwikkeling van het energielabel, de grootte van de investering, de terugverdientijd van de investering, de jaarlijkse besparing op de kosten voor de gebouwgebonden installaties en/of de jaarlijkse reductie in de CO₂-uitstoot als gevolg van het afgenomen energiegebruik van de gebouwgebonden installaties.

Voor deze variantenstudie is gebruik gemaakt van Uniec 3.3.

Tabel 1 Samenvatting energieadvies

Varianten	label	Investering €	TVT jaar	Besparing €/jaar	CO ₂ afname %
<i>Basisberekening</i>		<i>A+++</i>			
1 Gedeelde maatregelen	A+++	65.200,-	16	3.900,-	-39
2 V1+WWwp_hybride_HT+2e bron	A+++	120.000,-	26	4.200,-	-45
3 V1+WWwp_monovalent+LT	A++++	462.700,-	69	5.000,-	-63
4 V1+WWwp+LWwp_bivalent+LT	A++++	186.500,-	33	5.000,-	-63
5 V1+WWwp+LWwp_bivalent_HT	A++++	174.300,-	36	4.200,-	-55



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Bestaande situatie	5
2.1	Algemene gegevens	5
2.2	Bouwkundig	5
2.3	Installaties	7
3	Energiegebruik huidige situatie	9
3.1	Berekende energiegebruik	9
4	Energiebesparingsadvies	11
4.1	Trias Energetica	11
4.2	Overwogen maatregelen	12
4.2.1	EP-berekeningen	13
4.2.2	Verwachte besparing per energiedrager	14
4.2.3	Verwachte kostenbesparing	14
4.3	Beschrijving maatregelen	15
5	Conclusies en aanbevelingen	19



1 Inleiding

Door de gemeente Heusden, vertegenwoordigd door [REDACTED], is aan Huisman & Van Muijen gevraagd om een energieprestatie-maatwerkadvies op te stellen voor de gemeentewerf, Duinweg 37 te Drunen.

Het doel van dit advies is om inzicht te verkrijgen in welke aanpassingen aan de gebouwmhulling en/of de technische installaties zullen leiden tot een aanzienlijke energiebesparing. Hierbij zullen de investeringen, terugverdientijden, jaarlijkse energiebesparingen en CO₂-reducties in kaart worden gebracht.

Om dit te bereiken, zullen eerst de randvoorwaarden en uitgangspunten worden benoemd. Deze rapportage focust zich primair op de gebouwgebonden installaties en op die elementen in de gebouwmhulling die direct of indirect van invloed zijn op het binnenklimaat. De verschillende maatregelen waarmee de doelstellingen kunnen worden behaald, zullen eerst op technisch vlak worden bestudeerd. Zowel op individuele basis als met aandacht voor hun onderlinge beïnvloeding. Vervolgens zullen de kosten van de maatregelen in hun toepasselijke grootheden worden ingeschat. Tot slot zullen de verschillende varianten worden gepresenteerd waarin de maatregelen in hun logische samenhang worden weergegeven.

Voor dit advies zal de energielabelberekening dienen als basis. Dit stelt ons in staat om de locatie te modelleren en de voortgang te monitoren. We zullen de opbouw van de berekening volgen door eerst de relevante bouwkundige elementen te identificeren, om vervolgens aan de hand van de installaties inzicht te krijgen in het gebruik en de werking van specifieke bouwdelen. Op basis hiervan zullen we aanbevelingen doen om de geformuleerde doelstellingen te behalen.

Met deze rapportage streven wij ernaar om de gemeente Heusden handvatten te bieden waarmee beslissingen kunnen worden genomen.



2 Bestaande situatie

In dit hoofdstuk worden de technische gegevens van uw gebouw beschreven. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de bouwkundige constructies en de klimaatinstallaties, aangezien deze twee elementen samen de energetische kwaliteit van uw gebouw bepalen.

2.1 Algemene gegevens

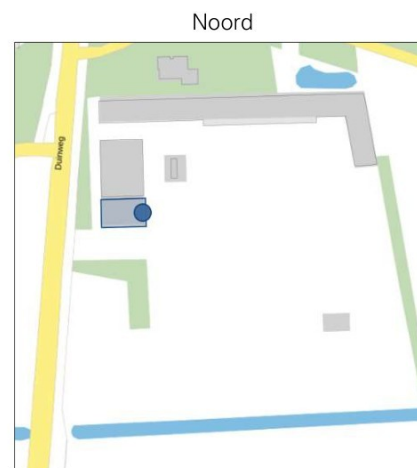
Voor het maatwerkadvies is uw gebouw ondergebracht in meerdere gebouwdelen. De gegevens van het hoofdgebouw zijn gebaseerd op:

Tabel 2 Algemene gegevens van het gebouw

Aanduiding	gemeentewerf
Adres ¹	Duinweg 37
Bouwjaar ¹	2006
Inspectie	13 juni 2024

¹: Het hoofdadres en -bouwjaar zijn conform de BAG

	Bijeenkomstfunctie 1	1.755	m ²
	Onderwijsfunctie 2	6.103	m ²
	Gemeenschappelijk		m ²
	Gebruiksoppervlak	7.858	m ²



Figuur 1 situatie

2.2 Bouwkundig

	Compactheid	1.93	m ² verlies/m ² Go
Infiltratie	Bruto hoogte	7.70	m ¹
unit	q _{v,10} -waarde	0.60	dm ³ /s/m ² Go
	positie	Geheel gebouw, grondgebonden	
Massa	RZ	Vloeren	niet-massief beton/zwaar
		Verticaal dragend	Skeletbouw/zwaar
		Plafonds	gesloten systeem

Compactheid is gedefinieerd als het verliesoppervlak gedeeld door het gebruiksoppervlak. Met verliesoppervlak worden alle oppervlaktes bedoeld die in alle richtingen grenzen aan buiten en/of waarnaar toe continu energieverlies optreedt. Dat zijn dus daken, gevels en vloeren. Een hogere waarde dan 1, oftewel meer verliesoppervlak bij een beperkter gebruiksoppervlak, is energetisch ongunstig, ook bij verder gelijkwaardige isolatiewaardes en installaties. Deze invloedrijke factor zet recht dat een gebouw een driedimensionaal object is en dat voor de eenvoud in de berekening veel gereduceerd wordt tot oppervlaktes. Een ander woord voor compactheid zou kunnen zijn vormfactor.



De infiltratiewaarde is een belangrijke waarde die de mate van onbedoelde indringing en uitscheiding van lucht aangeeft; lucht die tegelijkertijd bestaat uit vuile of verse lucht, temperatuur en vochtigheid. Deze waarde is in werkelijkheid moeilijk vast te stellen en wordt dus veelal bepaald met behulp van kengetallen. De $q_{v,10}$ -waarde is een waarde die men ook zou kunnen vaststellen met een meting, maar daar is dan een heel gespecialiseerde meting voor nodig. Andere woorden voor infiltratie zouden kunnen zijn tochtigheid of lekdichtheid.

Massa is een kortere term voor thermische massa of nog beter specifieke interne warmtecapaciteit. Het is die massa die van invloed is op de temperatuurcycli van het gebouw. De thermische massa komt vaak, maar niet uitsluitend overeen met het gewicht van de draagconstructie. De specifieke interne warmtecapaciteit wordt gecategoriseerd met behulp van termen die lijken op de beschrijving van de draagconstructie.

De te onderscheiden isolerende constructies bestaan uit vloeren, gevels en daken, ramen, deuren en panelen. De isolatiewaarde van een constructie wordt grotendeels bepaald door de dikte van de isolerende laag. Een hogere isolatiewaarde resulteert in minder verwarmingsenergie die nodig is om in de winter de warme lucht binnen en de koude lucht buiten te houden. Daarnaast is bij een hogere isolatiewaarde -tot een bepaald punt- minder koelenergie vereist in de zomer om de koele lucht binnen en de warme lucht buiten te houden.

Kozijnen bevatten elementen zoals deuren om personen toe te laten, ramen om zonlicht binnen te laten en bewegende delen die onderdeel zijn van het ventilatiesysteem. Daarnaast zijn er in kozijnen gesloten elementen -panelen- die niet als gelaagde gevelconstructies kunnen worden beschouwd.

In Tabel 3 vindt u de thermische eigenschappen van de bouwkundige constructies van het gebouw. De R_c -waarde wordt gebruikt voor dichte, gelaagde constructies zoals vloeren, gevels en daken. Hoe hoger de R_c -waarde, hoe beter de isolatie. Voor samengestelde constructies zoals ramen, deuren en panelen wordt de U -waarde gebruikt. Hoe lager de U -waarde, hoe beter de isolatie. Daarnaast wordt de g -waarde (ZTA -waarde) gebruikt om het aandeel zonnestraling aan te geven dat door de toelappende constructie naar binnen kan komen.

Tabel 3 *Bouwkundige constructies in het gebouw*

Constructies	Type	R_c	specificaties
Gelaagd		m^2K/W	
Vloer kantoor	Vloer	3.35	Vrije invoer
Gevel kantoor	Gevel	3.30	Vrije invoer
Dak kantoor gekromd	Dak	6.66	Vrije invoer
Dak kantoor vlak	Dak	3.30	Vrije invoer
Vloer werkplaatsen	Vloer	2.68	Vrije invoer
Gevel werkplaatsen	Gevel	3.30	Vrije invoer
Dak werkplaatsen	Dak	3.30	Vrije invoer



Constructies Samengesteld	Type	U W/m ² K	g	specificaties	
				kozijn	
Raam-kantoor	Raam	2.3	0.60	-	Vrije invoer
Raam-werkplaats	Raam	2.3	0.30	-	Vrije invoer
Vulpaneel	Paneel	3.4	-	-	30mm, geen spouw
Sectionaaldeur	Deur	2.0	-	-	Geïsoleerde deur, aan buiten

In de kolom 'specificaties' worden de beslissingen voor elke constructie samengevat. Naarmate er meer bekend geworden is over de thermische eigenschappen van de constructies, worden de specificaties nauwkeuriger. De ISSO 75.1 bevat gedetailleerde richtlijnen over hoe de juiste aannames te maken. Bij 'vrije invoer' zijn de opgegeven waarden het meest solide, bijvoorbeeld gebaseerd op directe waarnemingen of met behulp van een kwaliteitsverklaring. Bij een gegeven bouwperiode wordt een waarde ruimer aangenomen.

Zonweringen en belemmeringen hebben invloed op de zontoetreding, maar hun verschijningsvorm kan sterk variëren van raam tot raam. Deze worden pas in een latere fase van de berekening toegewezen aan de bijbehorende ramen. In de beschrijving van de te nemen maatregelen kan eventueel worden teruggekomen op hun invloed.

De opgenomen constructies in de bovenstaande tabellen zijn niet uitputtend, maar de meest invloedrijke constructies voor de energieberekening zijn benoemd.

2.3 Installaties

Een kenmerk van de toegepaste rekenmethode is het indelen van klimaatinstallaties in klimatiseringszones, met mogelijk een verdere onderverdeling in rekenzones. Hieronder worden de installaties binnen hun respectievelijke groepen besproken.

Het gebouw is voorzien van twee groeperingen van installaties. Om het sterke verschil in gebruik te kunnen berekenen is het gebouw opgedeeld in het kantoordeel en het werkplaatsdeel. Het kantoordeel betreft het energielabelplichtige deel van het gebouw, het werkplaatsdeel is als industrie-functie niet label-plichtig.

In de installatieruimte in het werkplaatsdeel, tegen het kantoordeel aan, staat de opwekker van het verwarmingssysteem. Het is een bivalent systeem, ook wel hybride systeem genoemd. Het systeem bestaat uit een water/water-warmtepomp van 15kW met een gesloten bodembron en voor de bijstook via een warmtewisselaar verbonden een cv-ketel in cascade-opstelling van in totaal 90 kW. De productiejaar liggen rond 2006.

Het systeem gebruikt voor de verwarming zowel gas als elektriciteit en het is een niet-gemeenschappelijke installatie.

De vloerverwarming van het kantoordeel heeft een aanvoertemperatuur van 32°C, maar de bijstook levert systeemwater op 80°C. Ook de lbk's en de luchtverhitters in het werkplaatsdeel hebben een aanvoertemperatuur van 80°C. Het systeem is daarom gemodelleerd alsof het een aanvoertemperatuur heeft van 55°C.

De distributieleidingen en/of beugels en/of appendages zijn geïsoleerd.

De distributiepompen zijn van verschillende merken en hebben de prestatiekenmerken overeenkomstig met hun productiejaar rond 2006.



In het kantoordeel zijn er in principe twee afgiftesystemen voor warmte; vloerverwarming en luchtverwarming via het ventilatiesysteem. De vloerverwarming is daarbij het primaire systeem. In het werkplaatsdeel bestaat de afgifte uit luchtverhitters. De regeling van de afgiftesystemen bestaat uit een automatische temperatuurregeling per ruimte.

De opwekker van het warmtapwater is in principe ook een hybride systeem, maar dan een combinatie tussen zonnewarmte en bijstook van een cv-ketel op gas. Het systeem functioneert los van de opwekkers voor de verwarming.

Het productiejaar ligt ook rond 2006.

Het buffervat is 300 liter. De collectoren hebben een oppervlak van 2,4m² en zijn op het gekromde dak georiënteerd op het zuiden. Deze hebben te maken met een variabele belemmering door de omliggende bomen.

Het tapwatersysteem heeft een relatief korte circulatieleiding en lange uittapleidingen.

De distributieleidingen, beugels en appendages zijn geïsoleerd. De leidingen hebben een maatbepalende diameter van 22mm en glaswol isolatiekokers van 25mm. De beugels en appendages hebben isolatiematten.

De opwekker voor het koelsysteem is de water/water-warmtepomp met bodembron.

Deze gebruikt elektriciteit en het productiejaar is rond 2006.

Het systeem levert gekoeld water met een temperatuurtraject van 17 graden aanvoer en 21 graden retour.

De distributieleidingen, beugels en appendages zijn geïsoleerd.

Het afgiftesysteem is alleen bestemd voor de vloerkoeling in het kantoordeel. Er zitten geen koelbatterijen in de luchtbehandelingskasten voor het kantoordeel. De werkplaatsen worden niet gekoeld.

Het ventilatiesysteem voor het kantoordeel heeft de classificatie D.4b: Centrale wtw-installatie met sturing in twee of meer zones. Het ventilatiesysteem voor de werkplaatsen heeft de classificatie C.1: standaard mechanische afvoer met natuurlijke toevoer.

Het systeem van het kantoordeel bestaat uit twee luchtbehandelingskasten; een voor elke verdieping.

Het productiejaar ligt rond 2006.

De kasten hebben een kruisstroom warmtewisselaar met een hoog rendement .

De ventilatoren hebben energie-efficiënte motoren.

Het ventilatiedebiet is in zijn totaliteit 2.700m³/h.

De luchtkanalen zijn geïsoleerd.

Er is geen bevochtigingssysteem aanwezig.

Op het perceel van de gemeentewerf zijn in totaal 339 pv-panelen geïnstalleerd. Op het dak van de werkplaatsen liggen 92 panelen. Deze zijn opgenomen in de berekening voor het gebouwdeel met het kantoor en de werkplaatsen.

De panelen zijn 270Wp per paneel, de afmetingen zijn 1,64m² per paneel, de oriëntatie is zuid, de hellingshoek is 10 graden en ze zijn sterk geventileerd.

De panelen hebben te maken met de variabele belemmering van de omliggende bomen.

Het verlichtingssysteem bestaat uit T5-TI-armaturen voor de kantoren en voor de rest uit ledarmaturen.

Overal zijn aanwezigheidsdetectoren aanwezig en er is een daglichtregeling voor de schakeling van de verlichting.



3 Energiegebruik huidige situatie

In dit hoofdstuk wordt het energiegebruik van het gebouw in de huidige situatie behandeld. Hiervoor is het geattesteerde Uniec 3.3 programma gebruikt. U krijgt een overzicht van de totale energiegebruiken per energieprestatie-indicator, per energiedrager en per deelpost.

EP staat voor EnergiePrestatie. De EP1-indicator toont de energiebehoefte van het gebouw. Dit geeft de prestaties weer van de open en gesloten delen van de gebouwmhulling en de gebouwkern. De EP2-indicator toont het primaire -fossiele- energiegebruik. Dit geeft de prestaties weer van de gebouwgebonden installaties die -om aan de energiebehoefte te kunnen voldoen- energie verbruiken die afkomstig is van elektriciteitscentrales of vanuit het verbranden van brandstoffen. Ook kan energie thermisch aangeleverd worden, zoals bij stadsverwarming. De EP3-indicator toont het aandeel hernieuwbare energie in relatie tot het primaire, fossiele energiegebruik. Dit geeft de prestaties weer van de eigen-energie-opwekkers en eigen-energie-her-gebruikers.

De energielabelklasse is gebaseerd op de waarde van de EP2 (BENG2) in relatie tot de specifieke gebruiksfunctie(s) van het gebouw.

Deze indicatoren maken het niet alleen eenvoudiger om gebouwen onderling te vergelijken, ze zijn ook zeer geschikt om de varianten onderling te vergelijken.

3.1 Berekende energiegebruik

In Tabel 4 wordt het primaire energiegebruik per energiedrager gegeven. Samen maken deze energiedragers het jaarlijkse primair -fossiel- energiegebruik uit. Ook zijn de totalen per vierkante meter gebruiksoppervlak weergegeven (m²Go).

Tabel 4 Primair energiegebruik in de huidige situatie

Prestatie-indicatoren		Energiedrager		totaal	eenheid	.../m ² Go	label
EP1	Energiebehoefte					83.3 kWh	
	drager 1	elektriciteit		44.745	kWh	41.8 kWh	
	drager 2	gas		5.618	m ³ aeq	51.2 kWh	
	drager 3	externe thermische levering		0	GJ	0 kWh	
EP2	Primair -fossiel- energiegebruik			99.634	kWh	86.0 kWh	A+++
EP3	Hernieuwbaar energiegebruik			35	%		
	CO ₂ -emissie			13.424	kg		

De eenheid van energie is Joule (J), de eenheid van vermogen is Watt (W). Het is zuiver om alle energiestromen om te rekenen naar Joule, maar het is praktisch om deze om te rekenen naar Watt. Als alles in dezelfde eenheid staat, kunnen verhoudingen makkelijker bepaald worden, als waarden in bekende eenheden staan, kan er beter aan gerelateerd worden. Vandaar dat in bovenstaande tabel de jaarlijkse totalen in de ene eenheid vermeld staan en de totalen per vierkante meter gebruiksoppervlak in de andere.

Voor het op waarde kunnen schatten van de CO₂-emissie is de term primair -fossiel- energiegebruik van belang. De eenvoudigste analogie is die van bruto en netto energie. Bruto energie is hierin primaire energie: Een energiedrager wordt met een bepaald rendement binnengehaald. De CO₂-emissie

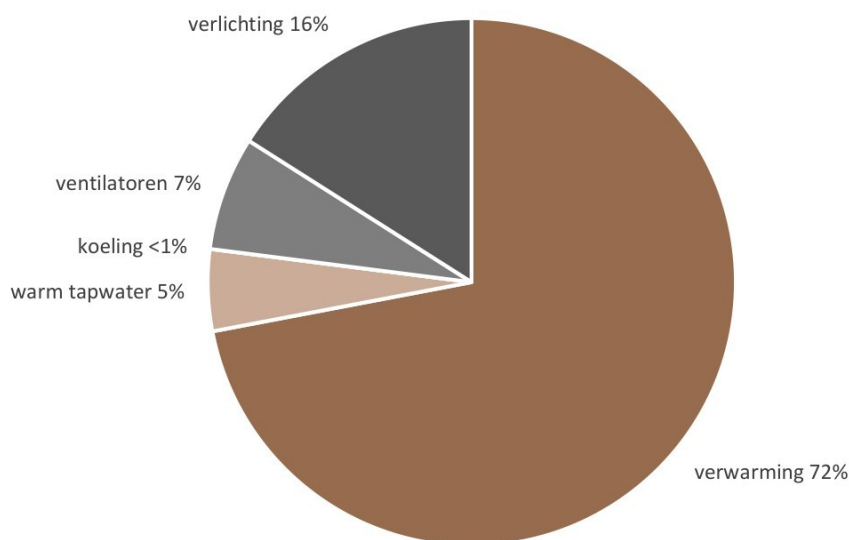


behorend bij de 'productie' van de energie wordt naar rato aan die drager toegekend -zoals bij de productie van elektriciteit in de gezamenlijke Nederlandse elektriciteitscentrales en het daaropvolgende transport naar het gebouw. Netto energie is hierin niet-primaire energie: Energie die -eventueel ná omzetting- én in het gebouw wordt gebruikt én per drager wordt geteld. Aardgas wordt bijvoorbeeld op het perceel verbrand en dan wordt de thermische energie in het gebouw gebruikt. De restwarmte en vrijgekomen CO₂ wordt vervolgens ongeteld op het perceel uitgestoten.

Aardgas kan niet op het perceel geproduceerd worden, maar elektriciteit wel en dan ook nog zonder CO₂-emissie. Als elektriciteit op het perceel wordt opgewekt en gebruikt, wordt in het gebouw ook het aandeel netto elektriciteitsgebruik zonder CO₂-emissie vergroot. Andere energiedragers, zoals stadswarmte of biobrandstoffen, stoten weer in andere mate en op andere locaties CO₂ uit. Dat compliceert de berekening. Daarom wordt het energiegebruik per energiedrager omgerekend naar een nog meer uniforme eenheid: primaire -fossiele- energie.

Dat betekent echter dat door het bepalen van het primair -fossiel- energiegebruik van de energiedragers nu niet meer een directe vergelijking te trekken is met de nota's voor het niet-primaire energiegebruik van de energiedragers, met name niet met de nota voor elektriciteit.

In het cirkeldiagram in Figuur 2 wordt het primair -fossiel- energiegebruik per deelpost gepresenteerd. Dit geeft onafhankelijk van de soort energiedrager weer welke deelpost in het huidige gebouw het meeste primair -fossiel- energiegebruik omvat.



Figuur 2 Primair -fossiel- energiegebruik per deelpost; huidige situatie, basisberekening



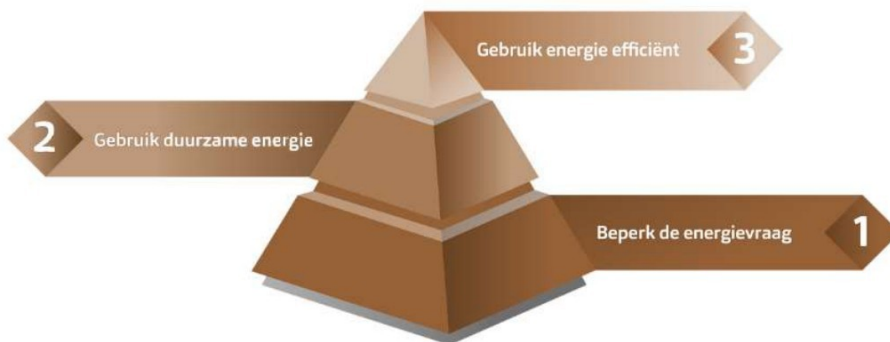
4 Energiebesparingsadvies

In dit hoofdstuk wordt het energiebesparingsadvies voor het gebouw gepresenteerd. Allereerst worden de uitgangspunten besproken. Daarna wordt een inventarisatie gegeven van onderzochte maatregelen voor het gebouw, inclusief de te verwachten kosten. De relevante cijfers worden gepresenteerd. U ziet direct per maatregel en per variant de energetische en financiële consequenties. Wanneer meerdere maatregelen worden toegepast, hebben deze maatregelen veelal invloed op elkaar. Daarom ligt de aandacht verder bij de aanbevolen pakketten met maatregelen. De maatregelen worden wel individueel beschreven en ook komen daarbij nog zaken als de gevolgen voor het comfort of de uitvoering aan bod.

4.1 Trias Energetica

Bij het verhogen van de energetische kwaliteit van een gebouw is het van belang te verhelderen wat de juiste volgorde van de verschillende maatregelen is en wat de wederzijdse beïnvloeding is op elkaar.

De meest toegepaste strategie om tot energiebesparing te komen heet de Trias Energetica. Dit is een drie-stappenstrategie voor het verkrijgen van een energiezuinig gebouw. De Trias Energetica is als volgt:



1. Beperk de energievraag;
2. Gebruik energie uit hernieuwbare bronnen;
3. Gebruik eindige energiebronnen zo efficiënt mogelijk.

De eerste stap, het fundament, is gericht op maatregelen die de energievraag beperken. Dat wil zeggen; maatregelen die de energievraag voortdurend en passief kunnen verminderen, zoals het optimaliseren van de gebouwmhulling.

Bij de tweede stap worden -voor de energievraag van het gebouw- zoveel mogelijk hernieuwbare energiebronnen ingezet, zoals fotovoltaïsche panelen of energie uit bronnen voor warmtepompen.

In de derde stap worden de eindige energiebronnen die na de eerste en tweede stap nog noodzakelijk zijn om aan de energievraag van het gebouw te voldoen, zo efficiënt mogelijk ingezet.

Op deze manier en in deze volgorde, wordt een gebouw met een zo optimaal mogelijk energetische kwaliteit verkregen.



4.2 De renovatiestandaard

Utiliteitsbouw

De renovatiestandaard -een vrijwillige richtlijn van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties- heeft als doel de energieprestatie van bestaande utiliteitsgebouwen te verbeteren en gebouw eigenaren en -beheerders voor te bereiden op toekomstige verplichtingen.

Na 2030 zal er een eindnorm worden vastgesteld waaraan in 2050 zal moeten worden voldoen. Alle gebouwen dienen in 2050 'goed' geïsoleerd te zijn en vrijwel 'van het gas af'. Hoewel de renovatiestandaard op dit moment niet verplicht is, is het verstandig om er nu al mee aan de slag te gaan.

Gebouwen die in 2030 aan de renovatiestandaard voldoen, zullen ook kunnen gaan voldoen aan de eindnorm in 2050. Dit vermindert de noodzaak steeds weer te moeten verbouwen. Bovendien wordt het eenvoudiger om te voldoen aan de informatieplicht. Er zal minder gedetailleerd en minder frequent gerapporteerd hoeven worden over het energieverbruik en de energiebesparende maatregelen betreffende het gebouw.

Het plannen van renovaties op de lange termijn en het in-één-keer-goed uitvoeren ervan worden van groot belang. Het huidige en mogelijk toekomstige energielabel van een gebouw fungeert daarbij als een praktisch instrument om te bepalen of het gebouw zal voldoen aan de renovatiestandaard.

Dit gebouw zal aan de renovatiestandaard voldoen bij een energielabel A+++ of beter, ook wel een $EP2 < 101 \text{ kWh/m}^2_{\text{GO}}$.

4.3 Overwogen maatregelen

In de volgende paragrafen worden de overwogen maatregelen voor het gebouw behandeld. Er worden vijf verschillende varianten uitgewerkt, met de volgende doeleinden:

- Variant 1: In deze variant zijn de enkelvoudige maatregelen opgenomen die voor elke variant naar besparingen leiden
- Variant 2: V1+Het huidige hybride systeem met alleen een uitbreiding van de water/water-warmtepomp met bodembron
- Variant 3: V1+Het hele verwarmingssysteem als monovalente water/water-warmtepomp met bodembron en lage temperatuurverwarming
- Variant 4: V1+Een bivalent systeem met de huidige water/water-warmtepomp met bodembron gecombineerd met een lucht/water-warmtepomp en overal lage temperatuurverwarming
- Variant 5: V1+Een bivalent systeem met de huidige water/water-warmtepomp met bodembron gecombineerd met een lucht/water-warmtepomp en de huidige hoge temperatuurverwarming

Voor alle varianten geldt dat de warmteopwekker de basis vormt voor de vergelijking en ze zijn allemaal gecombineerd met dezelfde energiebesparende enkelvoudige maatregelen

In de verschillende paragrafen vindt u gegevens over de samenstelling van de varianten, de verwachte energiebesparing, de financiële gevolgen en de gevolgen voor het thermische comfort.



In Tabel 5 wordt de samenstelling van de varianten met de bijbehorende kosten weergegeven. In dit rapport wordt de invloed van eventuele subsidiemogelijkheden op de terugverdientijd van de maatregelen buiten beschouwing gelaten.

Een belangrijk aandachtspunt betreft het beschikbare aansluitvermogen en het gecontracteerde vermogen van de elektrische aansluiting. Vanwege de toenemende belasting wordt het elektriciteitsnetwerk aanzienlijk verzwakt. Dit levert op sommige momenten congestie op, waardoor er niet altijd voldoende capaciteit beschikbaar kan zijn. In deze studie is aangenomen dat het vereiste vermogen daadwerkelijk beschikbaar zal zijn, maar dit is niet zonder meer geaccepteerd. Of deze aanname juist is, kan van invloed zijn op de keuze voor een bepaald systeem. Daarom is het aan te raden de beperkingen en mogelijkheden nader te onderzoeken.

Tabel 5 Overzicht van de varianten met de individuele maatregelen

Varianten maatregelen		Investering €
1	Gedeelde maatregelen	
1	Isoleren panelen borstwering (tot Uraam0,28	2.600,-
2	Vraaggestuurde ventilatie toepassen/debietregeling; D5a (equiv.)	26.600,-
3	Pv-panelen aanbrengen 215Wp/m ² *92st.	36.000,-
	totaal	65.200,-
2	V1+WWwp_hybride_HT+2e bron	
1	Isoleren panelen borstwering (tot Uraam0,28	2.600,-
2	Water/Water-warmtepompp_hybride_HT+2e bodembron	54.800,-
3	Vraaggestuurde ventilatie toepassen/debietregeling; D5a (equiv.)	26.600,-
4	Pv-panelen aanbrengen 215Wp/m ² *92st.	36.000,-
	totaal	120.000,-
3	V1+WWwp_monovalent+LT	
1	Isoleren panelen borstwering (tot Uraam0,28	2.600,-
2	Water/Water-warmtepomp_monovalent+lage temperatuur verwarming	397.500,-
3	Vraaggestuurde ventilatie toepassen/debietregeling; D5a (equiv.)	26.600,-
4	Pv-panelen aanbrengen 215Wp/m ² *92st.	36.000,-
	totaal	462.700,-
4	V1+WWwp+LWwp_bivalent+LT	
1	Isoleren panelen borstwering (tot Uraam0,28	2.600,-
2	WWwp+Lucht/Water-warmtepomp_bivalent+lage temperatuur verwarming	121.300,-
3	Vraaggestuurde ventilatie toepassen/debietregeling; D5a (equiv.)	26.600,-
4	Pv-panelen aanbrengen 215Wp/m ² *92st.	36.000,-
	totaal	186.500,-
5	V1+WWwp+LWwp_bivalent_HT	
1	Isoleren panelen borstwering (tot Uraam0,28	2.600,-
2	WWwp+Lucht/Water-warmtepomp_bivalent_hoge temperatuur verwarming	109.100,-
3	Vraaggestuurde ventilatie toepassen/debietregeling; D5a (equiv.)	26.600,-
4	Pv-panelen aanbrengen 215Wp/m ² *92st.	36.000,-
	totaal	174.300,-

4.3.1 EP-berekeningen

In tabel 6 wordt per variant een overzicht gegeven van de EP-indicatoren en het daaruit volgende energielabel.



Tabel 6 Resultaten EP-berekeningen

EP-indicatoren	EP1	EP2	EP3	label
variant	kWh/m2	kWh/m2	%	(EP2)
Basisberekening	83,3	81,4	37	A+++
1 Gedeelde maatregelen	82,2	64,4	46	A+++
2 V1+WWwp_hybride_HT+2e bron	82,2	58,5	51	A+++
3 V1+WWwp_monovalent+LT	82,2	31,6	74	A++++
4 V1+WWwp+LWwp_bivalent+LT	82,2	32,3	73	A++++
5 V1+WWwp+LWwp_bivalent_HT	82,2	40,3	67	A++++

4.3.2 Verwachte besparing per energiedrager

Om een indicatie te geven van de besparingen, wordt in tabel 7 in de huidige situatie en per variant het energiegebruik als eindstand op de meters voor de gebouwgebonden installaties weergegeven. Tevens vindt u daarnaast de besparing in het energiegebruik in procenten ten opzichte van de huidige situatie.

Tabel 7 Totalen energiegebruiken per variant en de relatieve besparing t.o.v. het huidige gebruik, per energiedrager.

Energiedragers	Gas		Elektriciteit		CO ₂	
variant	m ³	%	kWh	%	kg	%
Basisberekening	4.899		10.673		12.387	
1 Gedeelde maatregelen	4.410	-10	-959	-109	7.558	-39
2 V1+WWwp_hybride_HT+2e bron	3.464	-29	1.765	-83	6.793	-45
3 V1+WWwp_monovalent+LT	546	-89	10.613	-1	4.585	-63
4 V1+WWwp+LWwp_bivalent+LT	546	-89	10.691	+0	4.612	-63
5 V1+WWwp+LWwp_bivalent_HT	546	-89	13.558	+27	5.586	-55

Een positief percentage betekent hier een toenemend energiegebruik voor alleen die ene energiedrager.

4.3.3 Verwachte kostenbesparing

In Tabel 8 worden de financiële posten weergegeven. Het totaal van de investering per variant wordt verdeeld naar energiedrager. De jaarlijkse besparingen gekoppeld aan het totaalbedrag van de investering levert de waarde voor de terugverdientijd op.

Grote schommelingen in energieprijzen benadrukken dat de beste manier om de terugverdientijden van verschillende varianten te beoordelen, is door te kijken naar de verhoudingen tussen hun terugverdientijden, in plaats van te kijken naar de absolute grootte van deze tijden. Ondanks uitgebreide aandacht voor de onderbouwing van energieprijzen en langetermijnprognoses, blijven terugverdientijden zeer onzeker.

Ten behoeve van de financiële berekeningen zijn de eenheidsprijzen voor de gas- en elektriciteitslevering:

- Elektriciteit: € 0,290 /kWh (10.000 < kWh/jr < 50.000)
- Gas: € 1.160 /m³ (0 < m³/jr < 170.000)



Deze waarden zijn gebaseerd op de waarden uit bijlage XV van de Omgevingsregeling. Het gebruik van deze gestandaardiseerde prijzen, levert meer eenduidigheid op in de vergelijking met andere panden in de portefeuille.

De eenheidsprijzen omvatten de gebruiksafhankelijke kosten en zijn exclusief BTW .

De jaarlijkse toename van de energiekosten en de jaarlijkse rente op investeringsmaatregelen is op 4% gesteld.

Tabel 8 Financiële posten, tevens per energiedrager

Financieel	investering	Gas	Elek.	Som	TVT
variant	€	€/jr.	€/jr.	€/jr.	jr.
1 Gedeelde maatregelen	65.200,-	-600,-	-3.400,-	-3.900,-	16
2 V1+WWwp_hybride_HT+2e bron	120.000,-	-1.700,-	-2.600,-	-4.200,-	26
3 V1+WWwp_monovalent+LT	462.700,-	-5.000,-	-0,-	-5.000,-	69
4 V1+WWwp+LWwp_bivalent+LT	186.500,-	-5.000,-	+0,-	-5.000,-	33
5 V1+WWwp+LWwp_bivalent_HT	174.300,-	-5.000,-	+800,-	-4.200,-	36

Een positief bedrag per jaar betekent hier jaarlijks stijgende kosten voor alleen die ene energiedrager.

4.4 Beschrijving maatregelen

- Verbeteren isolatie vulpanelen

De schil van het gebouw, dat in 2006 is gebouwd, is al zeer goed geïsoleerd en geschikt voor het toepassen van lage temperatuurverwarming. Er zijn weinig grote aandachtspunten.

Deze maatregel richt zich op de vulpanelen, mede omdat in het besluit bouwwerken en leefomgeving inmiddels anders wordt gedacht over de minimaal vereiste isolatiewaarde. Het verbeteren van de isolatie van de vulpanelen is een kleine ingreep met een beperkt resultaat, maar biedt toch besparingspotentieel.

Het succes van deze maatregel is sterk afhankelijk van de uitvoeringsmogelijkheden. Als de panelen moeilijk bereikbaar zijn, vergt de uitvoering veel arbeid, waardoor de maatregel snel onrendabel wordt. Gebaseerd op de inspectie is het onze inschatting dat het mogelijk is om met weinig inspanning een aantal zwakke punten te verbeteren.

De bouwdetails van het pand laten zien dat de vulpanelen momenteel 30 mm isolatie bevatten. Dit kan worden verhoogd naar 180 mm. Vanwege het gebruik van sandwichpanelen is het aan te raden om een dauwpuntberekening te maken om het juiste isolatiemateriaal te kiezen voordat de openingen worden opgevuld met isolatie.

- PV-panelen.

De redenen om veel pv-panelen te willen hebben voor een kloppende energiebalans zijn sinds de bouw van het pand in 2006 niet veranderd. Wat wel is veranderd, is het rendement van de huidige pv-panelen. Bij het vernieuwen van het pv-systeem is het wenselijk om zoveel mogelijk onderdelen te hergebruiken, maar de kostenraming van de maatregel gaat uit van volledige vervanging van de



panelen. Gezien de opbouw van de draagconstructie zou een een-op-een-vervanging binnen de marges mogelijk moeten zijn, hoewel dit altijd geverifieerd moet worden.

Een belangrijk aspect dat momenteel speelt, is de terugleververgoeding. Als de nieuwe pv-panelen meer elektriciteit opwekken, is er potentieel meer ongebruikte elektriciteit om terug te leveren in de zomer. Daarnaast kan de installatie van meer warmtepompen leiden tot een hoger elektriciteitsgebruik in de winter, wat problemen kan veroorzaken met het contractvermogen. Dit is een complexe balans die niet eenvoudig berekend kan worden met het energieprestatie maatwerkadvies. Hoewel de zon in de winter minder vaak schijnt en de pv-panelen gedurende langere periodes in de winter het minste elektriciteit opwekken, genereren de nieuwere pv-panelen over het gehele jaar gemeten meer bruikbare elektriciteit.

Op het moment liggen er pv-panelen met een opbrengst van 165Wp/m² en er is voor de nieuwe panelen gerekend met een opbrengst van 215Wp/m².

- Vraaggestuurde ventilatie toepassen, systeem D.5a (CO₂-sturing)

Het huidige ventilatiesysteem is al energiezuinig. Er zijn echter besparingsmogelijkheden door het systeem met op de werkelijke bezetting gebaseerde feedback nog gericht te laten ventileren, bijvoorbeeld door CO₂-sturing toe te passen. Hiervoor zijn voornamelijk aanpassingen aan het kanalenstelsel nodig, zoals het plaatsen van luchtkleppen en enkele regeltechnische aanpassingen. Deze aanpassingen kunnen grotendeels los worden gezien van het onderhoudsgerelateerd vervangen van de luchtbehandelingskasten.

Het grote voordeel van het verminderen van het energiegebruik van het ventilatiesysteem is dat er 'bandbreedte' vrijkomt voor een toename van het elektriciteitsgebruik, indien de energiedrager gas wordt vervangen door elektriciteit om het pand te verwarmen.

- WWwp_hybride_HT+2e bron.

De vele afkortingen in de beschrijvingen van de maatregelen met betrekking tot de warmte-opwekkers weerspiegelen de complexiteit van de maatregelen. Momenteel bestaat de verwarming uit twee redelijk onafhankelijk werkende opwekkers die echter wel met elkaar verbonden zijn voor de vloerverwarming en koeling. Het systeem omvat een water/water-warmtepomp met een gesloten grondwaterbron en een gasgestookte cv-ketel. Voor de vloerverwarming levert de warmtepomp laag temperatuur systeemwater, terwijl de gasgestookte cv-ketel hoog temperatuur systeemwater levert voor de luchtbehandelingskasten en luchtverhitters in de werkplaatsen.

Deze maatregel beoogt het hybride systeem voornamelijk intact te laten, maar het uit te breiden met een extra bodembron en warmtepomp. Hierdoor veranderen de verhoudingen tussen de opwekkers, maar blijft de mogelijkheid bestaan om bij pieklasten systeemwater op hoge temperatuur te leveren met de cv-ketel. Dit is primair een afweging van kosten en baten. De eenmalige aanleg van de bron en de aanpassingen aan de afgiftepunten zijn eenmalige kosten, terwijl de leidingen- en rendementsverliezen variabele kosten zijn.

NB: Op het perceel is ook andere apparatuur aanwezig die gas verbruikt, maar dit is ondergeschikt aan het gasverbruik voor het verwarmen van systeemwater.

Een hybride en een bivalent systeem zijn hetzelfde, maar traditioneel wordt de combinatie van een warmtepomp met een gasgestookte cv-ketel hybride genoemd.



- WWwp_monovalent+LT

Met dit systeem wordt bedoeld dat er meerder grondwaterbronnen worden toegevoegd, zodat alleen (monovalent), de water/water-warmtepomp alle benodigde warmte levert. Dat doet deze dan op lage temperatuur, zodat de huidige hoge temperatuur afgiftepunten aangepast moeten worden naar lage temperatuur.

- WWwp+LWwp_bivalent+LT

Met dit systeem wordt bedoeld dat de huidige grondwaterbron en de warmtevraag van de vloerverwarming wordt behouden, maar dat de rest van de warmtevraag wordt gedekt door het toepassen van lucht/water-warmtepompen i.p.v. door de cv-ketel. De afgiftepunten dienen dan op dezelfde wijze te worden aangepast naar lage temperatuur afgifte punten. Er hoeft met dit systeem echter geen bodembron aangelegd te worden.

- WWwp+LWwp_bivalent-HT

Met dit systeem wordt ook bedoeld dat de huidige grondwaterbron en de warmtevraag van de vloerverwarming wordt behouden en dat de rest van de warmtevraag wordt gedekt door het toepassen van lucht/water-warmtepompen i.p.v. door de cv-ketel. Het verschil bestaat uit het gegeven dat bepaalde warmtepompen ook hoog temperatuur systeemwater kunnen leveren, waardoor de afgiftepunten niet hoeven te worden aangepast naar lage temperatuur afgiftepunten. Dit gaat echter onder zwaardere omstandigheden ten koste van het rendement van de warmtepomp. Met dit systeem hoeft er ook geen bodembron aangelegd te worden.

De verwachte kosten van de maatregelen zijn in dit rapport ook steeds opgebouwd uit de kosten van de aanpassingen van de specifieke opwekker en de eventueel benodigde aanleg van een bronsysteem, beide naargelang hun benodigde grootte en de eventuele benodigde aanpassingen van de afgiftesystemen door veranderingen in de aanlevertemperatuur van het systeemwater.

- Energiezuinige bereiding van warm tapwater

Het tapwatersysteem bestaat uit een zonneboiler met een geïntegreerde gasgestookte bijstook, wat op zichzelf een redelijk duurzaam systeem is. Belangrijk om te vermelden is dat dit systeem onafhankelijk functioneert van het verwarmingssysteem. Als het wenselijk is om het gebouw geheel gasloos te maken, kan de cv-ketel eenvoudig worden vervangen door een elektrische cv-ketel met hetzelfde vermogen. Hoewel dit qua energiebesparing weinig oplevert, kan het wel van invloed zijn op het totale elektrische aansluitvermogen van het pand. Dit aspect valt echter buiten de primaire scope van het energiebesparingsonderzoek. Om de focus op de belangrijkste vraag—het verduurzamen van de warmteopwekkers—niet te verliezen, is het tapwatersysteem niet verder als afzonderlijke maatregel uitgewerkt.

- Het verwarmde deel van de traktieloods en het kassagebouw.

Om de energiebalans van het kantoorgebouw goed te kunnen beoordelen, is ook een EP-berekening gemaakt voor de verwarmde delen van de traktieloods en het losstaande kassagebouw. Beide gebouwen hebben globaal een C-label, tenminste wanneer er geen rekening wordt gehouden met de toewijzing van de nieuwe pv-panelen naar rato van hun vloeroppervlak.



Voor de traktieloods adviseren we de directe gasgestookte luchtverhitter te vervangen door een elektrische luchtverhitter, maar alleen als het wenselijk is om alle panden op het perceel gasloos te maken en er geen problemen zijn met het aansluitvermogen door het toegenomen elektriciteitsverbruik op het perceel. Gezien de industriële functie van de traktieloods lijkt het niet rendabel om beter te isoleren. Het verbeteren van de infiltratiewaarde en het beperken van warmteverlies door openstaande deuren met automatische sluitingen is waarschijnlijk effectiever.

Voor het kassagebouw adviseren wij om bij een onderhoudsmoment het dak beter te isoleren en de gasgestookte combiketel te vervangen door een monovalente lucht/water-warmtepomp (alleen voor verwarming) en een aparte elektrische boiler.

Traktieloods	label	Investering	TVT	Besparing	CO ₂
		€	jaar	€/jaar	afname %
<i>Basisberekening</i>		<i>C</i>			
1 Gedeelde maatregelen	B	6.200,-	33	200,-	-8
Kassagebouw	label	Investering	TVT	Besparing	CO ₂
		€	jaar	€/jaar	afname %
<i>Basisberekening</i>		<i>C</i>			
1 Gedeelde maatregelen	A++	5.200,-	16	325,-	-35



5 Conclusies en aanbevelingen

Het pand heeft in de huidige toestand een A+++ label, wat betekent dat de renovatiestandaard al is gehaald.

Dit advies richt zich daarom op verdere energiebesparingsmaatregelen:

Variant 1 heeft relatief gezien de kortste terugverdientijd, maar absoluut gezien de kleinste energiebesparing in termen van CO₂-uitstoot. Deze variant wijkt het minst af van de huidige situatie en vormt de basis voor de andere varianten.

Variant 2 biedt ook een relatief korte terugverdientijd en toont een alternatief voor het huidige verwarmingssysteem. Echter, de besparing in CO₂-uitstoot is ook relatief gering.

Variant 3 levert de grootste besparing in CO₂-uitstoot op en maakt het pand vrijwel gasloos, maar brengt de hoogste kosten met zich mee.

Variant 4 heeft een gemiddelde terugverdientijd. Het grootste voordeel van deze variant is de aanzienlijke daling in CO₂-uitstoot. Bovendien is het voordelig dat het pand qua elektriciteitsgebruik energieneutraal wordt, terwijl het ook goed op weg is om gasloos te worden.

Variant 5 verschilt niet veel van variant 4, behalve dat het op drie belangrijke parameters -terugverdientijd, elektriciteitsneutraliteit en CO₂-emissie- minder goed scoort dan variant 4.

Gezien de reeds goede Ausgangssituatie van het gebouw en als het wenselijk is om het pand significant verder te verduurzamen, adviseren wij variant 4 uit te voeren. De kern van deze variant is het vervangen van de cv-ketel door lucht-water-warmtepompen en de afgiftepunten door lage-temperatuuralternatieven. Deze variant is nagenoeg gasloos en ogenschijnlijk elektriciteitsneutraal. Deze variant begint echter met het uitvoeren van variant 1: het verbeteren van de luchtbehandeling en het vernieuwen van de pv-panelen.



huisman & van muijen
installatieadviseurs

Bijlages:

Enkelvoudige maatregelen- en variantenoverzicht