

J.P. Gouverneurslaan 40a / 2171ER Sassenheim

Projectnummer : B5296-E
Opdrachtgever : Gemeente Teylingen
Contactpersoon : mw. S. Vos
Datum rapport : 12-11-2021
Versie : 2.3



Samenvatting

In dit rapport wordt een compleet energie-advies voor het gebouw beschreven. Omdat deze opdracht reeds in 2020 is gestart is het energieadvies gebaseerd op de tot 2021 geldende NEN 7120. Per 01-01-2021 is deze vervangen door de NTA 8800, gebaseerd op de Europese EPB. De software hiervoor was nog niet beschikbaar bij start van deze opdracht. Uit de nieuwe methodiek kunnen verschillen optreden. Er is momenteel nog een inzicht in hoe groot deze verschillen exact zijn, de verwachting is dat deze vrij klein zijn.

Dit advies bestaat uit een beoordeling van de huidige staat van uw gebouw met een advies hoe u deze kunt verbeteren. Aan dit energie-advies ligt een uitgebreid onderzoek ten grondslag. Uw gebouw is door een vakman geïnspecteerd, eventuele bouwtekeningen en bestekken zijn bestudeerd en alle benodigde gegevens zijn in een geattesteerd computerprogramma ingebracht. Voorts is de energetische prestatie van de huidige situatie geanalyseerd en zijn mogelijke verbetermaatregelen doorgerekend en gerangschikt.

Het gebouw met het adres J.P. Gouverneurslaan 40a te Sassenheim heeft het energielabel **C** (EI = 1,22). Hierbij staat een A++ label voor een zeer energiezuinig gebouw en een G-label voor een zeer onzuinig gebouw.

Om de huidige staat van het gebouw te verbeteren, kunt u één van onderstaande pakketten met maatregelen uitvoeren (zie Tabel 1). U kunt uw keuze afwegen op basis van investering, netto contante waarde, netto contante terugverdientijd, energielabel, energiebesparing en CO₂-reductie.

Tabel 1 Samenvatting energie-advies

Maatregelpakket	Investering [€]	NCW [€]	TVT [jaar]	Label [A++ t/m G]	Energie- besparing [€/jaar]	CO ₂ - reductie [%/jaar]
<i>Glasvervanging</i>	92.779	187.287	25,4	B	2.489	4,0
<i>Hellend dak isoleren</i>	57.630	1.006.692	5,7	C	9.452	15,3
<i>Vervangen dakpakket</i>	24.088	53.876	24,2	C	692	1,1
<i>Vervangen lichtstraat</i>	111.941	-4.831	51,2	C	971	1,7
<i>Voorzetwanden</i>	125.304	382.157	20,5	A	4.504	7,2
<i>Vervangen cv door mt warmtepompen</i>	159.000	3.411.243	5,0	B	29.973	34,0
<i>PV</i>	144.500	132.278	30,6	A	3.754	16,8
<i>Bouwkundig</i>	411.741	1.621.601	17,6	A	18.076	29,3
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler</i>	572.941	3.231.627	14,2	A	32.844	45,2
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led</i>	655.619	3.281.923	15,2	A	34.647	53,3
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led + pv</i>	800.119	3.414.201	16,5	A	38.401	70,0

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
Inhoudsopgave	3
1 Inleiding	4
1.1 Opdracht en doelstelling	4
1.2 Ambitieniveau	4
1.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden	4
1.4 Werkwijze.....	5
1.5 Leeswijzer.....	5
2 Energiebesparingsadvies	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Reeds getroffen en onderzochte maatregelen	7
2.3 Overwogen maatregelen	7
2.4 Aanbevolen maatregelpakketten	8
2.5 Praktische informatie over maatregelen	15
3 Conclusies en aanbevelingen	17
A. Bijlage - beschrijving van het gebouw	20
3.1 Inleiding	20
3.2 Algemene gegevens	20
3.3 De klimaatinstallatie(s).....	20
3.4 De bouwkundige constructies	22
3.5 De energiesector(en)	23
B. Bijlage - energiegebruik huidige situatie	27
3.6 Inleiding	27
3.7 Het energielabel	27
3.8 Het berekende energiegebruik.....	27
3.9 Thermisch comfort	28

1 Inleiding

1.1 Opdracht en doelstelling

Gemeente Teylingen, onderdeel van het samenwerkingsverband HLTsamen, heeft aan Ingenieursbureau Multical gevraagd om voor vijf van haar gebouwen te onderzoeken hoe deze aan haar duurzaamheidsambities kunnen voldoen. Hiertoe heeft Multical eind 2020 / begin 2021 van deze gebouwen een opname gemaakt om de huidige bouwkundige en installatietechnische kenmerken in kaart te brengen, om zodoende een advies uit te kunnen brengen om tot het hieronder beschreven ambitieniveau te komen.

Bij de geadviseerde maatregelen wordt rekening gehouden met de tevens door Multical opgestelde MJOP's om deze in een logisch jaar op te nemen (echter wel uiterlijk 2030 gezien de ambities). Ook de benodigde investering hiervan wordt inzichtelijk gemaakt. Ook de energiebesparing zal inzichtelijk gemaakt worden.

Van de gebouwen is tevens een quickscan gemaakt ten behoeve van "laaghangend fruit" verduurzamingsmaatregelen, welke een korte (maximaal 5 jaar) terugverdientijd hebben, waarbij aangegeven of deze maatregelen op een willekeurig moment doorgevoerd kunnen worden, of dat dit op een natuurlijk vervangingsmoment moet gebeuren. Deze maatregelen kunnen overlappen, zoals bij verouderde verlichtingsinstallaties.

Aan de hand van dit advies kan de opdrachtgever een afweging maken per gebouw over de te nemen stappen. De afweging tussen doorexplotatie of afstoting van een gebouw maakt geen onderdeel uit van deze rapportage.

1.2 Ambitieniveau

Gemeente Teylingen wil dat haar vastgoed per 2030 energieneutraal is. De gehanteerde definitie voor energieneutraal is dat alle energie die het gebouw nodig heeft, lokaal duurzaam wordt opgewekt. Merk hierbij op dat het energieverbruik van de gebruikers in het gebouw hier los van staat, elektriciteitsgebruik van computers, printers, koffieautomaten en andere gebruiksapparatuur wordt niet meegenomen. Energieneutraal betreft het gebouwgebonden energieverbruik, oftewel de energie verbruikt voor verwarming, koeling, ventilatie, bevochtiging en verlichting.

In de originele versies van de rapporten is uitgewerkt hoe tot een energieneutraal gebouw te komen in 2030. Hierin worden in sommige gevallen maatregelen geadviseerd die vanuit een economisch, onderhoudskundig of politiek oogpunt mogelijk niet logisch zijn. Het gevolg van een dergelijke heroverweging van een maatregel heeft echter wel tot gevolg dat de doelstelling energieneutraal 2030 niet gehaald wordt, of in ieder geval nog niet in 2030. De afweging over welke maatregel al dan niet uitgesteld wordt danwel vervalt, staat in hoofdstuk 3 beschreven.

1.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Een belangrijk uitgangspunt met betrekking tot de verduurzaming van de panden is financieel – economisch. Als overheidsorgaan dient de gemeente zorgvuldig en efficiënt met haar middelen om te gaan. Derhalve zal worden gezocht naar de meest voordelige manier om de panden te laten voldoen aan het ambitieniveau. Merk op dat gezien het hoge ambitieniveau er niet veel alternatieven zijn, maar als bijvoorbeeld glasvervanging door HR++ glas mogelijk is in plaats van kozijnvervanging (en de houten kozijnen nog in goede conditie zijn), dan adviseren wij dit.

De maatregelen dienen logisch te zijn in relatie tot de huidige kwaliteiten en conditie van de gebouwen en de maatregelen voor de twee stappen dienen elkaar aan te vullen zonder dat bijvoorbeeld sprake is van kapitaalvernietiging. Indien mogelijk proberen wij verduurzaming zoveel mogelijk te koppelen aan reeds ingeplande planmatig onderhoudactiviteiten uit het MJOP.

Aangezien de investering voor het energieneutraal maken van (een deel van) de gebouwen significant is, zal tevens beknopt een "light" alternatief aangegeven worden om de gebouwen tot

label A te verbeteren, wat een mogelijk wettelijke verplichting voor kantoorgebouwen in 2030 zal zijn (en wellicht ook voor overige overheidsgebouwen).

1.4 Werkwijze

Ten behoeve van bovenstaande hebben wij de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Inventariseren bouwkundige en installatietechnische kenmerken objecten, en deze verwerken in geattesteerde software (VABI);
- Inventariseren mogelijke verduurzamingsmaatregelen;
- Opstellen van een pakket aan verduurzamingsmaatregelen om zo efficiënt mogelijk aan de doelstellingen voor het gebouw te voldoen;
- De kosten voor bovengenoemde verduurzamingsmaatregelen bepalen;
- De bijbehorende energiebesparing inzichtelijk maken;
- Opstellen rapportage / advies t.a.v. bovenstaande, met inachtneming van nadere vast te stellen randvoorwaarden vanuit de opdrachtgever (zoals bijvoorbeeld t.a.v. overlast uit te voeren werkzaamheden, investeringskosten etc.);
- Overleg met opdrachtgever m.b.t. bespreking concept rapportages;
- Na accordering de verduurzamingsmaatregelen in de MJOP's verwerken om tot DMJOP's te komen van de gebouwen.
- Het eenmalig aanpassen van concept naar definitieve rapportages.

De opdrachtgever heeft ons de energieverbruiken elektra en deels gas verstrekt, inclusief de teruglevering van de PV-panelen bij de panden die daarmee voorzien zijn. Omdat de gebouwen met PV-installatie niet zijn voorzien van een bruto productie meter zijn er geen gegevens bekend van de totale opbrengsten van de PV-panelen. Op basis van de leeftijd is een inschatting gemaakt van de capaciteit van de PV-panelen in wattpiek, en aan de hand daarvan is de totale opbrengst van de PV-panelen bepaald. Daarnaast is een inschatting gemaakt van het gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik voor computers, servers, koffieautomaten en overige apparatuur. Hierbij is uiteraard rekening gehouden met het gebruik van het pand: de kantoorpanden verbruiken meer elektra per m2 dan bijvoorbeeld het Trefpunt, waarin veel functies zitten die minder energie verbruiken.

Om tot het gebouwgebonden elektriciteitsgebruik te komen is het bekende elektraverbruik van de panden gecorrigeerd op basis van bovenstaande punten.

Om tot een energieneutraal gebouw te komen zijn in ons advies alle gebouwen "van het gas af" gehaald, waarbij de CV-ketels zijn vervangen door warmtepompen. Gas is tenslotte niet in de gebouwen duurzaam op te wekken, het elektraverbruik van de warmtepompen wel. Daarnaast zijn bij de gebouwen bouwkundige isolatiemaatregelen voorgesteld om het warmteverlies te beperken, en tevens daardoor warmtepompen met een lagere afgiftemtemperatuur mogelijk te maken (welk een beter opwekkingsrendement hebben dan hoogtemperatuur warmtepompen). Daarnaast zijn installatietechnische verduurzamingsmaatregelen voorgesteld, die naast warmtepompen betrekking hebben op luchtbehandelingskasten, verlichting, ventilatie en PV-panelen.

Merk op dat wij uitgaan van de huidige stand van de techniek, van installatiecomponenten die nu op de markt zijn met daadwerkelijke rendementen en huidig prijsniveau. De voortgang van techniek op het gebied van warmtepompen en PV-panelen is significant, de rendementen daarvan worden steeds beter. Dit betekent dat wanneer wij nu een upgrade of plaatsing van een PV-installatie adviseren bijvoorbeeld het plaatsen van 100 PV-panelen in 2028, dat door het verbeterd rendement van PV-panelen over 7 jaar maar 75 PV-panelen geplaatst hoeven worden om dezelfde opbrengst te behalen. Wij hebben nadrukkelijk geen voorschot genomen op de voortgang van de techniek.

1.5 Leeswijzer

In dit rapport vindt u een compleet energiebesparingsadvies voor uw gebouw.

In hoofdstuk 2 wordt het inhoudelijke energie-advies behandeld. Met behulp van verschillende maatregelpakketten krijgt u inzicht in de mogelijke energiebesparingen, comfortverbeteringen, kosten, baten en terugverdientijden.

Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de conclusies en aanbevelingen voor energiebesparing gepresenteerd.

In bijlage A wordt de huidige staat van het gebouw beschreven. In dit hoofdstuk vindt u een overzicht van de klimaatinstallaties, de bouwkundige constructies en de energiesectoren voor het energieonderzoek.

Voorts komt in bijlage B de energieprestatie van het gebouw aanbod. Naast het energielabel dat verplicht is bij verhuur en verkoop van het gebouw, wordt ook het gas, elektrisch en warmtegebruik van het gebouw in kaart gebracht.

2 Energiebesparingsadvies

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het energiebesparingsadvies voor het gebouw gepresenteerd. Allereerst wordt een inventarisatie gegeven van de reeds getroffen en onderzochte maatregelen voor het gebouw. Vervolgens komen de mogelijke maatregelen aan bod. Hierbij ziet u direct per maatregel de financiële en energetische consequenties. Wanneer meerdere maatregelen worden toegepast, hebben deze maatregelen veelal invloed op elkaar. Daarom wordt vooral aandacht besteed aan de aanbevolen pakketten van maatregelen. Hierbij worden de energetische, financiële en comfortgevolgen van de pakketten uitgebreid toegelicht. Tenslotte komen enkele praktische tips over het uitvoeren van maatregelen aan de orde.

2.2 Reeds getroffen en onderzochte maatregelen

Zie de quickscan van het gebouw.

2.3 Overwogen maatregelen

In Tabel 2 vindt u een overzicht van de overwogen maatregelen en de energetische en financiële gevolgen in dit energiebesparingsonderzoek. Het gaat hier om de effecten van de losse maatregelen. De effecten van pakketten maatregelen worden in de volgende paragraaf uitgebreid behandeld.

Tabel 2 Overzicht van overwogen maatregelen voor energiebesparingsadvies

Maatregel	Investering [€]	NCW [€]	TVT [jaar]	Label [A++ t/m G]	Energie- besparing [€/jaar]	CO2- reductie [%/jaar]
Glasvervanging h.dg d.hr++	47.611	105.616	24,3	C	1.363	2,2
Glasvervanging h.dg.zw d.hr++.zw	18.612	46.106	23,0	C	575	0,9
Glasvervanging h.dg d.hr++.ov1	576	1.445	22,8	C	18	0,0
Glasvervanging h.dg d.hr++.ov2	2.374	5.469	23,8	C	70	0,1
Vervangen lichtstraat	111.941	-4.831	51,2	C	971	1,7
Naisolatie hellend dak, binnenzijde	52.830	989.554	5,3	C	9.257	14,9
Vervangen deuren	23.606	28.864	31,3	C	465	0,7
Isoleren dak dakkapel	4.800	17.810	18,3	C	201	0,3
Vervangen dakpakket oude aanbouw	21.488	44.201	25,2	C	583	0,9
Vervangen dakpakket erker	2.600	9.706	18,2	C	109	0,2
Voorzetwand oudbouw	125.304	382.157	20,5	A	4.504	7,2
Middentemperatuur warmtepomp	53.000	1.071.450	5,2	C	9.450	10,8
Middentemperatuur warmtepomp	53.000	1.286.411	4,4	B	11.257	12,9
Middentemperatuur warmtepomp	53.000	1.053.382	5,3	C	9.266	10,3
PV hellend dak	50.500	44.564	31,0	B	1.289	5,8
PV vlak dak	94.000	87.714	30,4	B	2.465	11,0
LED verlichting kantoren	44.238	-53.987	999,0	C	294	3,6
LED verlichting theater	38.441	-36.482	999,0	C	321	3,0
Elektrische boiler tbv douches	2.200	35.158	8,8	C	200	-0,8

2.4 Aanbevolen maatregelpakketten

2.4.1 Overzicht van maatregelpakketten

In deze paragraaf worden de aanbevolen pakketten met maatregelen voor het gebouw behandeld. In de verschillende subparagrafen vindt u gegevens over de samenstelling van de pakketten, de verwachte energiebesparing, de financiële gevolgen en de gevolgen voor het thermische comfort.

In Tabel 3 wordt de samenstelling van de pakketten weergegeven met de bijbehorende kosten en subsidie per maatregel.

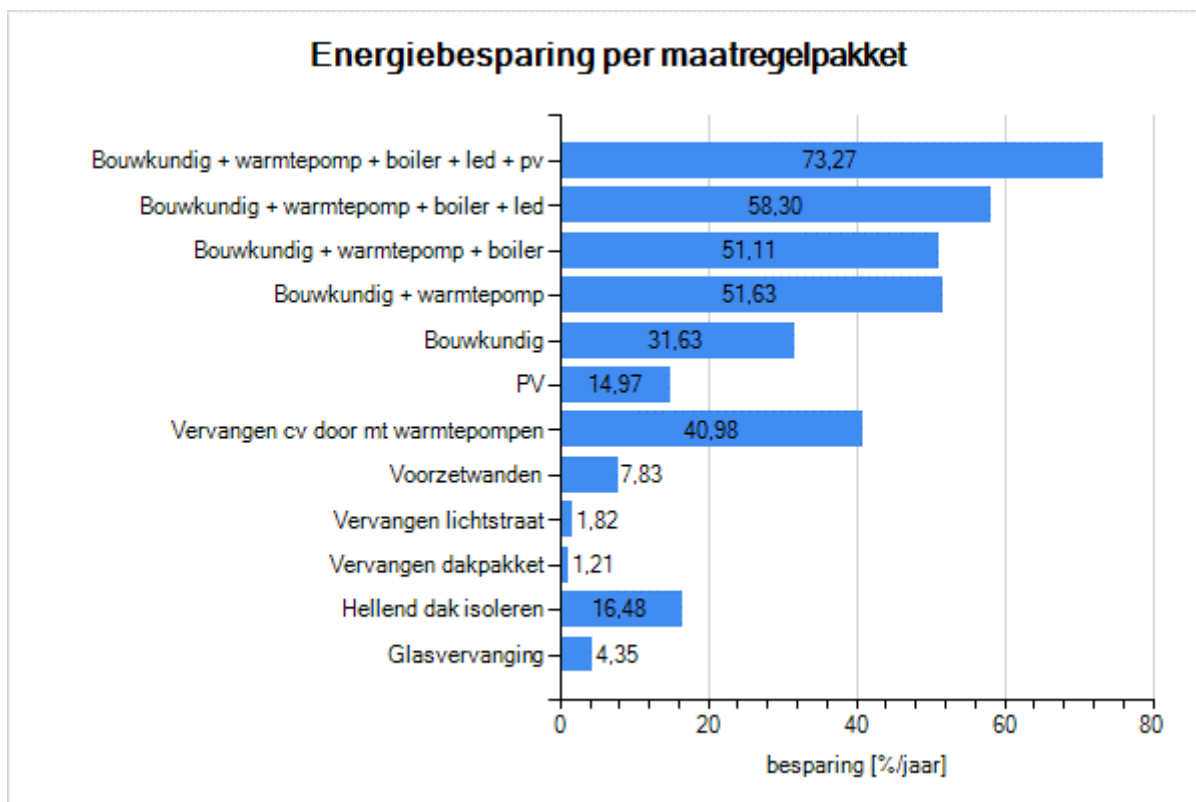
Tabel 3 Overzicht van de aanbevolen pakketten met maatregelen

Maatregelpakket	Maatregelen	Kosten [€]	Subsidie [€]
<i>Glasvervanging</i>	Glasvervanging h.dg d.hr++	47.611	0
	Glasvervanging h.dg.zw d.hr++.zw	18.612	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++.ov1	576	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++.ov2	2.374	0
<i>Hellend dak isoleren</i>	Vervangen deuren	23.606	0
	Naisolatie hellend dak, binnenzijde	52.830	0
	Isoleren dak dakkapel	4.800	0
<i>Vervangen dakpakket</i>	Vervangen dakpakket oude aanbouw	21.488	0
	Vervangen dakpakket erker	2.600	0
<i>Vervangen lichtstraat</i>	Vervangen lichtstraat	111.941	0
<i>Voorzetwanden</i>	Voorzetwand oudbouw	125.304	0
<i>Vervangen cv door mt warmtepompen</i>	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
<i>PV</i>	PV hellend dak	50.500	0
	PV vlak dak	94.000	0
<i>Bouwkundig</i>	Glasvervanging h.dg d.hr++	47.611	0
	Glasvervanging h.dg.zw d.hr++.zw	18.612	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++.ov1	576	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++.ov2	2.374	0
	Vervangen lichtstraat	111.941	0
	Naisolatie hellend dak, binnenzijde	52.830	0
	Vervangen deuren	23.606	0
	Isoleren dak dakkapel	4.800	0
	Vervangen dakpakket oude aanbouw	21.488	0
	Vervangen dakpakket erker	2.600	0
	Voorzetwand oudbouw	125.304	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++	47.611	0
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler</i>	Glasvervanging h.dg.zw d.hr++.zw	18.612	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++.ov1	576	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++.ov2	2.374	0
	Vervangen lichtstraat	111.941	0
	Naisolatie hellend dak, binnenzijde	52.830	0
	Vervangen deuren	23.606	0
	Isoleren dak dakkapel	4.800	0
	Vervangen dakpakket oude aanbouw	21.488	0
	Vervangen dakpakket erker	2.600	0
	Voorzetwand oudbouw	125.304	0
	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led</i>	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
	Elektrische boiler tbv douches	2.200	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++	47.611	0
	Glasvervanging h.dg.zw d.hr++.zw	18.612	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++.ov1	576	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++.ov2	2.374	0
	Vervangen lichtstraat	111.941	0
	Naisolatie hellend dak, binnenzijde	52.830	0

	Vervangen deuren	23.606	0
	Isoleren dak dakkapel	4.800	0
	Vervangen dakpakket oude aanbouw	21.488	0
	Vervangen dakpakket erker	2.600	0
	Voorzetwand oudbouw	125.304	0
	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
	LED verlichting kantoren	44.238	0
	LED verlichting theater	38.441	0
	Elektrische boiler tbv douches	2.200	0
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led + pv</i>	Glasvervanging h.dg d.hr++	47.611	0
	Glasvervanging h.dg.zw d.hr++.zw	18.612	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++.ov1	576	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++.ov2	2.374	0
	Vervangen lichtstraat	111.941	0
	Naisolatie hellend dak, binnenzijde	52.830	0
	Vervangen deuren	23.606	0
	Isoleren dak dakkapel	4.800	0
	Vervangen dakpakket oude aanbouw	21.488	0
	Vervangen dakpakket erker	2.600	0
	Voorzetwand oudbouw	125.304	0
	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
	PV hellend dak	50.500	0
	PV vlak dak	94.000	0
	LED verlichting kantoren	44.238	0
	LED verlichting theater	38.441	0
	Elektrische boiler tbv douches	2.200	0
<i>Glasvervanging</i>	Glasvervanging h.dg d.hr++	47.611	0
	Glasvervanging h.dg.zw d.hr++.zw	18.612	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++.ov1	576	0
	Glasvervanging h.dg d.hr++.ov2	2.374	0
	Vervangen deuren	23.606	0
<i>Hellend dak isoleren</i>	Naisolatie hellend dak, binnenzijde	52.830	0
	Isoleren dak dakkapel	4.800	0
<i>Vervangen dakpakket</i>	Vervangen dakpakket oude aanbouw	21.488	0
	Vervangen dakpakket erker	2.600	0
<i>Vervangen lichtstraat</i>	Vervangen lichtstraat	111.941	0
<i>Voorzetwanden</i>	Voorzetwand oudbouw	125.304	0
<i>Vervangen cv door mt warmtepompen</i>	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0
	Middentemperatuur warmtepomp	53.000	0

2.4.2 Verwachte energiebesparing

In Figuur 1 vindt u de primaire energiebesparing in procenten ten opzichte van de huidige situatie. Bij de energieberekeningen is uitgegaan van het referentieklimaat TRY De Bilt om de weersinvloed van verschillende jaren te voorkomen.



Figuur 1 Relatieve energiebesparing ten opzichte van de huidige situatie

Voorts wordt in Tabel 4 de energiebesparing in procenten voor gas, elektriciteit en warmte afzonderlijk gepresenteerd.

Tabel 4 Relatieve energiebesparing ten opzichte van de huidige situatie

Maatregelpakket	Gas besparing	Elektr. besparing	Warmte besparing
<i>Huidige situatie</i>	0,0	0,0	0,0
<i>Glasvervanging</i>	7,0 %	0,1 %	0,0 %
<i>Hellend dak isoleren</i>	26,6 %	0,1 %	0,0 %
<i>Vervangen dakpakket</i>	1,9 %	0,0 %	0,0 %
<i>Vervangen lichtstraat</i>	2,6 %	0,6 %	0,0 %
<i>Voorzetwanden</i>	12,7 %	0,0 %	0,0 %
<i>Vervangen cv door mt warmtepompen</i>	98,4 %	-52,2 %	0,0 %
<i>PV</i>	0,0 %	39,3 %	0,0 %
<i>Bouwkundig</i>	50,7 %	0,7 %	0,0 %
<i>Bouwkundig + warmtepomp</i>	98,4 %	-24,3 %	0,0 %
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler</i>	100,0 %	-28,3 %	0,0 %
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led</i>	100,0 %	-9,4 %	0,0 %
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led + pv</i>	100,0 %	29,8 %	0,0 %

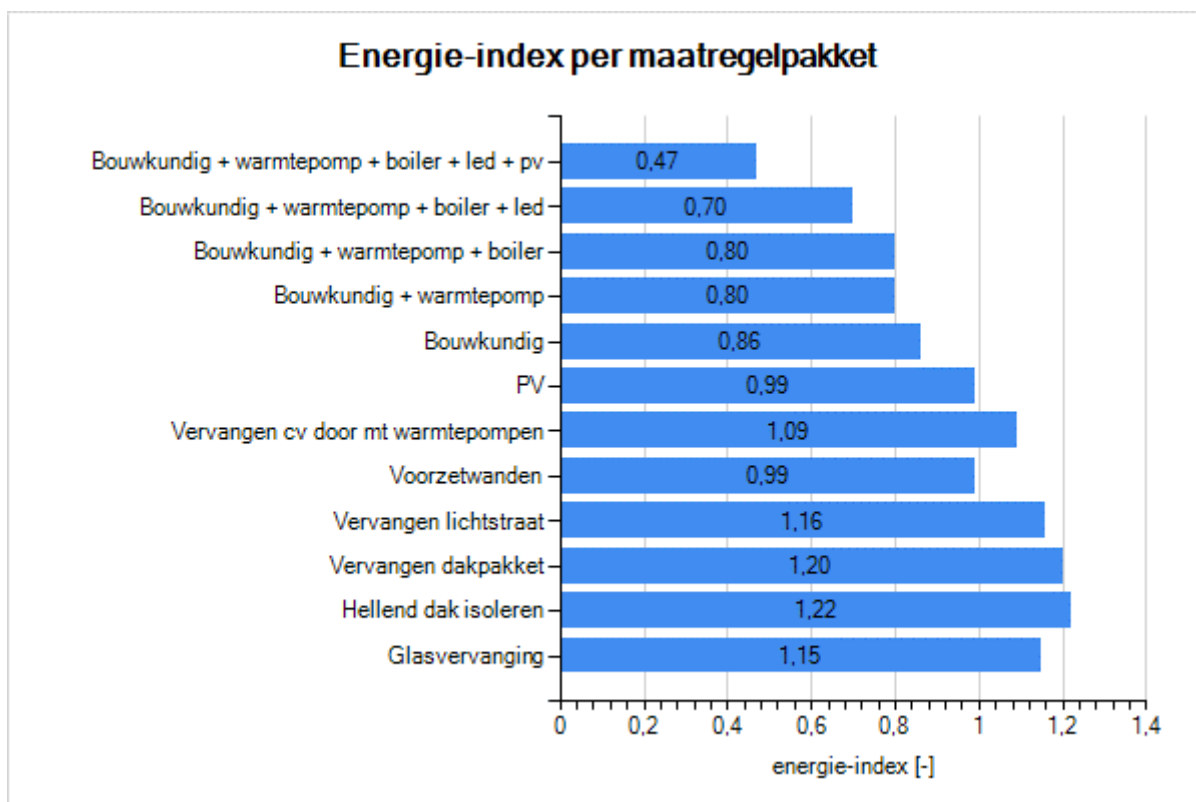
Om een indicatie te geven van de besparingen, worden de berekende energiegebruiken voor zowel de huidige situatie als de maatregelpakketten in Tabel 5 weergegeven.

Tabel 5 Energiegebruik van de maatregelpakketten en de huidige situatie

Maatregelpakket	Gas [m ³ /jaar]	Elektr. [kWh/jaar]	Warmte [GJ/jaar]
<i>Huidige situatie</i>	43.352	101.679	0,0
<i>Glasvervanging</i>	40.325	101.613	0,0

<i>Hellend dak isoleren</i>	31.835	101.596	0,0
<i>Vervangen dakpakket</i>	42.509	101.671	0,0
<i>Vervangen lichtstraat</i>	42.239	101.058	0,0
<i>Voorzetwanden</i>	37.855	101.716	0,0
<i>Vervangen cv door mt warmtepompen</i>	710	154.804	0,0
<i>PV</i>	43.352	61.744	0,0
<i>Bouwkundig</i>	21.392	100.945	0,0
<i>Bouwkundig + warmtepomp</i>	710	126.385	0,0
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler</i>	0	130.453	0,0
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led</i>	0	111.267	0,0
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led + pv</i>	0	71.332	0,0

De maatregelpakketten hebben ook invloed op het energielabel. In de staafdiagram in Figuur 2 en in Tabel 6 wordt hiervan een samenvatting gegeven.



Figuur 2 Energie-index van de maatregelpakketten

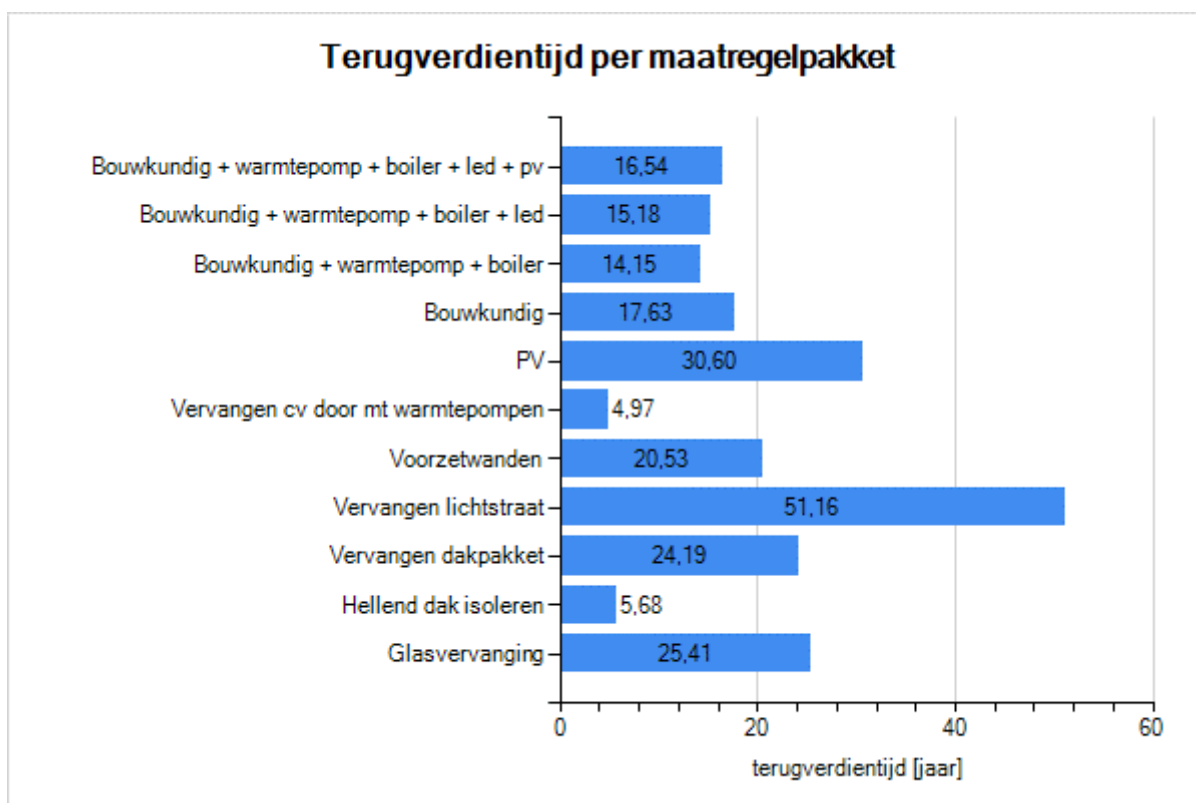
Tabel 6 Energielabel van de maatregelpakketten

Maatregelpakket	EI [-]	E.label
<i>Huidige situatie</i>	1,22	C
<i>Glasvervanging</i>	1,15	B
<i>Hellend dak isoleren</i>	1,22	C
<i>Vervangen dakpakket</i>	1,20	C
<i>Vervangen lichtstraat</i>	1,16	C
<i>Voorzetwanden</i>	0,99	A
<i>Vervangen cv door mt warmtepompen</i>	1,09	B
<i>PV</i>	0,99	A
<i>Bouwkundig</i>	0,86	A
<i>Bouwkundig + warmtepomp</i>	0,80	A

Bouwkundig + warmtepomp + boiler	0,80	A
Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led	0,70	A
Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led + pv	0,47	A

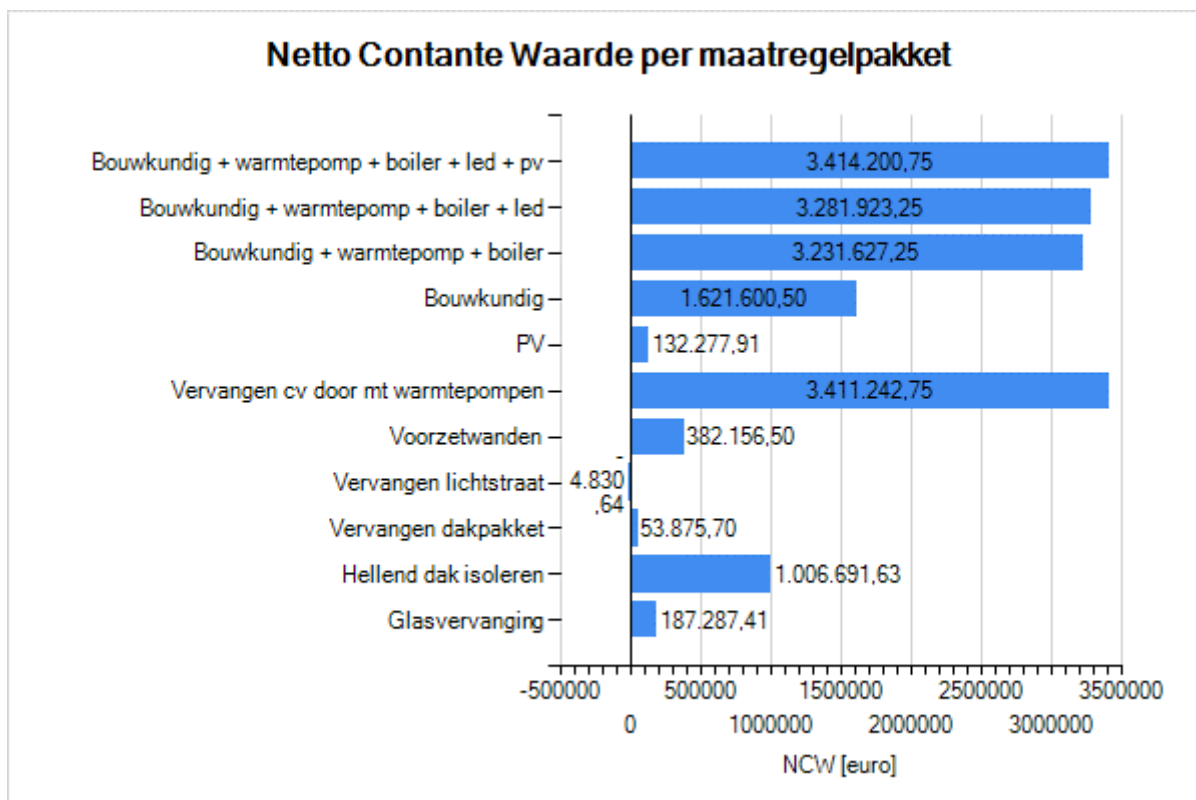
2.4.3 Verwachte kostenbesparing

Met behulp van de EPA-U software zijn financiële berekeningen voor de maatregelpakketten uitgevoerd. In Figuur 3 worden de terugverdientijden per pakket weergegeven. Bij deze terugverdientijden is rekening gehouden met inflatie, stijging van energieprijzen en een rente op de investering.



Figuur 3 Terugverdientijden van de maatregelpakketten

Voorts vindt u in Figuur 4 de netto contante waarde van de pakketten met maatregelen. Een waarde boven nul euro betekent een positieve investering.



Figuur 4 Netto Contante Waarde van de maatregelpakketten

In Tabel 7 worden diverse financiële kengetallen voor de pakketten opgesomd. De eenvoudige terugverdiëntijd (ETVT), de terugverdiëntijd verdisconteerd met rente, inflatie en stijging van energieprijzen (TVT) en de netto contante waarde (NCW).

Tabel 7 Financiële kengetallen voor de maatregelpakketten

Maatregelpakket	ETVT [jaar]	TVT [jaar]	NCW [€]
Glasvervanging	37,3	25,4	187.287,4
Hellend dak isoleren	6,1	5,7	1.006.691,6
Vervangen dakpakket	34,8	24,2	53.875,7
Vervangen lichtstraat	115,3	51,2	-4.830,6
Voorzetwanden	27,8	20,5	382.156,5
Vervangen cv door mt warmtepompen	5,3	5,0	3.411.242,8
PV	38,5	30,6	132.277,9
Bouwkundig	22,8	17,6	1.621.600,5
Bouwkundig + warmtepomp + boiler	17,4	14,2	3.231.627,3
Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led	18,9	15,2	3.281.923,3
Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led + pv	20,8	16,5	3.414.200,8
Glasvervanging	37,3	25,4	187.287,4

Voor de kostenbesparing per energiedrager biedt Tabel 8 een overzicht. De genoemde kostenbesparingen zijn berekend op basis van het referentieklimaat en kunnen in het werkelijke klimaat per jaar afwijken.

Tabel 8 Besparing op de energiekosten van de maatregelpakketten

Maatregelpakket	Gas [€/jaar]	Elektr. [€/jaar]	Warmte [€/jaar]	Totaal [€/jaar]
Glasvervanging	2.482	6	0	2.489
Hellend dak isoleren	9.444	8	0	9.452

Vervangen dakpakket	692	1	0	692
Vervangen lichtstraat	913	58	0	971
Voorzetwanden	4.508	-4	0	4.504
Vervangen cv door mt warmtepompen	34.967	-4.994	0	29.973
PV	0	3.754	0	3.754
Bouwkundig	18.007	69	0	18.076
Bouwkundig + warmtepomp	34.967	-2.322	0	32.644
Bouwkundig + warmtepomp + boiler	35.549	-2.705	0	32.844
Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led	35.549	-901	0	34.647
Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led + pv	35.549	2.853	0	38.401

Voor de financiële kengetallen is met de energieprijzen volgens Tabel 9 gerekend. Voor de economische gegevens is gerekend met de waarden volgens Tabel 10.

Tabel 9 Gehanteerde energieprijzen voor de financiële berekeningen

Maatregelpakket	Gas [€/m ³]	Elektr. [€/kWh]	Warmte [€/GJ]	Stijging [%/jaar]
Glasvervanging	0,56	0,08	0,00	3,5% 2,0% 0,0%
Hellend dak isoleren	0,56	0,08	0,00	3,5% 2,0% 0,0%
Vervangen dakpakket	0,56	0,08	0,00	3,5% 2,0% 0,0%
Vervangen lichtstraat	0,56	0,08	0,00	3,5% 2,0% 0,0%
Voorzetwanden	0,56	0,08	0,00	3,5% 2,0% 0,0%
Vervangen cv door mt warmtepompen	0,56	0,08	0,00	3,5% 2,0% 0,0%
PV	0,56	0,08	0,00	3,5% 2,0% 0,0%
Bouwkundig	0,56	0,08	0,00	3,5% 2,0% 0,0%
Bouwkundig + warmtepomp	0,56	0,08	0,00	3,5% 2,0% 0,0%
Bouwkundig + warmtepomp + boiler	0,56	0,08	0,00	3,5% 2,0% 0,0%
Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led	0,56	0,08	0,00	3,5% 2,0% 0,0%
Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led + pv	0,56	0,08	0,00	3,5% 2,0% 0,0%

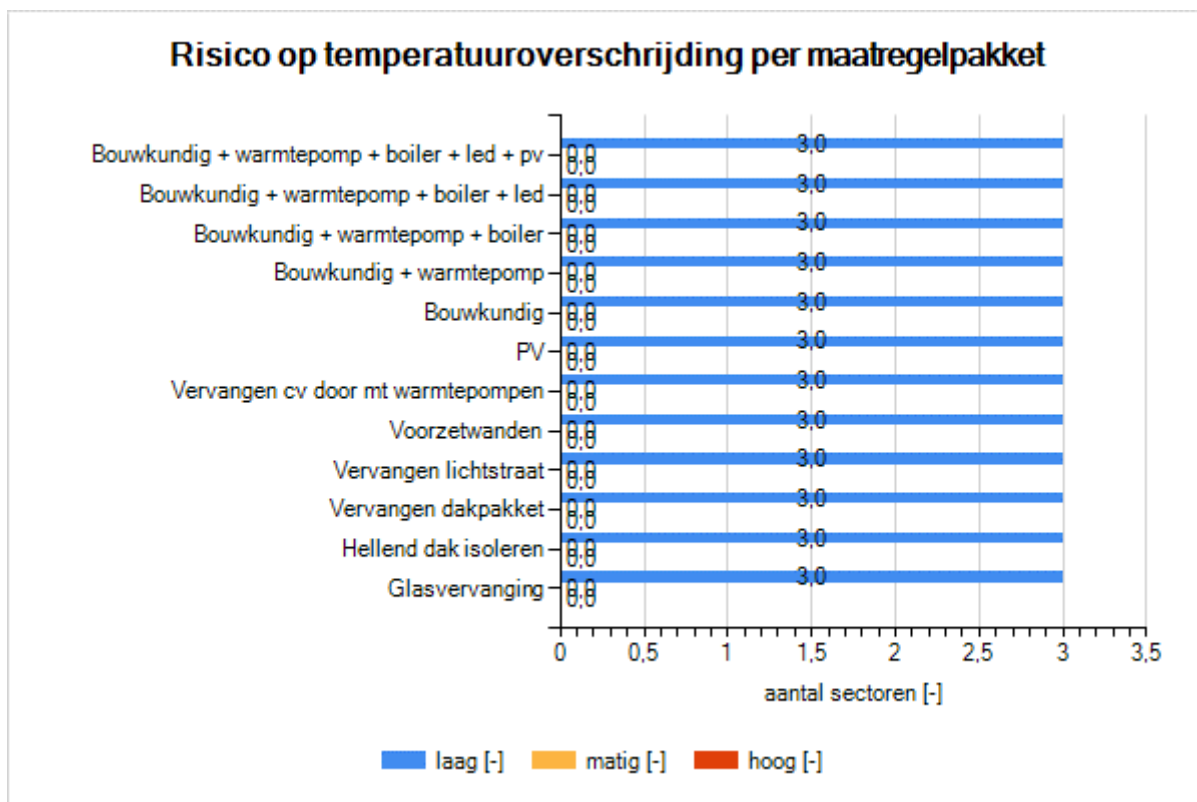
Tabel 10 Economische gegevens voor de financiële berekeningen

Maatregelpakket	Investering [€]	EIA [€]	Looptijd [jaar]	Inflatie [%/jaar]	Disconto [%/jaar]	Belasting [%]
Glasvervanging	92.779	0	50	2,0 %	2,5 %	0,0 %
Hellend dak isoleren	57.630	0	50	2,0 %	2,5 %	0,0 %

Vervangen dakpakket	24.088	0	50	2,0 %	2,5 %	0,0 %
Vervangen lichtstraat	111.941	0	50	2,0 %	2,5 %	0,0 %
Voorzetwanden	125.304	0	50	2,0 %	2,5 %	0,0 %
Vervangen cv door mt warmtepompen	159.000	0	50	2,0 %	2,5 %	0,0 %
PV	144.500	0	50	2,0 %	2,5 %	0,0 %
Bouwkundig	411.741	0	50	2,0 %	2,5 %	0,0 %
Bouwkundig + warmtepomp + boiler	572.941	0	50	2,0 %	2,5 %	0,0 %
Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led	655.619	0	50	2,0 %	2,5 %	0,0 %
Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led + pv	800.119	0	50	2,0 %	2,5 %	0,0 %
Glasvervanging	92.779	0	50	2,0 %	2,5 %	0,0 %

2.4.4 Gevolgen voor het thermisch comfort

Tenslotte wordt in Figuur 5 het aantal sector met een laag, matig en hoog risico op temperatuuroverschrijding getoond. Het risico op te hoge binnentemperaturen kan bij voorkeur door passieve maatregelen worden verlaagd. Voorbeelden zijn zonwering, glas met zonwerende coating, nachtventilatie en een efficiënter gebruik verlichting en apparatuur. Wanneer passieve maatregelen niet het gewenste effect hebben, kan een koelinstallatie worden ingezet.



Figuur 5 Risico op temperatuuroverschrijdingen van de maatregelpakketten

2.5 Praktische informatie over maatregelen

2.5.1 Isoleren van constructies

Het isoleren van gevels, panelen, vloeren en daken bieden de volgende voordelen:

- Het comfort gaat omhoog omdat de constructie aan de binnenzijde minder koud wordt en omdat de warmteverliezen door kieren en naden afnemen.
- De geluidswering van de constructie zal toenemen.

Houdt echter rekening met de volgende aandachtspunten:

- Doordat de geïsoleerde constructie minder lucht doorlaat, moet u zorgen voor voldoende ventilatiemogelijkheden (bijvoorbeeld luchtroosters of te openen ramen).
- Bij het foutief isoleren van constructies kunnen (vocht)problemen ontstaan. Raadpleeg hiervoor een isolatiespecialist.

2.5.2 Vervangen van glas

Het aanbrengen van isolerend glas (HR, HR+ of HR++) biedt de volgende voordelen:

- Het comfort gaat omhoog omdat er geen koude lucht of straling van het raam afkomt en er nauwelijks nog condensatie plaatsvindt op het glas. Met name wanneer ook de kozijnen vervangen worden, zal het comfort verder omhoog gaan doordat de ventilatieverliezen door kieren en naden afnemen.
- Met name wanneer ook de kozijnen vervangen worden, zal de geluidswering verbeteren.

Houdt echter rekening met de volgende aandachtspunten:

- Doordat de ramen minder lucht doorlaten, moet u zorgen voor voldoende ventilatiemogelijkheden (bijvoorbeeld luchtroosters of te openen ramen).
- Wanneer u alleen het glas wilt vervangen en niet de kozijnen, dient u de staat en de dikte van de kozijnen te controleren. Informeer hiernaar bij de glaszetter.

3 Conclusies en aanbevelingen

Om de gebouwen in 2030 energieneutraal te maken is het noodzakelijk om ze te voorzien van een alternatieve warmteopwekking. De meest voor de hand liggende optie daartoe is momenteel door de CV-ketels te vervangen door warmtepompen. Om het rendement van warmtepompen gunstig te houden dient de afgiftetemperatuur naar de radiatoren, vloerverwarming en overige afgiftelichamen zo laag mogelijk te zijn (hoe hoger de temperatuur is die een warmtepomp op moet wekken, hoe later het rendement wordt), en daarvoor is het noodzakelijk om de zwakke plekken in de thermische schil (dichte gevels, kozijnen, daken, vloeren) te verbeteren tot een minimale isolatiewaarde, voor zover ze daar niet reeds aan voldoen. Dit leidt enerzijds tot een energiebesparing omdat het warmteverlies afneemt, en anderzijds kan met een lagere temperatuur worden verwarmd waardoor de warmtepompen efficiënter worden. Een richtlijn is dat de dichte gevels, dak en vloer een isolatiewaarde van $R_c=2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ of beter moeten hebben, en de gevelkozijnen en lichtstraten en dergelijke moeten zijn voorzien van HR++ beglazing, om warmtepompen rendabel te maken.

Het Onderdak is rond 1920 gebouwd, midden jaren '80 is het gebouw aan de achterzijde aangebouwd, en ca. 1999 is daar tegenaan het theater gebouwd. Het gebouw bestaat dus uit drie verschillende bouwdelen. Installatietechnisch behoren de oudbouw en de jaren '80 uitbouw samen.

Het gebouw bevat houten kozijnen met dubbelglas, in de oudbouw vermoedelijk tegelijk geplaatst met de realisatie van de oudbouw. Ook de nieuwbouw van 1999 is voorzien van dubbelglas. De gevels zijn niet nageïsoleerd, en hebben nog de isolatiewaarden van hun bouwjaren. De houten kozijnen zijn in goede conditie. Daarom adviseren wij de beglazing te vervangen door HR++ beglazing, en de oude deuren te vervangen.

De kapconstructie van de oudbouw is ongeïsoleerd, net als de dakkapellen. De platte daken zijn matig tot redelijk geïsoleerd. De gevels van de oudbouw zijn massief metselwerk.

Tabel 11 Relatieve energiebesparing ten opzichte van de huidige situatie

Maatregelpakket	Gas besparing	Elektr. besparing
<i>Huidige situatie</i>	0,0	0,0
<i>Glasvervanging</i>	7,0 %	0,1 %
<i>Hellend dak isoleren</i>	26,6 %	0,1 %
<i>Vervangen dakpakket</i>	1,9 %	0,0 %
<i>Vervangen lichtstraat</i>	2,6 %	0,6 %
<i>Voorzetwanden</i>	12,7 %	0,0 %
<i>Vervangen CV-ketels door MT warmtepompen</i>	98,4 %	-52,2 %
<i>PV</i>	0,0 %	39,3 %
<i>Bouwkundig *</i>	50,7 %	0,7 %
<i>Bouwkundig + warmtepomp</i>	98,4 %	-24,3 %
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler</i>	100,0 %	-28,3 %
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led</i>	100,0 %	-9,4 %
<i>Bouwkundig + warmtepomp + boiler + led + pv</i>	100,0 %	29,8 %

* Bouwkundig: vervanging beglazing, vervanging lichtstraat, isoleren hellend dak, vervangen dakpakket vlakke daken, plaatsen voorzetwanden, isoleren dakkapellen.

De luchtbehandelingskasten, koelmachines en CV-ketels zijn vrij recent (eind 2015 / begin 2016) aangebracht. Deze zijn relatief energiezuinig. De luchtbehandelingskast is voorzien van een kruisstroom warmteterugwinning. De luchtbehandelingskast zou iets energiezuiniger kunnen door een betere warmteterugwinning met een hoger rendement toe te passen, echter is de besparing niet in relatie tot de benodigde investering.

De ingreep om de lichtstraat te vervangen levert een redelijk beperkte besparing op ten opzichte van de kosten. Daarnaast is vervanging van de lichtstraat vanuit technisch perspectief voorlopig nog niet nodig, deze staat pas op de zeer lange termijn in het MJOP opgenomen (2050). Door de vervanging van de lichtstraat te laten vervallen zal het warmteverlies via de schil iets hoger worden (1.100 m³ gas), dus zal het opgesteld vermogen van de warmtepompen iets hoger moeten zijn, en zal het door de warmtepompen verbruikte elektra iets hoger uitvallen (ca. 4.000 kWh). Hiertoe zijn

12 extra PV-panelen ter compensatie opgenomen, en zijn de kosten voor de warmtepompen iets verhoogd.

De verlichting is grotendeels TL T5 en PL, met handmatige vertrekschakeling, of centrale schakeling. Door deze te vervangen door LED met aanwezigheidsdetectie, en daglichtdetectie in de daglichtsector, kan significant energie worden bespaard.

Er zijn nog geen PV-panelen op het gebouw geplaatst.

Na het (beter) isoleren van het gebouw, door de hellende daken te isoleren, het dakpakket van de platte daken te vervangen, voorzetwanden te plaatsen in de oudbouw en de lichtstraat te vervangen door een lichtstraat met geïsoleerde kozijnprofielen en triple glas met zonwering is de warmte- en koudevraag ingeperkt, en is het mogelijk om de CV-ketels door warmtepompen te vervangen.

Na het plaatsen van de warmtepompen is het gebouwgebonden elektriciteitsgebruik ca. 93.000 kWh. Om dit duurzaam op te wekken adviseren wij 90 PV-panelen op de hellende daken te plaatsen, en 212 PV-panelen op de vlakke daken.

De geadviseerde maatregelen betreffen bouwkundige constructies en installaties die in goede conditie verkeren. Vanuit het planmatig onderhoud is geen directe aanleiding om bepaalde maatregelen in een bepaald jaar uit te voeren. Uiteraard is het inplannen van glasvervanging tegelijk met het schilderwerk van de kozijnen wel verstandig, zodat een schildercyclus bespaard kan worden.

Wij adviseren de verlichting op relatief korte termijn te vervangen, dit staat ook los van de overige maatregelen. De PV-installatie adviseren wij (direct) na het vervangen van het dakpakket van de vlakke daken en na-isoleren van de hellende daken uit te voeren. Het plaatsen van de voorzetwanden in de oudbouw is een op zichzelf staande maatregel, maar wel één die relatief veel overlast voor de gebruikers geeft. Hier moeten ook radiatoren worden verplaatst, bediening van zonwering zal moeten worden verplaatst, vensterbanken en aansluitingen op het plafond moeten worden aangepast (derhalve is dit ook een vrij dure ingreep). Het zou dan ook logisch zijn dit tegelijk te doen met de glasvervanging.

Het vervangen van de CV-ketels door warmtepompen adviseren wij pas te doen nadat de bovengenoemde maatregelen zijn doorgevoerd (of tegelijk, maar niet ervoor). Omdat het gebouw van het gas afgaat, zal een elektrische boiler voor de douches van de kleedkamers moeten worden geplaatst.

Tabel 12 Overzicht van kosten aanbevolen maatregelen voor energiebesparingsadvies, kosten prijspeil 2021

Maatregel	Bouwsom [€]	Investering excl. BTW [€]	Vervangingsjaar
Glasvervanging door HR++	92.779	129.891	2026-2030
Vervangen lichtstraat	0		2026-2030
Naisolatie hellend dak, binnenzijde	57.630	80.682	2026-2030
Vervangen dakpakket '80 oudbouw	24.088	33.723	2024-2026
Voorzetwanden oudbouw	125.304	175.426	2026-2030
Vervangen CV-ketels door warmtepompen + boiler	163.000	228.200	2026-2030
Vervangen regeltechniek	35.237	49.332	2026-2030
Vervangen verlichting door LED	82.679	115.751	2021-2024
Plaatsen PV-panelen	150.500	210.700	2026-2030
TOTAAL	731.217	1.023.705	

Om tot label A te komen (een deel van het gebouw heeft een kantoorfunctie) zijn meerdere opties. Zowel het plaatsen van voorzetwanden als het plaatsen van de PV-panelen leidt tot voldoende energielabel verbetering op label A te behalen. Het is ook mogelijk om de verlichting te vervangen door LED en minder PV-panelen te plaatsen. Maar de eenvoudigste optie is om PV panelen te plaatsen. Het exacte aantal om dit te behalen hebben wij niet berekend, maar het aantal van 290 bleek in ieder geval voldoende (mogelijk kan het dus met minder panelen).

Tabel 13 Overzicht van te schrappen planmatig onderhoud, kosten prijspeil 2021

Maatregel	MJOP jaar	Bouwsom [€]	Investering excl. BTW [€]
<i>Schilderwerk houten kozijnen (glasverv.)</i>	2027	10.137	14.192
<i>Herstel houten kozijnen (glasverv.)</i>	2027	5.313	7.438
<i>Vervangen beglazingsrubbers lichtstraat</i>	2025	7.250	10.150
<i>Overlagen dakbedekking vlakke daken</i>	2025	35.849	50.489
<i>Vervangen CV-ketels</i>		17.200	24.080
<i>Vervangen hoofdverdeling warmte (pompen, kleppen e.d.)</i>	2030	7.781	10.893
<i>Vervangen koelmachines (4 st.)</i>	2035	112.000	156.800
<i>Vervangen regeltechniek</i>	2035	19.503	27.304
<i>Vervangen verlichting door LED</i>	2026	49.731	69.623
TOTAAL		264.764	370.670

Tabel 14 Overzicht van energielasten, kosten prijspeil 2021

Situatie	Investering €	Electra ¹ kWh	gas m3	Energie- lasten ² €
<i>Huidige situatie</i>	0	77.921	43.352	€ 36.744
<i>Energieneutraal</i>	1.166.422	-497	0	€ - 80
<i>Energieneutraal geoptimaliseerd</i>	1.023.705	-497	0	€ - 80
<i>Energielabel A ()</i>	202.300	-497	43.352	€ 24.277

1. elektraverbruik gebouwgebonden installaties, na aftrek huidige PV-panelen (dus exclusief gebruikersverbruik van computers, ICT, koffieautomaten e.d.)
2. uitgaande van € 0,16 / kWh en € 0,56 / m3 gas excl. BTW, exclusief vaste kosten netbeheerder / leverancier.

A. Bijlage - beschrijving van het gebouw

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de technische gegevens beschreven van het gebouw. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de klimaatinstallaties, de bouwkundige constructies en energiesectoren. Deze drie onderdelen bepalen samen de energetische kwaliteit van uw gebouw.

3.2 Algemene gegevens

Het energie-advies heeft betrekking op het gebouw met onderstaande gegevens:

Tabel 15 Algemene gegevens van het gebouw

Adres	J.P. Gouverneurslaan 40a 2171ER Sassenheim
SBI-code	90
Bouwjaar	1920
Renovatiejaar	
Inspectiedatum	0 0000

3.3 De klimaatinstallatie(s)

3.3.1 Overzicht klimaatinstallaties

Eén of meerdere klimaatinstallaties hebben als taak het gebouw behaaglijk te houden. Voor dit energie-onderzoek is het gebouw in één of meerdere energiesectoren onderverdeeld. Elke energiesector is aangesloten op een klimaatinstallatie. De kwaliteit van de klimaatinstallatie bepaalt voor een belangrijk deel uw energiegebruik. In Tabel 16 wordt een overzicht gepresenteerd van de klimaatinstallaties in het gebouw. In de volgende subparagrafen worden deze installaties nader omschreven.

Tabel 16 Overzicht klimaatinstallaties in het gebouw

Klimaatinstallatie	Opp. [m ²]	Vent	Verw	Koel	Tap	Bev	Zon
<i>Installatie theater</i>	1.098,3	Mechanische balans	X	X	X		
<i>Installatie kantoordeel (oudbouw)</i>	1.040,9	Mechanische balans	X	X	X		
<i>Installatie kantoordeel (oudbouw zolder)</i>	320,4	Natuurlijke ventilatie	X				

3.3.2 Ventilatievoorzieningen

Ventilatie is noodzakelijk voor een gezond gebouw. Naast aanvoer van verse lucht, kan de ventilatielucht ook worden gebruikt om het gebouw te verwarmen, koelen of bevochtigen. Ventilatie kan op natuurlijke wijze bijvoorbeeld met te openen ramen of luchtroosters plaatsen. Daarnaast kunnen ook ventilatoren worden ingezet, men spreekt dan van een mechanisch ventilatiesysteem. Wanneer sprake is van zowel mechanische toevoer als afvoer, dan is er warmteterugwinning mogelijk: de warmte uit de afvoerlucht kan worden gebruikt om de toevoerlucht voor te verwarmen. In Tabel 17 wordt het ventilatiesysteem van het gebouw samengevat.

Tabel 17 Ventilatievoorzieningen in het gebouw

Klimaatinstallatie	Systeem	Voorziening in gevel	Warmteterug-winning
<i>Installatie theater</i>	Mechanische balans	Geen ventilatievoorzieningen	Platen WW / buizen WW
<i>Installatie kantoordeel (oudbouw)</i>	Mechanische balans	Te openen ramen	Platen WW / buizen WW

<i>Installatie kantoordeel (oudbouw zolder)</i>	Natuurlijke ventilatie	Te openen ramen	Geen
---	------------------------	-----------------	------

3.3.3 Ruimteverwarming

Om de ruimtes in het gebouw te verwarmen, is er een warmte-opwekker nodig. Voorts moet de warmte naar de ruimtes worden gedistribueerd, waar het doormiddel van bijvoorbeeld radiatoren, convectoren of luchtroosters wordt afgegeven. In Tabel 18 vindt u de belangrijkste gegevens van de verwarmingsinstallatie.

Tabel 18 Ruimteverwarming in het gebouw

Klimaatinstallatie	Opwekking	Distributie	Pompregeling
<i>Installatie theater</i>	HR107 ketel	Water en lucht	>50% autom. toerenregeling
<i>Installatie kantoordeel (oudbouw)</i>	HR107 ketel	Water en lucht	>50% autom. toerenregeling
<i>Installatie kantoordeel (oudbouw zolder)</i>	HR107 ketel	Water en lucht	>50% autom. toerenregeling

3.3.4 Ruimtekoeling

In veel utiliteitsgebouwen is koeling aanwezig om te voorkomen dat het gebouw in de zomer te warm wordt. Net als bij ruimteverwarming, moet voor ruimtekoeling de koude worden opgewekt en getransporteerd naar de gekoelde ruimtes (zie Tabel 19).

Tabel 19 Ruimtekoeling in het gebouw

Klimaatinstallatie	Opwekking	Distributie	Pompregeling
<i>Installatie theater</i>	Compressiekoelmachine	Lucht	Geen pompen
<i>Installatie kantoordeel (oudbouw)</i>	Compressiekoelmachine	Lucht	Geen pompen
<i>Installatie kantoordeel (oudbouw zolder)</i>	Geen koeling		

3.3.5 Warm tapwater

Voor het bereiden van warm tapwater kunnen allerlei opwekkers worden gebruikt. Hoe verder de tappunten van deze opwekker verwijderd zijn, hoe meer energie verloren gaat in de warmwaterleidingen. In Tabel 20 wordt de warm tapwaterinstallatie beschreven.

Tabel 20 Warm tapwaterbereiding in het gebouw

Klimaatinstallatie	Opwekking	Distributie
<i>Installatie theater</i>	HR-combiketel	Een of meer punten verder dan 3 meter
<i>Installatie kantoordeel (oudbouw)</i>	Elektrische boiler	Tappunten binnen 3 meter
<i>Installatie kantoordeel (oudbouw zolder)</i>	Geen tapwater	

3.3.6 Bevochtiging

In sommige gebouwen vindt bevochtiging van de lucht plaats. Hiervoor zijn verschillende systemen beschikbaar. In Tabel 21 worden gegevens voor de eventuele bevochtiging van het gebouw weergegeven.

Tabel 21 Bevochtiging in het gebouw

Klimaatinstallatie	Systeem	Distributie	Vochtterugw.
<i>Installatie theater</i>	Geen bevochtiging		

Installatie kantoordeel (oudbouw)	Geen bevochtiging		
Installatie kantoordeel (oudbouw zolder)	Geen bevochtiging		

3.3.7 Zonne-energie

Het laatste onderdeel van de klimaatinstallatie is zonne-energie. Hieronder worden zonnecollectoren (thermisch) en zonnepanelen (elektrisch) beschouwd. In Tabel 22 worden de zonnepanelen van het gebouw opgesomd.

Tabel 22 Zonne-energie toegepast in het gebouw

Klimaatinstallatie	Opp. [m ²]	Systeem	Specificatie
-			

3.4 De bouwkundige constructies

Gevels, ramen, vloeren, daken en deuren zijn allemaal bouwkundige constructies. De isolatiewaarde van een constructie bepaalt voor een aanzienlijk deel hoeveel warmte uit het gebouw naar buiten kan ontsnappen. Bij een hogere isolatiewaarde is minder verwarmingsenergie benodigd, maar kan wel de koelbehoefte vergroten.

In de Tabel 23 vindt u de thermische eigenschappen van de bouwkundige constructies van het gebouw. De Rc-waarde wordt gebruikt voor dichte constructies: hoe hoger de waarde, hoe hoger de isolatiegraad. Voor ramen (en soms voor dichte constructies) wordt de U-waarde gehanteerd: hoe lager de U-waarde, hoe hoger de isolatiegraad. Tenslotte staat de ZTA-waarde voor het percentage zonlicht dat door een raam naar binnen kan komen.

Tabel 23 Bouwkundige constructies in het gebouw

Constructie	Type	Rc [m ² K/W]	U [W/ m ² K]	ZTA [%]
Wand massief	Wand	0,46		
Spouw oud	Wand	1,30		
Spouw nieuw	Wand	2,53		
Vloer oudbouw	Vloer	0,32		
Vloer aanbouw midden	Vloer	0,52		
Vloer	Vloer	2,53		
Dak hellend	Dak	0,22		
Dak dakkapel	Dak	0,22		
Dak aanbouw midden	Dak	1,30		
Dak nieuwbouw	Dak	2,53		
Alu lichtstraat	Raam		4,10	70
Koz h.dg	Raam		2,90	70
Koz h.dg.ov1	Raam		2,90	70
Koz h.dg.ov2	Raam		2,90	70
Koz h.dg.zonw	Raam		2,90	70
Deur	Deur	0,12		
Dakraam	Raam		1,80	60
Dak erker voor	Dak	0,72		

Voor het bepalen van het energiecertificaat voor het gebouw, moet het ISSO beslisdiagram worden toegepast op de bouwkundige constructies. In Tabel 24 worden de beslissingen per constructie samengevat.

Tabel 24 Verantwoording ISSO-beslisdiagram voor constructies

Constructie	Beslissingen
Wand massief	Geen isolatie

<i>Spouw oud</i>	Isolatie onbekend	Bouwperiode 1975-1983	
<i>Spouw nieuw</i>	Isolatie dikte onbekend	Bouwperiode 1992-2013	
<i>Vloer oudbouw</i>	Isolatie onbekend	Bouwperiode <1965	spouw
<i>Vloer aanbouw midden</i>	Isolatie onbekend	Bouwperiode 1975-1983	
<i>Vloer</i>	Isolatie onbekend	Bouwperiode 1992-2013	
<i>Dak hellend</i>	Geen isolatie		
<i>Dak dakkapel</i>	Geen isolatie		
<i>Dak aanbouw midden</i>	Isolatie dikte onbekend	Bouwperiode 1983-1988	
<i>Dak nieuwbouw</i>	Isolatie dikte onbekend	Bouwperiode 1992-2013	
<i>Alu lichtstraat</i>	Metaal	Dubbel glas zonder coating	
<i>Koz h.dg</i>	Hout of kunststof	Dubbel glas zonder coating	
<i>Koz h.dg.ov1</i>	Hout of kunststof	Dubbel glas zonder coating	
<i>Koz h.dg.ov2</i>	Hout of kunststof	Dubbel glas zonder coating	
<i>Koz h.dg.zonw</i>	Hout of kunststof	Dubbel glas zonder coating	
<i>Deur</i>	D01 Deur		
<i>Dakraam</i>	Hout of kunststof	HR++ glas	
<i>Dak erker voor</i>	Isolatie dikte onbekend	Bouwperiode <1965	

3.5 De energiesector(en)

Energiesectoren zijn groepen van ruimtes in het gebouw. Een gebouw kan worden onderverdeeld in één of meerdere sectoren. In een energiesector komt alles samen. Elke sector heeft zijn eigen gebruiksfuncties, is aangesloten op een klimaatinstallatie, heeft allerlei bouwkundige constructies, apparaten en verlichting.

3.5.1 Organisatie en gebruik

De organisatie en het gebruik van het gebouw bepaald in belangrijke mate het energiegebruik van het gebouw. Bij een hoge personele bezetting, lange gebruikstijden, en hoge temperatuurinstellingen zal het energiegebruik hoog zijn. In Tabel 25 wordt de indeling in energiesectoren met de bijbehorende netto gebruiksoppervlaktes en gebruiksfuncties gepresenteerd.

Tabel 25 Overzicht energiesectoren met bijbehorende oppervlaktes en gebruiksfuncties

Energiesector	NVO [m ²]	Gebruiksfunctie
<i>Sector theater</i>	1.098,3	Bijeenkomst
<i>Sector oudbouw bg+1e</i>	1.040,9	Bijeenkomst
<i>Sector Oudbouw zolder</i>	0,0	Kantoor
	320,4	Overig (geen EPBD-functie)

Voorts wordt in Tabel 26 de personele bezetting per energiesector opgesomd. De bezettingsgraad staat voor het gemiddelde percentage van de personen die tijdens de gebruikstijden (zie Tabel 27) daadwerkelijk aanwezig zijn.

Tabel 26 Personele bezetting van het gebouw

Energiesector	Personen [-]	Bezettingsgraad [%]
<i>Sector theater</i>	195	10

<i>Sector oudbouw bg+1e</i>	78	25
<i>Sector Oudbouw zolder</i>	0	0

Tabel 27 Gebruikstijden van de energiesectoren

Energiesector	Weken/jaar	Dagen/week	Uren/dag	Onderbreking
<i>Sector theater</i>	50	5	9.00 tot 22.00 uur	geen
<i>Sector oudbouw bg+1e</i>	50	5	9.00 tot 22.00 uur	geen
<i>Sector Oudbouw zolder</i>	50	5	9.00 tot 21.00 uur	geen

Tenslotte worden in Tabel 28 de gemiddelde binnentemperaturen getoond. De gemiddelde binnentemperatuur tijdens gebruikstijd liggen veelal rondom de ingestelde temperaturen (setpoints) van de klimaatinstallatie. Voor ruimteverwarming wordt ook rekening gehouden met de temperatuur buiten gebruikstijd. Deze temperatuur kan afwijken van de ingestelde temperatuur van de klimaatinstallatie. Wanneer de nachttemperatuur op 15 °C staat ingesteld, betekent dat niet dat het 's nacht ook altijd gemiddeld deze temperatuur is.

Tabel 28 Gemiddelde binnentemperaturen van de energiesectoren

Energiesector	Tijdens gebruik verwarming [°C]	Buiten gebruik verwarming [°C]	Tijdens gebruik koeling [°C]
<i>Sector theater</i>	21,0	16,0	24,0
<i>Sector oudbouw bg+1e</i>	20,0	16,0	24,0
<i>Sector Oudbouw zolder</i>	20,0	16,0	24,0

3.5.2 Afmetingen en constructies

In Tabel 29 vindt u alle afmetingen van de bouwkundige constructies in het gebouw met de bijbehorende oriëntaties en begrenzingen. De isolerende eigenschappen van deze constructies kunt u vinden in paragraaf 3.4 (De bouwkundige constructies).

Tabel 29 Afmetingen, oriëntaties en begrenzingen van de bouwkundige constructies

Energiesector	Opp [m²]	Constructie	Oriëntatie	Begrenzing
<i>Sector theater</i>	56,2	Spouw nieuw	Zuid-Oost	Buitenlucht
	9,1	Deur	Zuid-Oost	Buitenlucht
	12,9	Koz h.dg	Zuid-Oost	Buitenlucht
	221,2	Spouw nieuw	Zuid-West	Buitenlucht
	6,6	Deur	Zuid-West	Buitenlucht
	14,3	Koz h.dg	Zuid-West	Buitenlucht
	169,4	Spouw nieuw	Noord-West	Buitenlucht
	15,4	Deur	Noord-West	Buitenlucht
	12,9	Koz h.dg	Noord-West	Buitenlucht
	127,0	Spouw nieuw	Noord-Oost	Buitenlucht
	57,6	Koz h.dg	Noord-Oost	Buitenlucht
	539,7	Vloer	Horizontaal	Kruipruimte
	254,8	Vloer	Horizontaal	Grond
	97,3	Alu lichtstraat	Horizontaal	Buitenlucht
	701,8	Dak nieuwbouw	Horizontaal	Buitenlucht
<i>Sector oudbouw bg+1e</i>	95,3	Wand massief	Zuid-West	Buitenlucht
	2,4	Koz h.dg.ov2	Zuid-West	Buitenlucht
	16,2	Spouw oud	Zuid-West	Buitenlucht
	5,2	Deur	Zuid-West	Buitenlucht
	15,7	Koz h.dg.zonw	Zuid-West	Buitenlucht
	69,3	Wand massief	Noord-West	Buitenlucht
	103,0	Wand massief	Noord-Oost	Buitenlucht
	2,4	Koz h.dg.ov1	Noord-Oost	Buitenlucht
	2,1	Deur	Noord-Oost	Buitenlucht
	35,8	Spouw oud	Noord-Oost	Buitenlucht
	2,1	Deur	Noord-Oost	Buitenlucht
	188,1	Wand massief	Zuid-Oost	Buitenlucht

	88,6	Koz h.dg	Zuid-Oost	Buitenlucht
	7,5	Koz h.dg.ov2	Zuid-Oost	Buitenlucht
	61,9	Koz h.dg.zonw	Zuid-Oost	Buitenlucht
	171,9	Dak aanbouw midden	Horizontaal	Buitenlucht
	171,9	Vloer aanbouw midden	Horizontaal	Kruipruimte
	326,2	Vloer oudbouw	Horizontaal	Kruipruimte
	16,3	Dak erker voor	Horizontaal	Buitenlucht
<i>Sector Oudbouw zolder</i>	12,0	Koz h.dg	Zuid-Oost	Buitenlucht
	12,0	Dak dakkapel	Horizontaal	Buitenlucht
	200,5	Dak hellend	Noord-West	Buitenlucht
	1,1	Dakraam	Noord-West	Buitenlucht
	184,6	Dak hellend	Zuid-Oost	Buitenlucht
	84,3	Dak hellend	Zuid-West	Buitenlucht
	2,4	Deur	Zuid-West	Buitenlucht
	86,8	Dak hellend	Noord-Oost	Buitenlucht

3.5.3 Klimatisering

Elke energiesector is aangesloten op een klimaatinstallatie. Tabel 30 biedt een overzicht van de energiesectoren en klimaatinstallaties. In dit overzicht wordt ook vermeld van welke installatieonderdelen de energiesector gebruikmaakt. Voor meer informatie over de klimaatinstallaties, kunt u paragraaf 3.3 (De klimaatinstallatie(s)) raadplegen.

Tabel 30 Klimatisering van de energiesectoren

Energiesector	Klimaatinstallatie	Verw	Koel	Tap	Bev	Zon
<i>Sector theater</i>	Installatie theater	X	X	X		
<i>Sector oudbouw bg+1e</i>	Installatie kantoordeel (oudbouw)	X	X	X		
<i>Sector Oudbouw zolder</i>	Installatie kantoordeel (oudbouw zolder)	X				

Vervolgens geeft Tabel 31 het ventilatiesysteem en de bijbehorende ventilatievouden per energiesector weer. Een ventilatievoud van bijvoorbeeld 2,0 betekent dat in een uur evenveel verse lucht wordt ingeblazen als twee keer de inhoud van de energiesector. Het getal tussen haakjes geeft het ventilatievoud buiten gebruikstijden weer.

Tabel 31 Ventilatiegegevens van de energiesectoren

Energiesector	Systeem	Natuurlijke ventilatie [-/h]	Mechanische ventilatie [-/h]	Warmteterugwinning
<i>Sector theater</i>	Mechanische balans	0,00 (0,00)	2,00 (0,00)	Platen WW / buizen WW
<i>Sector oudbouw bg+1e</i>	Mechanische balans	0,00 (0,00)	2,00 (0,00)	Platen WW / buizen WW
<i>Sector Oudbouw zolder</i>	Natuurlijke ventilatie	0,50 (0,00)	0,00 (0,00)	Geen

3.5.4 Opgestelde apparatuur

Naast de klimaatinstallatie bevindt zich ook andere apparatuur in het gebouw. Voorbeelden zijn computers, kopieermachines, telefooncentrales et cetera. Deze apparaten verbruiken veelal elektriciteit, maar soms ook gas of stoom. Voorts geven deze apparaten ook warmte af in het gebouw. In Tabel 32 wordt de opgestelde apparatuur per energiesector weergegeven.

Tabel 32 Overige apparatuur in de energiesectoren

Energiesector	Apparaat	Type	Jaarlijks verbruik
<i>Sector theater</i>	Apparatuur	Elektrisch apparaat	5,0 W/m2 (tijdens gebruik)

Sector oudbouw bg+1e	Apparatuur	Elektrisch apparaat	2,5 W/m2 (tijdens gebruik)
----------------------	------------	---------------------	----------------------------

3.5.5 Verlichting

Tenslotte is het gebouw voorzien van verlichting. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen drie typen verlichting:

- Basisverlichting (zie Tabel 33), dit is de verlichting van de werkplekken, gangen, kantines en dergelijke. Deze verlichting staat aan tijdens gebruikstijden en geeft warmte af in het gebouw.
- Accentverlichting (zie Tabel 34), deze verlichting wordt bijvoorbeeld voor decoratieve doeleinden gebruikt, zoals spotjes in winkelatalages. Deze verlichting kan ook buiten de gebruikstijden aan staan.
- Overige verlichting (zie Tabel 34), deze verlichting kan net als accentverlichting afwijkende branduren hebben dan de gebruikstijden. Daarnaast bevindt overige verlichting zich niet in de verwarmde ruimtes van het gebouw. Voorbeelden zijn buitenverlichting en verlichting in parkeergarages.

Tabel 33 Basisverlichting in de energiesectoren

Energiesector	Verlichtingsgroep	Perc. sector	Vermogen	Regeling
Sector theater	Theaterzaal+podium	20,0 %	5,0 W/m2	Centraal aan/uit
	foyer+entree	10,0 %	3,0 W/m2	Centraal aan/uit
	Verkeersruimten, ondersteuning ed	20,0 %	5,0 W/m2	Vertrek
Sector oudbouw bg+1e	Zalen / ruimtes	50,0 %	7,5 W/m2	Vertrek
	Verkeersruimtes, bergingen ed	30,0 %	3,0 W/m2	Vertrek
	Verblijfsruimtes	70,0 %	9,0 W/m2	Vertrek
Sector Oudbouw zolder	Groep	100,0 %	2,0 W/m2	Vertrek; met aanw.detectie

Tabel 34 Andere verlichting in de energiesectoren

Energiesector	Verlichtingsgroep	Type	Vermogen	Branduren
-				

B. Bijlage - energiegebruik huidige situatie

3.6 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het energiegebruik van het gebouw in de huidige situatie behandeld. Hiervoor is het geattesteerde EPA-U programma van Vabi Software BV gebruikt. Als eerste komt het energielabel in het kader van de Europese richtlijn (EPBD) aan bod. Vervolgens krijgt u een overzicht van de totale energiegebruiken per energiedrager en per deelpost. Voorts wordt het berekende energiegebruik afgezet tegen het werkelijk gemeten energiegebruik. Tenslotte krijgt u een indicatie van het thermische comfort van het gebouw.

3.7 Het energielabel

De Europese richtlijn 'Energieprestatie voor gebouwen' (EPBD 2002/91/EC) stelt dat voor elk gebouw bij verandering van huurder of eigenaar transparantie over de energetische kwaliteiten gegeven moet worden. In Nederland is hiervoor het energiecertificaat opgesteld. Het energiecertificaat geeft de energetische kwaliteit van het gebouw weer met de energie-index en het bijbehorende energielabel. Het energielabel heeft een vergelijkbare vormgeving als de labels voor witgoed en auto's.

Met behulp van de geattesteerde EPA-U software van Vabi Software BV is het energielabel voor het gebouw berekend (zie Tabel 35). Hierbij is ook een lijst met standaard maatregelen opgenomen, waarmee het energielabel verbeterd zou kunnen worden.

Tabel 35 Het energielabel van het gebouw

Energielabel	C
Energie-index	1,22
Standaard maatregelen	- Toepassen isolatie of extra isolatie bij vloeren - Toepassen isolatie of extra isolatie bij gevels en/of panelen - Toepassen isolatie of extra isolatie bij daken - Toepassen HR-beglazing - Toepassen veegschakeling, daglichtschakeling en/of aanwezigheidsdetectie voor verlichting - Toepassen kierdichting - Aanbrengen zonnepanelen

3.8 Het berekende energiegebruik

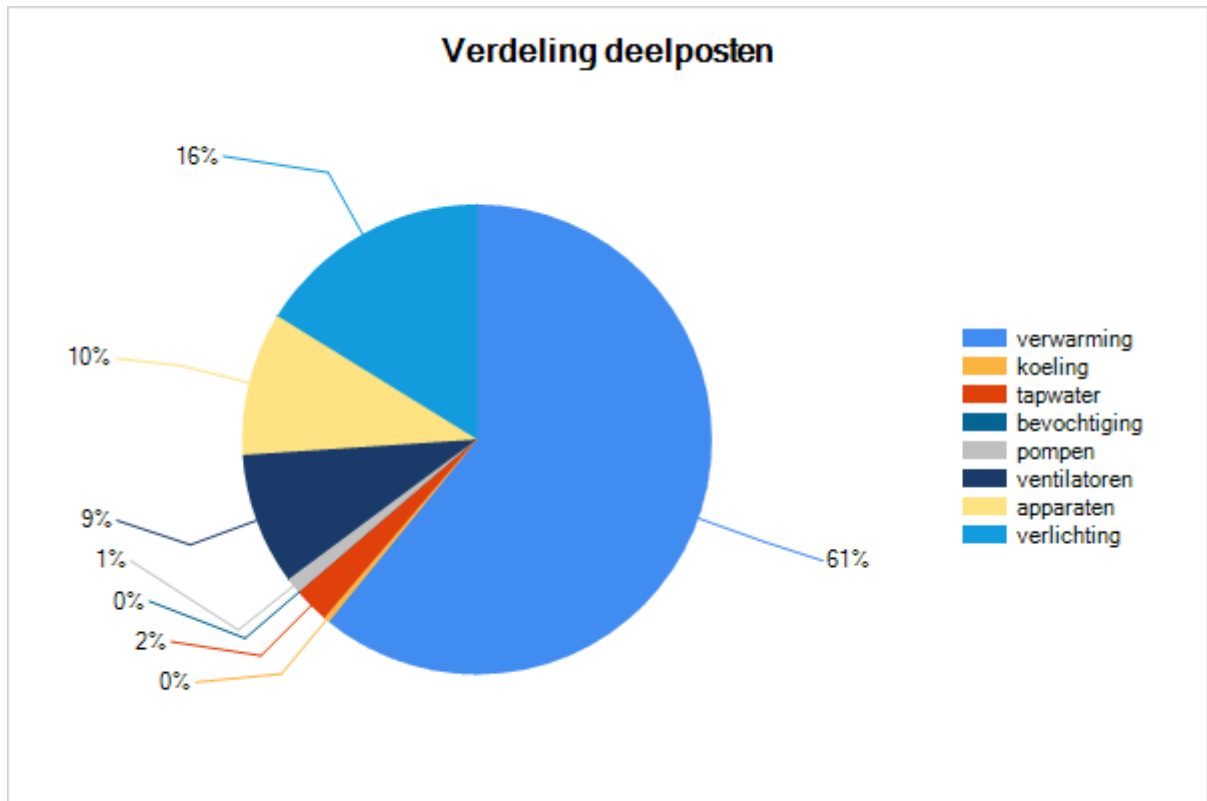
Naast het energielabel is met de EPA-U software ook het energiegebruik berekend. Hierbij is het referentieklimaat TRY De Bilt gebruikt, zodat de berekende verbruiken onafhankelijk zijn van de verschillen in het weer per jaar.

In Tabel 36 worden het totale gebruik per energiedrager (gas, elektriciteit en warmte) samengevat. Daaronder worden voor het gas-, elektrisch en warmteverbruik samen het totale primaire energiegebruik en de CO₂-emissie getoond. Daarbij zijn de totalen ook per vierkante meter netto gebruiksoppervlak weergegeven. Zo kunt u het energiegebruik van verschillende gebouwen met elkaar vergelijken.

Tabel 36 Energiegebruik in de huidige situatie

Energiedrager	Totaal	Per m ² NVO	Eenheid
Gasverbruik	43.352	17,6	m ³ /jaar
Elektriciteitsverbruik	101.679	41,3	kWh/jaar
Warmteverbruik	0,0	0,0	GJ/jaar
Primaire energie	2.463.267	1.001,5	MJ/jaar
CO ₂ -emissie	134.717	54,8	kg/jaar

Voorts wordt in het cirkeldiagram in Figuur 6 en in Tabel 37 het primaire energiegebruik per deelpost gepresenteerd. Dit geeft een goed beeld welke post het meeste energiegebruik omvat. In de tabel vindt u ook de eventuele energiebijdrage van zonnepanelen (PV) en warmtekrachtinstallaties (WKK).



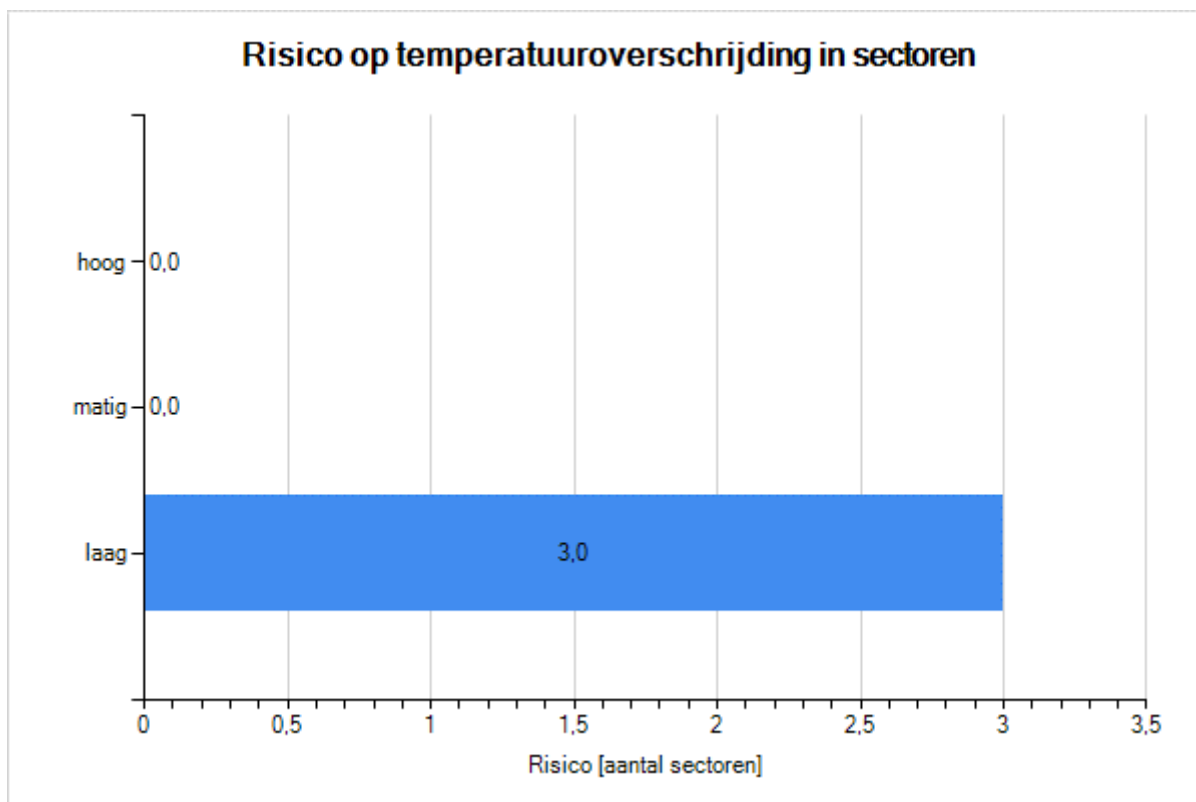
Figuur 6 Energiegebruik per deelpost in de huidige situatie

Tabel 37 Energiegebruik per deelpost in de huidige situatie

Deelpost	Totaal	Per m ² NVO	Eenheid
Verwarming	1.499.729	609,7	MJ/jaar
Koeling	9.321	3,8	MJ/jaar
Tapwater	60.548	24,6	MJ/jaar
Bevochtiging	0	0,0	MJ/jaar
Verlichting	398.818	162,1	MJ/jaar
Apparatuur	242.813	98,7	MJ/jaar
Ventilatoren	224.400	91,2	MJ/jaar
Pompen	27.638	11,2	MJ/jaar
PV-cellen	0	0,0	MJ/jaar
Warmtekracht	0	0,0	MJ/jaar
TOTAAL	2.463.267	1.001,5	MJ/jaar

3.9 Thermisch comfort

Naast energiegebruik speelt het thermisch comfort een belangrijke factor in een energiebesparingsonderzoek. Een goed geïsoleerd gebouw kan dan wel een laag energiegebruik voor verwarming hebben, maar levert wel risico's op te hoge binnentemperaturen in de zomerperiode. In het staafdiagram in Figuur 7 wordt dit risico weergegeven. U vindt hier het aantal energiesectoren met een laag, een matig en een hoog risico op temperatuuroverschrijdingen.



Figuur 7 Risico op temperatuuroverschrijding in de energiesectoren