Multical
ingenieursbureau

**Raadhuisplein 1 / 2215MA Voorhout**

| | |
|---|---|
| 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 Raadhuisplein 1 te Voorhout heeft het energielabel **A** (EI = 0,89). 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 $CO_2$-reductie.

Tabel 1 Samenvatting energie-advies

| Maatregelpakket | Investering [€] | NCW [€] | TVT [jaar] | Label [A++ t/m G] | Energie-besparing [€/jaar] | CO2-reductie [%/jaar] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Vervangen houten kozijnen / deuren / panelen* | 296.307 | 135.417 | 40,6 | A | 3.833 | 7,4 |
| *Vervangen beglazing / deuren / panelen* | 164.673 | 256.698 | 28,5 | A | 3.741 | 7,2 |
| *Vervangen alu pui entree* | 17.901 | -3.725 | 56,2 | A | 126 | 0,2 |
| *Vervanging dakpakket* | 388.008 | -50.293 | 53,7 | A | 2.998 | 5,8 |
| *Plaatsen voorzetwanden* | 314.410 | -111.836 | 62,0 | A | 1.799 | 3,5 |
| *CV -> Warmtepomp MT* | 248.000 | 2.312.720 | 9,9 | A | 21.609 | 30,7 |
| *PV-panelen vervangen* | 98.600 | -11.073 | 54,3 | A | 1.187 | 6,4 |
| *Schil (glas + dak)* | 526.042 | 148.226 | 43,7 | A | 5.986 | 11,6 |
| *Schil (glas + dak) + warmtepomp* | 774.042 | 1.844.512 | 23,8 | A | 22.394 | 34,9 |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw)* | 840.453 | 33.874 | 49,0 | A | 7.763 | 15,0 |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw) + warmtepomp* | 1.088.453 | 1.547.261 | 29,8 | A | 22.627 | 36,1 |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + daglicht LED* | 787.867 | 1.838.328 | 24,0 | A | 22.497 | 35,4 |
| *Kozijnen + daken* | 702.216 | 79.095 | 47,2 | A | 6.937 | 13,4 |
| *Koz + dak + warmtepomp* | 950.216 | 1.677.519 | 27,3 | A | 22.518 | 35,6 |
| *koz + dak + voorzetw* | 1.016.627 | -35.947 | 50,9 | A | 8.707 | 16,9 |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp* | 1.253.653 | 1.390.159 | 32,6 | A | 22.736 | 36,7 |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp + pv* | 1.352.253 | 1.379.086 | 33,4 | A | 23.923 | 43,1 |
| *Vervangen houten kozijnen / deuren / panelen* | 296.307 | 135.417 | 40,6 | A | 3.833 | 7,4 |

# 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 ..... 7
2.5 Praktische informatie over maatregelen ..... 18
**3 Conclusies en aanbevelingen** ..... **20**
**A. Bijlage - beschrijving van het gebouw** ..... **24**
3.1 Inleiding ..... 24
3.2 Algemene gegevens ..... 24
3.3 De klimaatinstallatie(s) ..... 24
3.4 De bouwkundige constructies ..... 25
3.5 De energiesector(en) ..... 26
**B. Bijlage - energiegebruik huidige situatie** ..... **30**
3.6 Inleiding ..... 30
3.7 Het energielabel ..... 30
3.8 Het berekende energiegebruik ..... 30
3.9 Controle met werkelijke meterstanden ..... 31
3.10 Thermisch comfort ..... 32

# 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 doorexploitatie 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, bevochting 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 afgiftetemperatuur 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 betekend 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 energie-onderzoek.

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] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Vervanging hk.dg* | 60.023 | 27.687 | 40,5 | A | 779 | 1,5 |
| *Vervanging hk.dg.ov1* | 0 | 0 | 999,0 | A | 0 | 0,0 |
| *Vervanging hk.dg.ov2* | 0 | 0 | 999,0 | A | 0 | 0,0 |
| *Vervanging hk.dg.zw* | 204.145 | 91.923 | 40,7 | A | 2.629 | 5,1 |
| *Vervanging deur* | 20.174 | 19.092 | 34,1 | A | 349 | 0,7 |
| *Vervangen panelen met kozijn* | 11.966 | -2.913 | 57,5 | A | 80 | 0,2 |
| *Vervangen alu.dg pui* | 12.345 | 1.831 | 46,4 | A | 126 | 0,2 |
| *Vervangen alu.dg.ov2 pui* | 5.556 | -5.556 | 999,0 | A | 0 | 0,0 |
| *MT/HT warmtepomp* | 248.000 | 2.312.720 | 9,9 | A | 21.609 | 30,7 |
| *Upgrade PV-panelen* | 98.600 | -11.073 | 54,3 | A | 1.187 | 6,4 |
| *Vervanging dakpakket dakpannen + iso* | 377.034 | -51.441 | 53,9 | A | 2.891 | 5,6 |
| *Voorzetwanden* | 314.410 | -111.836 | 62,0 | A | 1.799 | 3,5 |
| *Vervangen dakpakket vlak dak* | 10.974 | 1.227 | 47,3 | A | 108 | 0,2 |
| *Glasvervanging hk.dg* | 20.878 | 41.116 | 25,7 | A | 550 | 1,1 |
| *Glasvervanging hk.dg.ov1* | 0 | 0 | 999,0 | A | 0 | 0,0 |
| *Glasvervanging hk.dg.ov2* | 0 | 0 | 999,0 | A | 0 | 0,0 |
| *Glasvervanging hk.dg.zw* | 67.116 | 146.497 | 24,5 | A | 1.897 | 3,7 |
| *Vervangen panelen in koz* | 11.966 | -2.913 | 57,5 | A | 80 | 0,2 |
| *Daglichtregeling verlichting verblijfsruimten* | 13.825 | -11.308 | 999,0 | A | 60 | 0,5 |
| *Glasvervanging hk.dg.zw.ov2* | 44.539 | 52.527 | 31,7 | A | 862 | 1,7 |

## 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 pakketen, 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

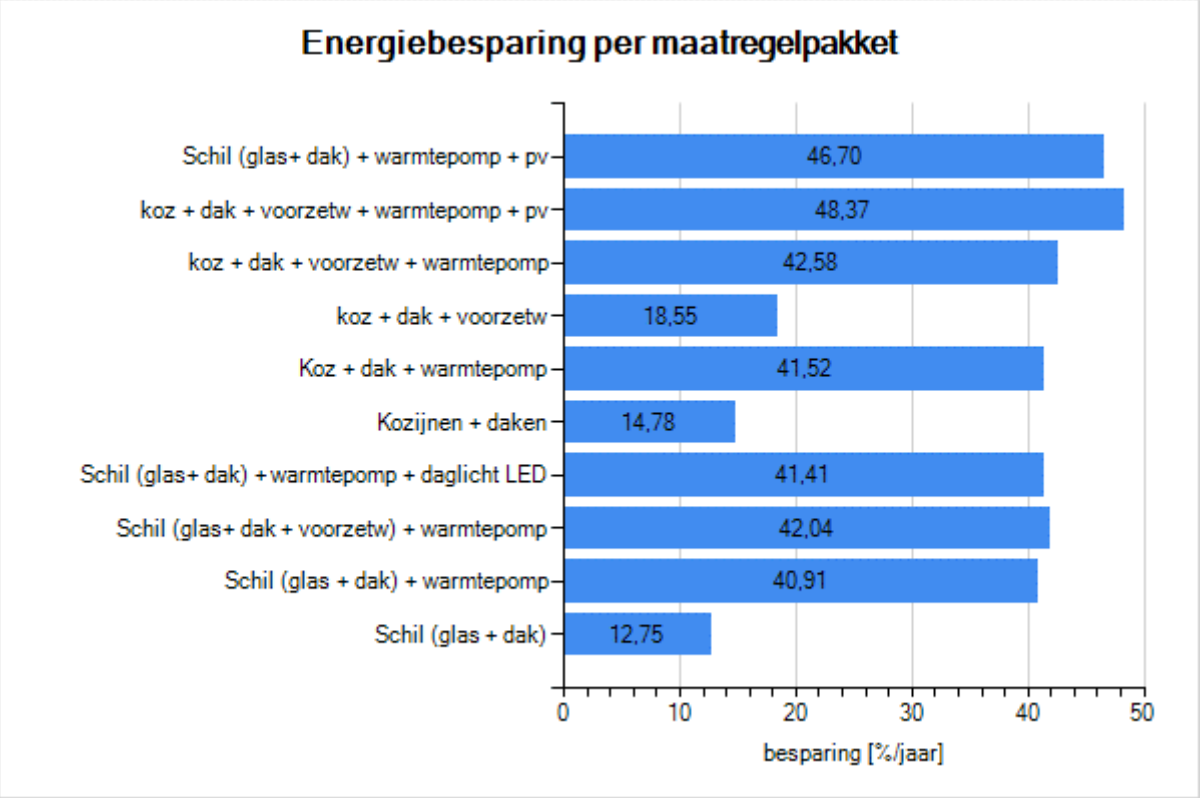
| Maatregelpakket | Maatregelen | Kosten [€] | Subsidie [€] |
|---|---|---|---|
| *Vervangen houten kozijnen / deuren / panelen* | Vervanging hk.dg | 60.023 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.zw | 204.145 | 0 |
| | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen panelen met kozijn | 11.966 | 0 |
| *Vervangen beglazing / deuren / panelen* | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen panelen met kozijn | 11.966 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg | 20.878 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.zw | 67.116 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.zw.ov2 | 44.539 | 0 |
| *Vervangen alu pui entree* | Vervangen alu.dg pui | 12.345 | 0 |
| | Vervangen alu.dg.ov2 pui | 5.556 | 0 |
| *Vervanging dakpakket* | Vervanging dakpakket dakpannen + iso | 377.034 | 0 |
| | Vervangen dakpakket vlak dak | 10.974 | 0 |
| *Plaatsen voorzetwanden* | Voorzetwanden | 314.410 | 0 |
| *CV -> Warmtepomp MT* | MT/HT warmtepomp | 248.000 | 0 |
| *PV-panelen vervangen* | Upgrade PV-panelen | 98.600 | 0 |
| *Schil (glas + dak)* | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen alu.dg pui | 12.345 | 0 |
| | Vervangen alu.dg.ov2 pui | 5.556 | 0 |
| | Vervanging dakpakket dakpannen + iso | 377.034 | 0 |
| | Vervangen dakpakket vlak dak | 10.974 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg | 20.878 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.zw | 67.116 | 0 |
| | Vervangen panelen in koz | 11.966 | 0 |
| *Schil (glas + dak) + warmtepomp* | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen alu.dg pui | 12.345 | 0 |
| | Vervangen alu.dg.ov2 pui | 5.556 | 0 |
| | MT/HT warmtepomp | 248.000 | 0 |
| | Vervanging dakpakket dakpannen + iso | 377.034 | 0 |
| | Vervangen dakpakket vlak dak | 10.974 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg | 20.878 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.zw | 67.116 | 0 |
| | Vervangen panelen in koz | 11.966 | 0 |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw)* | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen panelen met kozijn | 11.966 | 0 |
| | Vervangen alu.dg pui | 12.345 | 0 |
| | Vervangen alu.dg.ov2 pui | 5.556 | 0 |
| | Vervanging dakpakket dakpannen + iso | 377.034 | 0 |
| | Voorzetwanden | 314.410 | 0 |
| | Vervangen dakpakket vlak dak | 10.974 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg | 20.878 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.zw | 67.116 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Schil (glas+ dak + voorzetw) + warmtepomp* | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen panelen met kozijn | 11.966 | 0 |
| | Vervangen alu.dg pui | 12.345 | 0 |
| | Vervangen alu.dg.ov2 pui | 5.556 | 0 |
| | MT/HT warmtepomp | 248.000 | 0 |
| | Vervanging dakpakket dakpannen + iso | 377.034 | 0 |
| | Voorzetwanden | 314.410 | 0 |
| | Vervangen dakpakket vlak dak | 10.974 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg | 20.878 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.zw | 67.116 | 0 |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + daglicht LED* | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen alu.dg pui | 12.345 | 0 |
| | Vervangen alu.dg.ov2 pui | 5.556 | 0 |
| | MT/HT warmtepomp | 248.000 | 0 |
| | Vervanging dakpakket dakpannen + iso | 377.034 | 0 |
| | Vervangen dakpakket vlak dak | 10.974 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg | 20.878 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.zw | 67.116 | 0 |
| | Vervangen panelen in koz | 11.966 | 0 |
| | Daglichtregeling verlichting verblijfsruimten | 13.825 | 0 |
| *Kozijnen + daken* | Vervanging hk.dg | 60.023 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.zw | 204.145 | 0 |
| | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen panelen met kozijn | 11.966 | 0 |
| | Vervangen alu.dg pui | 12.345 | 0 |
| | Vervangen alu.dg.ov2 pui | 5.556 | 0 |
| | Vervanging dakpakket dakpannen + iso | 377.034 | 0 |
| | Vervangen dakpakket vlak dak | 10.974 | 0 |
| *Koz + dak + warmtepomp* | Vervanging hk.dg | 60.023 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.zw | 204.145 | 0 |
| | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen panelen met kozijn | 11.966 | 0 |
| | Vervangen alu.dg pui | 12.345 | 0 |
| | Vervangen alu.dg.ov2 pui | 5.556 | 0 |
| | MT/HT warmtepomp | 248.000 | 0 |
| | Vervanging dakpakket dakpannen + iso | 377.034 | 0 |
| | Vervangen dakpakket vlak dak | 10.974 | 0 |
| *koz + dak + voorzetw* | Vervanging hk.dg | 60.023 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.zw | 204.145 | 0 |
| | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen panelen met kozijn | 11.966 | 0 |
| | Vervangen alu.dg pui | 12.345 | 0 |
| | Vervangen alu.dg.ov2 pui | 5.556 | 0 |
| | Vervanging dakpakket dakpannen + iso | 377.034 | 0 |
| | Voorzetwanden | 314.410 | 0 |
| | Vervangen dakpakket vlak dak | 10.974 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp* | Vervanging hk.dg | 60.023 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.zw | 204.145 | 0 |
| | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen panelen met kozijn | 11.966 | 0 |
| | Vervangen alu.dg pui | 12.345 | 0 |
| | Vervangen alu.dg.ov2 pui | 5.556 | 0 |
| | MT/HT warmtepomp | 248.000 | 0 |
| | Vervanging dakpakket dakpannen + iso | 377.034 | 0 |
| | Voorzetwanden | 314.410 | 0 |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp + pv* | Vervanging hk.dg | 60.023 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Vervanging hk.dg.zw | 204.145 | 0 |
| | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen panelen met kozijn | 11.966 | 0 |
| | Vervangen alu.dg pui | 12.345 | 0 |
| | Vervangen alu.dg.ov2 pui | 5.556 | 0 |
| | MT/HT warmtepomp | 248.000 | 0 |
| | Upgrade PV-panelen | 98.600 | 0 |
| | Vervanging dakpakket dakpannen + iso | 377.034 | 0 |
| | Voorzetwanden | 314.410 | 0 |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + pv* | Vervanging deur | 20.174 | 0 |
| | Vervangen alu.dg pui | 12.345 | 0 |
| | Vervangen alu.dg.ov2 pui | 5.556 | 0 |
| | MT/HT warmtepomp | 248.000 | 0 |
| | Upgrade PV-panelen | 98.600 | 0 |
| | Vervanging dakpakket dakpannen + iso | 377.034 | 0 |
| | Vervangen dakpakket vlak dak | 10.974 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg | 20.878 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov1 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.ov2 | 0 | 0 |
| | Glasvervanging hk.dg.zw | 67.116 | 0 |
| | Vervangen panelen in koz | 11.966 | 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

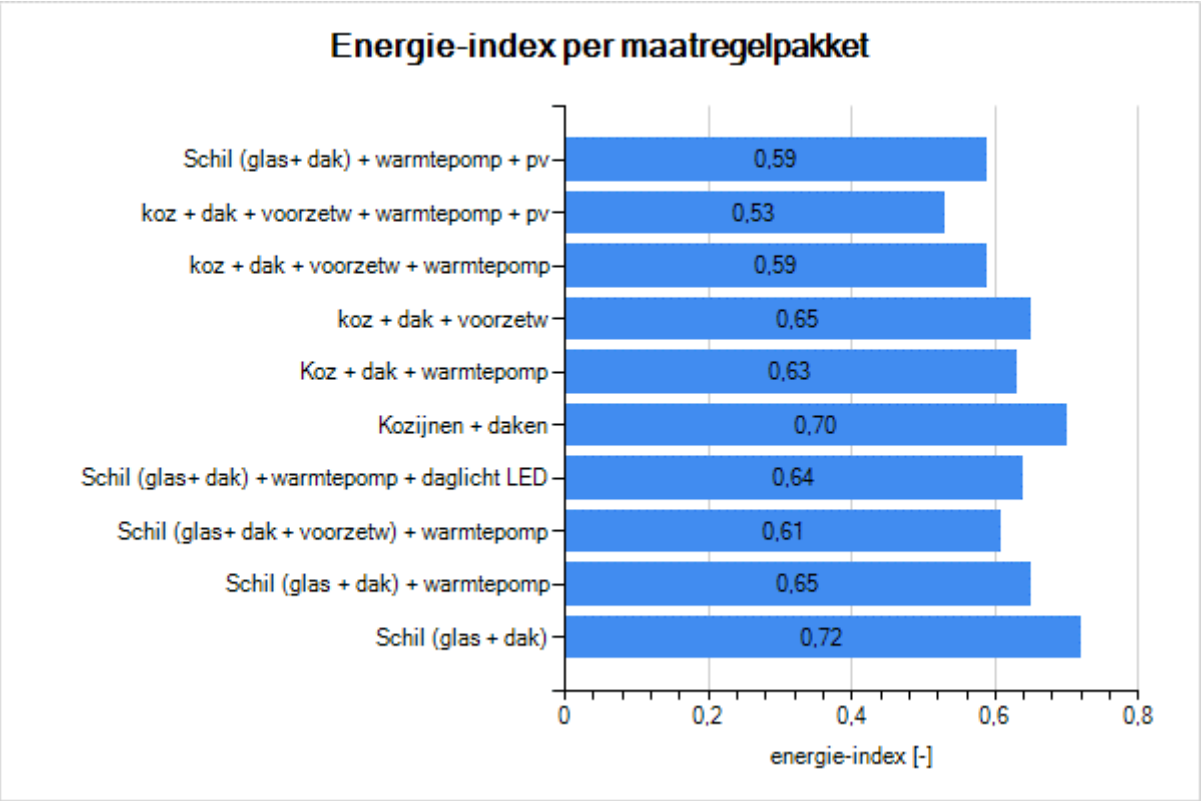
| Maatregelpakket | Gas besparing | Elektr. besparing | Warmte besparing |
|---|---|---|---|
| *Huidige situatie* | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| *Vervangen houten kozijnen / deuren / panelen* | 15,4 % | 0,0 % | 0,0 % |
| *Vervangen beglazing / deuren / panelen* | 15,0 % | 0,0 % | 0,0 % |
| *Vervangen alu pui entree* | 0,5 % | 0,0 % | 0,0 % |
| *Vervanging dakpakket* | 12,1 % | 0,0 % | 0,0 % |
| *Plaatsen voorzetwanden* | 7,2 % | 0,0 % | 0,0 % |
| *CV -> Warmtepomp MT* | 100,0 % | -33,8 % | 0,0 % |
| *PV-panelen vervangen* | 0,0 % | 12,3 % | 0,0 % |
| *Schil (glas + dak)* | 24,1 % | 0,0 % | 0,0 % |
| *Schil (glas + dak) + warmtepomp* | 100,0 % | -25,7 % | 0,0 % |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw)* | 31,2 % | 0,0 % | 0,0 % |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw) + warmtepomp* | 100,0 % | -23,2 % | 0,0 % |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + daglicht LED* | 100,0 % | -24,6 % | 0,0 % |
| *Kozijnen + daken* | 27,9 % | 0,0 % | 0,0 % |
| *Koz + dak + warmtepomp* | 100,0 % | -24,4 % | 0,0 % |
| *koz + dak + voorzetw* | 35,0 % | 0,0 % | 0,0 % |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp* | 100,0 % | -22,1 % | 0,0 % |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp + pv* | 100,0 % | -9,8 % | 0,0 % |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + pv* | 100,0 % | -13,3 % | 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] |
|---|---|---|---|
| *Huidige situatie* | 30.327 | 102.569 | 0,0 |
| *Vervangen houten kozijnen / deuren / panelen* | 25.652 | 102.569 | 0,0 |
| *Vervangen beglazing / deuren / panelen* | 25.764 | 102.569 | 0,0 |
| *Vervangen alu pui entree* | 30.173 | 102.569 | 0,0 |
| *Vervanging dakpakket* | 26.670 | 102.569 | 0,0 |
| *Plaatsen voorzetwanden* | 28.133 | 102.569 | 0,0 |
| *CV -> Warmtepomp MT* | 0 | 137.234 | 0,0 |
| *PV-panelen vervangen* | 30.327 | 89.941 | 0,0 |
| *Schil (glas + dak)* | 23.026 | 102.569 | 0,0 |
| *Schil (glas + dak) + warmtepomp* | 0 | 128.889 | 0,0 |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw)* | 20.860 | 102.569 | 0,0 |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw) + warmtepomp* | 0 | 126.413 | 0,0 |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + daglicht LED* | 0 | 127.786 | 0,0 |
| *Kozijnen + daken* | 21.867 | 102.569 | 0,0 |
| *Koz + dak + warmtepomp* | 0 | 127.564 | 0,0 |
| *koz + dak + voorzetw* | 19.709 | 102.569 | 0,0 |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp* | 0 | 125.245 | 0,0 |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp + pv* | 0 | 112.616 | 0,0 |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + pv* | 0 | 116.260 | 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.



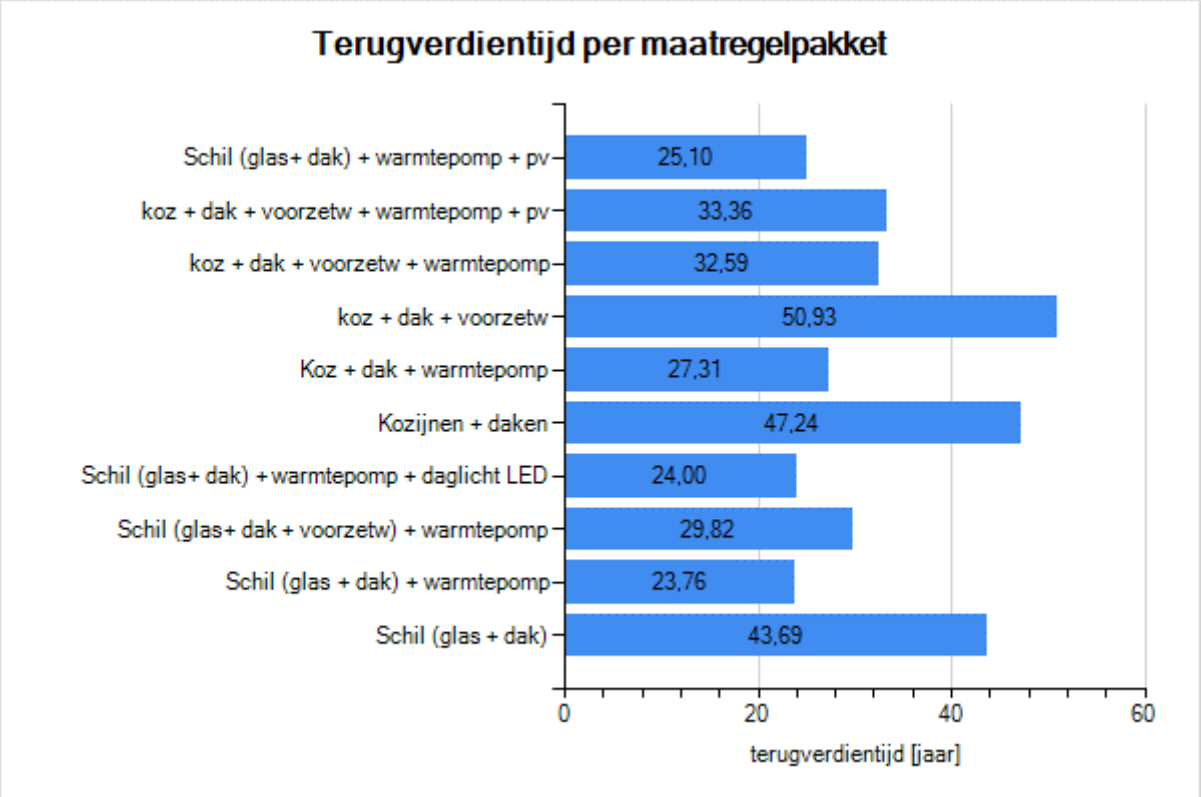

Figuur 2 Energie-index van de maatregelpakketten

Tabel 6 Energielabel van de maatregelpakketten

| Maatregelpakket | EI [-] | E.label |
|---|---|---|
| *Huidige situatie* | 0,89 | A |
| *Vervangen houten kozijnen / deuren / panelen* | 0,78 | A |
| *Vervangen beglazing / deuren / panelen* | 0,79 | A |
| *Vervangen alu pui entree* | 0,88 | A |
| *Vervanging dakpakket* | 0,80 | A |
| *Plaatsen voorzetwanden* | 0,84 | A |
| *CV -> Warmtepomp MT* | 0,79 | A |
| *PV-panelen vervangen* | 0,82 | A |
| *Schil (glas + dak)* | 0,72 | A |
| *Schil (glas + dak) + warmtepomp* | 0,65 | A |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw)* | 0,68 | A |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw) + warmtepomp* | 0,61 | A |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + daglicht LED* | 0,64 | A |
| *Kozijnen + daken* | 0,70 | A |
| *Koz + dak + warmtepomp* | 0,63 | A |
| *koz + dak + voorzetw* | 0,65 | A |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp* | 0,59 | A |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp + pv* | 0,53 | A |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + pv* | 0,59 | A |

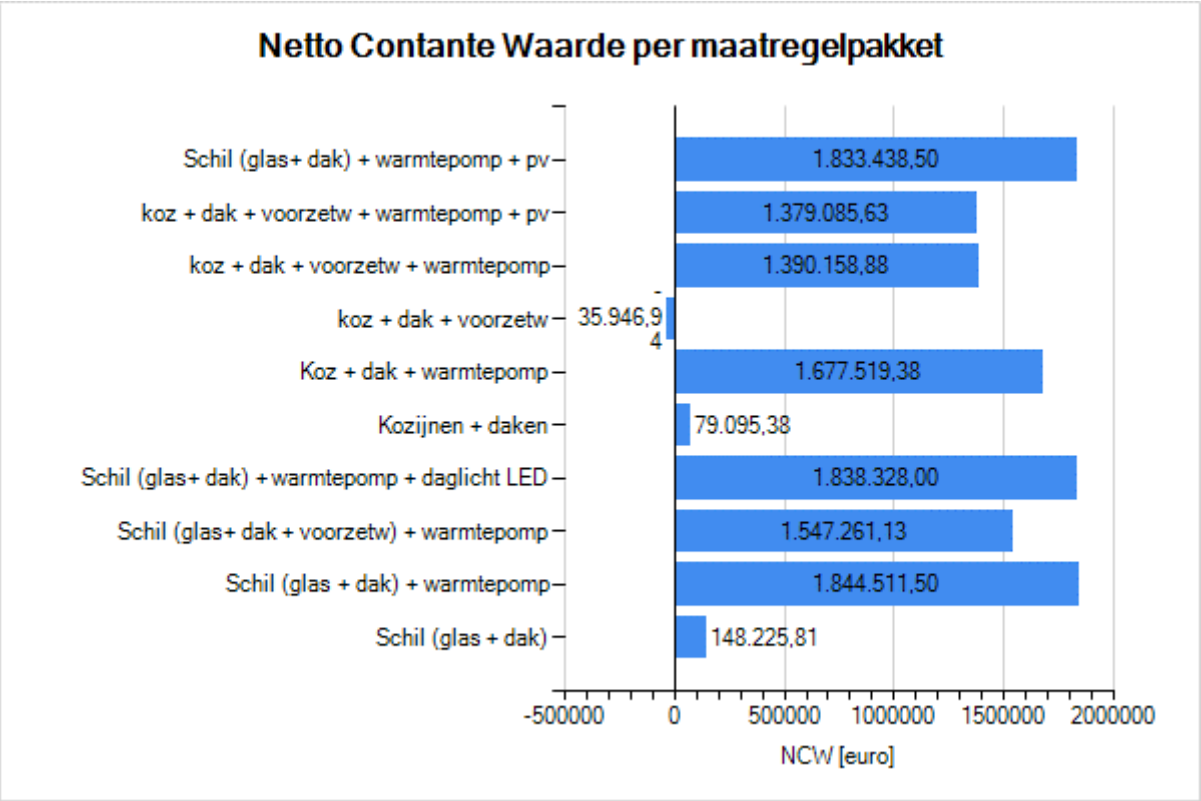
### *2.4.3 Verwachte kostenbesparing*

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 terugverdientijd (ETVT), de terugverdientijd 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 [€] |
|---|---|---|---|
| *Vervangen houten kozijnen / deuren / panelen* | 77,3 | 40,6 | 135.417,1 |
| *Vervangen beglazing / deuren / panelen* | 44,0 | 28,5 | 256.698,2 |
| *Vervangen alu pui entree* | 142,2 | 56,2 | -3.725,4 |
| *Vervanging dakpakket* | 129,4 | 53,7 | -50.292,9 |
| *Plaatsen voorzetwanden* | 174,8 | 62,0 | -111.836,3 |
| *CV -> Warmtepomp MT* | 11,5 | 9,9 | 2.312.719,8 |
| *PV-panelen vervangen* | 83,1 | 54,3 | -11.073,1 |
| *Schil (glas + dak)* | 87,9 | 43,7 | 148.225,8 |
| *Schil (glas + dak) + warmtepomp* | 34,6 | 23,8 | 1.844.511,5 |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw)* | 108,3 | 49,0 | 33.874,3 |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw) + warmtepomp* | 48,1 | 29,8 | 1.547.261,1 |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + daglicht LED* | 35,0 | 24,0 | 1.838.328,0 |
| *Kozijnen + daken* | 101,2 | 47,2 | 79.095,4 |
| *Koz + dak + warmtepomp* | 42,2 | 27,3 | 1.677.519,4 |
| *koz + dak + voorzetw* | 116,8 | 50,9 | -35.946,9 |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp* | 55,1 | 32,6 | 1.390.158,9 |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp + pv* | 56,5 | 33,4 | 1.379.085,6 |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + pv* | 37,0 | 25,1 | 1.833.438,5 |

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] |
|---|---|---|---|---|
| *Vervangen houten kozijnen / deuren / panelen* | 3.833 | 0 | 0 | **3.833** |
| *Vervangen beglazing / deuren / panelen* | 3.741 | 0 | 0 | **3.741** |
| *Vervangen alu pui entree* | 126 | 0 | 0 | **126** |
| *Vervanging dakpakket* | 2.998 | 0 | 0 | **2.998** |
| *Plaatsen voorzetwanden* | 1.799 | 0 | 0 | **1.799** |
| *CV -> Warmtepomp MT* | 24.868 | -3.258 | 0 | **21.609** |
| *PV-panelen vervangen* | 0 | 1.187 | 0 | **1.187** |
| *Schil (glas + dak)* | 5.986 | 0 | 0 | **5.986** |
| *Schil (glas + dak) + warmtepomp* | 24.868 | -2.474 | 0 | **22.394** |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw)* | 7.763 | 0 | 0 | **7.763** |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw) + warmtepomp* | 24.868 | -2.241 | 0 | **22.627** |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + daglicht LED* | 24.868 | -2.370 | 0 | **22.497** |
| *Kozijnen + daken* | 6.937 | 0 | 0 | **6.937** |
| *Koz + dak + warmtepomp* | 24.868 | -2.350 | 0 | **22.518** |
| *koz + dak + voorzetw* | 8.707 | 0 | 0 | **8.707** |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp* | 24.868 | -2.131 | 0 | **22.736** |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp + pv* | 24.868 | -944 | 0 | **23.923** |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + pv* | 24.868 | -1.287 | 0 | **23.581** |

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 [€/m³] | Elektr. [€/kWh] | Warmte [€/GJ] | Stijging [%/jaar] |
|---|---|---|---|---|
| *Vervangen houten kozijnen / deuren / panelen* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *Vervangen beglazing / deuren / panelen* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *Vervangen alu pui entree* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *Vervanging dakpakket* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *Plaatsen voorzetwanden* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *CV -> Warmtepomp MT* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *PV-panelen vervangen* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *Schil (glas + dak)* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |

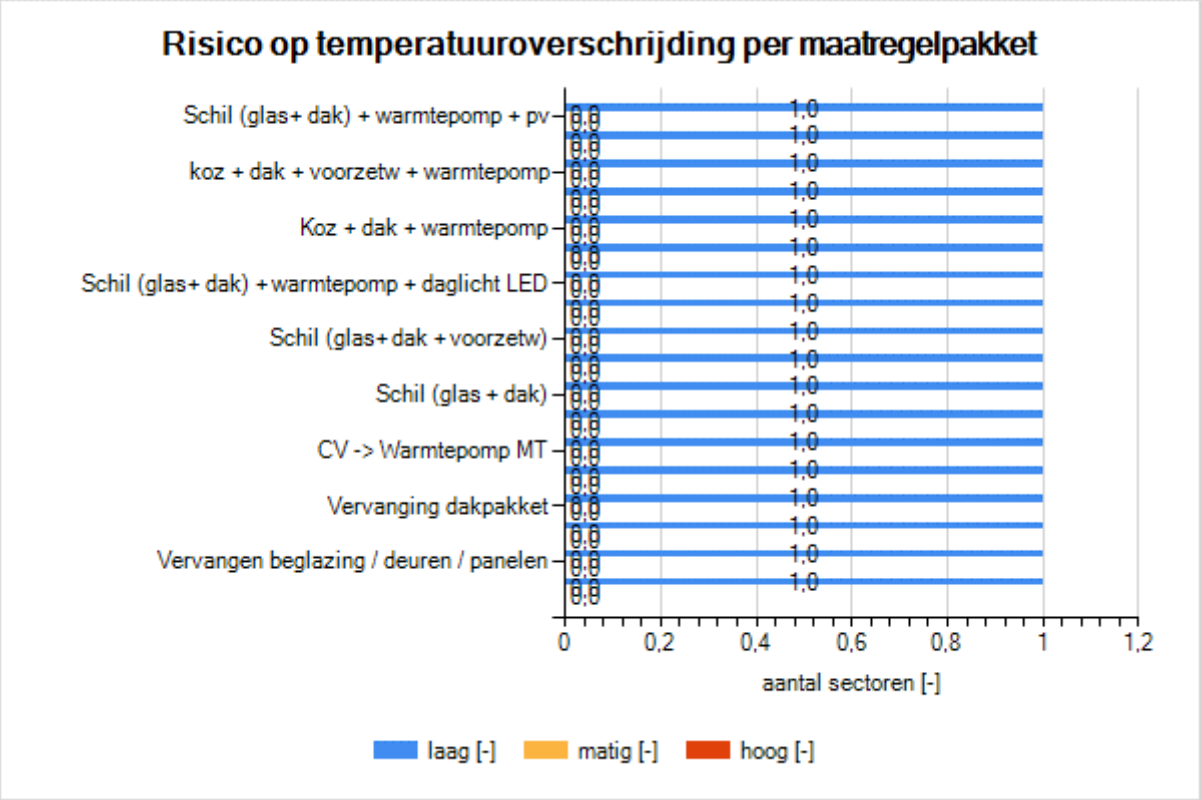
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Schil (glas + dak) + warmtepomp* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw)* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw) + warmtepomp* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + daglicht LED* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *Kozijnen + daken* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *Koz + dak + warmtepomp* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *koz + dak + voorzetw* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp + pv* | 0,56 | 0,08 | 0,00 | 3,5% \| 2,0% \| 0,0% |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + 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] | Belas-ting [%] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Vervangen houten kozijnen / deuren / panelen* | 296.307 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *Vervangen beglazing / deuren / panelen* | 164.673 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *Vervangen alu pui entree* | 17.901 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *Vervanging dakpakket* | 388.008 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *Plaatsen voorzetwanden* | 314.410 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *CV -> Warmtepomp MT* | 248.000 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *PV-panelen vervangen* | 98.600 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *Schil (glas + dak)* | 526.042 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *Schil (glas + dak) + warmtepomp* | 774.042 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw)* | 840.453 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw) + warmtepomp* | 1.088.453 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + daglicht LED* | 787.867 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *Kozijnen + daken* | 702.216 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *Koz + dak + warmtepomp* | 950.216 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *koz + dak + voorzetw* | 1.016.627 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp* | 1.253.653 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp + pv* | 1.352.253 | 0 | 50 | 2,0 % | 2,5 % | 0,0 % |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + pv* | 872.642 | 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 Rc=2,5 m2K/W of beter moeten hebben, en de gevelkozijnen en lichtstralen en dergelijke moeten zijn voorzien van HR++ beglazing, om warmtepompen rendabel te maken.

Het bestuurscentrum is rond 1991 gebouwd. De gevels, dak en vloer zijn daarna niet extra geïsoleerd, de originele isolatiewaarden zijn nog aanwezig. De dichte gevels, daken en vloeren voldoen daardoor (net) niet aan bovengenoemde richtlijn. Het gebouw is met uitzondering van de entree voorzien van houten gevelkozijnen met HR beglazing. De houten kozijnen zijn in goede conditie. Voor het energieneutraal maken van het gebouw hebben wij berekend of de kozijnen vervangen moeten worden of dat vervanging van de beglazing en paneelvullingen door HR++ beglazing en beter geïsoleerde paneelvullingen voldoende is. Zoals uit de energiebesparing per maatregel (tabel 4) blijkt dat het verschil overbrugbaar is (nieuwe kozijnen met triple glas besparen 15,4% gas, HR++ beglazing + paneelvullingen leveren een besparing van 11,6% gas op). Dat komt neer op een verschil van 1.200 m3 gas, oftewel 1.300 kWh indien warmtepompen worden geplaatst. Met HR++ glas is de schil voldoende geïsoleerd voor warmtepompen, en het verschil in investering is enorm. Derhalve adviseren wij het HR glas en de paneelvullingen en deuren te vervangen, maar niet de gehele gevelkozijnen.

Tabel 11 Relatieve energiebesparing ten opzichte van de huidige situatie

| Maatregelpakket | Gas besparing | Elektr. besparing |
|---|---|---|
| *Huidige situatie* | 0.0 | 0.0 |
| *Vervangen houten kozijnen / deuren / panelen* | 15,4 % | 0,0 % |
| *Vervangen beglazing / deuren / panelen* | 11,6 % | 0,0 % |
| *Vervangen alu pui entree* | 0,5 % | 0,0 % |
| *Vervanging dakpakket* | 12,1 % | 0,0 % |
| *Plaatsen voorzetwanden* | 7,2 % | 0,0 % |
| *CV -> Warmtepomp MT* | 100,0 % | -33,8 % |
| *PV-panelen vervangen* | 0,0 % | 12,3 % |
| *Schil (glas + dak)* | 24,1 % | 0,0 % |
| *Schil (glas + dak) + warmtepomp* | 100,0 % | -25,7 % |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw)* | 31,2 % | 0,0 % |
| *Schil (glas+ dak + voorzetw) + warmtepomp* | 100,0 % | -23,2 % |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + daglicht LED* | 100,0 % | -24,6 % |
| *Kozijnen + daken* | 27,9 % | 0,0 % |
| *Koz + dak + warmtepomp* | 100,0 % | -24,4 % |
| *koz + dak + voorzetw* | 35,0 % | 0,0 % |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp* | 100,0 % | -22,1 % |
| *koz + dak + voorzetw + warmtepomp + pv* | 100,0 % | -9,8 % |
| *Schil (glas+ dak) + warmtepomp + pv* | 100,0 % | -13,3 % |

De daken zijn reeds grotendeels voorzien van PV-panelen, voor zover gunstig gelegen qua bezonning en beschaduwing. De verlichting is reeds in LED uitgevoerd. Wel is het nog mogelijk om voor de verlichtingsarmaturen in verblijfsruimtes nabij de gevelkozijnen om daglichtdetectie aan te brengen, zodat op bescheiden schaal bespaard kan worden op het elektraverbruik van de verlichting.

De luchtbehandelingskast is relatief nieuw (2016), met redelijk goede warmteterugwinning. Er is alleen lokaal koeling aanwezig in de raadzaal en trouwzaal, deze zone is echter van dermate kleine

omvang dat de koeling niet is meegenomen. Vervangen van de luchtbehandelingskasten zou op zijn best marginale besparing opleveren, en is derhalve niet opgenomen in het advies.

De hellende daken zijn grotendeels reeds voorzien van PV-panelen, voor zover op de zon geörienteerd. Deze wekken nu reeds zo'n 80%-90% van het gebouwgebonden elektraverbruik op, een significant deel. Echter zal door de CV-ketels te vervangen door warmtepompen het elektriciteitsgebruik stijgen (het gasverbruik valt weg). Naast de laatste 10%-20% gebouwgebonden elektraverbruik zal de warmtepomp nog ca. 26.000kWh elektriciteit verbruiken.

Om het gebouw energieneutraal te maken is extra duurzame elektra opwekking nodig. Echter zijn de daken reeds voor 90%-95% volgelegd met PV-panelen in 2012 en 2017. Er kunnen wellicht nog enkele PV-panelen bijgeplaatst worden, maar niet genoeg om echt het verschil te maken. Om energieneutraal te worden zouden de bestaande PV-panelen moeten worden vervangen door nieuwe PV-panelen met een hogere opbrengst per paneel. Echter zouden de huidige PV-panelen nog tot ca. 2040-2042 functioneel zijn, eerdere vervanging is derhalve kapitaalvernietiging door vervroegde afschrijving (wat echter wel noodzakelijk is om energieneutraal te worden in 2030). Daarnaast is het vervangen van nog functionerende PV-panelen vanuit publicitair oogpunt geen ideale oplossing.

Een andere geadviseerde maatregel betreft het na-isoleren van de hellende daken. Vanuit bouwfysisch perspectief en overlast van de gebruikers is het beter om de hellende daken van buitenaf na te isoleren. Dat betekend vervanging van de dakpannen, aanbrengen isolatie, aanpassen van dakranden, goten en hemelwaterafvoeren. Echter zijn de dakpannen nog niet op het einde van hun technische levensduur, en liggen de bovengenoemde PV-panelen op de daken.

Gezien de raakvlakken tussen de PV-installatie en de hellende daken qua uitvoering adviseren wij deze op hetzelfde moment uit te voeren. De dakpannen staan ter vervanging in 2035, de PV-panelen in 2037 en 2042. Wij adviseren het dakpakket en de PV-panelen te vervangen in 2037, wanneer de oudste PV-installatie het einde levensduur bereikt

Een nadeel van deze stap is dat na-isolatie van het dak een energiebesparing van 12,4% met zich meebrengt. Dit houdt in dat als de CV-installatie net voor 2030 wordt vervangen door warmtepompen, zal ofwel deze vervanging uitgesteld moeten worden tot 2037, of zal een warmtepomp met een hogere capaciteit (ca. 45kW extra opwekking) moeten worden geïnstalleerd (die vervolgens na 2037 overcapaciteit heeft). De meerkosten hiervan bedragen ca. € 75.600,- (investeringskosten).

De vervroegde afschrijvingskosten van het pannendak en de PV-installaties zijn hoger dan de meerinvestering van de hogere capaciteit van de warmtepompen. Daarom is het vanuit economisch perspectief een goede optie om vervanging van het pannendak en PV-installatie uit te stellen tot ca. 2037. De overige werkzaamheden kunnen conform het originele plan worden uitgevoerd. Het gevolg hiervan is dat het gebouw pas rond 2037 energieneutraal is. Er is in het rapport nog gerekend met 360WP panelen, waar een beperkt restverbruik elektra van ca. 4.000k Wh mee overbleef. Inmiddels schuift de standaard al op naar 400 Wp panelen, waarmee dit tekort afgedekt wordt zonder dat de kosten toenemen.

De conditiestaat en de kenmerken van het gebouw staan een gefaseerde verduurzaming toe. Er zijn geen elementen die de verduurzaming raken die in een slechte conditiestaat zijn en aan vervanging toe zijn. Van de voorgestelde maatregelen raken er twee elkaar: het isoleren van de hellende daken en de upgrade van de PV-installatie.

De vervanging van de beglazing door HR++ beglazing, gevelpanelen en deuren is een op zichzelf staande maatregel, die op ieder moment uitgevoerd kan worden (idealiter in combinatie met schilderwerk conform MJOP). Wanneer dit wordt uitgevoerd voordat de overige maatregelen doorgevoerd worden, zal dit al per direct energie gaan besparen, zo'n 4.000 m3 gas per jaar. De aanpassing van de verlichtingsinstallatie is ook een zelfstandige maatregel, de daglichtdetectie kan op ieder moment worden aangebracht.

Het vervangen van de CV-ketels door warmtepompen kan tegelijk of na de glasvervanging doorgevoerd worden. Gezien de leeftijd van de CV-ketels (2013) adviseren wij deze vervanging meer richting 2030 pas uit te voeren.

Als alternatief op het originele rapport zou uitstel van vervanging van de pannendaken en PV-installaties het volgende betekenen voor de kosten:

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

| Maatregel | Bouwsom [€] | Investering excl. BTW [€] | Vervangingsjaar |
|---|---|---|---|
| *Glasvervanging / paneelvervanging* | 164.673 | 230.542 | 2021-2030 |
| *Vervanging platdak dakterras* | 13.430 | 18.802 | 2028-2030 |
| *Daglichtregeling verlichting verblijfsruimten* | 13.825 | 19.355 | 2021-2022 |
| *MT/HT warmtepomp* | 248.000 | 347.200 | 2028-2030 |
| *Extra capaciteit warmtepomp* | 54.000 | 75.600 | |
| *Regeltechniek* | 52.058 | 72.881 | 2028-2030 |
| | | | |
| ***TOTAAL energieneutraal 2037 / geoptimaliseerd*** | **545.986** | **764.380** | |
| *TOTAAL energieneutraal 2030* | 954.190 | 1.335.866 | |

*Merk op dat in 2037 een meerinvestering van ca. € 175.000 bovenop het MJOP nodig is om de dakpannen niet alleen te vervangen maar tevens extra isolatie aan te brengen en de randaansluitingen, hemelwaterafvoeren en dergelijke aan te passen.*

Indien één renovatiejaar de voorkeur heeft, adviseren wij 2029 te kiezen als renovatiejaar, aangezien dit goed aansluit op het MJOP vanuit de levensduur van de warmteopwekking en dakbedekking van het platte dak. Het is echter mogelijk om de glasvervanging/paneelvervanging eerder uit te voeren, indien gewenst. De aanpassing van de verlichtingsinstallatie adviseren wij zo spoedig mogelijk door te voeren. Deze is niet afhankelijk van andere maatregelen, heeft een beperkte investering en zorgt voor zeer beperkte overlast voor de gebruiker.

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

| Maatregel | MJOP jaar | Bouwsom [€] | Investering excl. BTW [€] |
|---|---|---|---|
| *Schilderwerk gevelkozijnen (glasverv.)* | 2027 | 20.908 | 29.271 |
| *Vervangen dakpakket* | 2035 | 104.773 | 146.682 |
| *CV-ketels vervangen* | 2031 | 21.241 | 29.737 |
| *Koelmachines vervangen* | 2031 | 28.000 | 39.200 |
| *Warmtedistributie (pompen, kleppen e.d.)* | 2028-2031 | 34.726 | 48.616 |
| *Regeltechniek* | 2034 | 52.058 | 72.881 |
| ***TOTAAL*** | | **261.706** | **366.387** |

Tabel 14 Overzicht van energielasten, kosten prijspeil 2021

| Situatie | Investering<br>€ | Electra [1]<br>kWh | gas<br>m3 | Energie-lasten [2]<br>€ |
|---|---|---|---|---|
| *Huidige situatie* | | 3.705 | 30.327 | € 15.576 |
| | | | | |
| *Energieneutraal* | **€ 1.335.866** | 4.085 | 0 | € 654 |
| *Energieneutraal 2037 / geoptimaliseerd [3]* | **€ 764.380** | 4.085 | 0 | € 654 |
| | | | | |
| *Energielabel A – voldoet reeds* | € 0 | | | |

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.
3. energielasten per 2037. Tussen 2029 en 2037 is het resterende energieverbruik elektra ca. 17.000 kWh per jaar, met een energielast van ca. € 2.805,- per jaar, exclusief netbeheerkosten en overige vaste lasten netbeheerder/energieleverancier.

Merk op dat het "restverbruik" elektra a 4.085 kW met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid gecompenseerd wordt door beter rendement van de PV-panelen. Er is gerekend met 360WP panelen, de standaard (beste opbrengst/kosten verhouding) schuift al op naar 400WP panelen.

# 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** | Raadhuisplein 1<br>2215MA Voorhout |
| **SBI-code** | 84 |
| **Bouwjaar** | 1991 |
| **Renovatiejaar** | |
| **Inspectiedatum** | 11 december 2020 |

## 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Installatie 1* | 3.155,0 | Mechanische balans | X | | X | | 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 |
|---|---|---|---|
| *Installatie 1* | Mechanische balans | Te openen ramen | Warmtewiel / Intermitterende WW |

### *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 |
|---|---|---|---|
| *Installatie 1* | HR107 ketel | Water en lucht | >50% autom. aan/uitregeling |

### *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 |
|---|---|---|---|
| *Installatie 1* | 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 |
|---|---|---|
| *Installatie 1* | Elektrische boiler | Tappunten binnen 3 meter |

### *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. |
|---|---|---|---|
| *Installatie 1* | 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 zonnesystemen van het gebouw opgesomd.

Tabel 22 Zonne-energie toegepast in het gebouw

| Klimaatinstallatie | Opp. [m$^2$] | Systeem | Specificatie |
|---|---|---|---|
| *Installatie 1* | 0,0 | Fotovoltaische cellen (PV) | Amorfe |
| | 0,0 | Fotovoltaische cellen (PV) | Amorfe |

## 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 [$m^2K/W$] | U [$W/ m^2K$] | ZTA [%] |
|---|---|---|---|---|
| *Hellend dak* | Dak | 2,00 | | |
| *Vlak dak* | Dak | 2,00 | | |
| *Wand* | Wand | 2,00 | | |
| *Vloer* | Vloer | 1,30 | | |
| *hk.dg* | Raam | | 2,90 | 70 |
| *hk.dg.zw* | Raam | | 2,90 | 70 |
| | | | | |
| | | | | |
| *Deur* | Deur | 0,12 | | |
| *Alk.dg* | Raam | | 4,10 | 70 |
| *Paneel* | Paneel | 2,00 | | |
| *hk.dg.zw.ov2* | Raam | | 2,90 | 70 |
| *Alk.dg.ov2* | Raam | | 4,10 | 70 |

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 | | |
|---|---|---|---|
| *Hellend dak* | Isolatiedikte onbekend | Bouwperiode 1988-1992 | |
| *Vlak dak* | Isolatiedikte onbekend | Bouwperiode 1988-1992 | |
| *Wand* | Isolatiedikte onbekend | Bouwperiode 1988-1992 | |
| *Vloer* | Isolatie onbekend | Bouwperiode 1988-1992 | |
| *hk.dg* | Hout of kunststof | Dubbel glas zonder coating | |
| *hk.dg.zw* | Hout of kunststof | Dubbel glas zonder coating | |
| | | | |
| | | | |
| *Deur* | D01 Deur | | |
| *Alk.dg* | Metaal | Dubbel glas zonder coating | |
| *Paneel* | Isolatie onbekend | Bouwperiode 1988-1992 | |
| *hk.dg.zw.ov2* | Hout of kunststof | Dubbel glas zonder coating | |
| *Alk.dg.ov2* | Metaal | Dubbel glas zonder coating | |

## 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 [m²] | Gebruiksfunctie |
|---|---|---|
| *Sector 1* | 3.155,0 | Kantoor |

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 [%] |
|---|---|---|
| *Sector 1* | 88.00 | 80 |

Tabel 27 Gebruikstijden van de energiesectoren

| Energiesector | Weken/jaar | Dagen/week | Uren/dag | Onderbreking |
|---|---|---|---|---|
| *Sector 1* | 51 | 5 | 8.00 tot 19.00 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] |
|---|---|---|---|
| *Sector 1* | 21,0 | 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 | Orientatie | Begrenzing |
|---|---|---|---|---|
| *Sector 1* | 70,8 | Vlak dak | Horizontaal | Buitenlucht |
| | 1.604,4 | Hellend dak | Horizontaal | Buitenlucht |
| | 1.597,0 | Vloer | Horizontaal | Kruipruimte |
| | 250,7 | Wand | Noord-West | Buitenlucht |
| | 51,4 | hk.dg.zw | Noord-West | Buitenlucht |
| | 17,8 | hk.dg.zw.ov2 | Noord-West | Buitenlucht |
| | 6,4 | Paneel | Noord-West | Buitenlucht |
| | 44,7 | hk.dg | Noord-West | Buitenlucht |
| | 7,1 | Deur | Noord-West | Buitenlucht |
| | 4,6 | Alk.dg.ov2 | Noord-West | Buitenlucht |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 373,7 | Wand | Zuid-West | Buitenlucht |
| | 28,4 | hk.dg | Zuid-West | Buitenlucht |
| | 9,7 | Paneel | Zuid-West | Buitenlucht |
| | 8,7 | Deur | Zuid-West | Buitenlucht |
| | 68,2 | hk.dg.zw.ov2 | Zuid-West | Buitenlucht |
| | 74,4 | hk.dg.zw | Zuid-West | Buitenlucht |
| | 8,2 | Alk.dg | Zuid-West | Buitenlucht |
| | 258,3 | Wand | Zuid-Oost | Buitenlucht |
| | 67,9 | hk.dg.zw | Zuid-Oost | Buitenlucht |
| | 12,7 | Deur | Zuid-Oost | Buitenlucht |
| | 13,8 | Paneel | Zuid-Oost | Buitenlucht |
| | 28,8 | hk.dg.zw.ov2 | Zuid-Oost | Buitenlucht |
| | 13,9 | hk.dg | Zuid-Oost | Buitenlucht |
| | 260,7 | Wand | Noord-Oost | Buitenlucht |
| | 8,3 | Deur | Noord-Oost | Buitenlucht |
| | 24,5 | Paneel | Noord-Oost | Buitenlucht |
| | 70,7 | hk.dg.zw.ov2 | Noord-Oost | Buitenlucht |
| | 85,9 | hk.dg.zw | Noord-Oost | Buitenlucht |
| | 8,2 | Alk.dg | 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 installatie-onderdelen 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Sector 1* | Installatie 1 | X | | X | | 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] | Warmteterug-winning |
|---|---|---|---|---|
| *Sector 1* | Mechanische balans | 0,00 (0,00) | 2,00 (0,00) | Warmtewiel / Intermitterende WW |

### *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 |
|---|---|---|---|
| *Sector 1* | Apparatuur | Elektrisch apparaat | 5,0 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 winkeletalages. 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 1* | Verblijfsruimtes | 60,0 % | 5,5 W/m2 | Vertrek; met aanw.detectie |
| | Raadzaal, trouwzaal | 10,0 % | 5,0 W/m2 | Vertrek |
| | Verkeersruimten, hallen, kantine ed | 30,0 % | 5,0 W/m2 | Centraal aan/uit |

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** | A |
| **Energie-index** | 0,89 |
| **Standaard maatregelen** | - Toepassen HR-beglazing<br>- Toepassen veegschakeling, daglichtschakeling en/of aanwezigheidsdetectie voor verlichting<br>- Toepassen kierdichting<br>- Aanbrengen zonnepanelen |

## 3.8 Het berekende energiegebruik

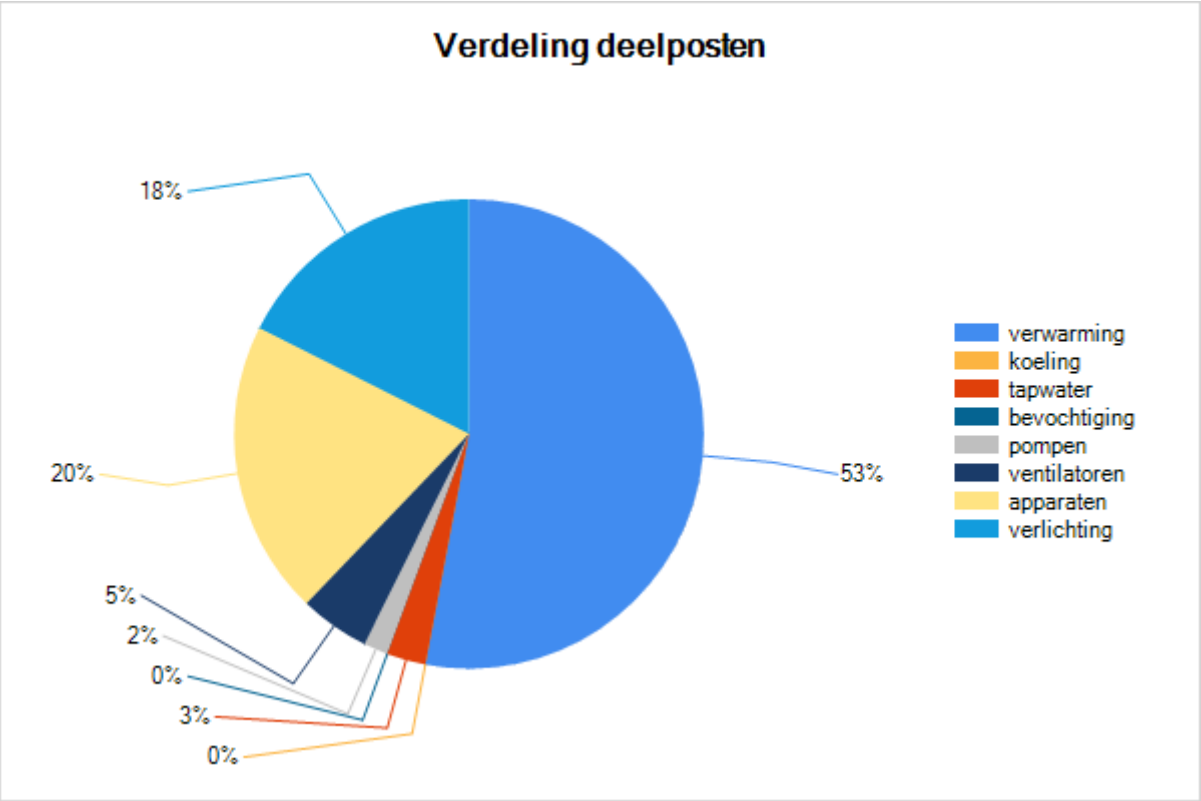
Naast het energielabel is met de EPA-U software ook het energiegebruik berekent. Hierbij is het referentieklimaat TRY De Bilt gebruikt, zodat de berekende verbruiken onafhankelijk zijn van de verschillen in het weer per jaar.

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* | 30.327 | 9,6 | $m^3$/jaar |
| *Elektriciteitsverbruik* | 102.569 | 32,5 | kWh/jaar |
| *Warmteverbruik* | 0,0 | 0,0 | GJ/jaar |
| *Primaire energie* | 2.013.383 | 638,2 | MJ/jaar |
| *CO2-emissie* | 112.036 | 35,5 | 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).



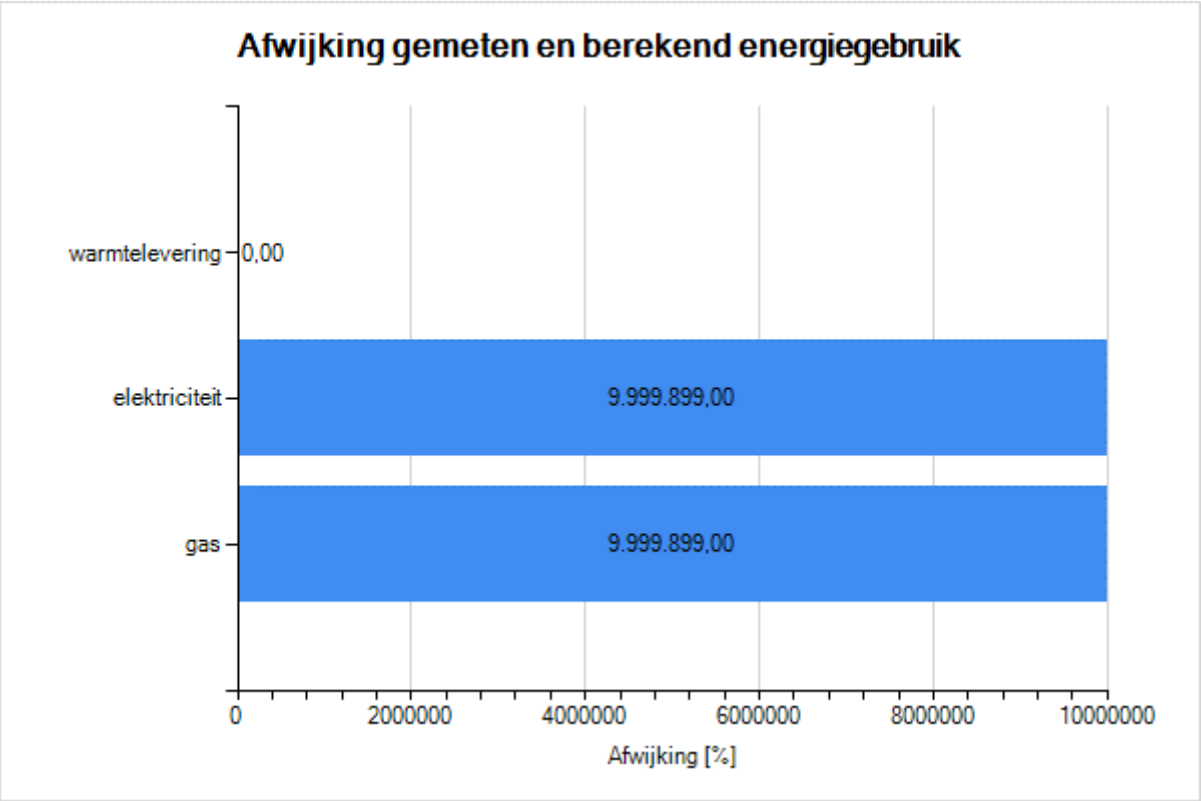

Figuur 6 Energiegebruik per deelpost in de huidige situatie

Tabel 37 Energiegebruik per deelpost in de huidige situatie

| Deelpost | Totaal | Per m² NVO | Eenheid |
|---|---|---|---|
| *Verwarming* | 1.066.588 | 338,1 | MJ/jaar |
| *Koeling* | 0 | 0,0 | MJ/jaar |
| *Tapwater* | 53.932 | 17,1 | MJ/jaar |
| *Bevochtiging* | 0 | 0,0 | MJ/jaar |
| *Verlichting* | 353.392 | 112,0 | MJ/jaar |
| *Apparatuur* | 408.451 | 129,5 | MJ/jaar |
| *Ventilatoren* | 97.043 | 30,8 | MJ/jaar |
| *Pompen* | 33.977 | 10,8 | MJ/jaar |
| *PV-cellen* | 0 | 0,0 | MJ/jaar |
| *Warmtekracht* | 0 | 0,0 | MJ/jaar |
| ***TOTAAL*** | **2.013.383** | **638,2** | **MJ/jaar** |

### 3.9 Controle met werkelijke meterstanden

Het gemeten energiegebruik voor de periode Januari 1990 t/m December 1990 is met behulp van de EPA-U software vergeleken met het berekende energiegebruik. Hierbij is in de berekening gerekend met de klimaatgegevens van het KNMI voor de genoemde periode met locatie DE BILT. De resultaten zijn samengevat in het staafdiagram in Figuur 7 en in Tabel 38.



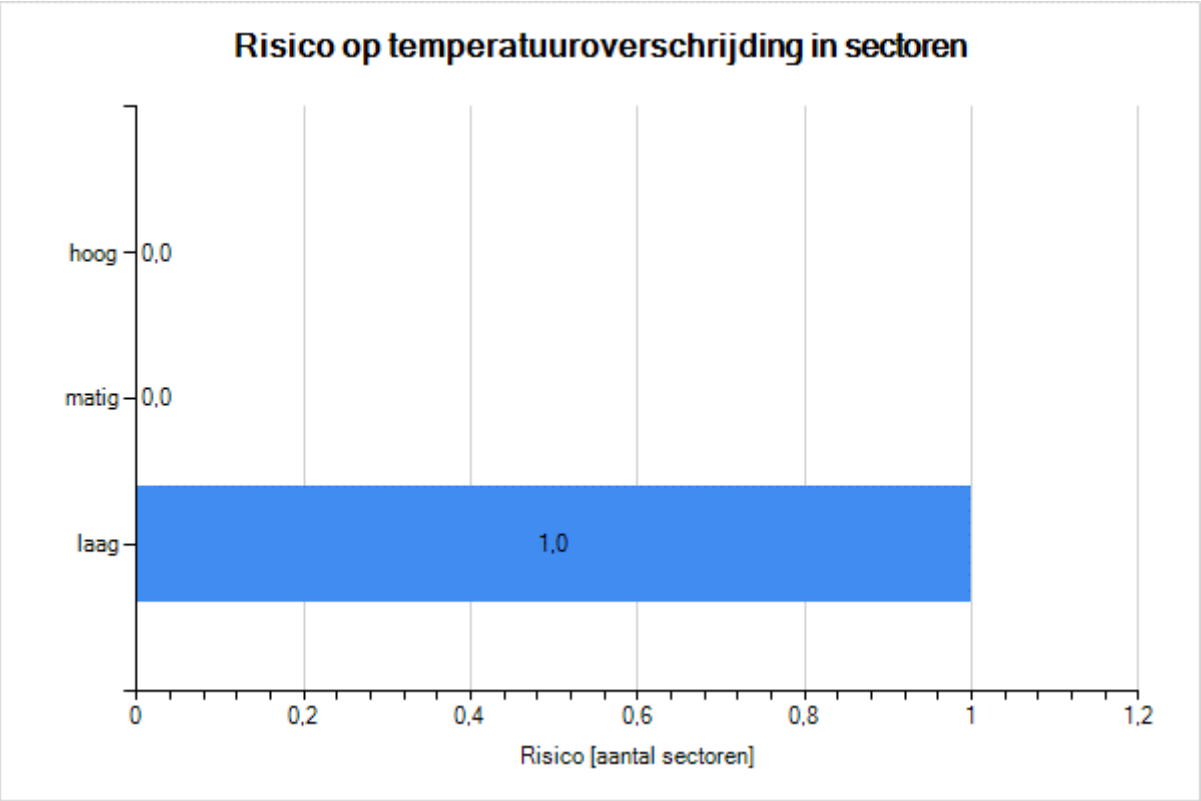

Figuur 7 Afwijking berekend ten opzichte van gemeten energiegebruik

Tabel 38 Gemeten versus berekend energiegebruik

| Energiedrager | Gemeten | Berekend | Eenheid | Afwijking |
|---|---|---|---|---|
| *Gasverbruik* | 0.0 | 24.066 | $m^3$ | 9.999.899,0 % |
| *Elektriciteitsverbruik* | 0.0 | 102.978 | kWh | 9.999.899,0 % |
| *Warmteverbruik* | 0.0 | 0,0 | GJ | 0,0 % |

### 3.10 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 8 wordt dit risico weergegeven. U vindt hier het aantal energiesectoren met een laag, een matig en een hoog risico op temperatuuroverschrijdingen.




Figuur 8 Risico op temperatuuroverschrijding in de energiesectoren