

DUURZAAMHEIDSMAAATREGELEN

TECHNISCHE INSTALLATIES

GEMEENTEKANTOOR WIJCHEN

WERKNUMMER: 436801

DATUM: 16 maart 2015

**HUISMAN & VAN MUIJEN**

**ADVISEUR INSTALLATIES**

'S-HERTOGENBOSCH  
EINDHOVEN



## Inleiding

Het rapport DUURZAAMHEIDSMAATREGELEN geeft een beeld van de elektrotechnische en werktuigbouwkundige installaties van het project Gemeentekantoor Wijchen. In voorliggend rapport worden de duurzaamheidsmaatregelen beschreven en de meerkostenindicatie, de terugverdientijd en de verlaging van de exploitatiekosten aangegeven.

De uitgangspunten voor de duurzaamheidsmaatregelen zijn het verlagen van de exploitatiekosten ten opzichte van het basis ontwerp.

## Inhoud

Inleiding	2
Inhoud	3
1. Duurzaamheidsmaatregelen	4
2. BASIS: Cv-ketels met koelmachine	6
3. OPTIE A: Warmte en koude opslag i.c.m. warmtepomp	7
4. OPTIE B: lucht-waterwarmtepomp	9
5. OPTIE C: Laag temperatuur verwarming	10
6. OPTIE D: Photovoltaïsche panelen	11
7. OPTIE E: LED-verlichting	12
8. OPTIE F: Regenwater installatie	13
9. OPTIE G: Pellet kachel	14
10. OPTIE H: Windenergie	15
11. OPTIE I: Vervangen gevelbeglazing bestaand	16
12. OPTIE J: Isoleren van de hellende daken aan de binnenzijde	17
13. OPTIE K: Isoleren begane grond vloer aan de onderzijde	18
14. OPTIE L: Vervangen beglazing uitbreiding	19
15. OPTIE M: Kierafdichting draaiende delen	20
16. Gemeentelijke Praktijk Richtlijn (GPR)	21
17. Onderhoud	22
18. CONCLUSIE	24

## 1. Duurzaamheidsmaatregelen

Alle duurzaamheidsmaatregelen zijn berekend ten opzichte van het basis systeem.

### **BASIS: Cv-ketels met koelmachine**

Cv-ketels worden ingezet om warmte op te wekken. De koelmachine wordt ingezet om koude op te wekken. Het warmte en koude afgiftesysteem blijven radiatoren, convectoren, klimaatplafond en ventilatielucht.

### **Optie A: Warmte en koude opslag in combinatie met warmtepomp**

Ten behoeve van de verwarming en de koeling van het gebouw wordt gebruik gemaakt van een bodemenergiesysteem. Energie wordt uit de bodem onttrokken en gebruikt voor verwarmen en koelen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een warmtepomp die het temperatuurniveau van bodemenergie opwaardeert. Warmteafgifte blijft hetzelfde als in de basis installatie.

### **Optie B: Lucht-waterwarmtepomp**

Ten behoeve van verwarming en koeling van het gebouw kan naast de cv-ketels een lucht-water warmtepomp de opwekking realiseren. Warmteafgifte blijft hetzelfde als in de basis installatie.

### **Optie C: Laag temperatuur verwarming**

Het basissysteem bestaat uit hoog rendement ketels met een aanvoertemperatuur van 80°C en de retourtemperatuur van 60°C. Bij lage temperatuur verwarming wordt een maximale aanvoertemperatuur van 55°C aangehouden. Warmteafgifte blijft hetzelfde als in de basis installatie.

### **Optie D: Photovoltaïsche cellen**

Door gebruik te maken van Photovoltaïsche cellen wordt door middel van panelen stroom opgewekt welke weer kan worden gebruikt door de gebruikers van het pand.

### **Optie E: LED-verlichting**

Het vervangen van de hoogfrequente armaturen voor energiezuinige LED-armaturen.

### **Optie F: Regenwater installatie**

Het regenwater of hemelwater wat op het dak van het gebouw valt wordt verzameld en gebruikt voor het spoelen van toiletten en urinoirs.

### **Optie G: Pellet kachel**

De warmteopwekking gebeurt door middel van een pellet kachel. Ten behoeve van de koude opwekking wordt net zoals in de basis gebruik gemaakt van een koelmachine. Warmteafgifte blijft hetzelfde als in de basis installatie.

### **Optie H: Windenergie**

Door middel van een windturbine wordt stroom opgewekt welke weer kan worden gebruikt door de gebruikers van het pand.

### **Optie I: Vervangen van gevelbeglazing bestaand**

De bestaande gevelbeglazing wordt vervangen door nieuwe beglazing met een hogere isolatiewaarde.

### **Optie J: Isoleren van de hellende daken aan de binnenzijde**

De bestaande hellende daken worden aan de binnenzijde voorzien van extra isolatie.

### **Optie K: Isoleren begane grondvloer aan de onderzijde**

De begane grondvloer wordt aan de onderzijde voorzien van extra isolatie.

**Optie L: Vervangen beglazing uitbreiding**

De huidige beglazing wordt vervangen door nieuwe beglazing met een hogere isolatiewaarde.

**Optie M: Kierafdichting draaiende delen**

De bestaande draaiende delen worden voorzien van extra kierafdichting.

Uitgangspunten berekeningen en bedragen:

- Genoemde bedragen zijn exclusief BTW
- Genoemde bedragen zijn exclusief toeslagen
- Energieprijzen zijn niet geïndexeerd
- Berekeningen zijn gemaakt op basis van ervaring en kengetallen

## 2. BASIS: Cv-ketels met koelmachine

Het basis verwarmingsinstallatie bestaat uit hoog rendement gasketels. Door gebruik te maken van een cascade opstelling worden alle ketels optimaal gebruikt. De ketels hebben een temperatuurtraject van 80-60°C. Verwarming vindt plaats middels luchtverwarming, radiatoren, convectoren en klimaatplafond.

De basis koelinstallatie bestaat uit een koelmachine met koude afgifte door middel van een klimaatplafond en luchtkoeling.

Het huidige armaturenplan bestaat uit hoogfrequent verlichtingsarmaturen. Zowel TL-armaturen als PL-armaturen (spots) zijn in het project opgenomen.

Uitgangspunten basis installatie:

Bruto vloeroppervlak (BVO):	5.112	m <sup>2</sup>
Luchtdebiet:	17.500	m <sup>3</sup> /h
Inblaastemperatuur zomer:	16	°C
Gasprijs:	0,52	€/m <sup>3</sup>
Elektraprijs:	0,12	€/kWh
Rendement CV installatie:	90	%
Rendement koelmachine (COP):	3,5	
Vollast uren verwarming:	1.000	h
Vollast uren koeling:	800	h
Calorische waarde gas:	35	MJ/m <sup>3</sup>
Totaal CV-vermogen:	340	kW
Totaal koelvermogen:	315	kW

### Berekening energiekosten basis verwarmingsinstallatie

Gasverbruik basis installatie verwarmen	
$340 \text{ kW} \times 1.000 \text{ h} / 90\% \times 3,6 \text{ s} / 35 \text{ MJ/m}^3 =$	38.857 m <sup>3</sup>
Energiekosten basis installatie verwarmen	
$38.857 \text{ m}^3 \times \text{€ } 0,52 =$	€ 20.206,-

### Berekening energiekosten basis koelinstallatie

Elektriciteitsverbruik basis installatie koelen	
$315 \text{ kW} \times 800 \text{ h} / 3,5 =$	72.000 kWh
Energiekosten basis installatie koelen	
$72.000 \text{ kWh} \times \text{€ } 0,12 =$	€ 8.640,-

### Bouwkundige voorzieningen (niet opgenomen in de meerinvestering)

Bij de basis installatie dient een grotere gasmetaansluiting en een grotere elektra aansluiting gemaakt te worden. Op het dak wordt het buitendeel van de koelmachine geplaatst. Afmetingen van het buitendeel (condensor) (lxbxh): 3200 x 1100 x 1700 mm

### Samenvatting

Basissysteem:	
Totale investering voor alle installatietechnische aanpassingen:	€ 1.082.000,-
Totale energiekosten per jaar:	€ 28.846,-

### 3. OPTIE A: Warmte en koude opslag i.c.m. warmtepomp

Ten behoeve van het Gemeentekantoor Wijchen is een haalbaarheidsstudie gedaan van een warmte- en koudeopslag (WKO) in de bodem. Het basis principe is in de zomersituatie het gebouw koelen met koude afgenomen van het grondwater uit de zogenaamde koude bron. Hierbij wordt warmte aan het grondwater toegevoegd en in de zogenaamde warme bron opgeslagen. In de wintersituatie wordt deze warme bron aangewend om het gebouw te verwarmen. Hierbij wordt de warmte van het grondwater afgenomen en koude toegevoegd om dit vervolgens in de koude bron op te slaan.

Een installatie met energieopslag in de bodem heeft altijd verwarming en koeling. Dit om een zogenaamde energiebalans in de bodem te krijgen. In de winter wordt voor de verwarming van het gebouw warmte uit de bodem onttrokken. Hierdoor koelt de bodem af. Om deze afkoeling teniet te doen, wordt het gebouw in de zomer gekoeld, waardoor de bodem weer opwarmt. Wanneer er alleen verwarmd wordt, zal de bodem structureel afkoelen, waardoor er op den duur problemen kunnen ontstaan.

Door gebruik te maken van een warmtepomp wordt aan de temperatuur die aan de bodem wordt onttrokken nog een extra boost gegeven. Met het gebruik van een warmtepomp is zowel verwarming als koeling mogelijk. Hierdoor kan in het gebouw een beter klimaatcomfort worden gerealiseerd.

Het WKO systeem bestaat uit warmte en koude opslag in de bodem in combinatie met een warmtepomp. Door gebruik te maken van een warmtepomp is zowel verwarming als koeling mogelijk. Koeling vindt plaats middels luchtkoeling en klimaatplafond. Verwarming vindt plaats middels luchtverwarming, radiatoren, convectoren en klimaatplafond. Bij dit systeem zijn nog enkele piekketels benodigd om wanneer het volledige vermogen benodigd is dat de piekketels bijspringen.

#### **Uitgangspunten WKO in combinatie met warmtepomp:**

Gasprijs:	0,52	€/m <sup>3</sup>
Elektraprijs:	0,12	€/kWh
Rendement CV installatie:	90	%
Rendement warmtepomp (verwarmen):	3,5	COP
Rendement koelen uit bron:	30,0	COP
Rendement koelen met WKO:	4,0	COP
Vollast uren verwarming:	1.000	h
Vollast uren koeling:	800	h
Draaiuren warmtepomp t.o.v. vollasturen:	80	%
Calorische waarde gas:	35	MJ/m <sup>3</sup>
Totaal CV-vermogen:	340	kW
Warmtepomp 40% van CV-vermogen:	136	kW
HR-ketels 60% van CV-vermogen:	204	kW
Totaal koelvermogen:	315	kW

#### **Berekening energiekosten verwarmingsinstallatie met WKO i.c.m. warmtepomp**

Gasverbruik HR-ketels verwarmen	
$204 \text{ kW} \times 1.000 \text{ h} \times 20\% / 90\% \times 3,6 \text{ s} / 35 \text{ MJ/m}^3 =$	4.663 m <sup>3</sup>
Elektriciteitsverbruik warmtepomp verwarmen	
$136 \text{ kW} \times 1.000 \text{ h} \times 80\% / 3,5 =$	31.086 kWh
Energiekosten HR-ketels verwarmen	
$4.663 \text{ m}^3 \times \text{€ } 0,52 =$	€ 2.425,-
Energiekosten warmtepomp verwarmen	
$31.086 \text{ kWh} \times \text{€ } 0,12 =$	€ 3.730,-

**Berekening energiekosten middels WKO in combinatie met warmtepomp**

Elektriciteitsverbruik koelen vanuit de bron

$$315 \text{ kW} \times 800 \text{ h} \times 80\% / 30 = 6.720 \text{ kWh}$$

Elektriciteitsverbruik extra koelen d.m.v. tussenkomst warmtepomp

$$315 \text{ kW} \times 800 \text{ h} \times 20\% / 4 = 12.600 \text{ kWh}$$

Energiekosten koelen

$$19.320 \text{ kWh} \times \text{€ } 0,12 = \text{€ } 2.318,-$$

**Bouwkundige voorzieningen (niet opgenomen in de meerinvestering)**

Bij een WKO in combinatie met een warmtepomp zal er ongeveer 30 m<sup>2</sup> technische ruimte benodigd zijn, dient een grotere trafo aansluiting gemaakt te worden en uiteraard worden geboord in de grond voor de warmte en koude opslag.

**Samenvatting**

WKO installatie ten opzichte van het basissysteem:

Totale meerinvestering WKO met warmtepomp: € 202.800,-

Totale energiekosten besparing per jaar: € 20.373,-

Terugverdientijd: 10 jaar



#### 4. OPTIE B: lucht-waterwarmtepomp

Het benodigde cv-water met een lage aanvoertemperatuur kan ook door middel van een lucht-waterwarmtepomp worden opgewekt. Hiervoor wordt op het dak een lucht-waterwarmtepomp opgesteld. Voordeel van een lucht-waterwarmtepomp is dat er in de zomer tevens mee gekoeld kan worden via ofwel het klimaatplafond of via het luchtbehandelingssysteem.

##### **Uitgangspunten lucht- waterwarmtepomp**

Gasprijs:	0,52	€/m <sup>3</sup>
Elektriciteit (dagverbruik):	0,12	€/kWh
Rendement CV installatie:	90	%
Rendement warmtepomp (verwarmen):	2,5	COP
Rendement warmtepomp (koelen):	3,5	COP
Vollast uren verwarming:	1.000	h
Vollast uren koeling:	800	h
Draaiuren warmtepomp t.o.v. vollasturen:	80	%
Calorische waarde gas:	35	MJ/m <sup>3</sup>
Totaal CV-vermogen:	340	kW
Totaal koelvermogen warmtepomp:	315	kW

##### **Berekening energiekosten verwarmingsinstallatie met lucht-waterwarmtepomp**

Gasverbruik HR-ketels verwarmen	
$340 \text{ kW} \times 1.000 \text{ h} \times 50\% / 90\% \times 3,6 \text{ s} / 35 \text{ MJ/m}^3 =$	19.429 m <sup>3</sup>
Elektriciteitsverbruik warmtepomp verwarmen	
$340 \text{ kW} \times 1.000 \text{ h} \times 50\% / 2,5 =$	68.000 kWh
Energiekosten HR-ketels verwarmen	
$19.429 \text{ m}^3 \times \text{€ } 0,52 =$	€ 10.103,-
Energiekosten warmtepomp verwarmen	
$68.000 \text{ kWh} \times \text{€ } 0,12 =$	€ 8.160,-

##### **Berekening energiekosten koelen middels lucht- waterwarmtepomp**

Elektriciteitsverbruik warmtepomp koelen	
$315 \text{ kW} \times 800 \text{ h} / 3,5 =$	72.000 kWh
Energiekosten warmtepomp koelen	
$72.000 \text{ kWh} \times \text{€ } 0,12 =$	€ 8.640,-

##### **Bouwkundige voorzieningen (niet opgenomen in de meerinvestering)**

Voor de uitbereiding voor een lucht-waterwarmtepomp is circa 4 m<sup>2</sup> technische ruimte benodigd (afhankelijk van de opstelling). De benodigde hoogte is 2,5 meter.

De condensor van de lucht-waterwarmtepomp wordt in splitopstelling geplaatst op een bouwkundige constructie op het dak. Afmetingen van het buitendeel (condensor) (lxbxh): 3200 x 1100 x 1700 mm

##### **Samenvatting**

Totale meerinvestering lucht-waterwarmtepomp:	€ 20.000,-
Totale energiekosten besparing per jaar:	€ 1.973,-
Terugverdientijd:	10 jaar

## 5. OPTIE C: Laag temperatuur verwarming

De basis verwarmingsinstallatie is gebaseerd op hoge temperatuur verwarming, dat wil zeggen 80°C aanvoertemperatuur en 60°C retourtemperatuur. Als een stooklijn wordt aangehouden met een aanvoertemperatuur van 50°C aanvoertemperatuur en 30°C retourtemperatuur, dan zullen de hoog rendement ketels minder energie verbruiken aangezien deze minder hoeven te stoken om de gewenste aanvoertemperatuur te behalen. Het nadeel hiervan is dat in het gebouw de radiatoren, convectoren, verwarmingsbatterijen in de luchtbehandelingskasten, klimaatplafond aangepast dienen te worden. De koelplafonds worden op de begane grond aangepast naar klimaatplafonds waardoor deze ook warmte afgeven en het ontbrekende benodigde verwarmingsvermogen toch geleverd wordt.

### Uitgangspunten laag temperatuur verwarming

Gasprijs:	0,52	€/m <sup>3</sup>
Rendement CV installatie hoog temperatuur:	90	%
Rendement CV installatie laag temperatuur:	95	%
Vollast uren verwarming:	1.000	h
Calorische waarde gas:	35	MJ/m <sup>3</sup>
Totaal CV-vermogen:	340	kW

### Berekening energiekosten verwarmingsinstallatie laag temperatuur

Gasverbruik laag temperatuur installatie verwarmen	
$340 \text{ kW} \times 1.000 \text{ h} / 95\% \times 3,6 \text{ s} / 35 \text{ MJ/m}^3 =$	36.812 m <sup>3</sup>
Energiekosten laag temperatuur verwarmen	
$36.812 \text{ m}^3 \times € 0,52 =$	€ 19.142,-

### Bouwkundige voorzieningen (niet opgenomen in de meerinvestering)

Bouwkundige voorzieningen voor lage temperatuurverwarming zijn niet anders dan bij hoge temperatuur verwarming. Er zullen enkel grotere en wellicht ook meer radiatoren/convectoren geplaatst moeten worden, in ruimten waar geen klimaatplafond aanwezig is.

### Samenvatting

Totale meerinvestering lage temperatuur verwarming:	€ 20.000,-
Totale energiekosten besparing per jaar:	€ 1.064,-
Terugverdientijd:	19 jaar

## 6. OPTIE D: Photovoltaïsche panelen

Photovoltaïsche (PV) panelen worden gebruikt voor het opwekken van stroom door middel van zonne-energie. Zonnepanelen welke op het dak geplaatst dienen te worden wekken middels de energie van de zon stroom op welke weer kan worden gebruikt in het pand voor elektrische apparatuur.

### **Uitgangspunten PV panelen**

Jaaropbrengst:	90	%
Energieprijs:	0,12	€/kWh
Vermogen paneel:	235	Wp per stuk
Afmetingen paneel (lxbxh):	1.660x990x40mm	
Maximaal aantal PV panelen:	146	stuk

### **Berekening PV-panelen**

Elektra opbrengst PV-panelen	
$146 \times 235 \times 90\% =$	30.879 kWh/jaar
Energiekosten besparing PV-panelen	
$30.879 \text{ kWh} \times \text{€ } 0,12 =$	€ 3.705,-

### **Bouwkundige voorzieningen (niet opgenomen in de meerinvestering)**

Ongeveer 4 m<sup>2</sup> technische ruimte is er benodigd voor de apparatuur voor de Photovoltaïsche panelen. De PV-panelen worden geplaatst op een bouwkundige constructie op het dak. Het schuine dak op de zuidgevel bouwdeel A, aan de Kasteellaan, en het nieuwe platte dak op bouwdeel B.

### **Samenvatting**

Totale meerinvestering PV-panelen 146 panelen	€ 51.000,-
Totale energiekosten besparing per jaar:	€ 3.705,-
Terugverdientijd:	14 jaar

## 7. OPTIE E: LED-verlichting

Door het gebruik van LED wordt energiezuinige verlichting toegepast door het vervangen van de in de basis opgenomen hoogfrequent verlichtingsarmaturen door LED-armaturen, ter plaatse van gangen, toiletten en bergingen.

### **Uitgangspunten LED verlichting**

Branduren verlichting per jaar:	2.500	h
Verbruik PL-armatuur:	40	W
Verbruik LED-armatuur:	20	W
Levensduur/branduur PL-armatuur:	15.000	h
Levensduur/branduur LED-armatuur:	50.000	h
Energieprijs:	0,12	€/kWh
Totaal armaturen:	250	stuks

### **Berekening LED verlichting**

Elektra besparing LED verlichting	
$(40 - 20W) \times 2.500 \text{ h} \times 250 \text{ st} =$	12.500.000 Wh/jaar
Energiekosten besparing LED verlichting	
$12.500 \text{ kWh} \times \text{€ } 0,12 =$	€ 1.500,-

### **Bouwkundige voorzieningen (niet opgenomen in de meerinvestering)**

In sommige gevallen zal de plafondindeling wijzigen omdat de LED-armaturen andere formaten hebben dan de basis opgenomen hoogfrequent verlichting. Bij het toepassen van LED-armaturen dient het verlichtingsplan en plafondtekeningen worden aangepast.

### **Samenvatting**

Totale meerinvestering LED-armaturen:	€ 13.000,-
Totale energiekosten besparing per jaar:	€ 1.500,-
Terugverdientijd:	9 jaar
 Totale kosten besparing vervanging armaturen gedurende 20 jaar o.b.v. branduren:	 € 36.000,-

## 8. OPTIE F: Regenwater installatie

Het regenwater of hemelwater wat op het dak valt wordt verzameld in een tank in de grond. In de tank is een pomp geplaatst. In de technische ruimte in de kelder wordt een regenwatermanager geplaatst. De regenwatermanager zorgt voor de watervoeding ten behoeve van de spoeling van de toiletten en urinoirs. Wanneer de tank in de grond leeg is wordt de regenwatermanager gevoed met drinkwater. De toiletten en urinoirs worden voorzien van een separaat leidingnet vanaf de regenwatermanager.

### Uitgangspunten regenwater installatie

Waterprijs:	1,15	€/m <sup>3</sup>
Gemiddeld verbruik per persoon:	15	liter/dag
Aantal werkplekken aanwezig:	355	stuks
Werkdagen per jaar:	200	dagen
Aanwezigheid:	70	%

### Berekening kosten besparing regenwater systeem

Waterverbruik regenwaterinstallatie		
355 werkplekken x 70% x 15 liter/dag x 200 dagen / 1000 =	746	m <sup>3</sup>
Waterkosten besparing regenwaterinstallatie		
746 m <sup>3</sup> x € 1,15 =	€ 858,-	

### Bouwkundige voorzieningen (niet opgenomen in de meerinvestering)

Bij een regenwater systeem worden in het terrein putten geplaatst ten behoeve van de opvang van regenwater. Binnen dient ten behoeve van de regenwatermanager een ruimte gereserveerd te worden van 2 m<sup>2</sup>.

### Samenvatting

Totale meerinvestering regenwaterinstallatie:	€ 33.700,-
Totale waterkosten besparing per jaar:	€ 858,-
Terugverdientijd:	> 25 jaar

## 9. OPTIE G: Pellet kachel

De warmteopwekking vindt plaats door middel van een pellet kachel. De pellet kachel wordt gevoed met houten pellets (gedroogd, samen geperst hout in de vorm van korrels). De ketel heeft een temperatuurtraject van 90-70°C. De warmteafgifte vindt plaats zoals opgenomen in de basis installatie.

### **Uitgangspunten Pellet kachel installatie**

Kostprijs pellets:	0,165 €/kg
Verbrandings waarde pellets:	4,8 kWh/kg
Gasprijs:	0,52 €/m <sup>3</sup>
Vollast uren verwarming:	1.000 h
Totaal CV-vermogen:	340 kW

### **Berekening energiekosten pellet kachel installatie**

Benodigd energieverbruik pellet kachel installatie	
340 kW x 1.000 h =	340.000 kWh <sub>th</sub>
Pelletverbruik pellet kachel installatie	
340.000 kWh <sub>th</sub> / 4,8 =	70.833 kg
Jaarlijkse kosten pellets	
70.833 kg x €0,165 =	€ 11.687,-

### **Bouwkundige voorzieningen (niet opgenomen in de meerinvestering)**

De pellet kachel wordt gevoed met pellets vanuit een buffer of silo. De opstelling van de buffer binnen dient rekening gehouden te worden met een inhoud van 60m<sup>3</sup> waarbij twee maal per jaar de buffer gevuld dient te worden. Bij de opstelling van de silo buiten dient rekening gehouden te worden met de volgende afmetingen: Ø3.500mm bij 9.500mm hoog. De fundering voor deze silo dient van de volgende afmetingen te zijn (lxbxh): 4.250 x 4.250 x 300 mm.

### **Samenvatting**

Totale meerinvestering pellet kachel installatie:	€ 136.000,-
Totale energiekosten besparing per jaar:	€ 8.519,-
Terugverdientijd:	16 jaar

## 10. OPTIE H: Windenergie

Windturbine wordt gebruikt voor het opwekken van stroom door middel van windenergie. De windturbine wordt op het dak geplaatst om energie op te wekken welke weer kan worden gebruikt in het pand voor elektrische apparatuur.

### Uitgangspunten windturbine

Energieprijs:	0,12	€/kWh
Vermogen turbine:	2	kW
Specificaties turbine:		
- Ashoogte, dakmodel:	6	m
- Rotordiameter:	5	m
- Aantal rotorbladen:	3	stuks
- Gewicht:	720	kg
Gemiddeld energieopwekking (4m/s):	4.000 - 5.000	kWh/jaar
Type:	Provane 5	

### Berekening windturbine

Energie opbrengst windturbine	
4.000 kWh x € 0,12 =	€ 480,-

### Bouwkundige voorzieningen (niet opgenomen in de meerinvestering)

Op het dak dient de 720 kg zware windturbine op een bouwkundige constructie geplaatst te worden.

### Samenvatting

Totale meerinvestering windturbine	€ 9.000,-
Totale energiekosten besparing per jaar:	€ 480,-
Terugverdientijd:	19 jaar

## 11. OPTIE I: Vervangen gevelbeglazing bestaand

De bestaande gevelbeglazing wordt vervangen door nieuw glas met een hogere isolatiewaarden. Bestaande glaspartijen hebben een U-waarde van 1,6 W/m<sup>2</sup>.K deze worden vervangen door glaspartijen met een U-waarde van 1,1 W/m<sup>2</sup>.K.

### Uitgangspunten vervangen gevelbeglazing

Glas bestaand U-waarde:	1,6	W/m <sup>2</sup> .K
Glas nieuw U-waarde:	0,6	W/m <sup>2</sup> .K
Totaal glasoppervlak:	500	m <sup>2</sup>
Binnentemperatuur:	20	°C
Correctiefactor conform ISSO 53 tabel 1.2:	0	°C
Buitentemperatuur:	-10	°C
Gasprijs:	0,52	€/m <sup>3</sup>
Rendement CV installatie:	90	%
Vollast uren verwarming:	1.000	h
Calorische waarde gas:	35	MJ/m <sup>3</sup>

### Berekening energiekosten

Transmissieverschil bestaande en nieuwe gevelbeglazing (1,6 - 0,6 W/m <sup>2</sup> .K) x 500 m <sup>2</sup> x (20°C + 0°C -- -10°C) =	15.000W
Besparing gasverbruik basis installatie verwarmen 15 kW x 1.000 h / 90% x 3,6 s / 35 MJ/m <sup>3</sup> =	1.714 m <sup>3</sup>
Energiebesparing basis installatie verwarmen 1.714 m <sup>3</sup> x € 0,52 =	€ 891,-

### Bouwkundige voorzieningen

De bestaande gevelbeglazing van 500 m<sup>2</sup> dient vervangen te worden.

### Samenvatting

Totale meerkosten investering:	€ 142.500,-
Totale energiekosten besparing per jaar:	€ 891,-
Terugverdientijd:	> 25 jaar



## 12. OPTIE J: Isoleren van de hellende daken aan de binnenzijde

De bestaande hellende daken worden aan de binnenzijde voorzien van extra isolatie.

Bestaande hellende daken hebben een Rc-waarde van 2,5 m<sup>2</sup>.K/W deze worden extra geïsoleerd tot een totale Rc-waarde van 4,5 m<sup>2</sup>.K/W.

### Uitgangspunten isoleren hellende daken aan de binnenzijde

Isolatiewaarde bestaand (Rc = 2,5 m <sup>2</sup> .K/W) U-waarde:	0,4	W/m <sup>2</sup> .K
Isolatiewaarde nieuw (Rc = 4,5 m <sup>2</sup> .K/W) U-waarde:	0,22	W/m <sup>2</sup> .K
Totaal hellend dakoppervlak:	1.100	m <sup>2</sup>
Binnentemperatuur:	20	°C
Correctiefactor conform ISSO 53 tabel 1.2:	3	°C
Buitentemperatuur:	-10	°C
Gasprijs:	0,52	€/m <sup>3</sup>
Rendement CV installatie:	90	%
Vollast uren verwarming:	1.000	h
Calorische waarde gas:	35	MJ/m <sup>3</sup>

### Berekening energiekosten

Transmissieverschil bestaande en nieuwe dakisolatie

$$(0,4 - 0,22 \text{ W/m}^2.\text{K}) \times 1.100 \text{ m}^2 \times (20^\circ\text{C} + 3^\circ\text{C} - -10^\circ\text{C}) = 6.534\text{W}$$

Gasverbruik basis installatie verwarmen

$$6,5 \text{ kW} \times 1.000 \text{ h} / 90\% \times 3,6 \text{ s} / 35 \text{ MJ/m}^3 = 743 \text{ m}^3$$

Energiebesparing basis installatie verwarmen

$$743 \text{ m}^3 \times \text{€ } 0,52 = \text{€ } 386,-$$

### Bouwkundige voorzieningen

De hellende daken dienen aan de binnenzijde voorzien te worden van extra isolatie.

### Samenvatting

Totale meerkosten investering:	€ 99.000,-
Totale energiekosten besparing per jaar:	€ 386,-
Terugverdientijd:	> 25 jaar

### 13. OPTIE K: Isoleren begane grond vloer aan de onderzijde

De bestaande begane grond vloer boven de kelder voorzien van extra isolatie.

Bestaande constructies hebben een Rc-waarde van 2,5 m<sup>2</sup>.K/W deze worden extra geïsoleerd tot een totale Rc-waarde van 5 m<sup>2</sup>.K/W.

#### **Uitgangspunten isoleren begane grond vloer aan de onderzijde**

Isolatiewaarde bestaand (Rc = 2,5 m <sup>2</sup> .K/W) U-waarde:	0,4	W/m <sup>2</sup> .K
Isolatiewaarde nieuw (Rc = 5 m <sup>2</sup> .K/W) U-waarde:	0,2	W/m <sup>2</sup> .K
Totaal begane grond vloeroppervlak:	1.050	m <sup>2</sup>
Binnentemperatuur:	20	°C
Correctiefactor conform ISSO 53 tabel 1.2:	-1	°C
Buitentemperatuur:	-10	°C
Gasprijs:	0,52	€/m <sup>3</sup>
Rendement CV installatie:	90	%
Vollast uren verwarming:	1.000	h
Calorische waarde gas:	35	MJ/m <sup>3</sup>

#### **Berekening energiekosten**

Transmissieverschil bestaande en nieuwe vloerisolatie

$$(0,4 - 0,2 \text{ W/m}^2.\text{K}) \times 1.050 \text{ m}^2 \times (20^\circ\text{C} + -1^\circ\text{C} - -10^\circ\text{C}) = 6.090\text{W}$$

Gasverbruik basis installatie verwarmen

$$6,1 \text{ kW} \times 1.000 \text{ h} / 90\% \times 3,6 \text{ s} / 35 \text{ MJ/m}^3 = 697 \text{ m}^3$$

Energiebesparing basis installatie verwarmen

$$697 \text{ m}^3 \times \text{€ } 0,52 = \text{€ } 363,-$$

#### **Bouwkundige voorzieningen**

De begane grond vloer dient geïsoleerd te worden.

#### **Samenvatting**

Totale meerkosten investering:	€ 78.750,-
Totale energiekosten besparing per jaar:	€ 363,-
Terugverdientijd:	> 25 jaar

## 14. OPTIE L: Vervangen beglazing uitbreiding

De in de Basis opgenomen gevelbeglazing van de uitbreiding wordt vervangen door ander glas met een hogere isolatiewaarden.

Glaspartijen in de Basis hebben een U-waarde van 1,2 W/m<sup>2</sup>.K deze worden vervangen door glaspartijen met een U-waarde van 0,6 W/m<sup>2</sup>.K.

### Uitgangspunten vervangen gevelbeglazing

Glas bestaand U-waarde:	1,2	W/m <sup>2</sup> .K
Glas nieuw U-waarde:	0,6	W/m <sup>2</sup> .K
Totaal glasoppervlak (gevel):	12	m <sup>2</sup>
Totaal glasoppervlak (dak):	79	m <sup>2</sup>
Binnentemperatuur:	20	°C
Correctiefactor conform ISSO 53 tabel 1.2 (gevel):	0	°C
Correctiefactor conform ISSO 53 tabel 1.2 (dak):	3	°C
Buitentemperatuur:	-10	°C
Gasprijs:	0,52	€/m <sup>3</sup>
Rendement CV installatie:	90	%
Vollast uren verwarming:	1.000	h
Calorische waarde gas:	35	MJ/m <sup>3</sup>

### Berekening energiekosten gevelbeglazing

Transmissieverschil bestaande en nieuwe gevelbeglazing (1,2 - 0,6 W/m <sup>2</sup> .K) x 12 m <sup>2</sup> x (20°C + 0°C -- -10°C) =	216W
Besparing gasverbruik basis installatie verwarmen 0,2 kW x 1.000 h / 90% x 3,6 s / 35 MJ/m <sup>3</sup> =	23 m <sup>3</sup>
Energiebesparing basis installatie verwarmen 23 m <sup>3</sup> x € 0,52 =	€ 12,-

### Berekening energiekosten dakbeglazing

Transmissieverschil bestaande en nieuwe dakbeglazing (1,2 - 0,6 W/m <sup>2</sup> .K) x 79 m <sup>2</sup> x (20°C + 3°C -- -10°C) =	1.564W
Besparing gasverbruik basis installatie verwarmen 1,6 kW x 1.000 h / 90% x 3,6 s / 35 MJ/m <sup>3</sup> =	183 m <sup>3</sup>
Energiebesparing basis installatie verwarmen 183 m <sup>3</sup> x € 0,52 =	€ 95,-

### Bouwkundige voorzieningen

De bestaande beglazing van 91 m<sup>2</sup> wordt aangepast.

### Samenvatting

Totale meerkosten investering:	€ 9.100,-
Totale energiekosten besparing per jaar:	€ 107,-
Terugverdientijd:	> 25 jaar

## 15. OPTIE M: Kierafdichting draaiende delen

De bestaande draaiende delen worden voorzien van extra kierafdichting.

### **Uitgangspunten isoleren hellende daken aan de binnenzijde**

Infiltratiedebiet bestaand ( $Q_{v10}$ , $kar = 0,5 \text{ dm}^3/\text{s m}^2_{\text{gebruiksopp}}$ ):	0,0009 $\text{m}^3/\text{s m}^2_{\text{gevelopp.}}$
Infiltratiedebiet bestaand ( $Q_{v10}$ , $kar = 0,3 \text{ dm}^3/\text{s m}^2_{\text{gebruiksopp}}$ ):	0,0005 $\text{m}^3/\text{s m}^2_{\text{gevelopp.}}$
Totaal gevel oppervlak:	600 $\text{m}^2$
Binnentemperatuur:	20 $^{\circ}\text{C}$
Buitentemperatuur:	-10 $^{\circ}\text{C}$
Soortelijke massa lucht bij 20 $^{\circ}\text{C}$ :	1,2 $\text{kg}/\text{m}^3$
Gasprijs:	0,52 $\text{€}/\text{m}^3$
Rendement CV installatie:	90 %
Vollast uren verwarming:	1.000 h
Calorische waarde gas:	35 $\text{MJ}/\text{m}^3$

### **Berekening energiekosten**

Infiltratie verschil bestaande en nieuwe kierafdichting ( $0,0009 - 0,0005 \text{ m}^3/\text{s m}^2_{\text{gevelopp.}}$ ) x 600 $\text{m}^2 =$	0,24 $\text{m}^3/\text{s}$
Verskil in verwarmen $0,24 \text{ m}^3/\text{s} \times 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3 \times (20^{\circ}\text{C} - -10^{\circ}\text{C}) =$	8,9 kW
Gasverbruik basis installatie verwarmen $8,9 \text{ kW} \times 1.000 \text{ h} / 90\% \times 3,6 \text{ s} / 35 \text{ MJ}/\text{m}^3 =$	1017 $\text{m}^3$
Energiebesparing basis installatie verwarmen $1017 \text{ m}^3 \times \text{€} 0,52 =$	€ 529,-

### **Bouwkundige voorzieningen**

De draaiende delen, zoals deuren en ramen worden voorzien van extra kierafdichting.

### **Samenvatting**

Totale meerkosten investering:	€ 9.000,-
Totale energiekosten besparing per jaar:	€ 529,-
Terugverdientijd:	17 jaar

## 16. Gemeentelijke Praktijk Richtlijn (GPR)

De bovengenoemde duurzaamheidsmaatregelen worden samengevoegd in een Gemeentelijke Praktijk Richtlijn (GPR) gebouw berekening. De GPR gebouw berekening is ontwikkeld om de duurzaamheid van de bestaande, nieuw en te renoveren gebouw inzichtelijk te maken.

De GPR gebouw berekening is in aantal verschillende stappen uitgerekend:

### **GPR, Huidige staat:**

De bestaande situatie van het gebouw zoals het er nu bij staat.

### **GPR Basis, Na verbouwing, zonder duurzaamheidsmaatregelen:**

De bestaande situatie na de verbouwing zonder duurzaamheidsmaatregelen op de bestaande installaties, alleen de uitbreiding is duurzaam.

### **GPR Stap 1, Na verbouwing, met duurzaamheidsmaatregelen:**

De bestaande situatie met daarin de volgende duurzaamheidsmaatregelen verwerkt:

- A) Warmte koude opslag in combinatie met warmtepomp;
- D) Photovoltaïsche panelen op het dak;
- E) LED verlichting in gangen, toiletten en bergingen;

### **GPR Stap 2, Energieneutraal gebouw:**

De bestaande situatie met daarin de diverse duurzaamheidsmaatregelen om een energieneutraal gebouw te creëren.

De exacte omschrijving van werkzaamheden gedurende de diverse GPR stappen zijn samengevat in het document:

Stappen t.b.v. verduurzamen gemeentekantoor Wijchen met d.d. 16 maart 2015

De diverse GPR berekeningen zijn toegevoegd als bijlage.

## 17. Onderhoud

Aan de installaties dient onderhoud gepleegd te worden.

### **GPR Basis, Na verbouwing, zonder duurzaamheidsmaatregelen:**

Raming van de onderhoudskosten van de GPR Basis installatie.

Werktuigbouwkundig:

- Hemelwaterinstallaties	€	200,-
- Binnenriolering	€	100,-
- Waterinstallaties	€	400,-
- Sanitaire toestellen	€	400,-
- Brandbestrijding	€	900,-
- Gasinstallaties	€	100,-
- Verwarmingsinstallaties	€	2.500,-
- Luchtbehandelingsinstallaties	€	2.250,-
- Koelinstallaties	€	3.000,-
- Regelinstallaties	€	1.500,-

Elektrotechnisch

- Energievoorziening	€	1.000,-
- Krachtinstallaties	€	100,-
- Lichtinstallaties	€	1.500,-
- Communicatie installaties	€	800,-
- Beveiligingsinstallaties	€	800,-

Totaal, per jaar: € 15.550,-

### **GPR Stap 1, Na verbouwing, met duurzaamheidsmaatregelen:**

Raming van de onderhoudskosten van de installaties van GPR Basis dienen aangevuld te worden met de volgende onderhoudskosten:

Werktuigbouwkundig:

- Verwarmingsinstallaties WKO	€	7.700,-
- Koelinstallaties WKO	€	-/- 2.000,-

Elektrotechnisch

- Bewassing PV	€	800,-
- LED verlichting	€	-/- 1.800,-

Totaal extra per jaar t.o.v. GPR Basis € 4.700,-

**GPR Stap 2, Energieneutraal gebouw:**

Raming van de onderhoudskosten van de installaties van GPR Basis dienen aangevuld te worden met de volgende onderhoudskosten:

Werktuigbouwkundig:

- Hemelwaterinstallaties	€	500,-
- Waterinstallaties	€	500,-
- Sanitaire toestellen	€	400,-
- Gasinstallaties	€	500,-
- Verwarmingsinstallaties	€	9.700,-
- Koelinstallaties WKO	€	-/- 2.000,-

Elektrotechnisch

- Bewassing PV	€	1.000,-
- LED verlichting	€	-/- 1.800,-

Totaal extra per jaar t.o.v. GPR Basis	€	<u>8.800,-</u>
--	---	----------------

## 18. CONCLUSIE

Zie onderstaande tabel voor het totale overzicht van de verschillende opties. In onderstaande tabel is per optie de meerinvestering van het systeem weer gegeven met de daarbij behorende energiebesparing en terugverdientijd. De terugverdientijd geeft aan in hoeveel jaar een systeem rendabel gaat worden ten opzichte van het basis systeem.

Een gemiddelde werktuigbouwkundige installatie heeft een technisch levensduur van ongeveer 25 jaar. Hierna is de installatie in de meeste gevallen aan vervanging toe.

	Totaal meerinvestering [€]	Besparing energiekosten [€]	Terugverdientijd [jaar]
Optie A: Warmte en koude opslag i.c.m. warmtepomp	202.800,-	20.373,-	10
Optie B: Lucht-waterwarmtepomp	20.000,-	1.973,-	10
Optie C: Laag temperatuur verwarming	20.000,-	1.064,-	19
Optie D: Photo voltaïsche cellen	51.000,-	3.705,-	14
Optie E: LED-armaturen	13.000,-	1.500,-	9
Optie F: Regenwater installatie	33.700,-	1.225,-	> 25
Optie G: Pelletkachel	136.000,-	8.519,-	16
Optie H: Windenergie	9.000,-	480,-	19
Optie I: Vervangen gevelbeglazing bestaand	142.500,-	891,-	> 25
Optie J: Isoleren van de hellende daken aan de binnenzijde	99.000,-	386,-	> 25
Optie K: Isoleren begane grondvloer aan de onderzijde	78.750,-	363,-	> 25
Optie L: Vervangen beglazing uitbreiding	9.100,-	107,-	> 25
Optie M: Kierafdichting draaiende delen	9.000,-	529,-	17



	Totaal meerinvestering [€]	Besparing energiekosten [€/jaar]	Terugverdientijd [jaar]	Onderhoudskosten [€/jaar]
GPR Basis: Huidig gebouw met duurzame uitbreiding	133.200,-	n.v.t.	n.v.t.	15.550,-
GPR Stap 1: Met duurzaamheidsopties A, D en E	266.800,-	25.578,-	13	20.250,-
GPR Stap 2: Energie neutraal gebouw	1.350.000,-	27.739,-	> 25	24.350,-