Hogeschool van Arnhem en Nijmegen

# Bijlagen

## *Duurzaam renoveren van Openbare basisschool De Boomhut*

Deze bijlagen zijn onderdeel van de afstudeerscriptie ‘duurzaam renoveren van Openbare basisschool De Boomhut’, geschreven door Jules Merkus en Bram Jansen. Deze bijlagen dienen ter verduidelijking van de informatie zoals beschreven in de afstudeerscriptie.

*Auteurs: Jules Merkus & Bram Jansen* *2-9-2013*

## Inhoudsopgave

*Bijlage 1 - Rc-waarden berekeningen*
- 1.1 - Rc-waarde gevel hoofdentree
- 1.2 - Rc-waarde begane grondvloer
- 1.3 - Rc-waarde oorspronkelijke gevel

*Bijlage 2 - Energieverbruik minimaliseren*
- 2.1 - Inleiding
- 2.2 - Vloer
- 2.3 - Spouwmuur
- 2.4 - Gevel
- 2.5 - Dak
- 2.6 - Isolerend glas
- 2.7 - $R_C$-berekeningen vloer
- 2.8 - $R_C$-berekeningen spouw
- 2.9 - $R_C$-berekeningen gevel
- 2.10 - $R_C$-berekening warm dak
- 2.11 - Literatuurlijst

*Bijlage 3 - Duurzame opweksystemen*
- 3.1 – Inventarisatie duurzame opweksystemen
- 3.2 - Adviesrapport zonnepanelen
- 3.3 - Adviesrapport windturbine
- 3.4 - Adviesrapport bodemwarmtewisselaar
- 3.5 - Adviesrapport warmtekoudeopslag-systeem

*Bijlage 4 - EPC Rapport*

*Bijlage 5 - Begroting renovatie*

*Bijlage 6 - Terugverdienmodel*
- 6.1 – Terugverdienmodel Renovatie naar Klasse A PvE Frisse Scholen
- 6.2 – Terugverdienmodel Energieneutraal maken

# Bijlage 1 - Rc-waarden berekeningen

Duurzaam renoveren van Openbare basisschool De Boomhut

**Jules Merkus & Bram Jansen**

**2-9-2013**

# Bijlage 1 - Rc-waarden berekeningen

$$Rc = \frac{\sum Rm + Rsi + Rse}{1+\alpha} - Rsi - Rse$$

$R_c$ Warmteweerstand van de constructie in $m^2$ K/W.

$R_m$ Warmteweerstand van de afzonderlijke lagen in de constructie in $m^2$ K/W.

$R_{si}$ Warmteovergangsweerstand binnen (si staat voor surface interior)

$R_{se}$ Warmteoverngangsweerstand buiten (se staat voor surface exterior)

$\alpha$ Correctiefactor voor convectie en uitvoeringsonnauwkeurigheden

# 1.1 Rc waarde - Gevel hoofdentree

**Buiten**



**Binnen**

| **Materiaal** | **Dikte** mm | **Labda** W/mK | **Rc waarde** $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | | | 0,04 |
| Trespa meteon | 10 | 0,3 | 0,03 |
| Spouw | 31 | 0,18 | 0,17 |
| Isolatie | 140 | 0,04 | 3,68 |
| Multiplex | 15 | 0,20 | 0,08 |
| Gipsplaat | 13 | 0,23 | 0,06 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 4,19 | $m^2K/W$ |
| Rc waarde | 3,82 | $m^2K/W$ |

# 1.2 Rc waarde - Begane grondvloer

**Buiten**



**Binnen**

| **Materiaal** | **Dikte** mm | **Labda** W/mK | **Rc waarde** $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | | | 0,04 |
| Betonvloer | 100 | 0,93 | 0,11 |
| Cementdekvloer | 30 | 1 | 0,03 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 0,31 | $m^2K/W$ |
| **Rc waarde** | **0,12** | $m^2K/W$ |

# 1.3 Rc waarde - Oorspronkelijke gevel

**Buiten**



**Binnen**

| **Materiaal** | **Dikte** mm | **Labda** W/mK | **Rc waarde** $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | 10 | 1 | 0,04 |
| Metselwerk | 100 | 1 | 0,1 |
| Spouw | 70 | | 0,15 |
| Metselwerk | 200 | 1 | 0,2 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 0,62 | $m^2K/W$ |
| **RC waarde** | **0,42** | $m^2K/W$ |

# Bijlage 2 – Gebouwschil isoleren

Duurzaam renoveren van Openbare basisschool de Boomhut

**Jules Merkus & Bram Jansen**

**2-9-2013**

# Inhoudsopgave


2.1 INLEIDING ..... 3
2.2 VLOER ..... 4
2.2.1 THERMOSKUSSENS ..... 4
2.2.2 DROWA CHIPS ..... 4
2.2.3 ISOSCHELPEN ..... 4
2.2.4 BELBETON ..... 5
2.2.5 RENOVATIEVLOER ..... 5
2.2.6 ONDERZIJDE VLOER ISOLEREN ..... 5
2.2.7 KELDER ..... 6
2.2.8 VERGELIJKING ..... 7
2.3 SPOUWMUUR ..... 8
2.3.1 GLAS- EN STEENWOLVLOKKEN ..... 8
2.3.2 PS ISOLATIE ..... 8
2.3.3 POLYURETHAAN ..... 8
2.3.4 VERGELIJKING ..... 10
2.4 GEVEL ..... 11
2.4.1 AFWERKEN MET PLEISTERWERK ..... 11
2.4.1 VOORZETWAND BINNENZIJDE PLAATSEN ..... 11
2.4.2 VOORZETGEVEL PLAATSEN ..... 12
2.4.3 VERGELIJKING OORSPRONKELIJKE GEVEL ..... 14
2.4.4 VERGELIJKING NIEUWE ENTREES ..... 15
2.5 DAK ..... 16
2.5.1 WARM DAK ..... 16
2.5.2 KOUD DAK ..... 16
2.5.3 OMGEKEERD DAK ..... 16
2.5.4 VERGELIJKING ..... 17
2.6 ISOLEREND GLAS ..... 18
2.6.1 VERGELIJKING ..... 18
2.7 $R_C$-BEREKENINGEN VLOER ..... 19
2.7.1 THERMOSKUSSENS ..... 19
2.7.2 DROWA CHIPS ..... 20
2.7.3 ISOSCHELPEN ..... 21
2.7.4 BELBETON ..... 22
2.7.5 PS RENOVATIEVLOER ..... 23
2.8 $R_C$-BEREKENINGEN SPOUW ..... 24
2.8.1 KNAUF SUPAFIL ..... 24
2.8.2 ZILVER PAREL HR++ ..... 25
2.8.3 POLYURETHAAN ..... 26
2.9 $R_C$-BEREKENINGEN GEVEL ..... 27
2.9.1 AFWERKEN MET PLEISTERWERK OORSPRONKELIJKE GEVEL ..... 27
2.9.2 VOORZETWAND BINNENZIJDE PLAATSEN OORSPRONKELIJKE GEVEL ..... 28
2.9.3 VOORZETGEVEL PLAATSEN OORSPRONKELIJKE GEVEL ..... 29
2.9.4 AFWERKEN MET PLEISTERWERK NIEUWE ENTREES ..... 30
2.9.5 VOORZETWAND BINNENZIJDE PLAATSEN NIEUWE ENTREES ..... 31
2.9.6 VOORZETGEVEL PLAATSEN NIEUWE ENTREES ..... 32
2.10 $R_C$-BEREKENING WARM DAK ..... 33
2.11 LITERATUURLIJST ..... 34

## 2.1 Inleiding

Een van de drie basisprincipes van de Trias Energetica is het beperken van de energievraag. Om de energievraag te beperken is het van belang de isolatie van het gebouw te verbeteren zodat er minder energie verloren gaat via de schil. De verschillende isolatiemogelijkheden worden in deze bijlage toegelicht.

Om binnen het thema energie te voldoen aan Klasse A van het Programma van Eisen Frisse Scholen moeten de vloer, de gevel en het dak een $R_c$-waarde hebben van 5,0 m2 K/W. In deze bijlagen worden eerst de mogelijke oplossingen toegelicht en vervolgens met elkaar vergeleken.

De eigenschappen en kosten van de verschillende toepassingen zijn met behulp van de informatie die leveranciers op hun websites geven verzameld, wanneer de informatie niet op internet was terug te vinden zijn de leveranciers telefonisch benaderd.

De uiteindelijke keuzes worden beschreven in de afstudeerscriptie, deze keuzes worden onderbouwd aan de hand van de informatie in deze bijlage.

## 2.2 Vloer

Openbare basisschool De Boomhut heeft een deel dat onderkelderd en een deel is voorzien van een kruipruimte. Eerst zal ingaan worden op de mogelijkheden voor het isoleren van de kruipruimte. Verder wordt beschreven hoe de vloer geïsoleerd wordt ter plaatse van de kelder.

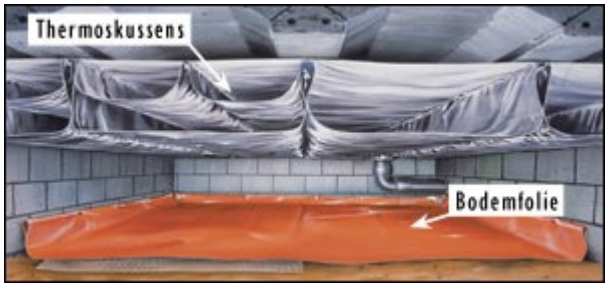
### 2.2.1 Thermoskussens

Het toepassen van bodemfolie en thermoskussens is manier om de vloer en bodem te isoleren mits er een kruipruimte aanwezig is. Deze vorm van passieve vloerisolatie is relatief snel aan te brengen en heeft een zeer laag materiaalgebruik van maar 60 gram per vierkante meter.

De bodemfolie zal als eerste aangebracht worden. Dit is een zeil met een dampremmende werking waardoor het vochtgehalte in de ruimte gaat zakken en de onderzijde van de ongeïsoleerde vloer kan indrogen. Hierna kunnen de thermoskussens aangebracht worden om de RC-waarde te verhogen.

Bij het toepassen van thermoskussens, wat bestaat uit reflecterende folies, wordt voorkomen dat er warmte uitgewisseld kan worden van de onderzijde van de vloer met de kruipruimte waar zich koude lucht bevindt. Door het toepassen van deze thermoskussens blijft de warmte in de ruimte en verdwijnt het minder snel door de vloer.

De thermoskussens kunnen beschouwd worden als extra spouwlagen onder de vloer. Deze thermokussens zijn opgebouwd uit twee of drie lagen en bevestigd aan de onderzijde van de vloer. Door het toepassen van twee lagen wordt een $R_c$-waarde behaald van 2,7 m2 W/K. Bij het toepassen van 3 lagen thermoskussens wordt er een $R_c$-waarde behaald van 3,8 m2 W/K.




### 2.2.2 Drowa chips

Het uitgangspunt bij het isoleren van de bodem of vloer bij dit project is het behalen van een $r_c$-waarde van 5,0. Bij het isoleren met Drowa-chips is dit het geval bij het toepassen van een laag van 700mm.

Drowa chips worden in de kruipruimte geblazen om de begane grondvloer te isoleren. Drowa chips worden gemaakt van 100% gerecycled materiaal zoals plastic. Het product is niet giftig en dus veilig voor het milieu (cfk- vrij, chloorvrij en grondwaterneutraal). Het lost eventuele vochtproblemen op in de kruipruimte en zorgt door de isolerende werking voor een verhoging van het wooncomfort in de woning.

Het nadeel van Drowa chips is dat als het toegepast is, de kruipruimte moeilijker toegankelijk is.

### 2.2.3 Isoschelpen

Bij het isoleren met Isoschelpen wordt een $r_c$-waarde van 5,0 behaald bij een dikte van 500mm.

Het toepassen van Isoschelpen zorgt voor een goede warmte-isolerende werking waarbij ook vochtproblemen opgelost kan worden. Het toepassen van Isoschelpen is tevens goed voor de akoestische werking en omdat het water/vochtkerend is voorkomt het de vorming van schimmels en rotting in de kruipruimte.

Het nadeel van het toepassen van schelpen in de kruipruimte is dat door het gewicht van de schelpen, namelijk 600 kg per $m^3$, de kruipruimte vrijwel ontoegankelijk is geworden.

Echter heeft het toepassen van Isoschelpen vele voordelen. Niet alleen voor de woning, maar het is ook een duurzame manier van isoleren en niet slecht voor het milieu. De schelpen worden gewonnen in de zee.

### 2.2.4 Belbeton

Een andere optie voor het isoleren van de kruipruimte is het toepassen van belbeton. Dit is een lichtgewicht beton wat door de uitstekende isolatiewaarden goed toe te passen is als bodemafsluiter.

Het wordt samengesteld uit cement, water en toeslagmaterialen. Maar ook uit een schuimvormend materiaal waardoor het een lage volumieke massa heeft. Het beton wordt als vloeibare massa in de kruipruimte gepompt. Het beton is zelf nivellerend waardoor een vlakke bodemafsluiting zal worden gerealiseerd. De eventuele kabels in de kruipruimte worden voorzien van een beschermantel of boven het beton opgehangen.

Het nadeel van deze toepassing is dat de prijs relatief duur is en het geen duurzame oplossing is. Bovendien is de kruipruimte niet meer toegankelijk nadat het belbeton is gestort.

### 2.2.5 Renovatievloer

Bij het toepassen van een renovatievloer dient de huidige vloer gesloopt te worden. Hierna wordt een nieuwe vloer aangebracht door middel van het aanbrengen van stalen liggers. Hiertussen wordt isolatiemateriaal aangebracht en dit geheel wordt afgewerkt door middel van vulbeton.

Een $r_d$-waarde van 5,0 wordt behaald wanneer er grijs EPS isolatiemateriaal wordt toegepast.

De nadelen van de renovatievloer is dat de huidige vloer gesloopt dient te worden, wat afval geeft. Ook dienen de klaslokalen hiervoor eerst leeggehaald te worden en de vloerafwerking dient vervangen te worden. Alleen de kosten voor de materialen en het aanbrengen van de vloer zijn meegenomen, niet voor het slopen van de huidige vloer en het leeghalen van de klaslokalen. Mocht deze toepassing uiteindelijk gekozen worden zal hier dieper op ingegaan worden.

### 2.2.6 Onderzijde vloer isoleren

Bij het isoleren van de onderzijde van de vloer wordt polyurethaan (PUR) aangebracht aan de onderzijde van de begane grondvloer.

Er is de laatste tijd een discussie gaande in Nederland betreffende PUR, er is zelfs een meldpunt geopend waar mensen met gezondheidsklachten ten gevolge van het gebruik van PUR zich kunnen melden. Dit heeft volgens experts te maken met het toepassen van PUR met een verkeerde verhouding.

Om problemen met PUR te voorkomen kiezen wij ervoor om geen PUR toe te passen, ter vergelijk is PUR wel meegenomen in de vergelijking.

### 2.2.7 Kelder

De keldervloer heeft een $R_c$-waarde van 2,5 $m^2$ K/W. In de kelder zijn geen klaslokalen wat betekent dat hier geen eis voor is vanuit het Programma van Eisen Frisse Scholen. De begane grondvloer heeft wel de eis vanuit het Programma van Eisen Frisse Scholen om te voldoen aan een $R_c$-waarde van 5,0 $m^2$ K/W. Om hieraan te voldoen zal de onderzijde van de begane grondvloer vanuit de kelder geïsoleerd worden door middel van een metal-stud plafond.

Een metal-stud plafond wordt hetzelfde opgebouwd als de metal-stud voorzetwand. Tussen de metalen profielen wordt isolatie geplaatst. Het geheel wordt afgewerkt met gipsplaten.

Door het toepassen van een metal-stud plafond stijgt de $R_c$-waarde met 2,92 waardoor voldoet aan de eisen van het Programma van Eisen Frisse Scholen.

### 2.2.8 Vergelijking

In de onderstaande tabel worden vijf toepassingen vergeleken voor het isoleren van de begane grondvloer van Openbare Basisschool de Boomhut ter plaatse van de kruipruimte. De kosten zijn exclusief BTW en inclusief materieel- en materiaalkosten en het aanbrengen. Er is voor de kosten rekening gehouden met de totale oppervlakte van de vloer van de school.

In hoofdstuk 3… zijn de $R_C$ berekeningen te vinden van de verschillende toepassingen. De verschillende beoordelingscriteria zijn beoordeeld aan de hand van een cijfer 1 t/m 5 waarbij 5 de beste score is en 1 de slechtste. Het cijfer in de kolom 'weging' die naast de kolom 'beoordeling' staat bepaald de weging van het beoordelingcriterium. De beoordeling wordt vermenigvuldigd met de weging om de totaalscore te berekenen. Op deze manier worden belangrijkere criteria ook in de score belangrijker gemaakt. Bij het criterium 'Nieuwe $R_C$-waarde' wordt de zogenaamde knock-out keuze toegepast, wanneer de $R_C$-waarde niet voldoet aan de eis van het Programma van Eisen Frisse Scholen valt de toepassing direct af. Dit wordt aangegeven met een rood kruis, het vinkje geeft aan dat de toepassing voldoet.

| | **Thermoskussens** | | **Drowa chips** | | **Isoschelpen** | | **Belbeton** | | **PS renovatievloer** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Beoordelingscriterium* | *beoordeling* | *weging* | *beoordeling* | *weging* | *bewoording* | *weging* | *beoordeling* | *weging* | *beoordeling* | *weging* |
| Nieuwe $R_C$ Waarde | 3,68 $m^2K/W$ | ✗ | 5,17 $m^2K/W$ | ✓ | 5,17 $m^2K/W$ | ✓ | 5,05 $m^2K/W$ | ✓ | 4,75 $m^2K/W$ | ✗ |
| Kosten per $m^2$ | **4** *€ 33,33* | *3* | **5** *€ 26,50* | *3* | **4** *€ 31,24* | *3* | **3** *€ 40,50* | *3* | **1** *€ 101,00* | *3* |
| Milieuvriendelijkheid | **4** | *2* | **4** | *2* | **4** | *2* | **2** | *2* | **2** | *2* |
| Toegankelijkheid kruipruimte | **2** | *1* | **3** | *1* | **1** | *1* | **1** | *1* | **5** | *1* |
| Brandveiligheid | **1** | *1* | **2** | *1* | **5** | *1* | **5** | *1* | **5** | *1* |
| Vochtgedrag | **4** | *1* | **5** | *1* | **5** | *1* | **4** | *1* | **2** | *1* |
| Totale score | **27 punten** | | **35 punten** | | **31 punten** | | **23 punten** | | **19 punten** | |

**Tabel 1 Vergelijking vloerisolatie oplossingen**

## 2.3 Spouwmuur

Openbare basisschool De Boomhut heeft een ongeïsoleerde spouwmuur waardoor de meest eenvoudige manier van isoleren van de gevel is de spouwmuur isoleren. In dit hoofdstuk worden een aantal toepassingen voor het isoleren van de spouwmuur toegelicht. Uiteindelijk wordt een vergelijking tussen de verschillende toepassingen gemaakt.

Alle spouwmuurisolatietoepassingen wordt aangebracht door kleine gaten te boren in een kruising van de voegen in de buitengevel, de verschillende materialen worden vervolgens in de spouw geblazen met behulp van lucht.

### 2.3.1 Glas- en steenwolvlokken

Glaswol is een gerecycled materiaal van zand en glas. Het is een vezelvormig materiaal dat kan worden toegepast als inblaaswol, glaswoldeken en glaswolplaten. Voor het na-isoleren van een spouwmuur wordt inblaaswol toegepast.

Steenwol bestaat grotendeels uit vulkanisch gesteente en voor 2 tot 4% uit bindmiddel. Ook van steenwol is inblaaswol gemaakt zodat het goed is toe te passen als gevelisolatie. De Isolatiewaarde van Steenwol ligt echter lager dan van glaswol. Steenwol is ten opzichte van glaswol geluidwerender, dit heeft echt geen prioriteit bij het renoveren van De Boomhut.

Voor de vergelijking is gekozen voor het product Knauf Supafil, dit is inblaasglaswol met een hoge isolatiewaarde. Een ander voordeel is dat het niet inklinkt waardoor de isolatiewaarde behouden blijft en het is vochtafstotend.

### 2.3.2 PS Isolatie

Polystyreen schuimparel, ook wel bekend als piepschuim wordt vaak toegepast voor de na-isolatie van spouwmuren. Polystyreen bestaat uit koolstof en waterstof. De PS paren die worden toegepast voor spouwmuurisolatie hebben een maximale diameter van 5 mm.

De parels worden met behulp van een pistool in de spouwmuur geblazen, in het pistool worden de parels omhuld door een bindmiddel waardoor de parels aan elkaar worden verbonden in de spouw.

Twee veel toegepaste PS parels zijn ‘Zilver Parels’ en ‘Thermo Parels’. Voor de vergelijking is gekozen voor ‘Zilver Parels’ dit is HR++ parel met een hoge isolatie waarde. Thermo parels worden voornamelijk toegepast bij een smalle spouw omdat de diameter kleiner is dan de diameter van een Zilver Parel.

### 2.3.3 Polyurethaan

Polyurethaan, afgekort PUR wordt niet vaak meer toegepast als spouwmuurisolatie. PUR bestaat uit twee componenten, namelijk; Polyol en isocyanaat. De PUR die op dit moment wordt toegepast wordt door leveranciers bestempeld als milieuvriendelijk er zitten namelijk geen CFK’s meer in.

CFK’s (chloorfluorkoolwaterstoffen) zijn kunstmatige stoffen waarbij het erg lang duurt voordat ze zijn afgebroken. Ze hebben een erg schadelijk werking op mensen en het milieu en tasten de ozonlaag aan, dragen bij aan het broeikaseffect en kunnen afwijkingen veroorzaken aan ongeboren kinderen.

Tijdens het productieproces en de afvalfase is echter niet milieuvriendelijk te noemen. Wanneer PUR wordt toegepast is het verstandig dat de bewoners/gebruikers van het gebouw 72 uur na het aanbrengen van de Pur niet aanwezig zijn. Na 72 uur zou de PUR volledig uitgehard moeten zijn bij de juiste samenstelling. Er zijn echter sinds kort een meldpunt in Nederland geopend voor het melden van gezondheidsklachten na aanleiding van het aanbrengen van PUR.

Om problemen met PUR te voorkomen kiezen wij ervoor om geen PUR toe te passen, ter vergelijk is PUR wel meegenomen in de vergelijking.

### 2.3.4 Vergelijking

In de onderstaande tabel worden drie toepassingen vergeleken voor het isoleren van de spouwmuur van Openbare Basisschool de Boomhut. De kosten zijn exclusief BTW en inclusief materieel- en materiaalkosten en het aanbrengen. Er is voor de kosten rekening gehouden met de totale oppervlakte van de gevel van de school en de breedte van de spouw.

In paragraaf 3.8 zijn de $R_C$ berekeningen te vinden van de verschillende toepassingen. De verschillende beoordelingscriteria zijn beoordeeld aan de hand van een cijfer 1 t/m 5 waarbij 5 de beste score is en 1 de slechtste. Het cijfer in de kolom 'weging' die naast de kolom 'beoordeling' staat bepaald de weging van het beoordelingcriterium. De beoordeling wordt vermenigvuldigd met de weging om de totaalscore te berekenen. Op deze manier worden belangrijkere criteria ook in de score belangrijker gemaakt.

| | **Knauf Supafil** | | **Zilver Parel HR++** | | **Polyurethaan** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Beoordelingscriterium* | *beoordeling* | *weging* | *beoordeling* | *weging* | *bewoording* | *weging* |
| Lampda waarde/ Nieuwe $R_C$ Waarde | **5**<br>0.034 W/m.K<br>2,24 $m^2K/W$ | *2* | **5**<br>0.034 W/m.K<br>2,24 $m^2K/W$ | *2* | **4**<br>0.039 W/m.K<br>1,99 $m^2K/W$ | *2* |
| Kosten per $m^2$ | **5**<br>€ 10,50 excl. BTW | *3* | **4**<br>€ 12,00 excl. BTW | *3* | **3**<br>€ 19,00 excl. BTW | *3* |
| Aanbrengen | **5**<br>1 dag, weinig overlast | *1* | **5**<br>1 dag, weinig overlast | *1* | **3**<br>1 dag, geuroverlast, na 3 dagen uitgehard | *1* |
| Milieuvriendelijkheid | **4** | *2* | **4** | *2* | **2** | *2* |
| Geluidisolatie | **4** | *1* | **3** | *1* | **3** | *1* |
| Brandveiligheid | **5** | *1* | **3** | *1* | **3** | *1* |
| Vochtgedrag | **4** | *1* | **4** | *1* | **5** | *1* |
| Levensduur | **4** | *2* | **4** | *2* | **4** | *2* |
| **Totale score** | **59 punten** | | **53 punten** | | **43 punten** | |

**Tabel 2 Vergelijking spouwisolatie oplossingen**

## 2.4 Gevel

Om te voldoen aan de isolatie-eis vanuit het Programma van Eisen Frisse Scholen is het isoleren van de spouwmuur niet voldoende. Om toch te voldoen aan de eisen zal de gevel nog extra geïsoleerd worden, de technieken die hiervoor toegepast kunnen worden zijn:

- Afwerken met pleisterwerk
- Voorzetwand binnenzijde plaatsen
- Voorzetgevel plaatsen

De verschillende toepassingen worden in dit hoofdstuk toegelicht waarna ze met elkaar worden vergeleken om zo een onderbouwde keuze te kunnen maken. Bij de vergelijking worden twee delen van gevel gescheiden, namelijk de oorspronkelijke gevel (de gemetselde spouwmuur) en de nieuwe entrees.

### 2.4.1 Afwerken met pleisterwerk

Bij deze toepassing wordt er buitengevelisolatie geplaatst aan de buitenzijde van het gebouw waardoor de Rc waarde van een woning aanzienlijk kan stijgen. Deze isolatieplaten worden uiteindelijk afgewerkt met een wapeningslaag, hechtmortel en sierpleisterwerk waardoor het, als het toegepast wordt bij een renovatie, zorgt voor een nieuw gevelbeeld en door de toegepaste isolatie kan zorgen voor een flinke energiebesparing.

Gekozen is voor het toepassen van siliconenpleister omdat deze een goede waterwering heeft en als een duurzame keuze voor pleisterwerk wordt beschouwd.

De voordelen van het toepassen van pleisterwerk zijn:

- Verhoging van de isolatiewaarden;
- Nieuw gevelbeeld, esthetisch voordeel bij de oorspronkelijke gevel.

#### *2.4.1.1 Oorspronkelijke gevel*

Om tot een $r_c$-waarde van 5,0 te komen bij de gevel dient er bij de originele gevel een extra 2,76 $m^2$ K/W geïsoleerd te worden. Dit is te realiseren als er 100mm polystyreen hardschuim isolatieplaten worden toegepast. In dit geval komt de totale $r_c$-waarde van de originele gevel op 5,24 $m^2$ K/W te liggen.

#### *2.4.1.2 Gevel entree*

Om bij de gevel van de entree tot een $r_c$-waarde van 5,0 te komen dient er een extra 1,18 $m^2$ K/W te worden geïsoleerd. Dit is te realiseren als er 50mm isolatieplaten toegepast worden zoals in hoofdstuk 3.4.1.1. In dit geval komt de totale $r_c$-waarde van de gevel bij de entree op 5,26 $m^2$ K/W te liggen.

### 2.4.1 Voorzetwand binnenzijde plaatsen

Bij het toepassen van een voorzetwand worden metal-stud wanden aan de binnenzijde van de buitenmuren geplaatst. Tegen de binnenzijde van de buitenmuur zullen er metalen profielen worden toegepast die gevuld zal worden met glaswol. Deze zal hierna worden afgewerkt met plaatwerk zodat de ruimte mooi egaal wordt afgesloten en de gevel een verbeterde Rc waarde heeft.

De voordelen van het toepassen van een voorzetwand zijn:

- Relatief goedkope oplossing;
- Heeft een goede isolerende werking;
- Snel aan te brengen.

Een nadeel van het toepassen van een voorzetwand is dat de ruimte kleiner wordt omdat de wand een deel van de binnenzijde in beslag zal nemen. Echter met een totale dikte van 6 tot 13 centimeter zal dit minimaal zijn.

#### *2.4.1.1 Originele gevel*

Om bij de originele gevel tot een $r_c$-waarde van 5,0 te komen dient er een voorzetwand geplaatst te worden waarvan het isolatiemateriaal een dikte heeft van 100mm (zie $r_c$-waarde berekening). Op die manier kan er een $r_c$-waarde van 5,0 gerealiseerd worden. De huidige gevel heeft namelijk een $r_c$-waarde van 0,42. Mede door de spouwmuurisolatie die behandelt is in hoofdstuk... en het toepassen van deze voorzetwand kan de $r_c$-waarde van 5,0 behaald worden.

#### *2.4.1.2 Gevel entree*

Om bij de gevel ten plaatse van de entree een $r_c$-waarde van 5,0 te behalen dient er een voorzetwand geplaatst te worden waarvan het isolatiemateriaal een dikte heeft van 40mm (zie $r_c$-waarde berekening). Mede doordat de gevel ten plaatse van de entree al een $r_c$-waarde heeft van 3,8 hoeft de voorzetwand maar 65mm dik te worden.

De brandveiligheid van de dubbele gipsplaat, waar de voorzetwand mee wordt afgewerkt is van een goed niveau. In dergelijke proeven waar de brandveiligheid wordt getest komt naar voren dat gipsplaten met daarachter minerale/glaswol zowel branddoorslag als brandoverslag effectief tegengaat.

### 2.4.2 Voorzetgevel plaatsen

Deze toepassing heeft veel weg op de toepassing afwerken met pleisterwerk (zie paragraaf 3.4.1). Ook hierbij wordt een isolatielaag van isolatieplaten aangebracht aan de buitenzijde van de buitenmuren waarbij hierna een afwerking overheen wordt geplaatst. De afwerking waar hierbij vanuit wordt gegaan is trespa aangezien dit materiaal ook is toegepast bij het gedeelte van de school wat in 2004 verbouwd is.

#### *2.4.2.1 Originele gevel*

Om tot een $r_c$-waarde van 5,0 te komen bij de gevel dient er bij de originele gevel een extra 2,76 $m^2$ K/W geïsoleerd te worden. Dit is te realiseren als er 100mm polystyreen hardschuim isolatieplaten worden toegepast. In dit geval komt de totale $r_c$-waarde van de originele gevel op 5,24 $m^2$ K/W te liggen. Deze isolatieplaten zijn dezelfde hardschuim isolatieplaten als behandeld bij het afwerken van de gevel met pleisterwerk.

#### *2.4.2.2 Gevel entree*

Om bij de gevel van de entree tot een $r_c$-waarde van 5,0 te komen dient er een extra 1,18 $m^2$ K/W te worden geïsoleerd. Dit is te realiseren als er 50mm hardschuim isolatieplaten toegepast worden. In dit geval komt de totale $r_c$-waarde van de gevel bij de entree op 5,26 $m^2$ K/W te liggen.

Trespa-panelen bestaan uit houtvezels en/of papier wat met behulp van hars op hogedruk is geperst in een compacte plaat. Een speciale coating zorgt voor de hoge kwaliteit van het paneel. De brandveiligheid van trespa panelen ligt zeer hoog door het soortelijke gewicht. Het aanbrengen neemt veel tijd in beslag. Dat komt mede omdat het geveloppervlak zeer hoog is maar ook omdat er uittimmering tegen de huidige gevel aangebracht moet worden waar tegen de isolatiepanelen worden geplaatst. Hier overheen komt de afwerking wat in dit geval de trespa-panelen zullen zijn.

### 2.4.3 Vergelijking oorspronkelijke gevel

In de onderstaande tabel worden drie toepassingen vergeleken voor het isoleren van de oorspronkelijke gevel van Openbare Basisschool de Boomhut. De kosten zijn exclusief BTW en inclusief materieel- en materiaalkosten en het aanbrengen. Er is voor de kosten rekening gehouden met de totale oppervlakte van de vloer van de school.

In paragraaf 3.9 zijn de $R_C$ berekeningen te vinden van de verschillende toepassingen. De verschillende beoordelingscriteria zijn beoordeeld aan de hand van een cijfer 1 t/m 5 waarbij 5 de beste score is en 1 de slechtste. Het cijfer in de kolom 'weging' die naast de kolom 'beoordeling' staat bepaald de weging van het beoordelingcriterium. De beoordeling wordt vermenigvuldigd met de weging om de totaalscore te berekenen. Op deze manier worden belangrijkere criteria ook in de score belangrijker gemaakt. Bij het criterium 'Nieuwe $R_C$-waarde' wordt de zogenaamde knock-out keuze toegepast, wanneer de $R_C$-waarde niet voldoet aan de eis van het Programma van Eisen Frisse Scholen valt de toepassing direct af. Dit wordt aangegeven met een rood kruis, het vinkje geeft aan dat de toepassing voldoet.

| | **Afwerken met pleisterwerk** | | **Voorzetwand binnenzijde plaatsen** | | **Voorzetgevel plaatsen** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Beoordelingscriterium* | *beoordeling* | *weging* | *beoordeling* | *weging* | *bewoording* | *weging* |
| Nieuwe $R_C$ Waarde | 5,13 $m^2K/W$ | ✓ | 5,07 $m^2K/W$ | ✓ | 5,39 $m^2K/W$ | ✓ |
| Kosten per $m^2$ | **4**<br>€ 81,70 excl. BTW | *3* | **5**<br>€ 49,00 excl. BTW | *3* | **1**<br>€ 220,00 excl. BTW | *3* |
| Esthetisch oogpunt | **5**<br>Gevelbeeld veranderd positief | *2* | **1**<br>Gevelbeeld veranderd niet | *2* | **5**<br>Gevelbeeld veranderd positief | *2* |
| Milieuvriendelijkheid | **2** | 2 | **2** | 2 | **2** | 2 |
| Brandveiligheid | **3** | 1 | **2** | 1 | **3** | 1 |
| Levensduur | **3** | 2 | **5** | 2 | **4** | 2 |
| **Totale score** | **35 punten** | | **33 punten** | | **28 punten** | |

**Tabel 3 Vergelijking gevelisolatie oplossingen oorspronkelijke gevels**

### 2.4.4 Vergelijking nieuwe entrees

In de onderstaande tabel worden drie toepassingen vergeleken voor het isoleren van de gevels van de entrees van Openbare Basisschool de Boomhut. De kosten zijn exclusief BTW en inclusief materieel- en materiaalkosten en het aanbrengen. Er is voor de kosten rekening gehouden met de totale oppervlakte van de vloer van de school.

In paragraaf 3.9 zijn de $R_C$ berekeningen te vinden van de verschillende toepassingen. De verschillende beoordelingscriteria zijn beoordeeld aan de hand van een cijfer 1 t/m 5 waarbij 5 de beste score is en 1 de slechtste. Het cijfer in de kolom 'weging' die naast de kolom 'beoordeling' staat bepaald de weging van het beoordelingcriterium. De beoordeling wordt vermenigvuldigd met de weging om de totaalscore te berekenen. Op deze manier worden belangrijkere criteria ook in de score belangrijker gemaakt. Bij het criterium 'Nieuwe $R_C$-waarde' wordt de zogenaamde knock-out keuze toegepast, wanneer de $R_C$-waarde niet voldoet aan de eis van het Programma van Eisen Frisse Scholen valt de toepassing direct af. Dit wordt aangegeven met een rood kruis, het vinkje geeft aan dat de toepassing voldoet.

| | **Afwerken met pleisterwerk** | | **Voorzetwand binnenzijde plaatsen** | | **Voorzetgevel plaatsen** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Beoordelingscriterium* | *beoordeling* | *weging* | *beoordeling* | *weging* | *bewoording* | *weging* |
| Nieuwe $R_C$ Waarde | 5,10 $m^2K/W$ | ✓ | 5,02 $m^2K/W$ | ✓ | 5,36 $m^2K/W$ | ✓ |
| Kosten per $m^2$ | **4**<br>€ 73,00 excl. BTW | *3* | **5**<br>€ 36,80 excl. BTW | *3* | **1**<br>€ 220,00 excl. BTW | *3* |
| Esthetisch oogpunt | **1**<br>Gevelbeeld veranderd | *1* | **5**<br>Gevelbeeld veranderd niet | *1* | **1**<br>Gevelbeeld veranderd | *1* |
| Milieuvriendelijkheid | **2** | 2 | **2** | 2 | **2** | 2 |
| Brandveiligheid | **3** | 1 | **2** | 1 | **3** | 1 |
| Levensduur | **3** | 2 | **5** | 2 | **4** | 2 |
| **Totale score** | **26 punten** | | **36 punten** | | **19 punten** | |

**Tabel 4 Vergelijking gevelisolatie oplossingen nieuwe entrees**

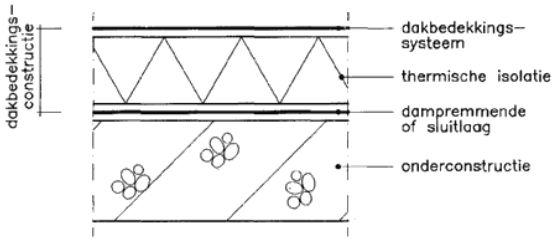
## 2.5 Dak

De opbouw van het dak van Openbare basisschool De Boomhut is als volgt; stalen dakplaten worden gedragen door stalen liggers, op de stalen dakplaten ligt van onder naar boven een dampremmende folie, drukvaste harde isolatieplaten en 1 laags bitumineuze dakbedekking. De $R_C$-waarde van het huidige dak is 3,0 $m^2$ K/W. Er zijn een aantal manieren om een dak na te isoleren.

### 2.5.1 Warm dak

Bij een warm dak wordt een ongeïsoleerde dakconstructie aan de bovenzijde van het dakpakket geïsoleerd met een harde isolatieplaat. De isolatieplaat wordt afgewerkt met dakbedekking. Een warm dak wordt bij renovatie alleen toegepast wanneer er geen isolatie aanwezig is of de staat de isolatielaag dusdanig slecht is dat deze compleet vervangen dient te worden.

De isolatielaag en de dakbedekking van De Boomhut zijn in 2004 compleet vervangen en verkeren in goede staat waardoor de huidige isolatie en dakbedekking gebruikt worden bij de renovatie. Een warm dak is daarom geen optie bij renovatie van De Boomhut.



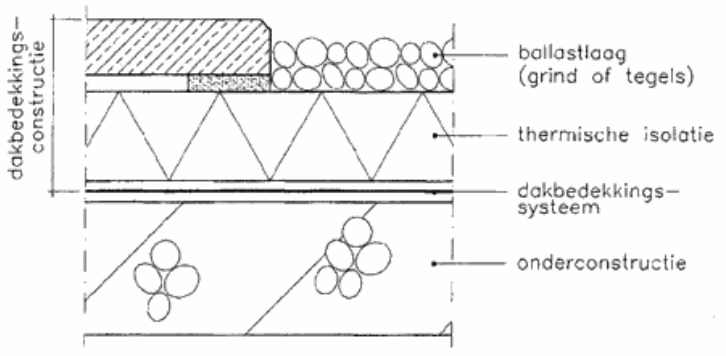

### 2.5.2 Koud dak

Bij een koud dak wordt de isolatie aan de onderzijde van de dakconstructie bevestigd. Dit houdt in dat de dakconstructie niet wordt verwarmd door de warmte uit het gebouw die redelijk constant is. De dakconstructie wordt wel blootgesteld aan weersinvloeden van buitenaf. Deze manier van na isoleren heeft bouwfysisch veel nadelen zoals de temperatuurverschillen waaraan de constructie wordt blootgesteld wat vervorming tot gevolg kan hebben.

In de situatie van Openbare basisschool De Boomhut is de dakconstructie al geïsoleerd aan de bovenzijde waardoor de dakconstructie niet wordt blootgesteld aan temperatuurverschillen. Er is contact gezocht met een specialist in dakisolatie, zij gaven aan wanneer je aan de binnenzijde van de huidige dakconstructie gaat isoleren er een grote kans is op vochtproblemen. Het dauwpunt zal dan in de constructie liggen.

### 2.5.3 Omgekeerd dak

Bij een omgekeerd dak wordt een druk vaste isolatieplaat bovenop de bestaande dakbedekking geplaatst. De isolatielaag kan echter niet bevestigd worden op de huidige dakconstructie omdat de dakbedekking niet geperforeerd kan worden. De isolatielaag wordt daarom vastgelegd door er een ballastlaag op te leggen zoals grind of tegels. De isolatielaag moet bestand zijn tegen vocht en andere weersomstandigheden en zijn isolatiewaarde behouden. Daarom wordt bij een omgekeerd dak altijd hard geëxtrudeerde polystyreen gebruikt (XPS) gebruikt. Een omgekeerd dak is bij renovatie fors zwaarder, de dakconstructie moet dat wel kunnen dragen. De Boomhut heeft een stalen dakconstructie, een constructie die is berekend op het gewicht van de dakconstructie. Het dak verzwaren



door een ballastlaag aan te brengen heeft waarschijnlijk als gevolg dat de staalconstructie verzwaard moet worden. Een omgekeerd dak is ten opzichte van een warm dak in veel gevallen duurder dan een omgekeerd dak.

### 2.5.4 Vergelijking

De keuze van het isoleren van het dak zal voornamelijk op bouwfysische gronde genomen dienen te worden. Een koud dak wordt namelijk wordt experts sterk afgeraden omdat het douwpunt in de constructie kom te liggen wanneer er aan de binnenzijde wordt geïsoleerd waardoor er kans is op condensatie in de isolatielaag, de isolatie zal hierdoor zijn waarde verliezen.

De twee overige opties zijn een warm dak of een omgekeerd dak. Een omgekeerd dak is vanwege het gewicht geen goede optie. De ballastlaag zal de dakconstructie flink zwaarder maken waardoor de stalendakconstructie aangepast dient te worden. Een omgekeerd dak is qua kosten duurder dan een warm dak, de isolatieplaat die wordt aangebracht is namelijk een specifieke plaat die vochtbestendig is.

## 2.6 Isolerend glas

Openbare basisschool De Boomhut heeft op dit moment overal dubbelglas. Om te voldoen aan Klasse A van het Programma van Eisen Frisse Scholen mag de warmtedoorgangscoëfficiënt (U-waarde) maximaal 1,2 W/m²K zijn. Dubbel glas heeft een U-waarde van 2,8 W/m²K, deze waarde is te hoog om te voldoen aan Klasse A.

Mogelijke oplossingen met een lagere U-waarde zijn:

- HR++ glas;
- 3 laags glas.

HR++ glas is opgebouwd uit 2 glaslagen met daartussen een spouw gevuld met argon gas. Ook zit er op de binnenzijde van het glas een flinterdunne metaal-coating wat er voor zorgt dat de warmte uit het gebouw terug naar binnen wordt gekaatst.

3 laags glas is lastig toe te passen bij renovatie omdat een bepaalde sponningbreedte noodzakelijk is. De U-waarde van een driedubbelglas met een dikte van 32mmm is 0,8 W/m²K.

### 2.6.1 Vergelijking

In onderstaande tabel worden de twee glastypes vergeleken die toegepast kunnen worden om te voldoen aan Klasse A van het Programma van Eisen Frisse Scholen.

| Nr. | Glassoorten | Warmtegeleiding | Kosten (per $m^2$) |
|---|---|---|---|
| 1 | HR++ | 1,2 W/$m^2$K | € 45,00 |
| 2 | Drielaags glas | 0,8 W/$m^2$K | € 125,00 |

## 3.7 $R_C$-berekeningen vloer

### 3.7.1 Thermoskussens




| Materiaal | Dikte mm | Labda W/mK | Rc waarde $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | | | 0,04 |
| Betonvloer | 100 | 0,93 | 0,11 |
| Cementdekvloer | 30 | 1 | 0,03 |
| Thermoskussens | nvt | nvt | 3,74 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 4,05 | $m^2K/W$ |
| **Rc waarde** | **3,68** | $m^2K/W$ |

### 3.7.2 Drowa chips

**Buiten**



**Binnen**

| **Materiaal** | **Dikte** mm | **Labda** W/mK | **Rc waarde** $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | | | 0,04 |
| Betonvloer | 100 | 0,93 | 0,11 |
| Cementdekvloer | 30 | 1 | 0,03 |
| Drowa chips | nvt | nvt | 5,30 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | |
|---|---|
| Rlol | 5,61 $m^2K/W$ |
| **Rc waarde** | **5,17** $m^2K/W$ |

### 3.7.3 Isoschelpen

**Buiten**



**Binnen**

| **Materiaal** | **Dikte** mm | **Labda** W/mK | **Rc waarde** $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | | | 0,04 |
| Betonvloer | 100 | 0,93 | 0,11 |
| Cementdekvloer | 30 | 1 | 0,03 |
| Isoschelpen | nvt | nvt | 5,30 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 5,61 | $m^2K/W$ |
| **Rc waarde** | **5,17** | $m^2K/W$ |

### 3.7.4 Belbeton

**Buiten**



**Binnen**

| **Materiaal** | **Dikte** mm | **Labda** W/mK | **Rc waarde** $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | | | 0,04 |
| Betonvloer | 100 | 0,93 | 0,11 |
| Cementdekvloer | 30 | 1 | 0,03 |
| Belbeton | 600 | 0,12 | 5,17 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 5,48 | $m^2K/W$ |
| **Rc waarde** | **5,05** | $m^2K/W$ |

### 3.7.5 PS renovatievloer

**Buiten**



**Binnen**

| **Materiaal** | **Dikte** mm | **Labda** W/mK | **Rc waarde** $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | | | 0,04 |
| Renovatievloer | 100 | 0,93 | 5,00 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 5,17 | $m^2K/W$ |
| **Rc waarde** | **4,75** | $m^2K/W$ |

## 3.8 $R_C$-berekeningen spouw

### 3.8.1 Knauf Supafil




| Materiaal | Dikte mm | Labda W/mK | Rc waarde $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | 10 | 1 | 0,04 |
| Metselwerk | 100 | 1 | 0,1 |
| Knauf Supafil glaswol | 70 | 0,034 | 2,06 |
| Metselwerk | 200 | 1 | 0,2 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 2,528823529 | $m^2K/W$ |
| **RC waarde** | **2,24** | $m^2K/W$ |

### 3.8.2 Zilver Parel HR++

**Buiten**



**Binnen**

| **Materiaal** | **Dikte** mm | **Labda** W/mK | **Rc waarde** $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | 10 | 1 | 0,04 |
| Metselwerk | 100 | 1 | 0,1 |
| Zilver Parel HR++ | 70 | 0,034 | 2,06 |
| Metselwerk | 200 | 1 | 0,2 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 2,528823529 | $m^2K/W$ |
| **RC waarde** | **2,24** | $m^2K/W$ |

### 3.8.3 Polyurethaan

**Buiten**



**Binnen**

| **Materiaal** | **Dikte** mm | **Labda** W/mK | **Rc waarde** $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | 10 | 1 | 0,04 |
| Metselwerk | 100 | 1 | 0,1 |
| Polyurethaan | 70 | 0,039 | 1,79 |
| Metselwerk | 200 | 1 | 0,2 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 2,264871795 | $m^2K/W$ |
| **RC waarde** | **1,99** | $m^2K/W$ |

## 3.9 $R_C$-berekeningen gevel

### 3.9.1 Afwerken met pleisterwerk oorspronkelijke gevel




| Materiaal | Dikte mm | Labda W/mK | Rc waarde $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | | | 0,04 |
| Pleisterlaag | 6 | 0,58 | 0,01 |
| Isolatiemateriaal | 100 | 0,033 | 3,03 |
| Metselwerk | 100 | 1 | 0,1 |
| Knauf Supafil glaswol | 70 | 0,034 | 2,06 |
| Metselwerk | 200 | 1 | 0,2 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 5,57 | $m^2K/W$ |
| Rc waarde | 5,13 | $m^2K/W$ |

### 3.9.2 Voorzetwand binnenzijde plaatsen oorspronkelijke gevel

**Buiten**



**Binnen**

| **Materiaal** | **Dikte** mm | **Labda** W/mK | **Rc waarde** $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | 10 | 1 | 0,04 |
| Metselwerk | 100 | 1 | 0,10 |
| Knauf supafil glaswol (spouw) | 70 | 0,034 | 2,06 |
| Metselwerk | 200 | 1 | 0,20 |
| Isolatie | 100 | 0,035 | 2,86 |
| Gipsplaat | 25 | 0,22 | 0,12 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 5,50 | $m^2K/W$ |
| **RC waarde** | **5,07** | $m^2K/W$ |

### 3.9.3 Voorzetgevel plaatsen oorspronkelijke gevel




| Materiaal | Dikte mm | Labda W/mK | Rc waarde m²K/W |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | | | 0,04 |
| Trespa meteon | 10 | 0,30 | 0,03 |
| Spouw | 31 | 0,18 | 0,17 |
| Isolatie | 100 | 0,033 | 3,03 |
| Multiplex | 15 | 0,20 | 0,08 |
| Metselwerk | 100 | 1,00 | 0,10 |
| Knauf Supafil glaswol | 70 | 0,03 | 2,06 |
| Metselwerk | 200 | 1,00 | 0,20 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 5,84 | $m^2K/W$ |
| Rc waarde | 5,39 | $m^2K/W$ |

### 3.9.4 Afwerken met pleisterwerk nieuwe entrees




| Materiaal | Dikte mm | Labda W/mK | Rc waarde m²K/W |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | | | 0,04 |
| Trespa meteon | 10 | 0,3 | 0,03 |
| Spouw | 31 | 0,18 | 0,17 |
| Isolatie | 140 | 0,04 | 3,50 |
| Multiplex | 15 | 0,2 | 0,08 |
| Gipsplaat | 13 | 0,23 | 0,06 |
| Isolatiemateriaal | 50 | 0,033 | 1,52 |
| Pleisterlaag | 6 | 0,58 | 0,01 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 5,53 | $m^2K/W$ |
| Rc waarde | 5,10 | $m^2K/W$ |

### 3.9.5 Voorzetwand binnenzijde plaatsen nieuwe entrees

**Buiten**



**Binnen**

| **Materiaal** | **Dikte** mm | **Labda** W/mK | **Rc waarde** $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | | | 0,04 |
| Trespa meteon | 10 | 0,3 | 0,03 |
| Spouw | 31 | 0,18 | 0,17 |
| Isolatie | 140 | 0,04 | 3,68 |
| Multiplex | 15 | 0,20 | 0,08 |
| Gipsplaat | 13 | 0,23 | 0,06 |
| Isolatie | 40 | 0,035 | 1,14 |
| Gipsplaat | 25 | 0,22 | 0,12 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 5,45 | $m^2K/W$ |
| Rc waarde | 5,02 | $m^2K/W$ |

### 3.9.6 Voorzetgevel plaatsen nieuwe entrees

**Buiten**



**Binnen**

| **Materiaal** | **Dikte** mm | **Labda** W/mK | **Rc waarde** $m^2K/W$ |
|---|---|---|---|
| Ri (overgangsweerstand) | | | 0,04 |
| Trespa meteon | 10 | 0,3 | 0,03 |
| Spouw | 31 | 0,18 | 0,17 |
| Isolatie | 140 | 0,04 | 3,5 |
| Multiplex | 15 | 0,2 | 0,08 |
| Gipsplaat | 13 | 0,23 | 0,06 |
| Trespa meteon | 10 | 0,30 | 0,03 |
| Spouw | 31 | 0,18 | 0,17 |
| Isolatie | 50 | 0,033 | 1,52 |
| Multiplex | 15 | 0,20 | 0,08 |
| Re (overgangsweerstand | | | 0,13 |

| | | |
|---|---|---|
| Rlol | 5,81 | $m^2K/W$ |
| Rc waarde | 5,36 | $m^2K/W$ |

## 2.10 Rc-berekening warm dak

# Berekening $R_C$ waarden plat dakconstructies conform NPR 2068

| RENOVATIE | RENOVATIE | RENOVATIE |
|---|---|---|

**Projectgegevens**

| | | |
|---|---|---|
| **Project:** | **Duurzaam renoveren van OBS De Boomhut** | pag. |
| **Aanvrager:** | | |
| **Onderdeel:** | **Dak** | |

**Invoer gegevens Dakopbouw bestaand**

| ▼Bepaal uw keuze▼ | | |
|---|---|---|
| Bestaande dakbedekking | Bitumen APP 1 laags | |
| Bestaande isolatie | EPS 100 | 150 |
| Soort bevestiger / gem. aantal per m² | Gegalvaniseerde parker, c 4,8 mm | 4 |
| Dampremmende laag | Gebitumineerd glasvlies | 3 mm |
| Onderconstructie | Staal trapezium | 0,75 mm |
| Luchtlaag | | 10 mm |
| Verlaagd plafond | Ja | |

**Invoer gegevens Dakopbouw nieuw**

| | | |
|---|---|---|
| Ballastlaag | Ja | |
| Dakbedekking | EPDM 1,1 mm | |
| Isolatie: product IsoBouw | PolyTop | |
| Isolatiedikte | | 130 mm |
| Soort bevestiger / gem. aantal per m² | Gegalvaniseerde parker, c 4,8 mm | 4 |
| Dampremmende laag | Geen | |

$R_C$ waarde dakconstructie nieuwbouw bepaald conform NPR 2068 met correctiefactor $\alpha = 0,05$

**Resultaat**

**$R_C$ = 5,15 m²K/W**

**Meer informatie**

Op de website **www.isobouw.nl** vindt u alle informatie over onze isolatiesystemen

© 2011 IsoBouw Systems bv

IsoBouw Systems bv - Postbus 1 - 5710 AA Someren - Tel. +31 (0)493 - 49 81 11
Fax +31 (0)493 -49 59 71 - E-mail: info@isobouw.nl
**www.isobouw.nl/platdak**

IsoBouw
Innovatie in isolatie

Aan de uitkomsten van dit programma kunnen geen rechten bij IsoBouw Systems bv worden ontleend. Een herberekening conform dit programma is door IsoBouw Systems bv mogelijk.
Dit programma is intellectueel eigendom van IsoBouw Systems bv en mag als zodanig niet worden aangepast op welke wijze dan ook. ©

## 2.11 Literatuurlijst

Bouwkosten. (2013). *Info over actuele bouwkosten*. Opgehaald van Website van Bouwkosten: www.bouwkosten.nl

Energieverbruiker. (2012). *Energieverbruiker*. Opgehaald van Website van Energieverbruik over de verschillende isolatiemogelijkheden: http://www.energieverbruiker.nl/isolatie.html

EVM Glass. (2013). *Info over warmtegeleiding van glas*. Opgehaald van Website van EVM Glass: http://evmglass.com/driedubbel-glas/

hoe-koop-ik.nl. (sd). *hoe-koop-ik.nl*. Opgehaald van http://www.hoe-koop-ik.nl/spouwmuurisolatie/vergelijken/start

Hou het warm. (2012). *Hou het warm*. Opgehaald van Hou het warm, informatie over isolatiemogelijkheden: http://www.houhetwarm.nl/isolatie/isolatie.html

Isobouw. (sd). *Isobouw.nl*. Opgehaald van http://www.isobouw.nl/

Isocomfor B.V. (sd). *Info over vloerisolatie*. Opgehaald van Website van Isocomfor B.V.: http://isoleer-uw-vloer.nl/kosten.html

Kort, E. (2009). *EK bouwadvies*. Opgehaald van Website van EK bouwadvies, onderdeel: vervangen kozijnen: http://www.ekbouwadvies.nl/bouwbesluit/energiezuinigheid/vervangenkozijnen.asp

KPD. (sd). BouwCalc. *Voorcalculatie Windows 6.3*.

Milieu Centraal. (sd). *Milieu Centraal*. Opgehaald van Milieu Centraal: isoleren van bodem en vloer: http://www.milieucentraal.nl

Ratering Isolaties. (sd). *Info over spouwmuurisolatie.* Opgehaald van Website van Ratering: http://www.rateringisolaties.nl/userfiles/theorie-spouwmuurisolatie.pdf

Renovatie totaal. (2012, Februari 20). *Info over de isolatiewaarden van de dakbedekking*. Opgehaald van Website van Renovatie totaal: http://www.renovatietotaal.nl/artikel/bouwkosten/75/bouwkosten-228/228/

# Bijlage 3 – Duurzame opweksystemen

Duurzaam renoveren van Openbare basisschool de Boomhut

**Jules Merkus & Bram Jansen**

**2-9-2013**

## 3.1 Inventarisatie duurzame opweksystemen

Wanneer men duurzaam gaat bouwen is de eerste stap om de schil van het gebouw aan te pakken om het energieverbruik te minimaliseren. Het overgebleven deel van de energievraag kan uiteindelijk zelf opgewekt worden. Er kunnen duurzame opweksystemen toegepast worden die geen fossiele brandstoffen gebruiken om energie op te wekken. In dit hoofdstuk zullen een aantal van deze duurzame opweksystemen toegelicht worden om een beeld te geven van hoe deze systemen werken.

### 3.1.1 Biomassa

Biomassa is een vorm om energie op te wekken uit de verbranding van bioafval, hout, olie of mest. Om hieruit energie op te kunnen wekken dient er genoeg materiaal te zijn wat verbrand kan worden. Om een installatie te plaatsen moet dus ook tegelijkertijd worden gekeken naar de mogelijkheid om materiaal zoals hout te kunnen verbranden hierin zodat er energie kan worden opgewekt. Instellingen die gebruik maken van een biomassa-installatie telen daarom vaak zelf bomen om energie te kunnen blijven opwekken. De CO2 die deze bomen opnemen komt daarna weer vrij bij de verbranding zodat er CO2 neutraal gewerkt kan worden. Echter wordt bij deze vorm van energie opwekken worden vaak wel vraagtekens gezet bij de duurzaamheid ervan aangezien er grote hoeveelheden CO2 vrijkomen bij de verbanding.

### 3.1.2 Waterenergie

Energie uit water verkrijgen is ook een mogelijkheid om duurzaam energie op te wekken. Hierbij wordt een turbine aangedreven door water. De turbine wekt hierbij energie op wat uiteindelijk gebruikt kan worden. De energie wordt benut door een stromingssnelheid of hoogteverschil in het water.

Dit is een zeer duurzame manier om energie op te wekken maar de voorwaarde is natuurlijk wel dat er in de buurt van de locatie gebruik kan worden gemaakt van stromend water.

Het wordt al veel toegepast door grote energiemaatschappijen, maar nog niet door particulieren. Dit komt doordat de opweksystemen voor particulieren nog niet in de markt worden aangeboden en doordat de meeste mensen simpelweg geen beschikking hebben over snel stromend water in de nabije leefomgeving.

### 3.1.3 Zonneboiler

Een zonneboiler maakt gebruik van de zon om water op te warmen, hiervoor worden collectoren op het dak geplaatst. Het water dat opgewarmd wordt kan gebruikt worden voor de centrale verwarming maar ook als warm tapwater. De zonnecollectoren op het dak verwarmen het water in een voorraadvat onder het dak. Vaak wordt er dan nog gebruikt gemaakt van een na-verwarmer, vaak een combiketel. De ketel hoeft het water dan nog maar voor een deel te verwarmen waar normaal gesproken gebruik wordt gemaakt van koud water om water op te warmen. Op dagen dat er weinig gebruik gemaakt kan worden van de zon kan de combiketel het koude water alsnog volledig opwarmen.

Een zonneboiler kan zowel op een schuin als een plat dak geplaatst worden, bij voorkeur op gericht het zuiden. Op het oosten en het westen is ook mogelijk al levert dit minder op. Het toepassen van een zonneboiler kan zowel bij nieuwbouw als in bestaande bouw. Een vergunning is in veel gevallen niet noodzakelijk voor het toepassen van een standaard zonneboiler, een uitzondering kan zijn als het een monumentaal gebouw betreft.

### 3.1.4 Zonnestroom

Zonne-energie kan ook omgezet worden in elektriciteit, hiervoor worden zonnepanelen gebruikt. Een dergelijk systeem bestaat uit zonnepanelen op het dak, deze zijn aangesloten op een omvormer, een omvormer zet de opgewekte gelijkspanning om in wisselspanning. In de meeste gevallen is het systeem aangesloten op het elektriciteitsnet zodat er elektriciteit terug geleverd kan worden op het moment dat er meer elektriciteit opgewekt wordt dan benodigd. Voor deze elektriciteit krijgt men een vergoeding. Om een zo hoog mogelijk rendement te behalen moeten de panelen onder een helling van circa 35 graden staan, verder is het belangrijk dat de panelen niet in de schaduw vallen.

### 3.1.5 Windenergie

Windenergie wordt bij woningbouw nog erg weinig toegepast waardoor er erg weinig gegevens bekend zijn over de opbrengst van een kleine windturbine. De opbrengst van een dergelijke windturbine is afhankelijk van de hoogte en het windgebied. Er zijn verschillende types in omloop voor particulieren waarbij er verschillende groottes turbines zijn. Hoe groter of zwaarder de turbine hoe meer elektriciteit er gewonnen kan worden.

Bij het toepassen van een windmolen met een zware turbine dient de constructie van het dak in sommige gevallen aangepast te worden aangezien deze vaak een gewicht hebben van gemiddeld 2000kg. Een zwaardere turbine betekent vaker ook een grotere besparing in energiekosten.

### 3.1.6 Warmte- koudeopslag

Koude- en warmteopslag (WKO), is een methode om energie in de vorm van warmte of koude op te slaan in de bodem. Deze techniek wordt toegepast bij het verwarmen en koelen van gebouwen.

In de bodem zitten verschillende lagen die goed gebruikt kunnen worden gebruikt om warmte of koude op te kunnen slaan, dit is het uitgangspunt van een WKO installatie. In de zomer wordt het koele water gebruikt wat in de bodem is opgeslagen en het warme water wordt opgeslagen om vervolgens in de winter gebruikt te kunnen worden. Om de warmte te gebruiken voor de verwarming van een gebouw dient een warmtepomp aangesloten te zijn op de bron.

Een andere variant, gebaseerd op het toepassen van een WKO is de BWW (bodemwarmtewisselaar). Hierbij wordt er een vloeistof rondgepompt waarbij deze opwarmt door middel van de warmte in de grond. Als de vloeistof die wordt rondgepompt kouder is dan de omringende bodem neemt het warmte op. Is de vloeistof warmer dan de omringende grond dan staat het warmte af. Zo kan er voor worden gezorgd om een gebouw in de zomer de koelen en in de winter te verwarmen.

ZONNEPANELENAANBIEDERS

# Zonnepanelenaanbieders.nl adviesrapport

Geachte heer/mevrouw Merkus,

Hierbij ontvangt u het door u op 28 mei 2013 via onze zonnepanelenaanbieders.nl website aangevraagde adviesrapport.

Dit adviesrapport is afgestemd op de door u gewenste besparing, rekening houdend met de ligging van uw huis, dakafmeting en hellingshoek van uw dak, zonnepad en de specificaties van het door u geselecteerde zonnepanelen merk. De prijsindicatie en besparingsmogelijkheden geven u direct een goed inzicht in wat voor u de voordelen zijn.

De prijsindicatie in dit adviesrapport is een maximum prijs waar u rekening mee dient te houden. Een van de bij ons aangesloten erkende zonnepanelen installateurs zal, indien u dat wenst, een bezoek bij u aan huis brengen om de details ter plekke op te nemen. Er wordt tijdens het bezoek een definitieve prijsopgave gemaakt, zodat u direct kunt beslissen en opdracht geven.

Door u en de installateurs op deze manier te informeren zijn de verkoopkosten relatief laag, waardoor u kunt profiteren van een ZEER scherpe aanbieding van een bij de ons aangesloten installateurs.

Mocht u een afspraak met een installateur in willen laten plannen of aanvullende vragen hebben mail dit dan naar klantenservice@zonnepanelenaanbieders.nl

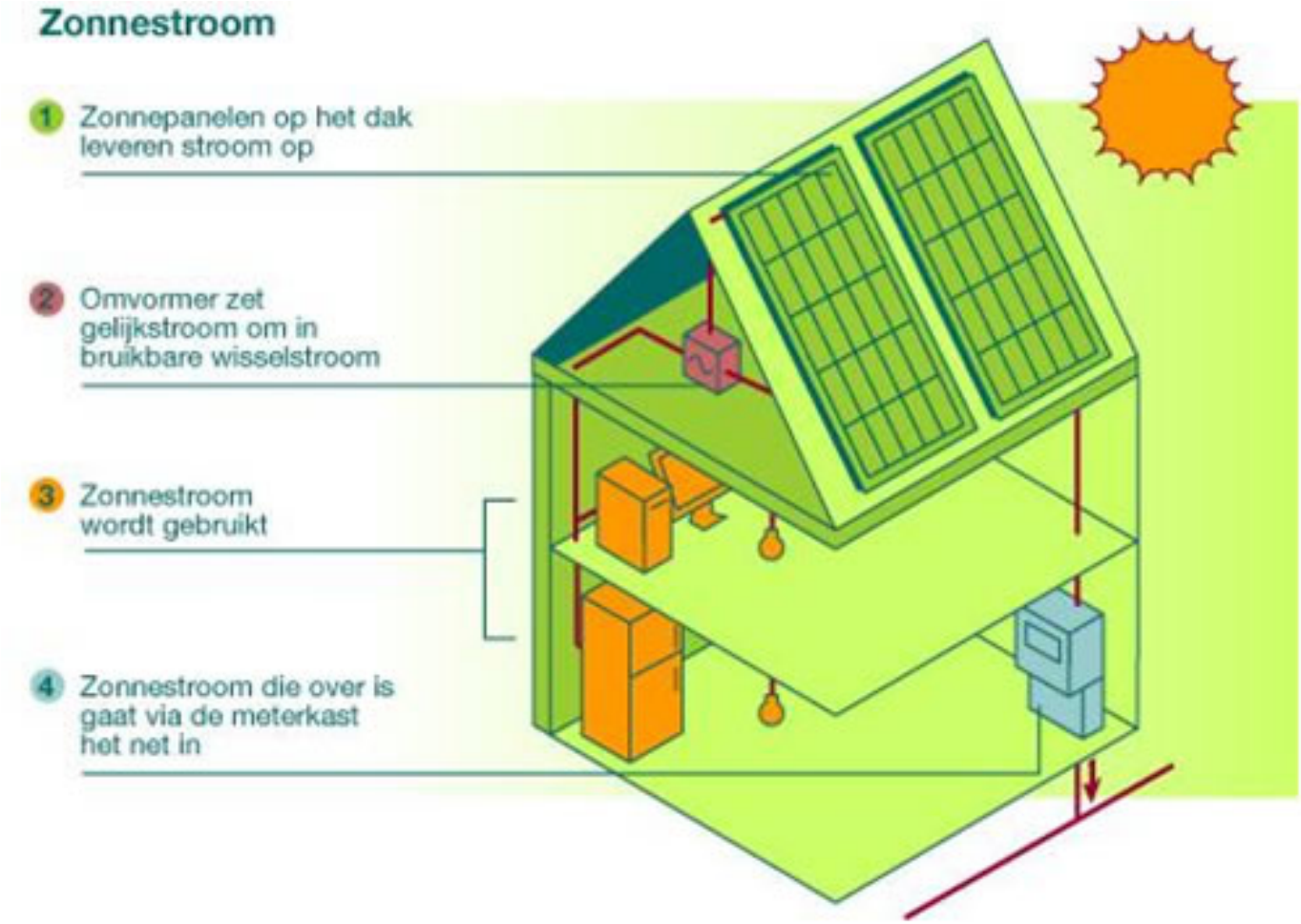
Met vriendelijke groet,

Erik-Jan van de Worp

# Hoe werkt zonne-energie (stroom)?

Een compleet zonne-energiesysteem bestaat naast de zonnepanelen uit een draagconstructie, kabels, connectoren en een omvormer. De omvormer zet de opgewekte gelijkstroom van de zonnepanelen om in 230 volt wisselspanning, zodat deze direct kan worden gebruikt.

De opgewekte energie verbruikt u direct zelf. Als er tijdelijk minder of geen elektriciteitsvraag is, levert het zonnesysteem het overschot aan elektriciteit aan het elektriciteitsnet. Via de wet is geregeld dat huishoudens een vergoeding krijgen voor die aangeleverde stroom, dat heet de terugleververgoeding (maximaal 5000 kWh per jaar). Stel dat u 500 kWh heeft teruggeleverd en 4.000 kWh van uw energieleverancier heeft verbruikt. Dan betaalt u uiteindelijk voor 3.500 kWh. Dit heet salderen.



ZONNEPANELENAANBIEDERS

# 1. Uitgangspunten van uw persoonlijk adviesrapport

Uitgangspunten van dit advies zijn de op 28 mei 2013 door u verstrekte wensen en locatie gegevens tijdens uw bezoek aan zonnepanelenaanbieders.nl.

Uw wensen:

1. Besparing van uw huidige energiekosten met minimaal €1902,- per jaar. Om deze besparing te realiseren dient u 8270 kWh per jaar met zonnepanelen zelf op te wekken uitgaande van een elektriciteitsprijs van € 0,23 per kWh.
2. Realisatie van deze besparing met Suntech zonnepanelen.
   - Onderstaand ziet u de productspecificaties van het Suntech zonnepaneel die u heeft aangegeven

| | |
|---|---|
| Merk | SUNTECH |
| Type | STP250-20Wd zonnepaneel |
| Vermogen | 250 Wp |
| Cel Type | Monokristallijn |
| Afmetingen | 1640x992x35 |
| Productgarantie | 10 jaar |
| Vermogensgarantie 90% | 10 jaar |
| Vermogensgarantie 80% | 25 jaar |
| Afwijkend vermogen | 0% tot 5% |
| Rendement zonlicht | 15,40% |

ZONNEPANELENAANBIEDERS

# 2. Wat zijn de mogelijkheden voor plaatsing van deze Suntech zonnepanelen op uw dak?

Uw adres: bernhardlaan 10 , Arnhem




| | |
|---|---|
| Beschikbaar dakoppervlak | 69.32 vierkante meter |
| | |
| Suntech STP250-20Wd zonnepaneel | |
| Aantal panelen | 38 |
| Benodigd dakoppervlak | 64.86 vierkante meter |

# 3. Wat zijn de indicatieve kosten voor dit zonne-energie systeem?

De indicatieve kosten voor het Suntech STP250-20Wd zonnepaneel zonne-energie systeem om 8270 kWh op te wekken in uw specifieke daksituatie liggen tussen de €17.418,- en €19.252,- incl. BTW en exclusief maximaal €650,- subsidie. In totaal heeft uw systeem een vermogen van 9500 Wp en een verwachte opbrengst van 8270 kWh.

* Prijspeil heden

Inclusief

- een bij dit systeem passende omvormer
- een complete installatie door een erkende zonnepanelen installateur
- extra groep aanleggen in de meterkast

Exclusief

- extra werkzaamheden zoals graafwerk, extra bekabeling bij plaatsing van de omvormer op een andere gewenste locatie, etc..
- subsidie van euro 650,- deze gaat nog van het indicatieve bedrag af.

**3.1 Onderhoud**
Uw panelen zijn normaal gesproken onderhoudsvrij, deze worden door regen en sneeuw schoongehouden. Alleen in bijzondere situaties bij sterke vervuiling van de panelen verdient het aanbeveling deze met water en een zachte (autowas) borstel schoon te spoelen.

De omvormer gaat gemiddeld 10 tot 15 jaar mee. Deze zal bij storing vervangen moeten worden door een vergelijkbare omvormer. De kosten hiervan bedragen ongeveer € 1000,- afhankelijk van de grootte van uw installatie. Hierna kunt u weer 10 tot 15 jaar ongestoord zonnestroom opwekken.

ZONNEPANELENAANBIEDERS

# 4. Wat is de jaarlijkse besparing op mijn energierekening met deze invulling?

Onderstaand overzicht geeft u een overzicht hoeveel u per jaar bespaart met gratis stroom die u zelf via de Suntech zonnepanelen verkrijgt.

- Bij deze berekening is gerekend met een jaarlijkse stijging van de energieprijs met 5%.
- Bij deze berekening is voor het verloop van de investering niet gerekend met de €650,- subsidie op zonnepanelen welke u kunt ontvangen.
- Bij deze berekening is uitgegaan van het maximale indicatieve bedrag van €19.252,-

| Jaar | Electriciteitsprijs | Besparing | Totaal besparing | Verloop investering |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.23 | € 1.902,00 | € 1.902,00 | € -17.350,00 |
| 2 | 0.24 | € 1.997,10 | € 3.899,10 | € -15.352,90 |
| 3 | 0.25 | € 2.096,96 | € 5.996,06 | € -13.255,95 |
| 4 | 0.27 | € 2.201,80 | € 8.197,86 | € -11.054,14 |
| 5 | 0.28 | € 2.311,89 | € 10.509,75 | € -8.742,25 |
| 6 | 0.29 | € 2.427,49 | € 12.937,24 | € -6.314,76 |
| 7 | 0.31 | € 2.548,86 | € 15.486,10 | € -3.765,90 |
| 8 | 0.32 | € 2.676,31 | € 18.162,41 | € -1.089,59 |
| 9 | 0.34 | € 2.810,12 | € 20.972,53 | € 1.720,53 |
| 10 | 0.36 | € 2.950,63 | € 23.923,15 | € 4.671,15 |
| 11 | 0.37 | € 3.098,16 | € 27.021,31 | € 7.769,31 |
| 12 | 0.39 | € 3.253,07 | € 30.274,37 | € 11.022,37 |
| 13 | 0.41 | € 3.415,72 | € 33.690,09 | € 14.438,09 |
| 14 | 0.43 | € 3.586,50 | € 37.276,60 | € 18.024,60 |
| 15 | 0.46 | € 3.765,83 | € 41.042,43 | € 21.790,43 |
| 16 | 0.48 | € 3.954,12 | € 44.996,55 | € 25.744,55 |
| 17 | 0.5 | € 4.151,83 | € 49.148,38 | € 29.896,38 |
| 18 | 0.53 | € 4.359,42 | € 53.507,80 | € 34.255,80 |
| 19 | 0.55 | € 4.577,39 | € 58.085,19 | € 38.833,19 |
| 20 | 0.58 | € 4.806,26 | € 62.891,44 | € 43.639,44 |
| 21 | 0.61 | € 5.046,57 | € 67.938,02 | € 48.686,02 |
| 22 | 0.64 | € 5.298,90 | € 73.236,92 | € 53.984,92 |
| 23 | 0.67 | € 5.563,85 | € 78.800,76 | € 59.548,76 |
| 24 | 0.71 | € 5.842,04 | € 84.642,80 | € 65.390,80 |
| 25 | 0.74 | € 6.134,14 | € 90.776,94 | € 71.524,94 |

# 5. Wat is de terug verdientijd van uw investering?

De terug verdientijd van uw investering bedraagt 8-9 jaar.

Of anders gezegd:

U kunt na 8-9 jaar genieten van 17 jaar 8270 kWh gratis elektriciteit!

Of nog anders gezegd:

Uw investering van maximaal €19.252,- levert na 25 jaar een besparing op van €90.776,94

Dat zijn de volgende mooie rendementen:

Jaarlijks rendement 1e 15 jaar: 7.5%
Jaarlijks rendement 1e 25 jaar: 14.9%

Afhankelijk van een definitieve zeer scherpe aanbieding, van een bij de zonnepanelenaanbieders.nl aangesloten installateur, kan uw rendement nog hoger worden.

**AARZEL DAN OOK NIET LANGER MAAR BEL ONS VOOR EEN AFSPRAAK BIJ U THUIS! 038-4250909**

LUCASWINDENERGY






# TYPE 12 kW

# TYPE 12 kW




## You can make the difference

Met de nieuwe verticale windturbine kunt u uw eigen 100% groene energie opwekken. Stiller dan men kan fluisteren, en overal geïnstalleerd kan worden. Op een schuin dak, plat dak, toren, op bijna alles wat denkbaar is.

Deze windturbines zijn ontworpen om stroom te leveren aan particulieren en bedrijven met zéér lage windsnelheden. Doordat ze verticaal geplaatst zijn in plaats van horizontaal, hebben ze een hoger vermogen bij een gemiddelde windsnelheid. Ook een groot voordeel is dat er geen hinder van turbulentie is.

## Geld verdienen!

U kunt deze windturbines aan het elektriciteitsnet koppelen om, als het nodig is, stroom te gebruiken. Maar ook om stroom te leveren! U kunt hiervoor geld terug krijgen van uw elektriciteitsbedrijf. Na gemiddeld 8 jaar heeft u de stroom terugverdiend en dat terwijl de gemiddelde levensduur op 20 jaar ligt. Waarom zou u deze kans laten liggen nu het binnen handbereik is?

Neem gauw contact op met LucasWindEnergy!

| Maten en gewichten: | |
|---|---|
| Turbine Diameter | 6,00 m |
| Bladlengte | 6,20 m |
| Toren Standaard hoogte | 5,50 m |
| Turbine gewicht | 1.905 kg |

| Type | |
|---|---|
| Aandrijving | permanente directie magneetaandrijving |
| Bladenmateriaal | Fiberglass |
| Temperaturen | -40° C tot +115° C |

| Prestaties: | |
|---|---|
| Opstart windsnelheid | 2,70 m/s |
| Gemiddelde windsnelheid | 12 m/s |
| Maximale windsnelheid | 49,6 m/s |
| Gemiddelde levensduur | 20 jaar |

| Uitgangspanning | |
|---|---|
| Netonafhankelijk | 48 V DC |
| Netgekoppeld | 250-500V AC |
| Input omvormer | 250-500 V DC |

| Geluidsniveau's | |
|---|---|
| Binnen 3m met < 7 m/s | < 32 dB(A) |

**Verwachte opbrengst bij 4,5 m/s gemiddelde windsnelheid: 31.500 kWh per jaar.**

LUCASWINDENERGY

**Contact:**
Luc Fröling
Tel: 06 - 41 04 74 33
Adres: Hermannistraat 32
5503 CE VELDHOVEN

Email: info@lucaswindenergy.nl
Internet: wwwl.ucaswindenergy.nl
K.v.K. nr: 17264483
BTW nr: NL143082437B01

# 3.4 Adviesrapport bodemwarmtewisselaar

## Bodemenergie kansrijk voor uw locatie

### Projectinformatie

| | |
|---|---|
| Plaats: | Arnhem |
| XY-coördinaat: | 192.998 ; 445.397 |
| Bouwvolume: | 2.544 m2 bvo voorzieningen |

### Overzichtskaart




### Detailkaart




## Kan en mag het?

- Bodem is zeer geschikt
- Wettelijk toegestaan

## Wat levert het op?

- Korte terugverdientijd van 7 - 11 jaar
- Energiebesparing tot 55%

## Het vervolgtraject

Stap 1: Voer haalbaarheidstudie uit voor go/no go besluit

Stap 2: Ontwerp systeem en voer meldingsplicht uit

### Disclaimer

Deze webapplicatie is bedoeld om op quickscan-niveau een indruk te krijgen van de kansen voor de toepassing van open WKO-systemen op een bepaalde locatie. Indien met de webapplicatie interessante terugverdientijden berekend worden, kan in de volgende fase een haalbaarheidsstudie uit worden gevoerd om de werkelijke mogelijkheden van WKO voor een locatie in kaart te brengen. De tool is niet geschikt voor vergunningaanvragen, haalbaarheidsstudies of ontwerpstudies. Iedere initiatiefnemer zal aanvullend onderzoek moeten verrichten om de werkelijke technische, juridische en financiële geschiktheid voor bodemenergie op locatie te kunnen bepalen.

© Geo-informatie Kadaster 2008

# De belangrijkste voordelen en randvoorwaarden uitgewerkt

## Kan het?

| | |
|---|---|
| Bodemenergievariant: | BWW |
| Bodemgeschiktheid: | zeer geschikt |
| Grondwaterkwaliteit | geen beperkingen |

## Mag het? - restrictiegebieden

| | | |
|---|---|---|
| grondwaterbeschermingsgebieden | O | - |
| specifiek provinciaal beleid | O | - |

## Mag het? - aandachtsgebieden

| | | |
|---|---|---|
| WKO-systemen | ? | - |
| BWW-systemen | ? | - |
| grondwateronttrekkingen | ? | - |
| verontreinigingen (puntlocatie) | ? | - |
| verontreinigingen (contour) | ? | - |
| natuur | ? | - |
| aardkundige waarden | ? | - |
| archeologie | ? | - |
| bodemenergieplannen | ? | - |
| overige aandachtsgebieden | O | - |

O omgevingsbelang niet aanwezig op locatie of in omgeving
● omgevingsbelang aanwezig op locatie
◐ omgevingsbelang aanwezig in omgeving
? geen informatie beschikbaar

## Milieuvoordeel - wat levert het op?

| | |
|---|---|
| Energiebesparing [%]: | 55 |
| $CO_2$-emissiereductie [%]: | 52 |

## Financieel - wat levert het op?

| | |
|---|---|
| Meerkosten investering [€]: | 44.000 |
| Exploitatievoordeel [€/jaar]: | 5.000 |
| Terugverdientijd [jaar]: | 7 - 11 |

## Financiële kentallen

| | |
|---|---|
| Prijs CV-ketel huis [€/stuk] | 3.500 |
| Prijs CV-ketel collectief [€/stuk] | 100 |
| Prijs warmtepomp huis [€/stuk] | 5.500 |
| Prijs warmtepomp collectief [€/kW] | 250 |
| Prijs koelmachine huis [€/stuk] | 800 |
| Prijs koelmachine collectief [€/kW] | 225 |
| Electriciteitsprijs [€/kW] | 0,15 |
| Gasprijs [€/m3] | 0,55 |
| Opgave van subsidievoordeel [€] | 0 |
| Inkomsten uit koeling [€/jaar] | 240 |

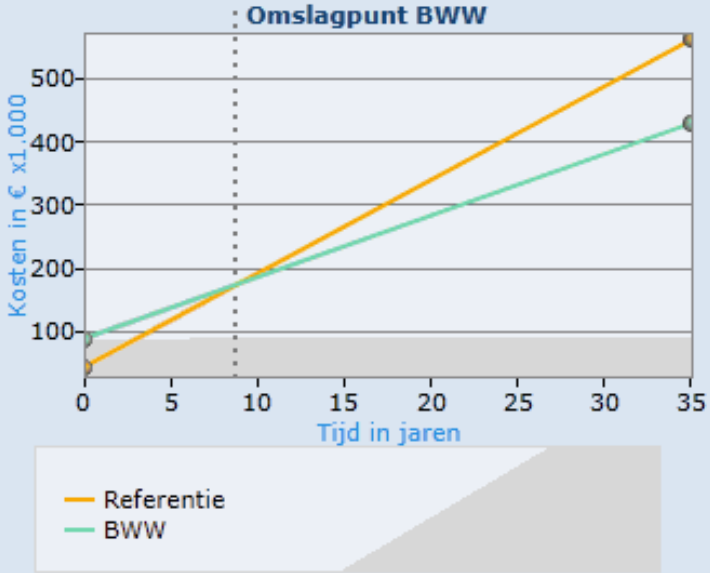
## Kaart restrictie- en aandachtsgebieden




## Legenda

Op de locatie en in de omgeving zijn geen omgevingsbelangen aanwezig en/of bekend.

## Financiële analyse




## Disclaimer

Deze webapplicatie is bedoeld om op quickscan-niveau een indruk te krijgen van de kansen voor de toepassing van open WKO-systemen op een bepaalde locatie. Indien met de webapplicatie interessante terugverdientijden berekend worden, kan in de volgende fase een haalbaarheidsstudie uit worden gevoerd om de werkelijke mogelijkheden van WKO voor een locatie in kaart te brengen. De tool is niet geschikt voor vergunningaanvragen, haalbaarheidsstudies of ontwerpstudies. Iedere initiatiefnemer zal aanvullend onderzoek moeten verrichten om de werkelijke technische, juridische en financiële geschiktheid voor bodemenergie op locatie te kunnen bepalen.

© Geo-informatie Kadaster 2008

# 3.5 Adviesrapport warmtekoudeopslag-systeem

## Bodemenergie kansrijk voor uw locatie

### Projectinformatie

| | |
|---|---|
| Plaats: | Arnhem |
| XY-coördinaat: | 192.998 ; 445.397 |
| Bouwvolume: | 2.544 m2 bvo voorzieningen |

### Overzichtskaart




### Detailkaart




## Kan en mag het?

- Bodem is zeer geschikt
- Wettelijk toegestaan

## Wat levert het op?

- Korte terugverdientijd van 9 - 13 jaar
- Energiebesparing tot 57%

## Het vervolgtraject

Stap 1: Voer haalbaarheidstudie uit voor go/no go besluit

Stap 2: Ontwerp systeem en vraag vergunningen aan

### Disclaimer

Deze webapplicatie is bedoeld om op quickscan-niveau een indruk te krijgen van de kansen voor de toepassing van open WKO-systemen op een bepaalde locatie. Indien met de webapplicatie interessante terugverdientijden berekend worden, kan in de volgende fase een haalbaarheidsstudie uit worden gevoerd om de werkelijke mogelijkheden van WKO voor een locatie in kaart te brengen. De tool is niet geschikt voor vergunningaanvragen, haalbaarheidsstudies of ontwerpstudies. Iedere initiatiefnemer zal aanvullend onderzoek moeten verrichten om de werkelijke technische, juridische en financiële geschiktheid voor bodemenergie op locatie te kunnen bepalen.

© Geo-informatie Kadaster 2008

# 3.5 Adviesrapport warmtekoudeopslag-systeem

## De belangrijkste voordelen en randvoorwaarden uitgewerkt

### Kan het?

| | |
|---|---|
| Bodemenergievariant: | WKO |
| Bodemgeschiktheid: | zeer geschikt |
| Grondwaterkwaliteit | redox |

### Mag het? - restrictiegebieden

| | | |
|---|---|---|
| grondwaterbeschermingsgebieden | O | - |
| specifiek provinciaal beleid | O | - |

### Mag het? - aandachtsgebieden

| | | |
|---|---|---|
| WKO-systemen | ? | - |
| BWW-systemen | ? | - |
| grondwateronttrekkingen | ? | - |
| verontreinigingen (puntlocatie) | ? | - |
| verontreinigingen (contour) | ? | - |
| natuur | ? | - |
| aardkundige waarden | ? | - |
| archeologie | ? | - |
| bodemenergieplannen | ? | - |
| overige aandachtsgebieden | O | - |

O omgevingsbelang niet aanwezig op locatie of in omgeving
● omgevingsbelang aanwezig op locatie
◐ omgevingsbelang aanwezig in omgeving
? geen informatie beschikbaar

### Milieuvoordeel - wat levert het op?

| | |
|---|---|
| Energiebesparing [%]: | 57 |
| $CO_2$-emissiereductie [%]: | 54 |

### Financieel - wat levert het op?

| | |
|---|---|
| Meerkosten investering [€]: | 37.000 |
| Exploitatievoordeel [€/jaar]: | 3.200 |
| Terugverdientijd [jaar]: | 9 - 13 |

### Financiële kentallen

| | |
|---|---|
| Prijs CV-ketel huis [€/stuk] | 3.500 |
| Prijs CV-ketel collectief [€/stuk] | 100 |
| Prijs warmtepomp huis [€/stuk] | 5.500 |
| Prijs warmtepomp collectief [€/kW] | 250 |
| Prijs koelmachine huis [€/stuk] | 800 |
| Prijs koelmachine collectief [€/kW] | 225 |
| Electriciteitsprijs [€/kW] | 0,15 |
| Gasprijs [€/m3] | 0,55 |
| Opgave van subsidievoordeel [€] | 0 |
| Inkomsten uit koeling [€/jaar] | 240 |

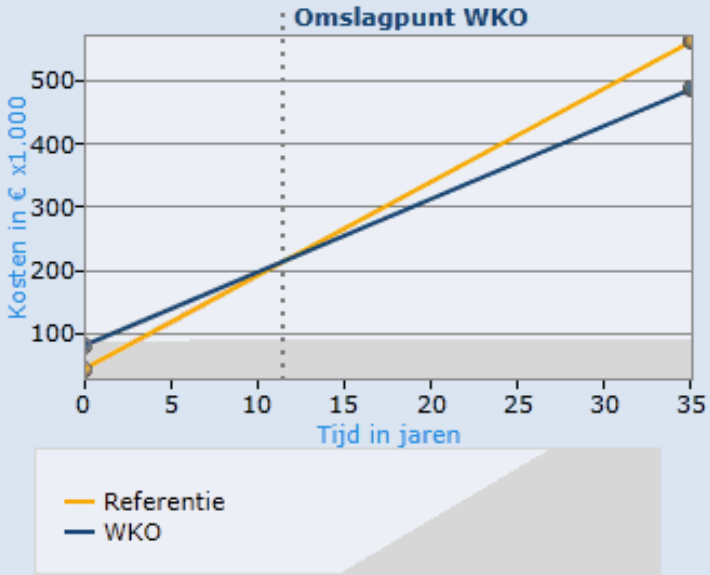
### Kaart restrictie- en aandachtsgebieden




### Legenda

Op de locatie en in de omgeving zijn geen omgevingsbelangen aanwezig en/of bekend.

### Financiële analyse




### Disclaimer

Deze webapplicatie is bedoeld om op quickscan-niveau een indruk te krijgen van de kansen voor de toepassing van open WKO-systemen op een bepaalde locatie. Indien met de webapplicatie interessante terugverdientijden berekend worden, kan in de volgende fase een haalbaarheidsstudie uit worden gevoerd om de werkelijke mogelijkheden van WKO voor een locatie in kaart te brengen. De tool is niet geschikt voor vergunningaanvragen, haalbaarheidsstudies of ontwerpstudies. Iedere initiatiefnemer zal aanvullend onderzoek moeten verrichten om de werkelijke technische, juridische en financiële geschiktheid voor bodemenergie op locatie te kunnen bepalen.

© Geo-informatie Kadaster 2008

# Bijlage 4 - EPC Rapport

Duurzaam renoveren van Openbare basisschool De Boomhut

**Jules Merkus & Bram Jansen**

**2-9-2013**

Uniec 2.0

AgentschapNL voorbeeldwoningen - Renovatie OBS de Boomhut
Renovatie

0,65

# Algemene gegevens

| | |
|---|---|
| projectomschrijving | *Renovatie OBS de Boomhut* |
| variant | *Renovatie* |
| adres | *Bernhardlaan 10* |
| postcode / plaats | *6864LE Arnhem* |
| bouwjaar | *1960* |
| categorie | *utiliteitsbouw* |
| datum | *25-04-2013* |
| opmerkingen | |

# Indeling gebouw

| Eigenschappen rekenzones | | | |
|---|---|---|---|
| type rekenzone | omschrijving | massa vloer | type plafond |
| verwarmde zone | Schoolgebouw | | gesloten plafond |

| Gebruiksfuncties per rekenzone Schoolgebouw | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| gebruiksfunctie | $A_g$ [m²] | open verbinding | 80% regel | aangesloten op gem. ruimte | $\theta_{int;set;H}$ [°] | $q_{g;spec}$ [dm³/sm²] | EPC eis |
| onderwijsfunctie | 2.544,00 | nee | nee | n.v.t. | 20,00 | 3,64 | 1,30 |

# Infiltratie

| | |
|---|---|
| meetwaarde voor infiltratie $q_{v;10;spec}$ | *nee* |
| lengte van het gebouw | *100,00 m* |
| breedte van het gebouw | *16,00 m* |
| hoogte van het gebouw | *6,00 m* |

| Eigenschappen infiltratie | | |
|---|---|---|
| rekenzone | gebouwtype | $q_{v;10;spec}$ [dm³/s per m²] |
| Schoolgebouw | meerlaags gebouw, geheel (standaard geveltype) | 0,42 |

### Open verbrandingstoestellen

Het gebouw bevat geen open verbrandingstoestellen.

# Bouwkundige transmissiegegevens

| Transmissiegegevens rekenzone Schoolgebouw |
|---|

| constructie | A [m²] | $R_c$ [m²K/W] | U [W/m²K] | $g_{gl}$ [-] | zonwering | beschaduwing | toelichting |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Dak - buitenlucht, HOR, dak - 1.658,0 m² - 0°*** | | | | | | | |
| Dak | 1.658,00 | 5,50 | | | | minimale belem. | |
| ***Gevel ZO - buitenlucht, ZO - 602,3 m² - 90°*** | | | | | | | |
| Dichte gevel bestaand | 400,02 | 5,13 | | | | minimale belem. | |
| Dichte gevel (verbouwing 2004) | 45,66 | 5,02 | | | | minimale belem. | |
| HR++ glas | 156,60 | | 1,20 | 0,00 | hand | minimale belem. | |
| ***Gevel N - buitenlucht, N - 234,9 m² - 90°*** | | | | | | | |
| Dichte gevel bestaand | 127,24 | 5,13 | | | | minimale belem. | |
| Dichte gevel (verbouwing 2004) | 43,25 | 5,02 | | | | minimale belem. | |
| HR++ glas | 64,38 | | 1,20 | 0,00 | hand | minimale belem. | |
| ***Gevel NW - buitenlucht, NW - 607,9 m² - 90°*** | | | | | | | |
| Dichte gevel bestaand | 419,48 | 5,13 | | | | minimale belem. | |
| Dichte gevel (verbouwing 2004) | 55,37 | 5,02 | | | | minimale belem. | |
| HR++ glas | 133,07 | | 1,20 | 0,00 | hand | minimale belem. | |
| ***Gevel Z - buitenlucht, Z - 179,8 m² - 90°*** | | | | | | | |
| Dichte gevel bestaand | 140,24 | 5,13 | | | | minimale belem. | |
| HR++ glas | 39,56 | | 1,20 | 0,00 | hand | minimale belem. | |
| ***Vloer (boven kruipruimte) - kruipruimte - 1.306,4 m²*** | | | | | | | |
| Vloer (boven kruipruimte) | 1.306,40 | 5,17 | | | | | |
| ***Vloer (boven aanwezige kelder) - AVR - 351,6 m²*** | | | | | | | |
| Vloer (boven aanwezige kelder) | 351,60 | 5,52 | | | | minimale belem. | |
| ***Keldervloer - grond - 351,6 m²*** | | | | | | | |
| Keldervloer | 351,60 | 2,50 | | | | | |

De lineaire warmteverliezen zijn berekend volgens de forfaitaire methode uit hoofdstuk 13 van NEN 1068.

| **Lineaire transmissiegegevens rekenzone Schoolgebouw** | | |
|---|---|---|
| constructie | l [m] | toelichting |
| ***Vloer (boven kruipruimte) - kruipruimte - 1.306,4 m²*** | | |
| forfaitaire perimeter | 200,00 | |
| ***Keldervloer - grond - 351,6 m²*** | | |
| forfaitaire perimeter | 76,02 | |

# Verwarming- en warmtapwatersystemen

### verwarming/warmtapwater 1

***Opwekking***

| | |
|---|---|
| type opwekker | *elektrische warmtepomp* |
| toepassingsklasse (CW-klasse) | *aanrecht (CW 1)* |
| bron warmtepomp | *bodem/buitenlucht* |
| ontwerpaanvoertemperatuur | *30° < θsup ≤ 35°* |
| vermogen warmtepomp | *150,00 kW* |
| β-factor warmtepomp | *2,47* |
| aantal opwekkers | *1* |
| type bijverwarming | *elektrisch element* |
| bijstooktoestel geïntegreerd | *ja* |
| hoeveelheid energie t.b.v. verwarming per toestel ($Q_{H;dis;nren;an}$) | *243.202 MJ* |
| hoeveelheid energie t.b.v. warmtapwater per toestel ($Q_{W;dis;nren;an}$) | *12.720 MJ* |
| opwekkingsrendement verwarming - warmtepomp ($\eta_{H;gen}$) | *3,400* |
| opwekkingsrendement warmtapwater - warmtepomp ($\eta_{W;gen}$) | *1,400* |
| opwekkingsrendement - bijverwarming ($\eta_{H;gen}$) | *1,000* |

***Kenmerken afgiftesysteem verwarming***

| Type warmteafgifte | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| type warmteafgifte | positie | hoogte | $R_c$ | $\theta_{em;avg}$ | $\eta_{H;em}$ |
| luchtverwarming | n.v.t. | < 8 m | n.v.t. | n.v.t. | 0,95 |

| | |
|---|---|
| afgifterendement ($\eta_{H;em}$) | *0,950* |

***Kenmerken distributiesysteem verwarming***

| | |
|---|---|
| warmtetransport door | *lucht* |
| koeltransport door | *lucht* |
| individuele regeling verwarming | *ja* |
| geïsoleerde leidingen en kanalen | *ja* |
| mengen verwarmde en gekoelde luchtstroom | *ja* |
| distributierendement ($\eta_{H;dis}$) | *1,000* |

***Kenmerken tapwatersysteem***

| | |
|---|---|
| gebruiksoppervlakte aangesloten op systeem | *2.544,00 m²* |
| gemiddelde lengte uittapleidingen | *alle tappunten ≤ 3 meter* |
| afgifterendement warmtapwater ($\eta_{W;em}$) | *1,000* |

***Douchewarmteterugwinning***

| | |
|---|---|
| douchewarmteterugwinning | *nee* |

***Zonneboiler***

| | |
|---|---|
| zonneboiler | *nee* |

***Hulpenergie verwarming***

| | |
|---|---|
| hoofdcirculatiepomp aanwezig | *ja* |
| hoofdcirculatiepomp voorzien van pompregeling | *ja* |
| aanvullende circulatiepomp aanwezig | *nee* |
| aantal toestellen met waakvlam | *0* |

***Aangesloten rekenzones***

Schoolgebouw

# Ventilatie

### ventilatie 1

***Ventilatiesysteem***

| | |
|---|---|
| ventilatiesysteem | *Dc. mechanische toe- en afvoer - centraal* |
| systeemvariant | *D5a CO2-sturing met 2 of meer zones* |
| luchtvolumestroomfactor voor warmte- en koudebehoefte ($f_{sys}$) | *1,00* |
| correctiefactor regelsysteem voor warmte- en koudebehoefte ($f_{reg}$) | *0,67* |

***Kenmerken ventilatiesysteem***

| | |
|---|---|
| centrale luchtbehandelingskast aanwezig | *nee* |
| werkelijk geïnstalleerde ventilatiecapaciteit bekend | *nee* |
| terugregeling / recirculatie | *geen terugregeling / recirculatie* |
| luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen | *onbekend* |

***Passieve koeling***

| | |
|---|---|
| max. benutting geïnstal. ventilatiecapaciteit voor koudebehoefte | *ja* |
| max. benutting geïnstal. spuicapaciteit voor koudebehoefte | *ja* |
| spuivoorziening | *te openen ramen* |

***Kenmerken warmteterugwinning***

| | |
|---|---|
| rendement warmteterugwinning vlgs NEN 5138 | *0,90* |
| rendement warmteterugwinning inclusief dissipatie | *ja* |
| praktijkrendementcorrectiefactor ($f_{rend}$) | *0,90* |
| fractie lucht via bypass | *1,00* |

***Kenmerken ventilatoren***

| | |
|---|---|
| vermogen ventilator(en) forfaitair berekend | *ja* |
| extra circulatie op ruimteniveau | *nee* |

***Aangesloten rekenzones***

Schoolgebouw

# Koeling

### koeling 1

***Kenmerken opwekker***

| | |
|---|---|
| Type opwekker | *koudeopslag / bodemkoeling (zonder inzet koelmachine)* |
| opwekkingsrendement ($\eta_{C;gen}$) | *12,0* |

***Kenmerken koelsysteem***

| | |
|---|---|
| HT- of LT-koeling | *LT* |
| distributiesrendement ($\eta_{C;dis}$) | *1,00* |

***Hulpenergie koeling***

| | |
|---|---|
| pompmotoren in gekoeld water circuits automatische toerenregeling | *nee* |

***Aangesloten rekenzones***

Schoolgebouw

# Zonnestroom

### zonnestroom 1

| | |
|---|---|
| PVT systeem | *enkel glas afgedekt - Acol/Vsto 0,015-0,03* |
| piekvermogen per m² | *170 Wp/m² bepaald volgens NEN-EN-IEC 60904-1* |

| Zonnestroom eigenschappen | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ventilatie | $A_{PV}$ [m²] | oriëntatie | helling [°] | beschaduwing |
| matig geventileerd - op dak/gevel, met spouw | 68,00 | Z | 35 | minimale belemmering |

# Verlichting

### verlichting Schoolgebouw

***Verlichtingssysteem***

| | |
|---|---|
| verlichtingsvermogen forfaitair | *nee* |
| oppervlakte daglichtsector ($A_{dayl}$) forfaitair | *ja* |

***Kenmerken verlichtingssysteem***

| | |
|---|---|
| aanwezigheidsdetectie > 70% van rekenzone | *ja* |
| armatuurafzuiging > 70% van verlichtingsvermogen | *nee* |

| Eigenschappen verlichtingssysteem | | | |
|---|---|---|---|
| regeling | $P_{n;spec}$ [W/m²] | $A_{zone}$ [m²] | $F_D$ |
| vertrekschakeling met gevelzone apart schakelbaar | 3,0 | 830,20 | 0,86 |
| vertrekschakeling | 3,0 | 1.713,80 | 0,90 |

# Resultaten

| Jaarlijkse hoeveelheid primaire energie voor de energiefunctie | | |
|---|---|---|
| verwarming | $E_{H;P}$ | 209.597 MJ |
| warmtapwater | $E_{W;P}$ | 23.259 MJ |
| koeling | $E_{C;P}$ | 15.626 MJ |
| zomercomfort | $E_{SC;P}$ | 0 MJ |
| bevochtiging | $E_{hum;P}$ | 0 MJ |
| ventilatoren | $E_{V;P}$ | 493.411 MJ |
| verlichting | $E_{L;P}$ | 164.945 MJ |
| geëxporteerde warmte/koude | $E_{P;exp;T}$ | 0 MJ |
| geëxporteerde elektriciteit | $E_{P;exp;el}$ | 0 MJ |
| op eigen perceel opgew. elektr. - installaties | $E_{P;pr;EPus;el}$ | 54.929 MJ |
| op eigen perceel opgew. elektr. - huishoudelijk | $E_{P;pr;nEPus;el}$ | 24.881 MJ |

| Oppervlakten | | |
|---|---|---|
| totale gebruiksoppervlakte | $A_{g;tot}$ | 2.544,00 m² |
| totale verliesoppervlakte | $A_{ls}$ | 4.443,47 m² |

| Energiegebruik | | |
|---|---|---|
| elektriciteitsgebruik | $E_{EPdel;el}$ | 98.027 kWh |
| externe warmte- en/of koudelevering | $E_{EPdel;dh}$ | 0,0 GJ |
| energiegebruik overig energiedragers | $E_{EPdel;aeq}$ | 0 m³aeq |
| specifieke elektriciteitsgebruik | $e_{EPdel;el}$ | 36,3 kWh/m² |
| specifieke externe warmte- en/of koudelevering | $e_{EPdel;dh}$ | 0,0 GJ/m² |
| specifieke energiegebruik overig energiedr. | $a_{EPdel;aeq}$ | 0,0 m³aeq/m² |

| Elektriciteitsproductie | | |
|---|---|---|
| op eigen perceel opgewekte elektriciteit | $E_{P;pr;us;el}$ | 8.660 kWh |

| $CO_2$-emissie | | |
|---|---|---|
| $CO_2$-emissie | $m_{co2}$ | 50.688 kg |

| Energieprestatie | | |
|---|---|---|
| specifieke energieprestatie | EP | 325 MJ/m² |
| karakteristiek energiegebruik | $E_{Ptot}$ | 827.028 MJ |
| toelaatbaar karakteristiek energiegebruik | $E_{P;adm;tot;nb}$ | 1.669.951 MJ |
| energieprestatiecoëfficiënt | EPC | 0,644 - |
| energieprestatiecoëfficiënt | EPC | 0,65 - |

Het gebouw voldoet aan de eisen inzake energieprestatie uit het Bouwbesluit 2012.

Uniec2.0.5 is gebaseerd op NEN 7120;2011 "Energieprestatie van gebouwen – bepalingsmethode" inclusief correctieblad C2 en NEN 8088-1 "Ventilatie en luchtdoorlatendheid van gebouwen - Bepalingsmethode voor de toevoerluchttemperatuur gecorrigeerde ventilatie- en infiltratieluchtvolumestromen voor energieprestatieberekeningen - Deel 1: Rekenmethode" inclusief correctieblad C1.

# Bijlage 5 - Begroting renovatie

Duurzaam renoveren van Openbare basisschool De Boomhut

**Jules Merkus & Bram Jansen**

**2-9-2013**

**Begroting duurzame renovatie Openbare basisschool De Boomhut**
Plaats: Arnhem
Datum: 2-9-2013

| Omschrijving | Prijs per m2 (excl.) | Aantal | Eenh. | Totaal |
|---|---|---|---|---|
| **1. Isolatietoepassingen** | | | | |
| **Bodemisolatie** (kruipruimte volspuiten met DROWA chips (700mm)) | € 26,50 | 1306,40 | m2 | € 34.619,60 |
| **Onderzijde vloer (boven kelder)** (metal-stud plafond) | € 45,39 | 351,60 | m2 | € 15.959,12 |
| **Spouwmuurisolatie** (spouw volspuiten met Knauf Supafil) | € 10,50 | 1086,98 | m2 | € 11.413,29 |
| **Gevelisolatie** (Afwerken met een isolatielaag en pleisterwerk) | € 81,70 | 1086,98 | m2 | € 88.806,27 |
| **Gevelisolatie** (voorzetwand binnenzijde plaatsen) | € 36,80 | 144,28 | m2 | € 5.309,50 |
| **Dakisolatie** (bovenzijde isoleren en waterdicht afwerken) | € 54,00 | 1658,00 | m2 | € 89.532,00 |
| **Systeemplafond vervangen** | € 49,80 | 1658,00 | m2 | € 82.568,40 |
| **Sloopwerkzaamheden** | NB | NB | NB | NB |
| **Beglazing** (HR++ beglazing toepassen) | € 45,00 | 393,61 | m2 | € 17.712,45 |
| **2. Installaties** | | | | |
| **Ventilatie** (klimaatinstallatie, gebalanceerde ventilatie met wtw, CO2 gestuurd) | € 177,00 | 1658,00 | m2 | € 293.466,00 |
| **Verwarming** (warmtepomp voor verwarming lucht/tapwater) | € 5.500,00 | 1 | st | € 5.500,00 |
| **Bodemwarmtewisselaar** (koeling gebaseerd op WKO systeem) | € 44.000,00 | 1 | st | € 44.000,00 |
| **Verlichting** (energiezuinige verlichting) | € 64.250,00 | 1 | ps | € 64.250,00 |
| - Aanwezigheidsdetectoren | € 125,00 | 26 | st | € 3.250,00 |
| - Led verlichting | € 200,00 | 305 | st | € 61.000,00 |
| **Elektrische boiler** (80 liter) | € 38,50 | 1 | st | € 38,50 |
| **Zonwering** (elektrisch bedienbare screens) | € 175,00 | 329,23 | m2 | € 57.615,25 |
| **3. Duurzame opweksystemen** | | | | |
| **Zonnepanelen** | € 378,82 | 38,00 | st | € 14.395,01 |
| **4. Staartkosten** | | | | |
| **Begrotingssom excl. Staartkosten** | | | | € 825.185,39 |
| **Algemene bouwplaatskosten*** | N.B. | | | N.B. |
| **Uitvoeringskosten** | 16% | | | € 132.029,66 |
| **Investeringssom excl. BTW** | | | | **€ 957.215,05** |

# Bijlage 6 - Terugverdienmodel

Duurzaam renoveren van Openbare basisschool De Boomhut

**Jules Merkus & Bram Jansen**

**2-9-2013**

# 6.1 Terugverdienmodel Renovatie naar Klasse A PvE Frisse Scholen

### Huidige situatie

*Energielasten*

| Exploitatiekosten | Totaal verbruik p.j. | Eenh. | Prijs per eenh. | KOSTEN TOTAAL |
|---|---|---|---|---|
| Gas | 35000 | m3 | € 0,70 | € 24.500,00 |
| Elektriciteit | 67000 | kWh | € 0,17 | € 11.644,60 |

### Na Renovatie

| Totale investeringkosten |
|---|
| € 957.215,05 |

*Energielasten*

| Exploitatiekosten | kWh | | Prijs per kWh | KOSTEN TOTAAL |
|---|---|---|---|---|
| Elektriciteit | 118027 | | € 0,17 | € 20.513,09 |

| Verwachte stijging energiekosten |
|---|
| 5% |

# Kapitaallasten

| | |
|---|---|
| Startjaar= | 2013 |
| afsch.jr. | 30 |
| rente (stel) | 3,75% |
| lening totaal (milj.) | € 957.215 |

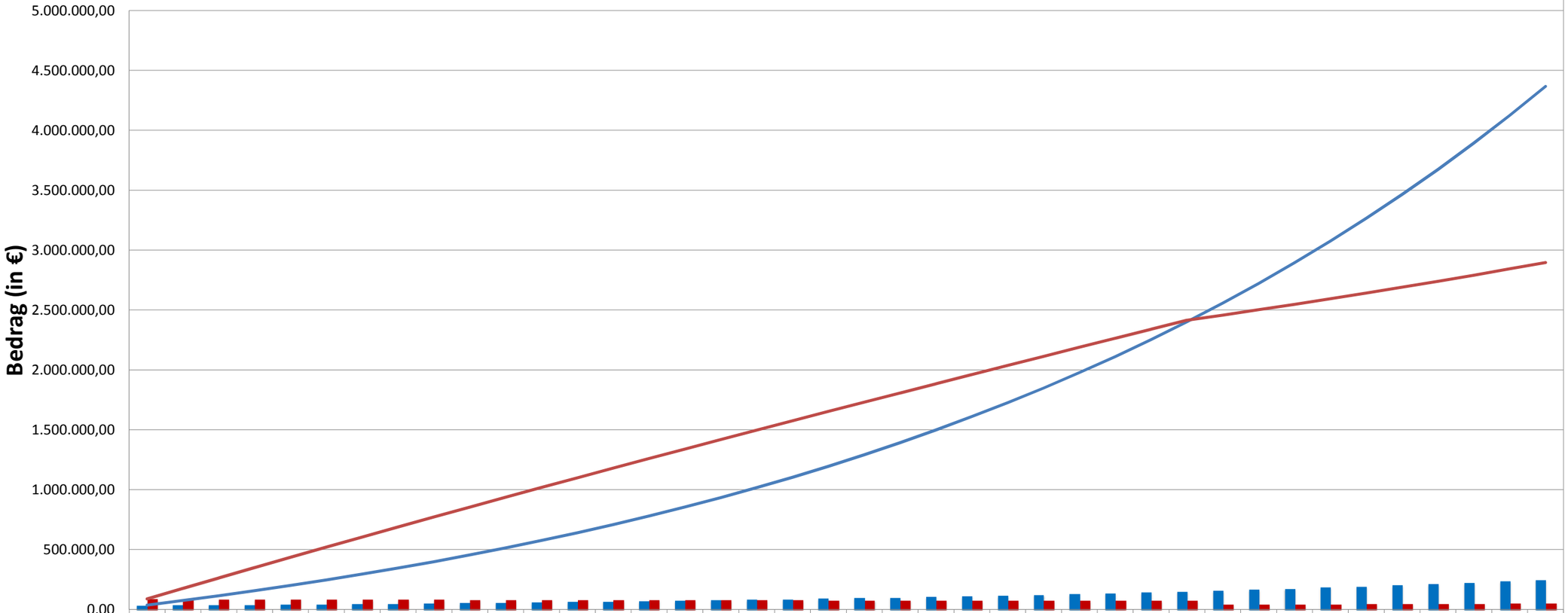
| aantal jaren | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **investering** | € 957.215 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| afschrijvingen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| investering | 0 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| boekwaarde (einde jaar) | 957.215 | 925.308 | 893.401 | 861.494 | 829.586 | 797.679 | 765.772 | 733.865 | 701.958 | 670.051 | 638.143 | 606.236 | 574.329 | 542.422 | 510.515 | 478.608 | 446.700 | 414.793 | 382.886 | 350.979 | 319.072 | 287.165 | 255.257 | 223.350 | 191.443 | 159.536 | 127.629 | 95.722 | 63.814 | 31.907 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| afschrijving (totaal jaar) | 0 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 | 31.907 |
| rente (totaal jaar) | 0 | 35.896 | 34.699 | 33.503 | 32.306 | 31.109 | 29.913 | 28.716 | 27.520 | 26.323 | 25.127 | 23.930 | 22.734 | 21.537 | 20.341 | 19.144 | 17.948 | 16.751 | 15.555 | 14.358 | 13.162 | 11.965 | 10.769 | 9.572 | 8.376 | 7.179 | 5.983 | 4.786 | 3.590 | 2.393 | 1.197 |
| boekwaarde (einde jaar) | 957.215 | 925.308 | 893.401 | 861.494 | 829.586 | 797.679 | 765.772 | 733.865 | 701.958 | 670.051 | 638.143 | 606.236 | 574.329 | 542.422 | 510.515 | 478.608 | 446.700 | 414.793 | 382.886 | 350.979 | 319.072 | 287.165 | 255.257 | 223.350 | 191.443 | 159.536 | 127.629 | 95.722 | 63.814 | 31.907 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **kapitaallasten** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *per jaar* | 0 | 67.803 | 66.606 | 65.410 | 64.213 | 63.017 | 61.820 | 60.624 | 59.427 | 58.231 | 57.034 | 55.838 | 54.641 | 53.445 | 52.248 | 51.051 | 49.855 | 48.658 | 47.462 | 46.265 | 45.069 | 43.872 | 42.676 | 41.479 | 40.283 | 39.086 | 37.890 | 36.693 | 35.497 | 34.300 | 33.104 |
| *gemiddeld* | | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 | 37.624 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **cumulatief** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| investering / lening | 957.215 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| rente | | 35.896 | 70.595 | 104.097 | 136.403 | 167.513 | 197.426 | 226.142 | 253.662 | 279.985 | 305.112 | 329.043 | 351.777 | 373.314 | 393.655 | 412.799 | 430.747 | 447.498 | 463.053 | 477.411 | 490.573 | 502.538 | 513.307 | 522.879 | 531.254 | 538.433 | 544.416 | 549.202 | 552.792 | 555.185 | 556.381 |
| totale afschrijving | | 31.907 | 63.814 | 95.722 | 127.629 | 159.536 | 191.443 | 223.350 | 255.257 | 287.165 | 319.072 | 350.979 | 382.886 | 414.793 | 446.700 | 478.608 | 510.515 | 542.422 | 574.329 | 606.236 | 638.143 | 670.051 | 701.958 | 733.865 | 765.772 | 797.679 | 829.586 | 861.494 | 893.401 | 925.308 | 957.215 |
| kapitaalslasten | | 67.803 | 134.409 | 199.819 | 264.032 | 327.048 | 388.869 | 449.492 | 508.919 | 567.150 | 624.184 | 680.022 | 734.663 | 788.107 | 840.355 | 891.407 | 941.261 | 989.920 | 1.037.382 | 1.083.647 | 1.128.716 | 1.172.588 | 1.215.264 | 1.256.744 | 1.297.026 | 1.336.113 | 1.374.002 | 1.410.696 | 1.446.192 | 1.480.493 | 1.513.596 |

# Terugverdientabel

| Jaar | Totaal | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Huidige situatie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kosten gas [p/j] | *2.959.594,47* | 24.500,00 | 25.725,00 | 27.011,25 | 28.361,81 | 29.779,90 | 31.268,90 | 32.832,34 | 34.473,96 | 36.197,66 | 38.007,54 | 39.907,92 | 41.903,31 | 43.998,48 | 46.198,40 | 48.508,32 | 50.933,74 | 53.480,43 | 56.154,45 | 58.962,17 | 61.910,28 |
| Kosten electrischiteit [p/j] | *1.406.665,05* | 11.644,60 | 12.226,83 | 12.838,17 | 13.480,08 | 14.154,08 | 14.861,79 | 15.604,88 | 16.385,12 | 17.204,38 | 18.064,60 | 18.967,83 | 19.916,22 | 20.912,03 | 21.957,63 | 23.055,51 | 24.208,29 | 25.418,70 | 26.689,64 | 28.024,12 | 29.425,32 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ***Totale energielasten*** | **4.366.259,52** | ***36.144,60*** | ***37.951,83*** | ***39.849,42*** | ***41.841,89*** | ***43.933,99*** | ***46.130,69*** | ***48.437,22*** | ***50.859,08*** | ***53.402,04*** | ***56.072,14*** | ***58.875,74*** | ***61.819,53*** | ***64.910,51*** | ***68.156,03*** | ***71.563,84*** | ***75.142,03*** | ***78.899,13*** | ***82.844,09*** | ***86.986,29*** | ***91.335,60*** |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Na renovatie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kapitaallasten | *1.513.596,30* | 67.802,73 | 66.606,21 | 65.409,70 | 64.213,18 | 63.016,66 | 61.820,14 | 60.623,62 | 59.427,10 | 58.230,58 | 57.034,06 | 55.837,54 | 54.641,03 | 53.444,51 | 52.247,99 | 51.051,47 | 49.854,95 | 48.658,43 | 47.461,91 | 46.265,39 | 45.068,88 |
| Kosten electrischiteit [p/j] | *1.382.634,82* | 20.513,09 | 21.025,92 | 21.551,57 | 22.090,36 | 22.642,62 | 23.208,68 | 23.788,90 | 24.383,62 | 24.993,21 | 25.618,04 | 26.258,49 | 26.914,96 | 27.587,83 | 28.277,52 | 28.984,46 | 29.709,07 | 30.451,80 | 31.213,10 | 31.993,42 | 32.793,26 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ***Totale lasten renovatie*** | **2.896.231,12** | ***88.315,83*** | ***87.632,13*** | ***86.961,26*** | ***86.303,53*** | ***85.659,27*** | ***85.028,82*** | ***84.412,52*** | ***83.810,72*** | ***83.223,79*** | ***82.652,11*** | ***82.096,04*** | ***81.555,98*** | ***81.032,34*** | ***80.525,51*** | ***80.035,93*** | ***79.564,02*** | ***79.110,23*** | ***78.675,01*** | ***78.258,82*** | ***77.862,13*** |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ***Kosten huidige situatie*** | | ***36.144,60*** | ***74.096,43*** | ***113.945,85*** | ***155.787,74*** | ***199.721,73*** | ***245.852,42*** | ***294.289,64*** | ***345.148,72*** | ***398.550,76*** | ***454.622,89*** | ***513.498,64*** | ***575.318,17*** | ***640.228,68*** | ***708.384,71*** | ***779.948,55*** | ***855.090,58*** | ***933.989,71*** | ***1.016.833,79*** | ***1.103.820,08*** | ***1.195.155,68*** |
| ***Kosten na renovatie*** | | ***88.315,83*** | ***175.947,96*** | ***262.909,22*** | ***349.212,76*** | ***434.872,03*** | ***519.900,85*** | ***604.313,37*** | ***688.124,09*** | ***771.347,88*** | ***853.999,99*** | ***936.096,03*** | ***1.017.652,01*** | ***1.098.684,34*** | ***1.179.209,86*** | ***1.259.245,79*** | ***1.338.809,81*** | ***1.417.920,05*** | ***1.496.595,05*** | ***1.574.853,87*** | ***1.652.716,01*** |

| Jaar | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 | 2046 | 2047 | 2048 | 2049 | 2050 | 2051 | 2052 | 2053 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Huidige situatie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kosten gas [p/j] | 65.005,79 | 68.256,08 | 71.668,89 | 75.252,33 | 79.014,95 | 82.965,70 | 87.113,98 | 91.469,68 | 96.043,16 | 100.845,32 | 105.887,59 | 111.181,97 | 116.741,07 | 122.578,12 | 128.707,03 | 135.142,38 | 141.899,50 | 148.994,47 | 156.444,19 | 164.266,40 |
| Kosten electrischiteit [p/j] | 30.896,59 | 32.441,42 | 34.063,49 | 35.766,67 | 37.555,00 | 39.432,75 | 41.404,39 | 43.474,61 | 45.648,34 | 47.930,75 | 50.327,29 | 52.843,65 | 55.485,84 | 58.260,13 | 61.173,14 | 64.231,79 | 67.443,38 | 70.815,55 | 74.356,33 | 78.074,15 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ***Totale energielasten*** | ***95.902,38*** | ***100.697,50*** | ***105.732,38*** | ***111.019,00*** | ***116.569,95*** | ***122.398,44*** | ***128.518,37*** | ***134.944,29*** | ***141.691,50*** | ***148.776,07*** | ***156.214,88*** | ***164.025,62*** | ***172.226,90*** | ***180.838,25*** | ***189.880,16*** | ***199.374,17*** | ***209.342,88*** | ***219.810,02*** | ***230.800,52*** | ***242.340,55*** |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Na renovatie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kapitaallasten | 43.872,36 | 42.675,84 | 41.479,32 | 40.282,80 | 39.086,28 | 37.889,76 | 36.693,24 | 35.496,72 | 34.300,21 | 33.103,69 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kosten electrischiteit [p/j] | 33.613,09 | 34.453,42 | 35.314,75 | 36.197,62 | 37.102,56 | 38.030,13 | 38.980,88 | 39.955,40 | 40.954,29 | 41.978,14 | 43.027,60 | 44.103,29 | 45.205,87 | 46.336,02 | 47.494,42 | 48.681,78 | 49.898,82 | 51.146,29 | 52.424,95 | 53.735,57 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ***Totale lasten renovatie*** | ***77.485,45*** | ***77.129,26*** | ***76.794,07*** | ***76.480,42*** | ***76.188,84*** | ***75.919,89*** | ***75.674,12*** | ***75.452,13*** | ***75.254,49*** | ***75.081,83*** | ***43.027,60*** | ***44.103,29*** | ***45.205,87*** | ***46.336,02*** | ***47.494,42*** | ***48.681,78*** | ***49.898,82*** | ***51.146,29*** | ***52.424,95*** | ***53.735,57*** |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ***Kosten huidige situatie*** | ***1.291.058,07*** | ***1.391.755,57*** | ***1.497.487,95*** | ***1.608.506,95*** | ***1.725.076,90*** | ***1.847.475,34*** | ***1.975.993,71*** | ***2.110.937,99*** | ***2.252.629,49*** | ***2.401.405,57*** | ***2.557.620,45*** | ***2.721.646,07*** | ***2.893.872,97*** | ***3.074.711,22*** | ***3.264.591,38*** | ***3.463.965,55*** | ***3.673.308,43*** | ***3.893.118,45*** | ***4.123.918,97*** | ***4.366.259,52*** |
| ***Kosten na renovatie*** | ***1.730.201,45*** | ***1.807.330,71*** | ***1.884.124,78*** | ***1.960.605,20*** | ***2.036.794,05*** | ***2.112.713,94*** | ***2.188.388,06*** | ***2.263.840,19*** | ***2.339.094,68*** | ***2.414.176,51*** | ***2.457.204,11*** | ***2.501.307,40*** | ***2.546.513,27*** | ***2.592.849,29*** | ***2.640.343,70*** | ***2.689.025,48*** | ***2.738.924,30*** | ***2.790.070,60*** | ***2.842.495,55*** | ***2.896.231,12*** |

# Terugverdienmodel Renovatie naar Klasse A PvE Frisse Scholen




| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Totale energielasten | 36.144 | 37.951 | 39.849 | 41.841 | 43.933 | 46.130 | 48.437 | 50.859 | 53.402 | 56.072 | 58.875 | 61.819 | 64.910 | 68.156 | 71.563 | 75.142 | 78.899 | 82.844 | 86.986 | 91.335 | 95.902 | 100.69 | 105.73 | 111.01 | 116.56 | 122.39 | 128.51 | 134.94 | 141.69 | 148.77 | 156.21 | 164.02 | 172.22 | 180.83 | 189.88 | 199.37 | 209.34 | 219.81 | 230.80 | 242.34 |
| Totale lasten renovatie | 88.315 | 87.632 | 86.961 | 86.303 | 85.659 | 85.028 | 84.412 | 83.810 | 83.223 | 82.652 | 82.096 | 81.555 | 81.032 | 80.525 | 80.035 | 79.564 | 79.110 | 78.675 | 78.258 | 77.862 | 77.485 | 77.129 | 76.794 | 76.480 | 76.188 | 75.919 | 75.674 | 75.452 | 75.254 | 75.081 | 43.027 | 44.103 | 45.205 | 46.336 | 47.494 | 48.681 | 49.898 | 51.146 | 52.424 | 53.735 |
| Kosten huidige situatie | 36.144 | 74.096 | 113.94 | 155.78 | 199.72 | 245.85 | 294.28 | 345.14 | 398.55 | 454.62 | 513.49 | 575.31 | 640.22 | 708.38 | 779.94 | 855.09 | 933.98 | 1.016. | 1.103. | 1.195. | 1.291. | 1.391. | 1.497. | 1.608. | 1.725. | 1.847. | 1.975. | 2.110. | 2.252. | 2.401. | 2.557. | 2.721. | 2.893. | 3.074. | 3.264. | 3.463. | 3.673. | 3.893. | 4.123. | 4.366. |
| Kosten na renovatie | 88.315 | 175.94 | 262.90 | 349.21 | 434.87 | 519.90 | 604.31 | 688.12 | 771.34 | 853.99 | 936.09 | 1.017. | 1.098. | 1.179. | 1.259. | 1.338. | 1.417. | 1.496. | 1.574. | 1.652. | 1.730. | 1.807. | 1.884. | 1.960. | 2.036. | 2.112. | 2.188. | 2.263. | 2.339. | 2.414. | 2.457. | 2.501. | 2.546. | 2.592. | 2.640. | 2.689. | 2.738. | 2.790. | 2.842. | 2.896. |

**Jaren**

# 6.2 Terugverdienmodel Energieneutraal maken

## Renovatie

*Kosten*

| Exploitatiekosten | kWh | Prijs per kWh | KOSTEN TOTAAL |
|---|---|---|---|
| Elektriciteit | 118027 | € 0,17 | € 20.513,09 |

| Verwachte stijging energiekosten |
|---|
| 5% |

## Energieneutraal

*Kosten*

| Toepassing | Aantal | Aankoopprijs | Totale investering |
|---|---|---|---|
| Windturbine (type 12KW) | 4 | € 48.000,00 | € 192.000,00 |

| Exploitatiekosten | Aantal | Onderhoud (p/j) | Totale kosten (p/j) |
|---|---|---|---|
| Onderhoud | 4 | € 700,00 | € 2.800,00 |

*Inkomsten*

| Exploitatiekosten | kWh | Prijs per kWh | INKOMSTEN TOTAAL |
|---|---|---|---|
| Elektriciteit | 7973 | € 0,07 | € 558,11 |

# Kapitaallasten

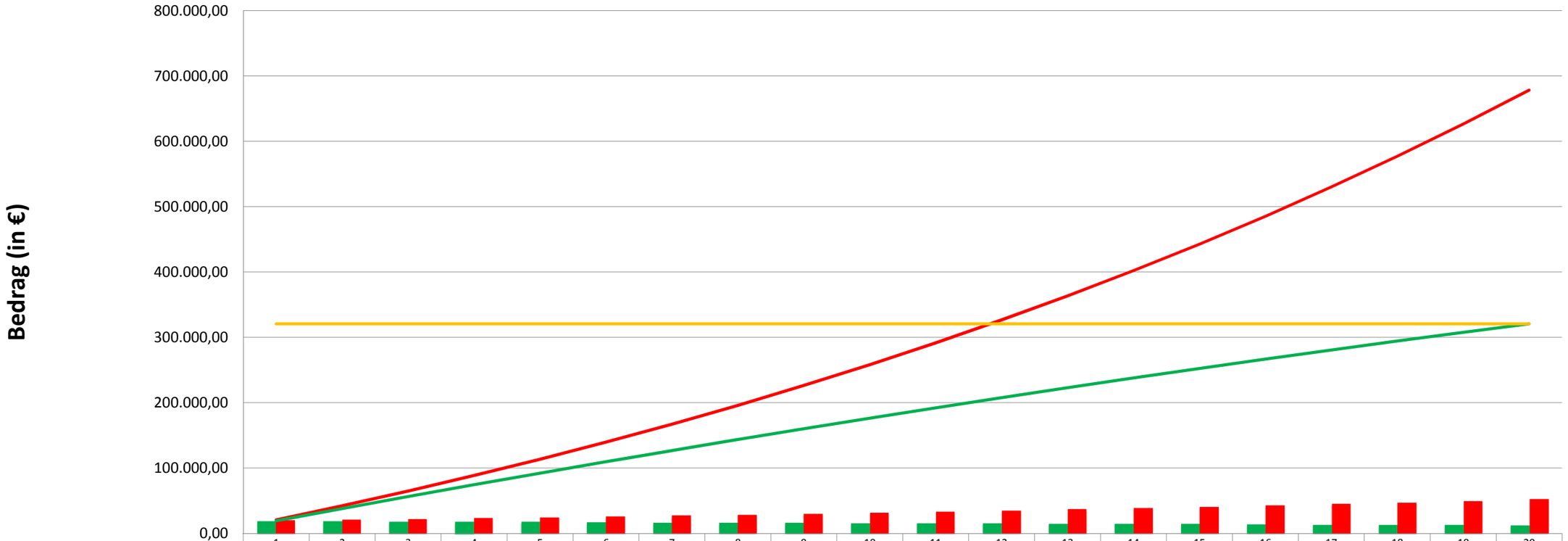
| | |
|---|---|
| Startjaar= | 2013 |
| afsch.jr. | 20 |
| rente (stel) | 3,75% |
| lening totaal (milj.) | € 192.000 |

| aantal jaren | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **investering** | € 192.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| afschrijvingen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| investering | 0 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| boekwaarde (einde jaar) | 192.000 | 182.400 | 172.800 | 163.200 | 153.600 | 144.000 | 134.400 | 124.800 | 115.200 | 105.600 | 96.000 | 86.400 | 76.800 | 67.200 | 57.600 | 48.000 | 38.400 | 28.800 | 19.200 | 9.600 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| afschrijving (totaal jaar) | 0 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 | 9.600 |
| rente (totaal jaar) | 0 | 7.200 | 6.840 | 6.480 | 6.120 | 5.760 | 5.400 | 5.040 | 4.680 | 4.320 | 3.960 | 3.600 | 3.240 | 2.880 | 2.520 | 2.160 | 1.800 | 1.440 | 1.080 | 720 | 360 |
| boekwaarde (einde jaar) | 192.000 | 182.400 | 172.800 | 163.200 | 153.600 | 144.000 | 134.400 | 124.800 | 115.200 | 105.600 | 96.000 | 86.400 | 76.800 | 67.200 | 57.600 | 48.000 | 38.400 | 28.800 | 19.200 | 9.600 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **kapitaallasten** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *per jaar* | 0 | 16.800 | 16.440 | 16.080 | 15.720 | 15.360 | 15.000 | 14.640 | 14.280 | 13.920 | 13.560 | 13.200 | 12.840 | 12.480 | 12.120 | 11.760 | 11.400 | 11.040 | 10.680 | 10.320 | 9.960 |
| *gemiddeld* | | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 | 13.380 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **cumulatief** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| investering / lening | 192.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| rente | 0 | 7.200 | 14.040 | 20.520 | 26.640 | 32.400 | 37.800 | 42.840 | 47.520 | 51.840 | 55.800 | 59.400 | 62.640 | 65.520 | 68.040 | 70.200 | 72.000 | 73.440 | 74.520 | 75.240 | 75.600 |
| totale afschrijving | 0 | 9.600 | 19.200 | 28.800 | 38.400 | 48.000 | 57.600 | 67.200 | 76.800 | 86.400 | 96.000 | 105.600 | 115.200 | 124.800 | 134.400 | 144.000 | 153.600 | 163.200 | 172.800 | 182.400 | 192.000 |
| kapitaalslasten | 0 | 16.800 | 33.240 | 49.320 | 65.040 | 80.400 | 95.400 | 110.040 | 124.320 | 138.240 | 151.800 | 165.000 | 177.840 | 190.320 | 202.440 | 214.200 | 225.600 | 236.640 | 247.320 | 257.640 | 267.600 |

# Terugverdientabel

| Jaar | Totaal | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Renovatie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Energielasten na renovatie [p/j] | 678.284,98 | | 20.513,09 | 21.538,75 | 22.615,68 | 23.746,47 | 24.933,79 | 26.180,48 | 27.489,51 | 28.863,98 | 30.307,18 | 31.822,54 | 33.413,67 | 35.084,35 | 36.838,57 | 38.680,50 | 40.614,52 | 42.645,25 | 44.777,51 | 47.016,38 | 49.367,20 | 51.835,56 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ***Subtotaal energielasten*** | | | ***20.513,09*** | ***42.051,84*** | ***64.667,52*** | ***88.413,99*** | ***113.347,79*** | ***139.528,27*** | ***167.017,77*** | ***195.881,75*** | ***226.188,93*** | ***258.011,47*** | ***291.425,14*** | ***326.509,49*** | ***363.348,06*** | ***402.028,55*** | ***442.643,07*** | ***485.288,32*** | ***530.065,83*** | ***577.082,21*** | ***626.449,42*** | ***678.284,98*** |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Investeringskosten energieneutraal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kapitaallasten | 267.600,00 | | 16.800,00 | 16.440,00 | 16.080,00 | 15.720,00 | 15.360,00 | 15.000,00 | 14.640,00 | 14.280,00 | 13.920,00 | 13.560,00 | 13.200,00 | 12.840,00 | 12.480,00 | 12.120,00 | 11.760,00 | 11.400,00 | 11.040,00 | 10.680,00 | 10.320,00 | 9.960,00 |
| Onderhoud | 71.525,04 | | 2.800,00 | 2.870,00 | 2.941,75 | 3.015,29 | 3.090,68 | 3.167,94 | 3.247,14 | 3.328,32 | 3.411,53 | 3.496,82 | 3.584,24 | 3.673,84 | 3.765,69 | 3.859,83 | 3.956,33 | 4.055,23 | 4.156,62 | 4.260,53 | 4.367,04 | 4.476,22 |
| Energie teruglevering | -18.454,44 | | -558,11 | -586,02 | -615,32 | -646,08 | -678,39 | -712,31 | -747,92 | -785,32 | -824,58 | -865,81 | -909,10 | -954,56 | -1.002,29 | -1.052,40 | -1.105,02 | -1.160,27 | -1.218,28 | -1.279,20 | -1.343,16 | -1.410,32 |
| Totale investeringskosten energieneutraal [p/j] | *320.670,60* | | *19.041,89* | *18.723,98* | *18.406,43* | *18.089,21* | *17.772,29* | *17.455,64* | *17.139,22* | *16.823,00* | *16.506,95* | *16.191,00* | *15.875,13* | *15.559,29* | *15.243,40* | *14.927,43* | *14.611,31* | *14.294,96* | *13.978,33* | *13.661,33* | *13.343,89* | *13.025,90* |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ***Subtotaal investeringskosten energieneutraal*** | | | ***19.041,89*** | ***37.765,87*** | ***56.172,31*** | ***74.261,52*** | ***92.033,81*** | ***109.489,45*** | ***126.628,67*** | ***143.451,67*** | ***159.958,62*** | ***176.149,62*** | ***192.024,76*** | ***207.584,04*** | ***222.827,44*** | ***237.754,88*** | ***252.366,18*** | ***266.661,15*** | ***280.639,48*** | ***294.300,81*** | ***307.644,70*** | ***320.670,60*** |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ***Subtotaal energielasten na renovatie*** | | | ***20.513,09*** | ***42.051,84*** | ***64.667,52*** | ***88.413,99*** | ***113.347,79*** | ***139.528,27*** | ***167.017,77*** | ***195.881,75*** | ***226.188,93*** | ***258.011,47*** | ***291.425,14*** | ***326.509,49*** | ***363.348,06*** | ***402.028,55*** | ***442.643,07*** | ***485.288,32*** | ***530.065,83*** | ***577.082,21*** | ***626.449,42*** | ***678.284,98*** |
| ***Subtotaal investeringskosten energieneutraal*** | | | ***19.041,89*** | ***37.765,87*** | ***56.172,31*** | ***74.261,52*** | ***92.033,81*** | ***109.489,45*** | ***126.628,67*** | ***143.451,67*** | ***159.958,62*** | ***176.149,62*** | ***192.024,76*** | ***207.584,04*** | ***222.827,44*** | ***237.754,88*** | ***252.366,18*** | ***266.661,15*** | ***280.639,48*** | ***294.300,81*** | ***307.644,70*** | ***320.670,60*** |
| ***Totale investeringskosten energieneutraal*** | | | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** | ***320.670,60*** |

# Terugverdienmodel Energieneutraal maken




| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Totale investeringskosten energieneutraal [p/j] | 19.041,89 | 18.723,98 | 18.406,43 | 18.089,21 | 17.772,29 | 17.455,64 | 17.139,22 | 16.823,00 | 16.506,95 | 16.191,00 | 15.875,13 | 15.559,29 | 15.243,40 | 14.927,43 | 14.611,31 | 14.294,96 | 13.978,33 | 13.661,33 | 13.343,89 | 13.025,90 |
| Energielasten na renovatie [p/j] | 20.513,09 | 21.538,75 | 22.615,68 | 23.746,47 | 24.933,79 | 26.180,48 | 27.489,51 | 28.863,98 | 30.307,18 | 31.822,54 | 33.413,67 | 35.084,35 | 36.838,57 | 38.680,50 | 40.614,52 | 42.645,25 | 44.777,51 | 47.016,38 | 49.367,20 | 51.835,56 |
| Subtotaal energielasten na renovatie | 20.513,09 | 42.051,84 | 64.667,52 | 88.413,99 | 113.347,79 | 139.528,27 | 167.017,77 | 195.881,75 | 226.188,93 | 258.011,47 | 291.425,14 | 326.509,49 | 363.348,06 | 402.028,55 | 442.643,07 | 485.288,32 | 530.065,83 | 577.082,21 | 626.449,42 | 678.284,98 |
| Subtotaal investeringskosten energieneutraal | 19.041,89 | 37.765,87 | 56.172,31 | 74.261,52 | 92.033,81 | 109.489,45 | 126.628,67 | 143.451,67 | 159.958,62 | 176.149,62 | 192.024,76 | 207.584,04 | 222.827,44 | 237.754,88 | 252.366,18 | 266.661,15 | 280.639,48 | 294.300,81 | 307.644,70 | 320.670,60 |
| Totale investeringskosten energieneutraal | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 | 320.670,60 |