

# EPA-U Maatwerkadvies Utiliteitsgebouwen

De Zilverling te Enschede



Adres	Molenstraat 124 7622 NG Borne
Telefoon	088-0047000
E-Mail	Moelard@enerdeco.nl
Datum	November 2017
Adviseur	R. Moelard
Adv. Nummer	SKW 21.9500.008-3-3/17
Software	VABI EPA-U
Versie interface	3.4 (Kernel 4.10)



## Samenvatting

Dit EnergiePrestatieAdvies geeft inzicht welke energiebesparingsmaatregelen getroffen kunnen worden voor het pand aan De Zilverling te Enschede.

### Omschrijving huidige situatie

Het huidige energielabel van De Zilverling te Enschede is het energielabel C (EI=0,59). De energieprestatie van het gebouw wordt weergegeven in een energie-index en in een gestandaardiseerde energieklassen (A t/m G en bijpassende kleuren). Hierbij staat een A++ label voor een zeer energiezuinig gebouw en een G-label voor een zeer onzuinig gebouw. Het energielabel is met name gunstig vanwege de duurzame opwekking van warmte door het warmtenet (afvalverbranding) waar het pand op is aangesloten. In tabel 0.1 vindt u een overzicht van de energieverbruiken per m<sup>2</sup> vloeroppervlak. Deze verbruiken worden tevens vergeleken met kengetallen uit uw branche.

Tabel 0.1: verbruikskenngetallen en vergelijking in de branche

	Inkoop		specifiek verbruik		Benchmark kantoor		
			hoog	gemiddeld	laag		
Elektriciteit	<b>662.336</b>	[kWh]	<b>68,2</b>	[kWh/m <sup>2</sup> ]	138	85	32
Warmte (warmte)	<b>3.595,3</b>	[Gj]	<b>370</b>	[Gj/m <sup>2</sup> ]	630	410	189

Toelichting op het energieverbruik:

- Het elektriciteitsverbruik van het gebouw is in verhouding laag te noemen. Dit kan verklaard worden door het ontbreken van mechanische ventilatie in de hoogbouw, de energiezuinige koeling, het lage opgestelde vermogen aan verlichting en het feit dat vele luchtbehandelingskasten van de overige bouwdelen van debietregeling zijn voorzien.
- Het warmteverbruik van het gebouw is in verhouding met een gemiddelde gebouw iets onder gemiddeld te noemen. Dit mag ook verwacht worden van een gebouw gebouwd in 1992. Dit kan verklaard worden door de goede isolatiegraad van de niet transparante schil. De isolatiegraad van de beglazing in combinatie met het kozijn is matig. Er is in de hoogbouw geen sprake van warmteterugwinning uit ventilatielucht, maar dit wordt gecompenseerd door het lage ventilatievoud.

### Verbeteringsopties

Er zijn meerdere maatregelen mogelijk om het gebouw energetisch te verbeteren. In tabel 0.2 worden deze maatregelen weergegeven.

Tabel 0.2: Kosten en baten energiebesparende maatregelen (excl. BTW)

Maatregelen	Investering [€]	ETVT [jaar]	TVT [jaar]	Label [A++ t/m G]	Energie besparing [€/jaar]*	CO <sub>2</sub> - reductie [%/jaar]
Kozijnen met dubbelglas en panelen begane grond vervangen door nieuwe kozijnen met goed geïsoleerde panelen en HR++ glas	300.060	156,6	94,3	A	1.917	2,2
Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)	588.305	74,0	55,5	A	7.952	9,2
Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)	113.715	227,6	118,7	A	500	0,6
Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw	50.000	28,1	24,8	A	1.781	2,1
Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw	nihil	n.v.t.	n.v.t.	A	3.264	3,9
Luchtbehandeling met warmteterugwinning en lager debiet (ventilatievoud 2,0) sector paars	50.000	13,7	12,9	A	3.649	4,4
Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks	18.000	7,6	7,3	A	2.376	2,7
Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw	300.000	152,1	92,6	A	1.972	1,9
Geen vloerkoeling	0	0,0	0,0	A	2.161	2,8
PL armaturen vervangen door LED	19.630	61,4	48,0	A	320	0,4
Aanwezigheidsdetectie	34.500	50,2	40,8	A	687	0,9
PL armaturen vervangen door LED en	54.130	53,9	43,2	A	1.005	1,3

aanwezigheidsdetectie

Maatregelen	Investering [€]	ETVT [jaar]	TVT [jaar]	Label [A++ t/m G]	Energie besparing [€/jaar]*	CO <sub>2</sub> - reductie [%/jaar]
500 m <sup>2</sup> zonnepaneel	112.500	27,3	24,3	A	4.114	5,3
Warmtepomp (bron buitenlucht) als primaire warmteopwekker of VRF systeem (stadsverwarming secundair)	75.000***	4,6	4,5	A	16.288	16,6

Tabel 0.3: Kosten en baten maatregelpakketten (excl. BTW)

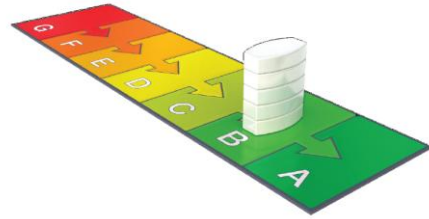
Maatregelen	Investering [€]	ETVT [jaar]	TVT [jaar]	Label [A++ t/m G]	Energie besparing [€/jaar]*	CO <sub>2</sub> - reductie [%/jaar]
<b>Pakket 1 : TvT &lt; 5 jaar</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> </ul>	nihil	n.v.t.	n.v.t.	A	3.264	3,9
<b>Pakket 2 : Aansluiting bij MJOP en oplossing van comfortproblemen</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> </ul>	368.000	36,2	31,0	A	10.159	11,8
<b>Pakket 3 : maximaal zonder warmtepomp</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> <li>Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)</li> <li>Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)</li> <li>PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie</li> <li>500 m<sup>2</sup> zonnepaneel</li> </ul>	1.236.650	52,9	42,6	A	23.363	27,7
<b>Pakket 4 : maximaal met warmtepomp</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> <li>Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)</li> <li>Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)</li> <li>PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie</li> <li>500 m<sup>2</sup> zonnepaneel</li> <li>Warmtepomp (bron buitenlucht) als primaire warmteopwekker of VRF systeem (stadsverwarming secundair)</li> </ul>	1.311.650	40,5	34,1	A	32.396	36,9

## Inhoudsopgave

1	Inleiding .....	5
2	Omschrijving huidige situatie.....	6
3	Energie referentiekaders .....	8
3.1.	Energiecertificaat .....	8
3.2.	Jaarlijks energieverbruik en branchevergelijking.....	9
3.3.	Energiekosten.....	9
4	Energieverbruiksposten.....	11
5	Verbeteringsopties .....	12
5.1.	Bouwkundige maatregelen .....	12
	HR++ glas .....	12
5.2.	Installatietechnische maatregelen .....	12
	Elektrische Warmtepomp .....	12
	Verlagen ventilatiedebiet luchtbehandelingskasten begane grond laagbouw .....	13
	Warmteterugwinning ventilatielucht .....	13
	VRF systeem of omkeerbare airco.....	14
	Aanwezigheidsdetectie.....	14
	Led verlichting .....	14
5.3.	Duurzame maatregelen .....	16
6	Effect maatregelen op energielabel .....	17
7	Kosten en baten .....	19
8	Effect maatregelen op comfort .....	22
	Bijlage A: Energiecertificaat.....	23

# 1 Inleiding

Vanaf 1 januari 2008 moet bij bouw, verkoop en verhuur van een gebouw op het moment van transactie een energielabel (energieprestatiecertificaat) aanwezig zijn. Het energielabel is gebouwgebonden en geeft, op basis van een berekening, informatie over de hoeveelheid energie die bij gestandaardiseerd gebruik van dat gebouw nodig is. Het betreft gebouwgebonden energiegebruik voor verwarming, warmwatervoorziening, verlichting, ventilatie en koeling. Dit energielabel is maximaal tien jaar geldig.



De energieprestatie van het gebouw wordt weergegeven in een energie-index en in een gestandaardiseerde energieklassering (A t/m G en bijpassende kleuren). Zeer energiezuinige gebouwen hebben een A en zijn helder groen, zeer onzuinige panden hebben een G en zijn felrood. Dit is te vergelijken met de energielabels die in de witgoedsector worden gehanteerd (bijvoorbeeld bij koelkasten).

Voor De Zilverling is een energiecertificaat opgesteld. In deze adviesrapportage wordt dit certificaat nader toegelicht.

Het energiecertificaat is slechts een vergelijkingsmoment, maar geeft nog geen inzicht in de mogelijke energiebesparende maatregelen en de bijbehorende labelverbetering. Voor De Zilverling is daarom een maatwerkadvies opgesteld waar ook de labelverbetering van verschillende maatregelpakketten worden gepresenteerd.

<b>A<sup>++</sup></b>	<b>A<sup>+</sup></b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
≤ 0,50	0,51 - 0,70	0,71 - 1,05	1,06 - 1,15	1,16 - 1,30	1,31 - 1,45	1,46 - 1,60	1,61 - 1,75	> 1,75

## 2 Omschrijving huidige situatie

### Algemeen

Het gebouw De Zilverling is gebouwd in 1992. Het betreft een gebouw met als hoofdfunctie kantoor. Naast een kantoorfunctie heeft het pand ook bouwdelen met bijeenkomstfunctie en onderwijsfunctie. Het pand bestaat uit een laagbouw deel en een hoogbouw deel. De hoogbouw bestaat uit een begane grond en vier verdiepingen. De laagbouw uit een begane grond en een verdieping. Het pand is tijdens standaard kantooortijden in gebruik.

### Bouwkundig

Het pand is goed geïsoleerd. De volgende isolatiewaarden zijn gehanteerd:

Gevel:  $R_c = 2,53 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$  (onbekend op basis van bouwjaar)

Dak:  $R_c = 3,22 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$  (120 mm isolatie)

Vloer :  $2,53 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$  (onbekend op basis van bouwjaar)

Beglazing: dubbel glas;  $U = 3,3 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$  (inclusief aluminium thermisch onderbroken kozijnen)

HR++ glas;  $U = 2,2 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$  (inclusief aluminium thermisch onderbroken kozijnen)(deuren Starbucks)

De zonbelaste ramen zijn voorzien van luifel of screens.

### Verwarming

Het pand is aangesloten op het warmtenet van Enschede. Dit net heeft een kwaliteitsverklaring. Het hier geldende primaire net heeft een rendement van 4. Warmte wordt geleverd aan de luchtbehandelingskasten en de radiatoren, welke grotendeels zijn voorzien van thermostaatkranen.

Warmte wordt geleverd op basis van een weersafhankelijke stooklijn. Bij opstarten wordt een temperatuur gehanteerd van 80 graden. Bij buitentemperaturen van -10 wordt 2 uur voor ingestelde tijd aangewarmd en bij buitentemperaturen van 18 graden 30 minuten. Daar tussen lineaire. De ingestelde tijden zijn van maandag t/m vrijdag van 6.30 uur t/m 18.00 uur. Maandag is de aanvangstijd 5.00 uur. Aanwarmen begint voor de ingestelde tijden. De aanwarmtijd is afhankelijk van de buitentemperatuur. Bij -10 graden start de verwarming 2 uur eerder en bij 18 graden 0,5 uur.

Bij buitentemperaturen van -10 wordt 90 graden cv-water geleverd bij buitentemperaturen van 10 wordt 55 graden en bij buitentemperaturen van 20 graden 22 graden.. Daar tussen lineaire.

### Koeling

Er is sprake van koeling middels de luchtbehandeling van de Welpzaal, luchtbehandeling van het smartlab en van vloerkoeling in de hoogbouw. De betonvloeren worden gekoeld door met lucht, welke door PCM (faseovergangsmateriaal) gekoeld worden. Tevens kan de lucht gekoeld worden door aansluiting op het koude net van de Universiteit Twente. De ventilatie ten behoeve van de vloerkoeling wordt ingeschakeld bij koelbehoefte. De ventilatoren ten behoeve van de PMC units worden ingeschakeld indien buiten het stookseizoen de buitentemperatuur geschikt is om koude te bufferen.

### Ventilatie

In de hoogbouw is sprake van natuurlijke toevoer van ventilatielucht middels roosters. De volgende bouwdelen zijn voorzien van gebalanceerde mechanische ventilatie:

- Welpzaal: luchtbehandeling met kruisstroomwisselaar, aan/uit ventilatie o.b.v. CO<sub>2</sub> en koeling en verwarming (change-over). Ventilatievoud is 5,7.
- Smartlab: vraaggestuurde ventilatie (o.b.v. CO<sub>2</sub>) met warmtewiel, koeling en verwarming. Ventilatievoud is 2,89.
- Begane grond laagbouw: luchtbehandeling met recirculatie en verwarming. Ventilatievoud is 5,85.
- Starbucks: vraaggestuurde luchtbehandeling met (o.b.v. binnentemperatuur) met recirculatie en verwarming. Ventilatievoud is 3,59.

### Bevochtiging

Er is geen sprake van bevochtiging.

### Tapwater

Warm tapwater wordt opgewekt middels elektrische boilers.

### Verlichting

In de kantoren van de hoogbouw wordt voornamelijk LED verlichting toegepast, welke per vertrek wordt geschakeld. In de gangen wordt gebruik gemaakt van PL-armaturen en hoogfrequente TL-verlichting. Het gemiddeld opgestelde vermogen is 7,1 watt/m<sup>2</sup>.

In de rest van het gebouw wordt in de verblijfsruimten hoofdzakelijk hoogfrequente TL-verlichting toegepast (TLD en T5). In de gangen en toiletten worden PL-armaturen toegepast.

## 3 Energie referentiekaders

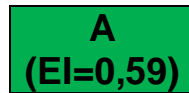
Om het gebouw (-cluster) energetisch te beoordelen zijn er in beginsel een tweetal referentiekaders te hanteren, te weten:

- Het energiecertificaat op basis van gebouw eigenschappen. Gebruikersafhankelijke zaken als gebruikstijden spelen geen rol.
- Het jaarlijkse energieverbruik in vergelijking met de branche.

Naast deze kaders worden in dit hoofdstuk de gehanteerde energiekosten gepresenteerd op basis waarvan de reductie op energiekosten wordt berekend.

### 3.1. Energiecertificaat

De bouwkundige en installatietechnische eigenschappen van het gebouw met aanwezige installaties zijn in de VABI software ingevoerd. Op basis hiervan heeft het gebouw met het adres Hallenweg 19 te Enschede het volgende energiecertificaat gekregen.



Een gebouw met een A++ label is zeer energiezuinig en een gebouw met een G label zeer energie onzuinig.

De volgende aspecten zijn te noemen in relatie tot het behaalde label:

- Er wordt gebruik gemaakt van warmtelevering derden. Dit heeft een zeer gunstige invloed op het label. De warmte wordt geleverd door een afvalverbrandingsinstallatie. Zonder de kwaliteitsverklaring van deze centrale zou het pand een energie-index hebben van 1,24 (label C).
- Het pand is redelijk tot goed geïsoleerd, dit heeft een gunstige invloed op het label. Slechts de panelen op de begane grond hebben een slechte isolatiewaarde.
- De beglazing bestaat uit standaard dubbelglas in aluminium kozijn. Dit heeft een nadelige invloed op het energielabel.
- In een groot deel van het pand is sprake van natuurlijke toevoer van ventilatielucht middels roosters. Dit heeft een ongunstig invloed op het label.
- De luchtbehandelingskast ten behoeve van de Welpenzaal en het Smartlab zijn voorzien van debietregeling en warmteterugwinning uit ventilatielucht. Dit heeft een gunstig effect op het energielabel
- Er is sprake van warmteterugwinning op de luchtbehandelingskasten ten behoeve van Starbucks en de kantoren op de begane grond laagbouwdeel. Tevens is het ventilatievoud zeer hoog. Dit heeft een ongunstige invloed op het label.
- Er is geen sprake van een debietregeling op de ventilatielucht, dit heeft in combinatie met een relatief hoog debiet een ongunstige invloed op het label.
- Er wordt gekoeld met PCM (faseovergangsmateriaal) lucht batterijen, welke de vloer koelen, koudeopslag en compressiekoelmachines. Dit heeft een licht positieve invloed op het energielabel. Koeling middels PCM wordt niet gewaardeerd in de energielabelsystematiek.
- De verlichting bestaat in de hoogbouw voor een groot deel uit LED verlichting. In de overige ruimten betreft het hoofdzakelijk hoogfrequente TL-verlichting. Dit heeft een gunstige invloed op het energielabel.
- Er wordt geen daglichtregeling of aanwezigheidsdetectie toegepast wat een nadelig invloed heeft op het label.

Het energiecertificaat is als bijlage A opgenomen bij dit rapport.



### 3.2. Jaarlijks energieverbruik en branchevergelijking

De historische verbruiken worden bepaald aan de hand van de energierekeningen of het energiemonitoringsysteem. Vervolgens worden deze waarden gecorrigeerd voor de invloedsfactor *klimaat* (graaduren en indien nodig koelgraaduren). De aldus verkregen kengetallen kunnen vervolgens worden gebruikt om te bepalen of het energieverbruik hoog of laag is vergeleken met de gebruikelijke waarden binnen uw branche. In tabel 3.1 is een overzicht weergegeven van de kengetallen van De Zilverling.

**Tabel 3Fout! Geen tekst met opgegeven opmaakprofiel in document..1** verbruikskengetallen en vergelijking in de branche

	Inkoop		specifiek verbruik		Benchmark kantoor		
					hoog	gemiddeld	laag
Elektriciteit	<b>662.336</b>	[kWh]	<b>68,2</b>	[kWh/m <sup>2</sup> ]	138	85	32
Warmte (warmte)	<b>3.595,3</b>	[Gj]	<b>370</b>	[Gj/m <sup>2</sup> ]	630	410	189

Toelichting op het energieverbruik:

- Het elektriciteitsverbruik van het gebouw is in verhouding laag te noemen. Dit kan verklaard worden door het ontbreken van mechanische ventilatie in de hoogbouw, de energiezuinige koeling, het lage opgestelde vermogen aan verlichting en het feit dat vele luchtbehandelingskasten van de overige bouwdelen van debietregeling zijn voorzien.
- Het warmteverbruik van het gebouw is in verhouding met een gemiddelde gebouw iets onder gemiddeld te noemen. Dit mag ook verwacht worden van een gebouw gebouwd in 1992. Dit kan verklaard worden door de goede isolatiegraad van de niet transparante schil. De isolatiegraad van de beglazing in combinatie met het kozijn is matig. Er is in de hoogbouw geen sprake van warmteterugwinning uit ventilatielucht, maar dit wordt gecompenseerd door het lage ventilatievoud.

### 3.3. Energiekosten

In de besparingsberekeningen is uitgegaan van de energiekosten volgens tabel 3.2 (excl. energiebelasting en exclusief btw).

De energiebelasting, welke afhankelijk is van het gebruik, dient hierbij nog opgeteld te worden. De energiebelasting is echter afhankelijk van het energieverbruik. Zo betaalt een kleine energieverbruiker relatief meer energiebelasting dan een grote energieverbruiker. In tabel 3.3 wordt de energiebelasting afhankelijk van het verbruik weergegeven.

**Tabel 3.2** Aangenomen energiekosten excl. energiebelasting en BTW

	Tarief	Opmerking
Elektriciteit (per kWh)	€ 0,052	
Warmte (per GJ)	€ 11,0	Geen aanvullende energiebelasting van toepassing

Er wordt een heffing over het verbruik van elektriciteit en gas berekend vanwege de vrijgekomen kooldioxide. Bij het verbruik van elektriciteit komt geen kooldioxide vrij, maar voor de opwekking van elektriciteit worden meestal gas of kolen verbrand, waarbij kooldioxide vrijkomt. In tabel 3.3 wordt de energiebelasting afhankelijk van het verbruik weergegeven.

Tabel 3. 3 Energiebelasting 2017 (excl. BTW)

	Energiebelasting	Toeslag duurzame energie
<b>Aardgas per m3</b>		
tot 170.000	€ 0,2524	€ 0,0159
170.000 - 1 mln	€ 0,0622	€ 0,0074
<b>Elektriciteit per kWh</b>		
tot 10.000	€ 0,1013	€ 0,0090
10.000 – 50.000	€ 0,0490	€ 0,0149
50.000 – 10 mln	€ 0,0131	€ 0,0040

Naast de genoemde kosten worden er door het netwerkbedrijf ook kosten in rekening gebracht voor het elektriciteit-, warmte of gastransport. M.u.v. enkele kosten (zie tabel 3.2) zijn deze niet afhankelijk van het verbruik, maar van de benodigde capaciteit en de aansluiting. In geval van elektriciteit zijn de kosten afhankelijk van het gecontracteerde vermogen in kW en het maximaal opgenomen vermogen in kW (afgerekend per maand). In geval van gas zijn de kosten afhankelijk van de aansluitcapaciteit in m<sup>3</sup>/uur en de maximaal afgenomen hoeveelheid in m<sup>3</sup>/uur. Voor de warmtelevering zijn de kosten afhankelijk van het aansluitvermogen (vastrechtstarief).

## 4 Energieverbruiksposten

Door de rekensoftware wordt het energieverbruik berekend op basis van de ingevoerde parameters zoals beschreven in de inventarisatie. In onderstaande tabel wordt het totale primaire energiegebruik weergegeven. Het jaarlijkse primaire energiegebruik is gelijk aan het totale gebruik van energie ontleend aan fossiele brandstoffen. Het huidige jaarlijkse primaire energiegebruik wordt uitgedrukt in MJ en wordt berekend op basis van het gemeten huidige jaarlijkse energiegebruik.

Tabel Fout! Geen tekst met opgegeven opmaakprofiel in document.4.1 Primaire energie

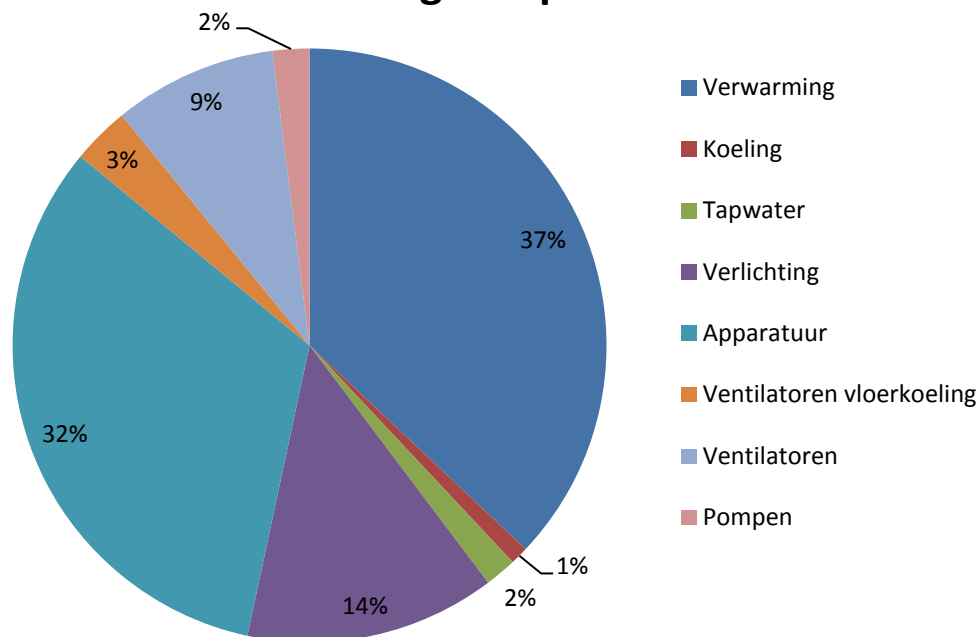
Energiedrager	Totaal	Per m <sup>2</sup> VO	Eenheid
Primaire energie	9.709.173	999,8	MJ/jaar
CO <sub>2</sub> -emissie	690.190	71,1	kg/jaar

In onderstaande tabel wordt het primaire energiegebruik gepresenteerd per deelpost. Dit geeft een goed beeld welke post het meeste energiegebruik omvat. De gebruiken worden tevens in het cirkeldiagram gepresenteerd.

Tabel 4.2 Energiegebruik per deelpost

Deelpost	Totaal	Per m <sup>2</sup> GVO	Eenheid
Verwarming	3.595.302	370,2	MJ/jaar
Koeling	95.246	9,8	MJ/jaar
Tapwater	166.725	17,2	MJ/jaar
Verlichting	1.323.467	136,3	MJ/jaar
Apparatuur	3.166.938	326,17	MJ/jaar
Ventilatoren vloerkoeling	303.903	31,30	MJ/jaar
Ventilatoren	863.165	88,9	MJ/jaar
Pompen	194.428	20,0	MJ/jaar
<b>TOTAAL</b>	<b>9.709.173</b>	<b>999,8</b>	<b>MJ/jaar</b>

### Verdeling deelposten



## 5 Verbeteringsopties

Het energielabel en energieverbruik is te verbeteren door energiebesparende maatregelen uit te voeren. In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de verschillende energiebesparende maatregelen die mogelijk zijn.

Alle maatregelen zijn onderverdeelt in de volgende categorieën:

- Regeltechnische maatregelen
- Bouwkundige maatregelen
- Installatietechnische maatregelen
- Duurzame maatregelen

### 5.1. Bouwkundige maatregelen

#### HR++ glas

HR++-glas is dubbel glas dat is voorzien van een coating die de thermisch isolerende werking verhoogt. Als spouwvulling wordt een edelgas toegepast met een hogere isolatiewaarde dan lucht. HR++-glas zorgt voor een goede geluidsisolatie.

Voor het plaatsen van HR++-glas moeten uw kozijnen in een goede staat verkeren om de veel zwaardere ruit te kunnen dragen. Tevens vraagt HR++-glas meer ruimte in de sponning.

#### *Advies ten aanzien van huidige situatie*

*Er wordt gebruik gemaakt van standaard dubbelglas. Het toepassen van HR<sup>++</sup> glas is een besparingsoptie. Op de begane grond wordt daarbij geadviseerd om het gehele kozijn inclusief de slecht geïsoleerde panelen te vervangen. Op de overige verdiepingen wordt aanbevolen de kozijnen te handhaven.*

### 5.2. Installatietechnische maatregelen

#### Elektrische Warmtepomp

De warmtepomp, in feite een omgekeerde koelkast, onttrekt warmte uit een bron en brengt deze op een hoger temperatuurniveau over aan bijvoorbeeld het cv-water. Bij een juiste keuze van de combinatie van bron en afgiftesysteem is er op deze manier minder primaire energie nodig voor verwarming dan het geval zou zijn bij bijvoorbeeld toepassing van een HR-ketel. Er zijn, afhankelijk van de warmtebehoefte, drie soorten warmtepompen beschikbaar: De elektrische warmtepomp, de absorptiewarmtepomp en de gasmotorwarmtepomp. Mogelijke bronnen voor een warmtepomp zijn de buitenlucht, de bodem, grondwater, oppervlaktewater en afvoerstromen. Een belangrijk voordeel van een warmtepomp is de mogelijkheid bij een aantal warmtepompen om de werking om te draaien. Hierdoor wordt het mogelijk het verwarmingssysteem te gebruiken voor koeling in de perioden waarin een koelbehoefte bestaat.

Als in het gebouw al gebruik wordt gemaakt van een laag temperatuursysteem (LTS) is het toepassen van een warmtepomp een goede optie. Indien er nog geen laag temperatuursysteem aanwezig is, dient het verwarmingssysteem aangepast te worden. Hierdoor wordt het toepassen van een warmtepomp minder aantrekkelijk en is de optie alleen interessant bij renovatie. Bij het kiezen van een warmtepomp is het belangrijk dat voor de juiste bron wordt gekozen. In sommige gevallen is een milieuvergunning vereist, namelijk een variant met een open bron of aquiferopslag met een doorstroomvolume groter dan 10 m<sup>3</sup>/h. Ook dient er veel aandacht besteed te worden aan het dimensioneren van de warmtepomp. Door zijn hoge efficiëntie is het interessant als een warmtepomp zoveel mogelijk in vollast kan draaien.

#### *Advies ten aanzien van huidige situatie*

*Aangezien het pand is aangesloten op het warmtenet van de afvalverbrandingsinstallatie is reeds sprake van "duurzame" warmteopwekking. Het ligt dan ook niet voor de hand om een warmtepomp toe te passen. De energiekosten zullen echter bij toepassing van een warmtepomp aanzienlijk lager zijn, omdat de kosten voor electra veel lager zijn dan de kosten voor warmte. Indien de warmte wel met een warmtepomp wordt opgewekt kan de afvalverbrandingsinstallatie deze "duurzame" warmte elders leveren, waar laag*

*temperatuur verwarming geen optie is. Uiteindelijk moet er gekozen worden voor de meest duurzame mix aan energieopwekkers.*

*In het pand is sprake van een comfortprobleem in de zomer. De binnentemperatuur is te hoog. Het toepassen van koeling middels een koelmachine is een optie. Als deze uitgevoerd wordt als omkeerbare warmtepomp kan de koelmachine bij niet al te lage buitentemperaturen voldoende warmte leveren om het pand op temperatuur te houden. Slechts bij aanwarmen is dan bij stoken noodzakelijk. Men kan het pand ook op temperatuur houden, maar dan wordt wel aanbevolen om de beglazing te vervangen.*

*In bovenstaande situatie wordt de warmte uit de buitenlucht onttrokken, maar kan er ook voor kiezen om tevens warmte te onttrekken uit de afgezogenlucht uit de hoogbouw. Op deze wijze is nog enigszins sprake van warmteterugwinning.*

### **Verlagen ventilatiedebiet luchtbehandelingskasten begane grond laagbouw**

De Luchtbehandelingskasten van de begane grond laagbouw zijn voorzien van toerenregeling en zijn op een vast toerental ingesteld. Op basis van deze instelling en het maximumdebiet van de luchtbehandelingskasten is het ventilatievoud nog steeds zeer hoog, namelijk 5,8. Aanbevolen wordt om het ventilatievoud verder te verlagen.

### **Warmteterugwinning ventilatielucht**

Indien een ruimte geventileerd wordt, is er sprake van aanvoer van 'verse' buitenlucht en afvoer van binnenlucht. De afgevoerde lucht heeft een temperatuur gelijk aan de binnentemperatuur. De toegevoerde lucht heeft een temperatuur gelijk aan de buitentemperatuur. In het stookseizoen is er dan ook warmte nodig om de toevoerlucht op te warmen. Dit kan voor een grootdeel gerealiseerd worden door warmte uit de afvoerlucht terug te winnen. Warmteterugwinning is mogelijk bij mechanische ventilatie systemen met toe- en afvoer.

Warmteterugwinning (WTW) is te realiseren door toepassing van een of meerder wisselaars te plaatsen in de luchtkanalen of luchtbehandelingskast(en). De volgende wisselaars zijn mogelijk: warmtewiel, twincoil, kruisstroom. WTW is niet altijd gewenst (voor- en najaar). Met een warmtewiel en twincoil-systeem kan de mate van terugwinning gevarieerd worden.

Aanschaf van een warmteterugwin-installatie is soms ingrijpend en kostbaar. De energiebesparing is echter ook aanzienlijk.

### Advies ten aanzien van huidige situatie

*Slechts in enkele bouwdelen (Welpzaal en Smartlab) is sprake van gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning. In de hoofdbouw is geen sprake van gebalanceerde mechanische ventilatie. Indien men uit comfort overwegingen hier gebalanceerde mechanische ventilatie wenst toe te passen, wordt aanbevolen tevens warmteterugwinning toe te passen. Naar verwachting zal het energieverbruik stijgen, doordat er sprake zal zijn van elektriciteitsverbruik van de ventilatoren en doordat er waarschijnlijk een veel hoger ventilatievoud wordt gehanteerd dan nu het geval is.*

*De luchtbehandelingskasten van de begane grond laagbouw en Starbucks zijn nog niet voorzien van warmteterugwinning. De luchtbehandelingskast van Starbucks is wel reeds voorzien van debietregeling op basis van binnentemperatuur. De luchtbehandelingskasten kunnen voorzien worden van warmteterugwinning. Aanbevolen wordt daarbij om het ventilatievoud van de begane grond laagbouw aanzienlijk te verlagen. Het meest voor de hand ligt het dan ook om de luchtbehandelingskasten van de begane grond laagbouw te vervangen.*

### VRF systeem of omkeerbare airco

Een VRF-systeem is een compleet klimaatsysteem voor koelen en verwarmen. Koelen, verwarmen, of beide tegelijk is mogelijk, zelfs met warmterugwinning binnen het systeem. Een VRF-systeem bestaat uit een of meerdere buitenunits en meerdere binnenunits. Met dit systeem kan elke gebruiker de temperatuur eveneens afzonderlijk regelen. VRF staat voor Variable Refrigerant Flow. Dit houdt in dat de hoeveelheid koudemiddel en daarmee de capaciteit, binnen het systeem kan variëren.

Alle binnenunits zijn uitgevoerd met een elektronisch expansieventiel. Hierdoor kan elke -binnenunit, op basis van het -verschil tussen gemeten en gewenste temperatuur, het vermogen individueel per ruimte regelen. Anders gezegd: De inblaastemperatuur wordt indirect per unit -aangepast aan de vraag in de ruimte. Deze hoogstaande techniek zorgt voor een hoge efficiency (C.O.P. / E.E.R.).

De termen VRV ('Variable Refrigerant Volume' oftewel variabel koudemiddelvolume) en VRF (Variable Refrigerant Flow) worden nogal eens naast elkaar gebruikt maar hebben dezelfde betekenis.

#### Advies ten aanzien van huidige situatie

*In het pand is nog geen koeling aanwezig middels lokale airco's. Lokale airco's kunnen het comfort in de zomermaanden ten opzichte van de huidige koeling middels de luchtbehandelingskast aanzienlijk verbeteren. Indien men uit comfort overweging lokale koeling wenst toe te passen kan men besluiten om een VRF systeem toe te passen, waarmee tevens verwarmd kan worden.*

*Indien een VRF systeem wordt toegepast kan men eventueel de bestaande warmteafgifte systemen slechts inschakelen bij zeer lage buitentemperaturen, buiten bedrijfstellen of zelfs verwijderen. Het verwijderen van de bestaande radiatoren is te overwegen indien men de standaard dubbele beglazing vervangt door HR++ glas. Nader onderzoek wordt aanbevolen.*

### Aanwezigheidsdetectie

Met behulp van aan- en afwezigheidschakeling wordt vastgesteld of er personen in de ruimte aanwezig zijn. Is dat niet het geval, dan schakelt de verlichting met inachtneming van een bepaalde tijdsvertraging automatisch uit. Aan-/afwezigheidschakelingen zijn uitgevoerd met sensoren, die reageren op beweging en/of warmte.

In ruimten waar regelmatig gewerkt wordt is het, om irritatie te voorkomen, van belang om hoogwaardige sensoren te gebruiken die zowel reageren op beweging als op warmte. In ruimten die af en toe in bedrijf zijn, zoals opslagruimten, buitenplaatsen, toiletten e.d. kan veelal wel worden volstaan met sensoren die reageren op beweging of warmte.



#### Advies ten aanzien van huidige situatie

*Voornamelijk in grote ruimten, zoals de grote kantoorruimtes en vergaderruimtes is aanwezigheidsdetectie interessant. In deze ruimten kan men relatief veel armaturen schakelen per sensor en is er sprake van een sterk wisselende bezetting, waardoor verlichting vaak onnodig aan is. Daarnaast heeft aanwezigheidsdetectie veel invloed op het energielabel. De maatregel zoals gepresenteerd in de tabel gaat uit van aanwezigheidsdetectie op nagenoeg alle verlichtingsarmaturen in verblijfsruimten.*

### Led verlichting

Tegenwoordig ziet men steeds vaker LED verlichting als een alternatief voor conventionele TL verlichting en/of T5 verlichting. LED maakt de laatste jaren dan ook een grote ontwikkeling door waardoor LED verlichting steeds efficiënter wordt. De ervaring met LED verlichting is echter wisselend. De lichtopbrengst doet in gevallen nog onder voor normale TL(5) verlichting, daarnaast zijn de aanschafkosten vaak hoog. LED verlichting vind je als vervanger voor gloeilampen en spaarlampen. Daarnaast zijn ook Led panelen steeds meer in trek. Deze panelen vervangen TL armaturen. LED verlichting heeft een zeer lange levensduur van circa. 50.000 uur waardoor er naast een besparing op de energiekosten op termijn ook wordt bespaard op vervangingskosten. Bij aanschaf van LED-verlichting is het belangrijk om goed naar verlichtingssterkte (LUX), netto opgenomen vermogen en powerfactor te kijken in relatie tot andere alternatieven.

In verblijfsruimten, zoals kantoren, wordt LED verlichting nog niet aanbevolen, omdat de lichtopbrengst in lumen per watt gelijkwaardig is aan de meest energiezuinige TL-verlichting (T5). In verkeersruimten is het vaak geen probleem als het lichtniveau iets lager wordt. In verkeersruimten wordt dan ook vaak (afhankelijk van de situatie) wel vaak aanbevolen om TL-lampen of PL-lampen te vervangen door LED lampen. Bij renovatie kan men overwegen om PL downlighters te vervangen door LED downlighters.



LED ter  
halogeen

vervanging van



LED ter vervanging van PL



LED downlighter



LED paneel (60x60)

Advies ten aanzien van huidige situatie

*In het pand wordt reeds (met name hoogbouw) gebruik gemaakt van LED armaturen. Aanbevolen wordt om de PL-armaturen tevens te vervangen door LED armaturen.*

### 5.3. Duurzame maatregelen

#### Zonnepanelen

Eén van de bekendere vormen van de benutting van zonne-energie is het omzetten van instralend zonlicht in elektriciteit door middel van zonnecellen. Door het invallen van zonlicht wordt een elektrische stroom opgewekt. Op deze manier ontstaat dus duurzaam opgewekte stroom. Produceert een zonnecel meer elektriciteit dan op dat moment intern gevraagd wordt, dan kan deze elektriciteit meestal weer teruggeleverd worden aan het elektriciteitsnet. Zonnecellen hebben ook een duidelijke uitstraling naar de omgeving. Door hun kleurstelling geven zij een gebouw een moderne en energievriendelijke uitstraling.



Voor het plaatsen van zonnecellen moet er voldoende ruimte aanwezig zijn. Ook moet er voldoende zoninval zijn. De investeringskosten voor een zonnecellen worden steeds lager waardoor het steeds rendabeler wordt en dus economisch interessanter om zonnepanelen te gaan gebruiken.

#### Advies ten aanzien van huidige situatie

*Het gebouw bestaat uit een hoog en een laag gedeelte. Het hoogste gedeelte is zeer geschikt voor het installeren van zonnepanelen. Als uitgangspunt wordt aangehouden dat 500 m<sup>2</sup> aan zonnepanelen geplaatst kan worden.*



## 6 Effect maatregelen op energielabel

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het effect van energiebesparende maatregelen, zoals benoemd in het vorige hoofdstuk, op het energielabel. In onderstaande tabel wordt per maatregel en per combinatie het effect op de energie-Index weergegeven.

Vanwege de kwaliteitsverklaring, welke van toepassing is op het warmtenet Enschede krijgt het pand een zeer goed energielabel. In tabel 6.1 wordt het effect van de maatregelen weergegeven met de kwaliteitsverklaring en in tabel 6.2 zonder de kwaliteitsverklaring.

Tabel 6.1 Effect maatregelpakketten op energielabel (met kwaliteitsverklaring warmtenet)

Maatregelen	A < 1.05	B 1,06 – 1.15	C 1,16 – 1.30
<b>Huidige situatie</b>	<b>0,59</b>		
Kozijnen met dubbelglas en panelen begane grond vervangen door nieuwe kozijnen met goed geïsoleerde panelen en HR++ glas	0,58		
Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)	0,56		
Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)	0,58		
Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw	0,58		
Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw	0,55		
Luchtbehandeling met warmteterugwinning en lager debiet (ventilatievoud 2,0) sector paars	0,54		
Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks	0,63		
Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw	0,59		
Geen vloerkoeling	0,59		
PL armaturen vervangen door LED	0,58		
Aanwezigheidsdetectie	0,57		
PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie	0,56		
500 m <sup>2</sup> zonnepaneel	0,55		
Warmtepomp (bron buitenlucht) als primaire warmteopwekker of VRF systeem (stadsverwarming secundair)	1,12		
<b>Pakket 1 : TvT &lt; 5 jaar</b>	0,55		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> </ul>			
<b>Pakket 2 : Aansluiting bij MJOP en oplossing van comfortproblemen</b>	0,58		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> </ul>			
<b>Pakket 3 : maximaal zonder warmtepomp</b>	0,48		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> <li>Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)</li> <li>Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)</li> <li>PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie</li> <li>500 m<sup>2</sup> zonnepaneel</li> </ul>			
<b>Pakket 4 : maximaal met warmtepomp</b>	0,75		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> <li>Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)</li> <li>Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)</li> <li>PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie</li> <li>500 m<sup>2</sup> zonnepaneel</li> <li>Warmtepomp (bron buitenlucht) als primaire warmteopwekker of VRF systeem (stadsverwarming secundair)</li> </ul>			

Tabel 6.2 Effect maatregelpakketten op energielabel (zonder kwaliteitsverklaring warmtenet)

Maatregelen	A < 1.05	B 1,06 – 1.15	C 1,16 – 1.30
<b>Huidige situatie</b>			<b>1,24</b>
Kozijnen met dubbelglas en panelen begane grond vervangen door nieuwe kozijnen met goed geïsoleerde panelen en HR++ glas			1,21
Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)		1,12	
Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)			1,23
Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw			1,20
Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw			1,17
Luchtbehandeling met warmteterugwinning en lager debiet (ventilatievoud 2,0) sector paars			1,16
Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks			1,20
Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw		1,11	
Geen vloerkoeling			1,24
PL armaturen vervangen door LED			1,23
Aanwezigheidsdetectie			1,22
PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie			1,22
500 m <sup>2</sup> zonnepaneel			1,20
Warmtepomp (bron buitenlucht) als primaire warmteopwekker of VRF systeem (stadsverwarming secundair)		1,12	
<b>Pakket 1 : TvT &lt; 5 jaar</b>			1,17
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> </ul>			
<b>Pakket 2 : Aansluiting bij MJOP en oplossing van comfortproblemen</b>	0,99		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>▪ Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>▪ Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>▪ Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>▪ Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> </ul>			
<b>Pakket 3 : maximaal zonder warmtepomp</b>	0,81		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>▪ Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>▪ Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>▪ Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>▪ Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> <li>▪ Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)</li> <li>▪ Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)</li> <li>▪ PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie</li> <li>▪ 500 m<sup>2</sup> zonnepaneel</li> </ul>			
<b>Pakket 4 : maximaal met warmtepomp</b>	0,75		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>▪ Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>▪ Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>▪ Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>▪ Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> <li>▪ Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)</li> <li>▪ Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)</li> <li>▪ PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie</li> <li>▪ 500 m<sup>2</sup> zonnepaneel</li> <li>▪ Warmtepomp (bron buitenlucht) als primaire warmteopwekker of VRF systeem (stadsverwarming secundair)</li> </ul>			

## 7 Kosten en baten

In dit hoofdstuk worden de financiële gegevens weergegeven van de mogelijke energiebesparende maatregelen, welke leiden tot een verbetering van het energielabel. Een belangrijk gegeven is de terugverdientijd. In EPA-U wordt twee typen terugverdientijden voor investeringen berekend. Bij het eerste type (TVT) worden de inflatie (2%), de toename van energiekosten (4%) en de discontovoet (5%) verdisconteerd in de terugverdientijd. Dit in tegenstelling tot het tweede type: in de eenvoudige terugverdientijd (ETVT) wordt met de genoemde factoren geen rekening gehouden.

**Let Op: Alle bedragen zijn exclusief BTW.**

In tabel 7.1 zijn de maatregelen opgenomen waarvan een indicatie van de besparing en investering gegeven kan worden.

Tabel 7.5 Kosten en baten mogelijke maatregelen exclusief BTW

Maatregelen	Investering [€]	ETVT [jaar]	TVT [jaar]	Label [A++ t/m G]	Energie besparing [€/jaar]*	CO <sub>2</sub> -reductie [%/jaar]
Kozijnen met dubbelglas en panelen begane grond vervangen door nieuwe kozijnen met goed geïsoleerde panelen en HR++ glas	300.060	156,6	94,3	A	1.917	2,2
Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)	588.305	74,0	55,5	A	7.952	9,2
Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)	113.715	227,6	118,7	A	500	0,6
Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw	50.000	28,1	24,8	A	1.781	2,1
Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw	nihil	n.v.t.	n.v.t.	A	3.264	3,9
Luchtbehandeling met warmteterugwinning en lager debiet (ventilatievoud 2,0) sector paars	50.000	13,7	12,9	A	3.649	4,4
Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks	18.000	7,6	7,3	A	2.376	2,7
Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw	300.000	152,1	92,6	A	1.972	1,9
Geen vloerkoeling	0	0,0	0,0	A	2.161	2,8
PL armaturen vervangen door LED	19.630	61,4	48,0	A	320	0,4
Aanwezigheidsdetectie	34.500	50,2	40,8	A	687	0,9
PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie	54.130	53,9	43,2	A	1.005	1,3
500 m <sup>2</sup> zonnepaneel	112.500	27,3	24,3	A	4.114	5,3
Warmtepomp (bron buitenlucht) als primaire warmteopwekker of VRF systeem (stadsverwarming secundair)	75.000***	4,6	4,5	A	16.288	16,6

\* Gemiddeld over een periode van 15 jaar

\*\*Op basis van afwezigheidspercentage van 20%.

\*\*\* Prijs voor omkeerbare koelmachine/warmtepomp

De volgende kostenkengetallen zijn gehanteerd:

- 450 euro/m<sup>2</sup> voor vervangen kozijnen
- 185 euro/m<sup>2</sup> voor vervangen dubbelglas door HR++ glas in bestaande kozijnen
- 65,- euro per PL-armatuur, welke wordt vervangen door LED

In tabel 7.2 worden de maatregelpakketten gepresenteerd met een indicatie van de besparing en investering.

## 7.2 Kosten en baten maatregelpakketten

Maatregelen	Investering [€]	ETVT [jaar]	TVT [jaar]	Label [A++ t/m G]	Energie besparing [€/jaar]*	CO <sub>2</sub> -reductie [%/jaar]
<b>Pakket 1 : TvT &lt; 5 jaar</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> </ul>	nihil	n.v.t.	n.v.t.	A	3.264	3,9
<b>Pakket 2 : Aansluiting bij MJOP en oplossing van comfortproblemen</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>▪ Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>▪ Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>▪ Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>▪ Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> </ul>	368.000	36,2	31,0	A	10.159	11,8
<b>Pakket 3 : maximaal zonder warmtepomp</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>▪ Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>▪ Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>▪ Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>▪ Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> <li>▪ Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)</li> <li>▪ Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)</li> <li>▪ PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie</li> <li>▪ 500 m<sup>2</sup> zonnepaneel</li> </ul>	1.236.650	52,9	42,6	A	23.363	27,7
<b>Pakket 4 : maximaal met warmtepomp</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>▪ Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>▪ Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>▪ Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>▪ Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> <li>▪ Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)</li> <li>▪ Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)</li> <li>▪ PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie</li> <li>▪ 500 m<sup>2</sup> zonnepaneel</li> <li>▪ Warmtepomp (bron buitenlucht) als primaire warmte-opwekker of VRF systeem (stadsverwarming secundair)</li> </ul>	1.311.650	40,5	34,1	A	32.396	36,9

In tabel 7.3 wordt de energiebesparing van de diverse maatregelen in procenten gepresenteerd.

### 7.3 Besparing mogelijke maatregelen

Maatregelpakket	Elektr. besparing	Warmte besparing
Huidige situatie	0.0	0.0
Kozijnen met dubbelglas en panelen begane grond vervangen door nieuwe kozijnen met goed geïsoleerde panelen en HR++ glas	0,0 %	4,9 %
Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)	-0,2 %	20,3 %
Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)	0,0 %	1,3 %
Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw	0,0 %	4,5 %
Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw	3,2 %	4,8 %
Luchtbehandeling met warmteterugwinning en lager debiet (ventilatievoud 2,0) sector paars	3,2 %	5,8 %
Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks	0,0 %	6,0 %
Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw	-8,0 %	13,5 %
Geen vloerkoeling	5,1 %	0,0 %
PL armaturen vervangen door LED	1,0 %	-0,3 %
Aanwezigheidsdetectie	2,2 %	-0,6 %
PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie	3,3 %	-1,0 %
500 m <sup>2</sup> zonnepaneel	9,7 %	0,0 %
Warmtepomp (bron buitenlucht) als primaire warmte-opwekker of VRF systeem (stadsverwarming secundair)	-41,9 %	86,0 %

In tabel 7.4 wordt de energiebesparing van de diverse maatregelpakketten in procenten gepresenteerd.

### 7.4 Besparing verschillende mogelijke maatregelpakketten

Maatregelpakket	Elektr. besparing	Warmte besparing
Huidige situatie	0.0	0.0
<b>Pakket 1 : TvT &lt; 5 jaar</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> </ul>	3,2 %	4,8 %
<b>Pakket 2 : Aansluiting bij MJOP en oplossing van comfortproblemen</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> </ul>	0,4 %	25,3 %
<b>Pakket 3 : maximaal zonder warmtepomp</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> <li>Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)</li> <li>Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)</li> <li>PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie</li> <li>500 m<sup>2</sup> zonnepaneel</li> </ul>	13,2 %	44,9 %
<b>Pakket 4 : maximaal met warmtepomp</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lager ventilatievoud luchtbehandeling begane grond laagbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning sector begane grond laagbouw</li> <li>Gebalanceerde mechanische ventilatie met warmteterugwinning hoogbouw</li> <li>Luchtbehandeling met warmteterugwinning starbucks</li> <li>Geen vloerkoeling, maar met luchtbehandeling</li> <li>Dubbelglas vervangen door HR++ glas (incl. begane grond)</li> <li>Verbeteren isolatiegraad panelen (incl. begane grond)</li> <li>PL armaturen vervangen door LED en aanwezigheidsdetectie</li> <li>500 m<sup>2</sup> zonnepaneel</li> <li>Warmtepomp (bron buitenlucht) als primaire warmteopwekker of VRF systeem (stadsverwarming secundair)</li> </ul>	-10,0 %	92,6 %

## 8 Effect maatregelen op comfort

---

Energiebesparende maatregelen kunnen tevens leiden tot comfortverbetering of geven aanleiding om comfortverbeterende maatregelen te adviseren. De volgende comfortaspecten zijn te noemen in relatie tot de geadviseerde maatregelen:

- In de hoogbouw is sprake van natuurlijke toevoer van ventilatielucht middels roosters. Op koude dagen kunnen tochtklachten ontstaan. Dit is voornamelijk het geval als de interne warmtelast hoog is en de radiatoren geen af weinig warmte af staan. De radiatoren warmen dan de koude buitenlucht onvoldoende op. Indien men de radiatoren vervolgens wel (hoger) inschakelt dan is de koudeval wel verholpen, maar wordt de gemiddelde binnentemperatuur te hoog. Deze klachten kunnen aanleiding geven om de roosters te sluiten. Het gevolg is onvoldoende ventilatie. Om voldoende te kunnen ventileren zonder comfortklachten ligt toepassing van gebalanceerde mechanische ventilatie voor de hand. De kosten zullen hoog zijn, omdat de vele ruimten allen moeten worden voorzien van luchttoevoer.
- In het pand is sprake van vloerkoeling (de betonvloeren worden gekoeld met lucht). De koelcapaciteit is onvoldoende. Indien gebalanceerde mechanische ventilatie wordt toegepast kan men koelen middels de luchtbehandeling. Ook hierbij zal sprake zijn van topkoeling. Lokale opgestelde koelunits zorgen voor het hoogste comfort. Indien deze uitgevoerd worden als omkeerbare warmtepomp systemen (VRF), kan men hier ook mee verwarmen. Tevens is het mogelijk om koude en warmte in een gebouw uit te wisselen.
- De aluminium kozijnen in combinatie met het standaard dubbelglas kunnen koudeval veroorzaken. Dit is met name het geval als de radiatoren vanwege hoge interne warmtelast weinig warmte af geven. Toepassen van HR++ glas vermindert de koude val aanzienlijk. Het is dan ook mogelijk om afgifte systemen toe te passen met lagere cv-water temperatuur, waardoor toepassing van warmtepompen meer voor de hand ligt.

## Bijlage A: Energiecertificaat

---