

**Rapport E.2012.0237.00.R003**  
Kosteneffectiviteit R<sub>c</sub>-aanscherping

Onderzoek naar de levensduurkosten van  
het verder aanscherpen van de isolatie-eisen  
uit het Bouwbesluit 2012

Status: DEFINITIEF

Adviseurs voor bouw, industrie, verkeer, milieu en software

**NL**<sup>LID</sup>  
INGENIEURS

info@dgmr.nl  
www.dgmr.nl

Van Pallandtstraat 9-11, Postbus 153  
NL-6800 AD Arnhem  
T +31 (0)26 351 21 41  
F +31 (0)26 443 58 36

Casuariestraat 5, Postbus 370  
NL-2501 CJ Den Haag  
T +31 (0)70 350 39 99  
F +31 (0)26 443 58 36

Morra 2, Postbus 671  
NL-9200 AR Drachten  
T +31 (0)512 52 23 24  
F +31 (0)26 443 58 36

Geerweg 11, Postbus 640  
NL-6130 AP Sittard  
T +31 (0)46 411 39 30  
F +31 (0)26 443 58 36



## Colofon

<b>Rapportnummer:</b>	E.2012.0237.00.R003	
Plaats en datum:	Arnhem, 11 juni 2012	
Versie:	002	Status: DEFINITIEF
<b>Opdrachtgever:</b>	AgentschapNL NL Energie en Klimaat Postbus 17 6130 AA SITTARD	
<b>Contactpersoon:</b> Telefoon: Fax: E-mail:		
<b>Uitgevoerd door:</b> Informatie: E-mail: Telefoon: Fax:		
<b>Auteur(s):</b>		
<b>Eindverantwoordelijke:</b>		
<b>Verwerkt door:</b>	RLO LVE	

©DGMR Bouw B.V. Alle rechten voorbehouden. Wilt u (delen van) dit rapport kopiëren of vermenigvuldigen, vraagt u dan schriftelijk toestemming daarvoor bij DGMR Bouw B.V.

Inhoudsopgave	Pagina
1. INLEIDING.....	4
2. UITGANGSPUNTEN.....	5
2.1 HR <sup>++</sup> -niveau .....	5
2.2 Energiebesparing .....	5
2.3 Kostencomputatie.....	7
3. RESULTATEN .....	11
3.1 Standaard scenario .....	11
3.2 Gevoeligheidsanalyse .....	13
4. AFSLUITEND.....	17

**Bijlagen:**

Bijlage 1: Gehanteerde maatregelpakketten

Bijlage 2: Prijzen

Bijlage 3: Eenheidsprijzen meerinvesteringen en investeringen per gebouw

Bijlage 4: Netto contante levensduurkosten bij discontovoet van 5,5% en 8%

Bijlage 5: Netto contante levensduurkosten bij discontovoet van 3%

Bijlage 6: Netto contante levensduurkosten bij discontovoet van 3,5%, 4,0% en 6,5%

## 1. Inleiding

Bij de bespreking van het Bouwbesluit 2012 in de Tweede Kamer is een toezegging gedaan door de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties om de R<sub>c</sub>-waarde voor dichte delen (verder) te verhogen naar 5,0 m<sup>2</sup>.K/W en de U-waarde voor ramen en deuren (verder) te verlagen naar het niveau van HR<sup>++</sup>-glas, mits deze maatregelen kosteneffectief zijn. In opdracht van AgentschapNL heeft DGMR een onderzoek uitgevoerd naar de kosteneffectiviteit van deze maatregelen.

In het onderzoek is gekeken naar de aanscherping van de eis uit het Bouwbesluit:

- Voor dichte delen van R<sub>c</sub> 3,5 naar 5,0 m<sup>2</sup>.K/W en
- Voor transparante delen en deuren van U<sub>raam</sub> 2,2 naar 1,65 W/m<sup>2</sup>.K (het niveau dat bij woningbouw bereikt wordt met HR<sup>++</sup>-beglazing met houten kozijnen).

Bij de bepaling van de kosteneffectiviteit zijn de investeringskosten voor het treffen van de verschillende maatregelen een belangrijk uitgangspunt. De investeringskosten voor dit onderzoek zijn bepaald door Winket bv.

In hoofdstuk 2 wordt allereerst ingegaan op de rekenwijze en de uitgangspunten die zijn gehanteerd in dit onderzoek. De resultaten staan vermeld in hoofdstuk 3 en samengevat in hoofdstuk 4.

## 2. Uitgangspunten

Onderstaand wordt ingegaan op de gehanteerde U-waarde voor het HR<sup>++</sup>-niveau en vervolgens op de rekenwijze en gehanteerde uitgangspunten voor de energiebesparing en voor de kostencalculatie.

### 2.1 HR<sup>++</sup>-niveau

Bij de uitwerking van de verlaging van de U-waarde naar het HR<sup>++</sup>-niveau is uitgegaan van een  $U_{\text{raam}}$  van 1,65 W/m<sup>2</sup>.K.

Dit is gebaseerd op de methode uit de NEN 1068 waarbij  $U_{\text{raam}}$  wordt bepaald als het maximum van de situaties waarbij er sprake is van 20% en 30% kozijnoppervlak ten opzichte van het totale raamoppervlak (glas+kozijnoppervlak).

Hierbij is het wezenlijk dat de bepaling in het Bouwbesluit van toepassing is op de U-waarde van de combinatie van glas en kozijn. Er is vanuit gegaan dat de in het Bouwbesluit genoemde prestatie-eis voor de U-waarde niet (ook) van toepassing is voor alleen de kozijnen. In dat laatste geval zou met de aanscherping van de U-waarde in het Bouwbesluit namelijk met de meeste kozijnen niet meer voldaan kunnen worden.

Bij toepassing van:

- HR<sup>++</sup>-beglazing met een  $U_{\text{glas}}$  van 1,1 W/m<sup>2</sup>.K.
- Een houten kozijn met een (forfaitaire)  $U_{\text{frame}}$  van 2,4 W/m<sup>2</sup>.K.
- Een Psi-waarde voor de glasrand van 0,06 W/m.K.

wordt een  $U_{\text{raam}}$  gerealiseerd van 1,64 W/m<sup>2</sup>.K. Bij een Psi-waarde voor de glasrand van 0,08 bedraagt  $U_{\text{raam}}$  nog steeds 1,69 W/m<sup>2</sup>.K.

In utiliteitsgebouwen wordt veel gebruikgemaakt van (thermisch onderbroken) aluminium kozijnen. De forfaitaire waarde voor  $U_{\text{frame}}$  bedraagt 3,8 W/m<sup>2</sup>.K. De door verschillende leveranciers berekende waarden voor standaard aluminium kozijnen hebben echter een  $U_{\text{frame}}$  van 2,2-2,4 W/m<sup>2</sup>.K. Dit impliceert dat met aluminium kozijnen in combinatie met HR<sup>++</sup>-beglazing ook voldaan kan worden aan een  $U_{\text{raam}}$  van 1,65 W/m<sup>2</sup>.K.

### 2.2 Energiebesparing

De energiebesparing is in beeld gebracht met behulp van de EPG (NEN 7120). Hierbij is gebruikgemaakt van ENORM (v0.8.0.2), het door DGMR ontwikkelde softwarepakket voor het uitvoeren van energieprestatieberekeningen.

De energiebesparing is bepaald voor vijf referentiegebouwen - drie SenterNovem referentiewoningen en twee utiliteitsgebouwen:

- Rijtussenwoning.
- 2-onder-1 kapwoning.
- Appartementengebouw met 27 woningen.
- Referentie kantoor middelgroot met een gebruiksoppervlak van 4.800 m<sup>2</sup>.
- Referentie verpleeghuis met een gebruiksoppervlak van 4.000 m<sup>2</sup>.

Per gebouw zijn vier maatregelpakketten bepaald:

- EPC 0,6 of E/E<sup>1</sup> 1,0 met een HR-ketel.
- EPC 0,6 of E/E 1,0 met een elektrische warmtepomp.
- EPC 0,4 of E/E 0,667 met een HR-ketel.
- EPC 0,4 of E/E 0,667 met een elektrische warmtepomp.

Bij de woningen is gebruikgemaakt van een elektrische warmtepomp met een gesloten bodemwarmtewisselaar als bron. Voor de utiliteitsgebouwen van een elektrische warmtepomp met als bron grondwater of een aquifer.

Voor het verpleeghuis bleek het niet mogelijk om een E/E van 0,667 te realiseren met alleen maatregelen die leiden tot een besparing van de warmte- en/of koudevraag. Een verdere verlaging van de EPC is dan alleen nog mogelijk door energiebesparende maatregelen op het gebied van ventilatoren, verlichting, tapwater of door opwekking van elektriciteit. Deze maatregelen zijn niet van invloed op de energiebesparing die gerealiseerd wordt met verbetering van de isolatie van de schil. Bij het verpleeghuis met een HR-ketel bleek het zelfs helemaal niet mogelijk om een lagere EPC te realiseren door maatregelen op het gebied van warmte- en/of koudevraag. Het maatregelpakket met een E/E van 0,667 met een HR-ketel is voor het verpleeghuis daarom niet meegenomen.

De samenstelling van de gehanteerde maatregelpakketten staat vermeld in bijlage 1.

Per maatregelpakket zijn de effecten in beeld gebracht van aanscherping van de isolatie-eisen in het Bouwbesluit. Hierbij is onderscheid gemaakt in de volgende varianten:

- Verlaging van  $U_{raam}$  van 2,2 naar 1,65 W/m<sup>2</sup>.K.
- Verhoging van de  $R_c$  van 3,5 naar 5,0 m<sup>2</sup>.K/W.
- De combinatie van beide bovenstaande maatregelen.

Door verlaging van  $U_{raam}$  en/of verhoging van de  $R_c$  daalt de EPC of E/E van het maatregelpakket. Er is in het onderzoek geen rekening gehouden met maatregelen die mogelijk zouden kunnen vervallen bij gelijkblijvende EPC.

---

<sup>1</sup>  $E_{PTot} / E_{P;adm;tot;nb}$  voorheen  $Q_{pres;tot} / Q_{pres;toel}$

Door de te onderzoeken isolatiemaatregelen daalt de EPC dus. Bij woningbouw gaat dit bij het verhogen van de  $R_c$  (voor afronding op 0,01) om 0,010 tot 0,045 afhankelijk van het maatregelpakket en/of woningtype.

Per variant is de energiebesparing op het elektriciteits- en gasverbruik bepaald ten opzichte van de variant met  $U_{raam}$  van 2,2 W/m<sup>2</sup>.K en een  $R_c$  van 3,5 m<sup>2</sup>.K/W.

### 2.3 Kostencalculatie

De calculatie is uitgevoerd als financiële kostencalculatie met behulp van de Europese bepalingmethode (C(2011)10050) die per 12 januari 2012 verplicht is binnen de EU-lidstaten.

Een paar kenmerken:

- De calculatie wordt inflatievrij uitgevoerd.
- BTW wordt meegenomen.

Subsidies zijn in de calculatie buiten beschouwing gebleven. Er is geen macro-economische kostencalculatie uitgevoerd. Voor het energieprijsscenario en de discontovoet is een aantal gevoeligheidsanalyses uitgevoerd.

De kosten van energiebesparende maatregelen worden in de Europese bepalingmethode als netto contante levensduurkosten bepaald. Er wordt rekening gehouden met:

- Investeringskosten.
- Onderhoudskosten.
- Herinvesteringen en eventuele sloopkosten van de oude voorziening.
- Effecten op de energiekosten.
- Eventuele restwaarde.

De onderhoudskosten zijn voor deze studie niet relevant omdat er alleen bouwkundige maatregelen zijn onderzocht. Hierbij zijn er geen onderhoudskosten. Het onderzoek naar de bouwkundige maatregelen is uitgevoerd bij verschillende installatietechnische maatregelpakketten. De verschillende maatregelpakketten zijn echter niet onderling vergeleken, waardoor onderhoudskosten voor installaties buiten beschouwing kunnen blijven. De restwaarde is afhankelijk van de beschouwingsperiode en de levensduur van de doorgerekende maatregelen.

De levensduurkosten zijn bepaald voor de volgende beschouwingsperiodes:

- Woningbouw: 30, 50 en 75 jaar.
- Utiliteit: 20, 30, 50 en 75.

De beschouwingsperiode van 30 jaar is voorgeschreven in de Europese bepalingmethode. Aanvullend is voor utiliteitsbouw ook 20 jaar voorgeschreven.

Voor de in deze studie beschouwde maatregelen zijn de volgende levensduren gehanteerd:

- Isolatie: 75 jaar.
- Ramen, deuren en kozijnen: in woningbouw 50 jaar, in utiliteitsbouw 40 jaar.

Er is geen rekening gehouden met de levensduur van het gebouw, anders dan door te kijken naar verschillende beschouwingsperiodes voor de kostencomputatie.

### **Discontovoet**

Bij de bepaling van de netto contante kosten wordt gebruikgemaakt van een discontovoet om de kosten in de toekomst terug te rekenen naar het basisjaar waarin de computatie is uitgevoerd (2012).

Standaard is uitgegaan van de volgende discontovoeten:

- Woningbouw 5,5%.
- Utiliteitsbouw 8,0%.

Daarnaast is in de gevoeligheidsanalyses rekening gehouden met de volgende discontovoeten:

- Woningbouw corporaties 3% en 3,5%.
- Woningbouw eigenaarbewoners en particulier verhuurders 3% en 4,0%.
- Utiliteitsbouw 3% en 6,5%.

De discontovoet van 3% is gehanteerd in combinatie met een hoog energieprijsscenario en de discontovoet van 3,5%/4,0%/6,5% in combinatie met het lage en het standaard energieprijsscenario.

Bovengenoemde discontovoeten zijn aangereikt door de opdrachtgever en tot stand gekomen in overleg tussen AgentschapNL, ECN en Winket.

### **Energieprijs**

Bij de bepaling van de effecten op de energiekosten is standaard rekening gehouden met het energieprijsscenario dat is opgesteld door ECN voor de periode 2010-2040. Het scenario is ontleend aan de notitie "Energieprijzen en disconteringsvoeten voor gebouweisen ten behoeve van de EPBD" (ECN-N—11-025 met datum 20 september 2011). Voor de periode na 2040 is het energieprijsscenario rechtlijnig geëxtrapoleerd. Voor niet genoemde tussenliggende jaren in het scenario is rechtlijnig geïnterpoleerd. Er is een apart scenario met energieprijzen voor huishoudens dat is gehanteerd bij de computatie voor de woningen en een apart scenario met energieprijzen voor diensten dat is gebruikt voor de utiliteitsgebouwen.

De prijsstijging in het scenario is voor de eerste 10-15 jaar hoger dan voor de daarop volgende periode. Gedurende de periode 2010-2040 is er sprake van een gemiddelde stijging van de elektriciteitsprijs van 1,0% en 1,5% per jaar voor woningen respectievelijk utiliteit en van de gasprijs van respectievelijk 2,0% en 1,8%.



In de gevoeligheidsanalyses is daarnaast rekening gehouden met een hoog en laag energieprijsscenario. De berekening van de levensduurkosten bij een discontovoet van 3% is uitgevoerd bij een hoog energieprijsscenario met een energieprijsstijging van 5% per jaar voor zowel gas als elektriciteit.

De berekening van de levensduurkosten is bij een discontovoet van 3,5%, 4,0% en 6,5% uitgevoerd bij twee energieprijsscenario's:

- Een laag scenario met een energieprijsstijging van 0,5% per jaar voor zowel gas als elektriciteit.
- Het standaard scenario zoals hierboven beschreven.

In zowel het hoge als lage energieprijsscenario is voor het jaar 2012 de basisprijs gehanteerd uit het hiervoor besproken ECN scenario voor het jaar 2012.

Voor de energieprijzen is uitgegaan van de totaalprijzen voor de variabele kosten voor energie per eenheid (commodity+variabele tariefcomponenten+energiebelasting+SDE-toeslag+btw) exclusief vaste kosten. De prijzen zijn reële prijzen exclusief inflatie.

De gehanteerde energieprijzen voor het lage, standaard en hoge scenario's staan vermeld in bijlage 2.

### **Investeringskosten**

De investeringskosten voor de in deze studie beschouwde maatregelen zijn bepaald door Winket bv. Bij de investeringskosten is rekening gehouden met standaard opslagen<sup>2</sup> bovenop de directe bouwkosten. In de gehele kostencalculatie is rekening gehouden met btw.

De meerinvestering voor HR<sup>++</sup>-beglazing (nodig voor  $U_{raam} = 1,65 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ) ten opzichte van HR-beglazing (nodig voor  $U_{raam} = 2,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ) is zo gering (<1 euro/m<sup>2</sup>) dat deze buiten beschouwing is gebleven.

De gehanteerde investeringskosten per gebouw zijn weergegeven in tabel 1. De eenheidsprijzen voor de meerinvestering en de omrekening naar bouwvoorwaarden zijn vermeld in bijlage 3.

<sup>2</sup> Opslagen: 8% algemene bouw(plaats)kosten, 7% algemene bedrijfskosten, 4% winst & risico en 15% bijkomende kosten voor honoraria van architecten/adviseurs, heffingen, verzekeringen e.d.

Tabel 1  
Meerinvesteringskosten voor het realiseren van de genoemde maatregelen in een aantal referentiegebouwen in euro's inclusief btw en opslagen.

	Rijtuussen woning	2-onder-1 kap woning	Appartementen gebouw	Kantoor middel	Verpleeghuis
U <sub>raam</sub> = 1,65	0	0	0	0	0
U <sub>deur</sub> = 1,65	205	494	3.836	3.068	6.819
R <sub>c</sub> 5 vloer	283	350	3.597	13.440	13.440
R <sub>c</sub> 5 dak	2.380	1.888	4.189	19.080	19.080
R <sub>c</sub> 5 gevel	779	2.738	15.650	45.600	37.614

Bij de bepaling van de meerinvestering voor R<sub>c</sub> = 5 m<sup>2</sup>.K/W is rekening gehouden met verschillende bouwkundige constructies en waar nodig met bouwkundige aanpassingen. Gegevens over de gehanteerde bouwkundige constructies bij de bepaling van de meerinvesteringskosten staan in bijlage 3.

Bij de bepaling van de investeringskosten is voor het middelgrote kantoor uitgegaan van in totaal 24 m<sup>2</sup> dichte deuren en voor het verpleeghuis van 80 m<sup>2</sup> dichte deuren. De overige deuren en deurgedeeltes zijn voorzien van glas en worden conform NEN 1068 beschouwd als raam. Bij de referentiegebouwen wordt dit onderscheid niet gemaakt<sup>3</sup>.

Het prijspeil van de investeringskosten is 1 januari 2011.

De investeringskosten bij herinvesteringen zijn bepaald door rekening te houden met een prijsstijging van 1% per jaar.

Wanneer de levensduur van de maatregelen langer is dan de beschouwingsperiode van de kostencalculatie is een restwaarde berekend. Hierbij wordt conform de Europese bepalingmethode uitgegaan van een lineaire jaarlijkse afschrijving van de investeringskosten over de levensduur van de maatregel.

Zowel de kosten bij herinvestering als de restwaarde zijn verdisconteerd naar het basisjaar voor de bepaling van de totale netto contante kosten.

<sup>3</sup> De oppervlakte van dichte deuren ligt niet vast voor de referentiegebouwen. Er wordt veelal uitgegaan van deuren die vrijwel volledig bestaan uit glas. In verband met de meerkosten die juist optreden bij dichte deuren en deurdelen was dit voor het onderzoek naar de levensduurkosten geen reële aanname. Het oppervlak aan dichte deuren is door Winket bv en DGMR geschat.

### 3. Resultaten

Voor de beschouwde maatregelpakketten en referentiegebouwen zijn de netto contante kosten bepaald voor een levensduur van 30, 50 en 75 jaar. Aanvullend is voor utiliteitsbouw ook gekeken naar 20 jaar. Bij de berekening van de netto contante kosten is voor woningbouw een discontovoet van 5,5% gehanteerd. Voor de utiliteitsgebouwen is gerekend met een discontovoet van 8,0%. Het standaard energieprijsscenario is gehanteerd. In een gevoeligheidsanalyse is rekening gehouden met afwijkende discontovoeten en energieprijzen.

#### 3.1 Standaard scenario

In tabel 2 staan de netto contante kosten<sup>4</sup> vermeld van de doorgerekende maatregelpakketten per referentiegebouw bij een beschouwingsperiode van 30 jaar en het standaard energieprijsscenario.

Tabel 2  
 Netto contante kosten voor woningen en utiliteitsgebouwen over een beschouwingsperiode van 30 jaar bij het standaard energieprijsscenario.

<b>Rijtuussenwoning</b>	<b>HR 0,6</b>	<b>HR 0,4</b>	<b>WP 0,6</b>	<b>WP 0,4</b>
U1,65	-1.018	-921	-519	-462
Rc5	2.335	2.388	2.595	2.625
U1,65+Rc5	1.325	1.475	2.082	2.170
<b>Zonder1kapwoning</b>	<b>HR 0,6</b>	<b>HR 0,4</b>	<b>WP 0,6</b>	<b>WP 0,4</b>
U1,65	-892	-784	-364	-298
Rc5	3.030	3.133	3.537	3.595
U1,65+Rc5	2.149	2.362	3.179	3.306
<b>Appartementgebouw</b>	<b>HR 0,6</b>	<b>HR 0,4</b>	<b>WP 0,6</b>	<b>WP 0,4</b>
U1,65	-27.836	-26.726	-15.590	-13.763
Rc5	10.831	11.597	14.578	15.049
U1,65+Rc5	-16.724	-14.850	-790	1.492
<b>Kantoor</b>	<b>HR EE1,0</b>	<b>HR EE0,7</b>	<b>WP EE1,0</b>	<b>WP EE0,7</b>
U1,65	-18.341	-15.891	-17.254	-10.503
Rc5	58.207	59.974	59.643	64.251
U1,65+Rc5	40.071	44.787	43.121	54.542
<b>Verpleeghuis</b>	<b>HR EE1,0</b>		<b>WP EE1,0</b>	<b>WP EE0,7</b>
U1,65	-26.114	-	-12.112	-11.186
Rc5	43.399	-	53.642	53.623
U1,65+Rc5	18.328	-	41.720	43.013

De resultaten bij de overige beschouwingsperiodes zijn opgenomen in bijlage 4. Ook de berekende energiebesparing voor de gebouwgebruiker is vermeld in bijlage 4.

<sup>4</sup> Bij het standaard energieprijsscenario en een beschouwingsperiode van 30 jaar leidt een energiebesparing van 1 euro per maand bij woningen tot een verlaging van de netto contante kosten van circa 200-240 euro afhankelijk van de besparing op elektriciteit of gas.

De aanscherping van alleen de **U-waarde** leidt bij alle doorgerekende maatregelpakketten en beschouwingsperiodes tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten. Uitgangspunt hierbij is dat de prestatie-eis uit het Bouwbesluit niet sec van toepassing is op de U-waarde van het kozijn. Daar is in deze studie geen rekening mee gehouden.

Bepalend voor de verlaging van de levensduurkosten is het feit dat voor toepassing van de benodigde HR<sup>++</sup> beglazing geen meerkosten zijn meegenomen. De meerkosten van de benodigde HR<sup>++</sup>-beglazing ten opzichte van HR-beglazing zijn verwaarloosbaar. Door de gerealiseerde energiebesparing dalen de levensduurkosten.

De aanscherping van alleen de **R<sub>c</sub>-waarde** leidt bij *geen enkel* doorgerekend maatregelpakket bij een beschouwingsperiode van 30 jaar tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten. Ook bij de doorgerekende beschouwingsperiodes van 50 en 75 is er geen sprake van een verlaging van de netto contante levensduurkosten.

De **combinatie** van de aanscherping van de U-waarde en de R<sub>c</sub>-waarde leidt bij de rijtussenwoning, de 2-onder-1 kapwoning, het kantoorgebouw en het verpleeghuis niet tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten. Alleen bij het appartementengebouw is er sprake van een verlaging van de netto contante levensduurkosten doordat de investeringskosten voor het verbeteren van de schil bij een appartementengebouw als geheel relatief gering zijn ten opzichte van de investeringskosten bij grondgebonden woningen.

### **Type opwekking**

Bij gebouwen met een HR-ketel is de berekende daling van de kosten groter dan bij gebouwen met een elektrische warmtepomp. Wanneer er sprake is van een stijging van de kosten dan is deze bij gebouwen met een HR-ketel kleiner dan bij gebouwen met een elektrische warmtepomp. In de gebouwen met een gasgestookte HR-ketel is er dus sprake van hogere baten door de gerealiseerde energiebesparing. Hierin speelt het verschil in energielasten tussen een gasgestookte ketel (HR-ketel) en een elektrisch aangedreven warmtepomp een rol. In Nederland is de gasprijs ten opzichte van de elektriciteitsprijs relatief laag, waardoor een HR-ketel (ondanks het slechtere rendement dan de warmtepomp) op ongeveer dezelfde of lagere energielasten uitkomt dan een warmtepomp met een beter rendement. Daarnaast zijn in het maatregelpakket met een warmtepomp ook andere (aanvullende) maatregelen toegepast dan in het maatregelpakket met een HR-ketel (zie bijlage 1).

### **EPC niveau**

Bij gebouwen met een EPC van 0,4 in plaats van 0,6 zijn de levensduurkosten van de maatregelen groter en in het geval van levensduurbaten de baten minder groot. Het verschil is indicatief 10%. Dit wordt veroorzaakt doordat de energiebesparing door (aanvullende) isolatiemaatregelen bij een EPC van 0,4 kleiner is dan bij een EPC van 0,6.

Dit is alleen het geval wanneer de maatregelen die zijn getroffen voor het bereiken van een EPC van 0,4 ook effect hebben op de warmte- en koudebehoefte. De resterende energiebehoefte, die wordt verminderd door (aanvullende) isolatiemaatregelen, is dan kleiner geworden.

Toepassing van verschillende maatregelen die effect hebben op dezelfde energiebehoefte leidt daardoor tot een daling van de kosteneffectiviteit per maatregelen.

Bij een maatregel als PV blijft de kosteneffectiviteit gelijk. De energiebesparing door deze maatregelen wordt niet beïnvloed door andere getroffen maatregelen.

Voor realisatie van een lage(re) EPC zijn altijd aanvullende maatregelen nodig. Deze extra maatregelen worden relatief steeds kostbaarder.

### 3.2 Gevoeligheidsanalyse

In de gevoeligheidsanalyse zijn de woning- en utiliteitsgebouwen doorgerekend met een lage discontovoet van 3,0% in combinatie met het hoge energieprijsscenario met een stijging van 5% per jaar enerzijds en met een discontovoet die afhankelijk van het bouwtype varieert tussen 3,5 en 6,5% anderzijds. Deze laatste situatie is doorgerekend voor zowel het standaard als lage energieprijsscenario.

#### Discontovoet 3% in combinatie met hoog energieprijsscenario

In tabel 3 staan de netto contante kosten vermeld van de doorgerekende maatregelpakketten per referentiegebouw bij een beschouwingsperiode van 30 jaar.

Tabel 3

Netto contante kosten voor woningen en utiliteitsgebouwen bij een discontovoet van 3,0%, een beschouwingsperiode van 30 jaar en 5% energieprijsstijging per jaar.

Rijtuussenwoning	HR 0,6	HR 0,4	WP 0,6	WP 0,4
U1,65	-2.412	-2.205	-1.570	-1.430
Rc5	1.108	1.221	1.525	1.598
U1,65+Rc5	-1.290	-967	-31	185
Zonder1kapwoning	HR 0,6	HR 0,4	WP 0,6	WP 0,4
U1,65	-2.471	-2.240	-1.604	-1.441
Rc5	861	1.081	1.678	1.821
U1,65+Rc5	-1.589	-1.133	88	401
Appartementgebouw	HR 0,6	HR 0,4	WP 0,6	WP 0,4
U1,65	-65.901	-61.607	-43.882	-39.381
Rc5	-3.316	-1.676	2.775	3.934
U1,65+Rc5	-68.616	-62.687	-40.560	-34.940
Kantoor	HR EE1,0	HR EE0,7	WP EE1,0	WP EE0,7
U1,65	-54.885	-48.047	-56.056	-36.113
Rc5	14.539	19.547	15.821	29.257
U1,65+Rc5	-39.731	-26.474	-38.566	-4.446
Verpleeghuis	HR EE1,0		WP EE1,0	WP EE0,7
U1,65	-85.783	-	-50.851	-48.039
Rc5	-10.561	-	15.421	15.362
U1,65+Rc5	-93.401	-	-34.851	-30.925

De resultaten bij de overige beschouwingsperiodes zijn opgenomen in bijlage 5.

De aanscherping van alleen de **U-waarde** leidt net als in het standaard scenario bij alle doorgerekende maatregelpakketten tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten.

De aanscherping van alleen de **R<sub>c</sub>-waarde** leidt bij een discontovoet van 3,0% en een energieprijstijging van 5,0% per jaar bij een deel van de doorgerekende situaties tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten.

Bij een beschouwingsperiode van 30 jaar is dit het geval bij het appartementengebouw en het verpleeghuis - alleen voor het maatregelpakket met een HR107-ketel. Bij een beschouwingsperiode van 50 jaar bij alle maatregelpakketten voor de utiliteitsgebouwen, voor het appartementengebouw en de maatregelpakketten met een HR-ketel bij de 2-onder-1 kapwoning. Bij een beschouwingsperiode van 75 jaar is er bij een discontovoet van 3,0% en een energieprijstijging van 5,0% bij alle gebouwtypen en maatregelpakketten sprake van lagere levensduurkosten.

In de gevoeligheidsanalyse met een discontovoet van 3% leidt de **combinatie** van de aanscherping van de U-waarde en de R<sub>c</sub>-waarde in de volgende situaties tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten:

- Bij het appartementengebouw.
- Bij de rijtussen en 2-onder-1 kapwoning.  
Echter niet in het geval van warmtepompen bij een beschouwingsperiode van 30 jaar bij de rijtussenwoning met EPC 0,4 en bij de 2-onder-1 kapwoning.
- Bij de utiliteitsgebouwen.  
Echter niet in het geval van het middelgrote kantoor met een warmtepomp en E/E 0,667 bij een beschouwingsperiode van 20 jaar.

Bij het appartementengebouw zijn de kosten van de aanscherping van de R<sub>c</sub>-waarde reeds lager dan de energiebatens van de maatregel zelf. Alleen bij de maatregelpakketten met een warmtepomp en een beschouwingsperiode van 30 jaar is dit echter niet het geval.

De baten van de aanscherping van de U-waarde zijn voor de rijtussen- en 2-onder-1 kapwoning bij een beschouwingsperiode van 20 of 30 jaar groter dan de kosten van de aanscherping van de R<sub>c</sub>-waarde waardoor de combinatie leidt tot lagere levensduurkosten. Bij een beschouwingsperiode van 50 of 75 jaar wegen de baten van de aanscherping van de R<sub>c</sub>-waarde op tegen de kosten van de maatregel zelf.

Bij de utiliteitsgebouwen leidt de combinatie van maatregelen tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten. Bij een beschouwingsperiode van 20 of 30 jaar zijn de baten van de aanscherping van de U-waarde groter dan de kosten van de aanscherping van de R<sub>c</sub>-waarde waardoor de combinatie leidt tot lagere levensduurkosten. Bij een beschouwingsperiode van 50 of 75 jaar zijn de kosten van de aanscherping van de R<sub>c</sub>-waarde lager dan de baten van de maatregel zelf.

### Discontovoet van 3,5%, 4,0% en 6,5%

In deze gevoeligheidsanalyse is afhankelijk van het gebouwtype rekening gehouden met de volgende discontovoeten:

- Woningbouw corporaties 3,5%.
- Woningbouw eigenaarbewoners en particulier verhuurders 4,0%.
- Utiliteitsbouw 6,5%.

Bovengenoemde discontovoeten zijn doorgerekend met zowel het lage als het standaard energieprijsscenario.

In tabel 4 staan de netto contante kosten vermeld van de doorgerekende maatregelpakketten per referentiegebouw (voor woningen alleen van corporaties) bij een beschouwingsperiode van 30 jaar en het standaard energieprijsscenario.

Tabel 4

Netto contante kosten voor woningen van corporaties en utiliteitsgebouwen over een beschouwingsperiode van 30 jaar bij het standaard energieprijsscenario.

<b>Rijtuwoning</b>	<b>HR 0,6</b>	<b>HR 0,4</b>	<b>WP 0,6</b>	<b>WP 0,4</b>
U1,65	-1.349	-1.227	-713	-641
Rc5	1.831	1.897	2.163	2.200
U1,65+Rc5	490	681	1.458	1.568
<b>Zonder1kapwoning</b>	<b>HR 0,6</b>	<b>HR 0,4</b>	<b>WP 0,6</b>	<b>WP 0,4</b>
U1,65	-1.278	-1.142	-605	-522
Rc5	2.209	2.340	2.858	2.930
U1,65+Rc5	944	1.213	2.260	2.419
<b>Appartementgebouw</b>	<b>HR 0,6</b>	<b>HR 0,4</b>	<b>WP 0,6</b>	<b>WP 0,4</b>
U1,65	-36.885	-34.966	-20.726	-18.431
Rc5	6.055	7.023	10.843	11.434
U1,65+Rc5	-30.474	-27.590	-9.604	-6.738
<b>Kantoor</b>	<b>HR EE1,0</b>	<b>HR EE0,7</b>	<b>WP EE1,0</b>	<b>WP EE0,7</b>
U1,65	-21.570	-18.735	-20.298	-12.487
Rc5	53.242	55.287	54.914	60.245
U1,65+Rc5	31.908	37.366	35.465	48.676
<b>Verpleeghuis</b>	<b>HR EE1,0</b>		<b>WP EE1,0</b>	<b>WP EE0,7</b>
U1,65	-31.361	-	-15.140	-14.068
Rc5	37.668	-	49.534	49.511
U1,65+Rc5	7.515	-	34.615	36.110

De resultaten bij de overige beschouwingsperiodes, het lage energieprijsscenario en de aangepaste discontovoet voor eigenaarbewoners en particulier verhuurders zijn opgenomen in bijlage 6.

De aanscherping van alleen de **U-waarde** leidt net als in het standaard scenario bij alle doorgerekende maatregelpakketten tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten. Dit geldt zowel voor het standaard als het lage energieprijsscenario.

De aanscherping van alleen de **R<sub>c</sub>-waarde** leidt bij geen enkel doorgerekend maatregelpakket tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten. Dit geldt zowel voor het standaard als het lage energieprijsscenario.

De **combinatie** van de aanscherping van de U-waarde en de R<sub>c</sub>-waarde leidt bij de rijtussenwoning, de 2-onder-1 kapwoning, het kantoorgebouw en het verpleeghuis bij de doorgerekende maatregelpakketten, beschouwingsperiodes en energieprijsscenario's niet tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten. Alleen bij het appartementengebouw is er door de relatief geringe meerinvesteringkosten ten opzichte van de grondgebonden woningen sprake een verlaging van de levensduurkosten. Dit geldt zowel voor het standaard als het lage energieprijsscenario.

Daarnaast zijn er bij het standaard energieprijsscenario, alleen bij een beschouwingsperiode van 75 jaar nog twee maatregelpakketten waarbij de combinatie van maatregelen leidt tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten:

- Bij de rijtussenwoning en 2-onder-1 kapwoning met EPC 0,6 en HR-ketel (discontovoet 4%).
- Bij het verpleeghuis met een HR-ketel bij E/E 1,000.

Ten opzichte van het standaard energieprijsscenario zijn bij het lage energieprijsscenario de eventuele levensduurbaten kleiner door de lagere energieprijzen en daaraan parallel zijn de berekende levensduurkosten hoger bij de lagere energieprijzen. Hierdoor leidt het lage energieprijsscenario niet tot andere resultaten en inzichten ten opzichte van het standaard energieprijsscenario.



#### 4. Afsluitend

Voor een referentie rijtussenwoning, 2-onder-1 kapwoning, appartementengebouw, verpleeghuis en middelgroot kantoor is het effect van aanscherping van de R<sub>c</sub>- en U-waarde onderzocht op de netto contante levensduurkosten bij verschillende beschouwingsperiodes.

De aanscherping van alleen de **U-waarde** van U= 2,2 naar 1,65 W/m<sup>2</sup>.K leidt bij alle doorgerekende maatregelpakketten en beschouwingsperiodes tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten. Uitgangspunt hierbij is dat de prestatie-eis uit het Bouwbesluit niet sec van toepassing is op de U-waarde van het kozijn, maar op het gemiddelde voor het gehele raam (glas+kozijn). Doordat de toepassing van de benodigde HR<sup>++</sup>-beglazing nauwelijks meerkosten met zich meebrengt ten opzichte van HR-beglazing dalen de levensduurkosten.

De aanscherping van alleen de **R<sub>c</sub>-waarde** leidt in het standaard scenario bij *geen enkel* doorgerekend maatregelpakket tot een verlaging van de netto contante levensduurkosten. Ook niet bij langere beschouwingsperiodes van 50 of 75 jaar.

Uit de gevoeligheidsanalyse komt naar voren dat alleen wanneer er gerekend wordt met een relatief hoge energieprijsstijging van 5% per jaar in combinatie met een relatief lage discontovoet van 3% er bij beschouwingsperiode van 30 jaar of langer er - afhankelijk van het bouwtype - lagere levensduurkosten ontstaan.

De **combinatie** van de aanscherping van de U-waarde en de R<sub>c</sub>-waarde leidt bij de meeste doorgerekende gebouwen niet tot lagere netto contante levensduurkosten. Alleen bij het appartementengebouw is er sprake van lagere netto contante levensduurkosten doordat de kosten voor verhoging van de R<sub>c</sub>-waarde bij een appartementengebouw relatief gering zijn. De baten van de aanscherping van de U-waarde zijn in dat geval groter dan de kosten van de aanscherping van de R<sub>c</sub>-waarde waardoor de combinatie van maatregelen leidt tot lagere levensduurkosten.

Uit de gevoeligheidsanalyse komt naar voren dat alleen wanneer er gerekend wordt met een relatief hoge energieprijsstijging van 5% per jaar in combinatie met een relatief lage discontovoet van 3% er bij een groot deel van de doorgerekende maatregelpakketten lagere levensduurkosten ontstaan.

In het standaard scenario is gerekend met een discontovoet van 5,5% voor woningbouw en 8% voor utiliteitsgebouwen en het standaard energieprijsscenario. Uit de gevoeligheidsanalyse komt naar voren dat pas bij een relatief lage discontovoet in combinatie met een relatief hoog energieprijsscenario dit van invloed is op de resultaten. Het onderzochte lage energieprijsscenario met een energieprijsstijging van 0,5% per jaar leidt niet tot andere inzichten.

DGMR Bouw B.V.  
Arnhem, 11 juni 2012

Gehanteerde maatregelpakketten

## Maatregelpakketten per gebouwtype

bal = balansventilatie

F = forfaitair

Rijtussenwoning		HR-107 bal		Warmtepomp bal	
EPC		0.59	0.41	0.60	0.42
bouwkundig	Rc;vloer	3.5	3.5	3.5	3.5
	Rc;gevel	3.5	3.5	3.5	3.5
	Rc;dak	3.5	3.5	3.5	3.5
	Uw;raam	2.2	2.2	2.2	2.2
	Uw;deur	2.2	2.2	2.2	2.2
	Qv;10;spec	0.700 [F]	0.700 [F]	0.700 [F]	0.700 [F]
	zonwering	handmatig west	handmatig west	handmatig west	handmatig west
verwarming	toestel	HR-107	HR-107	WP	WP
	temp.niveau	HT	LT	LT	LT
	bron WP	-	-	bodem	bodem
	aanvoertemp	-	-	40-45	30-35
	afgiftesysteem	radiator/convect	vloer/wand	vloer/wand	vloer / wand
	> 50*	x	-	-	-
tapwater	toestel	kwal.verkl. [n = 0.775]	kwal.verkl. [n = 0.775]	WP combi	WP combi
	DWTW	x	x	x	x
koeling	toestel	-	-	passief HT	passief HT
ventilatie	systeem	MT / MA	MT / MA	MT / MA	MT / MA
	systeemvariant	D.2b2	D.5a	D.2b2	D.5a
	LUKA	B	B	B	B
PV-panelen	Spv [Wp]	0	720	0	0
zonnecollector	Acoll [m2]	2.26	2.26	0	2.26

2-onder-1 kapwoning		HR-107 bal		Warmtepomp bal	
EPC		0.60	0.40	0.59	0.42
bouwkundig	Rc;vloer	3.5	3.5	3.5	3.5
	Rc;gevel	3.5	3.5	3.5	3.5
	Rc;dak	3.5	3.5	3.5	3.5
	Uw;raam	2.2	2.2	2.2	2.2
	Uw;deur	2.2	2.2	2.2	2.2
	Qv;10;spec	0.840 [F]	0.600	0.840 [F]	0.600
	zonwering	handmatig west	handmatig west	handmatig west	handmatig west
verwarming	toestel	HR-107	HR-107	WP	WP
	temp.niveau	HT	LT	LT	LT
	bron WP	-	-	bodem	bodem
	aanvoertemp	-	-	40-45	30-35
	afgiftesysteem	radiator/convect	vloer/wand	vloer/wand	vloer / wand
	> 50*	x	-	-	-
tapwater	toestel	kwal.verkl. [n = 0.775]	kwal.verkl. [n = 0.775]	WP combi	WP combi
	DWTW	x	x	x	x
koeling	toestel	-	-	passief HT	passief HT
ventilatie	systeem	MT / MA	MT / MA	MT / MA	MT / MA
	systeemvariant	D.4b	D.5a	D.2b2	D.5a
	LUKA	B	B	B	B
PV-panelen	Spv [Wp]	0	1200	0	0
zonnecollector	Acoll [m2]	2.26	2.26	0	2.26

<b>Appartementengebouw</b>		<b>HR-107 bal</b>		<b>Warmtepomp bal</b>	
<b>EPC</b>		0.62	0.41	0.62	0.41
bouwkundig	Rc; vloer	3.5	3.5	3.5	3.5
	Rc; gevel	3.5	3.5	3.5	3.5
	Rc; dak	3.5	3.5	3.5	3.5
	Uw; raam	2.2	2.2	2.2	2.2
	Uw; deur	2.2 (Rc = 0.3)	2.2	2.2	2.2
	Qv; 10; spec	0.42 [F]	0.42 [F]	0.42 [F]	0.42 [F]
	zonwering	geen	geen	geen	geen
verwarming	toestel	HR-107	HR-107	WP	WP
	temp.niveau	HT	LT	LT	LT
	bron WP	-	-	bodem	bodem
	aanvoertemp	-	-	40-45	30-35
	afgiftesysteem	radiator/convect	vloer/wand	vloer/wand	vloer / wand
> 50°	x	-	-	-	
tapwater	toestel	kwal.verkl. [n = 0.775]	kwal.verkl. [n = 0.775]	WP combi	WP combi
	DWTW	x	-	x	-
koeling	toestel	-	-	passief HT	passief HT
ventilatie	systeem	MT / MA	MT / MA	MT / MA	MT / MA
	systeemvariant	D.4b	D.5a	D.2b2	D.5a
	LUKA	B	B	B	B
	wtw	-	-	-	-
PV-panelen	Spv [Wp]	0	24000!!!	0	14400!!
zonnecollector	Acoll [m2]	0	0	0	0

<b>Kantoor</b>		<b>HR-107 bal</b>		<b>Warmtepomp bal</b>	
<b>E/E</b>		1.030	0.892	1.031	0.823
bouwkundig	Rc; vloer	3.5	3.5	3.5	3.5
	Rc; gevel	3.5	3.5	3.5	3.5
	Rc; dak	3.5	3.5	3.5	3.5
	Uw; raam	2.2	2.2	2.2	2.2
	Uw; deur	2.2 (Rc = 0.3)	2.2	2.2	2.2
	interne capaciteit	400+ kg/m2	400+ kg/m2	400+ kg/m2	400+ kg/m2
	Qv; 10; spec	0.686 [F]	0.200	0.686 [F]	0.200
	plafondtype	gesloten	gesloten	gesloten	open plafond
	zonwering	automatisch	automatisch	automatisch	automatisch
	verwarming	toestel	HR-107	HR-107	WP+HR
temp.niveau		LT	LT	HT	HT
bron WP		-	-	grondwater/aquifer	grondwater/aquifer
aanvoertemp		-	-	50-55	30-35
afgiftesysteem		radiator/convect	vloer/wand	vloer/wand	vloer / wand
> 50°	-	-	x	-	
tapwater	toestel	el.keukenboiler	el.keukenboiler	el.keukenboiler	el.keukenboiler
	afgifte	leidingen binnen 3m	leidingen binnen 3m	leidingen binnen 3m	leidingen binnen 3m
	DWTW	-	-	-	-
koeling	toestel	compressie HT	compressie HT	koudeopslag HT	koudeopslag HT
		verdampingscondensor HT	LT koudebron	-	-
ventilatie	systeem	MT / MA	MT / MA	MT / MA	MT / MA
	systeemvariant	D.2b2	D.5a	D.2b2	D.5a
	LUKA	B	B	B	B
	wtw	HRwtw 90%	HRwtw 90%	warmtewiel	HRwtw 90%
spuiventilatie	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen	
ventilatoren		forfaitair	forfaitair	forfaitair	forfaitair
verlichting		aanwezigheidsdetectie	aanwezigheidsdetectie	-	-
		armatuurafzuiging	geen armatuurafzuiging	armatuurafzuiging	geen armatuurafzuiging
PV-panelen	Spv [Wp]	0	0	0	0
zonnecollector	Acoll [m2]	0	0	0	0

Beoogd was om een maatregelpakket samen te stellen met een E/E<sup>5</sup> ( $E_{PTot} / E_{P;adm;tot;nb}$  voorheen  $Q_{pres;tot} / Q_{pres;toel}$ ) van 1,000 en van 0,667. In bovenstaande varianten met een E/E < 1,000 zijn alleen die maatregelen opgenomen die van invloed zijn op de warmte/koude-balans en daarmee op de energiebesparing door aanpassing van de R<sub>c</sub>- of U-waarde.

<sup>5</sup> Bij utiliteitsgebouwen wordt in de meeste gevallen niet gesproken over een EPC-waarde maar over de E/E ( $E_{PTot} / E_{P;adm;tot;nb}$  voorheen  $Q_{pres;tot} / Q_{pres;toel}$ ). Binnen utiliteitsgebouwen zijn vaak meerdere gebruiksfuncties aanwezig, die allen een andere EPC-eis hebben. Er kan dan niet meer gesproken worden over de EPC van het gebouw, maar er wordt dan gebruikgemaakt van de E/E-waarde. Deze E/E-waarde geeft aan in hoeverre het gebouw als geheel voldoet aan de energieprestatie-eisen uit het bouwbesluit. Bij een E/E-waarde van 1,0 voldoet het gebouw precies aan de prestatie-eisen uit het Bouwbesluit. Is de E/E-waarde bijvoorbeeld 0,667, dan betekent dit dat het gebouw 33% zuiniger is dan het Bouwbesluit voorschrijft.

Met aanvullende maatregelen op het gebied van warm tapwater, ventilatoren, PV-panelen of verlichting is vervolgens een lagere E/E te realiseren. Deze maatregelen zijn echter niet van invloed op de te onderzoeken energiebesparing.

Verpleeghuis		HR-107 bal	Warmtepomp bal	0.931
E/E		1.069	1.002	
bouwkundig	Rc;vloer	3.5	3.5	3.5
	Rc;gevel	3.5	3.5	3.5
	Rc;dak	3.5	3.5	3.5
	Uw;raam	2.2	2.2	2.2
	Uw;deur	2.2 (Rc = 0.3)	2.2	2.2
	Qv;10;spec	0.200	0.686 [F]	0.200
	interne capaciteit	100-400 kg/m2	100-400 kg/m2	100-400 kg/m2
	plafondtype	open plafond	open plafond	open plafond
	zonwering	automatisch	automatisch	automatisch
verwarming	toestel	HR-107	WP+HR	WP+HR
	temp.niveau	LT	LT	LT
	bron WP	-	grondwater/aquifer	grondwater/aquifer
	aanvoertemp	-	30-35	30-35
afgiftesysteem	> 50°	betonkernactivering	vloer/wand	betonkernactivering
	-	-	-	-
tapwater	toestel	voorraadvaten indirect	voorraadvaten indirect	voorraadvaten indirect
	afgifte	leidingen binnen 3m	leidingen binnen 3m	leidingen binnen 3m
	DWTW			
koeling	toestel	compressie HT	koudeopslag HT	koudeopslag HT
		LT koudebron		
ventilatie	systeem	MT / MA	MT / MA	MT / MA
	systeemvariant	D.5a	D.2b2	D.5a
	LUKA	B	B	B
	wtw	HRwtw 90%	HRwtw 90%	HRwtw 90%
	spuiventilatie	te openen ramen	te openen ramen	te openen ramen
ventilatoren		forfaitair	forfaitair	forfaitair
verlichting		aanwezigheidsdetectie	aanwezigheidsdetectie	aanwezigheidsdetectie
		geen armatuurafzuiging	geen armatuurafzuiging	geen armatuurafzuiging
PV-panelen	Spv [Wp]			
zonnecollector	Acoll [m2]	10	10	10

Beoogd was om een maatregelpakket samen te stellen met een E/E ( $E_{PTot} / E_{P,adm;tot;nb}$  voorheen  $Q_{pres,tot} / Q_{pres,toel}$ ) van 1,000 en van 0,667. In bovenstaande varianten met een E/E < 1,000 zijn alleen die maatregelen opgenomen die van invloed zijn op de warmte/koude-balans en daarmee op de energiebesparing door aanpassing van de R<sub>c</sub>- of U-waarde. Bij het maatregelpakket met de HR107-ketel waren geen maatregelen beschikbaar die nog van invloed waren op de warmte/koude-balans.

Met aanvullende maatregelen op het gebied van warm tapwater, ventilatoren, PV-panelen of verlichting is vervolgens een lagere E/E te realiseren. Deze maatregelen zijn echter niet van invloed op de te onderzoeken energiebesparing.

Energieprijzen

**Energieprijsontwikkeling in eurocenten per kWh elektriciteit of per m<sup>3</sup> gas**

Standard scenario	jaar 2012	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	2044	2045	2046	2047	2048	2049		
gas	67,2	69,8	72,4	75,0	77,4	79,8	82,2	84,6	87,0	89,0	90,0	91,0	92,0	93,0	94,0	95,0	96,0	97,0	97,6	98,2	98,8	99,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	101,2	102,5	103,7	104,9	106,1	107,4	108,6	109,8	111,0	
U	51,4	53,3	55,2	57,1	58,8	60,5	62,1	63,8	65,5	66,9	67,4	67,8	68,8	69,7	70,7	71,6	72,6	72,8	73,1	73,3	73,5	73,8	73,8	73,8	73,8	73,8	73,8	74,7	75,5	76,4	77,3	78,1	79,0	79,9	80,8	81,6				
elektriciteit	22,4	22,6	22,8	23,0	23,4	23,8	24,2	24,6	25,0	25,0	25,0	25,0	25,2	25,4	25,6	25,8	26,0	26,4	26,8	27,2	27,6	28,0	28,2	28,4	28,6	28,8	29,0	29,2	29,5	29,7	29,9	30,1	30,4	30,6	30,8	31,0				
U	15,9	16,2	16,4	16,7	16,9	17,1	17,4	17,6	17,9	18,1	18,3	18,6	18,8	19,0	19,3	19,5	19,8	20,0	20,2	20,5	20,7	20,9	21,2	21,4	21,7	21,9	22,1	22,4	22,6	22,8	23,1	23,3	23,6	23,8	24,0	24,3	24,5	24,8		
jaar 38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74				
jaar 2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086				
gas	112,3	113,5	114,7	115,9	117,2	118,4	119,6	120,8	122,1	123,3	124,5	125,7	127,0	128,2	129,4	130,6	131,9	133,1	134,3	135,5	136,8	138,0	139,2	140,5	141,7	142,9	144,1	145,4	146,6	147,8	149,0	150,3	151,5	152,7	153,9	155,2	156,4			
U	82,5	83,4	84,3	85,1	86,0	86,9	87,7	88,6	89,5	90,4	91,2	92,1	93,0	93,9	94,7	95,6	96,5	97,3	98,2	99,1	100,0	100,8	101,7	102,6	103,5	104,3	105,2	106,1	106,9	107,8	108,7	109,6	110,4	111,3	112,2	113,1	113,9			
elektriciteit	31,3	31,5	31,7	31,9	32,2	32,4	32,6	32,8	33,1	33,3	33,5	33,7	34,0	34,2	34,4	34,6	34,9	35,1	35,3	35,5	35,8	36,0	36,2	36,5	36,7	36,9	37,1	37,4	37,6	37,8	38,0	38,3	38,5	38,7	38,9	39,2	39,4			
U	25,0	25,2	25,5	25,7	25,9	26,2	26,4	26,7	26,9	27,1	27,4	27,6	27,8	28,1	28,3	28,6	28,8	29,0	29,3	29,5	29,8	30,0	30,2	30,5	30,7	30,9	31,2	31,4	31,7	31,9	32,1	32,4	32,6	32,8	33,1	33,3	33,6			

Scenario laag: 0,5%/jr	jaar 2012	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	2044	2045	2046	2047	2048	2049			
gas	67,2	67,5	67,9	68,2	68,6	68,9	69,2	69,6	70,3	70,6	71,0	71,3	71,7	72,1	72,4	72,8	73,1	73,5	73,9	74,2	74,6	75,0	75,4	75,7	76,1	76,5	76,9	77,3	77,7	78,0	78,4	78,8	79,2	79,6	80,0	80,4	80,8				
U	51,4	51,7	51,9	52,2	52,4	52,7	53,0	53,2	53,5	53,8	54,0	54,3	54,6	54,9	55,1	55,4	55,7	56,0	56,2	56,5	56,8	57,1	57,4	57,7	57,9	58,2	58,5	58,8	59,1	59,4	59,7	60,0	60,3	60,6	60,9	61,2	61,5	61,8			
elektriciteit	22,4	22,5	22,6	22,7	22,9	23,0	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5	23,7	23,8	23,9	24,0	24,1	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7	24,9	25,0	25,1	25,2	25,4	25,5	25,6	25,8	25,9	26,0	26,1	26,3	26,4	26,5	26,7	26,8	26,9			
U	15,9	16,0	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	16,9	17,0	17,1	17,2	17,3	17,4	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18,0	18,1	18,2	18,3	18,4	18,5	18,6	18,7	18,8	18,9	19,0	19,1	19,2						
jaar 38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74					
jaar 2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086					
gas	81,2	81,6	82,0	82,4	82,9	83,3	83,7	84,1	84,5	85,0	85,4	85,8	86,2	86,7	87,1	87,5	88,0	88,4	88,9	89,3	89,7	90,2	90,6	91,1	91,6	92,0	92,5	92,9	93,4	93,9	94,3	94,8	95,3	95,8	96,2	96,7	97,2				
U	62,1	62,4	62,8	63,1	63,4	63,7	64,0	64,3	64,7	65,0	65,3	65,6	66,0	66,3	66,6	67,0	67,3	67,6	68,0	68,3	68,7	69,0	69,3	69,7	70,0	70,4	70,7	71,1	71,4	71,8	72,2	72,5	72,9	73,3	73,6	74,0	74,4				
elektriciteit	27,1	27,2	27,3	27,5	27,6	27,8	27,9	28,0	28,2	28,3	28,5	28,6	28,7	28,9	29,0	29,2	29,3	29,5	29,6	29,8	29,9	30,1	30,2	30,4	30,5	30,7	30,8	31,0	31,1	31,3	31,4	31,6	31,8	31,9	32,1	32,2	32,4				
U	19,3	19,4	19,5	19,6	19,7	19,8	19,9	20,0	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21,0	21,1	21,2	21,3	21,4	21,5	21,6	21,7	21,8	21,9	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9	23,1				

W = prijs in geval van woningbouw

U = prijs in geval van utiliteitsbouw

E.2012.0237.00.R003  
 Kosteneffectiviteit Rc-aanscherping – Onderzoek naar levensduurkosten

Scenario 5%/r	jaar 0	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
gas	67,2	70,6	74,1	77,8	81,7	85,8	90,1	94,5	99,3	104	109	115	121	127	133	140	147	154	162	170	178	187	197	206	217	228	239	251	263	277	290	305	320	336	353	371	389	409
U	51,4	54,0	56,7	59,5	62,5	65,6	68,9	72,3	76,0	79,8	83,7	87,9	92,3	96,9	102	107	112	118	124	130	136	143	150	158	166	174	183	192	202	212	222	233	245	257	270	284	298	313
elektriciteit	22,4	23,5	24,7	25,9	27,2	28,6	30,0	31,5	33,1	34,7	36,5	38,3	40,2	42,2	44,4	46,6	48,9	51,3	53,9	56,6	59,4	62,4	65,5	68,8	72,2	75,9	79,6	83,6	87,8	92,2	96,8	102	107	112	118	124	130	136
U	15,9	16,7	17,6	18,5	19,4	20,4	21,4	22,4	23,6	24,7	26,0	27,3	28,6	30,1	31,6	33,2	34,8	36,5	38,4	40,3	42,3	44,4	46,6	49,0	51,4	54,0	56,7	59,5	62,5	65,6	68,9	72,4	76,0	79,8	83,8	88,0	92,4	97,0
jaar 38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74		
jaar 2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086		
gas	429	451	473	497	522	548	575	604	634	666	699	734	771	809	850	892	937	984	1033	1084	1139	1195	1255	1318	1384	1453	1526	1602	1682	1766	1855	1947	2045	2147	2254	2367	2485	
U	328	345	362	380	399	419	440	462	485	509	535	561	590	619	650	682	717	752	790	830	871	915	960	1008	1059	1112	1167	1226	1287	1351	1419	1490	1564	1642	1724	1811	1901	
elektriciteit	143	150	158	166	174	183	192	201	211	222	233	245	257	270	283	297	312	328	344	361	380	398	418	439	461	484	509	534	561	589	618	649	682	716	751	789	828	
U	102	107	112	118	124	130	136	143	150	158	166	174	183	192	202	212	222	233	245	257	270	284	298	313	328	345	362	380	399	419	440	462	485	509	535	562	590	

W = prijs in geval van woningbouw  
 U = prijs in geval van utiliteitsbouw



Eenheidsprijzen meerinvesteringen en investeringen per gebouw

**Toegepaste maatregelen (zie tabblad "kengetallen per m2 element".)**

Bouwkundig		tussen-woning twee- onder- appartementen (27 won)			kantoor middel	Verpleeg- huis
		1	3	6		
Vloer (beg.grond)	Isolatie vloer Rc=3,5 wordt 5,0	0,5.a+0,5.b	0,5.a+0,5.b	b.	g	10
Hellend dak	Isolatie dak Rc=3,5 wordt 5,0	c	d	b.	b.	b.
Plat dak	Isolatie dak Rc=3,5 wordt 5,0 U-raam geen aanpassing			f.	0,5.f+0,5.g	0,5.f+0,5.g
Gevel gevelopp. minus glasopp.	Isolatie gevel Rc=3,5 wordt 5,0 NB cassettegevel dicht (dichte delen van alu.vliesgevel) verbetering niet haalbaar!	0,5.j+0,5.k	0,5.j+0,5.k	0,5.j+0,5.k	0,5.j+0,5.k	0,5.j+0,5.k
Glas opp.gevelopeningen raam	U-raam geen aanpassing					
Deur opp.gevelopeningen deur	U-deur van 2,0 wordt 1,65	0,3.q+0,7.r	0,3.q+0,7.r	0,3.q+0,7.r	0,3.q+0,7.r	0,3.q+0,7.r

**Investeringsbedragen per m2 element Prijspeil 01-01-2011 bouwkosten + bijkomende kosten volgens NEN 2631 (inclusief BTW).**

Bouwkundig		tussen-woning twee- onder- appartementen (27 won)			kantoor middel	Verpleeg- huis
		1	3	6		
Vloer (beg.grond)	Isolatie vloer Rc=3,5 wordt 5,0	6,13	6,13	5,60	9	10
Hellend dak	Isolatie dak Rc=3,5 wordt 5,0	39,15	25,55	5,60	5,60	5,60
Plat dak	Isolatie dak Rc=3,5 wordt 5,0 U-raam geen aanpassing			6,45	7,95	7,95
Gevel gevelopp. minus glasopp.	Isolatie gevel Rc=3,5 wordt 5,0 NB cassettegevel dicht (dichte delen van alu.vliesgevel) verbetering niet haalbaar!	20,95	20,95	20,95	20,95	20,95
Glas opp.gevelopeningen raam	U-raam geen aanpassing					
Deur opp.gevelopeningen deur	U-deur van 2,0 wordt 1,65	85,24	85,24	85,24	85,24	85,24

**Investeringsbedragen per eenheid (woning of complex) Prijspeil 01-01-2011 bouwkosten + bijkomende kosten volgens NEN 2631 (inclusief BTW).**

Bouwkundig		tussen-woning twee- onder- appartementen (27 won)			kantoor middel	Verpleeg- huis
		1	3	6		
Vloer (beg.grond)	Isolatie vloer Rc=3,5 wordt 5,0	283	350	3.597	9	10
Hellend dak	Isolatie dak Rc=3,5 wordt 5,0	2.380	1.888	13.440	13.440	13.440
Plat dak	Isolatie dak Rc=3,5 wordt 5,0 U-raam geen aanpassing			4.189	19.080	19.080
Gevel gevelopp. minus glasopp.	Isolatie gevel Rc=3,5 wordt 5,0 NB cassettegevel dicht (dichte delen van alu.vliesgevel) verbetering niet haalbaar!	779	2.738	15.650	46.354	37.614
Glas opp.gevelopeningen raam	U-raam geen aanpassing					
Deur opp.gevelopeningen deur	U-deur van 2,0 wordt 1,65	205	494	3.836	2.046	6.819

**Korte toelichting gehanteerde kostenkanten**

Voor de begane grondvloer van de grondgebonden woning is rekening gehouden met 50% ribcassettevloeren (a) en 50% kanaalplaatvloeren (b). Het verschil in meerinvesteringskosten tussen beide constructietype is circa 20%. Voor het appartementencomplex en voor de utiliteitsgebouwen is uitgegaan van kanaalplaatvloeren.

Bij hellende daken is voor de rijtussenwoning rekening gehouden met een sandwich dakelement (c) en voor de 2-onder-1 kapwoning met een prefab maatwerk dakdoos (d). Voor rijwoningen worden bij de gebruikte diktes over het algemeen de goedkopere sandwich dakelementen toegepast. Deze zijn goedkoper dan prefab dakdozen bij een 'standaard' kap. Voor de 2-onder-1 kapwoning is uitgegaan van de duurdere maatwerkconstructie, omdat bij deze woningen er vaker sprake is van afwijkende of complexe vormen. Dan is het toepassen van een prefab maatwerk dakdoos vaak economischer.

De meerkosten voor het aanbrengen van extra isolatiemateriaal in een sandwich dakelement zijn wel circa 50% hoger dan bij een prefab maatwerk dakdoos, echter de totale prijs van een sandwich dakelement is wel lager dan die van een prefab maatwerk dakdoos.

Voor het platte dak is bij het appartementencomplex uitgegaan van EPS-isolatie (f). Bij de utiliteitsgebouwen van de gemiddelde prijs van EPS-isolatie (f) en van steenwolisolatie (g). Over het algemeen is EPS-isolatie de goedkoopste oplossing voor de isolatie van een plat dak.

Echter de keuze voor steenwol wordt ingegeven door het feit dat in sommige gevallen vanuit brandveiligheidsoogpunt noodzakelijk is. Dat is de reden waarom in deze studie bij de utiliteitsgebouwen ook rekening is gehouden met steenwolisolatie.

In de gevelconstructie is voor alle gebouwen rekening gehouden met 50% metselwerkgevel (j) en 50% houtskeletbouw (k). Bij de metselwerkgevel is uitgegaan van de meerkosten door toepassing van een hoogwaardiger isolatiemateriaal zoals PIR. De meerkosten bij toepassing van een dikker pakket steenwol en aanpassing van de aansluitingen bij de kozijnen zijn ongeveer gelijk.

Voor dichte deuren is rekening gehouden met 30% deuren zonder glasopening (q) en 70% deuren met glasopening (r), zoals een achter/keukendeur. Deuren met meer dan 65% glasoppervlak worden beschouwd als ramen in NEN 1068.

Netto contante levensduurkosten bij discontovoet van 5,5% en 8%

**STANDAARD ENERGIEPRIJSSCENARIO (ECN data)****Woningen, discontovoet 5,5%**

Gebouwtype & maatregelpakket	Energiebesparing per jaar		Effect op levensduurkosten (Cg) bij beschouwing over ....jr			
			20	30	50	75
	kWh	m3	€	€	€	€
<b>Rijtuwoning</b>						
<b>HR06</b>						
U1,65	4	90				
Rc5	2	52	-1.018	-1.260	-1.363	
U1,65+Rc5	6	142	2.335	2.522	2.531	
			1.325	1.271	1.154	
<b>HR04</b>						
U1,65	4	83				
Rc5	2	48	-921	-1.142	-1.235	
U1,65+Rc5	6	130	2.388	2.586	2.600	
			1.475	1.454	1.352	
<b>WP06</b>						
U1,65	185	0				
Rc5	113	0	-519	-649	-693	
U1,65+Rc5	297	0	2.595	2.841	2.880	
			2.082	2.200	2.171	
<b>WP04</b>						
U1,65	170	0				
Rc5	106	0	-462	-580	-619	
U1,65+Rc5	274	0	2.625	2.877	2.919	
			2.170	2.305	2.285	
<b>2-onder-1 kapwoning</b>						
<b>HR06 D4b</b>						
U1,65	4	101				
Rc5	4	101	-892	-1.141	-1.229	
U1,65+Rc5	9	201	3.030	3.226	3.203	
			2.149	2.098	1.931	
<b>HR04 D5a</b>						
U1,65	4	93				
Rc5	4	93	-784	-1.010	-1.087	
U1,65+Rc5	8	185	3.133	3.351	3.339	
			2.362	2.356	2.211	
<b>WP06 D2b</b>						
U1,65	214	0				
Rc5	220	0	-364	-494	-521	
U1,65+Rc5	433	0	3.537	3.849	3.886	
			3.179	3.362	3.317	
<b>WP04 D5a</b>						
U1,65	197	0				
Rc5	205	0	-298	-414	-434	
U1,65+Rc5	400	0	3.595	3.919	3.961	
			3.306	3.515	3.481	
<b>Appartementengebouw</b>						
<b>HR06 D4b</b>						
U1,65	106	2.464				
Rc5	32	732	-27.836	-34.455	-37.267	
U1,65+Rc5	137	3.175	10.831	11.017	10.556	
			-16.724	-23.097	-26.966	
<b>HR04 D5a</b>						
U1,65	98	2.265				
Rc5	29	675	-26.726	-32.909	-35.616	
U1,65+Rc5	126	2.919	11.597	11.946	11.564	
			-14.850	-20.625	-24.119	
<b>WP06 D2b</b>						
U1,65	5.007	0				
Rc5	1.581	0	-15.590	-19.234	-20.615	
U1,65+Rc5	6.530	0	14.578	15.614	15.597	
			-790	-3.352	-5.163	
<b>WP04 D5a</b>						
U1,65	4.529	0				
Rc5	1.458	0	-13.763	-17.029	-18.242	
U1,65+Rc5	5.932	0	15.049	16.182	16.208	
			1.492	-598	-2.200	

**STANDAARD ENERGIEPRIJSSCENARIO (ECN data)****Utiliteitsbouw, discontovoet 8,0%**

Gebouwtype & maatregelpakket	Energiebesparing per jaar		Effect op levensduurkosten (Cg) bij beschouwing over ....jr			
	kWh	m3	20	30	50	75
			€	€	€	€
<b>Kantoor middel</b>						
<b>HR1,03</b>						
U1,65	-755	2.862	-15.485	-18.341	-20.464	-21.066
Rc5	23	2.070	52.879	58.207	60.562	60.611
U1,65+Rc5	-812	4.929	37.567	40.071	40.186	39.640
<b>HR0,892</b>						
U1,65	-678	2.522	-13.400	-15.891	-17.742	-18.266
Rc5	-70	1.867	54.382	59.974	62.528	62.634
U1,65+Rc5	-843	4.325	41.580	44.787	45.430	45.035
<b>WP1,03</b>						
U1,65	7.627	317	-14.496	-17.254	-19.374	-19.964
Rc5	5.485	317	54.144	59.643	62.082	62.162
U1,65+Rc5	13.884	317	40.277	43.121	43.371	42.884
<b>WP0,82</b>						
U1,65	5.669	0	-8.765	-10.503	-11.840	-12.207
Rc5	4.499	0	58.057	64.251	67.220	67.450
U1,65+Rc5	9.808	0	49.965	54.542	56.127	56.017
<b>Verpleeghuis</b>						
<b>HR1,069</b>						
U1,65	-193	4.318	-21.796	-26.114	-29.305	-30.196
Rc5	60	2.917	39.907	43.399	44.556	44.332
U1,65+Rc5	-159	7.107	18.999	18.328	15.944	14.863
<b>HRxx</b>						
U1,65						
Rc5						
U1,65+Rc5						
<b>WP1,002</b>						
U1,65	8.510	0	-9.813	-12.112	-13.859	-14.324
Rc5	5.583	0	48.667	53.642	55.869	55.958
U1,65+Rc5	14.007	0	39.016	41.720	41.756	41.387
<b>WP 0,931</b>						
U1,65	8.090	0	-9.028	-11.186	-12.823	-13.257
Rc5	5.592	0	48.651	53.623	55.847	55.936
U1,65+Rc5	13.420	0	40.111	43.013	43.202	42.876

Rood = verhoging van de levensduurkosten

Blauw = berekende uitgangspunten voor energiebesparing

Netto contante levensduurkosten bij discontovoet van 3%

**HOGE ENERGIEPRIJSSCENARIO (ECN data 2012+5,0% per jaar)****Woningen, discontovoet 3,0%**

Gebouwtype & maatregelpakket	Energiebesparing		Cg = NCW bij beschouwing over ....jr			
	kWh	m3	20	30	50	75
Rijtuussenwoning	geen onderscheid tussen corporaties/woning-eigenaar		€	€	€	€
<b>HR06</b>						
U1,65	4	90				
Rc5	2	52		-2.412	-5.076	-9.974
U1,65+Rc5	6	142		1.108	147	-2.439
<b>HR04</b>						
U1,65	4	83				
Rc5	2	48		-2.205	-4.653	-9.153
U1,65+Rc5	6	130		1.221	378	-1.991
<b>WP06</b>						
U1,65	185	0				
Rc5	113	0		-1.570	-3.355	-6.638
U1,65+Rc5	297	0		1.525	1.001	-784
<b>WP04</b>						
U1,65	170	0				
Rc5	106	0		-31	-2.325	-7.441
U1,65+Rc5	274	0		1.598	1.150	-494
<b>2-onder-1 kapwoning</b>						
<b>HR06 D4b</b>						
U1,65	4	101				
Rc5	4	101		-2.471	-5.402	-10.795
U1,65+Rc5	9	201		861	-1.301	-6.458
<b>HR04 D5a</b>						
U1,65	4	93				
Rc5	4	93		-1.589	-6.659	-17.353
U1,65+Rc5	8	185		1.081	-850	-5.585
<b>WP06 D2b</b>						
U1,65	214	0				
Rc5	220	0		-1.133	-5.727	-15.546
U1,65+Rc5	433	0		88	-3.230	-10.706
<b>WP04 D5a</b>						
U1,65	197	0				
Rc5	205	0		-1.441	-3.295	-6.711
U1,65+Rc5	400	0		1.821	661	-2.654
<b>Appartementengebouw</b>						
<b>HR06 D4b</b>						
U1,65	106	2.464				
Rc5	32	732		-65.901	-138.643	-272.361
U1,65+Rc5	137	3.175		-3.316	-21.196	-59.628
<b>HR04 D5a</b>						
U1,65	98	2.265				
Rc5	29	675		-68.616	-158.609	-331.678
U1,65+Rc5	126	2.919		-61.607	-128.670	-251.928
<b>WP06 D2b</b>						
U1,65	5.007	0				
Rc5	1.581	0		-62.687	-145.294	-304.133
U1,65+Rc5	6.530	0		-43.882	-92.430	-181.678
<b>WP04 D5a</b>						
U1,65	4.529	0				
Rc5	1.458	0		-40.560	-100.055	-216.437
U1,65+Rc5	5.932	0		-39.381	-83.229	-163.841
				3.934	-6.374	-30.896
				-34.940	-88.565	-194.165



**HOGE ENERGIEPRIJSSCENARIO (ECN data 2012+5,0% per jaar)****Utiliteitsbouw, discontovoet 3,0%**

Gebouwtype & maatregelpakket	Energiebesparing		Cg = NCW bij beschouwing over ...jr			
	kWh	m3	20	30	50	75
			€	€	€	€
<b>Kantoor middel</b>						
<b>HR1,03</b>						
U1,65	-755	2.862				
Rc5	23	2.070	-33.144	-54.885	-113.335	-221.842
U1,65+Rc5	-812	4.929	19.479	14.539	-18.794	-98.827
<b>HR0,892</b>						
U1,65	-678	2.522				
Rc5	-70	1.867	-28.970	-48.047	-99.354	-194.741
U1,65+Rc5	-843	4.325	22.536	19.547	-8.555	-78.978
<b>WP1,03</b>						
U1,65	7.627	317				
Rc5	5.485	317	-33.859	-56.056	-115.728	-226.481
U1,65+Rc5	13.884	317	20.261	15.821	-16.173	-93.747
<b>WP0,82</b>						
U1,65	5.669	0				
Rc5	4.499	0	-12.579	-38.566	-129.424	-314.549
U1,65+Rc5	9.808	0	8.249	-4.446	-59.665	-179.325
<b>Verpleeghuis</b>						
<b>HR1,069</b>						
U1,65	-193	4.318				
Rc5	60	2.917	-51.167	-85.783	-179.124	-354.379
U1,65+Rc5	-159	7.107	2.982	-10.561	-64.735	-180.968
<b>HRxx</b>						
U1,65						
Rc5						
U1,65+Rc5						
<b>WP1,002</b>						
U1,65	8.510	0				
Rc5	5.583	0	-29.843	-50.851	-107.705	-215.935
U1,65+Rc5	14.007	0	18.842	15.421	-11.614	-77.995
<b>WP 0,931</b>						
U1,65	8.090	0				
Rc5	5.592	0	-10.648	-34.851	-121.249	-294.750
U1,65+Rc5	13.420	0	-8.252	-30.925	-113.222	-279.191

Rood = verhoging van de levensduurkosten

Blauw = berekende uitgangspunten voor energiebesparing

Netto contante levensduurkosten bij discontovoet van 3,5%, 4,0% en 6,5%

**STANDAARD ENERGIEPRIJSSCENARIO (ECN data)****Woningen – corporaties, discontovoet 3,5%**

Gebouwtype & maatregelpakket	Energiebesparing		Cg = NCW bij beschouwing over ....jr			
	kWh	m3	20	30	50	75
			€	€	€	€
<b>Rijtuwoning woningen - corporaties</b>						
<b>HR06</b>						
U1,65	4	90		-1.349	-1.860	-2.201
Rc5	2	52		1.831	2.051	2.033
U1,65+Rc5	6	142		490	203	-214
<b>HR04</b>						
U1,65	4	83		-1.227	-1.694	-2.004
Rc5	2	48		1.897	2.141	2.140
U1,65+Rc5	6	130		681	461	92
<b>WP06</b>						
U1,65	185	0		-713	-988	-1.145
Rc5	113	0		2.163	2.507	2.587
U1,65+Rc5	297	0		1.458	1.529	1.393
<b>WP04</b>						
U1,65	170	0		-641	-892	-1.033
Rc5	106	0		2.200	2.557	2.646
U1,65+Rc5	274	0		1.568	1.677	1.566
<b>2-onder-1 kapwoning</b>						
<b>HR06 D4b</b>						
U1,65	4	101		-1.278	-1.810	-2.130
Rc5	4	101		2.209	2.374	2.236
U1,65+Rc5	9	201		944	580	-19
<b>HR04 D5a</b>						
U1,65	4	93		-1.142	-1.626	-1.910
Rc5	4	93		2.340	2.550	2.445
U1,65+Rc5	8	185		1.213	945	414
<b>WP06 D2b</b>						
U1,65	214	0		-605	-887	-1.010
Rc5	220	0		2.858	3.263	3.316
U1,65+Rc5	433	0		2.260	2.386	2.173
<b>WP04 D5a</b>						
U1,65	197	0		-522	-775	-879
Rc5	205	0		2.930	3.361	3.431
U1,65+Rc5	400	0		2.419	2.600	2.423
<b>Appartementengebouw</b>						
<b>HR06 D4b</b>						
U1,65	106	2.464		-36.885	-50.827	-60.162
Rc5	32	732		6.055	5.289	3.532
U1,65+Rc5	137	3.175		-30.474	-45.058	-57.686
<b>HR04 D5a</b>						
U1,65	98	2.265		-34.966	-47.957	-56.825
Rc5	29	675		7.023	6.599	5.089
U1,65+Rc5	126	2.919		-27.590	-40.881	-52.300
<b>WP06 D2b</b>						
U1,65	5.007	0		-20.726	-28.404	-33.061
Rc5	1.581	0		10.843	11.858	11.504
U1,65+Rc5	6.530	0		-9.604	-16.172	-22.248
<b>WP04 D5a</b>						
U1,65	4.529	0		-18.431	-25.322	-29.450
Rc5	1.458	0		11.434	12.651	12.434
U1,65+Rc5	5.932	0		-6.738	-12.324	-17.738

**STANDAARD ENERGIEPRIJSSCENARIO (ECN data)****Woningen – particulier eigenaren/verhuurders, discontovoet 4,0%**

Gebouwtype & maatregelpakket	Energiebesparing		Cg = NCW bij beschouwing over ....jr			
	kWh	m3	20	30	50	75
			€	€	€	€
<b>Rijtussenwoning woningen - elgenaar</b>						
<b>HR06</b>						
U1,65	4	90		-1.254	-1.677	-1.929
Rc5	2	52		1.982	2.200	2.195
U1,65+Rc5	6	142		736	534	230
<b>HR04</b>						
U1,65	4	83		-1.139	-1.526	-1.755
Rc5	2	48		2.045	2.282	2.290
U1,65+Rc5	6	130		915	769	502
<b>WP06</b>						
U1,65	185	0		-657	-885	-999
Rc5	113	0		2.293	2.614	2.682
U1,65+Rc5	297	0		1.643	1.739	1.645
<b>WP04</b>						
U1,65	170	0		-590	-797	-899
Rc5	106	0		2.329	2.660	2.734
U1,65+Rc5	274	0		1.747	1.874	1.799
<b>2-onder-1 kapwoning</b>						
<b>HR06 D4b</b>						
U1,65	4	101		-1.167	-1.607	-1.838
Rc5	4	101		2.454	2.641	2.550
U1,65+Rc5	9	201		1.299	1.050	616
<b>HR04 D5a</b>						
U1,65	4	93		-1.039	-1.438	-1.644
Rc5	4	93		2.576	2.802	2.735
U1,65+Rc5	8	185		1.552	1.382	999
<b>WP06 D2b</b>						
U1,65	214	0		-536	-767	-852
Rc5	220	0		3.062	3.449	3.500
U1,65+Rc5	433	0		2.533	2.691	2.544
<b>WP04 D5a</b>						
U1,65	197	0		-457	-665	-735
Rc5	205	0		3.131	3.538	3.602
U1,65+Rc5	400	0		2.683	2.886	2.767
<b>Appartementengebouw</b>						
<b>HR06 D4b</b>						
U1,65	106	2.464		-34.297	-45.843	-52.735
Rc5	32	732		7.468	7.070	5.812
U1,65+Rc5	137	3.175		-26.496	-38.335	-47.696
<b>HR04 D5a</b>						
U1,65	98	2.265		-32.611	-43.376	-49.944
Rc5	29	675		8.377	8.264	7.190
U1,65+Rc5	126	2.919		-23.902	-34.677	-43.139
<b>WP06 D2b</b>						
U1,65	5.007	0		-19.257	-25.614	-29.040
Rc5	1.581	0		11.958	13.038	12.828
U1,65+Rc5	6.530	0		-7.035	-12.234	-16.709
<b>WP04 D5a</b>						
U1,65	4.529	0		-17.095	-22.799	-25.829
Rc5	1.458	0		12.515	13.763	13.655
U1,65+Rc5	5.932	0		-4.336	-8.720	-12.700

**STANDAARD ENERGIEPRIJSSCENARIO (ECN data)****Utiliteitsbouw, discontovoet 6,5%**

Gebouwtype & maatregelpakket	Energiebesparing		Cg = NCW bij beschouwing over ....jr			
	kWh	m3	20	30	50	75
Kantoor middel	geen onderscheid tussen corporaties/woning-eigenaar		€	€	€	€
<b>HR1,03</b>						
U1,65	-755	2.862				
Rc5	23	2.070	-17.557	-21.570	-25.178	-26.564
U1,65+Rc5	-812	4.929	47.306	53.242	56.245	56.207
			29.943	31.908	31.099	29.690
<b>HR0,892</b>						
U1,65	-678	2.522				
Rc5	-70	1.867	-15.231	-18.735	-21.881	-23.089
U1,65+Rc5	-843	4.325	48.982	55.287	58.627	58.718
			34.418	37.366	37.450	36.386
<b>WP1,03</b>						
U1,65	7.627	317				
Rc5	5.485	317	-16.416	-20.298	-23.898	-25.255
U1,65+Rc5	13.884	317	48.741	54.914	58.060	58.094
			33.031	35.465	34.886	33.613
<b>WP0,82</b>						
U1,65	5.669	0				
Rc5	4.499	0	-10.033	-12.487	-14.763	-15.615
U1,65+Rc5	9.808	0	53.102	60.245	64.288	64.664
			43.818	48.676	50.356	49.941
<b>Verpleeghuis</b>						
<b>HR1,069</b>						
U1,65	-193	4.318				
Rc5	60	2.917	-25.250	-31.361	-36.812	-38.888
U1,65+Rc5	-159	7.107	34.131	37.668	38.754	38.110
			9.871	7.515	2.531	-113
<b>HRxx</b>						
U1,65						
Rc5						
U1,65+Rc5						
<b>WP1,002</b>						
U1,65	8.510	0				
Rc5	5.583	0	-11.846	-15.140	-18.144	-19.250
U1,65+Rc5	14.007	0	43.927	49.534	52.430	52.501
			32.261	34.615	33.727	32.707
<b>WP 0,931</b>						
U1,65	8.090	0				
Rc5	5.592	0	-10.972	-14.068	-16.888	-17.923
U1,65+Rc5	13.420	0	43.908	49.511	52.404	52.473
			33.480	36.110	35.481	34.559

**LAGE ENERGIEPRIJSSCENARIO (ECN data 2012+0,5% per jaar)****Woningen – corporaties, discountvoet 3,5%**

Gebouwtype & maatregelpakket	Energiebesparing		Cg = NCW bij beschouwing over ....jr			
	kWh	m3	20	30	50	75
Rijtuwoning	woningen - corporaties		€	€	€	€
<b>HR06</b>						
U1,65	4	90				
Rc5	2	52		-1.094	-1.445	-1.637
U1,65+Rc5	6	142		1.977	2.290	2.357
				890	854	671
<b>HR04</b>						
U1,65	4	83				
Rc5	2	48		-993	-1.312	-1.485
U1,65+Rc5	6	130		2.033	2.362	2.440
				1.049	1.061	907
<b>WP06</b>						
U1,65	185	0				
Rc5	113	0		-681	-907	-1.021
U1,65+Rc5	297	0		2.182	2.556	2.663
				1.509	1.658	1.592
<b>WP04</b>						
U1,65	170	0				
Rc5	106	0		-612	-818	-919
U1,65+Rc5	274	0		2.218	2.603	2.716
				1.615	1.796	1.750
<b>2-onder-1 kapwoning</b>						
<b>HR06 D4b</b>						
U1,65	4	101				
Rc5	4	101		-994	-1.347	-1.500
U1,65+Rc5	9	201		2.494	2.837	2.866
				1.511	1.504	1.236
<b>HR04 D5a</b>						
U1,65	4	93				
Rc5	4	93		-880	-1.199	-1.331
U1,65+Rc5	8	185		2.602	2.978	3.027
				1.735	1.795	1.570
<b>WP06 D2b</b>						
U1,65	214	0				
Rc5	220	0		-568	-793	-866
U1,65+Rc5	433	0		2.896	3.359	3.464
				2.335	2.575	2.463
<b>WP04 D5a</b>						
U1,65	197	0				
Rc5	205	0		-487	-689	-746
U1,65+Rc5	400	0		2.966	3.450	3.568
				2.489	2.774	2.691
<b>Appartementengebouw</b>						
<b>HR06 D4b</b>						
U1,65	106	2.464				
Rc5	32	732		-29.930	-39.497	-44.761
U1,65+Rc5	137	3.175		8.123	8.656	8.109
				-21.512	-30.457	-37.839
<b>HR04 D5a</b>						
U1,65	98	2.265				
Rc5	29	675		-28.573	-37.543	-42.670
U1,65+Rc5	126	2.919		8.929	9.703	9.308
				-19.351	-27.460	-34.055
<b>WP06 D2b</b>						
U1,65	5.007	0				
Rc5	1.581	0		-19.859	-26.226	-29.707
U1,65+Rc5	6.530	0		11.117	12.545	12.563
				-8.473	-13.332	-17.873
<b>WP04 D5a</b>						
U1,65	4.529	0				
Rc5	1.458	0		-17.646	-23.353	-26.416
U1,65+Rc5	5.932	0		11.687	13.285	13.411
				-5.710	-9.744	-13.764

**LAGE ENERGIEPRIJSSCENARIO (ECN data 2012+0,5% per jaar)****Woningen – particulier eigenaren/verhuurders, discontovoet 4,0%**

Gebouwtype & maatregelpakket	Energiebesparing		Cg = NCW bij beschouwing over ....jr			
	kWh	m3	20	30	50	75
			€	€	€	€
<b>Rijtuwoning woningen - eigenaar</b>						
<b>HR06</b>						
U1,65	4	90		-1.016	-1.305	-1.445
Rc5	2	52		2.119	2.414	2.473
U1,65+Rc5	6	142		1.109	1.118	990
<b>HR04</b>						
U1,65	4	83		-920	-1.184	-1.310
Rc5	2	48		2.171	2.480	2.547
U1,65+Rc5	6	130		1.259	1.307	1.201
<b>WP06</b>						
U1,65	185	0		-627	-813	-895
Rc5	113	0		2.312	2.658	2.746
U1,65+Rc5	297	0		1.692	1.854	1.813
<b>WP04</b>						
U1,65	170	0		-562	-731	-803
Rc5	106	0		2.346	2.701	2.794
U1,65+Rc5	274	0		1.792	1.980	1.954
<b>2-onder-1 kapwoning</b>						
<b>HR06 D4b</b>						
U1,65	4	101		-902	-1.191	-1.297
Rc5	4	101		2.720	3.057	3.091
U1,65+Rc5	9	201		1.828	1.879	1.693
<b>HR04 D5a</b>						
U1,65	4	93		-795	-1.056	-1.146
Rc5	4	93		2.822	3.186	3.235
U1,65+Rc5	8	185		2.039	2.145	1.991
<b>WP06 D2b</b>						
U1,65	214	0		-500	-684	-731
Rc5	220	0		3.098	3.534	3.625
U1,65+Rc5	433	0		2.605	2.859	2.789
<b>WP04 D5a</b>						
U1,65	197	0		-425	-589	-624
Rc5	205	0		3.164	3.618	3.718
U1,65+Rc5	400	0		2.749	3.041	2.993
<b>Appartementengebouw</b>						
<b>HR06 D4b</b>						
U1,65	106	2.464		-27.798	-35.679	-39.520
Rc5	32	732		9.399	10.091	9.740
U1,65+Rc5	137	3.175		-18.120	-25.237	-30.665
<b>HR04 D5a</b>						
U1,65	98	2.265		-26.637	-34.034	-37.797
Rc5	29	675		10.158	11.049	10.811
U1,65+Rc5	126	2.919		-16.203	-22.636	-27.484
<b>WP06 D2b</b>						
U1,65	5.007	0		-18.433	-23.677	-26.214
Rc5	1.581	0		12.219	13.650	13.720
U1,65+Rc5	6.530	0		-5.961	-9.707	-13.024
<b>WP04 D5a</b>						
U1,65	4.529	0		-16.349	-21.047	-23.272
Rc5	1.458	0		12.755	14.327	14.477
U1,65+Rc5	5.932	0		-3.359	-6.424	-9.351

**LAGE ENERGIEPRIJSSCENARIO (ECN data 2012+0,5% per jaar)****Utiliteitsbouw, discountvoet 6,5%**

Gebouwtype & maatregelpakket	Energiebesparing		Cg = NCW bij beschouwing over ....jr			
	kWh	m3	20	30	50	75
			€	€	€	€
<b>Kantoor middel</b> geen onderscheid tussen corporaties/woning-eigenaar						
<b>HR1,03</b>						
U1,65	-755	2.862	-15.130	-18.040	-20.511	-21.384
Rc5	23	2.070	49.111	55.902	59.773	60.161
U1,65+Rc5	-812	4.929	34.163	38.079	39.263	38.789
<b>HRO,892</b>						
U1,65	-678	2.522	-13.095	-15.628	-17.770	-18.530
Rc5	-70	1.867	50.602	57.669	61.780	62.251
U1,65+Rc5	-843	4.325	38.110	42.756	44.577	44.322
<b>WP1,03</b>						
U1,65	7.627	317	-15.479	-18.453	-20.980	-21.872
Rc5	5.485	317	49.492	56.355	60.287	60.696
U1,65+Rc5	13.884	317	34.510	38.490	39.730	39.275
<b>WP0,82</b>						
U1,65	5.669	0	-9.542	-11.418	-12.986	-13.549
Rc5	4.499	0	53.492	61.094	65.672	66.303
U1,65+Rc5	9.808	0	44.668	50.526	53.407	53.515
<b>Verpleeghuis</b>						
<b>HR1,069</b>						
U1,65	-193	4.318	-21.508	-25.857	-29.421	-30.726
Rc5	60	2.917	36.676	41.422	43.734	43.691
U1,65+Rc5	-159	7.107	16.044	16.603	14.675	13.376
<b>HRxx</b>						
U1,65						
Rc5						
U1,65+Rc5						
<b>WP1,002</b>						
U1,65	8.510	0	-11.108	-13.535	-15.418	-16.147
Rc5	5.583	0	44.411	50.587	54.149	54.535
U1,65+Rc5	14.007	0	33.475	37.257	38.145	37.812
<b>WP 0,931</b>						
U1,65	8.090	0	-10.271	-12.543	-14.291	-14.973
Rc5	5.592	0	44.393	50.566	54.125	54.510
U1,65+Rc5	13.420	0	34.643	38.642	39.718	39.450

Rood = verhoging van de levensduurkosten

Blauw = berekende uitgangspunten voor energiebesparing