

Rapport E.2012.0237.00.R003

Kosteneffectiviteit R_c-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^{LID}INGENIEURS

info@dgm.nl
www.dgm.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



Inhoudsopgave	Pagina
1. INLEIDING.....	4
2. UITGANGSPUNTEN.....	5
2.1 HR ⁺⁺ -niveau	5
2.2 Energiebesparing	5
2.3 Kostencalculatie	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_c -waarde voor dichte delen (verder) te verhogen naar $5,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ en de U -waarde voor ramen en deuren (verder) te verlagen naar het niveau van HR^{++} -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_c 3,5 naar $5,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ en
- Voor transparante delen en deuren van U_{raam} 2,2 naar $1,65 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (het niveau dat bij woningbouw bereikt wordt met HR^{++} -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⁺⁺-niveau en vervolgens op de rekenwijze en gehanteerde uitgangspunten voor de energiebesparing en voor de kostencalculatie.

2.1 HR⁺⁺-niveau

Bij de uitwerking van de verlaging van de U-waarde naar het HR⁺⁺-niveau is uitgegaan van een U_{raam} van 1,65 W/m².K.

Dit is gebaseerd op de methode uit de NEN 1068 waarbij U_{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⁺⁺-beglazing met een U_{glas} van 1,1 W/m².K.
- Een houten kozijn met een (forfaitaire) U_{frame} van 2,4 W/m².K.
- Een Psi-waarde voor de glasrand van 0,06 W/m.K.

wordt een U_{raam} gerealiseerd van 1,64 W/m².K. Bij een Psi-waarde voor de glasrand van 0,08 bedraagt U_{raam} nog steeds 1,69 W/m².K.

In utiliteitsgebouwen wordt veel gebruikgemaakt van (thermisch onderbroken) aluminium kozijnen. De forfaitaire waarde voor U_{frame} bedraagt 3,8 W/m².K. De door verschillende leveranciers berekende waarden voor standaard aluminium kozijnen hebben echter een U_{frame} van 2,2-2,4 W/m².K. Dit impliceert dat met aluminium kozijnen in combinatie met HR⁺⁺-beglazing ook voldaan kan worden aan een U_{raam} van 1,65 W/m².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 m².
- Referentie verpleeghuis met een gebruiksoppervlak van 4.000 m².

Per gebouw zijn vier maatregelpakketten bepaald:

- EPC 0,6 of E/E¹ 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/m².K.
- Verhoging van de R_c van 3,5 naar 5,0 m².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.

¹ $E_{\text{PTot}} / E_{\text{P;adm;tot;nb}}$ voorheen $Q_{\text{pres;tot}} / Q_{\text{pres;toel}}$

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/m².K en een R_c van 3,5 m².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 kostencalculatie.

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 calculatie 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 calculatie 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 opslagen² bovenop de directe bouwkosten. In de gehele kostencalculatie is rekening gehouden met btw.

De meerinvestering voor HR⁺⁺-beglazing (nodig voor $U_{\text{raam}} = 1,65 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) ten opzichte van HR-beglazing (nodig voor $U_{\text{raam}} = 2,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) is zo gering ($<1 \text{ euro/m}^2$) 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 gebouwprijzen zijn vermeld in bijlage 3.

² 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
$U_{\text{raam}} = 1,65$	0	0	0	0	0
$U_{\text{deur}} = 1,65$	205	494	3.836	3.068	6.819
R_c 5 vloer	283	350	3.597	13.440	13.440
R_c 5 dak	2.380	1.888	4.189	19.080	19.080
R_c 5 gevel	779	2.738	15.650	45.600	37.614

Bij de bepaling van de meerinvestering voor $R_c = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 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^2 dichte deuren en voor het verpleeghuis van 80 m^2 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 gemaakt³.

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.

³ 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 ingeschat.

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 kosten⁴ 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.

Rijtuwoning	HR 0,6	HR 0,4	WP 0,6	WP 0,4
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
Zonder1kapwoning	HR 0,6	HR 0,4	WP 0,6	WP 0,4
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
Appartementgebouw	HR 0,6	HR 0,4	WP 0,6	WP 0,4
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
Kantoor	HR EE1,0	HR EE0,7	WP EE1,0	WP EE0,7
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
Verpleeghuis	HR EE1,0		WP EE1,0	WP EE0,7
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.

⁴ 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⁺⁺ beglazing geen meerkosten zijn meegenomen. De meerkosten van de benodigde HR⁺⁺-beglazing ten opzichte van HR-beglazing zijn verwaarloosbaar. Door de gerealiseerde energiebesparing dalen de levensduurkosten.

De aanscherping van alleen de **R_c-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_c-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 gebouwtype 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.

Rijtussenwoning	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_c-waarde** leidt bij een discontovoet van 3,0% en een energieprijsstijging 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 energieprijsstijging 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_c-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_c-waarde reeds lager dan de energiebaten 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_c-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_c-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_c-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_c-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.

Rijtuwoning	HR 0,6	HR 0,4	WP 0,6	WP 0,4
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
Zonder1kapwoning	HR 0,6	HR 0,4	WP 0,6	WP 0,4
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
Appartementgebouw	HR 0,6	HR 0,4	WP 0,6	WP 0,4
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
Kantoor	HR EE1,0	HR EE0,7	WP EE1,0	WP EE0,7
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
Verpleeghuis	HR EE1,0		WP EE1,0	WP EE0,7
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_c-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_c-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_c- 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/m².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⁺⁺-beglazing nauwelijks meerkosten met zich meebrengt ten opzichte van HR-beglazing dalen de levensduurkosten.

De aanscherping van alleen de **R_c-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_c-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_c-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_c-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

Bijlage 1

Gehanteerde maatregelpakketten

Maatregelpakketten per gebouwtype

bal = balansventilatie

F = forfaitair

Rijtuwoning		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/convactor	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/convactor	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

Appartementengebouw		HR-107 bal		Warmtepomp bal	
EPC		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/convactor	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	24000!!!	0	14400!!
zonnecollector	Acoll [m2]	0	0	0	0

Kantoor		HR-107 bal		Warmtepomp bal	
E/E		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	WP+HR
	temp.niveau	LT	LT	HT	HT
	bron WP	-	-	grondwater/aquifer	grondwater/aquifer
	aanvoertemp	-	-	50-55	30-35
	afgiftesysteem	radiator/convactor	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	-	-
		armatuuraafzuiging	geen armatuuraafzuiging	armatuuraafzuiging	geen armatuuraafzuiging
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^5 ($E_{PTot} / E_{P;adm;tot;nb}$ 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_c - of U-waarde.

⁵ 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	
E/E		1.069		1.002	
				0.931	
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
verwarming	zonwering	automatisch		automatisch	automatisch
	toestel	HR-107		WP+HR	WP+HR
	temp.niveau	LT		LT	LT
	bron WP	-		grondwater/aquifer	grondwater/aquifer
	aanvoertemp	-		30-35	30-35
	afgiftesysteem	betonkernactivering		vloer/wand	betonkernactivering
tapwater	> 50°	-		-	-
	toestel	voorraadvaten indirect		voorraadvaten indirect	voorraadvaten indirect
	afgifte	leidingen binnen 3m		leidingen binnen 3m	leidingen binnen 3m
koeling	DWTW				
	toestel	compressie HT		koudeopslag HT	koudeopslag HT
ventilatie		LT koudebron			
	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%
ventilatoren	spuiventilatie	te openen ramen		te openen ramen	te openen ramen
		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_c - 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.

Bijlage 2

Energieprijzen

E.2012.0237.00.R003

Kosteneffectiviteit R_c-aanscherping – Onderzoek naar levensduurkosten

Energieprijsontwikkeling in eurocenten per kWh elektriciteit of per m³ gas

Standaard scenario		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
		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	W		67,2	69,8	72,4	75,0	77,4	79,8	82,2	84,6	87,0	88,0	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	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	65,9	66,4	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	74,7	75,5	76,4	77,3	78,1	79,0	79,9	80,8	81,6		
	elektriciteit	W		22,4	22,6	22,8	23,0	23,4	23,8	24,2	24,6	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	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	W		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	W		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	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
		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	W		67,2	67,5	67,9	68,2	68,6	68,9	69,2	69,6	69,9	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
	U		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
elektriciteit	W		15,9	16,0	16,1	16,2	16,3	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	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	18,2	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	W		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	
	U		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	
elektriciteit	W		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 R_c-aanscherping – Onderzoek naar levensduurkosten

Scenario 5%/jr		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	
		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	W		67,2	70,6	74,1	77,8	81,7	85,8	90,1	94,6	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	W		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	W		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	W		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

Bijlage 3

Eenheidsprijzen meerinvesteringen en investeringen per gebouw

Toegepaste maatregelen (zie tabblad "kengetallen per m2 element")						
Bouwkundig		tussen-woning	twee- onder- een kapwoning	apparte- menten (27 won)	kantoor middel	Verpleeg- huis
		1	3	6	9	10
Vloer (beg.grond)	Isolatie vloer Rc=3,5 wordt 5,0	0,5.a+0,5.b	0,5.a+0,5.b	b.	b.	b.
Hellend dak	Isolatie dak Rc=3,5 wordt 5,0	c.	d.			
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	Isolatie gevel Rc=3,5 wordt 5,0	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
gevelopp. minus glasopp.	NB: cassettegevel dicht (dichte delen van alu.vliesgevel): verbetering niet haalbaar!					
Glas	U-raam geen aanpassing					
opp.gevelopeningen raam						
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
opp.gevelopeningen deur						
Investeringsbedragen per m2 element		Prijsspeil 01-01-2011 bouwkosten + bijkomende kosten volgens NEN 2631 (inclusief BTW).				
Bouwkundig		tussen-woning	twee- onder- een kapwoning	apparte- menten (27 won)	kantoor middel	Verpleeg- huis
		1	3	6	9	10
Vloer (beg.grond)	Isolatie vloer Rc=3,5 wordt 5,0	6,13	6,13	5,60	5,60	5,60
Hellend dak	Isolatie dak Rc=3,5 wordt 5,0	39,15	25,55			
Plat dak	Isolatie dak Rc=3,5 wordt 5,0 U-raam geen aanpassing			6,45	7,95	7,95
Gevel	Isolatie gevel Rc=3,5 wordt 5,0	20,95	20,95	20,95	20,95	20,95
gevelopp. minus glasopp.	NB: cassettegevel dicht (dichte delen van alu.vliesgevel): verbetering niet haalbaar!					
Glas	U-raam geen aanpassing					
opp.gevelopeningen raam						
Deur	U-deur van 2,0 wordt 1,65	85,24	85,24	85,24	85,24	85,24
opp.gevelopeningen deur						
Investeringsbedragen per eenheid (woning of complex)		Prijsspeil 01-01-2011 bouwkosten + bijkomende kosten volgens NEN 2631 (inclusief BTW).				
Bouwkundig		tussen-woning	twee- onder- een kapwoning	apparte- menten (27 won)	kantoor middel	Verpleeg- huis
		1	3	6	9	10
Vloer (beg.grond)	Isolatie vloer Rc=3,5 wordt 5,0	283	350	3.597	13.440	13.440
Hellend dak	Isolatie dak Rc=3,5 wordt 5,0	2.380	1.888			
Plat dak	Isolatie dak Rc=3,5 wordt 5,0 U-raam geen aanpassing			4.189	19.080	19.080
Gevel	Isolatie gevel Rc=3,5 wordt 5,0	779	2.738	15.650	46.354	37.614
gevelopp. minus glasopp.	NB: cassettegevel dicht (dichte delen van alu.vliesgevel): verbetering niet haalbaar!					
Glas	U-raam geen aanpassing					
opp.gevelopeningen raam						
Deur	U-deur van 2,0 wordt 1,65	205	494	3.836	2.046	6.819
opp.gevelopeningen deur						

Korte toelichting gehanteerde kostenkentallen

Voor de begane grondvloer van de grondgebonden woning is rekening gehouden met 50% ribcasettevloeren (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.

Bijlage 4

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

STANDAARD ENERGIEPRIJSSCENARIO (ECN data)

Utiliteitsbouw, discountvoet 8,0 %

Gebouwtype & maatregelpakket	Energiebesparing per jaar		Effect op levensduurkosten (Cg) bij beschouwing over jr				
	kWh	m3	20	30	50	75	
			€	€	€	€	
Kantoor middel							
HR1,03							
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	
HR0,892							
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	
WP1,03							
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	
WP0,82							
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	
Verpleeghuis							
HR1,069							
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	
HRxx							
U1,65							
Rc5							
U1,65+Rc5							
WP1,002							
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	
WP 0,931							
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

Bijlage 5

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				
				20	30	50	75	
	kWh	m3		€	€	€	€	
Rijtussenwoning geen onderscheid tussen corporaties/woning-eigenaar								
HR06								
U1,65	4	90			-2.412	-5.076	-9.974	
Rc5	2	52			1.108	147	-2.439	
U1,65+Rc5	6	142			-1.290	-4.900	-12.432	
HR04								
U1,65	4	83			-2.205	-4.653	-9.153	
Rc5	2	48			1.221	378	-1.991	
U1,65+Rc5	6	130			-967	-4.240	-11.152	
WP06								
U1,65	185	0			-1.570	-3.355	-6.638	
Rc5	113	0			1.525	1.001	-784	
U1,65+Rc5	297	0			-31	-2.325	-7.441	
WP04								
U1,65	170	0			-1.430	-3.068	-6.082	
Rc5	106	0			1.598	1.150	-494	
U1,65+Rc5	274	0			185	-1.884	-6.586	
2-onder-1 kapwoning								
HR06 D4b								
U1,65	4	101			-2.471	-5.402	-10.795	
Rc5	4	101			861	-1.301	-6.458	
U1,65+Rc5	9	201			-1.589	-6.659	-17.353	
HR04 D5a								
U1,65	4	93			-2.240	-4.930	-9.879	
Rc5	4	93			1.081	-850	-5.585	
U1,65+Rc5	8	185			-1.133	-5.727	-15.546	
WP06 D2b								
U1,65	214	0			-1.604	-3.629	-7.358	
Rc5	220	0			1.678	370	-3.220	
U1,65+Rc5	433	0			88	-3.230	-10.706	
WP04 D5a								
U1,65	197	0			-1.441	-3.295	-6.711	
Rc5	205	0			1.821	661	-2.654	
U1,65+Rc5	400	0			401	-2.592	-9.469	
Appartementengebouw								
HR06 D4b								
U1,65	106	2.464			-65.901	-138.643	-272.361	
Rc5	32	732			-3.316	-21.196	-59.628	
U1,65+Rc5	137	3.175			-68.616	-158.609	-331.678	
HR04 D5a								
U1,65	98	2.265			-61.607	-128.670	-251.928	
Rc5	29	675			-1.676	-17.844	-53.131	
U1,65+Rc5	126	2.919			-62.687	-145.294	-304.133	
WP06 D2b								
U1,65	5.007	0			-43.882	-92.430	-181.678	
Rc5	1.581	0			2.775	-8.743	-35.488	
U1,65+Rc5	6.530	0			-40.560	-100.055	-216.437	
WP04 D5a								
U1,65	4.529	0			-39.381	-83.229	-163.841	
Rc5	1.458	0			3.934	-6.374	-30.896	
U1,65+Rc5	5.932	0			-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				
				20	30	50	75	
	kWh	m3		€	€	€	€	
Kantoor middel								
HR1,03								
U1,65	-755	2.862		-33.144	-54.885	-113.335	-221.842	
Rc5	23	2.070		19.479	14.539	-18.794	-98.827	
U1,65+Rc5	-812	4.929		-13.290	-39.731	-131.805	-319.164	
HR0,892								
U1,65	-678	2.522		-28.970	-48.047	-99.354	-194.741	
Rc5	-70	1.867		22.536	19.547	-8.555	-78.978	
U1,65+Rc5	-843	4.325		-5.197	-26.474	-104.701	-266.625	
WP1,03								
U1,65	7.627	317		-33.859	-56.056	-115.728	-226.481	
Rc5	5.485	317		20.261	15.821	-16.173	-93.747	
U1,65+Rc5	13.884	317		-12.579	-38.566	-129.424	-314.549	
WP0,82								
U1,65	5.669	0		-21.685	-36.113	-74.954	-147.442	
Rc5	4.499	0		28.463	29.257	11.296	-40.499	
U1,65+Rc5	9.808	0		8.249	-4.446	-59.665	-179.325	
Verpleeghuis								
HR1,069								
U1,65	-193	4.318		-51.167	-85.783	-179.124	-354.379	
Rc5	60	2.917		2.982	-10.561	-64.735	-180.968	
U1,65+Rc5	-159	7.107		-46.388	-93.401	-240.953	-526.794	
HRxx								
U1,65								
Rc5								
U1,65+Rc5								
WP1,002								
U1,65	8.510	0		-29.843	-50.851	-107.705	-215.935	
Rc5	5.583	0		18.842	15.421	-11.614	-77.995	
U1,65+Rc5	14.007	0		-10.648	-34.851	-121.249	-294.750	
WP 0,931								
U1,65	8.090	0		-28.127	-48.039	-101.956	-204.790	
Rc5	5.592	0		18.806	15.362	-11.735	-78.229	
U1,65+Rc5	13.420	0		-8.252	-30.925	-113.222	-279.191	

Rood = verhoging van de levensduurkosten

Blauw = berekende uitgangspunten voor energiebesparing

Bijlage 6

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				
				20	30	50	75	
		kWh	m3	€	€	€	€	
Rijtussenwoning woningen - corporaties								
HR06								
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	
HR04								
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	
WP06								
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	
WP04								
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	
2-onder-1 kapwoning								
HR06 D4b								
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	
HR04 D5a								
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	
WP06 D2b								
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	
WP04 D5a								
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	
Appartementengebouw								
HR06 D4b								
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	
HR04 D5a								
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	
WP06 D2b								
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	
WP04 D5a								
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			
					20	30	50	75
	kWh	m3			€	€	€	€
Rijtussenwoning woningen - eigenaar								
HR06								
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
HR04								
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
WP06								
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
WP04								
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
2-onder-1 kapwoning								
HR06 D4b								
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
HR04 D5a								
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
WP06 D2b								
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
WP04 D5a								
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
Appartementengebouw								
HR06 D4b								
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
HR04 D5a								
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
WP06 D2b								
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
WP04 D5a								
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				
				20	30	50	75	
	kWh	m3		€	€	€	€	
Kantoor middel geen onderscheid tussen corporaties/woning-eigenaar								
HR1,03								
U1,65	-755	2.862		-17.557	-21.570	-25.178	-26.564	
Rc5	23	2.070		47.306	53.242	56.245	56.207	
U1,65+Rc5	-812	4.929		29.943	31.908	31.099	29.690	
HR0,892								
U1,65	-678	2.522		-15.231	-18.735	-21.881	-23.089	
Rc5	-70	1.867		48.982	55.287	58.627	58.718	
U1,65+Rc5	-843	4.325		34.418	37.366	37.450	36.386	
WP1,03								
U1,65	7.627	317		-16.416	-20.298	-23.898	-25.255	
Rc5	5.485	317		48.741	54.914	58.060	58.094	
U1,65+Rc5	13.884	317		33.031	35.465	34.886	33.613	
WP0,82								
U1,65	5.669	0		-10.033	-12.487	-14.763	-15.615	
Rc5	4.499	0		53.102	60.245	64.288	64.664	
U1,65+Rc5	9.808	0		43.818	48.676	50.356	49.941	
Verpleeghuis								
HR1,069								
U1,65	-193	4.318		-25.250	-31.361	-36.812	-38.888	
Rc5	60	2.917		34.131	37.668	38.754	38.110	
U1,65+Rc5	-159	7.107		9.871	7.515	2.531	-113	
HRxx								
U1,65								
Rc5								
U1,65+Rc5								
WP1,002								
U1,65	8.510	0		-11.846	-15.140	-18.144	-19.250	
Rc5	5.583	0		43.927	49.534	52.430	52.501	
U1,65+Rc5	14.007	0		32.261	34.615	33.727	32.707	
WP 0,931								
U1,65	8.090	0		-10.972	-14.068	-16.888	-17.923	
Rc5	5.592	0		43.908	49.511	52.404	52.473	
U1,65+Rc5	13.420	0		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				
					20	30	50	75	
		kWh	m3		€	€	€	€	
Rijtussenwoning woningen - corporaties									
HR06									
U1,65		4	90				-1.094	-1.445	-1.637
Rc5		2	52				1.977	2.290	2.357
U1,65+Rc5		6	142				890	854	671
HR04									
U1,65		4	83				-993	-1.312	-1.485
Rc5		2	48				2.033	2.362	2.440
U1,65+Rc5		6	130				1.049	1.061	907
WP06									
U1,65		185	0				-681	-907	-1.021
Rc5		113	0				2.182	2.556	2.663
U1,65+Rc5		297	0				1.509	1.658	1.592
WP04									
U1,65		170	0				-612	-818	-919
Rc5		106	0				2.218	2.603	2.716
U1,65+Rc5		274	0				1.615	1.796	1.750
2-onder-1 kapwoning									
HR06 D4b									
U1,65		4	101				-994	-1.347	-1.500
Rc5		4	101				2.494	2.837	2.866
U1,65+Rc5		9	201				1.511	1.504	1.236
HR04 D5a									
U1,65		4	93				-880	-1.199	-1.331
Rc5		4	93				2.602	2.978	3.027
U1,65+Rc5		8	185				1.735	1.795	1.570
WP06 D2b									
U1,65		214	0				-568	-793	-866
Rc5		220	0				2.896	3.359	3.464
U1,65+Rc5		433	0				2.335	2.575	2.463
WP04 D5a									
U1,65		197	0				-487	-689	-746
Rc5		205	0				2.966	3.450	3.568
U1,65+Rc5		400	0				2.489	2.774	2.691
Appartementengebouw									
HR06 D4b									
U1,65		106	2.464				-29.930	-39.497	-44.761
Rc5		32	732				8.123	8.656	8.109
U1,65+Rc5		137	3.175				-21.512	-30.457	-37.839
HR04 D5a									
U1,65		98	2.265				-28.573	-37.543	-42.670
Rc5		29	675				8.929	9.703	9.308
U1,65+Rc5		126	2.919				-19.351	-27.460	-34.055
WP06 D2b									
U1,65		5.007	0				-19.859	-26.226	-29.707
Rc5		1.581	0				11.117	12.545	12.563
U1,65+Rc5		6.530	0				-8.473	-13.332	-17.873
WP04 D5a									
U1,65		4.529	0				-17.646	-23.353	-26.416
Rc5		1.458	0				11.687	13.285	13.411
U1,65+Rc5		5.932	0				-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				
					20	30	50	75	
	kWh	m3			€	€	€	€	
Rijtussenwoning woningen - eigenaar									
HR06									
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	
HR04									
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	
WP06									
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	
WP04									
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	
2-onder-1 kapwoning									
HR06 D4b									
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	
HR04 D5a									
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	
WP06 D2b									
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	
WP04 D5a									
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	
Appartementengebouw									
HR06 D4b									
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	
HR04 D5a									
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	
WP06 D2b									
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	
WP04 D5a									
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, discontovoet 6,5 %

Gebouwtype & maatregelpakket	Energiebesparing			Cg = NCW bij beschouwing over jr			
				20	30	50	75
	kWh	m3		€	€	€	€
Kantoor middel geen onderscheid tussen corporaties/woning-eigenaar							
HR1,03							
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
HR0,892							
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
WP1,03							
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
WP0,82							
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
Verpleeghuis							
HR1,069							
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
HRxx							
U1,65							
Rc5							
U1,65+Rc5							
WP1,002							
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
WP 0,931							
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