



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Verslaglegging kostenoptimaliteit energieprestatie eisen Nederland

In opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

*>> Duurzaam, Agrarisch, Innovatief
en Internationaal Ondernemen*

Rapport E.2012.1094.00.R001

Verslaglegging kostenoptimaliteit voor EU

Kostenoptimaliteit energieprestatie eisen Nederland

Status: DEFINITIEF

Van Pallandtstraat 9-11
Postbus 153
6800 AD Arnhem
T +31 (0)26 351 21 41

Casuariestraat 5
Postbus 370
2501 CJ Den Haag
T +31 (0)70 350 39 99

Lavendelheide 2
Postbus 671
9200 AR Drachten
T +31 (0)512 52 23 24

Geerweg 11
Postbus 640
6130 AP Sittard
T +31 (0)46 411 39 30

info@dgm.nl
www.dgm.nl

Colofon

Rapportnummer:	E.2012.1094.00.R001	
Plaats en datum:	Arnhem, 11 maart 2013	
Versie:	003	Status: DEFINITIEF
Opdrachtgever:	AgentschapNL NL Energie en klimaat Postbus 17 6130 AA SITTARD	
Opdrachtnummer:	EPR1200060	
Contactpersoon:	ir. M.C.W. Lacroix Telefoon: 088 602 2000 Fax: 088 602 9021 E-mail: Monique.lacroix@agentschapnl.nl	
Uitgevoerd door:	DGMR Bouw B.V. Informatie: ir. R.M.M. (René) van der Loos E-mail: rlo@dgmr.nl Telefoon: 026 351 21 41 Fax: 026 443 58 36	
Auteur(s):	ir. R.M.M. (René) van der Loos ir. I.M. (Ieke) Kuijpers-van Gaalen	
Eindverantwoordelijke:	ir. I.M. (Ieke) Kuijpers-van Gaalen	
Verwerkt door:	GA HW 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.....	5
2. BOUWREGELGEVING EN AANPAK.....	6
2.1 Bouwregelgeving	6
2.2 Berekening kostenoptimaliteit	9
2.3 Gebruik van gegevens uit eerdere studies	10
2.4 Weergave kostenoptimaliteit.....	11
3. UITGANGSPUNTEN KOSTENOPTIMALITEIT	13
3.1 Gehanteerde referentiegebouwen	13
3.2 Discontovoet en inflatie	16
3.3 Energiebesparing	16
3.4 Energieprijzen	17
3.5 Belastingen	18
3.6 CO ₂	18
3.7 Investeringskosten en restwaarde.....	19
3.8 Onderhoud	19
4. BEOORDEELDE ENERGIEBESPARENDE MAATREGELEN.....	20
4.1 Nieuwbouw	20
4.2 Bestaande bouw	24
5. KOSTENOPTIMALITEIT FINANCIIEEL.....	26
5.1 Nieuwbouw woningen	26
5.2 Nieuwbouw utiliteit	30
5.3 Bestaande bouw bouwkundig	36
5.4 Bestaande bouw installaties.....	38
6. KOSTENOPTIMALITEIT MACRO-ECONOMISCH.....	40
6.1 Nieuwbouw woningen	40
6.2 Nieuwbouw utiliteit	43
6.3 Bestaande bouw bouwkundig	48
6.4 Bestaande bouw installaties.....	49
7. EVALUATIE CALCULATIE EN ENERGIEBESPARINGSBELEID.....	52
7.1 Financiële of macro-economische calculatie	52
7.2 Kostenoptimaal.....	52
7.3 Kostenoptimaal beleid	54

Bijlagen

Bijlagen bij hoofdrapport

1. Energieprijsscenario's
2. Uitgangspunten en maatregelpakketten SenterNovem referentiewoningen
3. Maatregelpakketten woonwagens en vakantiewoningen
4. Maatregelpakketten utiliteitsgebouwen
5. Legenda behorend bij tabellen in bijlage 6 t/m 13
6. Resultaten financiële calculatie
7. Gevoeligheidsanalyse financiële calculatie: discontovoet woningen 3,5% utiliteit 6,5%
8. Gevoeligheidsanalyse financiële calculatie: discontovoet woningen 6,5% utiliteit 9,0%
9. Gevoeligheidsanalyse financiële calculatie: 20% kleinere energieprijzontwikkeling
10. Gevoeligheidsanalyse financiële calculatie: 20% grotere energieprijzontwikkeling
11. Resultaten macro-economische calculatie
12. Gevoeligheidsanalyse macro-economische calculatie: discontovoet 2,0%
13. Gevoeligheidsanalyse macro-economische calculatie: discontovoet 4,0%
14. Ontwikkeling van de energieprestatie-eisen

Onderliggende rapportages

1. Aanscherpingsstudie EPC woningbouw 2011 – deelrapport theoretische toets
2. Onderzoek mogelijkheid invoering EPC voor woonwagens
3. Aanscherping EPC-eisen utiliteitsbouw - haalbaarheidsstudie
4. Beperkte update aanscherping energieprestatie utiliteitsbouw
5. Kosteneffectiviteit Rc-aanscherping – Onderzoek naar de levensduurkosten van het verder aanscherpen van de isolatie-eisen uit het bouwbesluit 2012.
6. Ventilatieberekeningen en C_{EPC} – Bepaling C_{EPC} NEN 7120
7. Energieprijzen en disconteringsvoeten voor gebouwweisen ten behoeve van de EPBD
8. Referentiewoningen nieuwbouw 2006
9. Techniplan rapportage investeringskosten installatie W+U nieuwbouw
10. Winket rapportage update investeringskosten bouwkundig nieuwbouw

1. Inleiding

In mei 2010 is de EPBD Recast (2010/31/EU) verschenen. Hierin is aangekondigd dat alle lidstaten van de EU op enig moment verantwoordingsrapportages moeten opstellen over het gevoerde energiezuinigheidsbeleid voor gebouwen. In januari 2012 is de Europese Verordening (244/2012) verschenen waarin uitgelegd wordt aan welke eisen de verantwoordingsrapportage moet voldoen en op welke wijze de kostenoptimaliteitsberekeningen uitgevoerd moeten worden. In maart 2013 moeten alle lidstaten van de EU voor de eerste keer een dergelijke rapportage aanleveren.

In Nederland worden al sinds 1995 kostenoptimaliteitsberekeningen uitgevoerd ter onderbouwing van het overheidsbeleid ten aanzien van energiebesparing. De methodiek(en) die in Nederland voor deze berekeningen gebruikt zijn voor de verschillende categorieën gebouwen, zijn echter in meer of mindere mate afwijkend van de nieuwe EU-methodiek.

Om te voldoen aan de rapportageverplichting van de EU Verordening zijn de meest recente Nederlandse kostenoptimaliteitsberekeningen daarom omgezet naar het formaat van de EU.

In deze rapportage treft u de gehanteerde uitgangspunten en de resultaten van de berekeningen op basis van de Europese methodiek aan. De resultaten van de berekeningen zijn afgezet tegen het vereiste kostenoptimale niveau voor energiezuinige gebouwen dat volgt uit de Europese methodiek.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft meer in detail de relevante bouwregelgeving op het gebied van energiezuinigheid in Nederland en de aanpak van het onderzoek. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de gehanteerde referentiegebouwen en uitgangspunten en hoofdstuk 4 van de onderzochte energiebesparende maatregelen. In hoofdstuk 5 en 6 worden de resultaten van de berekeningen ten aanzien van kostenoptimaliteit gepresenteerd. In hoofdstuk 7 worden de resultaten geëvalueerd.

2. Bouwregelgeving en aanpak

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de huidige bouwregelgeving in Nederland op het gebied van energiezuinigheid van gebouwen. Vervolgens wordt ingegaan op de aanpak van het onderzoek voor berekening van de kostenoptimaliteit.

2.1 Bouwregelgeving

De Nederlandse regels voor het bouwen en aanpassen van gebouwen zijn vastgelegd in het Bouwbesluit. De Woningwet vormt de basis voor de bouw en gebruiksvoorschriften in het Bouwbesluit, zowel voor woning- als utiliteitsbouw.

In het Bouwbesluit zijn verschillende soorten eisen op het gebied van energiezuinigheid. Bij nieuwbouw wordt er onderscheid gemaakt in energieprestatie-eisen per type gebruik en in vangnet-eisen (generieke eisen) voor de isolatie van de gebouwschil:

- Eisen aan de integrale energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van een gebouw.
- Minimale warmteweerstand voor dichte delen ($R_c \geq 3.5 \text{ m}^2\text{k/W}$).
- Maximale warmtedoorgangscoefficiënt voor gevelopeningen ($U_{\text{raam}} \leq 2.2 \text{ W/m}^2\text{k}$).

Voor verbouw of renovatie van bestaande bouw gelden geen specifieke eisen ten aanzien van de integrale energieprestatie van het gebouw. Bij aanpassingen of uitbreiding van het gebouw moet de isolatiegraad voldoen aan de eisen zoals die ooit gesteld zijn bij de oprichting van het gebouw met een minimum R_c van $1.3 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Hieronder wordt specifiek ingegaan op de verschillende eisen die opgenomen zijn in de bouwregelgeving.

EPC-eisen nieuwbouw

Voor nieuwbouw van woningen en utiliteitsgebouwen wordt de integrale energieprestatie van het gebouw als geheel conform NEN 7120 (Energieprestatie van gebouwen – bepalingmethode) beoordeeld. In artikel 5.2 van het Bouwbesluit zijn voor vrijwel alle in de praktijk voorkomende gebruiksfuncties eisen aan de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) gegeven. Een overzicht is weergegeven in tabel 1.

Er geldt één generieke EPC-eis voor alle woningbouw (onafhankelijk van het type woning). Het type woning wordt impliciet meegenomen in de NEN 7120-berekening door te corrigeren voor vormfactoren.

Tabel 1

EPC-eis volgens het Bouwbesluit per gebruiksfunctie

Gebruiksfunctie	EPC-eis
Woonfunctie	
• Woonwagen	1.3
• andere woonfunctie	0.6
bijeenkomstfunctie (met alcohol en overig)	2.0
Celfunctie	1.8
gezondheidszorgfunctie met bedgebied	2.6
gezondheidszorgfunctie anders	1.0
Kantoorfunctie	1.1
logiesfunctie in een logiesgebouw	1.8
logiesfunctie – anders (vakantiewoning)	1.4
Onderwijsfunctie	1.3
sportfunctie (matig verwarmd en overig)	1.8
Winkelfunctie	2.6

Voor utiliteitsgebouwen gelden per gebruiksfunctie verschillende EPC-eisen. Wanneer in een gebouw sprake is van meerdere typen gebruiksfuncties (met verschillende EPC-eisen), dan wordt in de Nederlandse methodiek niet meer gesproken over de hoogte van de EPC, maar over de Q/Q-waarde¹ ($Q_{\text{prestatie}}/Q_{\text{toelaatbaar}}$). Dit is de verhouding tussen het karakteristieke energiegebruik van het gebouw gedeeld door het toelaatbare energiegebruik.

In de Q/Q-waarde zijn de EPC-eisen van de verschillende gebruiksfuncties verwerkt en gecorrigeerd tot één getal. Een gebouw met een Q/Q-waarde van kleiner of gelijk aan 1,0 voldoet aan de Bouwregelgeving. Wanneer de Q/Q-waarde groter is dan 1,0 zullen aanvullende energiebesparende maatregelen getroffen moeten worden, omdat de vereiste energiezuinigheid nog niet behaald is.

De energieprestatie-eisen op basis van een EPC-eis worden reeds gehanteerd sinds de invoering hiervan in 1995. Een overzicht van de ontwikkeling van de energieprestatie-eisen voor verschillende gebouwfuncties is opgenomen in bijlage 14.

Bij de bepaling van de kostenoptimale EPC-eisen per gebruiksfunctie wordt voor de meeste gebruiksfuncties gebruikgemaakt van meerdere referentiegebouwen (zie ook tabel 2). De hoogte van de EPC-eis is afgestemd op basis van het maatgevende referentiegebouw (het referentiegebouw met de hoogste EPC-eis).

Vangnet eisen nieuwbouw

Naast de energieprestatie-eisen in de vorm van de EPC zijn er in het Bouwbesluit nog zogenoemde vangnet-eisen opgenomen. Dit zijn minimale isolatie-eisen voor dichte delen en open delen:

- Minimale warmteweerstand voor dichte delen ($R_c \geq 3.5 \text{ m}^2\text{k/W}$).
- Maximale warmtedoorgangscoefficiënt voor gevelopeningen ($U_{\text{raam}} \leq 2.2 \text{ W/m}^2\text{k}$).

¹ Met ingang van 1 juli 2012 (introdunctie NEN 7120) is de Q/Q-waarde vervangen door de E/E-waarde (E_{ptot}/E_{padmin}). Het werkingsprincipe van de E/E-waarde is echter hetzelfde als die van de Q/Q-waarde. In deze rapportage wordt nog gesproken over de Q/Q-waarde.

De huidige vangnet-eisen zijn niet opgesteld vanuit kostenoptimaliteit. In het kader van het energiezuinigheidsbeleid is er gekozen voor een aanpak waarbij in de basis de grootste energieverliezen worden voorkomen door het stellen van minimale isolatie-eisen aan de gebouwschil.

Per 1 maart 2013 is de U-waarde voor gevelopeningen aangescherpt naar $U_{\text{raam}} \leq 1.65 \text{ W/m}^2\text{K}$. Voor 2015 is een aanscherping van de R_c naar $5,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ voorzien. Hierbij is wel gekeken naar kostenoptimaliteit (zie onderliggende rapportage 5).

Bestaande bouw

Voor bestaande bouw gelden in de bouwregelgeving thans geen specifieke eisen ten aanzien van de integrale energieprestatie van het gebouw. Binnen de Nederlandse bouwregelgeving kunnen alleen eisen gesteld worden aan onderdelen die normaal vervangen worden. Het is daardoor alleen mogelijk om eisen te stellen op componentniveau.

Bij aanpassingen of uitbreiding van het gebouw moet de isolatiegraad op dit moment voldoen aan de eisen zoals die ooit gesteld zijn bij de vergunningverlening voor oprichting van het gebouw met een minimale warmteweerstand (R_c) van $1.3 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Ondanks dat er in Nederland op dit moment geen nadere eisen worden gesteld aan bestaande bouw op het gebied van energiezuinigheid (van onderdelen), zijn er wel nieuwe eisen voorzien. Deze eisen worden naar verwachting in de loop van 2013 van kracht. In deze rapportage wordt daarom naast nieuwbouw ook ingegaan op de voorziene eisen voor aanpassingen en uitbreidingen bij bestaande gebouwen.

Voorziene eisen voor bestaande bouw

Bij de nieuwe eisen voor bestaande bouw wordt onderscheid gemaakt in isolatie-eisen en installatietechnische eisen. De isolatie-eisen worden van toepassing op ingrijpende renovaties waarbij tenminste 25% van het schiloppervlak van een gebouw integraal wordt aangepakt. De volgende prestatie-eisen op componentniveau zijn voorzien:

- Dichte delen $R_c \geq 3.5 \text{ m}^2\text{k/W}$.
- Gevelopeningen (raam met kozijn) $U_{\text{raam}} \leq 1.65 \text{ W/m}^2\text{k}$.

De bovengenoemde eisen zijn van toepassing op alle renovatiesituaties. De kosteneffectiviteit bij de renovatie-ingreep kan sterk verschillen, afhankelijk van het type bestaande constructie en de renovatie-ingreep. Op grond van de bouwregelgeving is het niet mogelijk om onderscheid te maken naar type constructie.

Bij het geheel of gedeeltelijk vernieuwen of veranderen of het vergroten van een technisch verwarmings-, warmtapwater-, koel- en ventilatiesysteem, waarbij het systeemrendement wordt beïnvloed, zijn de volgende eisen op systeemniveau voorzien:

- Systeemrendement verwarmingssysteem:
 - in geval van een lokaal systeem $\geq 0,63$;
 - voor woonfunctie, niet lokaal $\geq 0,71$;
 - voor overige functies, niet lokaal $\geq 0,65$.
- Systeemrendement warm tapwatersysteem $\geq 0,29$.
- Systeemrendement koelsysteem $\geq 0,75$.
- Ventilatoren $\text{spf} \leq 2,5 \text{ W}/(\text{dm}^3/\text{s})$ voor ventilatiesystemen met een capaciteit $> 5.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

De systeemrendementen zijn afgeleid van de haalbare referentietechnieken die toegepast kunnen worden bij renovatie.

De voorziene eisen hebben alleen betrekking op gebouwonderdelen die vervangen of aangepast worden. Op grond van artikel 4 van de Woningwet is het in Nederland niet mogelijk om eisen te stellen aan bouwdelen die niet vervangen of aangepast worden. De mogelijkheden voor de Nederlandse overheid voor het stellen van eisen aan de bestaande bouw zijn hierdoor beperkt.

2.2 Berekening kostenoptimaliteit

De berekeningsmethode voor kostenoptimaliteit is voorgeschreven in bijlage 1 van EU Verordening 244/2012 van 16 januari 2012. Er is sprake van een berekening van de totale netto contante kosten exclusief inflatie gedurende een bepaalde beschouwingsperiode. Alle toekomstige kosten of baten worden met behulp van een discontovoet teruggerekend (verdisconteerd) naar het jaar waarin de calculatie is uitgevoerd.

De standaard calculatieperiode is voor woningen 30 jaar, voor commerciële utiliteitsgebouwen 20 jaar en voor openbare utiliteitsgebouwen 30 jaar. De scheidslijn voor openbare of commerciële gebouwen is gelegd bij gebouwen in eigendom van de overheid en waar in het algemeen overheidsinstanties zijn gevestigd.

Bij de gehanteerde referentiegebouwen voor utiliteit (zie paragraaf 3.1.1 – utiliteitsgebouwen) is alleen het cellingebouw te kenmerken als openbaar gebouw. Binnen de berekeningen is daarom alleen voor dit gebouw rekening gehouden met een calculatieperiode van 30 jaar. Voor alle overige gebouwen is een calculatieperiode gehanteerd van 20 jaar.

Bij de totale kosten van een maatregel wordt rekening gehouden met:

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

In de berekeningsmethode (EU Verordening 244/2012) wordt onderscheid gemaakt in een financiële en een macro-economische calculatie. In de financiële calculatie wordt belasting (energiebelasting en btw) meegenomen. In de macro-economische calculatie blijft belasting buiten beschouwing. Daarnaast wordt in de macro-economische calculatie rekening gehouden met de kosten van CO₂-emissies. De berekeningswijze van de kosten (of baten) van de CO₂-emissies wijkt af doordat de kosten hiervan in toekomstige jaren niet worden verdisconteerd naar het startjaar van de calculatie.

Subsidies zijn niet in de calculatie meegenomen (conform EU Verordening 244/2012).

Kostenoptimaal

Kostenoptimaal is gedefinieerd als de situatie waarin de netto contante kosten over de beschouwingsperiode een minimum bereiken. De totale kosten voor de initiële investering, onderhoud en eventuele herinvesteringen zijn na aftrek van een eventuele restwaarde kleiner dan de totale baten door de besparing op de energiekosten.

De investering voor een kostenoptimale energiebesparende maatregel verdient zich in de financiële calculatie dus terug door de besparing op de energiekosten. Omdat er in de macro-economische calculatie ook rekening wordt gehouden met de kosten van CO₂-emissies zal de investering voor een energiebesparende maatregel zich sneller terugverdienen. Naast de besparing op de energiekosten is er immers ook sprake van een besparing op de kosten van CO₂-emissies.

2.3 Gebruik van gegevens uit eerdere studies

Om de kostenoptimaliteit uit te kunnen rekenen zijn vele gegevens benodigd, waaronder energiedata en investeringskosten. In Nederland zijn in het recente verleden verschillende onderzoeken uitgevoerd waarin deze informatie beschikbaar is.

Bij het opstellen van de voorliggende rapportage is gebruikgemaakt van de informatie die al in deze onderzoeken beschikbaar was. De berekende energiegebruiken en energiebesparingen zijn opnieuw gebruikt en de investeringskosten en energieprijzen zijn geactualiseerd naar het huidige prijspeil en de huidige inzichten.

Onderstaand is een overzicht gegeven van de verschillende onderzoeken waarvan de gegevens gebruikt zijn. Het volgnummer verwijst naar het nummer van de onderliggende rapportages die separaat bij deze rapportage zijn gevoegd:

1. Aanscherpingsstudie EPC woningbouw 2011 – deelrapport theoretische toets (2009).
2. Onderzoek mogelijkheid invoering EPC voor woonwagens (2007).
3. Aanscherping EPC-eisen utiliteitsbouw – haalbaarheidsstudie (2005).
4. Beperkte update aanscherping energieprestatie utiliteitsbouw (2007).
5. Kosteneffectiviteit Rc-aanscherping – Onderzoek naar de levensduurkosten van het verder aanscherpen van de isolatie-eisen uit het bouwbesluit 2012 (2012).

In bovenstaande onderzoeken is de haalbaarheid van een bepaalde EPC prestatie vaak onderzocht op basis van kostenoptimaliteit. De gehanteerde methodiek voor bepaling van de kostenoptimaliteit verschilt bij de meeste studies echter van de Europese methodiek. Hierdoor kunnen de uitkomsten (en conclusies) op basis van de Europese methodiek afwijken van de oorspronkelijke studies.

Het onderzoek 'Kosteneffectiviteit Rc-aanscherping' is uitgevoerd om te onderzoeken of de vangnet eisen aangescherpt kunnen worden. Dit onderzoek uit 2012 is opgesteld conform de methodiek van de Verordening.

NEN 7120 versus NEN 5128 of NEN 2916

De onderzoeken naar aanscherping van de EPC voor woningbouw, woonwagens en utiliteitsbouw zijn uitgevoerd op basis van de destijds geldende methode voor de bepaling van de energieprestatie van een gebouw: NEN 5128 voor woonfuncties en NEN 2916 voor utiliteitsfuncties.

Recent zijn NEN 5128 en NEN 2916 vervangen door NEN 7120. Voor de onderhavige rapportage is nog gebruikgemaakt van de resultaten van de EPC-berekeningen die met NEN 5128 en NEN 2916 zijn uitgevoerd. Er heeft geen herberekening met NEN 7120 plaatsgevonden.

Een gevolg van een nieuwe rekenmethodiek is dat de uitkomsten van berekeningen kunnen verschillen. Om nu te voorkomen dat bij iedere aanpassing van de norm er nieuwe eisen bepaald zouden moeten worden, hanteert Nederland het systeem van de C_{epc} -factoren. De C_{epc} -factoren zorgen er voor dat gemiddeld gezien de eventuele effecten van de overgang naar de nieuwe methodiek in de EPC weer gecorrigeerd worden. Oftewel: de EPC berekend met NEN 5128 of NEN 2916 komt ongeveer overeen met de EPC berekend met NEN 7120.

De C_{epc} -studie uit 2011 is separaat bijgevoegd als onderliggende rapportage 6.

2.4 Weergave kostenoptimaliteit

De berekende netto contante kosten zijn in de resultaatgrafieken voor nieuwbouw weergegeven ten opzichte van de Q/Q-waarde ($Q_{prestatie}/Q_{toelaatbaar}$). Dit is de verhouding tussen het karakteristieke energiegebruik van het gebouw gedeeld door het toelaatbare energiegebruik zoals dat in Nederland wordt toegepast voor de toetsing van de energieprestatie van een gebouw aan de prestatie-eisen uit de bouwregelgeving (zie paragraaf 2.1).

Het toelaatbare energiegebruik is in belangrijke mate afhankelijk van het gebruiksoppervlak van een gebouw. De huidige energieprestatie-eis in Nederland ligt op een Q/Q-waarde van 1,0. Hierin is de EPC-eis per gebruiksfunctie verwerkt.

Verschillen in energiegebruik per vierkante meter tussen verschillende typen gebouwen worden hierdoor geminimaliseerd.

Deze verschillen zijn immers opgenomen in het toelaatbare energiegebruik per vierkante meter. Bij een Q/Q-waarde van nul is ook het energiegebruik per vierkante meter gebruiksoppervlak nul.

Ook bij de weergave van de netto contante kosten is er bij nieuwbouw gekozen voor een weergave van euro's per vierkante meter. De energieprestatie-eisen in Nederland worden gesteld aan verschillende gebruiksfuncties. Het effect van energiebesparende maatregelen is per gebruiksfuncties bepaald. Hierbij is gebruikgemaakt van referentiegebouwen van verschillende grootte. Door de netto contante kosten weer te geven per vierkante meter worden verschillen tussen (totale) kosten per gebouw geminimaliseerd.

Voor maatregelen in de bestaande bouw zijn de berekende netto contante kosten in de resultaatgrafieken weergegeven per type maatregel (en dus niet zoals bij nieuwbouw ten opzichte van een Q/Q-waarde).

Bij de bouwkundige maatregelen zijn de netto contante kosten weergegeven in euro's per vierkante meter (gevel, vloer of dak). Bij de installatietechnische maatregelen voor verwarmings- en koelsystemen per kW thermisch vermogen van het opwekkingstoestel.

3. Uitgangspunten kostenoptimaliteit

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten besproken die zijn gehanteerd bij de berekeningen voor de kostenoptimaliteit van de energieprestatie van gebouwen. Allereerst wordt ingegaan op de gehanteerde referentiegebouwen. Vervolgens worden in paragraaf 3.2 tot en met 3.8 de rekenkundige uitgangspunten besproken.

De doorgerekende energiebesparende maatregelen per bouwtype worden besproken in hoofdstuk 4.

3.1 Gehanteerde referentiegebouwen

Voor de nieuwbouwstudies naar woningen, woonwagens en utiliteitsgebouwen is een vaste set referentiegebouwen gehanteerd. Voor bestaande bouw is gekeken naar de bandbreedte van de in de gebouwenvoorraad voorkomende gebouwen qua grootte, gebruiksfunctie en voorkomende bouwkundige constructies en opwekkingstechnieken.

3.1.1 Nieuwbouw

Woningen

Bij woningen is onderscheid gemaakt in de meest voorkomende woningtypes:

- Rijtussenwoning (TW).
- Rijhoekwoning (HW).
- 2-onder-1 kapwoning (2k).
- Vrijstaande woning (V).
- Appartementengebouw (App).
- Galerijflat (Gal).

In onderliggende rapportage 8 is een overzicht gegeven van de bouwkundige kenmerken en het voorkomen van de referentiewoningen in de Nederlandse woningvoorraad.

Woonwagens

Bij woonwagens is voor de referentiegebouwen gebruikgemaakt van drie veel voorkomende typen:

- Enkele breedte, enkellaags (EE).
- Dubbele breedte, enkellaags (DE).
- Dubbele breedte, dubbellaags (DD).

De verschillende typen zijn in detail beschreven achterin onderliggende rapportage 2, het onderzoek naar invoering van de EPC-eis voor woonwagens.

Utiliteitsgebouwen

Bij utiliteit zijn de referentiegebouwen een acceptabele afspiegeling van de desbetreffende deelsegmenten in de utiliteitsbouw. In totaal gaat het om 22 gebouwen met verschillende gebruiksfuncties en omvang. De gebouwen zijn fictieve gebouwen die opgebouwd zijn uit maximaal drie rechthoekige blokvormen. Uitzondering hierop zijn de gevangenis, de HBO school en de sportgebouwen. Deze gebouwen zijn gebaseerd op werkelijke gebouwen.

In ieder gebouw is er één gebruiksfunctie die als hoofdgebruiksfunctie aangemerkt kan worden (meer dan 70% van het bruto vloeroppervlak).

Aan alle in de referentiegebouwen voorkomende hoofdgebruiksfuncties worden energieprestatie-eisen gesteld.

Een overzicht van de utiliteitsgebouwen met bijbehorende hoofdgebruiksfuncties is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2
Referentiegebouwen utiliteitsbouw per gebruiksfunctie

hoofdgebruiksfunctie	referentiegebouw
bijeenkomstfunctie met alcohol	café-restaurant
bijeenkomstfunctie overig	buurthuis theater museum
celfunctie	gevangenis
gezondheidszorg zonder bedgebied	groepspraktijk
gezondheidszorg met bedgebied	verpleeghuis ziekenhuis
kantoorfunctie	kantoor klein kantoor middel kantoor groot
logiesgebouw	hotel
onderwijsfunctie	basisschool VO-school HBO-school
sportfunctie, matig verwarmd	tennisal
sportfunctie, overig	gymzaal sporthal zwembad
winkelfunctie	kleine winkel supermarkt warenhuis

De referentiegebouwen uit tabel 2 zijn beschreven in onderliggende rapportage 3 (haalbaarheidsstudie naar aanscherping van de EPC-eisen voor utiliteitsgebouwen). In bijlage 2 hiervan zijn de verschillende bouwkundige gegevens van de referentiegebouwen weergegeven.

3.1.2 Bestaande bouw

Bij de berekening van de kostenoptimaliteit van de voorgestelde eisen voor bestaande bouw is alleen indirect gebruikgemaakt van referentiegebouwen.

De bestaande bouwvoorraad heeft een zeer grote diversiteit. In een eerste fase zijn daarom referentiegebouwen gedefinieerd die als dekkend voor het merendeel van de gebouwen zijn op te vatten. Hierbij is onderscheid gemaakt naar grootte, energiezuinigheid, gebruiksfunctie en technische uitvoering.

Deze referentiegebouwen zijn vervolgens op integrale wijze doorgerekend en op basis daarvan zijn kengetallen (energiebesparingen en kosten) vastgesteld die voldoende dekkend voor de bestaande bouwvoorraad zijn. Vervolgens is met referentiecasses de stap gemaakt naar het component- en systeemniveau waarvoor eisen zijn voorgesteld.

Bouwkundig

Voor de bouwkundige eisen zijn vanuit de referentiegebouwen besparingskengetallen afgeleid voor een m² schildeel. Hierdoor kunnen renovatiecases (verschillende bouwkundige verbeteropties) beschouwd worden in plaats van gebouwen.

Bij doorrekening van de gebouwen bleek weliswaar dat alle verschillende kenmerken van invloed waren op de absolute energiebesparing door isolatiemaatregelen maar alleen het onderscheid naar gebruiksfunctie maakte dermate uit dat voor zeven categorieën gebouwen (groepen gebruiksfuncties) energiebesparingsgetallen zijn afgeleid. Deze categorieën zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3
Beoordeelde groepen van gebruiksfuncties bij bestaande bouw

categorie	gebruiksfunctie
W1 Woningen	woonfunctie, overig woonfunctie in woonwagens
C Cel	celfunctie
G Gezondheid met bedgebied	gezondheidszorgfunctie met bedgebied
K1 kantoor, sport/bijeenkomst/gezondheid overig	kantoorfunctie sportfunctie, overig bijeenkomstfunctie overig gezondheidszorgfunctie overig
K2 Onderwijs en kinderopvang	onderwijsfunctie bijeenkomstfunctie voor kinderopvang
S Sport matig verwarmd	sportfunctie, matig verwarmd
L Logiesfunctie niet zijnde een logiesgebouw	logiesfunctie niet in een logiesgebouw
W2 Logiesgebouw en winkel	logiesfunctie in logiesgebouw winkelfunctie

Installaties

Ook voor de installatie-eisen op systeemniveau zijn kengetallen bepaald aan de hand van referentiegebouwen. Hierbij is rekening gehouden met de verschillende kenmerken die van invloed zijn op de grootte van de energievraag. Er is gebruikgemaakt van dezelfde categorieën gebruiksfuncties als bij de bouwkundige maatregelen (zie tabel 3).

Op basis van de kentallen zijn energievraagprofielen bepaald met een minimum en een maximum. Deze vraagprofielen zijn vervolgens gebruikt bij de bepaling van de energiebesparing in de renovatiecases (installaties met verbeteropties). Voor verwarming, koeling en warm tapwater zijn de installaties geclassificeerd op basis van capaciteit om de effecten door verschillen in installatiegrootte te kunnen beoordelen.

Voor ventilatiesystemen is gekeken naar de energie-efficiency van de gebruikte ventilatoren.

3.2 Discontovoet en inflatie

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. Alle berekeningen zijn uitgevoerd met als basisjaar 2012.

De volgende discontovoeten zijn gehanteerd:

- Financiële berekening:
 - woningbouw 5,5%;
 - utiliteitsbouw 8,0%.
- Macro-economische berekening:
 - woningbouw 3,0%;
 - utiliteitsbouw 3,0%.

In de gevoeligheidsanalyses zijn afwijkende discontovoeten gehanteerd:

- Financiële berekening:
 - woningbouw 3,5% en 6,5%;
 - utiliteitsbouw 6,5% en 9,0%.
- Macro-economische berekening:
 - woningbouw 2,0% en 4,0%;
 - utiliteitsbouw 2,0 en 4,0%.

De calculatie is inflatie-vrij uitgevoerd.

3.3 Energiebesparing

De energiekosten zijn bepaald op basis van het gas- en elektriciteitsverbruik. Er is in vrijwel alle calculaties gerekend met het extra energiegebruik oftewel de energiebesparing ten opzichte van de referentiesituatie of een referentie-ingreep. Alleen voor de beoordeling van de kostenoptimaliteit van de R_c-eis voor nieuwbouw is gerekend met het absolute energiegebruik.

Voor de bepaling van het gas- en elektriciteitsverbruik is gebruikgemaakt van de energieprestatiesoftware ten tijde van de uitvoering van de oorspronkelijk uitgevoerde studies. Voor nieuwbouw was dit NPR 5129 (energieprestatiesoftware op basis van NEN 5128) voor woningbouw en NPR 2917 (energieprestatiesoftware op basis van NEN 2916) voor utiliteitsbouw. Het onderzoek naar bestaande bouw is uitgevoerd in 2012. Hierbij is gebruikgemaakt van een rekentool die is gebaseerd op NEN 7120 (de NV-tool).

Sinds 1 juli 2012 wordt voor het bepalen van de energieprestatie van nieuwbouw gebruikgemaakt van NEN 7120. De vereiste energieprestatie per type gebruiksfunctie is ongewijzigd gebleven. Eventuele verschillen tussen de oude bepalingwijze (NEN 5128/NEN 2916) en de nieuwe methodiek zijn ondervangen door de bepaling van een correctiefactor op de EPC. Hierdoor zijn de berekende resultaten met NEN 5128 en NEN 2916 grosso modo vergelijkbaar met de resultaten met NEN 7120 (zie ook paragraaf 2.3 en onderliggende rapportage 6).

Bij de bepaling van de energiebesparing bij renovatie van de installaties in bestaande bouw is aanvullend op voornoemde rekenmethodiek gebruikgemaakt van vraagprofielen met een lage en hoge energiebesparing.

De energieprestatie wordt uitgedrukt in primair energiegebruik per gebouw. Voor de bepaling van de energiekosten is het primaire energiegebruik omgerekend naar kubieke meter aardgas en kWh elektriciteit. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Aardgas 35,17 MJ primaire energie per m³ aardgas.
- Elektriciteit 9,23 MJ primaire energie per kWh.

3.4 Energieprijzen

Bij de energieprijzen is alleen rekening gehouden met de totale variabele kosten voor energie per eenheid (commodity + variabele tariefcomponenten en afhankelijk van het type calculatie ook energiebelasting en btw (zie paragraaf 3.5)). Er is geen rekening gehouden met vaste kosten.

In een gevoeligheidsanalyse voor de financiële calculatie is rekening gehouden met een energiescenario met een 20% kleinere ontwikkeling ten opzichte van de basisprijs voor 2012 en een energiescenario met een 20% grotere ontwikkeling ten opzichte van de basisprijs voor 2012.

De in de calculatie gehanteerde energieprijsscenario's staan vermeld in bijlage 1.

3.4.1 Woningbouw

Bij de berekening van de energiekosten is voor woningbouw, woonwagens en vakantiewoningen het energieprijsscenario gehanteerd dat is opgesteld door ECN voor de periode 2010-2040 (zie onderliggende rapportage 7).

Omdat de berekening van de kostenoptimaliteit bij een calculatieperiode van 30 jaar wordt uitgevoerd van 2012 tot en met 2041 is voor dat laatste jaar het energieprijsscenario rechtlijnig geëxtrapoleerd. Voor niet genoemde tussenliggende jaren in de ECN rapportage is rechtlijnig geïnterpoleerd. 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 utiliteitsgebouwen en van de gasprijs van respectievelijk 2,0% en 1,8%.

3.4.2 Utiliteitsbouw

Bij de berekening van de energiekosten voor utiliteitsbouw is gebruikgemaakt van de energieprijzen tool van AgentschapNL. Met deze tool kan voor verschillende utiliteitsgebouwen, afhankelijk van het totale energiegebruik, een reële inschatting gemaakt worden van het energietarief. Voor de gehanteerde referentiegebouwen is onderscheid gemaakt in drie tariefniveaus: hoog, midden en laag.

De inschatting voor het energietarief kan met de tool echter alleen gemaakt worden voor 2012 of eerdere jaren. Voor de prijs in het basisjaar is de energieprijis uit 2012 gebruikt.

Voor het energieprijsscenario tot en met 2041 is in aanvulling daarop gebruikgemaakt van de hiervoor genoemde rapportage van ECN. Hierin is ook een energieprijsscenario voor utiliteitsbouw opgenomen. De ontwikkeling van de energieprijis in de periode 2010-2040 ten opzichte van 2012 is opgeteld bij de energieprijis uit de tool van AgentschapNL voor het basisjaar.

3.5 Belastingen

In de financiële calculatie is rekening gehouden met energiebelasting en btw (belasting op toegevoegde waarde). De energiebelasting is meegenomen in de energieprijzen. Btw zit verwerkt in de energieprijzen, de investeringskosten en herinvesteringen, onderhoudskosten en eventuele restwaarde. Er is rekening gehouden met 19% btw.

In het energieprijsscenario is geen rekening gehouden met ontwikkeling van de energiebelasting of de btw.

Bij de macro-economische calculatie zijn de energiebelasting en btw niet meegenomen.

3.6 CO₂

De CO₂-emissie is berekend met emissiegetallen die zijn vastgelegd in de huidige bepalingmethode voor energieprestatie van gebouwen (NEN7120:2011).

De CO₂-emissiefactoren zijn als volgt:

- Aardgas 50,6 kg CO₂/GJ primair energiegebruik oftewel 1,78 kg CO₂/m³ aardgas.
- Elektriciteit 61,3 kg CO₂/GJ primair energiegebruik oftewel 0,566 kg CO₂ per kwh.

Voor de CO₂-prijs voor de macro-economische calculatie is gebruikgemaakt van de voorgeschreven minimumwaarden uit bijlage II van EU Verordening 244/2012.

De CO₂-prijzen zijn als volgt:

- 20 euro per ton CO₂ 2012 t/m 2025.
- 35 euro per ton CO₂ 2026 t/m 2030.
- 50 euro per ton CO₂ 2031 – verder.

3.7 Investeringskosten en restwaarde

De investeringskosten voor de doorgerekende maatregelen voor nieuwbouw zijn allemaal geactualiseerd naar prijspeil 2012. De installatietechnische investeringen zijn geactualiseerd door Techniplan (zie onderliggende rapportage 9). De bouwkundige investeringen zijn geactualiseerd door Winket (zie onderliggende rapportage 10).

In vrijwel alle gevallen is er gerekend met de meerkosten ten opzichte van een referentiesituatie of een referentie ingreep (bij renovatie). Alleen voor de beoordeling van de kostenoptimaliteit van de Rc-eis voor nieuwbouw is gerekend met absolute kosten.

Bij herinvesteringen is er gerekend met hetzelfde investeringsbedrag als in het startjaar van de calculatie. Er is dus van uitgegaan dat de vervangingskosten gelijk zijn aan de oorspronkelijke investeringskosten.

Wanneer de levensduur van de getroffen maatregelen al dan niet na herinvestering langer is dan de beschouwingsperiode van 20 of 30 jaar is er conform de voorgeschreven berekeningsmethode rekening gehouden met een restwaarde.

3.8 Onderhoud

Voor de jaarlijkse onderhoudskosten van installatietechnische maatregelen is uitgegaan van 5% van het investeringsbedrag. Bij bouwkundige maatregelen is er geen rekening gehouden met onderhoudskosten (0%).

4. Beoordeelde energiebesparende maatregelen

In dit hoofdstuk worden voor zowel nieuwbouw als bestaande bouw, voor woningen en utiliteitsgebouwen de doorgerekende maatregelen besproken.

Voor de levensduur van maatregelen is uitgegaan van de levensduur die in de oorspronkelijke studie ook gehanteerd is.

4.1 Nieuwbouw

De energiebesparende maatregelen voor nieuwbouw zijn allemaal beoordeeld ten opzichte van een referentiesituatie, een pakket aan energiebesparende maatregelen waarmee min of meer voldaan kan worden aan de huidige energie prestatie-eisen in Nederland.

4.1.1 Woningen

Voor elke referentiewoning zijn ten opzichte van de referentiesituatie de volgende (aanvullende) maatregelen doorgerekend:

- Extra isolatie: $R_c = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ voor de gevel en $7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ voor het dak.
- Douche-warmteterugwinning (DWTW).
- Zonneboiler voor tapwater (2.8 m^2 collectoroppervlak) indien nog niet aanwezig in de referentiesituatie.
- Driedubbele beglazing en een extra geïsoleerde deur: $U_{\text{raam}}=1.3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ met ZTA 0.5 en $U_{\text{deur}}=1.2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.
- Lagetemperatuur verwarming met vloer en/of wandverwarming.
- Fotovoltaische cellen (PV) met 600 Wp (5 m^2 met 120 Wp/m^2).

Bij het doorrekenen van de maatregelen is er per type referentiewoning in de referentiesituatie onderscheid gemaakt in een maatregelpakket met een HR-ketel en een elektrische warmtepomp met bodemwarmtewisselaar. Bij beide pakketten is vervolgens onderscheid gemaakt in een ventilatiesysteem met zelfregelende roosters en met balansventilatie.

Een overzicht van de verschillende energiebesparende maatregelen in de uitgangssituatie is per type referentiewoning weergegeven in bijlage 2. Tevens zijn in bijlage 2 de hierboven vermelde onderzochte energiebesparende maatregelen meer in detail beschreven.

Voor de bouwkundige maatregelen is een levensduur van 30 jaar gehanteerd en voor de installatietechnische maatregelen een levensduur van 15 jaar.

Separaat is gekeken naar het effect van het verhogen van de minimale isolatiewaarde van de schil van $R_c 3,5$ naar $5,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ voor alle schildelen. Hierbij is een levensduur gehanteerd van 75 jaar. Ook is gekeken naar het effect van het aanscherpen van de maximale U-waarde voor transparante delen van $U_{\text{raam}} 2,2$ naar $U_{\text{raam}} 1,65 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Doordat er sprake is van zeer geringe tot geen meerkosten/ m^2 is deze aanscherping altijd kostenoptimaal. In deze rapportage wordt deze aanscherping verder niet meer toegelicht.

4.1.2 Woonwagens

Per woonwagen zijn twee maatregelpakketten doorgerekend met een combinatie van na-isolatie en een ander type ventilatiesysteem. De maatregelpakketten zijn beschreven in bijlage 3.

Voor de levensduur van bouwkundige maatregelen is net als bij woningen een levensduur van 30 jaar gehanteerd en voor de installatietechnische maatregelen een levensduur van 15 jaar.

4.1.3 Vakantiewoningen

Een vakantiewoning is in de regelgeving een gebouw met een logiesfunctie, niet in een logiesgebouw gelegen. Voor de vakantiewoning zijn vier maatregelpakketten doorgerekend. Er is onderscheid gemaakt in type ventilatiesystemen en mate van isolatie. De maatregelpakketten zijn beschreven in bijlage 3.

Voor de levensduur van bouwkundige maatregelen is net als bij woningen een levensduur van 30 jaar gehanteerd en voor de installatietechnische maatregelen een levensduur van 15 jaar.

4.1.4 Utiliteitsgebouwen

In tabel 4 is met kruisjes aangegeven welke maatregelen doorgerekend zijn voor de verschillende referentiegebouwen. Als er geen kruisje staat, betekent dit dat de maatregel al in de referentiesituatie zit of dat de maatregel niet zinvol is voor dit bouwtype.

Tabel 4
 Onderzochte energiebesparende maatregelen per referentiegebouw

	Bijeenkomst				Cellen	Gezondheidszorg			Kantoor			
	Cafe restaurant	buurtparc	museum	theater		Gevangenis	niet klinisch	klinisch		Klein	Middel	Groot
							Groepspraktijk	Verpleegtehuis	Ziekenhuis			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Bouwkundig</i>												
isolatie totaal Rc=3												
Isolatie gevel Rc=3.5			x									
Isolatie gevel Rc=4			x									
Isolatie dak Rc=3.5			x									
Isolatie dak Rc=4			x									
Isolatie vloer Rc=3.5			x									
Isolatie vloer Rc=4			x									
Isolatie totaal Rc=4			x									
Isolatie ramen U=1.8	x	x				x			x			
Glaspercentage 25%			x	x								
Glaspercentage 50%	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Installatie</i>												
Energiezuinige verlichting HF+					x							
Reg ventilatoren inlaat/waaier	x	x	x	x		x		x	x			
Reg ventilatoren toerenregeling	x	x	x	x		x		x	x			
Reg verlichting veegpuls			x	x	x		x	x				
Reg verlichting daglicht		x	x	x	x		x	x				
Reg verlichting daglicht+veegpuls	x	x	x	x	x	x	x	x		x		
Aanwezigheidsdetectie			x	x		x				x		
WTW ventilatielucht rend 60%												
WTW ventilatielucht rend 65 %												
WTW ventilatielucht rend 70%			x	x	x		x			x		
Verhogen rendement CV			x	x								
LTS	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
Warmtepomp	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Warmte/koudeopslag			x	x	x		x	x		x	x	
Zonneboiler voor ww											x	
WKK								x				

Vervolg tabel 4
 Onderzochte energiebesparende maatregelen per referentiegebouw

	Logies	Onderwijs				Sportgebouw				Winkel		
	Hotel	Basisschool	VO school	HBO	Gymzaal	Tennishal	Sporthal	Zwembad	Klein	Super	Warenhuis	
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
<i>Bouwkundig</i>												
isolatie totaal Rc=3										x		
Isolatie gevel Rc=3.5						x				x		
Isolatie gevel Rc=4						x				x		
Isolatie dak Rc=3.5						x				x		
Isolatie dak Rc=4						x				x		
Isolatie vloer Rc=3.5						x				x		
Isolatie vloer Rc=4						x				x		
Isolatie totaal Rc=4						x				x		
Isolatie ramen U=1.8	x	x			x				x			
Glaspercentage 25%												
Glaspercentage 50%	x	x	x	x	x		x		x	x	x	
<i>Installatie</i>												
Energiezuinige verlichting HF+							x					
Reg ventilatoren inlaat/waaiër			x	x				x		x	x	
Reg ventilatoren toerenregeling			x	x				x		x	x	
Reg verlichting veegpuls	x	x										
Reg verlichting daglicht	x	x										
Reg verlichting daglicht+veegpuls	x	x				x						
Aanwezigheidsdetectie		x	x	x	x	x	x	x				
WTW ventilatielucht rend 60%								x				
WTW ventilatielucht rend 65 %												
WTW ventilatielucht rend 70%	x	x		x		x		x		x	x	
Verhogen rendement CV		x	x			x				x	x	
LTS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Warmtepomp	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
Warmte/koudeopslag				x						x	x	
Zonneboiler voor ww						x						
WKK								x				

Voor elk type referentiegebouw is in de oorspronkelijke studie een kostenneutraal maatregelenpakket samengesteld. In veel gevallen is hierbij gebruikgemaakt van een elektrische warmtepomp met bronsysteem. Omdat bronsystemen niet op alle locaties toegepast kunnen worden is voor elk type referentiegebouw ook een maatregelenpakket samengesteld met een op elke locatie toepasbare warmtepomp op ventilatieretourlucht en/of buitenlucht. De samenstelling van de maatregelenpakketten is beschreven in bijlage 4.

Voor de bouwkundige maatregelen is een levensduur van 50 jaar gehanteerd. Bij de installatietechnische maatregelen is voor de meeste maatregelen een levensduur van 15 jaar gehanteerd. Alleen voor energiezuinige verlichting, verlichtingsregelingen, zonneboiler en WKK is 20 jaar aangehouden.

Separaat is gekeken naar het effect van het verhogen van de minimale isolatiewaarde van de schil van R_c 3,5 naar 5,0 $m^2.K/W$ voor alle schildelen. Hierbij is een levensduur gehanteerd van 75 jaar. Ook is gekeken naar het effect van het aanscherpen van de maximale U-waarde voor transparante delen van U_{raam} 2,2 naar U_{raam} 1,65 W/m^2K . Doordat er sprake is van zeer geringe tot geen meerkosten/ m^2 is deze aanscherping altijd kostenoptimaal. In deze rapportage wordt deze aanscherping verder niet meer toegelicht.

4.2 Bestaande bouw

De energiebesparende maatregelen voor bestaande bouw zijn allemaal beoordeeld ten opzichte van een referentie-ingreep/-situatie bij renovatie.

4.2.1 Bouwkundig

Bij de bouwkundige referentiesituaties is onderscheid gemaakt naar niet en matig geïsoleerde constructies voor aanvang van de renovatie-ingreep. Bij daken en gevels kan de matige isolatie zich zowel aan de binnen- als buitenzijde van de constructie bevinden. De volgende referentiesituaties zijn beschouwd:

- Hellend dak.
- Plat dak uitgevoerd in hout of beton.
- Begane grondvloer boven kruipruimte uitgevoerd in hout of beton.
- Stenen vloer boven matig geïsoleerde kruipruimte.
- Stenen vloer op grondslag niet geïsoleerd.
- Gesloten gevel: massief (eventueel ingestorte isolatie), spouw, geventileerde facade, houtskelet met stenen buitenblad, volledig houtskelet, sandwichpanelen op draagconstructie.

Voor deze referentiesituaties zijn de volgende renovatie-ingrepen doorgerekend:

- Hellend dak: vervangen dakbedekking, plafond aanbrengen, compleet dak vervangen.
- Plat dak: vervangen dakbedekking, compleet dak vervangen.
- Begane grondvloer: herstel balklaag of vervangen vloerbeschot, complete vloer vervangen.
- Gesloten gevel: aanbrengen of vervangen gevelbekleding, aanbrengen of vervangen metselwerk, compleet vervangen.

Voor de bouwkundige maatregelen is een levensduur van 20 of 30 jaar gehanteerd afhankelijk van het type gebruiksfunctie. Er is alleen gekeken naar renovatie maatregelen waarbij de uiteindelijke R_c varieert tussen 2,5 en 4,0 m^2K/W .

4.2.2 Installaties

Voor de installatietechnische referentiesituaties is uitgegaan van de volgende standaard installaties bij een renovatie-ingreep:

- Verwarming: HR100 ketel met hoge temperatuurverwarming en geïsoleerde leidingen.
- Koeling: compressiekoelmachine.
- Warm tapwater: gasboiler, HRcombi tap, indirect gestookte boiler op HR100 ketel of elektrische boiler met tappunten binnen 3 meter.
- Ventilatie: centraal mechanische toe- en afvoer $>5.000 m^3/h$ en ventilatoren met een specifiek vermogen $< 2,5 W/(dm^3/s)$.

Voor deze referentiesituaties zijn de volgende renovatie-ingrepen doorgerekend:

- Verwarming: Warmtepomp op gas/elektrisch/elektrisch op retourlucht, al dan niet in combinatie met een HR-piekketel.
- Koeling: Warmte- en Koude opslag in de bodem (WKO).
- Warm tapwater: zonneboilersysteem.
- Ventilatie: specifiek ventilatorvermogen.

5. Kostenoptimaliteit financieel

In dit hoofdstuk zijn de resultaten weergegeven van de financiële calculatie van de maatregelen en maatregelpakketten voor nieuwbouw en voor bestaande bouw. De energiebesparing en investeringskosten zijn per maatregel weergegeven in bijlage 6.

De resultaten van de calculatie zijn weergegeven als netto contante meerkosten per vierkante meter gebruiksoppervlak van de desbetreffende referentiegebouwen. Alleen voor het onderzoek naar het effect van isolatiemaatregelen is gebruikgemaakt van absolute kosten.

Op de horizontale as is steeds Q/Q ($Q_{\text{prestatie}}/Q_{\text{toelaatbaar}}$) weergegeven (zie paragraaf 2.4).

Gevoeligheidsanalyses

In de financiële calculatie is gerekend met een discontovoet van 5,5% voor woningbouw en 8,0% voor utiliteitsbouw. In een scenarioanalyse is gekeken naar het effect van een lagere discontovoet van 3,5% voor woningbouw en 6,5% voor utiliteitsbouw en een hogere discontovoet van 6,5% voor woningbouw en 9,0% voor utiliteitsbouw. De resultaten van de gevoeligheidsanalyse zijn weergegeven in respectievelijk bijlage 7 en 8.

De gevoeligheidsanalyse met lagere discontovoeten laat bij woningbouw zowel enigszins lagere als enigszins hogere totale netto contante kosten zien. Bij de utiliteitsbouwfuncties zijn de resultaten nagenoeg gelijk tot enigszins lager. In de gevoeligheidsanalyse met hogere discontovoeten is het effect precies tegengesteld. Door het geringere verschil tussen de standaard discontovoet en de discontovoet in de gevoeligheidsanalyse is het effect bij de hogere discontovoeten ook kleiner dan bij de gevoeligheidsanalyse met de lagere discontovoeten. De gevoeligheidsanalyses leiden niet tot significante verschillen in de resultaten.

Naast de gevoeligheidsanalyse voor de discontovoet is er ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor de energieprijzen. Deze is alleen uitgevoerd voor de financiële calculatie bij de standaard discontovoet van 5,5% voor woningbouw en 8,0% voor utiliteitsbouw.

Er is gekeken naar een energieprijsscenario met een 20% kleinere ontwikkeling van de energieprijzen ten opzichte van de basisprijs voor 2012 en een energiescenario met een 20% grotere ontwikkeling ten opzichte van de basisprijs voor 2012. De resultaten van de gevoeligheidsanalyse zijn weergegeven in respectievelijk bijlage 9 en 10.

De energieprijsscenario's laten lagere respectievelijk hogere netto contante kosten zien. Het verschil is echter verwaarloosbaar klein bij de gehanteerde energieprijsscenario's. Geconcludeerd wordt dat een kleinere of grotere energieprijzontwikkeling niet leidt tot significante verschillen in de resultaten.

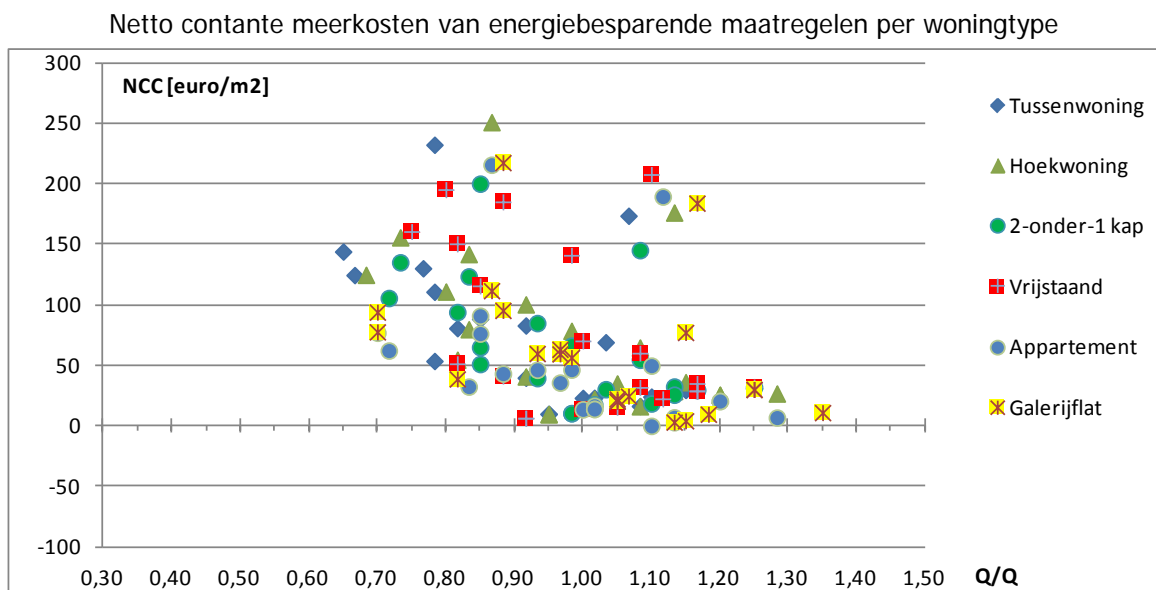
5.1 Nieuwbouw woningen

Er is onderscheid gemaakt in maatregelen voor woonfuncties in woonwagens en vakantiewoningen (figuur 5.3 en 5.4) en overige woonfuncties zoals die voorkomen in grondgebonden woningen en woongebouwen (figuur 5.1 en 5.2).

Woningen

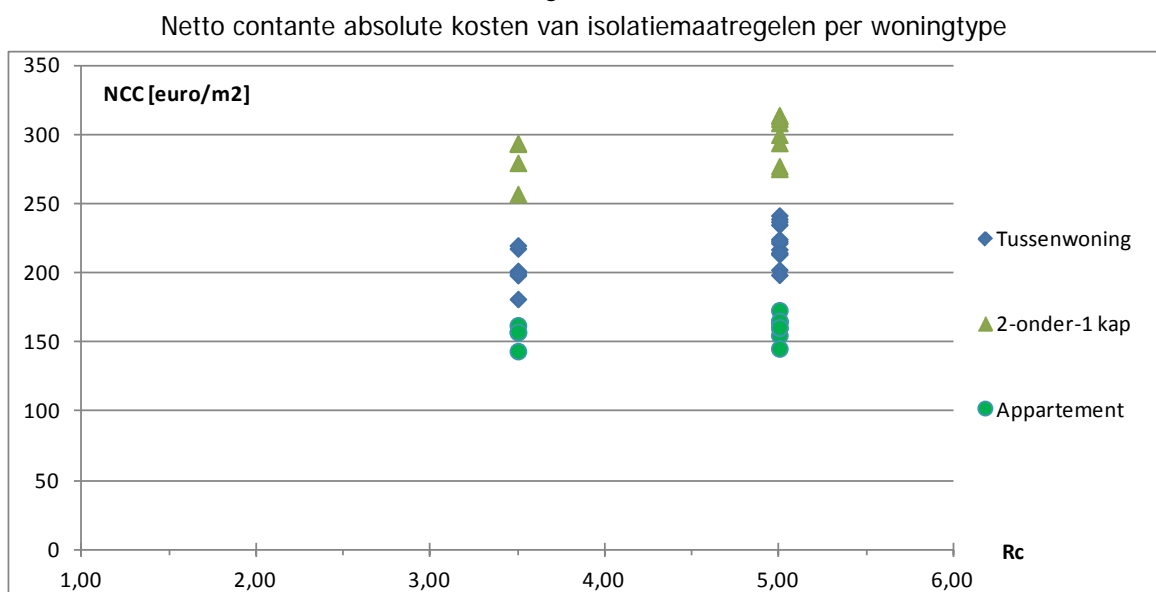
In figuur 5.1 is te zien dat het treffen van aanvullende energiebesparende maatregelen voor alle referentiewoningen leidt tot hogere netto contante kosten. Het kostenoptimale punt ligt bij een Q/Q van circa 1,00. De Q/Q van 1,00 komt overeen met de EPC-eis van 0,6 voor woningen uit het Bouwbesluit.

Figuur 5.1



Isolatie woningen

Figuur 5.2



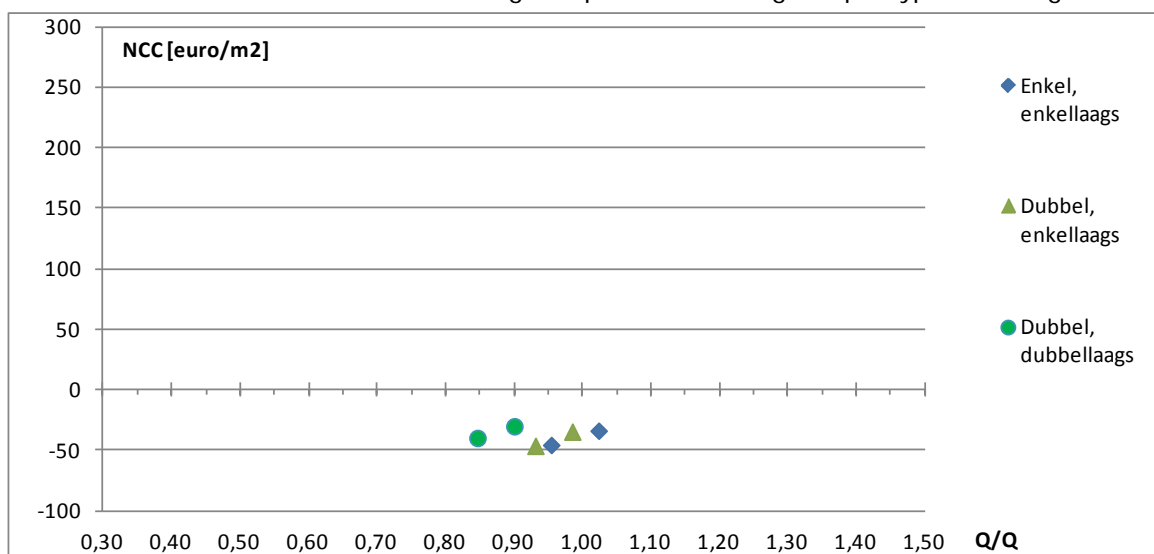
Verhoging van de R_c -waarde leidt bij alle referentiewoningen tot licht hogere netto contante kosten.

Woonwagens

In figuur 5.3 is te zien dat de aanvullende energiebesparende maatregelen voor de referentie woonwagens leiden tot lagere netto contante kosten. Het kostenoptimale punt voor woonwagens lijkt te liggen tussen een Q/Q van 0,80 en 1,00. Het aantal doorgerekende maatregelen is echter te beperkt om op grond hiervan conclusies te trekken.

Figuur 5.3

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen per type woonwagen

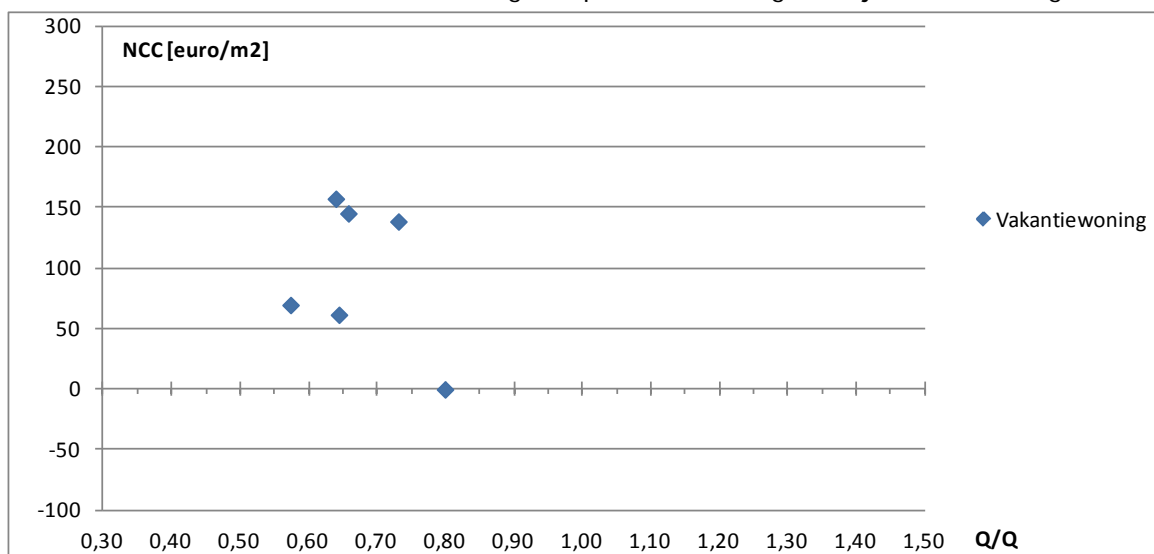


Vakantiewoningen

Bij de vakantiewoning (zie figuur 5.4) is er sprake van meerkosten voor alle energiebesparende maatregelen. In de referentiesituatie wordt echter reeds een Q/Q van 0,80 bereikt. Hierbij is nog rekeningen gehouden met een R_c van 2,5 m²K/W. Bij een R_c van 3,5 m²K/W zou de Q/Q nog circa 0,10 lager liggen. Het kostenoptimale punt lijkt daardoor te liggen tussen 0,70 en 0,80. Deze Q/Q waarde hoort echter bij de referentiesituatie.

Figuur 5.4

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen bij vakantiewoningen



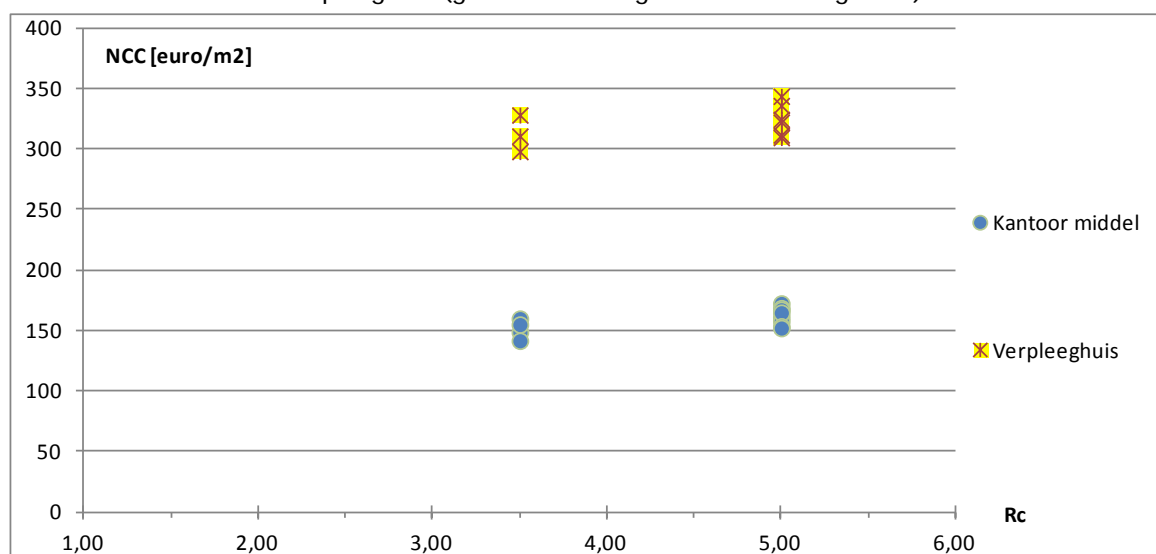
5.2 Nieuwbouw utiliteit

Het effect op de netto contante kosten van de doorgerekende maatregelen is per gebruiksfunctie weergegeven in figuur 5.6 tot en met 5.14. In figuur 5.5 is voor isolatie van de schil een overzicht gegeven voor de resultaten voor een kantoor en een verpleeghuis.

Isolatie utiliteitsbouw

Figuur 5.5

Netto contante absolute kosten van isolatiemaatregelen in middelgroot kantoor (kantoorfunctie) en verpleeghuis (gezondheidszorgfunctie met bedgebied)

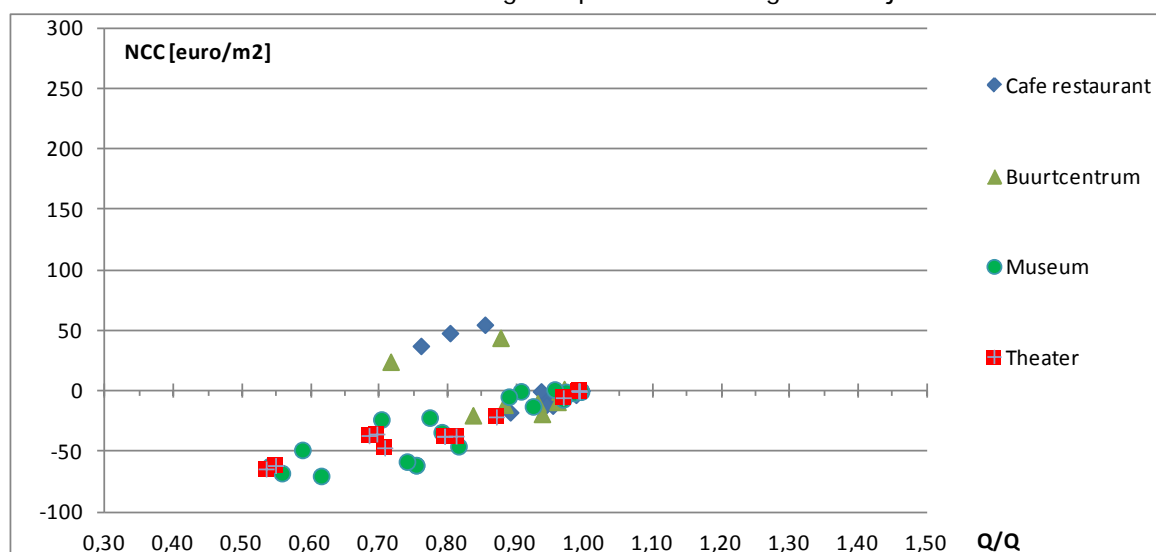


Verhoging van de R_c-waarde leidt bij de onderzochte referentiegebouwen tot licht hogere netto contante kosten.

Bijeenkomstgebouwen

Figuur 5.6

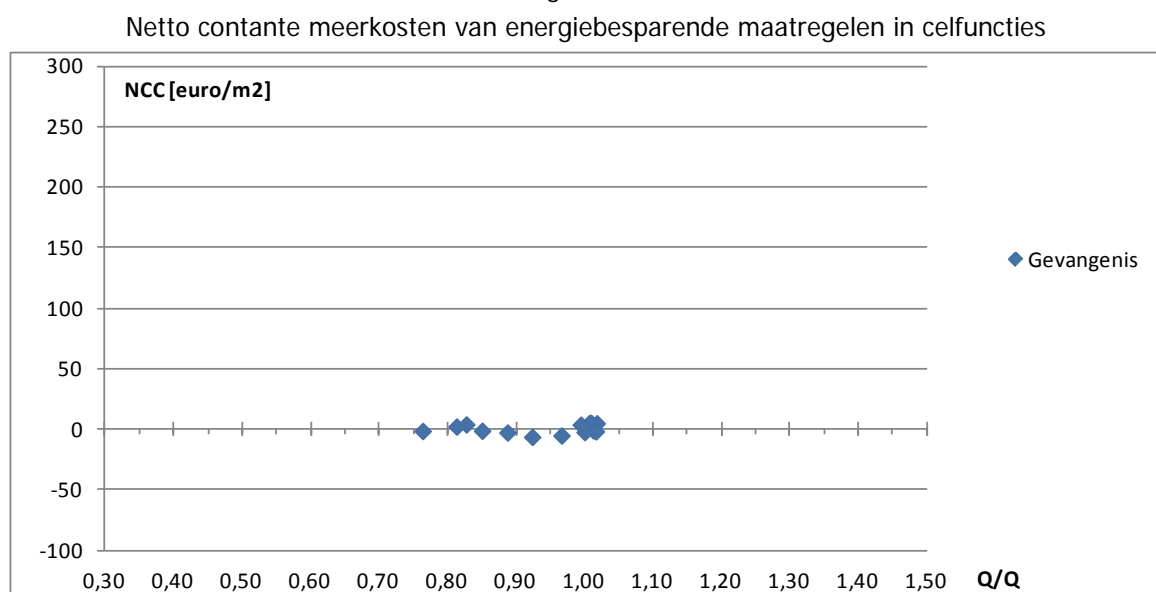
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in bijeenkomstfuncties



Bij bijeenkomstfuncties (zie figuur 5.6) zijn verschillende maatregelen te realiseren die leiden tot lagere netto contante kosten. De maatregelen met lagere kosten zijn echter voornamelijk aanwezig bij het museum en het theater. Bij de beoordeling van de energieprestatie-eisen van bijeenkomstfuncties moet ook gelet worden op het café-restaurant en het buurtcentrum. Op grond van deze twee referentiegebouwen ligt het kostenoptimale punt tussen een Q/Q van 0,90 en 1,00.

Cellengebouwen

Figuur 5.7



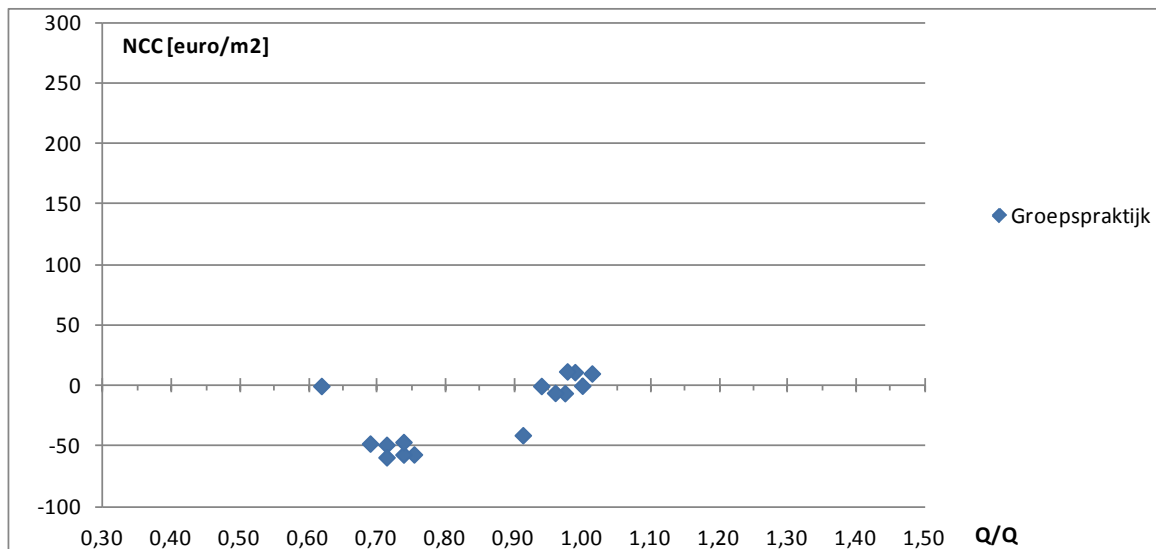
In het cellingebouw (figuur 5.7) is het kostenoptimale niveau bereikt aangezien de aanvullende maatregelen niet leiden tot lagere netto contante kosten. Het kostenoptimale punt voor het cellingebouw ligt tussen een Q/Q van 0,80 en 1,00.

Gezondheidszorggebouwen

In de groepspraktijk (zie figuur 5.8) en bij de zorgfuncties met bedgebied (zie figuur 5.9) zijn verschillende maatregelen te treffen die leiden tot lagere netto contante kosten. Voor de gezondheidszorgfuncties (met en zonder bedgebied) lijkt het kostenoptimale punt te liggen tussen 0,70 en 0,90, waarbij opgemerkt wordt dat het verpleeghuis maatgevend lijkt te zijn met een waarde tussen 0.80 en 0.90.

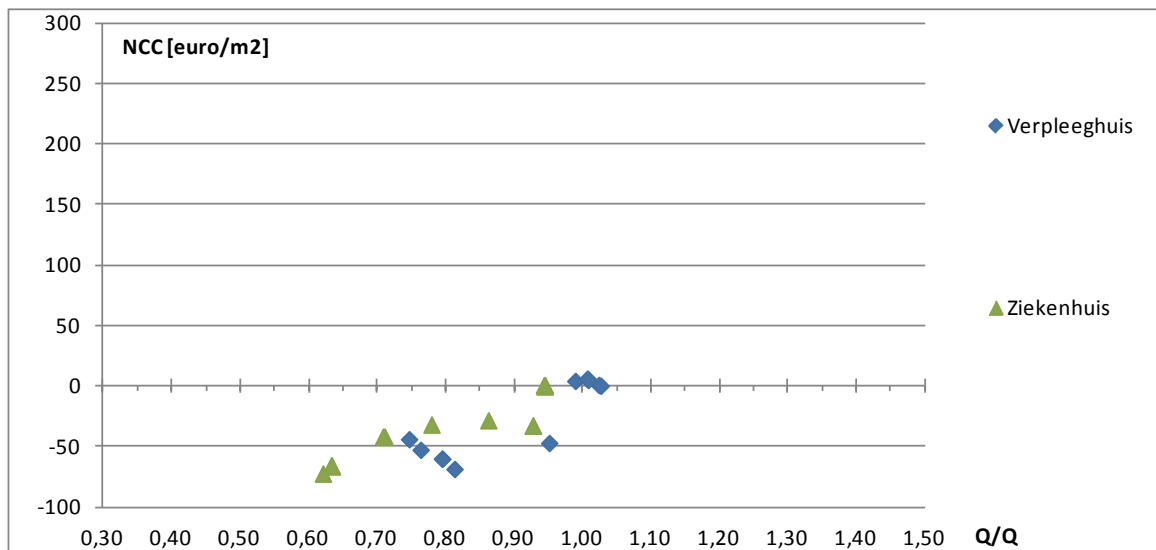
Figuur 5.8

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in gezondheidszorgfuncties
(andere dan met bedgebied, zie figuur 5.9)



Figuur 5.9

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in gezondheidszorgfuncties met
bedgebied

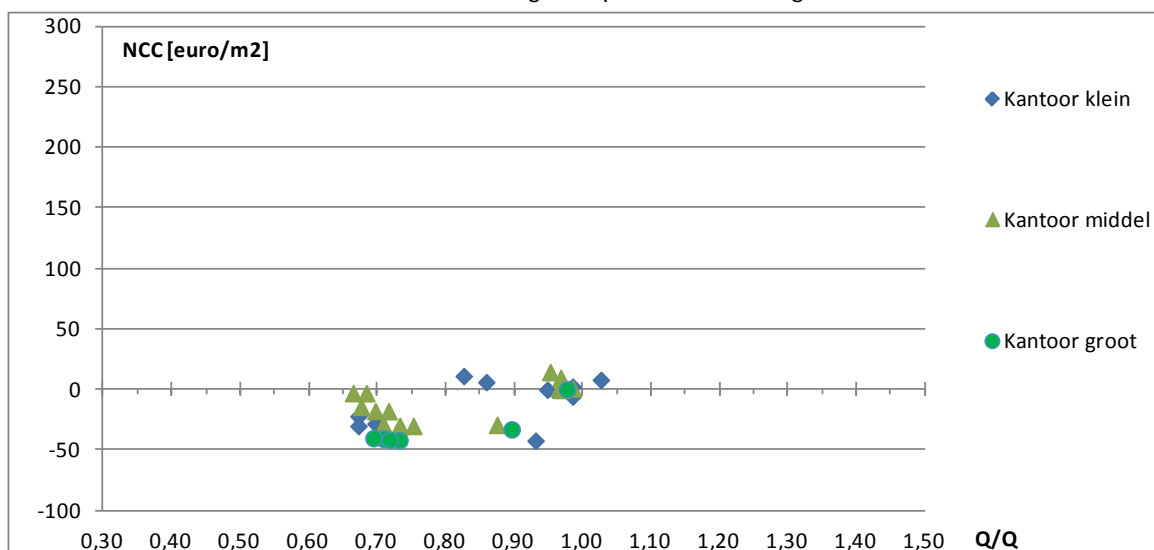


Kantoorgebouwen

Ook in kantoorfuncties (zie figuur 5.10) zijn verschillende maatregelen te treffen die leiden tot lagere netto contante kosten. Het kostenoptimale punt lijkt te liggen tussen 0,70 en 0,90.

Figuur 5.10

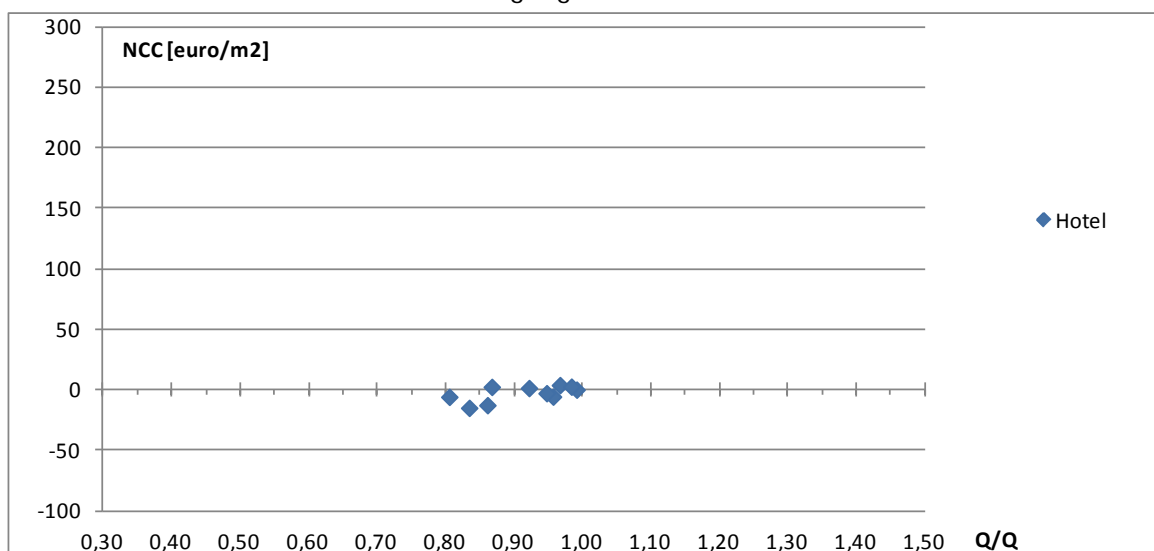
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in kantoorfuncties



Logiesgebouwen

Figuur 5.11

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in logiesfuncties in logiesgebouwen



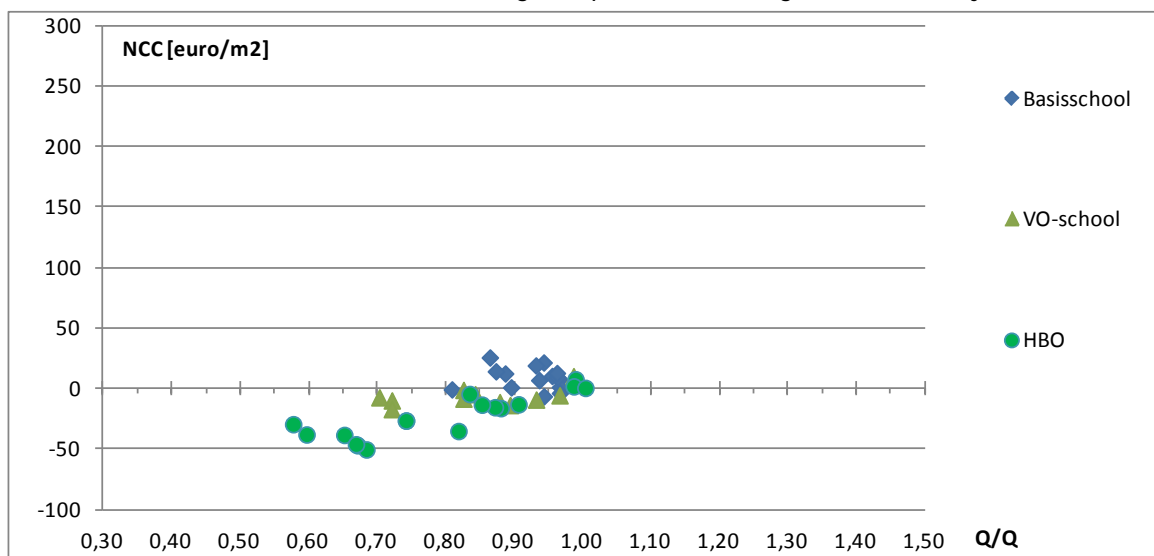
De kostenneutrale maatregelen voor het logiesgebouw leiden niet direct tot een substantieel lagere energieprestatie. Het kostenoptimale niveau lijkt bereikt. Het kostenoptimale punt ligt bij een Q/Q tussen 0,85 en 1,00.

Onderwijsgebouwen

Bij de onderwijsfuncties zijn verschillende energiebesparende maatregelen te treffen die leiden tot lagere netto contante kosten. Het kostenoptimale punt lijkt te liggen tussen 0,70 en 0,90. Voor basisscholen ligt het optimale punt echter tussen 0,90 en 1,00.

Figuur 5.12

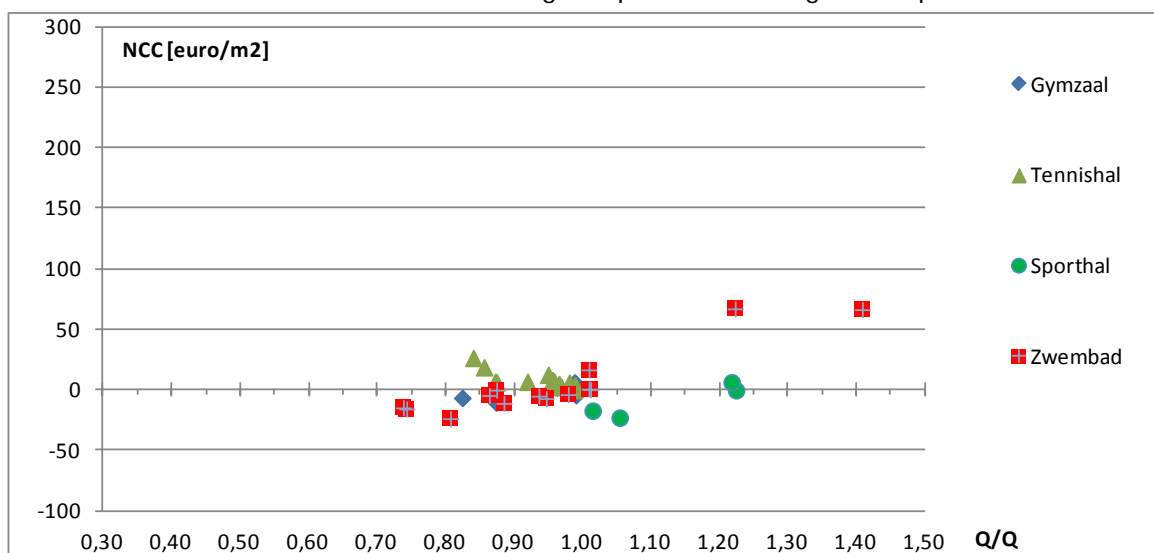
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in onderwijsfuncties



Sportgebouwen

Figuur 5.13

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in sportfuncties



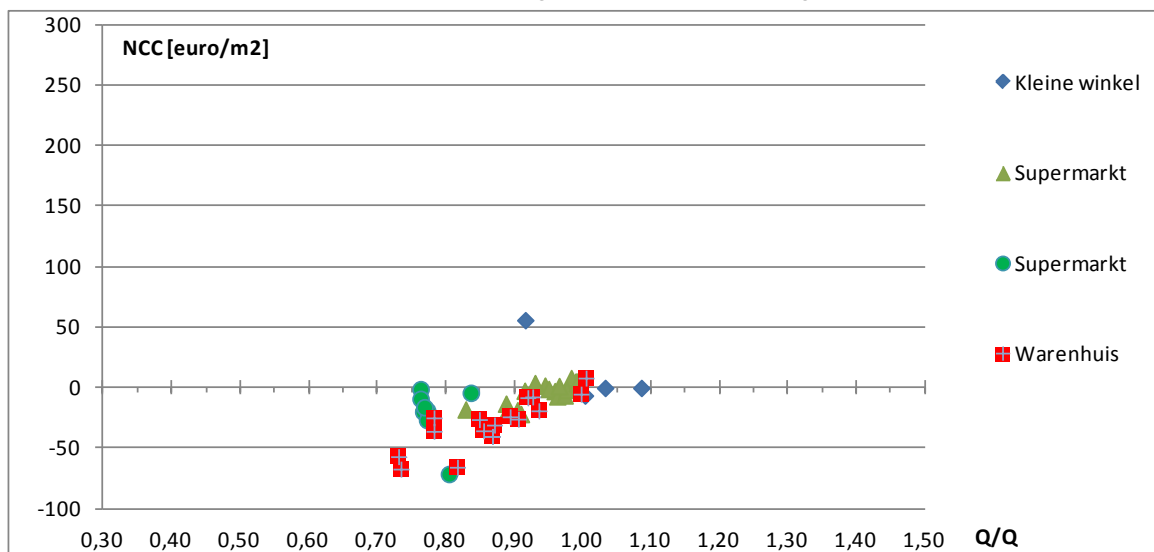
In sportgebouwen zijn verschillende energie besparende maatregelen te realiseren zonder verhoging van de netto contante kosten. Het kostenoptimale niveau lijkt bereikt. Het kostenoptimale punt lijkt te liggen tussen 0,80 en 1,00.

De resultaten van het zwembad hebben echter een veel grotere spreiding dan van de andere gebouwen. Wanneer het zwembad buiten beschouwing gelaten wordt lijkt het kostenoptimale punt te liggen tussen 0,90 en 1,00.

Winkelgebouwen

Figuur 5.14

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in winkelfuncties



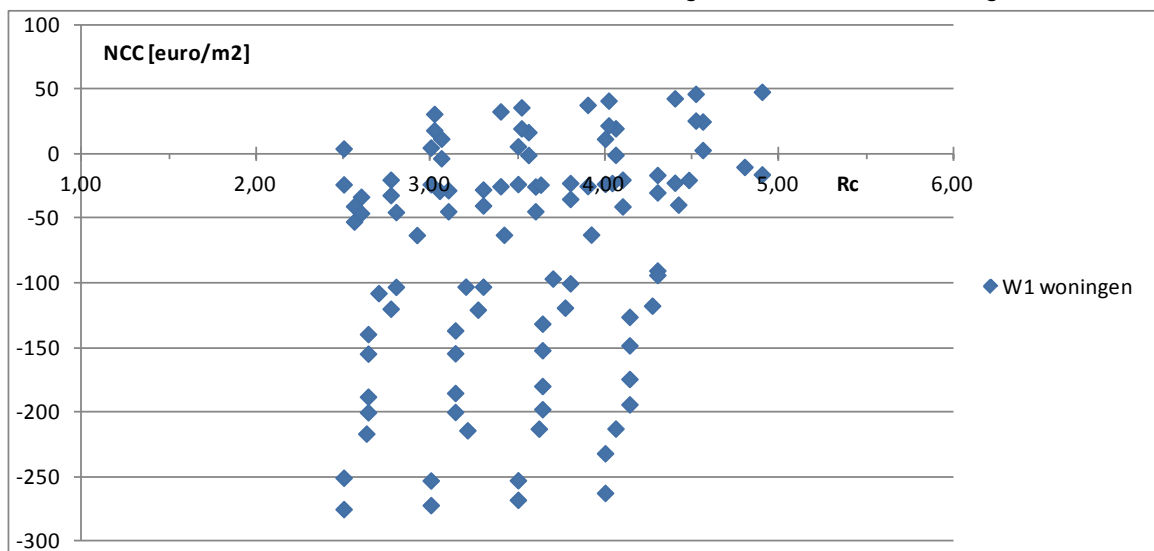
Bij winkelgebouwen kunnen verschillende energiebesparende maatregelen getroffen worden waarbij er sprake is van een daling van de netto contante kosten. Het kostenoptimale punt lijkt te liggen tussen 0,80 en 0,90. Voor de kleine winkel is het echter al moeilijk om aan een Q/Q van 1,00 te voldoen.

5.3 Bestaande bouw bouwkundig

Het effect op de netto contante kosten van de doorgerekende maatregelen is separaat weergegeven voor woonfuncties in figuur 5.15 en voor utiliteitsbouwfuncties in figuur 5.16 en 5.17.

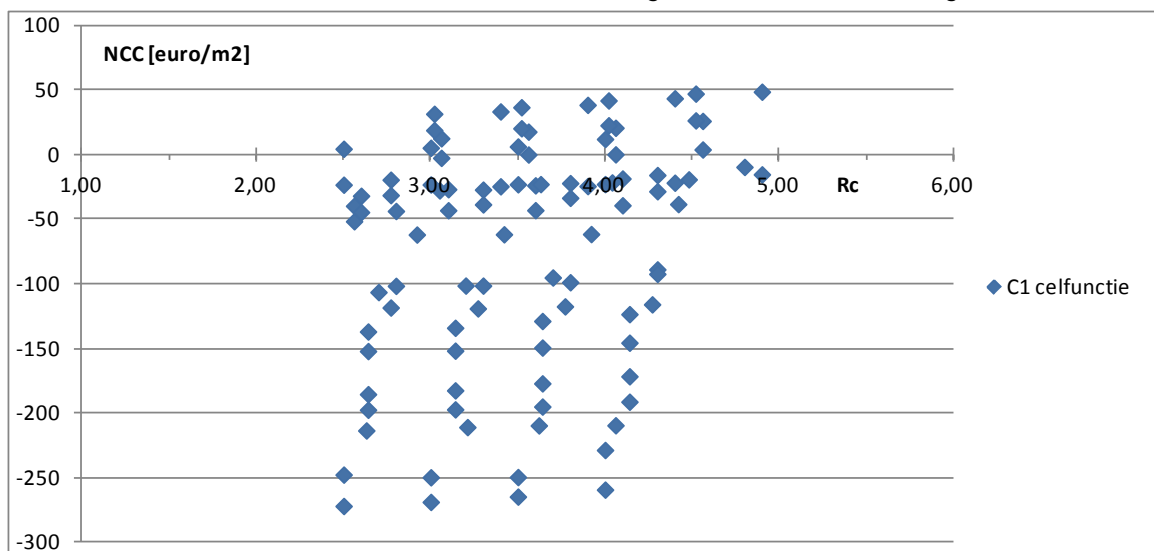
Figuur 5.15

Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande woningen



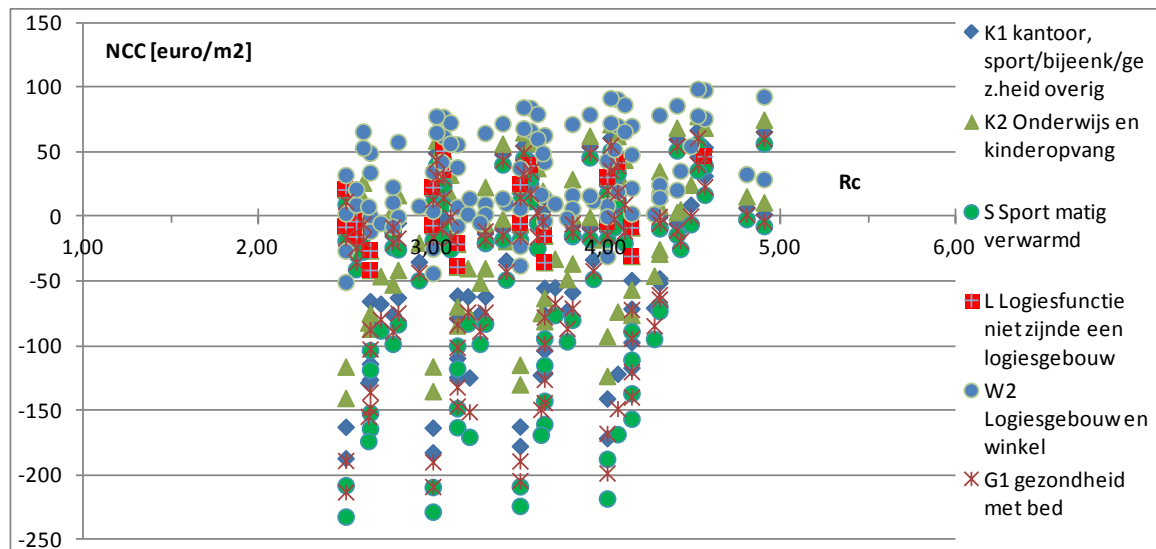
Figuur 5.16

Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande cellengebouwen



Figuur 5.17

Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande utiliteitsgebouwen exclusief cellengebouwen



Voor alle categorieën van gebruiksfuncties is het mogelijk om kostenneutrale isolatiemaatregelen te nemen bij de verschillende R_c -niveaus. Of de R_c -verhoging kostenneutraal is uit te voeren is echter afhankelijk van het type constructie. Bij een R_c van 4,0 m^2K/W zijn de kosten enigszins hoger ten opzichte van een R_c van 2,5 m^2K/W . Bij nieuwbouw is in Nederland momenteel een R_c -niveau van 3,5 m^2K/W vereist.

5.4 Bestaande bouw installaties

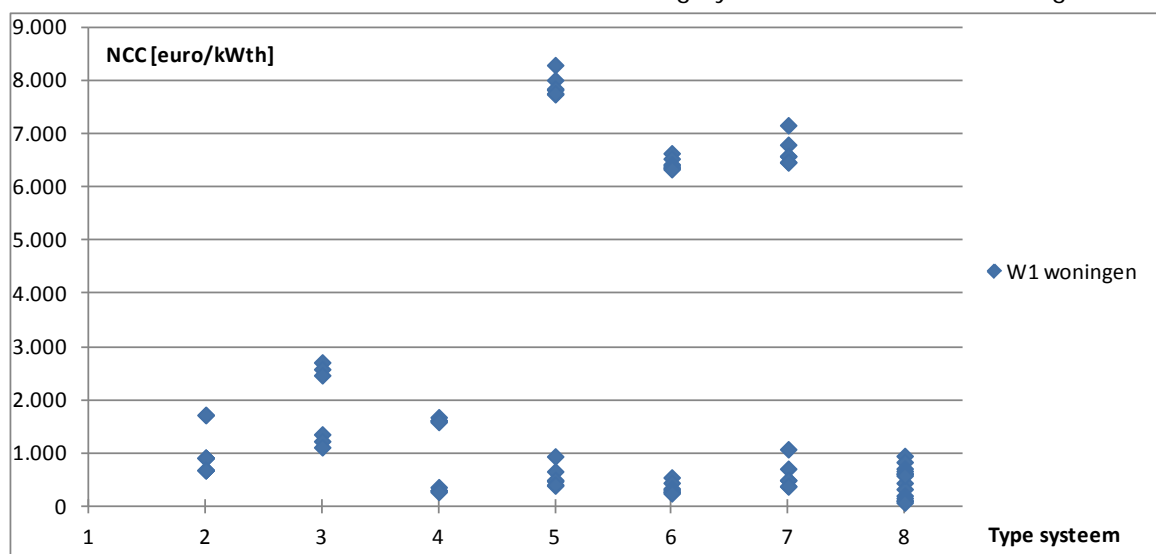
Het effect op de netto contante kosten van de doorgerekende maatregelen is separaat weergegeven voor woonfuncties in figuur 5.18 en voor utiliteitsbouwfuncties in figuur 5.19 en 5.20.

In de figuren is onderscheid gemaakt in de verschillende mogelijke koel- en verwarmingssystemen:

2. Koeling via Warmte- en koudeopslag.
3. Gaswarmtepomp.
4. Gaswarmtepomp met HR107 piekkel.
5. Elektrische warmtepomp.
6. Elektrische warmtepomp met HR107 piekkel.
7. Elektrische warmtepomp op retourlucht.
8. Elektrische warmtepomp op retourlucht met HR107 piekkel.

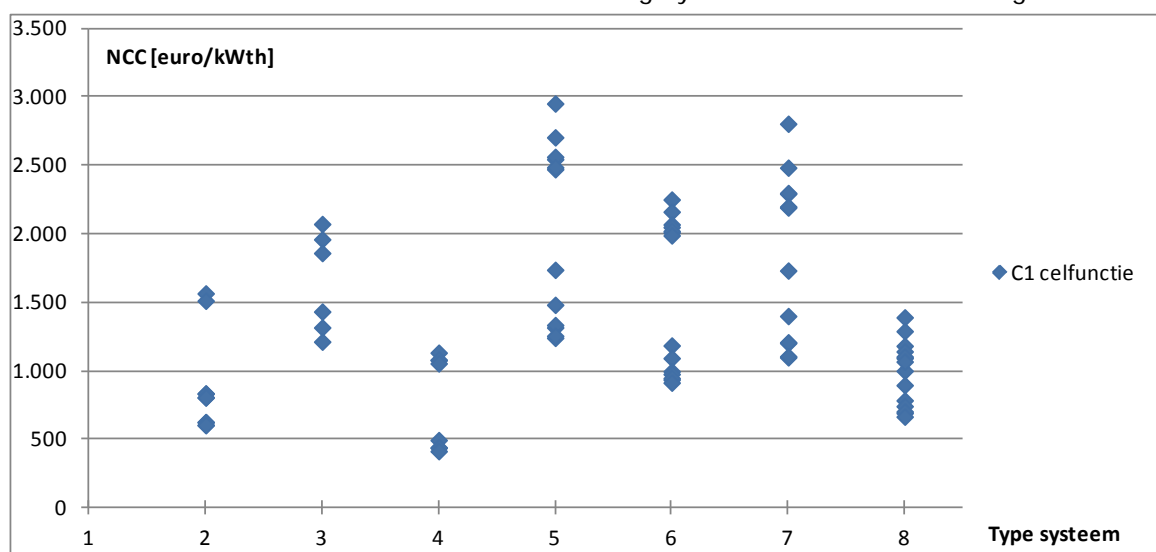
Figuur 5.18

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande woningen



Figuur 5.19

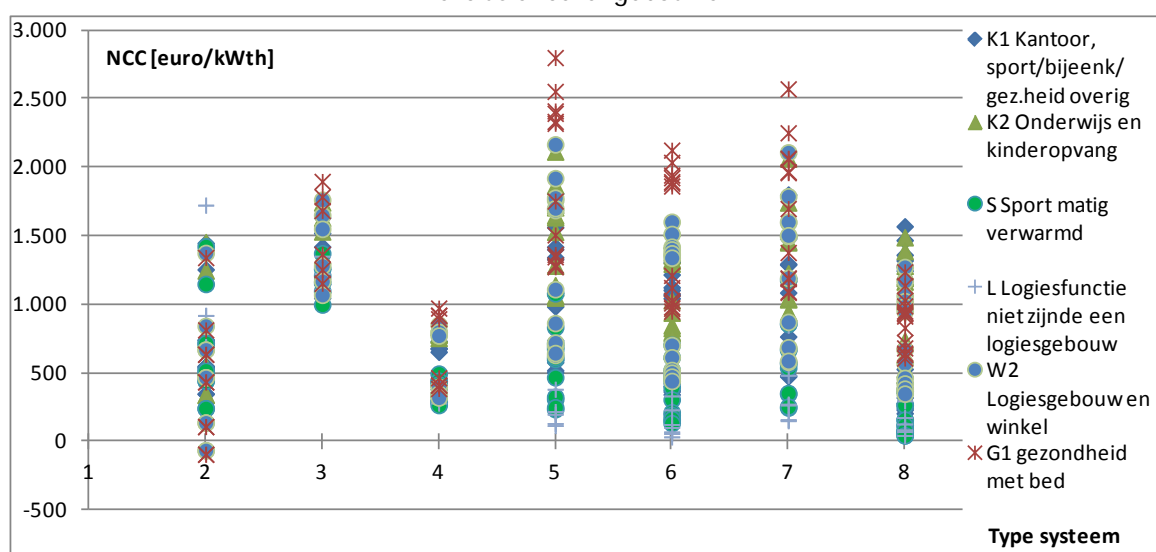
Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande cellengebouwen



Zowel bij systeem 2 (warmte- en koudeopslag in plaats van compressiekoeling) als bij systeem 3 tot en met 8 (verschillende typen warmtepompen in plaats van een HR-ketel) zijn de netto contante meerkosten in de meeste situaties substantieel hoger. Per verbeteroptie zijn zowel het minimale als het maximale vraagprofiel doorgerekend voor verschillende vermogenssituaties. Een en ander afhankelijk van de grootte en het type referentiegebouw. De netto contante meerkosten zijn weergegeven per kW thermisch vermogen van de opwekinstallatie.

Figuur 5.20

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande utiliteitsgebouwen exclusief cellengebouwen



6. Kostenoptimaliteit macro-economisch

In dit hoofdstuk zijn de resultaten weergegeven van de macro-economische calculatie van de maatregelen en maatregelpakketten voor nieuwbouw en voor bestaande bouw.

De energiebesparing, reductie van de CO₂-emissies en investeringskosten zijn per maatregel weergegeven in bijlage 11.

Gevoeligheidsanalyse

Er is gerekend met een discontovoet van 3,0% voor zowel woning- als utiliteitsbouw. In een scenarioanalyse is gekeken naar het effect van een aangepaste discontovoet van 2,0 en 4,0%. De resultaten hiervan zijn weergegeven in bijlage 12 respectievelijk 13.

Bij een discontovoet van 2,0% vertonen de netto contante kosten een grotere spreiding, zij het in beperkte mate. Bij een discontovoet van 4,0% is de spreiding van de netto contante kosten juist kleiner. Over het algemeen zijn de resultaten vergelijkbaar en leidt de gevoeligheidsanalyse niet tot andere inzichten.

De resultaten zijn weergegeven als netto contante meerkosten per vierkante meter gebruiksoppervlak van de desbetreffende referentiegebouwen. Alleen voor het onderzoek naar het effect van isolatiemaatregelen is gebruikgemaakt van absolute kosten.

Op de horizontale as is steeds Q/Q ($Q_{\text{prestatie}}/Q_{\text{toelaatbaar}}$) weergegeven (zie paragraaf 2.4).

Bij een aantal gebruiksfuncties zijn de netto contante kosten iets lager ten opzichte van de financiële calculatie. De resultaten van de macro-economische calculatie leiden echter tot dezelfde constatering over het kostenoptimale punt als bij de financiële calculatie in het vorige hoofdstuk. De opmerkingen over de plaats van het kostenoptimale punt zijn in dit hoofdstuk daarom niet opnieuw vermeld.

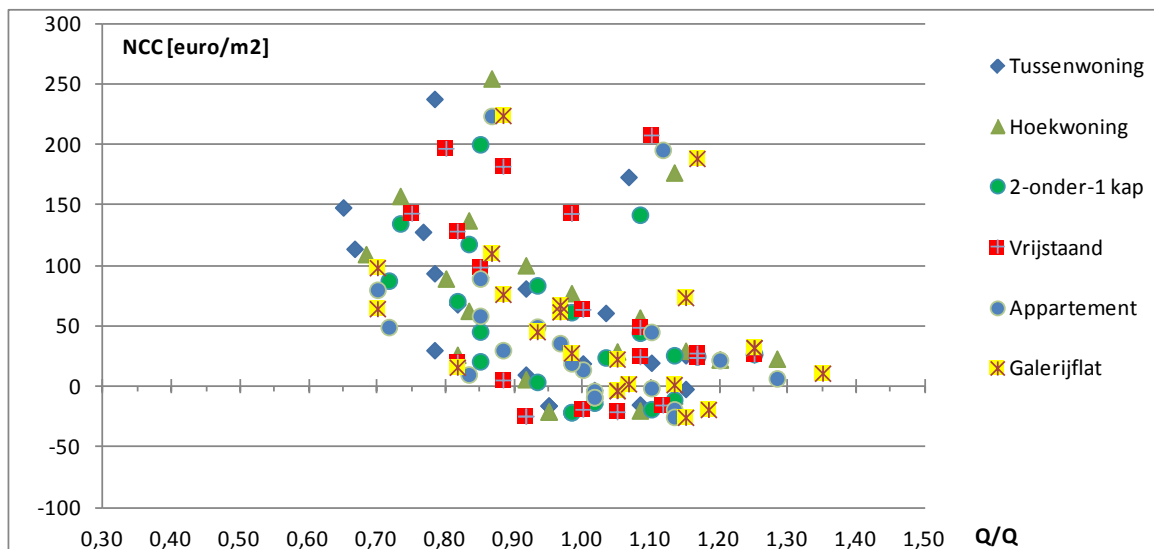
6.1 Nieuwbouw woningen

Er is onderscheid gemaakt in maatregelen voor woonfuncties in woonwagens en vakantiewoningen (figuur 6.3 en 6.4) en overige woonfuncties zoals die voorkomen in grondgebonden woningen en woongebouwen (figuur 6.1 en 6.2).

Woningen

Figuur 6.1

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen per woningtype

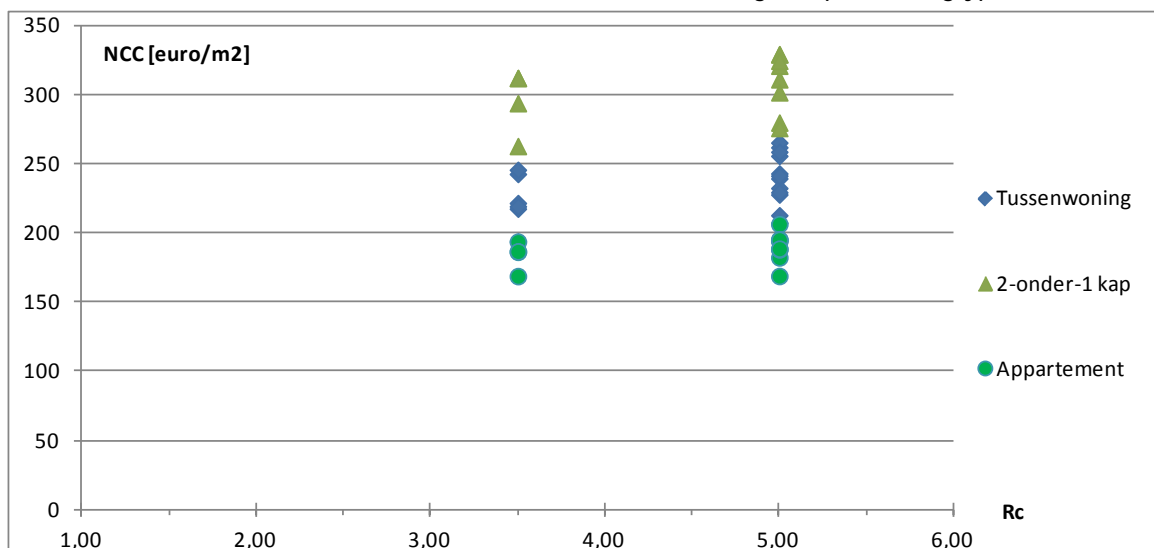


De resultaten van de macro-economische calculatie voor woningen leiden ten opzichte van de financiële calculatie tot lagere netto contante kosten. Er zijn bij dezelfde Q/Q-waarde dus maatregelen die zich terugverdienen. Het kostenoptimale punt ligt echter bij dezelfde Q/Q-waarde van circa 1,00.

Isolatie woningen

Figuur 6.2

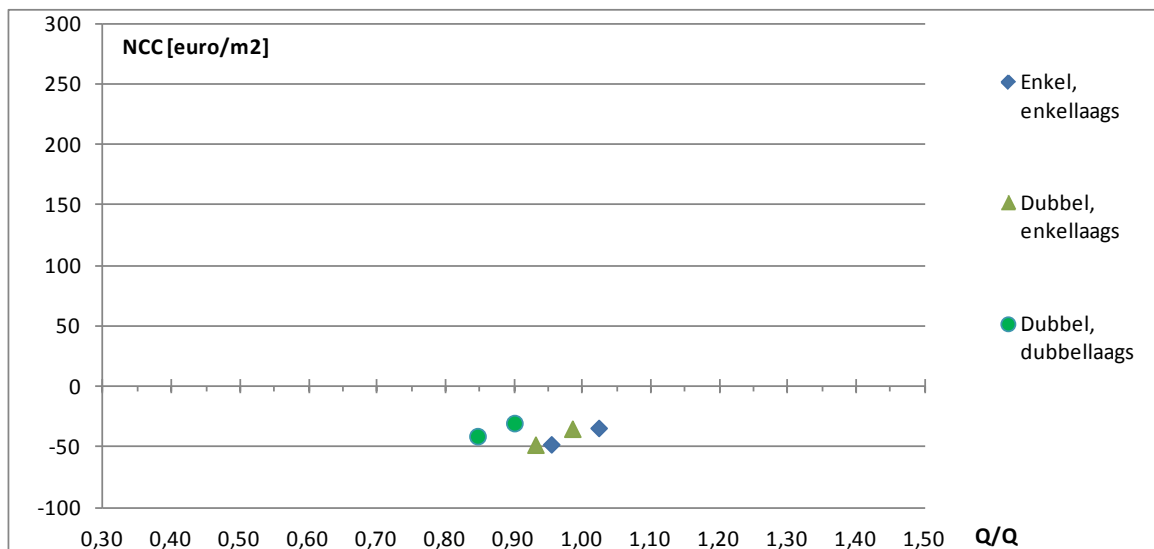
Netto contante absolute kosten van isolatiemaatregelen per woningtype



Woonwagens

Figuur 6.3

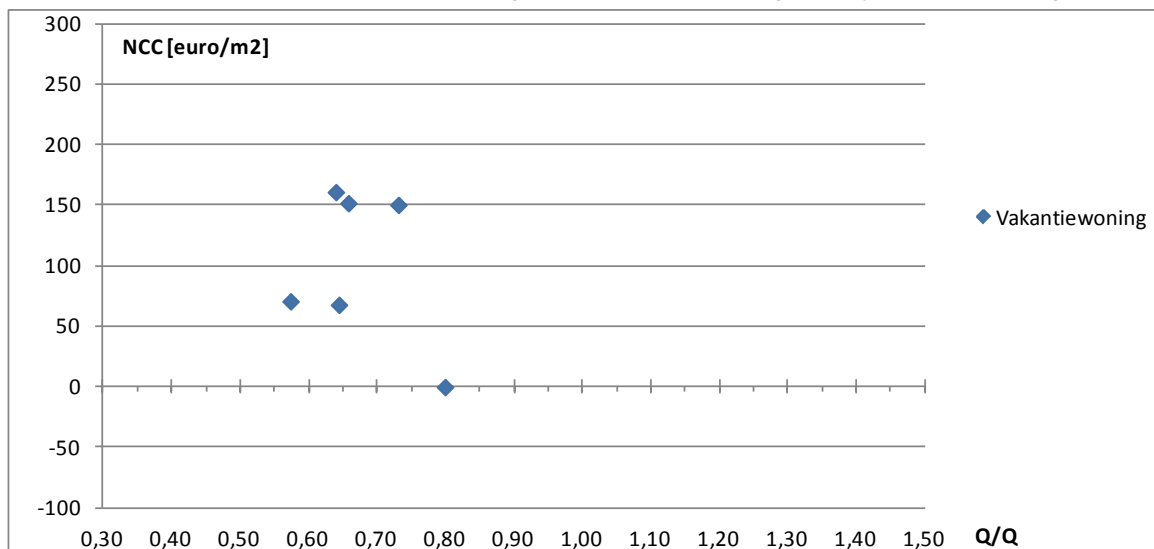
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen per type woonwagen



Vakantiewoningen

Figuur 6.4

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen bij vakantiewoningen



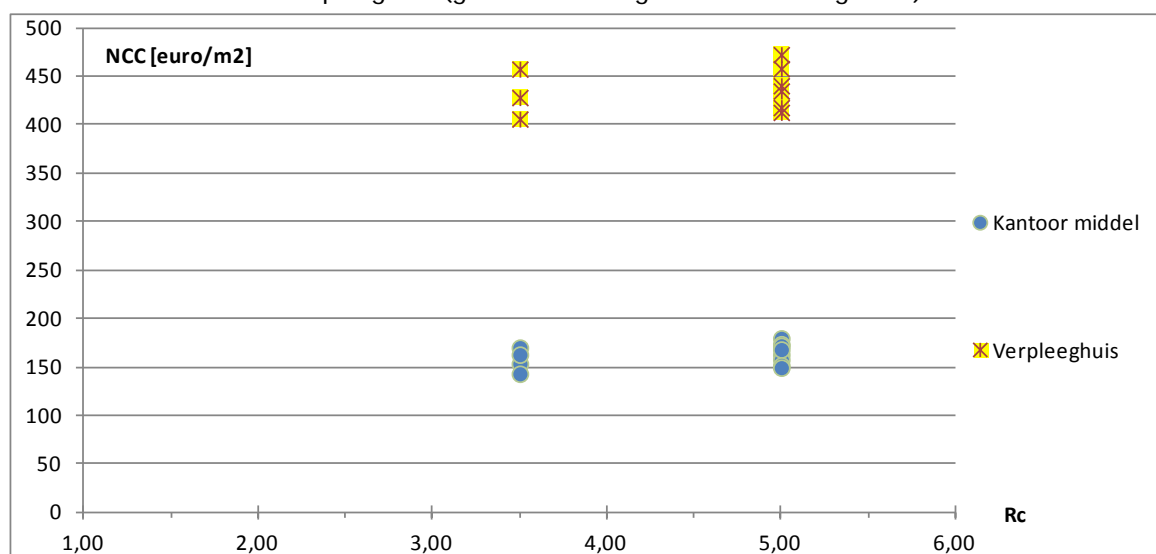
6.2 Nieuwbouw utiliteit

Het effect op de netto contante kosten van de doorgerekende maatregelen is per gebruiksfunctie weergegeven in figuur 6.6 tot en met 6.14. Alleen in figuur 6.5 is voor isolatie van de schil een overzicht gegeven voor de resultaten voor een kantoor en een verpleeghuis.

Isolatie utiliteitsbouw

Figuur 6.5

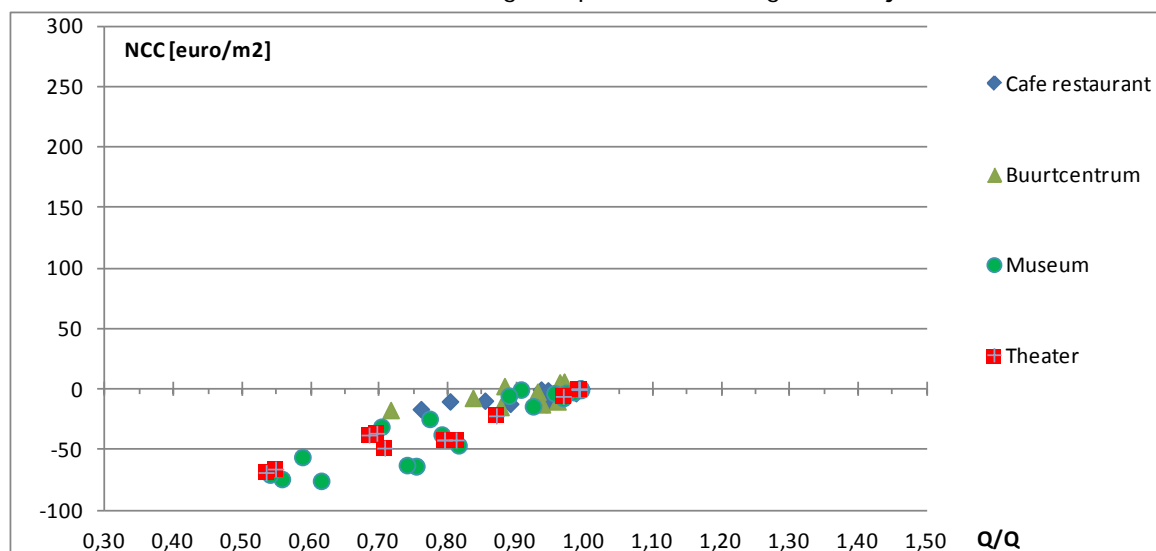
Netto contante absolute kosten van isolatiemaatregelen in middelgroot kantoor (kantoorfunctie) en verpleeghuis (gezondheidszorgfunctie met bedgebied)



Bijeenkomstgebouwen

Figuur 6.6

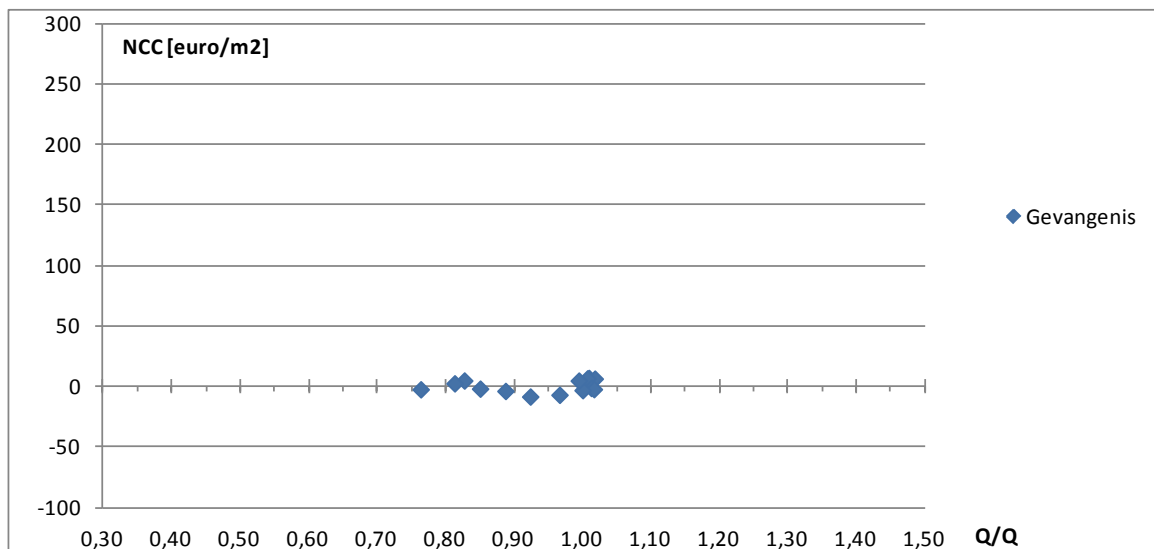
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in bijeenkomstfuncties



Cellengebouwen

Figuur 6.7

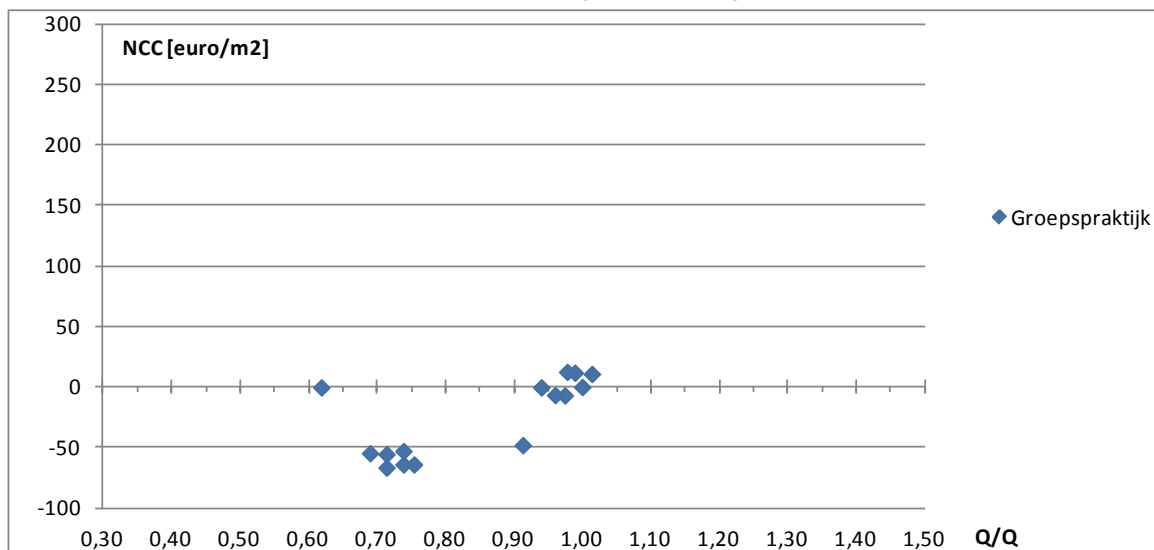
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in celfuncties



Gezondheidszorggebouwen

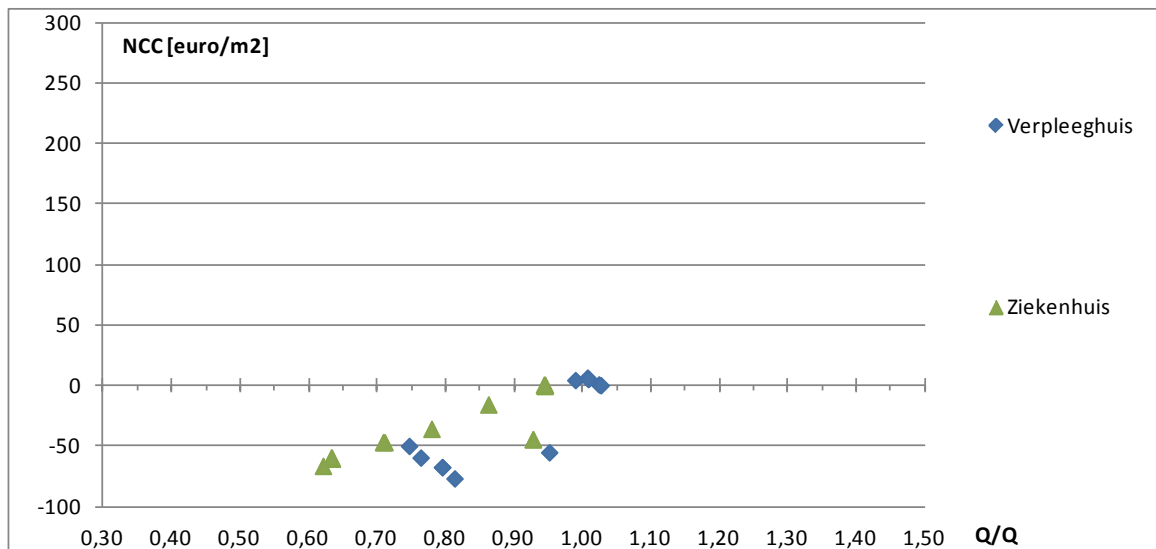
Figuur 6.8

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in gezondheidszorgfuncties
(andere dan met bedgebied, zie figuur 6.9)



Figuur 6.9

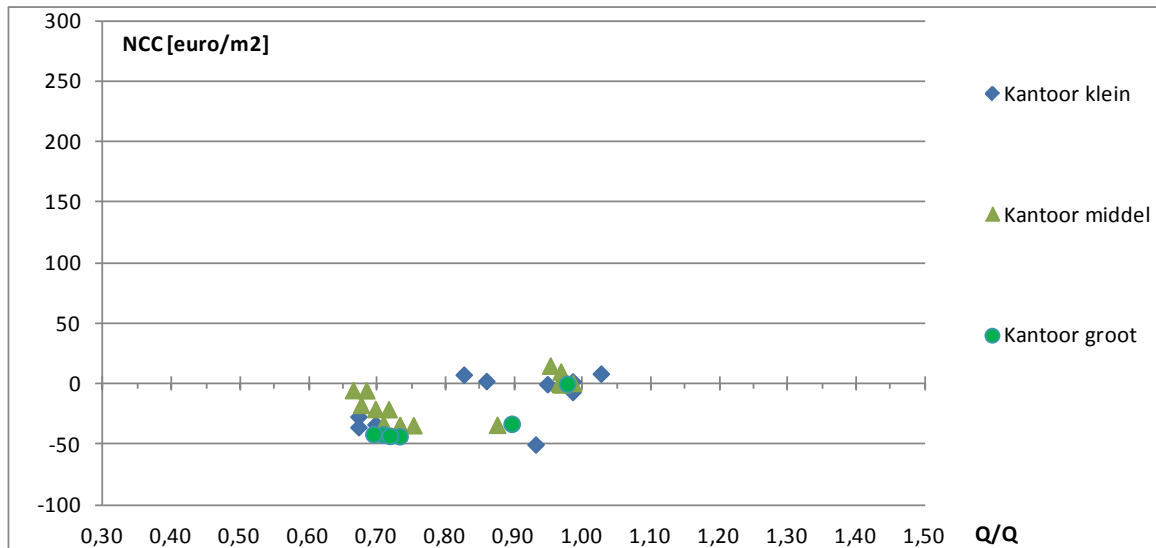
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in gezondheidszorgfuncties met bedgebied



Kantoorgebouwen

Figuur 6.10

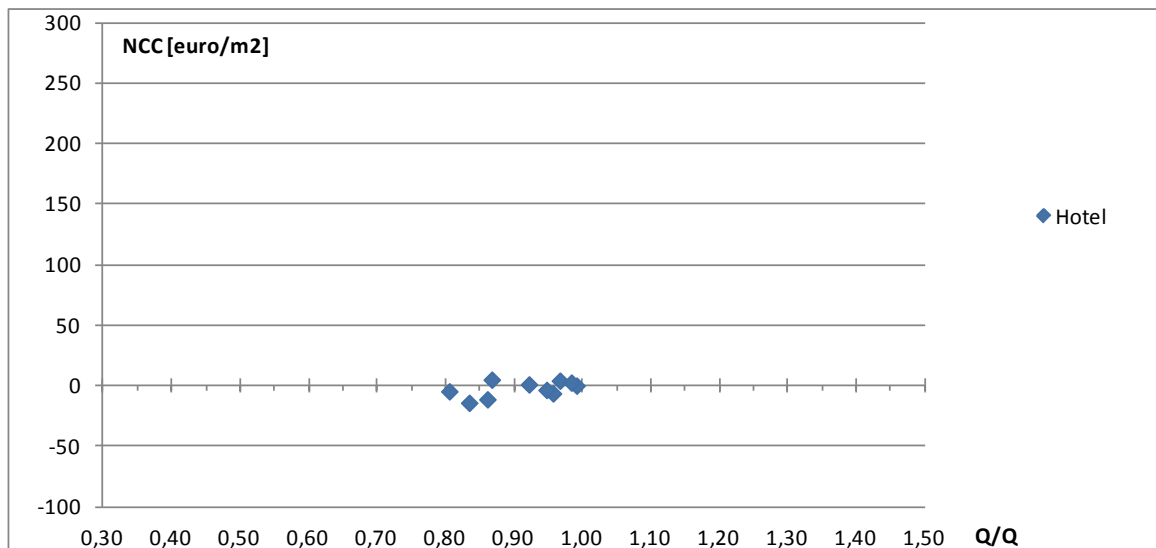
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in kantoorfuncties



Logiesgebouwen

Figuur 6.11

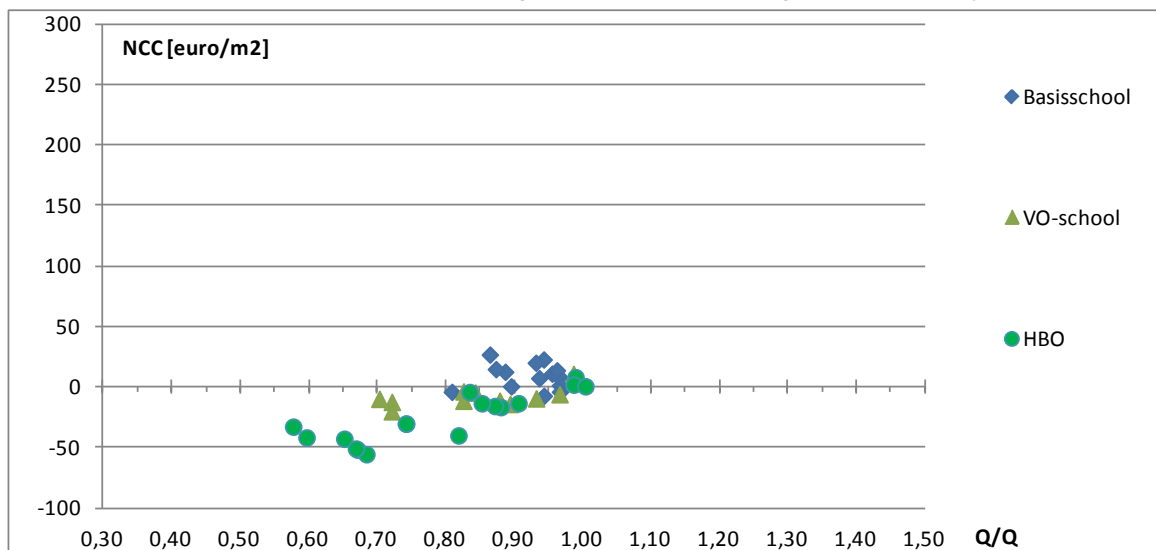
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in logiesfuncties in logiesgebouwen



Onderwijsgebouwen

Figuur 6.12

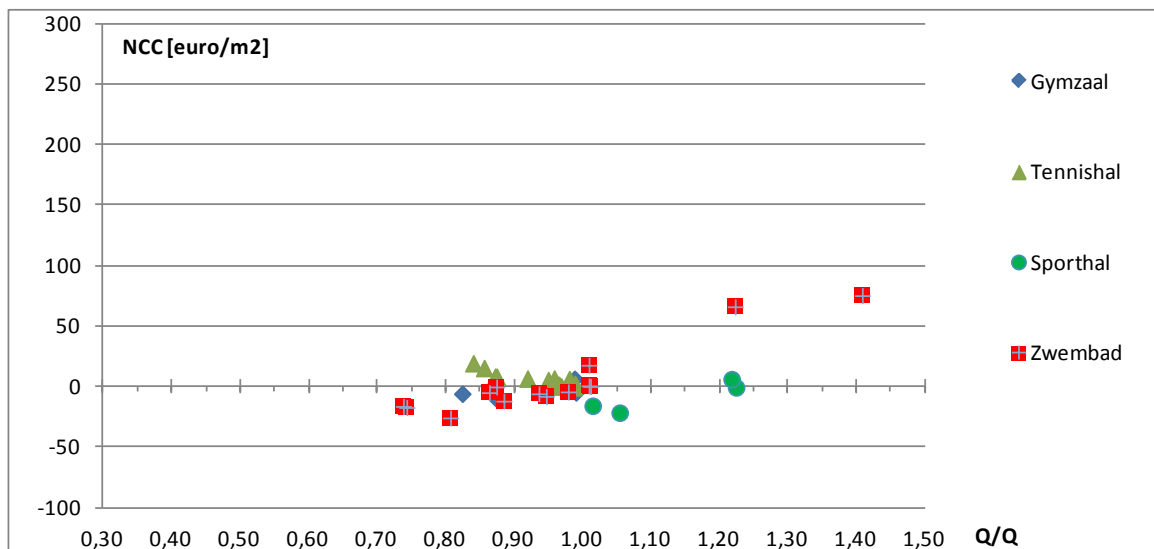
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in onderwijsfuncties



Sportgebouwen

Figuur 6.13

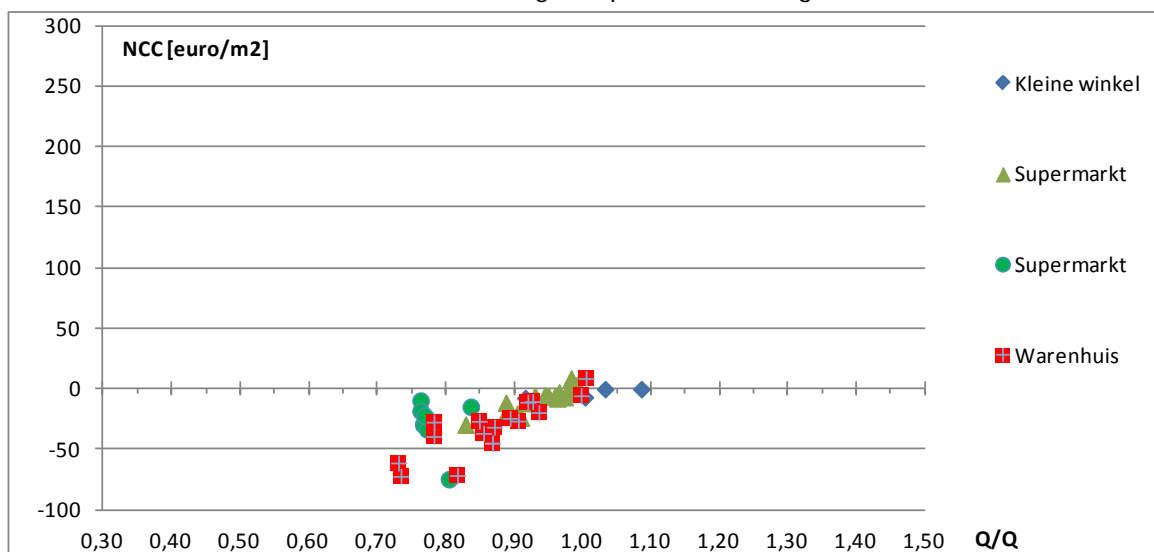
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in sportfuncties



Winkelgebouwen

Figuur 6.14

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in winkelfuncties

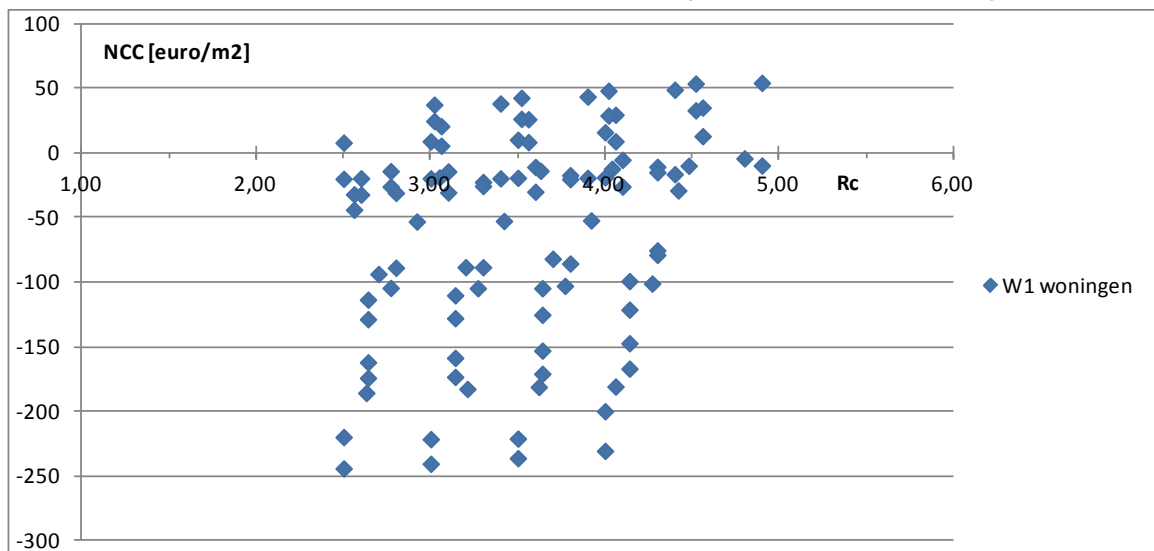


6.3 Bestaande bouw bouwkundig

Het effect op de netto contante kosten van de doorgerekende maatregelen is separaat weergegeven voor woonfuncties in figuur 6.15 en voor utiliteitsbouwfuncties in figuur 6.16 en 6.17.

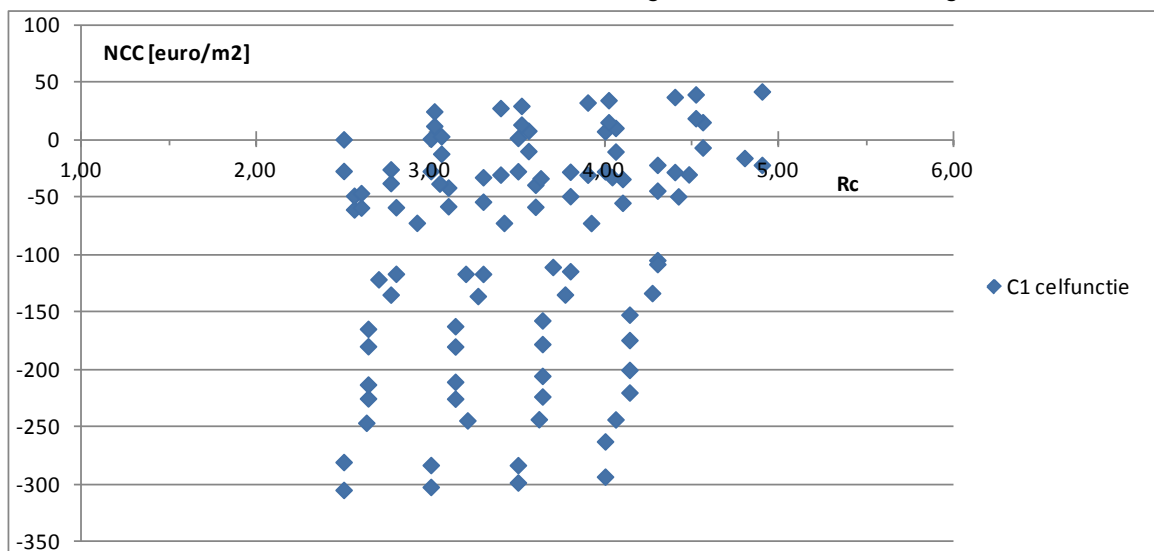
Figuur 6.15

Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande woningen



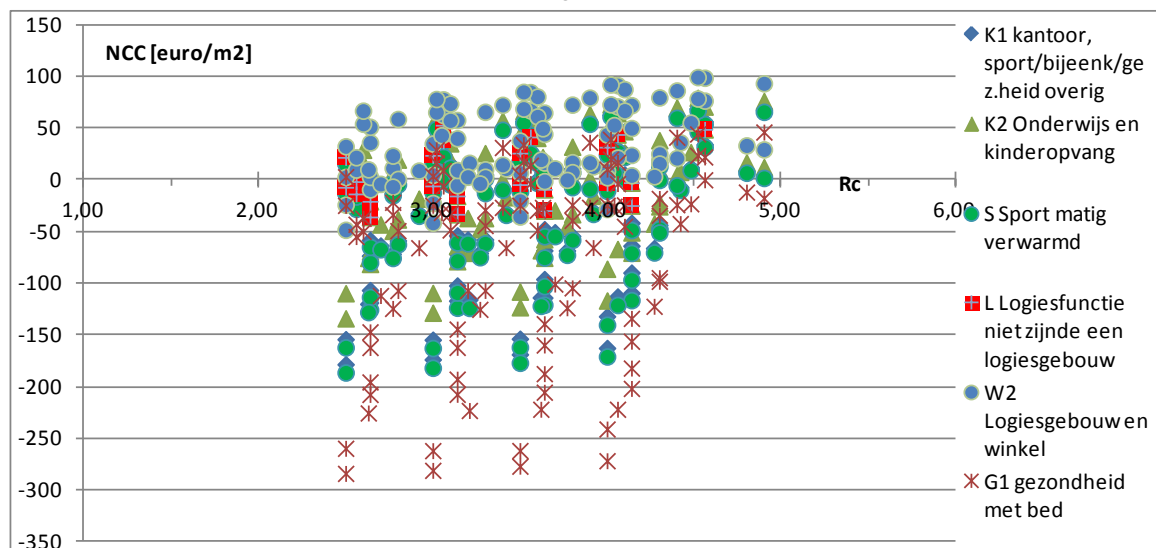
Figuur 6.16

Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande cellengebouwen



Figuur 6.17

Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande utiliteitsgebouwen exclusief cellengebouwen



6.4 Bestaande bouw installaties

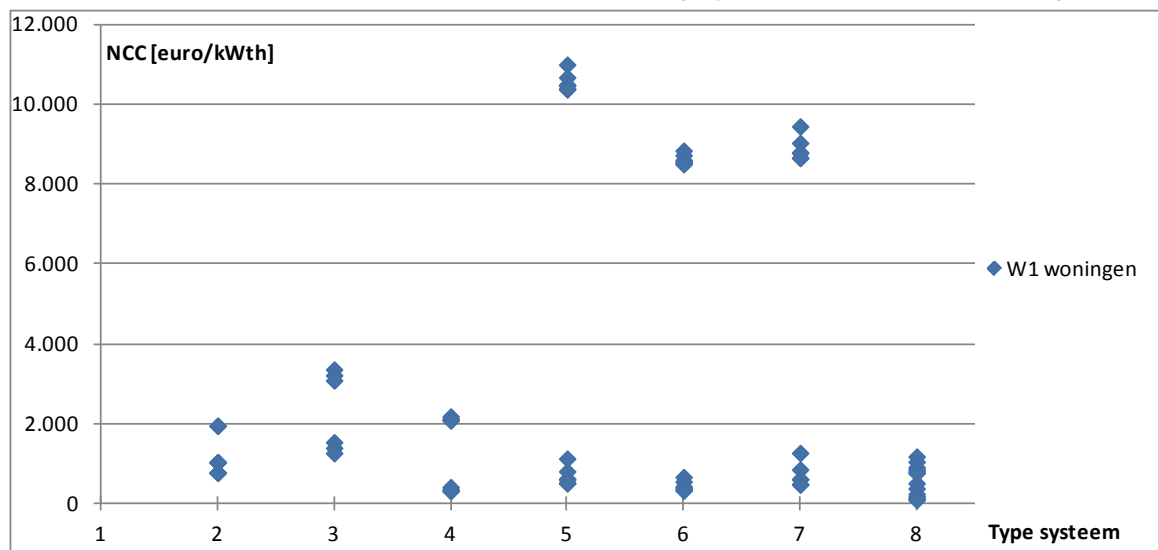
Het effect op de netto contante kosten van de doorgerekende maatregelen is separaat weergegeven voor woonfuncties in figuur 6.18 en voor utiliteitsbouwfuncties in figuur 6.19 en 6.20.

In de figuren is onderscheid gemaakt in de verschillende mogelijke koel- en verwarmingssystemen:

2. Koeling via Warmte- en koudeopslag.
3. Gaswarmtepomp.
4. Gaswarmtepomp met HR107 piekketel.
5. Elektrische warmtepomp.
6. Elektrische warmtepomp met HR107 piekketel.
7. Elektrische warmtepomp op retourlucht.
8. Elektrische warmtepomp op retourlucht met HR107 piekketel.

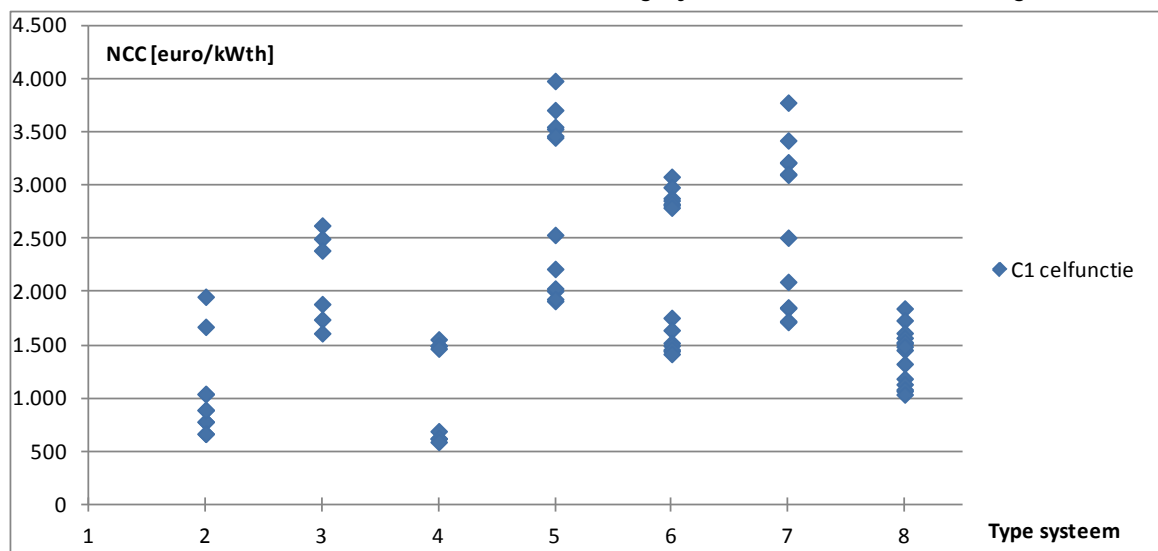
Figuur 6.18

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande woningen



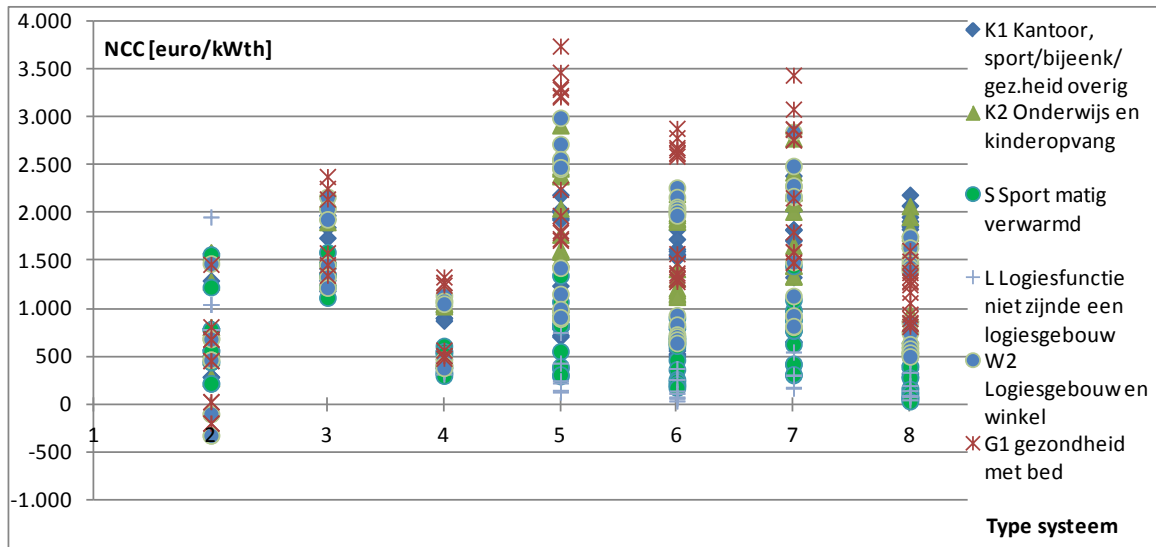
Figuur 6.19

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande cellingebouwen



Figuur 6.20

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande utiliteitsgebouwen, exclusief cellengebouwen



7. Evaluatie calculatie en energiebesparingsbeleid

7.1 Financiële of macro-economische calculatie

De resultaten van de macro-economische calculatie in hoofdstuk 6 zijn over het algemeen vergelijkbaar met de resultaten van de financiële calculatie in hoofdstuk 5. Voor een beperkt aantal referentiegebouwen zijn de totale netto contante kosten enigszins lager. De macro-economische calculatie leidt ten opzichte van de financiële calculatie niet tot andere inzichten voor de kosteneffectiviteit van de energieprestatie-eisen.

Door Nederland is gekozen voor het hanteren van de financiële calculatie als basis voor de bepaling van de kostenoptimaliteit. De financiële calculatie sluit het meeste aan bij het reeds gevoerde energiezuinigheidsbeleid voor gebouwen waarbij kosteneffectiviteit leidend is geweest.

7.2 Kostenoptimaal

Voor nieuwbouw zijn de resultaten van de kostenoptimaliteitsberekeningen uitgezet tegen de Q/Q-waarde. Bij een Q/Q-waarde van maximaal 1,00 voldoet een gebouw in Nederland aan de energieprestatie-eisen uit de bouwregelgeving.

De doorgerekende gevoeligheidsanalyses voor de discontovoet en het energieprijsscenario leiden niet tot significante verschillen in de resultaten.

Woonfuncties nieuwbouw

Het kostenoptimale punt voor woningen ligt bij een Q/Q van circa 1,00.

Voor woonwagens lijkt het kostenoptimale punt te liggen tussen 0,80 en 1,00. Het aantal doorgerekende maatregelen is echter te beperkt om dit met zekerheid te kunnen constateren.

Bij de vakantiewoningen lijkt het kostenoptimale punt te liggen tussen 0,70 en 0,80. Net als bij de woonwagens is het aantal doorgerekende maatregelen te beperkt om dit met zekerheid te kunnen stellen. Wel wordt geconstateerd dat de energieprestatie-eis voor vakantiewoningen op dit moment geen gelijke tred houdt met de overige eisen uit de bouwregelgeving. De Q/Q-waarde tussen 0,70 en 0,80 hoort bij de referentiesituatie die volgt uit de vangnet-eisen van de bouwregelgeving. Voor 2015 is een aanscherping van de EPC-eisen voor woningbouw voorzien. Aanscherping van de EPC-eis voor vakantiewoningen zal daarbij meegenomen worden.

Utiliteitsfuncties nieuwbouw

Bij een aantal gebruiksfuncties liggen de netto contante kosten voor de verschillende doorgerekende maatregelen op een horizontale lijn rondom de totale netto contante kosten van nul. In deze gevallen lijkt het kostenoptimale niveau bereikt. Het kostenoptimale punt van de maatregelen ligt tussen een Q/Q van 0,80 en 1,0. Het gaat om de volgende gebruiksfuncties:

- Celfunctie (in cellengebouw) (0,80-1,00).
- Logiesfunctie (in logiesgebouw) (0,85-1,00).
- Sportfuncties: het kostenoptimale punt lijkt te liggen tussen 0,80 en 1,00. Zonder de resultaten voor het zwembad lijkt het kostenoptimale punt te liggen tussen 0,90 en 1,00.

Voor de overige gebruiksfuncties zit er wel variatie in de netto contante kosten van de verschillende doorgerekende maatregelen. Bij de volgende gebruiksfuncties ligt het kostenoptimale punt tussen een Q/Q van 0,80 en 1,00:

- Bijeenkomstfuncties (0,90-1,00).
- Onderwijsfuncties: het kostenoptimale punt voor onderwijsfuncties lijkt te liggen tussen 0,70 en 0,90. Voor basisscholen ligt het optimale punt echter tussen 0,90 en 1,00. De basisschool is dus maatgevend voor de onderwijsfunctie².
- Winkelfuncties: het kostenoptimale punt lijkt te liggen tussen 0,80 en 0,90. Voor de kleine winkel is het echter al moeilijk om aan een q/q van 1,00 te voldoen. De kleine winkel is dus maatgevend voor de winkelfunctie.

Voor kantoorfuncties en de gezondheidszorgfuncties (met en zonder bedgebied) lijkt het kostenoptimale punt te liggen tussen 0,70 en 0,90. Voor deze gebruiksfuncties ligt het kostenoptimale punt relatief ver af van de huidige energieprestatie-eisen (Q/Q=1,00).

Bestaande bouw

Voor alle categorieën van gebruiksfuncties is het mogelijk om kostenneutrale isolatiemaatregelen te nemen bij de verschillende R_c -niveaus. Of de R_c -verhoging kostenneutraal is uit te voeren is echter afhankelijk van het type constructie dat in de renovatie situatie aanwezig is. Op grond van de bouwregelgeving is het echter niet mogelijk om onderscheid te maken naar type constructie. Bij een R_c van 4,0 m²K/W zijn de kosten enigszins hoger ten opzichte van een R_c van 2,5 m²K/W. Bij nieuwbouw is in Nederland momenteel een R_c -niveau van 3,5 m²K/W vereist

De beoordeelde installatiesystemen waarmee in renovatiesituaties een meer energiezuinig opweksysteem gerealiseerd kan worden, leiden afhankelijk van de energievraag en gebouwcategorie in de meeste gevallen tot significant hogere netto contante kosten. Er is geen sprake van een kostenoptimaal punt.

² Voor utiliteitsgebouwen geldt per gebruiksfunctie een EPC-eis. Indien er voor een gebruiksfunctie meerdere referentiegebouwen beschikbaar zijn, dan wordt de hoogte van de EPC-eis bepaald op basis van het maatgevende referentiegebouw (met de hoogste EPC-eis). Dit om te voorkomen dat de EPC-eis voor bijvoorbeeld een kleine school vrijwel niet te halen is omdat de hoogte van de EPC-eis gebaseerd is op een grote school (die veel makkelijker aan de EPC-eis kan voldoen). Het uitgangspunt is dat de EPC-eisen zo gekozen worden dat energiebesparing gestimuleerd worden én haalbaar is voor alle gebouwen.

De voorgestelde eisen voor bestaande bouw refereren dan ook aan de systeemrendementen van de referentiesituaties.

7.3 Kostenoptimaal beleid

Voor nieuwbouw van woningen komen de huidige eisen overeen met het kostenoptimale punt.

Bij nieuwbouw van utiliteit is het kostenoptimale punt niet exact te bepalen. Voor de meeste gebruiksfuncties ligt het kostenoptimale punt binnen een bandbreedte van een Q/Q van 0,80 tot 1,00.

Volgens de Verordening mag het eisenniveau 15% onder of boven het kostenoptimale punt liggen. Voor de meeste gebruiksfuncties wordt hieraan voldaan mits het kostenoptimale punt bij een Q/Q van 0,85 of hoger ligt. Bij een Q/Q < 0,85 wordt niet voldaan.

Voor kantoorfuncties en de gezondheidszorgfuncties (met en zonder bedgebied) lijkt het kostenoptimale punt te liggen tussen 0,70 en 0,90. Met de huidige eisen wordt voor deze gebruiksfuncties daarom niet voldaan aan de maximale bandbreedte van 15%.

Geplande actualisatie nieuwbouw utiliteitsgebouwen

Een actualisatie van de haalbare en kostenoptimale energieprestatie-eisen voor utiliteitsbouw is gepland voor eind 2013. Op dit moment wordt de te hanteren methodiek onderzocht en afgestemd. Bij de berekening van de geactualiseerde energieprestatie-eisen voor utiliteitsbouw zal straks gebruik worden gemaakt van de nieuwe bepalingsmethode NEN 7120. De aangepaste energieprestatie-eisen worden naar verwachting in 2014 in de bouwregelgeving opgenomen zodat deze in 2015 van kracht kunnen worden.

De algemene overheidsdoelstelling daarbij is om in 2015 de energieprestatie-eisen ten opzichte van 2007 met circa 50% aangescherpt te hebben. In 2009 zijn de energieprestatie-eisen al met circa 20% aangescherpt. Dat impliceert dat de energieprestatie-eisen in 2015 nog met circa 25% aangescherpt moeten worden. Over de omvang van de aanscherping zal mede afhankelijk van de resultaten van het nog uit te voeren onderzoek nader beslist worden.

Voorgenomen eisen bestaande bouw

Aan bestaande bouw worden op dit moment geen eisen gesteld. De voorgenomen eisen voor koel- en verwarmingssystemen gaan uit van de systeemkeuze van de referentiesituatie. Voor de isolatiemaatregelen kan geen goed onderscheid gemaakt worden in de kostenoptimaliteit van verschillende isolatieniveaus. Voor bestaande bouw is voor ingrijpende renovaties daarom aangesloten bij het prestatieniveau voor nieuwbouw.

Dit is een publicatie van:

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Croeselaan 15 | 3521 BJ Utrecht

Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht

T +31 (0) 88 042 42 42

E klantcontact@rvo.nl

www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | november 2016

Publicatienummer: RVO-174-1601/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen.

Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken.