

## 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

## Energieprijsscenario's



**Scenario bij 20% kleinere energieprijzontwikkeling**

Inclusief belastingen (financiële calculatie)	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
	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
<b>Gas (eurocent/m<sup>3</sup>)</b>																															
Woningbouw		67,2	69,3	71,4	73,4	75,4	77,3	79,2	81,1	83,0	83,8	84,6	85,4	86,2	87,0	87,8	88,6	89,4	90,2	91,0	91,5	92,0	92,5	93,0	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	93,4	94,4
Utiliteit, tarief 1 hoog		64,7	66,2	67,7	69,3	70,6	71,9	73,3	74,6	75,9	76,3	76,7	77,1	77,5	77,8	78,6	79,4	80,1	80,9	81,6	81,8	82,0	82,2	82,4	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	82,6	83,3
Utiliteit, tarief 2 midden		62,1	63,6	65,1	66,7	68,0	69,3	70,7	72,0	73,3	73,7	74,1	74,5	74,9	75,2	76,0	76,8	77,5	78,3	79,0	79,2	79,4	79,6	79,8	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,7
Utiliteit, tarief 3 laag		35,8	37,3	38,8	40,4	41,7	43,0	44,4	45,7	47,0	47,4	47,8	48,2	48,6	48,9	49,7	50,5	51,2	52,0	52,7	52,9	53,1	53,3	53,5	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	53,7	54,4
<b>Elektriciteit (eurocent/kWh)</b>																															
Woningbouw		22,4	22,6	22,7	22,9	23,2	23,5	23,8	24,2	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,6	24,8	25,0	25,1	25,3	25,6	25,9	26,2	26,6	26,9	27,0	27,2	27,4	27,5	27,7	27,9	
Utiliteit, tarief 1 hoog		22,1	22,3	22,5	22,7	22,9	23,1	23,2	23,4	23,6	23,8	24,0	24,2	24,4	24,6	24,8	25,0	25,1	25,3	25,5	25,7	25,9	26,1	26,3	26,5	26,7	26,9	27,1	27,2	27,4	27,6
Utiliteit, tarief 2 midden		13,5	13,7	13,9	14,1	14,3	14,5	14,6	14,8	15,0	15,2	15,4	15,6	15,8	16,0	16,2	16,4	16,5	16,7	16,9	17,1	17,3	17,5	17,7	17,9	18,1	18,3	18,5	18,6	18,8	19,0
Utiliteit, tarief 3 laag		9,8	10,0	10,2	10,4	10,6	10,8	10,9	11,1	11,3	11,5	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,7	12,8	13,0	13,2	13,4	13,6	13,8	14,0	14,2	14,4	14,6	14,8	14,9	15,1	15,3

**Scenario bij 20% grotere energieprijzontwikkeling**

Inclusief belastingen (financiële calculatie)	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
	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
<b>Gas (eurocent/m<sup>3</sup>)</b>																															
Woningbouw		67,2	70,3	73,4	76,6	79,4	82,3	85,2	88,1	91,0	92,2	93,4	94,6	95,8	97,0	98,2	99,4	100,6	101,8	103,0	103,7	104,4	105,1	105,8	106,6	106,6	106,6	106,6	106,6	106,6	108,0
Utiliteit, tarief 1 hoog		64,7	67,0	69,3	71,6	73,6	75,6	77,6	79,6	81,6	82,1	82,7	83,3	83,8	84,4	85,5	86,7	87,8	89,0	90,1	90,4	90,7	91,0	91,3	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	91,5	92,6
Utiliteit, tarief 2 midden		62,1	64,4	66,7	69,0	71,0	73,0	75,0	77,0	79,0	79,5	80,1	80,7	81,2	81,8	82,9	84,1	85,2	86,4	87,5	87,8	88,1	88,4	88,7	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	88,9	90,0
Utiliteit, tarief 3 laag		35,8	38,1	40,4	42,7	44,7	46,7	48,7	50,7	52,7	53,2	53,8	54,4	54,9	55,5	56,6	57,8	58,9	60,1	61,2	61,5	61,8	62,1	62,4	62,6	62,6	62,6	62,6	62,6	62,6	63,7
<b>Elektriciteit (eurocent/kWh)</b>																															
Woningbouw		22,4	22,6	22,9	23,1	23,6	24,1	24,6	25,0	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,8	26,0	26,2	26,5	26,7	27,2	27,7	28,2	28,6	29,1	29,4	29,6	29,8	30,1	30,3	30,6
Utiliteit, tarief 1 hoog		22,1	22,4	22,7	23,0	23,2	23,5	23,8	24,1	24,4	24,7	25,0	25,2	25,5	25,8	26,1	26,4	26,7	27,0	27,2	27,5	27,8	28,1	28,4	28,7	29,0	29,2	29,5	29,8	30,1	30,4
Utiliteit, tarief 2 midden		13,5	13,8	14,1	14,4	14,6	14,9	15,2	15,5	15,8	16,1	16,4	16,6	16,9	17,2	17,5	17,8	18,1	18,4	18,6	18,9	19,2	19,5	19,8	20,1	20,4	20,6	20,9	21,2	21,5	21,8
Utiliteit, tarief 3 laag		9,8	10,1	10,4	10,7	10,9	11,2	11,5	11,8	12,1	12,4	12,7	12,9	13,2	13,5	13,8	14,1	14,4	14,7	14,9	15,2	15,5	15,8	16,1	16,4	16,7	16,9	17,2	17,5	17,8	18,1

Uitgangspunten en maatregelpakketten SenterNovem referentiewoningen

## 1. Maatregelpakketten SenterNovem referentiewoningen

In tabel 1 zijn voor de geselecteerde maatregelpakketten de energiebesparende maatregelen opgenomen voor het bereiken van een EPC van circa 0.6 per referentiewoning. De uitgangspunten per energiebesparende maatregel staan vermeld in hoofdstuk 2, onder de tabel.

Tabel 1  
 Aanvullende energiebesparende maatregelen voor bereiken van EPC van circa 0.6

maatregel	appartement	galerij	rijtussen	rijhoek	2^1 kap	vrijstaand
<b>HR-ketel</b> <i>balansventilatie</i>						
- R <sub>c</sub> vloer 3.5, gevel 5, dak 7 m <sup>2</sup> .K/W	X	X	X	X	X	X
- douchewarmteterugwinning	X	X	X	X	X	X
- zonneboiler		X				2,8
<b>HR-ketel</b> <i>zelfregelende roosters</i>						
- R <sub>c</sub> vloer 3.5, gevel 5, dak 7 m <sup>2</sup> .K/W	X	X	X	X	X	X
- douchewarmteterugwinning	X	X	X	X	X	X
- zonneboiler	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	Combi 5,8
- U <sub>raam</sub> 1.3 U <sub>deur</sub> 1.2	X	X	X	X	X	X
- vloerverwarming	X	X	X	X	X	X
- PV 600 Wp	X	X		X	X	X
<b>warmtepomp</b> <i>balansventilatie</i>						
- R <sub>c</sub> vloer 3.5, gevel 5, dak 7 m <sup>2</sup> .K/W	X	X	X	X	X	X
- douchewarmteterugwinning	X	X	X	X	X	X
- zonneboiler		2,8				
<b>warmtepomp</b> <i>zelfregelende roosters</i>						
- R <sub>c</sub> vloer 3.5, gevel 5, dak 7 m <sup>2</sup> .K/W	X	X	X	X	X	X
- douchewarmteterugwinning	X	X	X	X	X	X
- zonneboiler	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	Combi 5,8
- U <sub>raam</sub> 1.3 U <sub>deur</sub> 1.2		X				

## 2. Uitgangspunten SenterNovem referentiewoningen

In de aanscherpingsstudie EPC woningbouw zijn de SenterNovem referentiewoningen (met een EPC van 0.8) 90°C gedraaid, de zuidgevel is de westgevel geworden. Dit leidt tot hogere EPC's. Om hiervoor te corrigeren zijn de isolatiewaarden in deze studie verhoogd naar (tenminste) 3.5 m<sup>2</sup>.K/W voor de begane grondvloer, 4.0 m<sup>2</sup>.K/W de gevels en 5.0 m<sup>2</sup>.K/W voor het dak. U<sub>raam</sub> is verlaagd naar (maximaal) 1.7 W/m<sup>2</sup>.K. Bij een deel van de SenterNovem referentiewoningen waren deze maatregelen reeds toegepast voor het bereiken van een EPC van 0.8.

Voor de uitgangssituatie is onderscheid gemaakt in twee typen ventilatiesystemen:

- Gebalanceerde ventilatie met HR-WTW en gelijkstroomventilatoren.
- Zelfregelende ventilatieroosters (forfaitair) met mechanische afzuiging via een gelijkstroomventilator.

Bij de woningen met zelfregelende roosters is alleen gebruikgemaakt van de forfaitaire rekenwaarden uit NEN 5128.

Er zijn geen kwaliteitsverklaringen beschikbaar voor deze maatregel, wel gelijkwaardigheidsverklaringen. Het effect van deze gelijkwaardigheidsverklaringen is echter niet meegenomen bij de samenstelling van de uitgangssituatie of de maatregelpakketten voor EPC 0.6, omdat er veel discussie is over deze gelijkwaardigheidsverklaringen.

In de woningen is verder een HR-combiketel aanwezig. Ten opzichte van de SenterNovem referentiewoningen brochure is het opwekkingsrendement voor warm tapwater voor de meeste referentiewoningen verder verhoogd op basis van beschikbare kwaliteitsverklaringen. Ook is rekening gehouden met een kwaliteitsverklaring voor hulpenergie. Er is steeds uitgegaan van waarden die in de praktijk haalbaar zijn met meerdere producten.

### *Opwekkingsrendement warm tapwater HR-combiketels*

Voor opwekking van warm water is een rendement gehanteerd van 70% voor appartementen en galerijwoningen, 72.5% voor hoek- en tussenwoningen, 75% voor 2-onder-1 kap en vrijstaande woningen. Dit is veelal 2.5% hoger dan de rendementen waarmee in de SenterNovem referentiewoningen reeds rekening is gehouden. Voor een aantal referentiewoningen werd nog gerekend met het forfaitaire opwekkingsrendement.

De bovengenoemde rendementen zijn gebaseerd op zeven kwaliteitsverklaringen voor verschillende CW4 ketels van vijf grote producenten. Vrijwel alle geraadpleegde kwaliteitsverklaringen hebben voor de beschouwde referentiewoningen een gelijk of hoger opwekkingsrendement. In een enkel geval is het opwekkingsrendement volgens de kwaliteitsverklaring lager. Het gaat dan om maximaal 2.5% lager.

### *Hulpenergie HR-combiketels*

Ook voor het hulpenergiegebruik van de HR-combiketel is gebruikgemaakt van een kwaliteitsverklaring. Uitgegaan is van een benedengemiddeld effect. Zes van de negen geraadpleegde kwaliteitsverklaringen (van vijf leveranciers) hadden een groter effect op de verlaging van de hoeveelheid hulpenergie dan gehanteerd in de berekeningen (conservatieve benadering). Er is gerekend met de kwaliteitsverklaring van een Nefit Topline Compact ketel.

Voor de toegepaste maatregelen is gerekend met onderstaande uitgangspunten:

- Warmtepompen: individuele elektrische warmtepompen met als bron de bodem.
- Rendement douche warmteterugwinning 55% voor verticale en 45% voor horizontale systemen op basis van kwaliteitsverklaringen.
- Zonneboiler met 2.8 m<sup>2</sup> collectoroppervlak zonder kwaliteitsverklaring.
- Fotovoltaïsche cellen (PV): 600 Wp.
- Verhoging R<sub>c</sub>-waarden: R<sub>c</sub> = 5 m<sup>2</sup>.K/W voor de gevel en 7 m<sup>2</sup>.K/W voor het dak.
- Verlaagde U-waarde: U<sub>raam</sub> 1.3 en U<sub>deur</sub> 1.2 W.m<sup>2</sup>/K.
- LT-verwarming.

Onderstaand worden per maatregel de uitgangspunten besproken.

### **Warmtepompen**

Voor de woningen met een individuele elektrische warmtepomp is gerekend met de forfaitaire opwekkingsrendementen voor verwarming en tapwater (conform tabel B2). Als bron voor de warmtepomp is uitgegaan van de bodem. Er zijn geen correcties gemaakt voor de hulpenergie. Er is gerekend met een temperatuurniveau van 35-45°C en volledig vloer- en/of wandverwarming als afgiftesysteem. Daarnaast is ervan uitgegaan dat in de woningen met warmtepompen gedurende de zomerperiode vrije koeling plaats kan vinden.

### *Douche-warmteterugwinning (DWTW)*

Op basis van twee beschikbare kwaliteitsverklaringen voor verticale DWTW is voor het rendement van de DWTW in grondgebonden woningen uitgegaan van 55%. Voor een horizontale DWTW voor appartementen en galerijwoningen was slechts één kwaliteitsverklaring beschikbaar. Er is gerekend met een rendement van 45%.

Bij de invoer in de EPC-berekening is rekening gehouden met aansluiting van de DWTW op zowel de koude douchekraan als op de combiketel. Dit geeft de hoogste benuttingsgraad.

### *Zonneboiler*

De ingevoerde zonnecollector van 2.8 m<sup>2</sup> is relatief groot. Reeds vanaf een collectoroppervlak van circa 2 m<sup>2</sup> zijn zonneboilersystemen beschikbaar. Er is in deze studie aangesloten bij de grootte van de zonnecollectoren die reeds in de SenterNovem referentiewoningen met zelfregelende roosters waren toegepast. Opgemerkt wordt dat het gehanteerde oppervlak weliswaar groot is, maar dat geen gebruikgemaakt is van een kwaliteitsverklaring voor de zonneboiler.



In de vrijstaande woningen is een vergrote zonnecollector van 5.6 m<sup>2</sup> toegepast die ook wordt gebruikt voor ruimteverwarming (zonnegascombi).

#### *Fotovoltaïsche cellen*

Voor fotovoltaïsche cellen (PV) is in deze studie uitgegaan van 600 Wp (5 m<sup>2</sup> van 120 Wp/m<sup>2</sup>). Bij grondgebonden woningen is het mogelijk een veelvoud hiervan te realiseren.

#### *Verhoging R<sub>c</sub>-waarden*

Als extra isolatiemaatregel is uitgegaan van een R<sub>c</sub> = 5 m<sup>2</sup>.K/W voor de dichte geveldelen en een R<sub>c</sub> = 7 m<sup>2</sup>.K/W voor hellende of platte daken.

#### *Verlaging U-waarde ramen en deuren*

Als energiebesparende maatregel is gekeken naar verlaging van de U-waarde voor ramen en deuren. Bij de maatregelpakketten is voor deuren reeds standaard uitgegaan van een U-waarde van 2.0 W/m<sup>2</sup>.K (geïsoleerde deur) en voor ramen van 1.7 W/m<sup>2</sup>.K. Deze waarde is forfaitair eenvoudig realiseerbaar bij het toepassen van houten of kunststof kozijn met een forfaitaire U-waarde van 2.4 W/m<sup>2</sup>.K en HR<sup>++</sup>-beglazing met een U-waarde van 1.1 W/m<sup>2</sup>.K.

Als energiebesparende maatregel is gekeken naar de toepassing van drievoudig glas, U-waarde 0.7 W/m<sup>2</sup>.K in een verdiept kozijnprofiel (U<sub>raam</sub> = 1.3 W/m<sup>2</sup>.K). Voor de deuren is rekening gehouden met een U-waarde van 1.2 W/m<sup>2</sup>.K.

Voor het bereiken van een U<sub>raam</sub> van 1.3 W/m<sup>2</sup>.K is het overigens niet direct nodig om drievoudig glas toe te passen. Voor kunststof kozijn bijvoorbeeld kan gebruikgemaakt worden van een verklaring waarin een U-waarde van 1.4 W/m<sup>2</sup>.K is vastgelegd (Vereniging Kunststof Gevelelementenindustrie, KeurKozijn). In combinatie met HR<sup>++</sup>-beglazing met U<sub>glas</sub> 1.1 W/m<sup>2</sup>.K kan een U<sub>raam</sub> van 1.34 W/m<sup>2</sup>.K bereikt worden.

#### *Lage temperatuurverwarming*

Er is in de woningen met een HR-ketel bij de maatregel lage temperatuurverwarming steeds uitgegaan van een laag temperatuursysteem (LT) in combinatie met een afgiftesysteem op basis van vloer- en/of wandverwarming. Bij de warmtepomp is altijd uitgegaan van toepassing van lage temperatuurverwarming met vloer- en/of wandverwarming.

Maatregelpakketten woonwagens en vakantiewoningen

Onderstaand zijn de maatregelpakketten weergegeven die zijn doorgerekend voor woonwagens en vakantiewoningen.

### Woonwagens

Inhoud van de maatregelpakketten

maatregelen	pakket 1	pakket 2
R <sub>c</sub> dak (m <sup>2</sup> K/W)	2,0	2,5
R <sub>c</sub> gevel (m <sup>2</sup> K/W)	2,0	2,5
zelfregelende roosters	X	X
wisselstroom ventilator	X	X

HR107-combiketel, geen kwaliteitsverklaring hulpenergie

CW-klasse 3

HR-ww tapwater

### Vakantiewoningen

Inhoud van de maatregelpakketten

maatregelen	referentie	bal R <sub>c</sub> 2,5	bal R <sub>c</sub> 3,5	ZR R <sub>c</sub> 2,5	ZR R <sub>c</sub> 3,5	ZR dak 5
R <sub>c</sub> dak (m <sup>2</sup> K/W)	2,5	2,5	3,5	2,5	3,5	5,0
R <sub>c</sub> gevel (m <sup>2</sup> K/W)	2,5	2,5	3,5	2,5	3,5	3,5
R <sub>c</sub> vloer (m <sup>2</sup> K/W)	2,5	2,5	3,5	2,5	3,5	3,5
U <sub>raam</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	1,8	1,8	1,7	1,8	1,7	1,7
U <sub>voordeur</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	3,4	3,4	2,0	3,4	2,0	2,0
natuurlijke ventilatie	X					
zelfregelende roosters				X	X	X
balansventilatie met hoogrendement warmteterugwinning (95%)		X	X			
wisselstroom ventilator	X			X	X	X
gelijkstroom ventilator		X	X			
zonneboiler 2,8 m <sup>2</sup>				X	X	X

HR107-combiketel met kwaliteitsverklaring voor hulpenergie (zie bijlage 2)

CW-klasse 4

Kwaliteitsverklaring voor opwekkingsrendement warm tapwater 0,725

Zonneboiler (zie bijlage 2)

## Maatregelpakketten utiliteitsgebouwen

## Maatregelpakketten utiliteitsgebouwen

Tabel 1  
Maatregelcodering

code	maatregel
1	isolatie gevel $R_c=3,5$
2	isolatie dak $R_c=3,5$
3	isolatie dak $R_c=4$
4	isolatie $R_c=4$
5	$U_{raam}=1,8$
6	energiezuinige HF verlichting
7	veegregeling
8	daglichtregeling
9	veeg/daglichtregeling
10	aanwezigheidsdetectie
11	werkelijke ventilatorvermogens met toerenregeling
12	wtw 70%
13	hoger cv rendement
14	wp met hr-ketel
15	wp met hr-ketel en koudeopslag
16	wp met hr-ketel overal toepasbare bron
17	wkk
18	zonneboiler voor tapwater

Tabel 2  
 Maatregelpakkettenpakket (codering maatregelen volgens tabel 1)

functie	gebouw	pakket	codering maatregelen in pakket	
bijeenkomst	café restaurant	kn 10	5, 9, 11	
	buurtcentrum	kn 8	5, 9, 11	
	museum	kn 20	4, 9, 10, 11, 15	
		22	4, K9, K10, B12 11, 16	
	theater	kn 14	9, 10, 11, 12, 15	
		15	9, 10, 11, 12, 16	
cellen	gevangenis	kn 14	6, 7	
	gezondheidszorg niet klinisch	groepspraktijk	kn 14	5, 9, 10, 16
		verpleeghuis	kn 10	8, 9, 12, 15
	gezondheidszorg klinisch	7	8, 9, 12, 16	
kantoor	ziekenhuis	kn 12	9, 11, 17	
	kantoor klein	kn 9	5, 16	
		kn 13	9, 12, 15	
	kantoor middel	16	9, 12, 16	
		kn 7	15, 18	
	kantoor groot	6	16, 18	
logiesgebouw	hotel	kn 8	5, 9	
	onderwijs	basisschool	kn 13	5, 9, 13
		VO-school	kn 9	11, 16
		HBO-school	kn 14	9, 10, 11, 12, 15
sport	gymzaal	16	9, 10, 11, 12, 16	
		kn 5	5, 10	
		kn 1	1	
	tennishaal	n		
		kn 13	9, 11, 12	
	zwembad	kn 13	9, 11, 12	
winkel	kleine winkel	kn 5	5	
	supermarkt	kn 27	1, 3, 11, 16	
	warenhuis	kn 16	11, 12, 15	
		17	11, 12, 16	

kn = kostenneutrale pakket

K = kantoorfunctie

B = bijeenkomstfunctie

Legenda bij tabellen in bijlage 6 t/m 13

### Legenda gebouw:

Ap	appartement
Ga	galerijwoning
Tw	rijtussenwoning
Hw	rijhoekwoning
2k	2-onder-1 kapwoning
V	vrijstaande woning

KM	kantoor, middelgroot
Verpl	Verpleeghuis

enkel	enkele woonwagen, enkellaags (EE)
dubbel	dubbele woonwagen, enkellaags (DE)
meerlaags	dubbele woonwagen, dubbellaags (DD)

### Legenda maatregel(pakket)

HR	HR ketel
WP	individuele elektrische warmtepomp met bodemwarmtewisselaar
bal	balansventilatie
zr	zelfregelende roosters
iso	Rc gevel 5 Rc dak 7 Rc vloer 3,5
i-dw(tw)	iso + douche warmteterugwinning (DWTW)
i-dw-zb	iso, DWTW, zonneboiler 2,8 m <sup>2</sup> voor tapwater; alleen bij vrijstaande woning met zelfregelende roosters gaat het om een zonneboilercombi 5,6 m <sup>2</sup>
i-dw-zb-U	i-dw-zb met extra lage U-waardes: drievoudige beglazing en extra geïsoleerde deur
i-dw-zb-U-It	i-dw-zb-U met lage temperatuur verwarming via vloer en/of wandverwarming
i-dw-zb-U-It-PV	i-dw-zb-U-LT met 600 Wp fotovoltaïsche panelen 5 m <sup>2</sup> van 120 Wp.
U1,65	Uraam=1,65 en Rc gevel,dak,vloer 3,5
U1,65+Rc5	Uraam=1,65 en Rc gevel,dak,vloer 5,0
Rc5	Rc gevel,dak,vloer 5,0
Co2	zelfregelende roosters met CO2 regeling
ABS	absolute energiegebruik+investeringskosten (ipv besparing en meerinvestering)
g[x]p[y]	gebouwnr [x]: omschrijving type staat in kolom "gebouw" met maatregelpakket [y]: zie omschrijving in tabel 24, bijlage 6 onderliggende rapportage 3.
pakket [x]	maatregelpakket [x] uit bijlage 3

### Legenda investeringen

- 1 Bouwkundig, geen onderhoud, levensduur afhankelijk van type referentiegebouw.
- 2 Installaties 5% onderhoud; bij id 201-400 isolatie levensduur 75 jaar geen onderhoud.
- 3 Installaties, levensduur 20 jaar, 5% onderhoud.



### Resultaten financiële calculatie

In onderstaande tabellen zijn de besparing op het gas- en elektriciteitsverbruik, de investeringskosten en de netto contante kosten per maatregel vermeld voor achtereenvolgens nieuwbouw en bestaande bouw.

Zie bijlage 5 voor een overzicht van de gehanteerde afkortingen en coderingen.

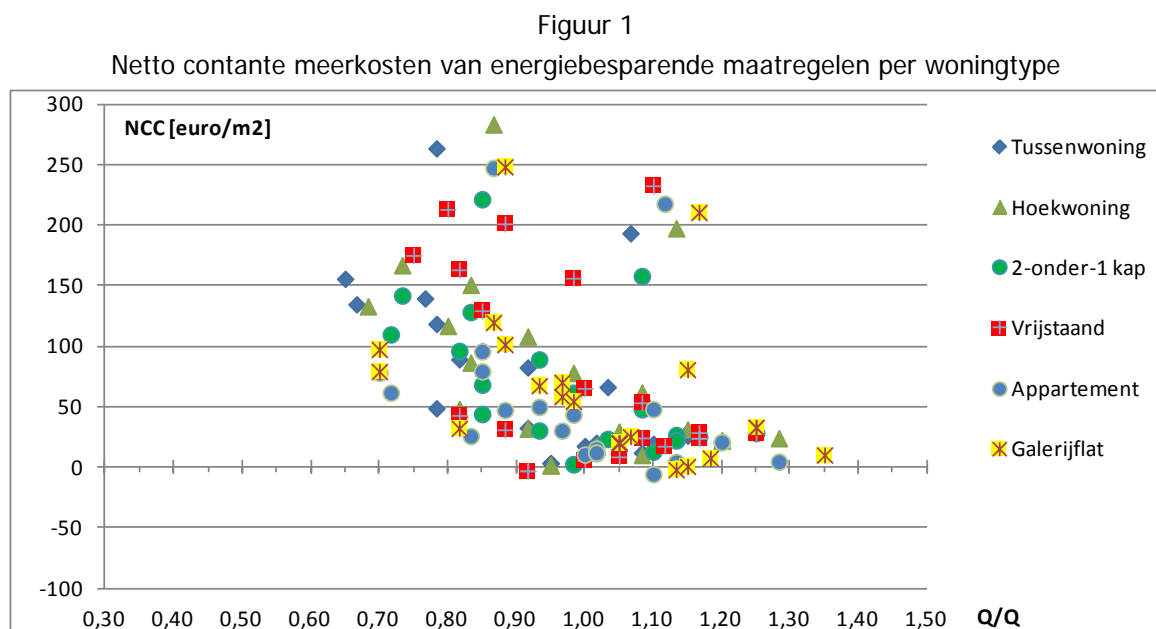
Gevoeligheidsanalyse financiële calculatie: discontovoet woningen 3,5% utiliteit 6,5%

## Gevoeligheidsanalyse financiële calculatie, discontovoet 3,5 en 6,5%

In de financiële calculatie is er gerekend met een discontovoet van 5,5% voor woningbouw en 8,0% voor utiliteitsbouw. In onderstaande gevoeligheidsanalyse is gekeken naar het effect van een aangepaste discontovoet van 3,5% voor woningbouw en 6,5% voor utiliteitsbouw.

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse zijn voor nieuwbouw alleen grafisch weergegeven voor de woonfunctie van woningen en voor de kantoor- en onderwijsfunctie van utiliteitsbouw. Voor bestaande utiliteitsbouw alleen voor een calculatieperiode van 20 jaar. De resultaten voor alle doorgerkende maatregelen zijn weergegeven in de tabel.

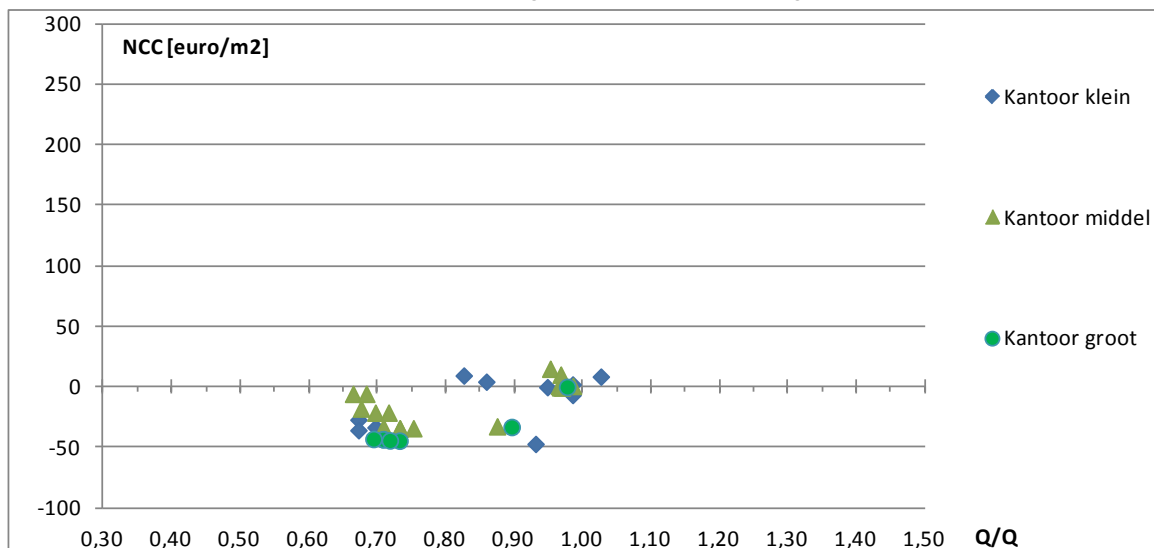
### Woningen



## Kantoren

Figuur 2

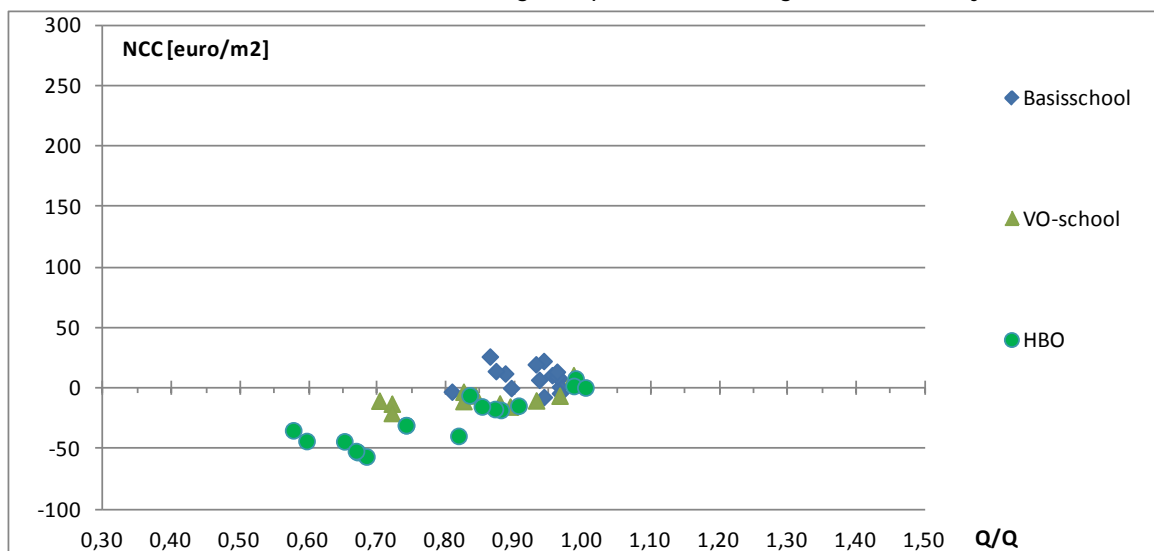
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in kantoorfuncties



## Onderwijsgebouwen

Figuur 3

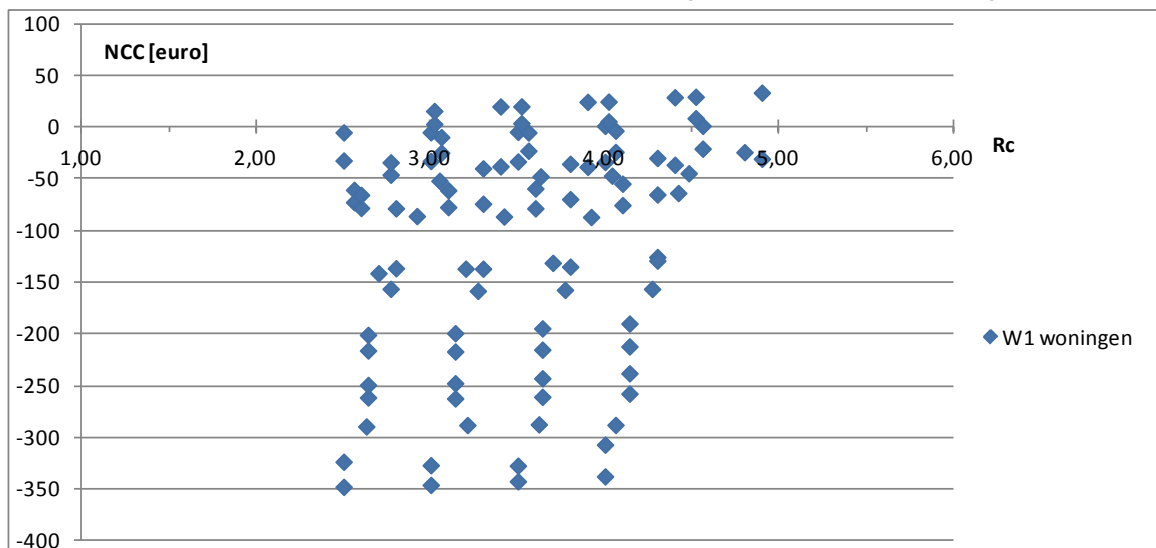
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in onderwijsfuncties



**Bestaande bouw bouwkundig**

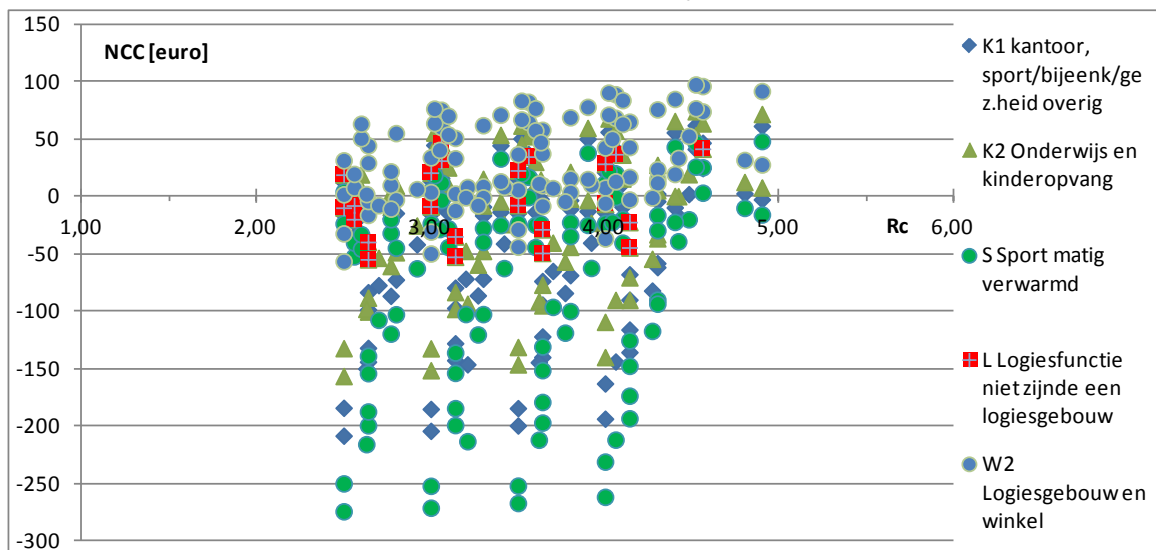
Figuur 4

Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande woningen



Figuur 5

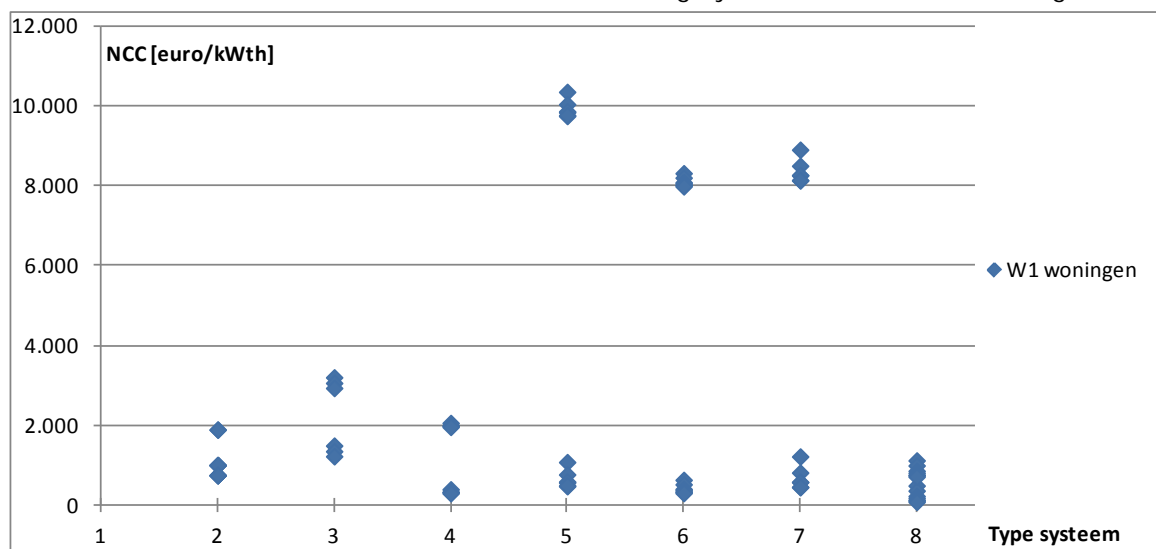
Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande utiliteitsgebouwen, calculatieperiode=20 jaar



## Bestaande bouw installaties

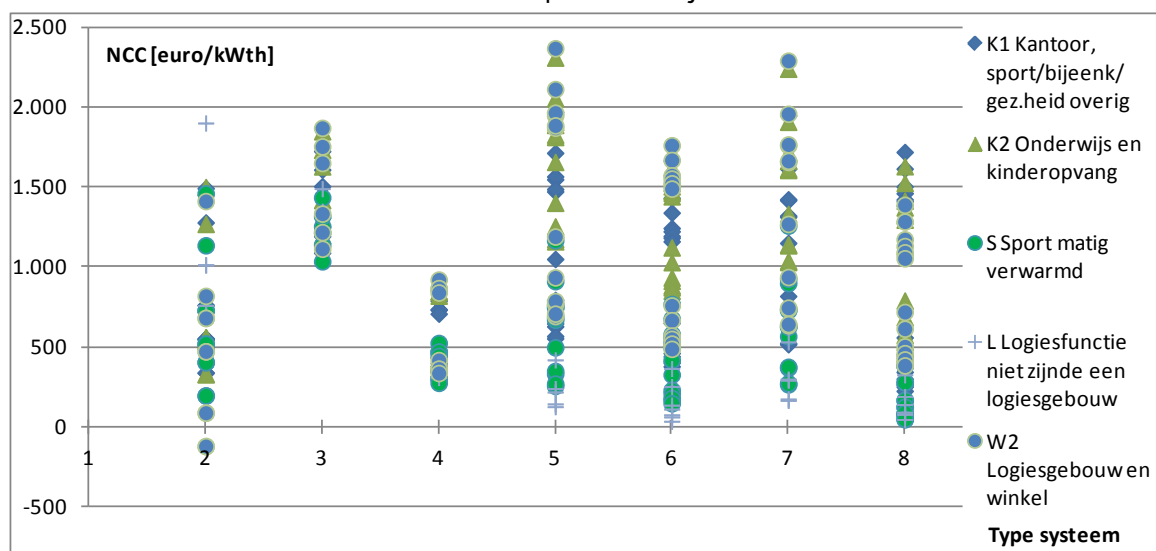
Figuur 6

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande woningen



Figuur 7

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande utiliteitsgebouwen, calculatieperiode=20 jaar



### Gegevens per maatregel

In onderstaande tabellen zijn de besparing op het gas- en elektriciteitsverbruik, de investeringskosten en de netto contante kosten per maatregel vermeld voor achtereenvolgens nieuwbouw en bestaande bouw. Zie bijlage 5 voor een overzicht van de gehanteerde afkortingen en coderingen.

Gevoeligheidsanalyse financiële calculatie: discontovoet woningen 6,5% utiliteit 9%

## Gevoeligheidsanalyse financiële calculatie, discontovoet 6,5 en 9,0%

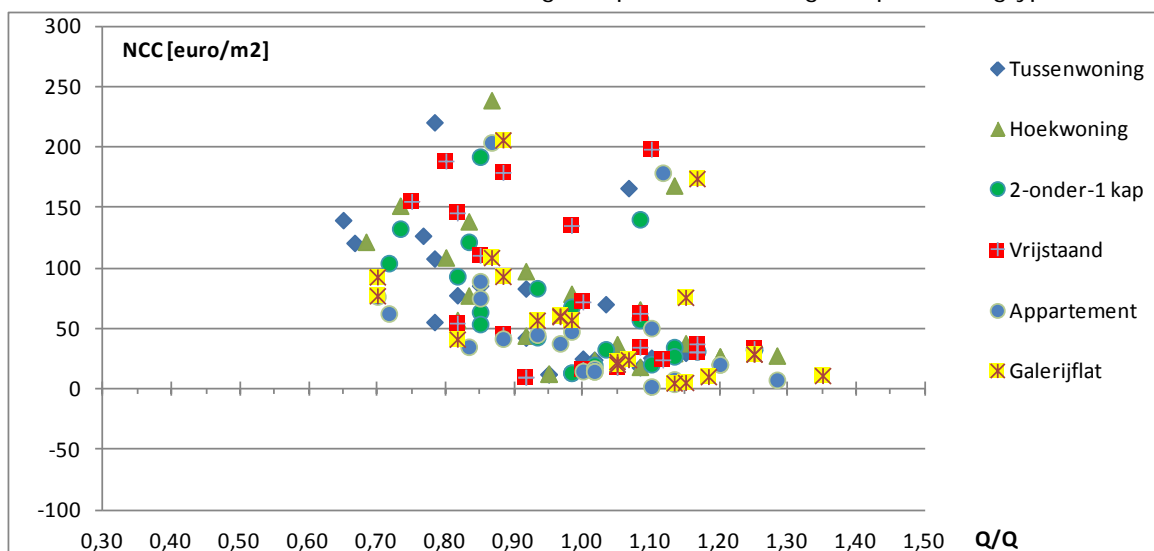
In de financiële calculatie is er gerekend met een discontovoet van 5,5% voor woningbouw en 8,0% voor utiliteitsbouw. In onderstaande gevoeligheidsanalyse is gekeken naar het effect van een aangepaste discontovoet van 6,5% voor woningbouw en 9,0% voor utiliteitsbouw.

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse zijn voor nieuwbouw alleen grafisch weergegeven voor de woonfunctie van woningen en voor de kantoor- en onderwijsfunctie van utiliteitsbouw. Voor bestaande utiliteitsbouw alleen voor een calculatieperiode van 20 jaar. De resultaten voor alle doorgerkende maatregelen zijn weergegeven in de tabel.

### Woningen

Figuur 1

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen per woningtype

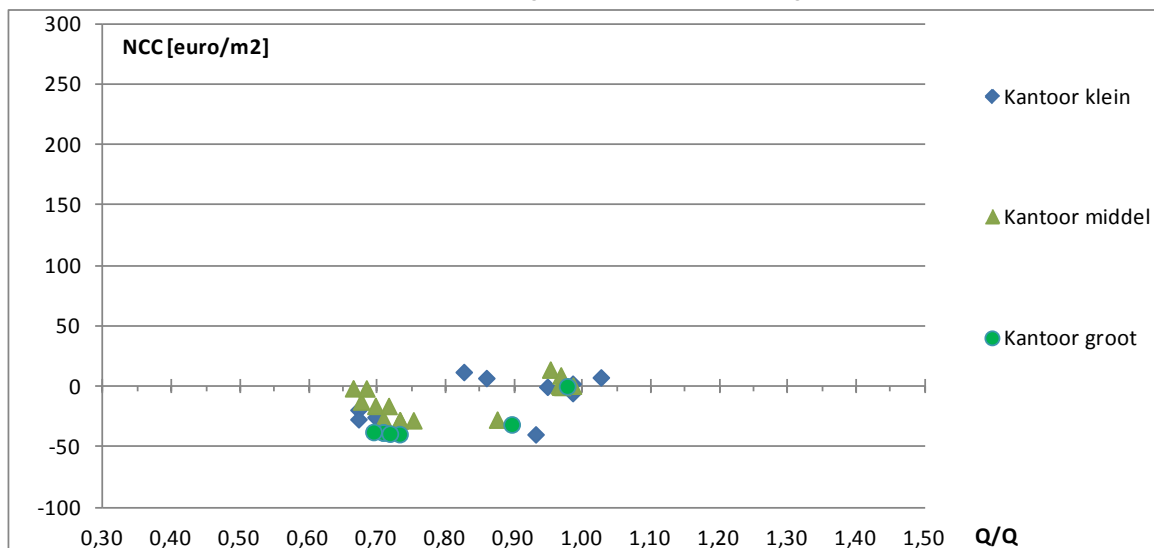




## Kantoren

Figuur 2

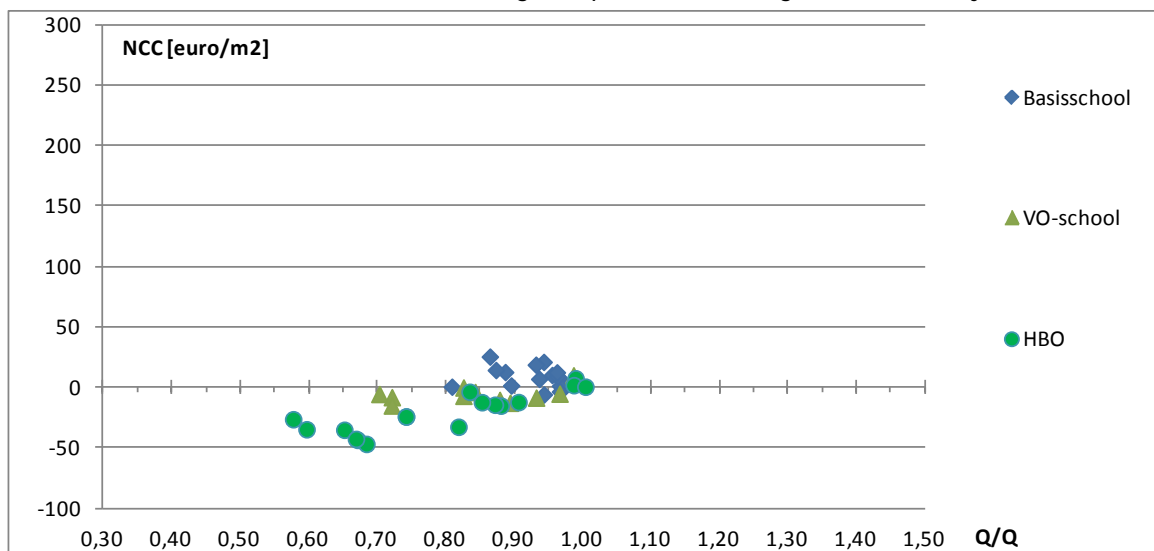
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in kantoorfuncties



## Onderwijsgebouwen

Figuur 3

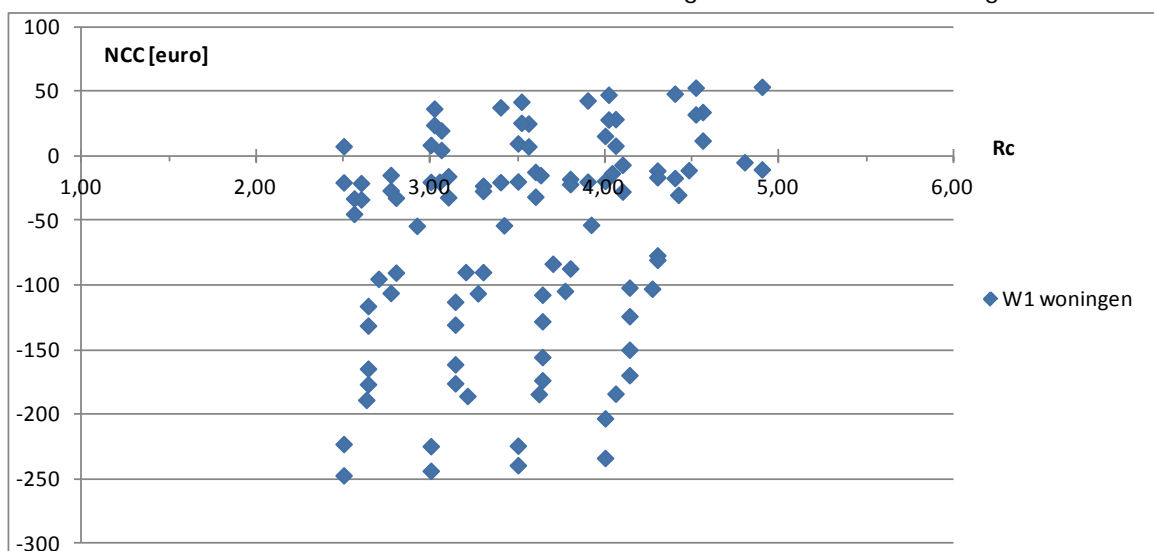
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in onderwijsfuncties



**Bestaande bouw bouwkundig**

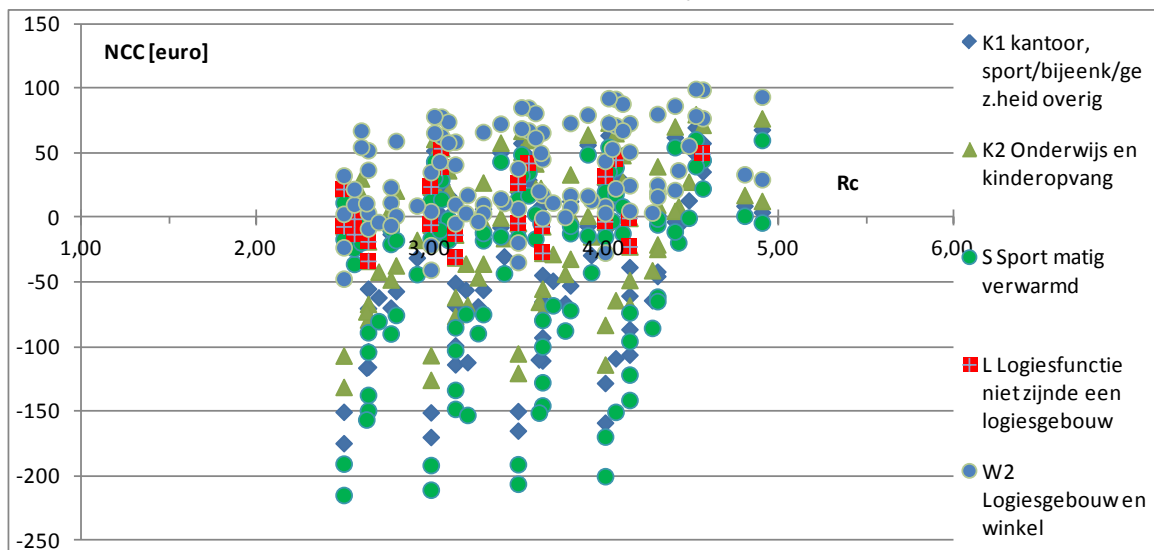
Figuur 4

Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande woningen



Figuur 5

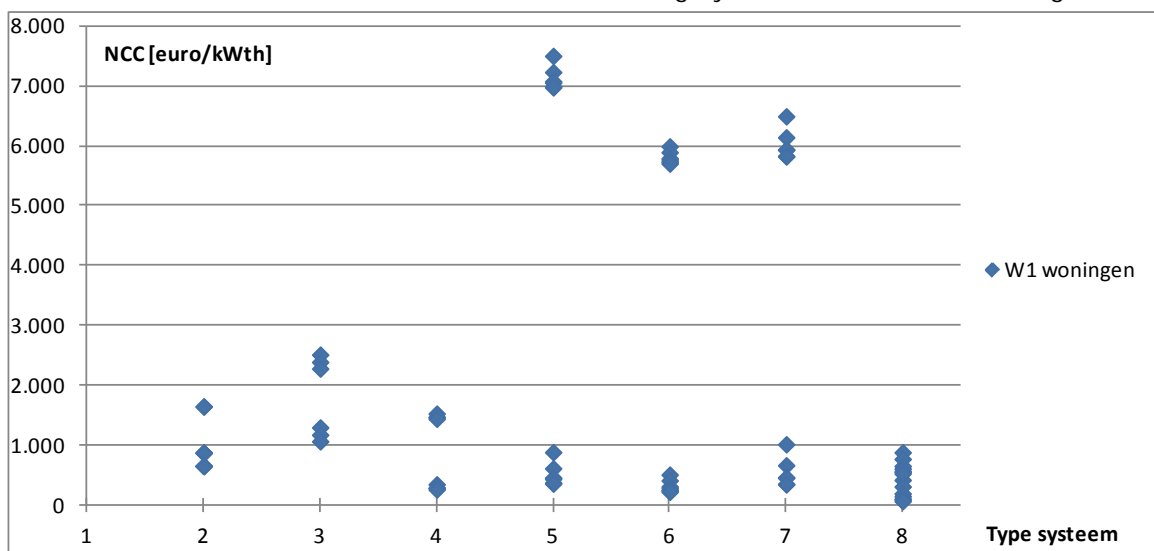
Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande utiliteitsgebouwen, calculatieperiode=20 jaar



## Bestaande bouw installaties

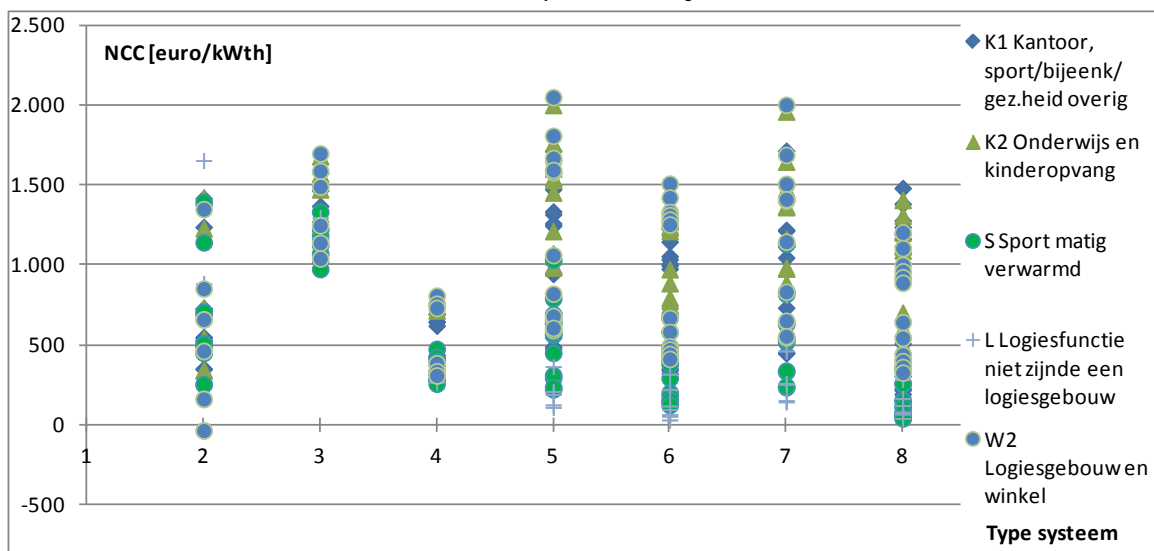
Figuur 6

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande woningen



Figuur 7

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande utiliteitsgebouwen, calculatieperiode=20 jaar



## Gegevens per maatregel

In onderstaande tabellen zijn de besparing op het gas- en elektriciteitsverbruik, de investeringskosten en de netto contante kosten per maatregel vermeld voor achtereenvolgens nieuwbouw en bestaande bouw. Zie bijlage 5 voor een overzicht van de gehanteerde afkortingen en coderingen.

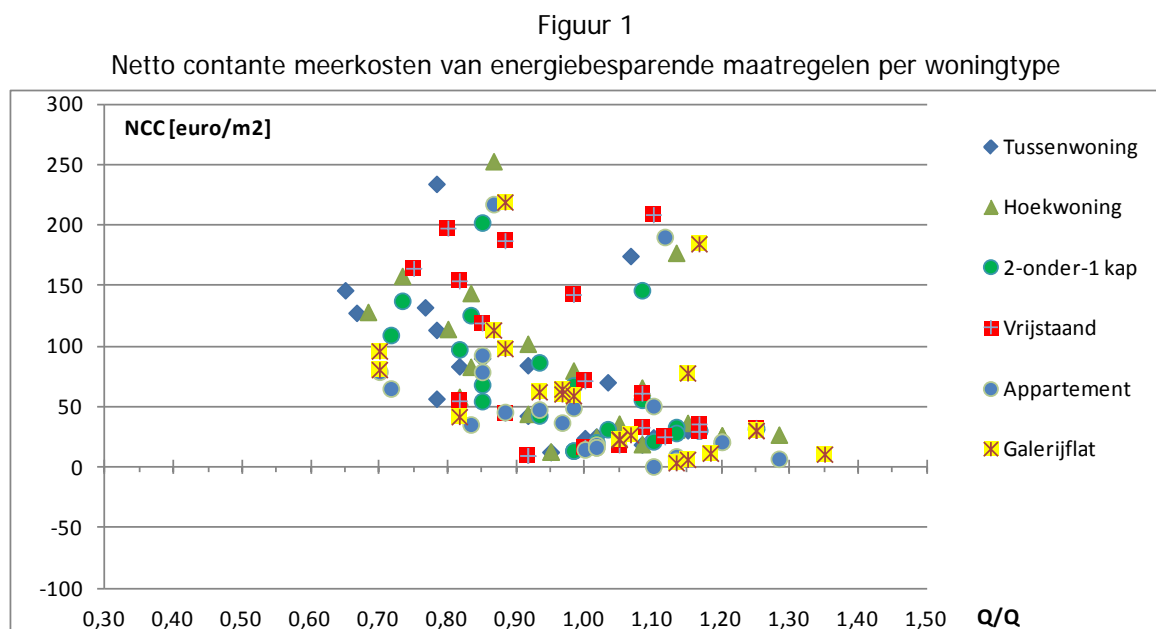
Gevoeligheidsanalyse financiële calculatie: 20% kleinere energieprijzontwikkeling

## Gevoeligheidsanalyse financiële calculatie, energieprijis -20%

In de financiële calculatie is er gerekend met een discontovoet van 5,5% voor woningbouw en 8,0% voor utiliteitsbouw. In onderstaande gevoeligheidsanalyse is gekeken naar het effect van een 20% lagere ontwikkeling van de energieprijis ten opzichte van het basisjaar.

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse zijn voor nieuwbouw alleen grafisch weergegeven voor de woonfunctie van woningen en voor de kantoor- en onderwijsfunctie van utiliteitsbouw. Voor bestaande utiliteitsbouw alleen voor een calculatieperiode van 20 jaar. De resultaten voor alle doorgekende maatregelen zijn weergegeven in de tabel.

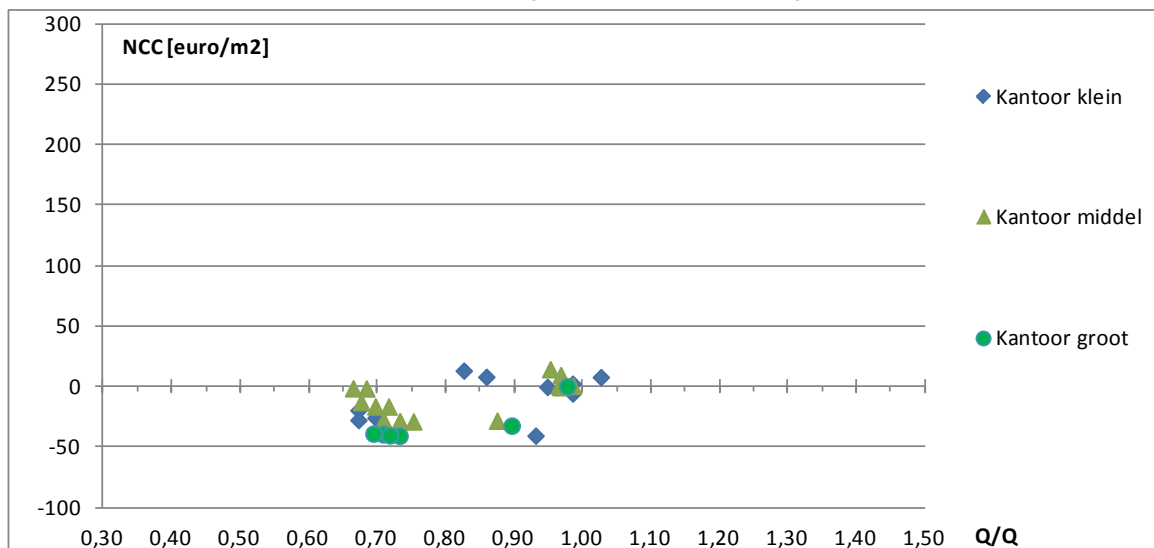
### Woningen



## Kantoren

Figuur 2

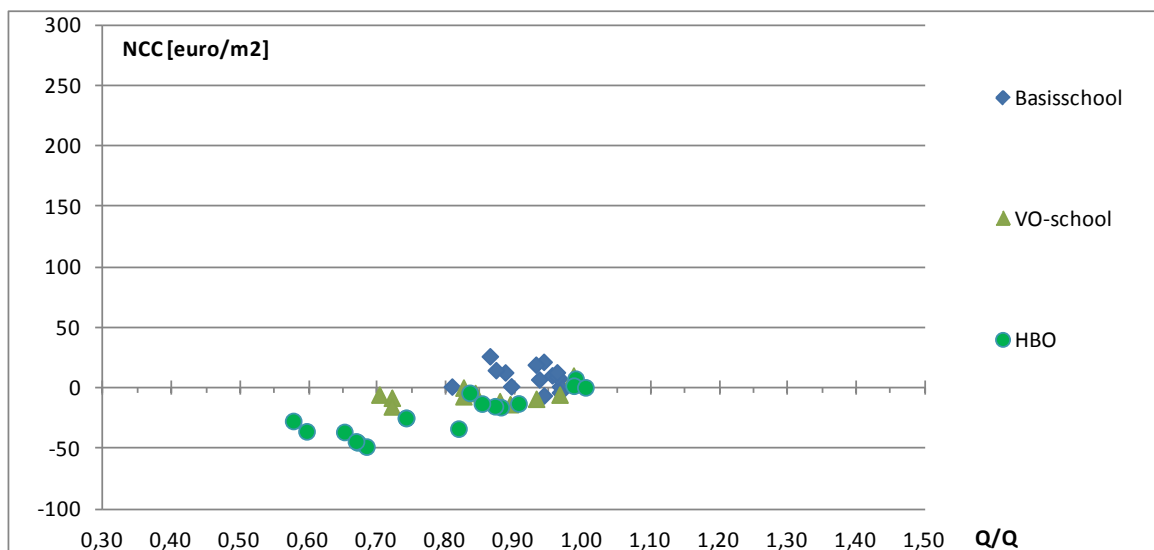
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in kantoorfuncties



## Onderwijsgebouwen

Figuur 3

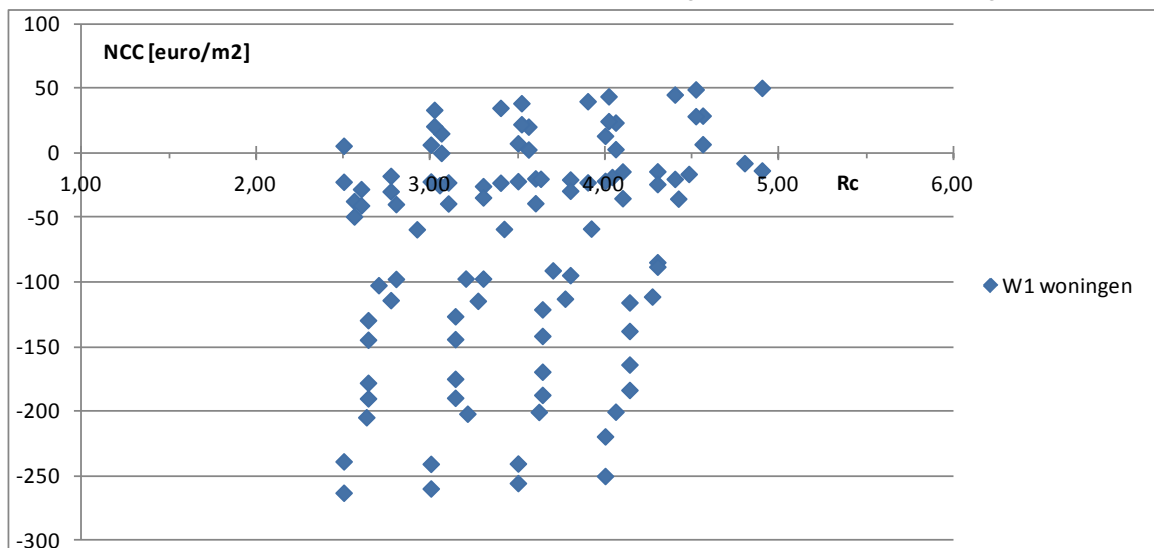
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in onderwijsfuncties



### Bestaande bouw bouwkundig

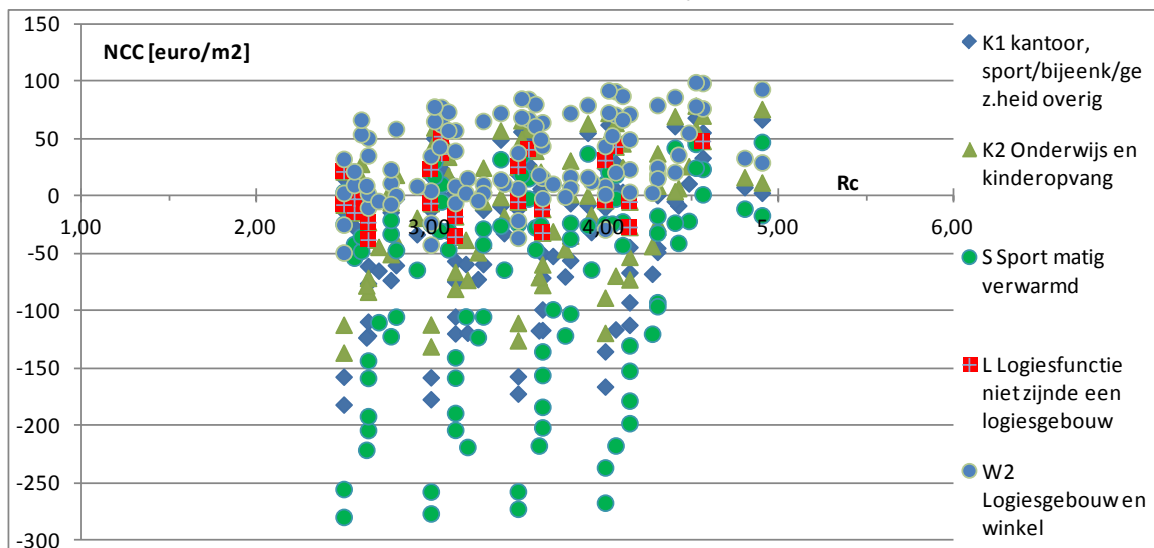
Figuur 4

Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande woningen



Figuur 5

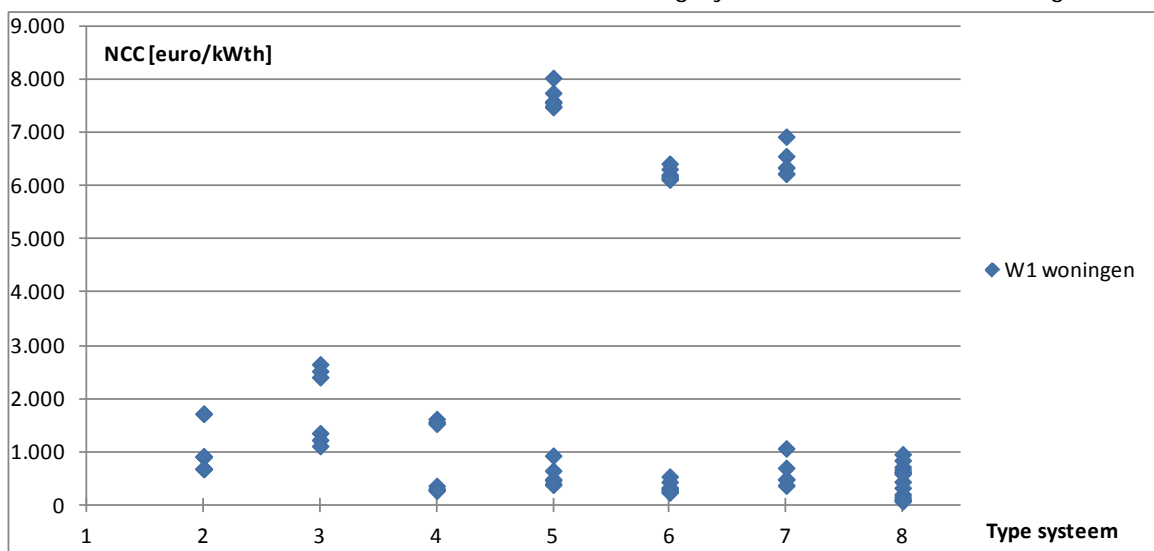
Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande utiliteitsgebouwen, calculatieperiode=20 jaar



### Bestaande bouw installaties

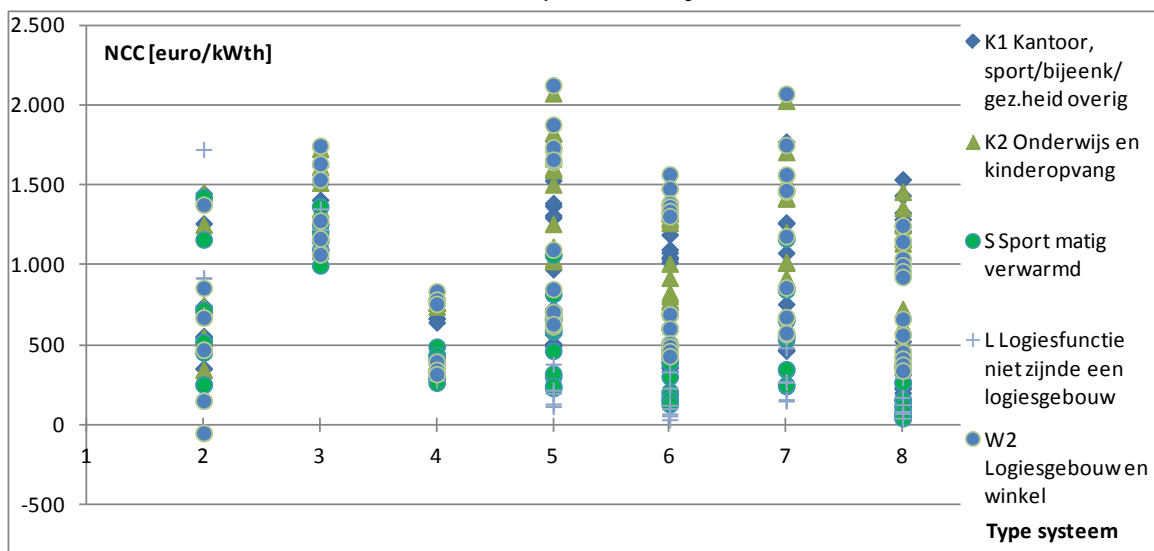
Figuur 6

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande woningen



Figuur 7

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande utiliteitsgebouwen, calculatieperiode=20 jaar



### Gegevens per maatregel

In onderstaande tabellen zijn de besparing op het gas- en elektriciteitsverbruik, de investeringskosten en de netto contante kosten per maatregel vermeld voor achtereenvolgens nieuwbouw en bestaande bouw. Zie bijlage 5 voor een overzicht van de gehanteerde afkortingen en coderingen.



Gevoeligheidsanalyse financiële calculatie: 20% grotere energieprijswontwikkeling

## Gevoeligheidsanalyse financiële calculatie, energieprijis + 20%

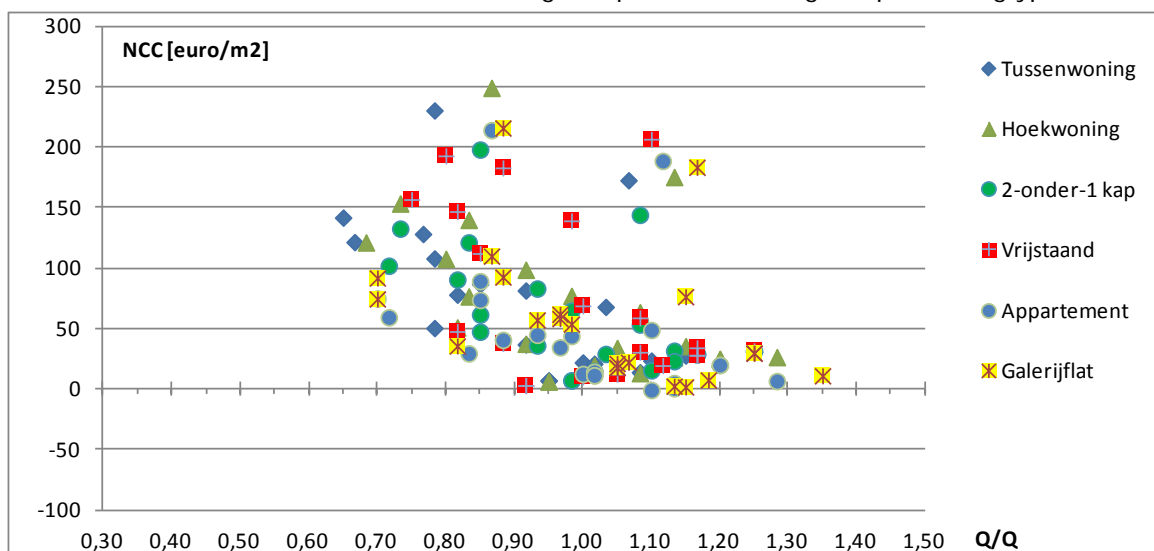
In de financiële calculatie is er gerekend met een discontovoet van 5,5% voor woningbouw en 8,0% voor utiliteitsbouw. In onderstaande gevoeligheidsanalyse is gekeken naar het effect van een 20% lagere ontwikkeling van de energieprijis ten opzichte van het basisjaar.

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse zijn voor nieuwbouw alleen grafisch weergegeven voor de woonfunctie van woningen en voor de kantoor- en onderwijsfunctie van utiliteitsbouw. Voor bestaande utiliteitsbouw alleen voor een calculatieperiode van 20 jaar. De resultaten voor alle doorgekende maatregelen zijn weergegeven in de tabel.

### Woningen

Figuur 1

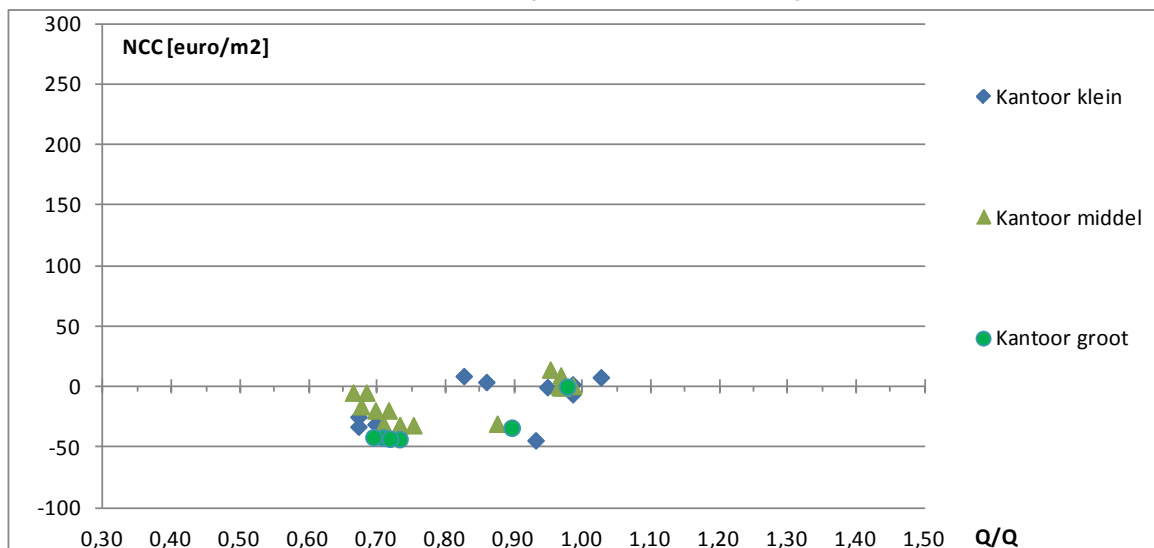
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen per woningtype



## Kantoren

Figuur 2

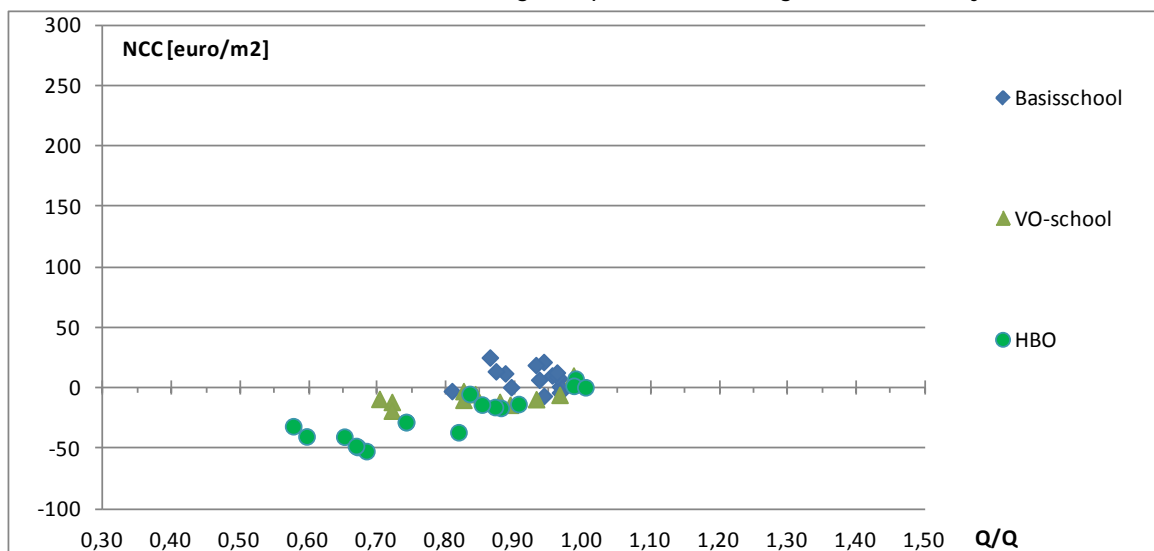
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in kantoorfuncties



## Onderwijsgebouwen

Figuur 3

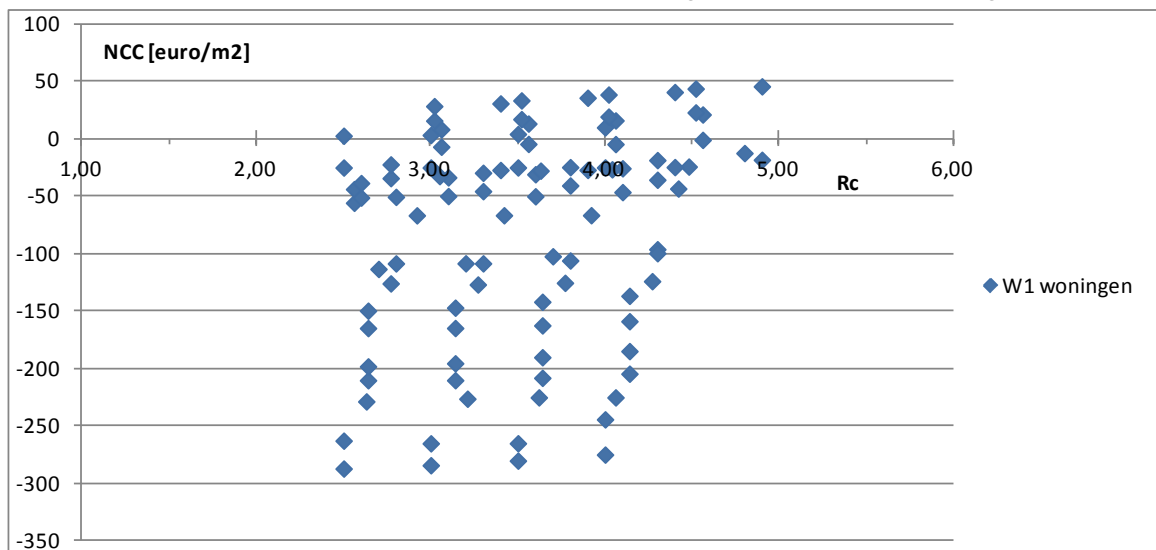
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in onderwijsfuncties



**Bestaande bouw bouwkundig**

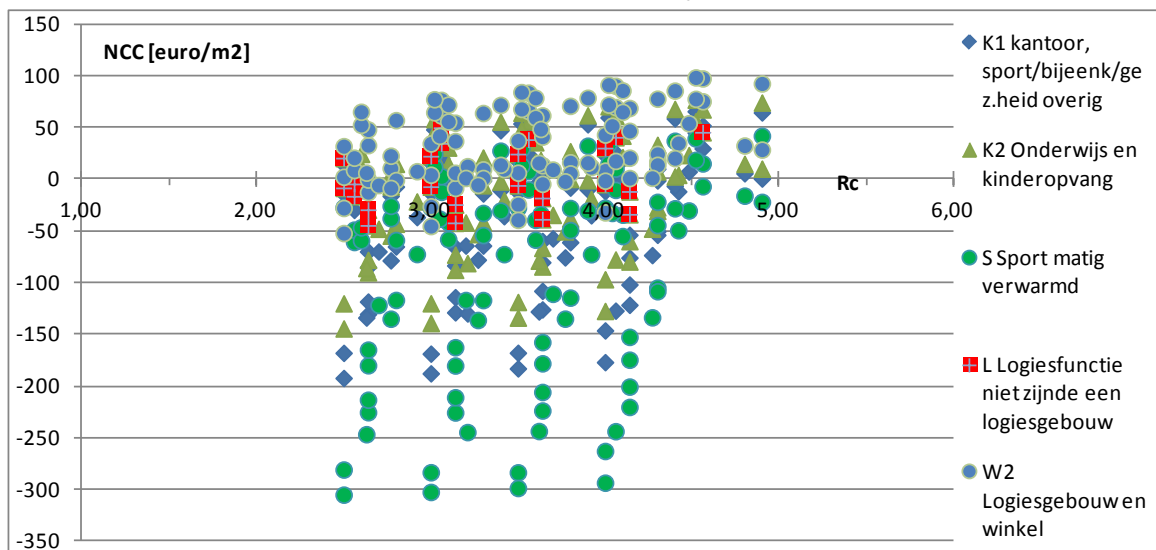
Figuur 4

Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande woningen



Figuur 5

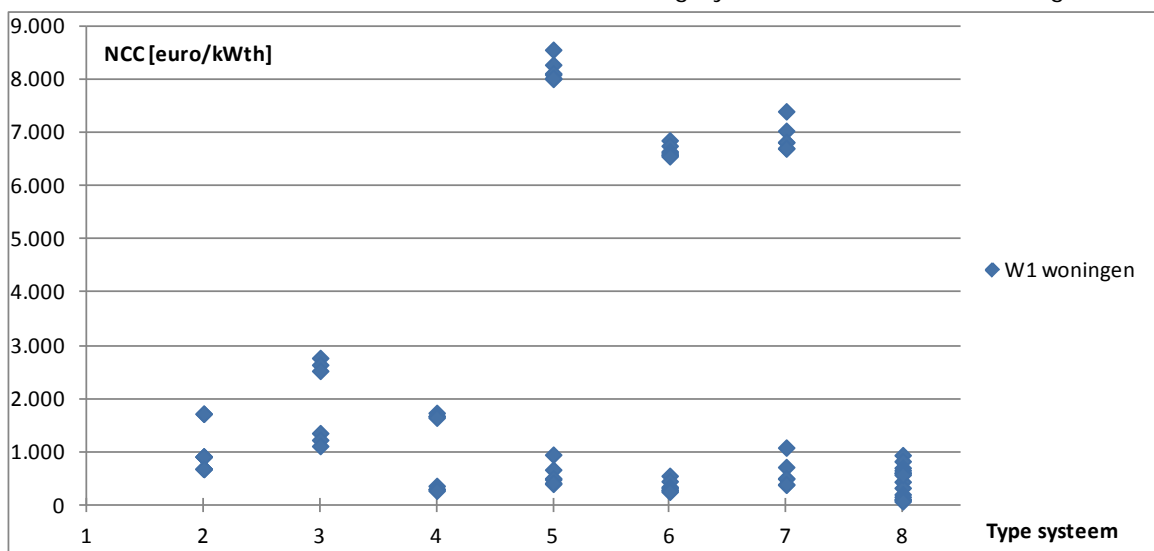
Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande utiliteitsgebouwen, calculatieperiode=20 jaar



## Bestaande bouw installaties

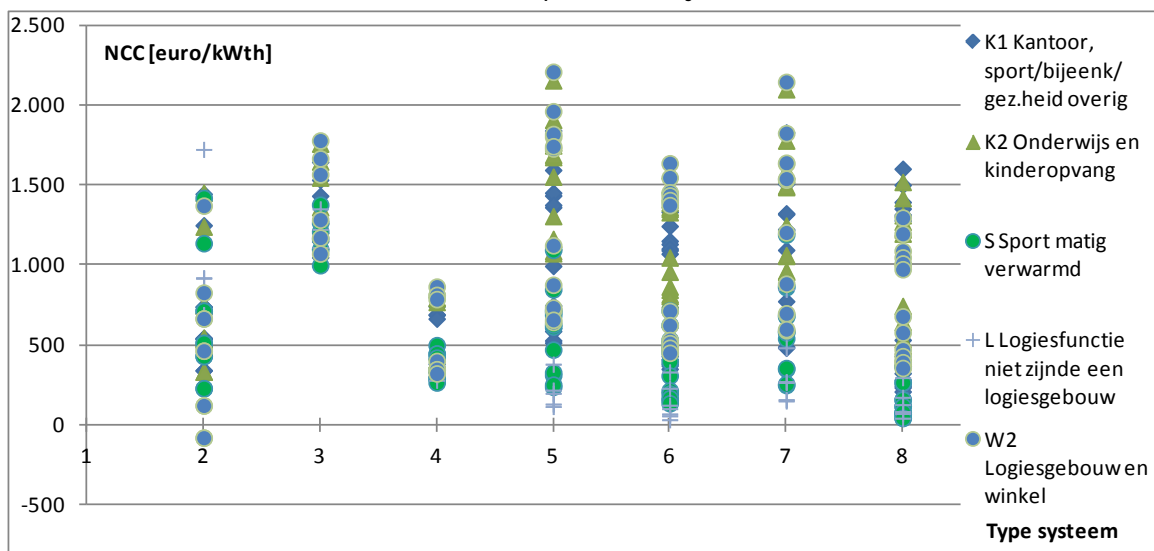
Figuur 6

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande woningen



Figuur 7

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande utiliteitsgebouwen, calculatieperiode=20 jaar



### Gegevens per maatregel

In onderstaande tabellen zijn de besparing op het gas- en elektriciteitsverbruik, de investeringskosten en de netto contante kosten per maatregel vermeld voor achtereenvolgens nieuwbouw en bestaande bouw. Zie bijlage 5 voor een overzicht van de gehanteerde afkortingen en coderingen.

### Resultaten macro-economische calculatie

In onderstaande tabellen zijn de besparing op het gas- en elektriciteitsverbruik, de investeringskosten en de netto contante kosten per maatregel vermeld voor achtereenvolgens nieuwbouw en bestaande bouw.

Zie bijlage 5 voor een overzicht van de gehanteerde afkortingen en coderingen.

Scenario-analyse macro-economische calculatie: discontovoet 2,0%

## Gevoeligheidsanalyse macro-economische calculatie, discontovoet 2%

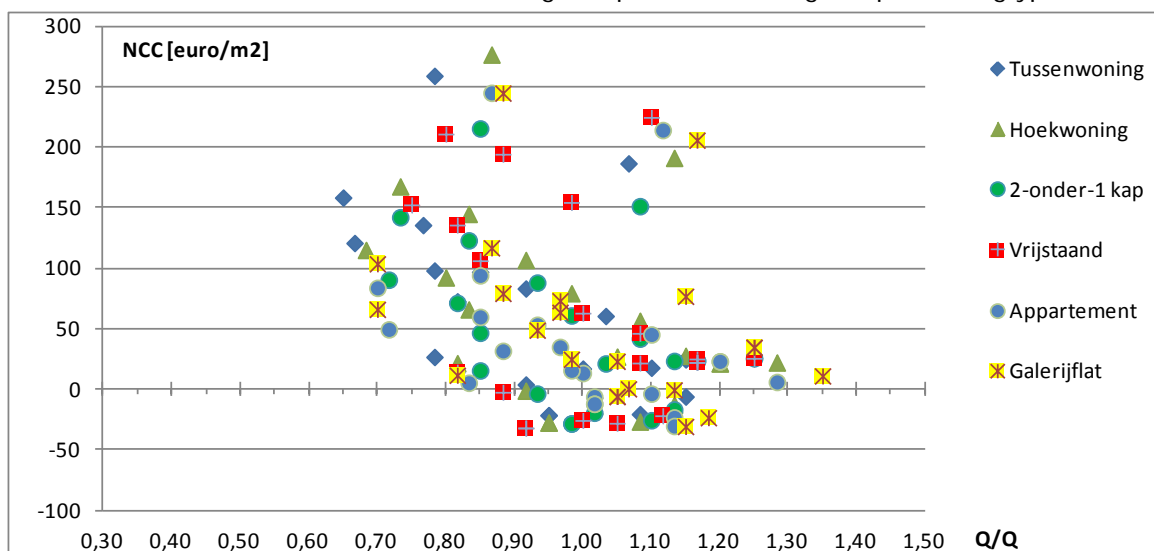
In de macro-economische calculatie is er gerekend met een discontovoet van 3,0% voor zowel woning- als utiliteitsbouw. In onderstaande gevoeligheidsanalyse is gekeken naar het effect van een aangepaste discontovoet van 2,0% voor zowel woning- als utiliteitsbouw.

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse zijn voor nieuwbouw alleen grafisch weergegeven voor de woonfunctie van woningen en voor de kantoor- en onderwijsfunctie van utiliteitsbouw. Voor bestaande utiliteitsbouw alleen voor een calculatieperiode van 20 jaar. De resultaten voor alle doorgerkende maatregelen zijn weergegeven in de tabel.

### Woningen

Figuur 1

Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen per woningtype

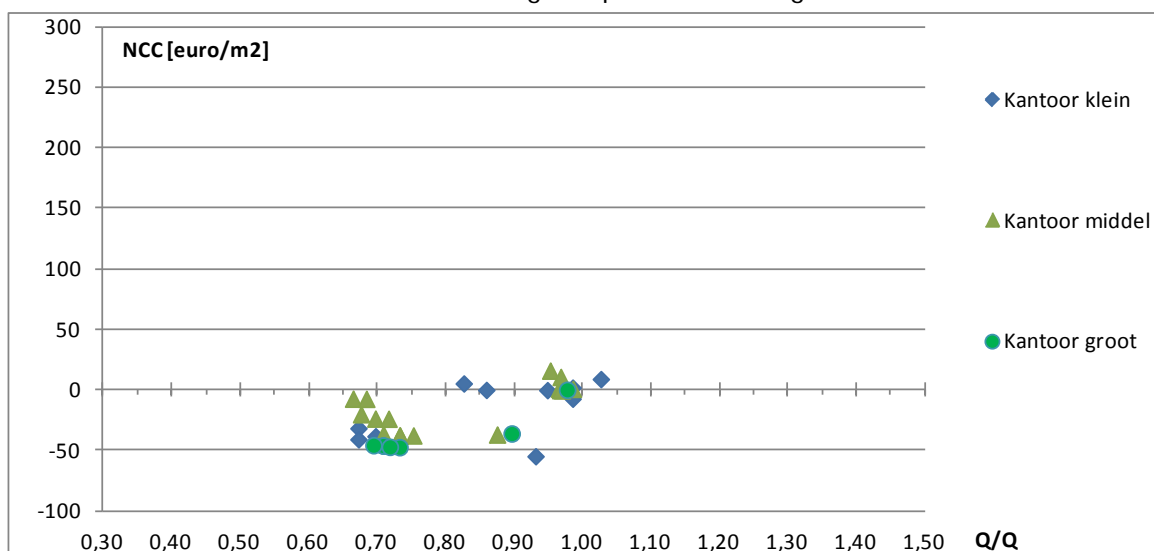




## Kantoren

Figuur 2

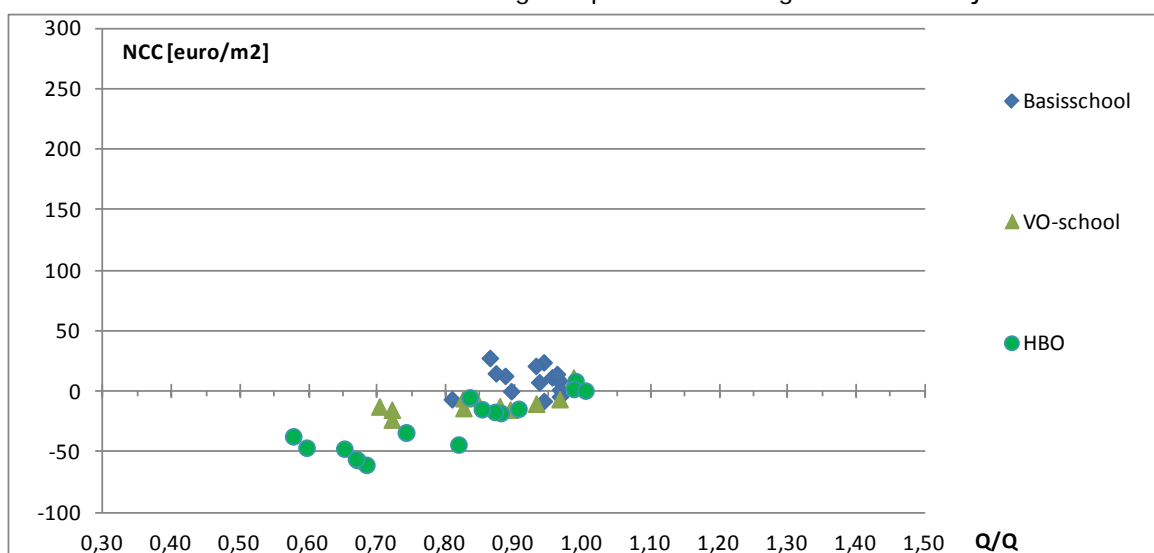
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in kantoorfuncties



## Onderwijsgebouwen

Figuur 3

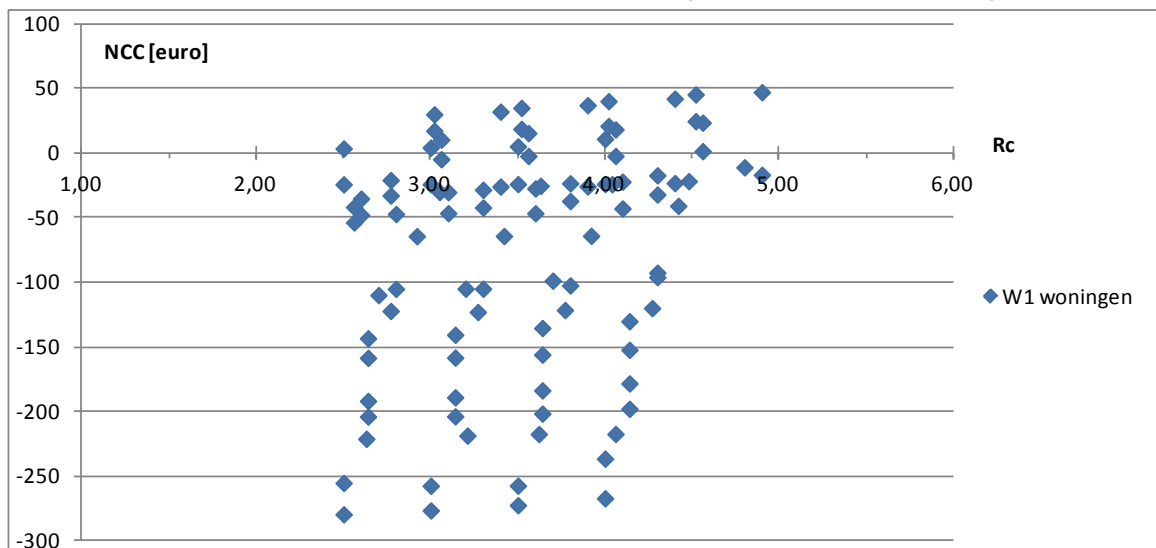
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in onderwijsfuncties



**Bestaande bouw bouwkundig**

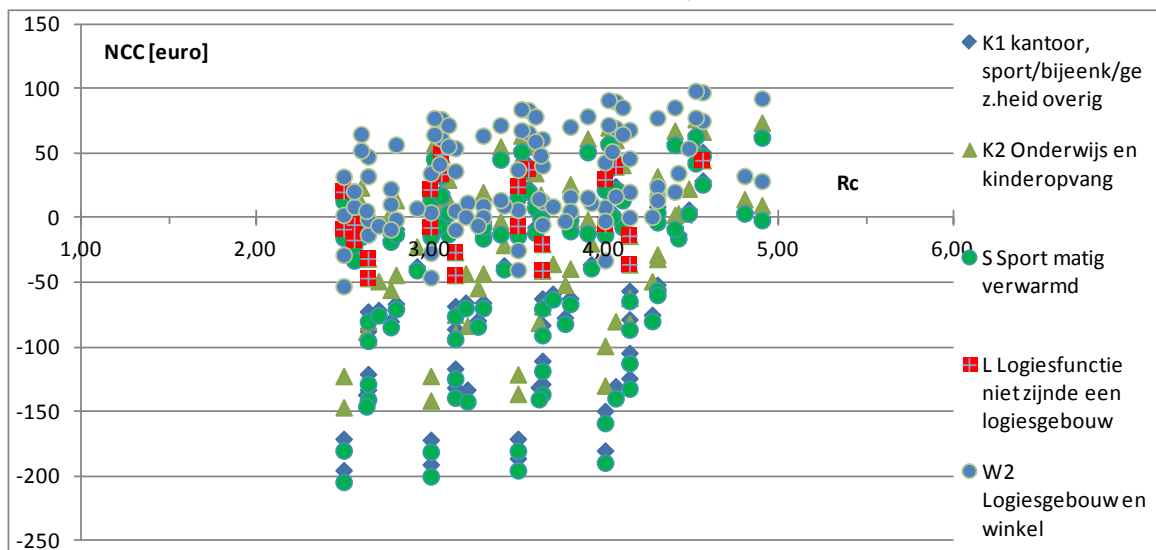
Figuur 4

Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande woningen



Figuur 5

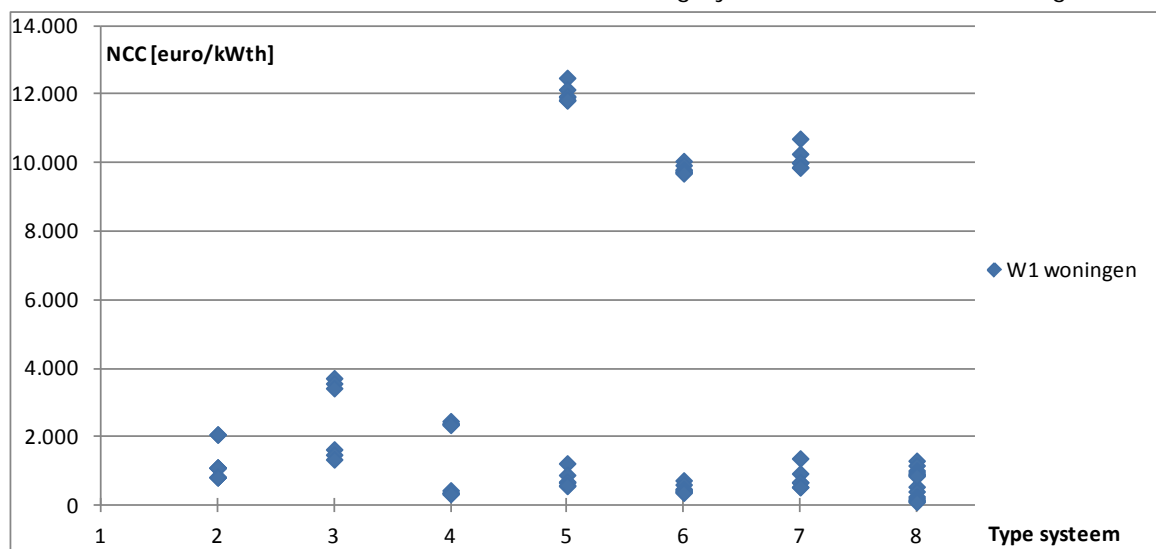
Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande utiliteitsgebouwen, calculatieperiode=20 jaar



## Bestaande bouw installaties

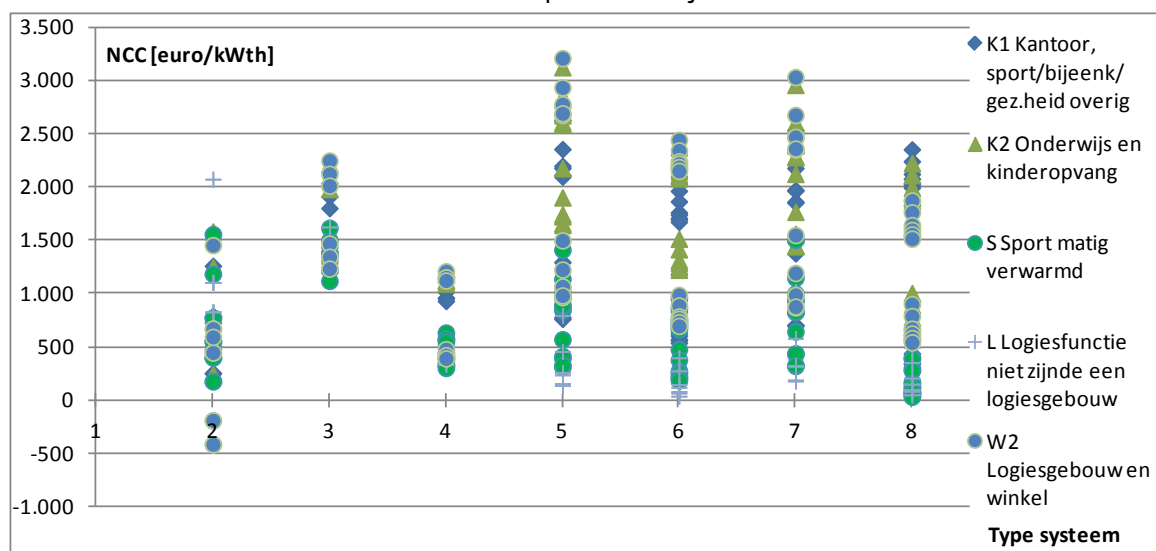
Figuur 6

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande woningen



Figuur 7

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande utiliteitsgebouwen, calculatieperiode=20 jaar



## Gegevens per maatregel

In onderstaande tabellen zijn de besparing op het gas- en elektriciteitsverbruik, de investeringskosten en de netto contante kosten per maatregel vermeld voor achtereenvolgens nieuwbouw en bestaande bouw. Zie bijlage 5 voor een overzicht van de gehanteerde afkortingen en coderingen.

Scenario-analyse macro-economische calculatie: discontovoet 4,0%

## Gevoeligheidsanalyse macro-economische calculatie, discontovoet 4%

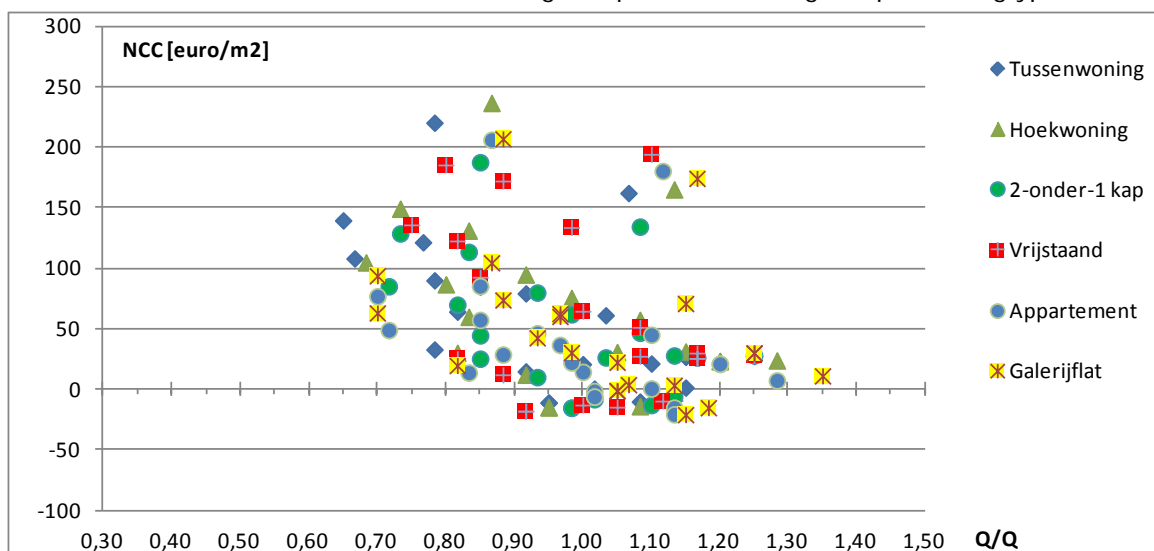
In de macro-economische calculatie is er gerekend met een discontovoet van 3,0% voor zowel woning- als utiliteitsbouw. In onderstaande gevoeligheidsanalyse is gekeken naar het effect van een aangepaste discontovoet van 4,0% voor zowel woning- als utiliteitsbouw.

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse zijn voor nieuwbouw alleen grafisch weergegeven voor de woonfunctie van woningen en voor de kantoor- en onderwijsfunctie van utiliteitsbouw. Voor bestaande utiliteitsbouw alleen voor een calculatieperiode van 20 jaar. De resultaten voor alle doorgekende maatregelen zijn weergegeven in de tabel.

### Woningen

Figuur 1

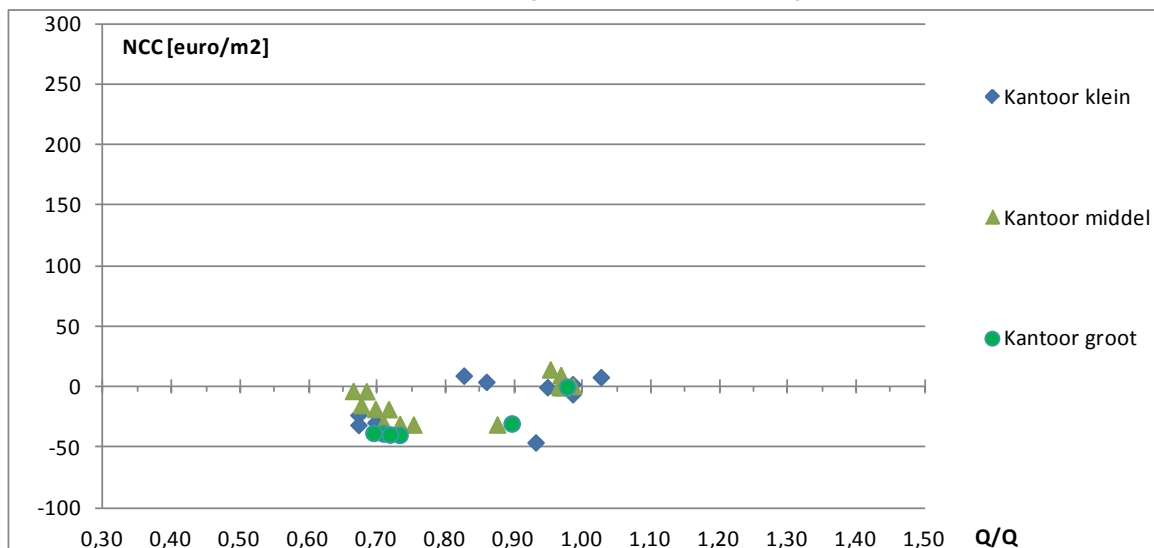
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen per woningtype



## Kantoren

Figuur 2

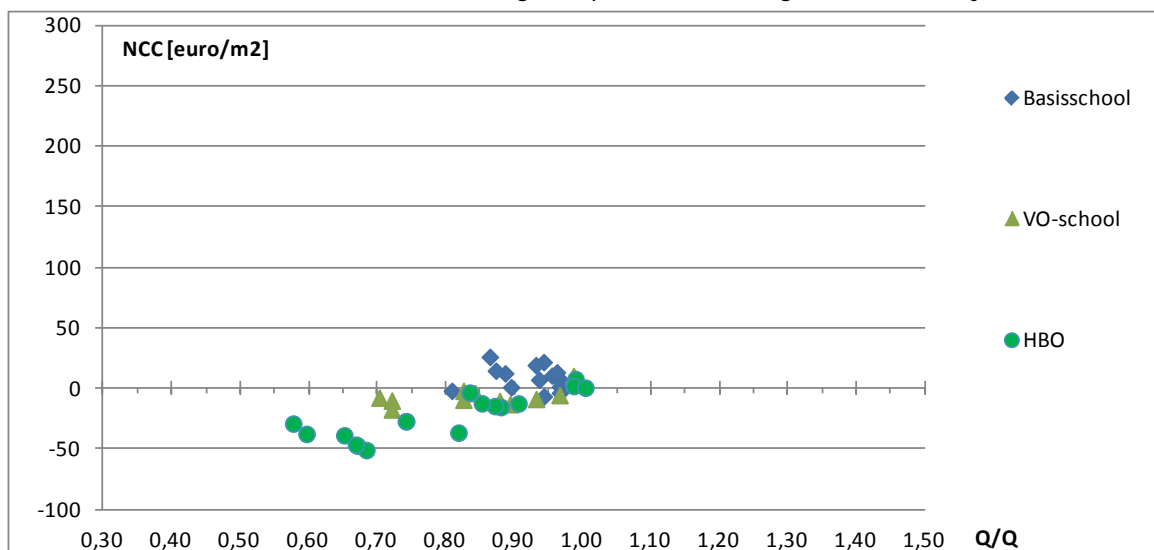
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in kantoorfuncties



## Onderwijsgebouwen

Figuur 3

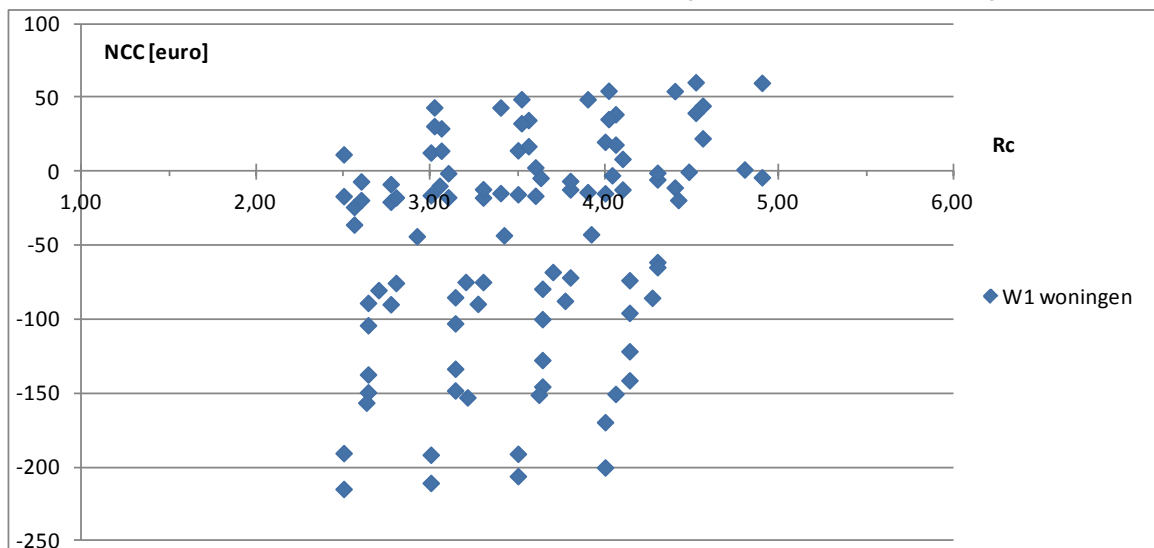
Netto contante meerkosten van energiebesparende maatregelen in onderwijsfuncties



### Bestaande bouw bouwkundig

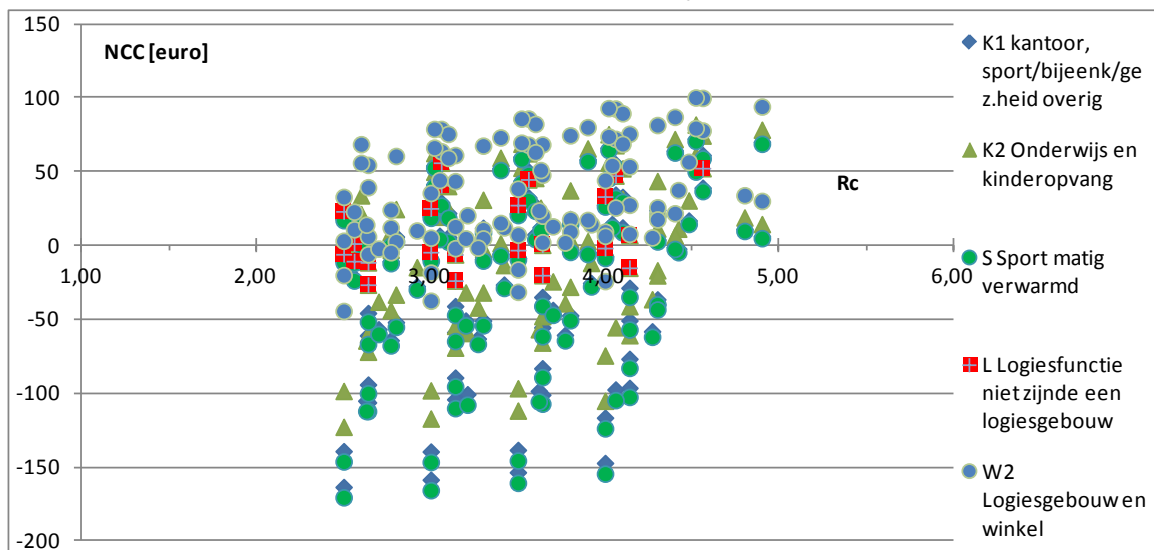
Figuur 4

Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande woningen



Figuur 5

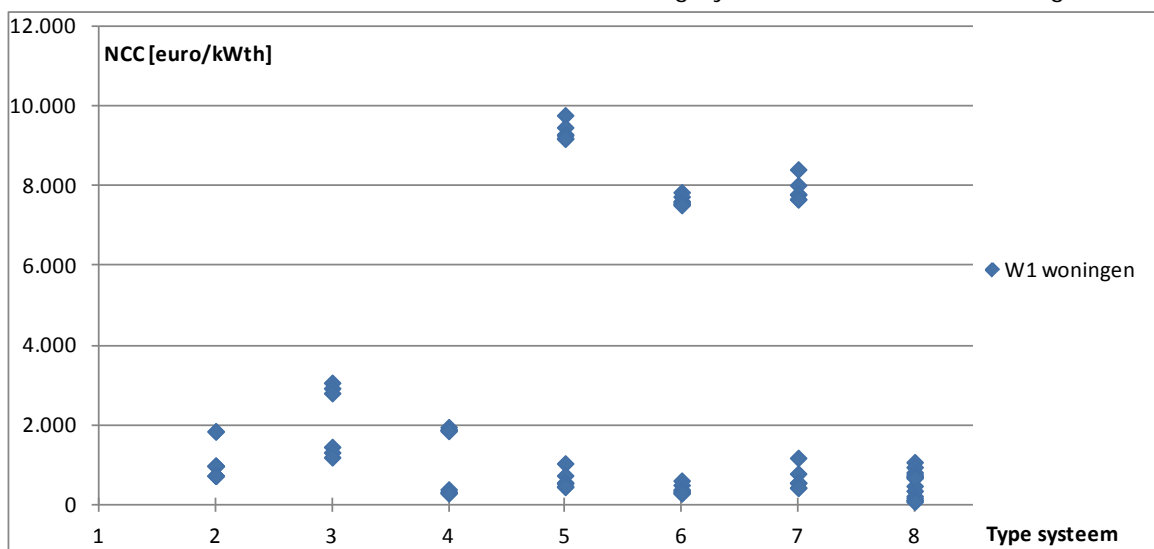
Netto contante meerkosten van isolatiemaatregelen in bestaande utiliteitsgebouwen, calculatieperiode=20 jaar



## Bestaande bouw installaties

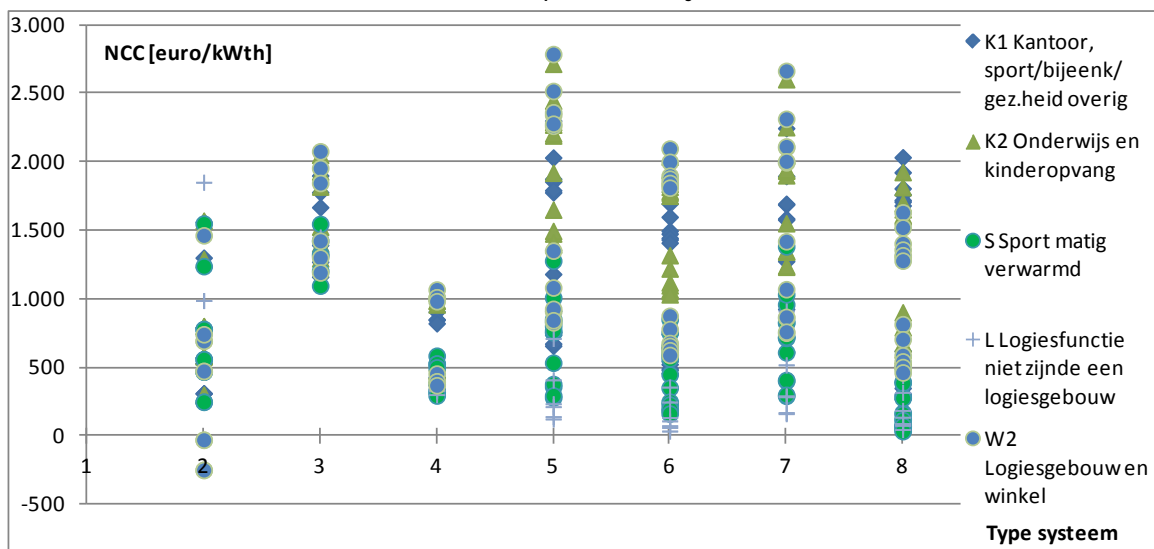
Figuur 6

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande woningen



Figuur 7

Netto contante meerkosten van koel- of verwarmingssystemen in bestaande utiliteitsgebouwen, calculatieperiode=20 jaar



## Gegevens per maatregel

In onderstaande tabellen zijn de besparing op het gas- en elektriciteitsverbruik, de investeringskosten en de netto contante kosten per maatregel vermeld voor achtereenvolgens nieuwbouw en bestaande bouw. Zie bijlage 5 voor een overzicht van de gehanteerde afkortingen en coderingen.



## Ontwikkeling van de energieprestatie-eisen

## **Historisch kader**

Sinds 1995 zijn de energieprestatie-eisen voor nieuwbouw meerdere keren aangescherpt waardoor de energetische kwaliteit van nieuwbouw steeds verder aangescherpt is.

In deze bijlage wordt ingegaan op het historische kader van de EPC eisen. Hierbij is aangegeven wat de belangrijkste uitgangspunten in het verleden zijn geweest bij het vaststellen van de eisen.

## **EPC-eisen**

Bij de aanscherpingsrondes van de energieprestatie-eisen is altijd onderzocht hoe ver de eisen aan de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van gebouwen aangescherpt zouden kunnen worden. Daarbij is gekeken naar de financiële consequenties en de consequenties voor het binnenklimaat. Aan de hand van woonlasten- en NCW-berekeningen voor respectievelijk woningen en utiliteitsgebouwen is beoordeeld welk EPC-niveau nog aanvaardbaar is.

Feitelijk gebruikt Nederland dus al jaren een methodiek die enigszins vergelijkbaar is met de nu voorgestelde Europese methodiek. De methodiek van aanscherping heeft ook effect gehad. Voor bijvoorbeeld kantoren is de EPC-eis in de loop der jaren aangescherpt van 1.9 naar 1.1. Dit komt overeen met een aanscherping van 42%. Voor woningen is de EPC in de loop der tijd zelfs aangescherpt van 1.4 naar de huidige waarde van 0.6. Dit komt overeen met een aanscherping van maar liefst 57%. Het effect van de aanscherping van de EPC-eisen is ondermeer terug te zien in een daling van het gemiddelde gasverbruik van met name nieuwe gebouwen.

## Woningen

De meest recente aanscherpingstudie voor woningbouw dateert uit 2009. Voor woningen is in dit onderzoek onderzocht wat het effect op de woonlasten is wanneer de EPC aangescherpt zou worden van 0.8 naar 0.6. Het idee dat investeringskosten terugverdiend zouden moeten worden is in dit onderzoek dus al los gelaten. Er is in kaart gebracht of een aanscherping van de EPC niet zou leiden tot een te hoge stijging van de woonlasten.

Op basis van dit onderzoek zijn de EPC-eisen per 1 januari 2011 voor alle nieuw te bouwen woningen en woongebouwen aangescherpt naar 0.6. 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.

Het woningbouw onderzoek is gebaseerd op de referentiewoningen nieuwbouw. Dit zijn algemeen geaccepteerde representatieve Nederlandse woningen te weten een rijwoning, een hoekwoning, een twee-onder-een kap woning, een vrijstaande woning en twee appartementengebouwen.

In het onderzoek zijn gangbare en nieuwere energiebesparende technieken meegenomen zoals hoogwaardige isolatie, HR-ketels, warmtepompen, zonneboilers, PV-cellen, ventilatiesystemen met warmteterugwinning.

Het oorspronkelijke (in 2009 uitgevoerde) onderzoek is bijgevoegd als onderliggende rapportage 1.

### Woonwagens

Woonwagens vormen een aparte categorie binnen de woningbouw. Tot 1 januari 2011 werden er voor woonwagens alleen eisen gesteld aan de isolatie van de buitenschil. In 2007 is onderzocht welk EPC-niveau gehanteerd zou kunnen worden voor woonwagens.

Voor het woonwagemonderzoek zijn speciaal referentiwoonwagens opgesteld. De informatie over veel voorkomende typen woonwagens is aangeleverd door de bouwers van woonwagens. Op basis hiervan zijn enkele typen referentiwoonwagens vastgesteld. In het onderzoek zijn gangbare en nieuwere energiebesparende technieken meegenomen, toegespitst op de mogelijkheden die er zijn binnen woonwagens.

Het oorspronkelijke onderzoek uit 2007 is als onderliggende rapportage 2 bijgevoegd.

### Utiliteitsgebouwen

Voor utiliteitsgebouwen gelden per functie verschillende EPC-eisen. Om de hoogte van de EPC-eisen per functie te kunnen bepalen zijn er voor alle gebruiksfuncties een of meerdere referentiegebouwen vastgesteld. Deze referentiegebouwen worden bij alle beleidsmatige studies over energieprestatie gebruikt en zijn algemeen voor dat doel geaccepteerd.

Net als voor woningen is ook voor de utiliteitsgebouwen regelmatig een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden tot aanscherping van de eisen. Het laatste onderzoek dateert uit 2005/2007 waarna in 2009 de eisen daadwerkelijk aangescherpt zijn. In deze verantwoordingsrapportage voor de EU is gebruik gemaakt van de berekeningsresultaten uit het onderzoek van 2005/2007.

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

De oorspronkelijke rapportages uit 2005, en de actualisatie uit september 2007 zijn bijgevoegd als onderliggende rapportages 3 en 4.