

---

**Notitie**

Project	Isover/Energiebesparing bestaande bouw		
Betreft	Onderzoek naar effect op Energie-index (EI)		
Ons kenmerk	E.2012.1379.00.N001	Versie	001
Datum	8 maart 2013	Verwerkt door	RLO HW
Contactpersoon	ing. P. (Paulien) Staal-Guijt	E-mail	<a href="mailto:pgu@dgmr.nl">pgu@dgmr.nl</a>

---

## 1. Inleiding

In opdracht van Saint Gobain Isover heeft DGMR BV een onderzoek uitgevoerd naar de effecten van energiebesparende maatregelen bij bestaande woningen.

Door DGMR zijn verschillende energiebesparende maatregelen doorgerekend voor vijf verschillende AgentschapNL voorbeeldwoningen uit verschillende bouwjaren. Er is gebruikgemaakt van de AgentschapNL publicatie Voorbeeldwoningen 2011 Bestaande bouw, publicatienummer 2KPWB1034, januari 2011).

Bij de maatregelen is onderscheid gemaakt naar:

- Verhogen van  $R_c$ -waarden.
- Toepassen van  $HR^{++}$ -beglazing.
- Toepassen van geïsoleerde deuren.
- Verbeteren van het ventilatiesysteem.
- Toepassen van zonneboiler voor tapwater.
- Toepassen van PV-panelen.

Van de verschillende maatregelen worden per woningtype in voorliggende notitie de effecten op het energiegebruik en de energieprestatie gepresenteerd. Als maat voor de energieprestatie van bestaande woningen is de energie-index (EI) gehanteerd. Van de maatregelen wordt tevens de besparing op het gas- en elektriciteitsgebruik inzichtelijk gemaakt.

## 2. Uitgangspunten

### 2.1 Berekeningswijze

De energieprestatie van bestaande woningen is berekend volgens de energieprestatie advies woningbouw (EPA-w) methodiek. De energieprestatie wordt uitgedrukt als Energie-index en gepresenteerd als energielabel. De methodiek is vastgelegd in de ISSO publicatie 82.1, herziene versie van oktober 2011. Voor de berekeningen is gebruikgemaakt van het door DGMR ontwikkelde Energiecertificaatsoftware Woningbouw voor Windows (ECW) versie 4.03, welke is gebaseerd op de genoemde ISSO publicatie 82.1.

## 2.2 Woningtypes

Voor het onderzoek naar de energiebesparende maatregelen is gebruikgemaakt van de SenterNovem referentiewoningen voor bestaande bouw (versie 2011). Op grond van veel voorkomende woningvarianten in de sociale huursector in combinatie met aanvullende wensen van de opdrachtgever zijn in nader overleg de volgende te hanteren woningvarianten vastgesteld:

- Rij woning, bouwperiode 1965-1974 (circa 284.820 woningen).
- Rij woning, bouwperiode 1946-1964 (circa 272.460 woningen).
- Portiekwoning, bouwperiode 1946-1964 (circa 176.220 woningen).
- Galerijwoning, bouwperiode 1965-1974 (circa 127.020 woningen).
- 2 onder 1 kapwoning, bouwperiode t/m 1964 (circa 28.500 woningen).

## 2.3 Basissituatie

Voor de bouwkundige kenmerken en de reeds aanwezige energiebesparende maatregelen is gebruikgemaakt van de informatie uit de AgentschapNL publicatie. In overleg met de opdrachtgever is in afwijking van de uitgangspunten in de publicatie uitgegaan van de volgende gegevens:

- $R_c$ -waarde begane grond vloer  $0.32 \text{ m}^2\text{K/W}$  en
- HR-107 combiketel.

Voor de verschillende woningtypen in combinatie met het bouwjaar en de gekozen subtype (bij een rijwoning: tussenwoning of hoekwoning) zijn de kenmerken, bouwkundige en installatietechnische uitgangspunten weergegeven in tabel 1.

Tabel 1

Kenmerken, bouwkundige en installatietechnische uitgangspunten voor woningtype 1 t/m 5 in de basissituatie

Kenmerken woning	woningtype 1			woningtype 2			woningtype 3			woningtype 4			woningtype 5	
	<i>rijwoning</i>	<i>tussen</i>	<i>1965-1974</i>	<i>rijwoning</i>	<i>tussen</i>	<i>1946-1964</i>	<i>portiekwoning</i>	<i>tussen dak</i>	<i>1946-1964</i>	<i>galerijwoning</i>	<i>hoek mûden</i>	<i>1965-1974</i>	<i>2 onder 1 kap</i>	
	gebruiksoppervlakte [m <sup>2</sup> ]		106	gebruiksoppervlakte [m <sup>2</sup> ]		87	gebruiksoppervlakte [m <sup>2</sup> ]		66	gebruiksoppervlakte [m <sup>2</sup> ]		82	gebruiksoppervlakte [m <sup>2</sup> ]	
<b>Bouwkundige uitgangspunten</b>	Opp. [m <sup>2</sup> ]	Rc-waarde [m <sup>2</sup> K/W]	U-waarde [W/m <sup>2</sup> K]	Opp. [m <sup>2</sup> ]	Rc-waarde m <sup>2</sup> K/W	U-waarde W/m <sup>2</sup> K	Opp. [m <sup>2</sup> ]	Rc-waarde m <sup>2</sup> K/W	U-waarde W/m <sup>2</sup> K	Opp. [m <sup>2</sup> ]	Rc-waarde m <sup>2</sup> K/W	U-waarde W/m <sup>2</sup> K	Opp. [m <sup>2</sup> ]	Rc-waarde m <sup>2</sup> K/W
<b>Begane grondvloer</b>	52,00	0,32		47,00	0,32		-	-		-	-		66,00	0,32
<b>Plat dak</b>	-	-		-	-		71,74	0,39		-	-		15,44	0,39
<b>Hellend dak</b>	65,50	0,86		57,30	0,39		-	-		-	-		63,68	0,39
<b>Achter- en voorgevel</b>														
- gesloten	40,50	0,43		42,30	0,36		35,86	0,36		21,15	0,43		97,80	0,36
- deur (ongeïsoleerd)	1,60		3,50	1,30		3,50	2,10		3,50	2,10		3,50	2,30	
- enkel glas, ZTA 0,80	4,33		5,20	6,51		5,20	2,89		5,20	6,94		5,20	6,50	
- dubbel glas, ZTA 0,70	21,27		2,90	14,89		2,90	14,71		2,90	14,36		2,90	19,50	
<b>Zijgevel</b>														
- gesloten										27,50	0,43			
- dubbel glas										1,40		2,90		
<b>Installatietechnische uitgangspunten</b>														
<b>Verwarming</b>	individueel HR 107 ketel			individueel HR 107 ketel			individueel HR 107 ketel			collectief HR 107 ketel			individueel HR 107 ketel	
<b>Warmtapwater</b>	combitap HR			combitap HR			combitap HR			collectief			combitap HR	
	kwaliteitsverklaring en CW klasse 4			kwaliteitsverklaring en CW klasse 4			kwaliteitsverklaring en CW klasse 4			kwaliteitsverklaring en CW klasse 4			kwaliteitsverklaring en CW klas	
	HRww label aanwezig			HRww label aanwezig			HRww label aanwezig, beperkte leidinglengte			HRww label aanwezig			HRww label aanwezig	
<b>Ventilatie</b>	natuurlijke ventilatie			natuurlijke ventilatie			natuurlijke ventilatie			natuurlijke ventilatie			natuurlijke ventilatie	
<b>Zonnecollectoren</b>	geen			geen			geen			geen			geen	
<b>PV-cellen</b>	geen			geen			geen			geen			geen	
<b>Energieprestatie</b>														
<b>EI [-]</b>	1,856			2,234			2,212			2,187			2,548	
<b>Energielabel</b>	<b>D</b> 1,6+2,01			<b>E</b> 2,0+2,40			<b>E</b> 2,0+2,40			<b>E</b> 2,0+2,40			<b>F</b> 2,4+2,90	

## 2.4 Maatregelen

Voor de gehanteerde referentiewoningen (woningtype 1 t/m 5) uit de basissituatie is het effect onderzocht op de EI, het energielabel, het gasgebruik en het elektriciteitsgebruik van afzonderlijke maatregelen. Onderstaand worden in tabel 2 de maatregelen weergegeven en tekstueel toegelicht.

Tabel 2  
Overzicht maatregelen

	R <sub>c</sub> vloer	R <sub>c</sub> gevel	R <sub>c</sub> dak		
<b>R<sub>c</sub> maatregelen t.o.v. R<sub>c</sub> basis</b>	basis	basis	basis		
	2,0				
	2,5				
	3,5				
	basis	1,5	2,0		
				2,5	
				3,5	
		basis		2,5	
					3,5
R <sub>c</sub> vloer/gevel/dak		overige maatregelen			
basis (afh. van woningtype)	HR++ beglazing				
	HR++ beglazing en geïsoleerde deur				
	zonneboiler (2,5 m <sup>2</sup> )				
	PV-panelen (3,3 m <sup>2</sup> )				
R <sub>c</sub> vloer/gevel/dak		beglazing	overige maatregelen		
R <sub>c</sub> = 3,5 m <sup>2</sup> K.W	HR ++	geen			
		geïsoleerde deur			
		zelfregelende roosters met afzuiging (AC)			
		zelfregelende roosters met afzuiging (DC)			
		kierdichting aanwezig			
R <sub>c</sub> vloer/gevel/dak		beglazing	overige maatregelen		
R <sub>c</sub> = 3,5 m <sup>2</sup> K.W	HR ++	geen			
		geïsoleerde deur			
		zelfregelende roosters met afzuiging (AC)			
		zelfregelende roosters met afzuiging (DC)			
		kierdichting aanwezig			

1. Verhogen R<sub>c</sub>-waarde: afzonderlijk voor gevel, dak en vloer is het effect van vier verschillende isolatieniveaus berekend:

- Niet geïsoleerd (basis, de R<sub>c</sub> in de basissituatie zoals weergegeven in tabel 1).
- Redelijk geïsoleerd (R<sub>c</sub> 1,5 m<sup>2</sup>.K/W voor gevel, R<sub>c</sub> 2 m<sup>2</sup>.K/W voor dak en vloer).
- Goed geïsoleerd (R<sub>c</sub> 2,5 m<sup>2</sup>.K/W).
- Zeer goed geïsoleerd, nieuwbouwniveau (R<sub>c</sub> 3,5 m<sup>2</sup>.K/W).
- Voor alleen het dak een extra hoog isolatieniveau (R<sub>c</sub> 5,0 m<sup>2</sup>.K/W).

2. HR<sup>++</sup>-beglazing: het effect ten opzichte van enkel glas en/of dubbel glas (afhankelijk van hetgeen in de basissituatie aanwezig is, zie tabel 1) is voor verschillende situaties bepaald. Uitgangspunten conform ISSO 82.1 ten aanzien van HR<sup>++</sup>-beglazing zijn:
  - U-waarde 1.80 W/m<sup>2</sup>K.
  - ZTA-waarde 0.60.
3. Geïsoleerde deuren: het effect ten opzichte van ongeïsoleerde deuren is bij twee berekeningen bepaald. Uitgangspunten conform ISSO 82.1 ten aanzien van geïsoleerde deur zijn:
  - U-waarde 2.0 W/m<sup>2</sup>K.
4. Ventilatiesysteem: voor alle woningen is in de basissituatie uitgegaan van natuurlijke ventilatie. Bij deze maatregel is uitgegaan van een verbetering van het systeem van natuurlijke ventilatie naar zelfregelende roosters met centraal mechanische afzuiging. In het programma hoort hierbij de keuze voor natuurlijke toevoer en mechanische afvoer, niet vraaggestuurd. In de berekeningen wordt tevens het effect van de ventilatoren nog in beeld gebracht door onderscheid te maken in:
  - Wisselstroom ventilator (AC).
  - Gelijkstroom ventilator (DC).
5. Zonneboiler voor tapwater: voor deze maatregel wordt uitgegaan van een individuele zonneboiler (2.5 m<sup>2</sup>) met Zonnekeurlabel voor alleen tapwater. Tevens gelden de volgende uitgangspunten per woningtype:
  - Voor woningtype 1, 2 en 5 geldt: oriëntatie West, helling 45° op hellend dak.
  - Voor woningtype 3 en 4 geldt: oriëntatie Zuid, helling 30° op plat dak.
6. PV-panelen: Voor deze maatregel wordt uitgegaan van 2 PV-panelen per woning (3.3 m<sup>2</sup>) met een opbrengst van 150 Wp/m<sup>2</sup>. Tevens gelden de volgende uitgangspunten per woningtype:
  - Voor woningtype 1, 2 en 5 geldt: oriëntatie West, helling 45° op hellend dak.
  - Voor woningtype 3 en 4 geldt: oriëntatie Zuid, helling 30° op plat dak.

Het effect van energiebesparende maatregelen door verhoging van de R<sub>c</sub>-waarde, HR<sup>++</sup>-beglazing, een zonneboiler of PV-panelen zijn eenvoudig bij elkaar op te tellen. Ook met het effect door aanpassing van het ventilatiesysteem is dit mogelijk.

### 3. Resultaten

De resultaten van de doorgerekende maatregelen staan per referentiewoning vermeld in bijlage 1.

Bij de berekening is onderscheid gemaakt naar twee referentiesituaties:

- De basissituatie zoals vermeld in tabel 1 en
- Een referentiesituatie met een  $R_c$ -waarde van 3,5 m<sup>2</sup>.k/w voor dak, gevel en vloer en HR<sup>++</sup>-beglazing.

Voor beide referentiesituaties is in het overzicht het gas- en elektriciteitsverbruik weergegeven en de EI. Per maatregel is (ten opzichte van beide referentiesituatie) de besparing weergegeven op het gas- en elektriciteitsverbruik, het effect op de EI ( $\Delta EI$ ) en de EI.

De maatregel geïsoleerde deur, vraaggestuurde ventilatie (met AC en DC ventilatoren) en kierdichting zijn voor beide referentiesituaties doorgerekend. De energiebesparing en het effect op de EI is daarbij gelijk.

De EI in bijlage 1 is weergegeven met drie decimalen om de verschillen in de maatregelpakketten goed inzichtelijk te maken. Normaliter wordt de EI weergegeven met twee decimalen en afgerond op 0,01 naar boven. Een EI van 1,761 is dus een EI van 1,77. Met kleuren is in de kolom met EI resultaten het energielabel weergegeven. Tevens is per maatregel de besparing op het gas- en elektriciteitsgebruik weergegeven ten opzichte van de referentiesituatie en ten opzichte van de berekening met een  $R_c$  is tevens in dit overzicht opgenomen.

Arnhem, 8 maart 2013

DGMR Bouw B.V.



ir. I.M. (Ieke) Kuijpers-van Gaalen

Behandeld door: ir. R.M.M. (René) van der Loos

Uitgebreide rekenresultaten

				Woningtype 1 rijwoning tussen 1965-1974				Woningtype 2 rijwoning tussen 1946-1964				Woningtype 3 portiekwoning tussen dak 1946-1964				Woningtype 4 galerijwoning hoek midden 1965-1974				Woningtype 5 2 onder 1 kap t/m 1964							
Uitgangspunten basis Rc vloer, gevel, dak [m²K.W]				Rc vloer	Rc gevel	Rc dak		Rc vloer	Rc gevel	Rc dak		Rc vloer	Rc gevel	Rc dak		Rc vloer	Rc gevel	Rc dak		Rc vloer	Rc gevel	Rc dak					
				0,32	0,43	0,86		0,32	0,36	0,39		-	0,36	0,39		-	0,43	-		0,32	0,36	0,39					
				gas [m³] gebruik	elektr. [kWh] gebruik	Δ EI [-]	EI [-]	gas [m³] gebruik	elektr. [kWh] gebruik	Δ EI [-]	EI [-]	gas [m³] gebruik	elektr. [kWh] gebruik	Δ EI [-]	EI [-]	gas [m³] gebruik	elektr. [kWh] gebruik	Δ EI [-]	EI [-]	gas [m³] gebruik	elektr. [kWh] gebruik	Δ EI [-]	EI [-]				
<b>Referentiesituatie 1</b>				basis	basis	basis		2078	924	0,000	1,856	2303	783	0,000	2,234	1929	627	0,000	2,212	1621	943	0,000	2,187	3608	954	0,000	2,548
<b>Rc maatregelen t.o.v. Rc basis</b>				Rc vloer	Rc gevel	Rc dak		besparing	besparing	Δ EI	EI	besparing	besparing	Δ EI	EI	besparing	besparing	Δ EI	EI	besparing	besparing	Δ EI	EI	besparing	besparing	Δ EI	EI
				2,0	basis			119	0	-0,095	1,761	107	0	-0,095	2,139	-	-	-	-	-	-	-	-	150	0	-0,099	2,449
				2,5				133	0	-0,106	1,750	120	0	-0,107	2,127	-	-	-	-	-	-	-	-	169	0	-0,112	2,436
				3,5				154	0	-0,123	1,733	139	0	-0,123	2,110	-	-	-	-	-	-	-	-	195	0	-0,129	2,419
					1,5	basis		302	0	-0,241	1,615	380	0	-0,338	1,895	322	0	-0,341	1,871	381	0	-0,446	1,741	879	0	-0,580	1,967
					2,5			365	0	-0,292	1,564	446	0	-0,397	1,836	379	0	-0,400	1,812	460	0	-0,539	1,648	1032	0	-0,682	1,866
					3,5			394	0	-0,315	1,541	476	0	-0,424	1,810	404	0	-0,427	1,785	496	0	-0,581	1,606	1102	0	-0,728	1,820
				basis		2,0		233	0	-0,186	1,670	529	0	-0,472	1,762	663	0	-0,701	1,511	-	-	-	-	732	0	-0,483	2,065
					basis	2,5		273	0	-0,218	1,638	564	0	-0,502	1,732	706	0	-0,746	1,466	-	-	-	-	779	0	-0,515	2,033
						3,5		319	0	-0,255	1,601	605	0	-0,539	1,695	757	0	-0,800	1,412	-	-	-	-	836	0	-0,552	1,996
						5,0		355	0	-0,284	1,572	636	0	-0,567	1,667	797	0	-0,842	1,370	-	-	-	-	879	0	-0,581	1,967
<b>overige maatregelen t.o.v. Rc basis</b>				Rc vloer/gevel/dak	overige maatregelen																						
				basis	HR++ beglazing			226	0	-0,181	1,675	232	0	-0,206	2,027	155	0	-0,163	2,049	260	0	-0,304	1,882	261	0	-0,172	2,376
				(afh. van woningtype)	HR++ beglazing en geïsoleerde deur zonneboiler (2,5 m²) PV-panelen (3,3 m²)			243	0	-0,194	1,662	245	0	-0,219	2,015	177	0	-0,186	2,026	283	0	-0,331	1,855	285	0	-0,188	2,360
								100	0	-0,080	1,776	87	0	-0,078	2,156	97	0	-0,103	2,109	142	0	-0,166	2,021	101	0	-0,066	2,481
								0	297	-0,062	1,794	0	297	-0,070	2,164	0	377	-0,105	2,107	0	377	-0,116	2,071	0	297	-0,052	2,496
<b>overige maatregelen t.o.v. Rc basis</b>				Rc vloer/gevel/dak	beglazing	overige maatregelen																					
				Rc = 3,5 m²K.W	HR ++	geen geïsoleerde deur zelfregelende roosters met afzuiging (AC) zelfregelende roosters met afzuiging (DC) kierdichting aanwezig		1089	0	-0,871	0,985	1449	0	-1,291	0,943	1313	0	-1,387	0,825	752	0	-0,880	1,306	2391	0	-1,579	0,969
								1106	0	-0,884	0,972	1463	0	-1,302	0,931	1335	0	-1,410	0,802	774	0	-0,906	1,281	2415	0	-1,594	0,953
								1089	-371	-0,793	1,063	1449	-305	-1,219	1,015	1313	-231	-1,323	0,889	752	-287	-0,792	1,395	2391	-385	-1,512	1,036
								1089	-255	-0,818	1,038	1449	-209	-1,242	0,992	1313	-158	-1,343	0,869	752	-197	-0,820	1,367	2391	-264	-1,533	1,015
								1191	0	-0,953	0,903	1533	0	-1,365	0,869	1316	0	-1,390	0,822	769	0	-0,900	1,287	2502	0	-1,652	0,896

				gas [m³] gebruik	elektr. [kWh] gebruik	Δ EI [-]	EI [-]	gas [m³] gebruik	elektr. [kWh] gebruik	Δ EI [-]	EI [-]	gas [m³] gebruik	elektr. [kWh] gebruik	Δ EI [-]	EI [-]	gas [m³] gebruik	elektr. [kWh] gebruik	Δ EI [-]	EI [-]	gas [m³] gebruik	elektr. [kWh] gebruik	Δ EI [-]	EI [-]
<b>Referentiesituatie 2</b>				989	924	0,000	0,985	854	783	0,000	0,943	616	627	0,000	0,825	869	943	0,000	1,306	1217	954	0,000	0,969
<b>overige maatregelen t.o.v. Rc = 3,5</b>				besparing	besparing	Δ EI	EI	besparing	besparing	Δ EI	EI	besparing	besparing	Δ EI	EI	besparing	besparing	Δ EI	EI	besparing	besparing	Δ EI	EI
				17	0	-0,013	0,972	14	0	-0,012	0,931	22	0	-0,023	0,802	22	0	-0,026	1,281	24	0	-0,016	0,953
				0	-371	0,078	1,063	0	-305	0,071	1,015	0	-231	0,064	0,889	0	-287	0,088	1,395	0	-385	0,067	1,036
				0	-255	0,053	1,038	0	-209	0,049	0,992	0	-158	0,044	0,869	0	-197	0,060	1,367	0	-264	0,046	1,015
				102	0	-0,082	0,903	84	0	-0,075	0,869	3	0	-0,003	0,822	17	0	-0,020	1,287	111	0	-0,074	0,896

Energietabel codering	EI
A++	<0,50
A+	0,51-0,70
A	0,71-1,05
B	1,06-1,30
C	1,31-1,60
D	1,61-2,00
E	2,01-2,40
F	2,41-2,90
G	>2,91

