

ENERGIE TOTAAL CONCEPT (versie 3.2)

EPC-reductie met DVK-producten

Oprichtgever: De Vries Kozijnen

Projectnr. 1092.23

8 september 2006

ir. E.R. van den Ham
ing. P. van Heun

NIJMEGEN
POSTBUS 40013 6504 AA NIJMEGEN
GRAAFSEWEG 274 6532 ZV NIJMEGEN
TELEFOON 024 - 3780630 FAX 024 - 3790675

AMSTERDAM
WEESPERSTRAAT 108 1018 DN AMSTERDAM
TELEFOON 020 - 6643854 FAX 020 - 6704533

KvK NIJMEGEN 10036673

INHOUD

ENERGIE TOTAAL CONCEPT

EPC-reductie met DVK-producten

1. INLEIDING EN SAMENVATTING

2. TOELICHTING

- 2.1. Categorie-indeling maatregelen
- 2.2. Referentiewoningen
- 2.3. Referentiesituatie
- 2.4. Reductie *EPC* en gasverbruik

3. OVERZICHT ETC-OPTIES

- 3.1. Categorie 1: Kozijnsystemen
- 3.2. Categorie 2: Beglazingssystemen
- 3.3. Categorie 3: Lineaire koudebruggen
- 3.4. Categorie 4: Isolatie vakvullingen
- 3.5. Categorie 5: Luchtdoorlatendheid
- 3.6. Categorie 6: Ventilatiesystemen
- 3.7. Categorie 7: Gevelsystemen
- 3.8. Categorie 8: Zomercomfort

4. *EPC*-REDUCTIE EN ENERGIEBESPARING

- 4.1. Overzicht van *EPC*-reductie per maatregel
- 4.2. *EPC*-reductie bij pakketten maatregelen voor nieuw te bouwen woningen
- 4.3. Gasbesparing bij renovatie van bestaande woningen

5. ACHTERGRONDDOCUMENTEN

- 5.1. Normen
- 5.2. Gelijkwaardigheidverklaringen
- 5.3. Onderzoeksrapporten en -notities
- 5.4. Rekenprogramma's

c:\project\de vries kozijnen\energieprestaties\etc versie 3.2.doc

1. INLEIDING EN SAMENVATTING

Met deze documentatiemap kan worden bepaald hoe door toepassing van het productenpakket van De Vries Kozijnen (DVK) de energieprestatiecoëfficiënt (*EPC*) van een nieuwbouwwoning te verlagen is en welke energiebesparing bereikbaar is bij vervanging van kozijnen in bestaande woningen. Daarbij is gebruik gemaakt van de werkelijk gemeten en berekende bouwfysische eigenschappen van de DVK-producten, welke doorgaans beduidend beter zijn dan de forfaitaire waarden volgens de genormeerde berekeningen en de gemiddelde waarden in de praktijk.

In het Energie Totaal Concept (ETC) zijn in principe alle energiebesparende maatregelen opgenomen die een relatie hebben met de gevel. DVK streeft er naar om het ETC-systeem continu aan te passen aan de technische ontwikkelingen en de wijzigingen in de regelgeving. Verder werkt DVK aan nieuwe producten die in een toekomstige versie van ETC zijn op te nemen.

Deel 2 geeft een toelichting op de methodiek en een beschrijving van de vier referentiewoningen. In deel 3 zijn de verschillende ETC-maatregelen beschreven. In deel 4 is voor vier referentiewoningen het effect op de *EPC* voor verschillende combinaties van maatregelen bepaald.

De reductie van de *EPC* van een nieuwbouwwoning kan bij toepassing van ETC-opties oplopen tot 0,15. Als dit wordt gecombineerd met enkele andere energiebesparende maatregelen¹ is het in veel gevallen mogelijk om aan de *EPC*-eis van 0,8 te voldoen bij toepassing van natuurlijke ventilatie met mechanische afzuiging, zie deel 4.

Bij vervanging van puin in bestaande woningen door VRIGO-kozijnen kan tot 30 % bespaard worden op het gasverbruik voor ruimteverwarming.

¹ Zoals warmteterugwinning op douchewater.

2. TOELICHTING

2.1. Versie-informatie

Met ingang van 1 januari 2006 is de eis voor de energieprestatiecoëfficiënt *EPC* gewijzigd. De *EPC* voor woonfuncties wordt aangescherpt van 1,0 naar 0,8. Daarnaast zijn met ingang van die datum de nieuwe normen NEN 5128:2004 en NPR 5129:2005 van toepassing. In deze versie zijn aanscherping van de eis en nieuwe normen verwerkt.

2.2. Categorie-indeling maatregelen

In deel 3 worden verschillende onderdelen van het Energie Totaal Concept (ETC) beschreven. De onderdelen zijn verdeeld in de volgende categorieën:

- 3.1 Kozijnsystemen
- 3.2 Beglazingssystemen
- 3.3 Lineaire koudebruggen
- 3.4 Deuren/Panelen
- 3.5 Luchtdoorlatendheid
- 3.6 Ventilatiesystemen
- 3.7 Gevelsystemen
- 3.8 Zomercomfort

Per onderdeel is aangegeven wat het effect op de *EPC* is en hoe dit in de berekening volgens NEN 5128 [5.1.5.] kan worden opgenomen. Onderdelen zijn te combineren in pakketten van maatregelen. In deel 4 is voor referentiewoningen het effect van enkele pakketten van maatregelen weergegeven voor de *EPC* en het energiegebruik. Deel 5 bevat achtergronddocumenten waarnaar in de productbladen verwezen is.

2.3. Referentiewoningen

De effecten van de DVK-maatregelen zijn bepaald voor vier NOVEM-referentiewoningen [5.3.7, 5.3.8 en 5.3.9]:

- tuinkamerwoning;
- galerijwoning;
- twee-onder-één-kapwoning;
- vrijstaande woning.

Tabel 2.1 Kenmerken van de referentiewoningen

Novem referentiewoningen		tuinkamer	galerij	2-onder-1-kap	vrijstaand
beukmaat	m ²	5,4	7,2	6	9
woningdiepte	m ²	9,3	12	10	9,1
bruto inhoud	m ²	352	224	452	496
bruto vloeroppervlakte	m ²	151	83	180	153
gebruiksoppervlakte A _g	m ²	111	75	134	136
oppervlakte verblijfsgebied A _v	m ²	64	54	80	94
verliesoppervlakte A _{vl}	m ²	162	81	252	347
A _{vl} /A _g		1,5	1,1	1,9	2,6
A _g /A _{vg}		58%	72%	60%	69%

2.4. Referentiesituatie

2.4.1. Nieuw te bouwen woningen

Voor de referentiesituatie bij nieuw te bouwen woningen is uitgegaan van de volgende maatregelen en voorzieningen:

Oriëntatie:

Tuingevels of anders gevel met meeste glasoppervlakte op zuid.

Thermische isolatie:

- R_c gevels en vloeren 3,5 m²·K/W, R_c panelen 2,5 m²·K/W;
- R_c daken 4,0 m²/K·W voor vrijstaande woning, overige woningen R_c dak 4,0 m²·K/W;
- spouw glas 12 mm, U_{gl} = 1,3 W/K·m², aluminium afstandhouder ψ_{gl} = 0,06 W/m·K;
- ZTA = 0,6;
- U_{fr} = 2,4 W/m²·K;
- ongeïsoleerde deuren U_d = 3,4 W/m²·K;
- forfaitaire methode koudebruggen;
- hoogte kruipruimte 0,6 m.

Installatie verwarming en warmtapwater

- HR-107 gasgestookt combitoestel met HRww;
- Radiatoren met aanvoertemperatuur > 55 °C;
- kwaliteitsverklaringen voor de opwekking van warmtapwater;
- gunstigste van forfaitaire en werkelijke leidinglengte;
- diameter ≤ 10 mm.

Thermisch zomercomfort :

- traditioneel gemende bouwmethoden (geen houtskeletbouw).

Ventilatie-installatie:

Variant 1 Balansventilatie met warmteterugwinning

- rendement warmteterugwinning 75 %;
- geen uitschakeling mogelijk;
- ventilatie niet regelbaar door bewoners;
- toevoer in de zomer niet uitschakelbaar;
- bypass zonder afgesloten luchttoevoer;
- gelijkstroomventilator;
- $q_{v;10;kar} = 0,625 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$.

Variant 2 Natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging

- gelijkstroomventilator op basis van werkelijk vermogen (kwaliteitsverklaring);
- $q_{v;10;kar} = 1,0 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$.

2.4.2. Renovatie van bestaande woningen

Voor de referentiesituatie bij renovatie van bestaande woningen is uitgegaan van de volgende maatregelen en voorzieningen:

Variant slecht geïsoleerd:

- R_c gevels en vloeren en daken $0,37 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, R_c panelen $0,2 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;
- Enkel glas $U_{gl} = 5,4 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$;
- ZTA = 0,8;
- $q_{v;10;kar} = 1,43 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$.

Variant matig geïsoleerd:

- R_c gevels, vloeren, daken, panelen $1,3 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$;
- Blank dubbel glas $U_{gl} = 3,0 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$;
- ZTA = 0,7;
- $q_{v;10;kar} = 1,43 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$.

Voor de overige voorzieningen is hetzelfde aangehouden als voor de nieuw te bouwen woningen.

2.5. Reductie EPC en gasverbruik

Per maatregel is in een tabel de reductie van de EPC en een indicatie van de gasbesparing gegeven.

De berekende reductie van de EPC geldt voor de referentiewoningen met de in deel 2.3 genoemde uitgangspunten. Voor andere woningtypen kan het effect hiervan afwijken, maar de tabel geeft een goede indicatie van het effect voor gebruikelijke woningen.

De gegeven gasbesparing is de afname van het berekende karakteristieke energiegebruik $Q_{pres;tot}$ conform NEN 5128 uitgedrukt in m^3 a.e.q., waarbij 1 m^3 a.e.q

= 35,2 MJ. Dit is slechts een grove indicatie voor de werkelijke gasbesparing bij nieuw te bouwen woningen. Deze hangt in de praktijk voor een groot deel af van het bewonersgedrag.

N.B. Sommige maatregelen hebben wel effect op de *EPC* en $Q_{\text{pres,tot}}$ maar niet of in veel mindere mate op het werkelijk gasverbruik.

3. OVERZICHT ETC-OPTIES

De in deel 3 genoemde maatregelen zijn niet in alle gevallen toepasbaar. Alleen aan hand van een specifieke situatie kan door De Vries Kozijnen worden beoordeeld of een bepaald pakket van maatregelen uitvoerbaar is.

Voor zover de genoemde besparingen op de *EPC* zijn ontleend aan een gelijkwaardigheidverklaring of een niet-erkende kwaliteitsverklaring, wordt de toepasbaarheid daarvan van geval tot geval door de toetsende instantie (Bouw- en woningtoezicht) beoordeeld.

Aan de genoemde getallen voor *EPC*-reductie en gasbesparing kunnen geen rechten worden ontleend.

3.1. Categorie 1: Kozijnsystemen

3.1.1. VRIGOPLUS Oregon-pine kozijnen

Beschrijving voorziening

VRIGOPLUS Oregon-pine kozijnen zijn onder geconditioneerde omstandigheden van hoogwaardig naaldhout vervaardigde kozijnen. De warmtedoorlatendheid van de kozijnen is berekend conform NEN 1068.

Toepassing in de NEN 5128

In NEN 1068 wordt voor houten kozijnen een forfaitaire U_{fr} van $2,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ aangehouden. Aan de hand van berekeningen is aangetoond dat de Oregon-pine VRIGOPLUS kozijnen een lagere U_{fr} hebben. In de tabel 3.1.2.1 is aangegeven welke U_{fr} bij toepassing van VRIGOPLUS kan worden aangehouden.

Tabel 3.1.1.1 U_{fr} van DVK-VRIGOPLUS Oregon-pine kozijnen

	VRIGOPLUS Oregon-pine	forfaitair NEN 1068
A_{op}/A_{raam} groter dan 0,6 of onbekend	1,7	2,4
A_{op}/A_{raam} kleiner dan of gelijk aan 0,6	1,5	2,4

A_{op} = oppervlakte van te openen delen in m^2 (incl. deuren met een lichtdoorlatend percentage groter dan 65 %)

A_{raam} = oppervlakte glas en kozijn in m^2

Reductie EPC en gasverbruik referentiewoningen

Tabel 3.1.1.2 Reductie EPC en gasverbruik DVK-VRIGOPLUS Oregon-pine kozijnen

	EPC	gasverbruik
tuinkamer	-0,014	-16
galerij	-0,024	-18
twee-onder-één-kap	-0,020	-30
vrijstaand	-0,026	-45

De werkelijke gasbesparing is afhankelijk van de kwaliteit van het kozijn dat als referentie wordt aangehouden.

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1068 [5.1.1.]

NPR 2068 [5.1.8.]

Achtergrondinformatie

Fabrikantverklaring DVK VRIGOPLUS/VRIGONORM U -waarde kozijn en ψ -waarde kozijnaansluiting [5.2.1.]

3.1.2. VRIGOPLUS hardhouten kozijnen

Beschrijving voorziening

VRIGOPLUS kozijnen zijn onder geconditioneerde omstandigheden van hoogwaardige houtkwaliteit vervaardigde kozijnen. De warmtedoorlatendheid van de kozijnen is berekend conform NEN 1068.

Toepassing in de NEN 5128

In NEN 1068 wordt voor houten kozijnen een forfaitaire U_{fr} van $2,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ aangehouden. Aan de hand van berekeningen is aangetoond dat de hardhouten VRIGOPLUS kozijnen een lagere U_{fr} hebben. In de tabel 3.1.1.1 is aangegeven welke U_{fr} bij toepassing van VRIGOPLUS bruikbaar is.

Tabel 3.1.2.1 U_{fr} van DVK-VRIGO hardhouten kozijnen

	VRIGOPLUS hardhout	forfaitair NEN 1068
A_{op}/A_{raam} groter dan 0,6 of onbekend	2,0	2,4
A_{op}/A_{raam} kleiner dan of gelijk aan 0,6	1,8	2,4

A_{op} = oppervlakte van te openen delen in m^2 (incl. deuren met een lichtdoorlatend percentage groter dan 65 %)

A_{raam} = oppervlakte glas en kozijn in m^2

Reductie EPC en gasverbruik referentiewoningen

Tabel 3.1.2.2 Reductie EPC en gasverbruik DVK-VRIGO hardhouten kozijnen

	EPC	gasverbruik
tuinkamer	-0,009	-11
galerij	-0,016	-12
twee-onder-één-kap	-0,013	-20
vrijstaand	-0,018	-30

De werkelijke gasbesparing is afhankelijk van de kwaliteit van het kozijn dat als referentie wordt aangehouden.

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1068 [5.1.1.]

NPR 2068 [5.1.8.]

Achtergrondinformatie

Fabrikantverklaring DVK VRIGOPLUS/VRIGONORM U -waarde kozijn en ψ -waarde kozijnaansluiting [5.2.1.]

3.2. Categorie 2: Beglazingsystemen

3.2.1. Spouw 15 mm in VRIGOPLUS

Beschrijving

De detaillering van de VRIGOPLUS-kozijnen is zodanig dat ook in de draaiende delen glas met een spouwbreedte van 15 mm toepasbaar is. Gebruikelijk is een spouwbreedte van 9 of 12 mm in draaiende delen.

Toepassing in de NEN 5128

In tabel 3.2.1.1 is de U_{gl} aangegeven bij verschillende glassamenstellingen.

Tabel 3.2.1.1 U_{gl} 15 mm spouw conform NEN 1068

soort	glas, bedekkingslaag	emissie- coëfficiënt ϵ_n	spouw- breedte [mm]	U_{gl} [W/m ² ·K]			
				soort spouwvulling (gasconcentratie $\geq 90\%$)			
				lucht	argon	krypton	SF6
dubbele beglazing	1 ruit met warmte reflecterende bedekking	$\leq 0,1$	9	2,1	1,7	1,3	2,2
			12	1,8	1,5	1,3	2,3
			15	1,6	1,4	1,3	2,3
	1 ruit met warmte reflecterende bedekking	$\leq 0,05$	9	2,0	1,6	1,3	2,1
			12	1,7	1,3	1,1	2,2
			15	1,5	1,2	1,1	2,2

Reductie EPC en gasverbruik referentiewoningen

Als referentie is uitgegaan van HR++-glas gevuld met argon, een spouwbreedte van 12 mm en een emissiecoëfficiënt $\leq 0,05$ met $U_{gl} = 1,3$ W/m²·K. Bij toepassing van 15 mm spouwbreedte wordt $U_{gl} = 1,2$ W/m²·K.

Tabel 3.2.1.2 Reductie EPC en gasverbruik 15 mm spouw

	EPC	gasverbruik
tuinkamer	-0,004	-4
galerij	-0,006	-5
twee-onder-één-kap	-0,005	-8
vrijstaand	-0,007	-12

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1068 [5.1.1.]

NPR 2068 [5.1.8.]

Achtergrondinformatie

-

3.2.2. Tripane VRIGOPLUS

Beschrijving

De detaillering van de VRIGOPLUS-kozijnen is zodanig dat ook in de draaiende delen Tripane, drievoudig glas, geplaatst kan worden.

Toepassing in de NEN 5128

In tabel 3.2.2.1 is de U_{gl} aangegeven bij verschillende glassamenstellingen.

Tabel 3.2.2.1 U_{gl} Tripane conform NEN 1068

soort	glas, bedekkingslaag	emissie- coëfficiënt ϵ_n	spouw- breedte [mm]	U_{gl} [W/m ² ·K]			
				soort spouwvulling (gasconcentratie $\geq 90\%$)			
				lucht	argon	krypton	SF6
Tripane	1 ruit met warmte reflecterende bedekking	$\leq 0,1$	6	1,7	1,3	1,0	1,2
			9	1,3	1,0	0,8	1,2
			12	1,1	0,9	0,6	1,2
	1 ruit met warmte reflecterende bedekking	$\leq 0,05$	6	1,6	1,3	0,9	1,1
			9	1,2	0,9	0,7	1,1
			12	1,0	0,8	0,5	1,1

Reductie EPC en gasverbruik referentiewoningen

Als referentie is uitgegaan van HR++-glas gevuld met argon, een spouwbreedte van 12 mm en een emissiecoëfficiënt $\leq 0,05$ met $U_{gl} = 1,3$ W/m²·K. Bij toepassing van Tripane met een spouwbreedte van tweemaal 12 mm wordt $U_{gl} = 0,8$ W/m²·K. In combinatie met een warm-edge glasrand met $\psi_{gl} = 0,03$ W/m·K wordt $U_w = 1,36$ W/m²·K

Tabel 3.2.2.2 Reductie EPC en gasverbruik Tripane met warm-edge glasrand

	EPC	gasverbruik
tuinkamer	-0,022	-25
galerij	-0,036	-28
twee-onder-één-kap	-0,031	-42
vrijstaand	-0,041	-70

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1068 [5.1.1.]

NPR 2068 [5.1.8.]

Achtergrondinformatie

-

3.2.3. Warm-edge glasrand

Beschrijving

Door toepassing van afstandhouders met een lagere warmtedoorgangscoefficiënt neemt het warmteverlies via beglazingranden af. DVK levert als optie in haar producten beglazingen met kunststoffen afstandhouders ook wel “warm-edge” genoemd. Deze hebben een lagere warmtegeleidingscoëfficiënt dan gangbare aluminium en stalen afstandhouders.

Toepassing in de NEN 5128

Voor de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt van de glasrand ψ_{gl} wordt als referentie een waarde van 0,06 W/m·K aangehouden voor aluminium en stalen afstandhouders overeenkomstig NEN-EN-ISO 10077-2 [5.1.6.]. Voor isolerende “warm-edge” afstandhouders wordt $\psi_{gl} = 0,03$ W/m·K aangehouden. In tabel 3.2.3.1 is de warmtedoorgangscoefficiënt U_w van een raam gegeven bij verschillende combinaties van glassoort en kozijnsoort.

Tabel 3.2.3.1 U_w van puien bij combinaties van kozijnen en beglazingen

		forfaitair	VRIGO hardhout		VRIGOPUS Oregon-pine	
U_{fr}		2,4	2,0	1,8 ¹	1,7	1,5 ¹
U_{gl}	ψ_{gl}					
1,3	0,06 alu	1,78	1,66	1,59	1,57	1,51
1,3	0,03 warm edge	1,70	1,59	1,53	1,49	1,43
1,2	0,03 warm edge	1,64	1,52	1,46	1,43	1,37
1,1	0,03 warm edge	1,57	1,45	1,39	1,36	1,30

¹ indien $A_{op}/A_{raam} < 0,60$

Reductie EPC en gasverbruik referentiewoningen

Als referentie is uitgegaan van $U_w = 1,78$ W/m²·K. Bij toepassing van warm-edge glasranden is uitgegaan van $U_w = 1,70$ W/m²·K.

Tabel 3.2.3.2 Reductie EPC en gasverbruik bij “warm-edge” glasrand

	EPC	gasverbruik
	warm-edge	warm-edge
tuinkamer	-0,004	-4
galerij	-0,006	-5
twee-onder-één-kap	-0,005	-8
vrijstaand	-0,007	-12

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1068 [5.1.1.]

NPR 2068 [5.1.8.]

NEN-EN-ISO 10077-2 [5.1.6.]

Achtergrondinformatie

Forschungsvorhaben Warm Edge [5.3.1.]

3.3. Categorie 3: Lineaire koudebruggen

3.3.1. Uitgebreide berekening lineaire koudebruggen in NEN 5128

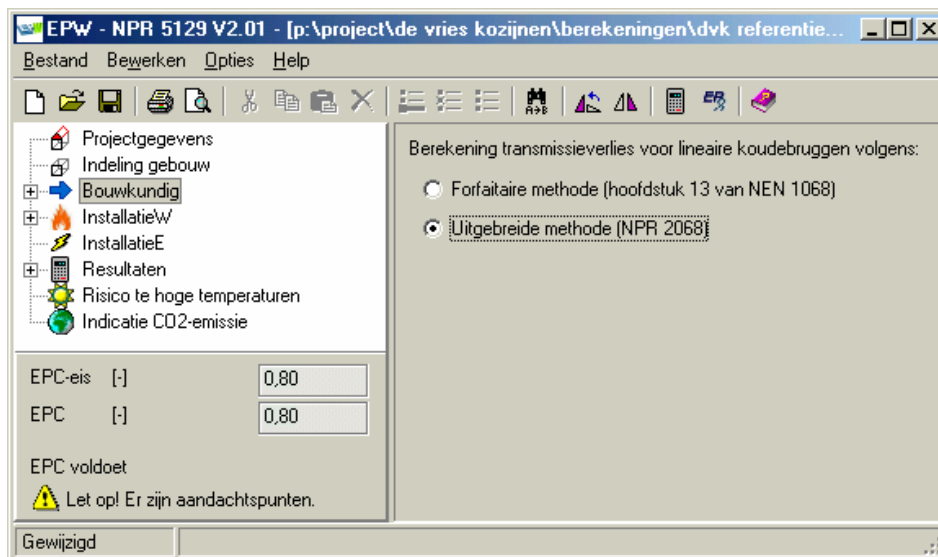
Beschrijving

Volgens NEN 1068 kan het effect van lineaire koudebruggen eenvoudig worden bepaald als een procentuele toeslag op warmteverliezen. Het is ook mogelijk om conform NPR 2068 de lineaire koudebruggen meer gedetailleerd uit te rekenen met standaardwaarden voor de ψ . In de meeste gevallen levert dit een verbetering van de *EPC* op. In werkelijkheid wordt echter geen energie bespaard omdat er feitelijk aan het ontwerp niets verandert.

Toepassing in de NEN 5128

In het rekenprogramma moet worden gekozen voor “Uitgebreide methode (NPR 2068)”, zie figuur 3.3.1.1.

Figuur 3.3.1.1 Keuze uitgebreide methode in NEN 5128



Reductie *EPC* en gasverbruik referentiewoningen

Tabel 3.3.1.1 Reductie *EPC* en gasverbruik lineaire koudebruggen

	<i>EPC</i>	gasverbruik
tuinkamer	-0,004	0
galerij	-0,010	0
twee-onder-één-kap	-0,011	0
vrijstaand	-0,027	0

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1068 [5.1.1.]

NPR 2068 [5.1.8.]

Achtergrondinformatie

NPR 2068 [5.1.8.]

3.3.2. Verbeterde lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ψ VRIGOKozijnen

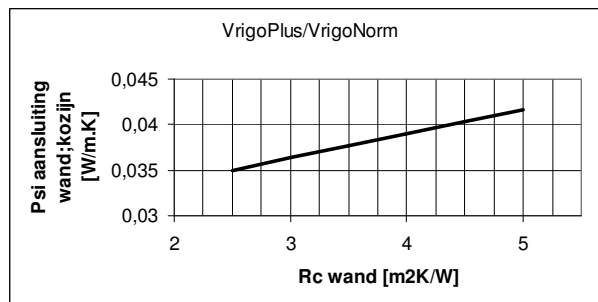
Beschrijving

Als gevolg van de koudebruggen bij de aansluiting van een kozijn op een constructie, treedt warmteverlies op. Voor de aansluiting van VRIGO-kozijnen op een traditionele spouwmuurconstructie is dit warmteverlies kleiner dan standaard in de normen is aangenomen.

Toepassing in de NEN 5128

Voor de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ψ van de buitenaansluiting van het kozijn is in NPR 2068 een forfaitaire waarde van 0,1 W/m·K aangehouden. Voor VRIGO-kozijnen is, zo is aangetoond op grond van berekeningen, een lagere ψ aan te houden. Aan de hand van figuur 3.3.2.1 kan ψ worden bepaald afhankelijk van de R_c van de wand, zie verder 3.3.1.

Figuur 3.3.2.1 Warmtedoorgangscoefficiënt buitenaansluiting kozijn



Reductie EPC en gasverbruik referentiewoningen

Tabel 3.3.2.1 Reductie EPC en gasverbruik lineaire warmtedoorgangscoefficiënt VRIGO-kozijn aan traditionele spouwmuurconstructie ($R_c \leq 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)

	EPC	gasverbruik
Tuinkamer	-0,012	-14
Galerij	-0,024	-18
twee-onder-één-kap	-0,022	-33
Vrijstaand	-0,042	-70

De gasbesparing is berekend ten opzichte van een kozijn met $\psi = 0,1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. De werkelijke gasbesparing is afhankelijk van de kwaliteit van het kozijn dat als referentie wordt aangehouden.

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1068 [5.1.1.]

NPR 2068 [5.1.8.]

Achtergrondinformatie

Fabrikantverklaring DVK VRIGOPLUS/VRIGONORM U-waarde kozijn en ψ - waarde kozijnaansluiting [5.2.1.]

3.3.3. Verbeterde lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ψ bij TR-buitenaansluiting

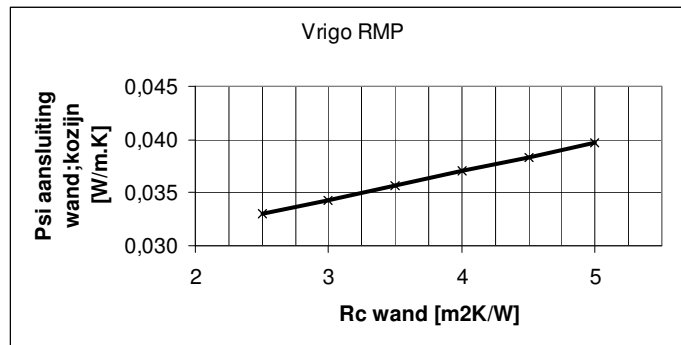
Beschrijving

De kozijnen met De Vries Kozijnen TR-buitenaansluiting zijn voorzien van een rubber dichtingprofiel dat naast een verbeterde luchtdichtheid zorgt voor een vermindering van de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt.

Toepassing in de NEN 5128

Voor de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ψ van de buitenaansluiting van het kozijn wordt in NPR 2068 een forfaitaire waarde van 0,1 W/m·K aangehouden. Aan de hand van berekeningen is aangetoond dat voor TR-buitenaansluiting een ψ van 0,04 W/m·K of lager kan worden aangehouden. Aan de hand van figuur 3.3.3.1 kan ψ worden bepaald afhankelijk van de R_c van de wand, zie verder 3.3.1.

Figuur 3.3.3.1 DVK en TR-buitenaansluiting



Reductie EPC en gasverbruik referentiewoningen

De gasbesparing is berekend met $\psi = 0,037$ W/mK ten opzichte van een kozijn met $\psi = 0,1$ W/mK. De werkelijke gasbesparing is afhankelijk van de kwaliteit van het kozijn dat als referentie wordt aangehouden.

Tabel 3.3.2.1 Reductie EPC en gasverbruik lineaire warmtedoorgangscoefficiënt VRIGO-kozijn aan traditionele spouwmuurconstructie ($R_c \leq 4$ m²·K/W)

	EPC	gasverbruik
Tuinkamer	-0,013	-15
Galerij	-0,025	-19
twee-onder-één-kap	-0,023	-34
Vrijstaand	-0,043	-71

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1068 [5.1.1.]

NPR 2068 [5.1.8.]

Achtergrondinformatie

Fabrikantverklaring DVK VRIGOPLUS/VRIGONORM U-waarde kozijn en ψ - waarde kozijnaansluiting [5.2.1.]

3.4. Categorie 4: Isolatie vakvullingen

3.4.1. Geïsoleerde deuren in hardhout kozijn

Beschrijving

Geïsoleerde deuren zijn in diverse samenstellingen leverbaar. De U van een deur is afhankelijk van de samenstelling van het isolatiepakket, de glasoppervlakte, de houtsoort en de afmeting van de deur.

Toepassing in de NEN 5128

Voor geïsoleerde deuren geldt een forfaitaire U_D van $2,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Bij toepassing van geïsoleerde deuren in hard houten DVK-kozijnen is in de praktijk een U_D van $1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ of lager haalbaar. U_D wordt berekend volgens NEN 1068.

Reductie EPC en gasverbruik referentiewoningen

Bij een gangbare deursamenstelling met een stijlbreedte van 112 mm en hard houten kozijnen bedraagt U_D $1,47 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Ten opzichte van een forfaitaire U_D van $3,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ voor een niet geïsoleerde deur, zijn de reducties in tabel 3.4.1.1 weergegeven.

Bij een stijlbreedte van 80 mm is U_D $1,42 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Het verschil in effect op de EPC en het gasverbruik ten opzichte van 112 mm is verwaarloosbaar klein.

Tabel 3.4.1.1 Reductie EPC en gasverbruik met geïsoleerde vakvullingen en hard houten kozijn

	EPC	Gasverbruik
tuinkamer	-0,029	-34
galerij	-0,038	-30
twee-onder-één-kap	-0,038	-58
vrijstaand	-0,025	-41

NB. Het deurhout kan zowel in hardhout als in Oregon-pine uitgevoerd zijn.

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1068 [5.1.1.]

NPR 2068 [5.1.8.]

Achtergrondinformatie

Berekening U -waarde geïsoleerde deuren [5.3.6.]

3.4.2. Geïsoleerde deuren in Oregon-pine kozijn

Beschrijving

Geïsoleerde deuren zijn in diverse samenstellingen leverbaar. De U van een deur is afhankelijk van de samenstelling van het isolatiepakket, de glasoppervlakte, de houtsoort en de afmeting van de deur.

Toepassing in de NEN 5128

Voor geïsoleerde deuren geldt een forfaitaire U_D van $2,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Bij toepassing van geïsoleerde deuren in zacht houten DVK-kozijnen is in de praktijk een U_D van $1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ of lager haalbaar. U_D wordt berekend volgens NEN 1068.

Reductie EPC en gasverbruik referentiewoningen

Bij een gangbare deursamenstelling met een stijlbreedte van 112 mm en zacht houten kozijnen bedraagt U_D $1,35 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Ten opzichte van een forfaitaire U_D van $3,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ voor een niet geïsoleerde deur, zijn de reducties in tabel 3.4.2.1 weergegeven.

Bij een stijlbreedte van 80 mm is U_D $1,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Het verschil in effect op de EPC en het gasverbruik ten opzichte van 112 mm is verwaarloosbaar klein.

Tabel 3.4.2.1 Reductie EPC en gasverbruik met geïsoleerde vakvullingen en zacht houten kozijn

	EPC	Gasverbruik
tuinkamer	-0,030	-36
galerij	-0,041	-31
twee-onder-één-kap	-0,041	-62
vrijstaand	-0,026	-44

NB. Het deurbout kan zowel in hardhout als in Oregon-pine uitgevoerd zijn.

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1068 [5.1.1.]

NPR 2068 [5.1.8.]

Achtergrondinformatie

Berekening U -waarde geïsoleerde deuren [5.3.6.]

3.4.3. Sandwich panelen

Beschrijving

De isolatiedikte van het standaard sandwich paneel wordt vergroot van 59 naar 79 mm. De R_c kan daarbij toenemen tot ca. $3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ afhankelijk van de afmetingen.

Toepassing in de NEN 5128

Door het invullen van de verhoogde R_c voor panelen neemt het warmteverlies af. In tabel 3.4.3.2 staan warmteweerstanden bij een aantal veel voorkomende verhoudingen tussen lengte van de aansluiting en de oppervlakte van het paneel, de verhouding l_p/A_p .

Tabel 3.4.3.2 Warmteweerstand sandwichpanelen

sandwich panelen ai.=anti-inbraak, resoplan=trespa

isolatiedikte	ai.	buitenplaat	code	R_c				
				l_p/A_p				
				2	4	6	8	10
79,5 mm	nee	trespa	31451	3,48	3,48	3,47	3,47	3,47
79,5 mm	nee	colorbel	31456	3,26	3,25	3,23	3,22	3,20
79,5 mm	ja	trespa	31431	3,39	3,38	3,37	3,35	3,34
79,5 mm	ja	colorbel	31441	3,24	3,22	3,21	3,20	3,18
79,5 mm	ja	trespa	31940	3,50	3,56	3,63	3,70	3,77
79,5 mm	ja	colorbel	31940	3,50	3,56	3,63	3,70	3,77

Reductie EPC en gasverbruik referentiewoningen

In de praktijk worden (borstwerings)panelen vaak uitgevoerd met niet meer dan 25 mm isolatie. Om het effect van beter isolerende DVK-panelen te illustreren is voor de berekening aangenomen dat in elk van de referentiewoningen 6 m^2 paneel aanwezig is met een R_c van $0,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (25 mm PUR). Vervanging van die panelen door panelen met een R_c van $3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ levert de in tabel 3.4.3.3 opgegeven besparingen op.

Tabel 3.4.3.3 Reductie EPC en gasverbruik met beter isolerende panelen

	EPC	gasverbruik
tuinkamer	-0,020	-50
galerij	-0,030	-50
twee-onder-één-kap	-0,020	-50
vrijstaand	-0,020	-50

De getallen in tabel 3.4.3.3 gelden voor een paneeloppervlakte van 6 m^2 per woning.

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1068 [5.1.1.]

NPR 2068 [5.1.8.]

Achtergrondinformatie

Sandwich panelen; Thermische kwaliteit (warmteweerstand) [5.3.3.]

3.5. Categorie 5: Luchtdoorlatendheid

3.5.1. Verlaging $q_{v;10}$

Beschrijving

Het bouwbesluit eist dat de $q_{v;10}$ voor een woning ten hoogste 200 dm³/s is. Bij een gemiddelde woninggrootte van 100 m² betekent dit een $q_{v;10}$ van ca. 2 dm³/m²·s. Uit metingen bij een groot aantal woningen is gebleken dat het gemiddelde in de huidige bouwpraktijk rond 1 dm³/m²·s ligt. De gemeten luchtdichtheid van DVK-kozijnen en aansluitingen is zodanig goed dat de bijdrage van kozijnen en aansluitingen aan de $q_{v;10}$ praktisch nul is en dat $q_{v;10}$ ten opzichte van de referentiesituatie 0,2 à 0,3 lager ligt [5.3.2][5.3.12].

Toepassing in de NEN 5128

In de EPN-berekening wordt de $q_{v;10}$ gebruikt om de warmteverliezen door infiltratie te bepalen. Een deel van de infiltratie draagt echter bij aan de minimaal vereiste ventilatie, vandaar dat een verbetering van $q_{v;10}$ onder een bepaalde grenswaarde niet gehonoreerd wordt. Deze grenswaarde is 1,0 dm³/m²·s bij natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging en 0,4 dm³/m²·s bij gebalanceerde mechanische ventilatie. In de notitie *Luchtdoorlatendheid en energieprestatie* [5.3.12] wordt uiteengezet hoe in de huidige praktijk met de luchtdoorlatendheid bij de EPC-berekening wordt omgegaan.

Reductie EPC en gasverbruik referentiewoningen

Omdat in de huidige praktijk in meeste gevallen wordt gerekend met vaste richtgetallen voor de luchtdoorlatendheid is het moeilijk om de betere werkelijke luchtdichtheid van De Vries Kozijnen te vertalen in een lagere berekende EPC. De verbeterde luchtdichtheid heeft wel altijd een gunstig effect op het gasverbruik voor ruimteverwarming. Als richtwaarde wordt aangehouden dat een vermindering van $q_{v;10}$ met 1 dm³/s een gasbesparing van 1 m³ per jaar geeft. Met name bij renovatie van bestaande woningen levert dit een aanzienlijke gasbesparing op.

Tabel 3.5.1.1 Reductie EPC en gasverbruik bij verlaging $q_{v;10}$ met 0,25 dm³/m²·s

	EPC	gasverbruik
tuinkamer	-0,016	-19
galerij	-0,016	-13
twee-onder-één-kap	-0,016	-25
vrijstaand	-0,016	-26

De reductie op de EPC geldt alleen voor woningen met gebalanceerde ventilatie en natuurlijk geventileerde woningen met zelfregelende roosters, zie ook 3.6.1.

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 2686 [5.1.3.]

NEN 1026 [5.1.10.]

Achtergrondinformatie

Meetresultaten luchtdichtheidsmetingen DVK-producten [5.3.2.]

Notitie Luchtdoorlatendheid en energieprestatie [5.3.12]

3.5.2. AMI Brievenbus Clima Comfort

Beschrijving

AMI Clima Comfort-brievenbussen hebben een lagere luchtdoorlatendheid dan conventionele brievenbussen. Door toepassing van een AMI-brievenbus neemt het luchtverlies door de brieven bus en daarmee het gasverbruik af.

Toepassing in de NEN 5128

Als gevolg van een brievenbus van DVK neemt de $q_{v,10}$ met circa $1 \text{ m}^3/\text{s}$ af.
De reductie op de *EPC* is verwaarloosbaar.

Reductie *EPC* en gasverbruik referentiewoningen

Voor de energiebesparing is vooral de luchtdoorlatendheid bij grote winddrukken van belang, omdat bij een conventionele brievenbus de klep open gaat staan bij drukverschillen boven 20 Pa.

Tabel 3.5.2.1 Reductie *EPC* en gasverbruik met AMI Clima Comfort-brievenbus

	<i>EPC</i>	gasverbruik
Tuinkamer	0	10
Galerij	0	10
Twee-onder-één-kap	0	10
Vrijstaand	0	10

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 2686 [5.1.3.]

NEN 2687 [5.1.4.]

Achtergrondinformatie

Meetresultaten luchtdoorlatendheid brievenbus [5.3.10]

3.6. Categorie 6: Ventilatiesystemen

3.6.1. Zelfregelende ventilatieroosters

Beschrijving

Zelfregelende ventilatieroosters kunnen geïntegreerd worden in gevelproducten van De Vries kozijnen. De zelfregeling van de luchttoevoer middels op druk reagerende kleppen in het rooster, zorgen voor een constantere luchttoevoer dan bij ongeregelde roosters. Er komt minder koude buitenlucht de woning binnen die opgewarmd moet worden. Diverse fabrikanten leveren zelfregelende roosters.

Toepassing in de NEN 5128

In NEN 5128:2004 is het effect van zelfregelende roosters opgenomen. Hierdoor is het gebruik van een gelijkwaardigheidverklaring niet meer nodig. De meeste fabrikanten gaan in hun gelijkwaardigheidverklaring uit van dezelfde bepalingmethode als in NEN 5128:2004.

Reductie *EPC* en gasverbruik referentiewoningen

Tabel 3.6.1.1 Reductie *EPC* en gasverbruik met zelf regelende roosters

	<i>EPC</i>	gasverbruik
tuinkamer	-0,025	-29
galerij	-0,025	-19
twee-onder-één-kap	-0,024	-36
vrijstaand	-0,022	-38

Reductie *EPC* berekend conform NEN 5128:2004.

Indien een luchtdichtheid $q_{v;10;kar}$ lager dan $1,0 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$ wordt gerealiseerd kan een hiervoor een extra besparing in rekening worden gebracht, zie 3.5.1.

Zie 3.6.4 voor zelfregelende roosters van Aralco die met een gelijkwaardigheidsverklaring een grotere besparing geven.

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1087 [5.1.2.]

NEN 2686 [5.1.3.]

NEN 2687 [5.1.4.]

NPR 1088 [5.1.7.]

Achtergrondinformatie

-

3.6.2. Vraaggestuurd ventilatiesysteem

Beschrijving

Een vraaggestuurd ventilatiesysteem koppelt elektronische geregelde toevoerroosters en mechanische afvoer aan elkaar. De ventilatieroosters kunnen worden opgenomen in de gevelelementen van DVK.

Toepassing in de NEN 5128

Voor een vraaggestuurd ventilatiesysteem is een gelijkwaardigheidverklaring nodig. De berekende *EPC* wordt gecorrigeerd aan de hand van deze gelijkwaardigheidverklaring.

Reductie *EPC* en gasverbruik referentiewoningen

Er is uitgegaan van een luchtdichtheid $q_{v,10;kar}$ van $1,0 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$ gebruiksoppervlakte.

Tabel 3.6.2.1 Reductie *EPC* en gasverbruik met vraaggestuurde ventilatie

	<i>EPC</i>	gasverbruik
tuinkamer	-0,150	-177
galerij	-0,144	-115
twee-onder-één-kap	-0,119	-181
vrijstaand	-0,112	-190

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1087 [5.1.2.]

NEN 2687 [5.1.4.]

Achtergrondinformatie

Gelijkwaardigheidverklaring [5.2.2.] en rekenprogramma [5.4.1.] Vent-O-Validator

3.6.3. *ClimaRad verwarming en ventilatietoever met w.t.w.*

beschrijving

ClimaRad is een systeem voor verwarming en ventilatie. De ClimaRad is een combinatie van een verwarmingsradiator met een mechanische luchttoevoer. De toegevoerde lucht is voor te verwarmen met retourlucht waardoor warmteterugwinning mogelijk is. De ClimaRad wordt aan de binnenzijde van de gevel geplaatst. Daar is integratie in systemen van DVK mogelijk.

toepassing in de NEN 5128

De *EPC* wordt berekend met natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging, waarna de berekende *EPC*-waarde wordt gecorrigeerd met een door Climarad beschikbaar gestelde rekenprogramma.

reductie *EPC* en gasverbruik referentiewoningen

Tabel 3.6.3.1 Reductie *EPC* en gasverbruik met ClimaRad

	<i>EPC</i>	gasverbruik
tuink	Komt binnenkort	
galer		
twee		
vrijst		

gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1087 [5.1.2.]

NEN 2687 [5.1.4.]

achtergrondinformatie

Gelijkwaardigheidverklaring Climarad [5.2.4.]

3.6.4. Zelfregelende ventilatieroosters Aralco Multiair

Beschrijving

Zelfregelende ventilatieroosters Multiair van Aralco kunnen geïntegreerd worden in gevelproducten van De Vries kozijnen. De zelfregeling van de luchttoevoer middels op druk reagerende kleppen in het rooster, zorgen voor een constantere luchttoevoer dan bij ongeregelde roosters. Er komt minder koude buitenlucht de woning binnen die opgewarmd moet worden.

Toepassing in de NEN 5128

In NEN 5128:2004 is het effect van zelfregelende roosters opgenomen. Hierdoor is het gebruik van een gelijkwaardigheidverklaring niet meer nodig maar met de gelijkwaardigheidverklaring van Aralco is een grotere besparing te berekenen.

Reductie *EPC* en gasverbruik referentiewoningen

Tabel 3.6.1.1 Reductie *EPC* en gasverbruik met zelfregelende roosters Multiair van Aralco

	<i>EPC</i>	gasverbruik
tuinkamer	-0,064	-75
galerij	-0,064	-49
twee-onder-één-kap	-0,061	-93
vrijstaand	-0,057	-96

Reductie *EPC* berekend conform het herberekeningprogramma zoals geleverd door Aralco.

Indien een luchtdichtheid $q_{v;10;kar}$ lager dan $1,0 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$ wordt gerealiseerd kan een hiervoor een extra besparing in rekening worden gebracht, zie 3.5.1.

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 1087 [5.1.2.]

NEN 2686 [5.1.3.]

NEN 2687 [5.1.4.]

NPR 1088 [5.1.7.]

Achtergrondinformatie

Gelijkwaardigheidverklaring Aralco [5.2.5]

3.7. Categorie 7: Gevelsystemen

3.7.1. De Vries Kozijnen TR-gevel

Beschrijving

De *De Vries Kozijnen TR-gevel* is een hoogwaardig gevelsysteem met een hoge thermische isolatiewaarde en een zeer goede luchtdichtheid.

De R_c -waarde van de TR-gevel is afhankelijk van het houtpercentage, welke mede wordt bepaald door het aantal en de afmetingen van gevelopeningen. In de praktijk is een houtpercentage van minder dan 15 % haalbaar. In dat geval is de R_c -waarde groter dan $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Uit de luchtdichtheidsmetingen blijkt dat de TR-gevel een zeer kleine luchtdoorlatendheid heeft. De gemeten luchtdoorlatendheidscoëfficiënt is $0,0015 \text{ dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa})$. Ook indien rekening wordt gehouden met de grotere naadlengte van de TR-gevel is de luchtdoorlatendheid van de naden in de gevel een factor 4 kleiner dan bij de referentiewoningen. De $q_{v;10}$ van de gehele woning neemt hierdoor af met $0,05$ à $0,1 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$.

Toepassing in de NEN 5128

De hogere R_c -waarde van de gevel kan direct in de berekening worden ingezet. Zie 3.5.1 voor het verrekenen van het effect op de luchtdoorlatendheid $q_{v;10}$.

Reductie EPC en gasverbruik referentiewoningen

Voor alle gevels, met uitzondering van puien en panelen, is een R_c van $5,0 \text{ m}^2 \text{K/W}$ in plaats van $3,5 \text{ m}^2 \text{K/W}$ aangehouden. Alleen bij woningen met gebalanceerde ventilatie heeft de verlaging van $q_{v;10}$ effect op de EPC.

Tabel 3.7.1.1 Reductie EPC en gasverbruik met TR-gevel

	reductie EPC		gasverbruik
	bij natuurlijke toevoer	bij gebalanceerde ventilatie	
tuinkamer	-0,011	-0,016	-13
galerij	-0,016	-0,021	-12
twee-onder-één-kap	-0,026	-0,031	-39
vrijstaand	-0,033	-0,038	-56

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

NEN 5128 [5.1.11]

Achtergrondinformatie

Luchtdichtheidsmetingen TR-gevel [5.3.11]

3.8. Categorie 8: Zomercomfort

3.8.1. Buitenzonwering

Beschrijving

Door toepassing van buitenzonwering wordt het thermisch comfort in de zomer verbeterd. Bij de *EPC* berekening volgens NEN 5128:2004 wordt de aanwezigheid van gebouwgebonden buitenzonwering gehonoreerd met een lagere *EPC*. De DVK kozijnsystemen kunnen worden geleverd inclusief buitenzonweringsysteem. Voorwaarde is dat de zonwering bij de oplevering van de woning aanwezig is.

Toepassing in de NEN 5128

NEN 5128:2004 berekent een fictief koelenergiegebruik $Q_{zom;comf}$ dat door het toepassen van buitenzonwering beperkt kan worden. Indien de woning is voorzien van een mechanisch koelsysteem wordt door buitenzonwering het koelenergiegebruik $Q_{prim;koel}$ beperkt.

Reductie *EPC* en gasverbruik referentiewoningen

Er is rekening gehouden met zonwering op oost, zuid en west.

Tabel 3.8.1.1 Reductie *EPC* en gasverbruik met buitenzonwering

	<i>EPC</i>		gasverbruik
	bij natuurlijke toevoer	bij gebalanceerde ventilatie	
tuinkamer	-0,019	-0,014	n.v.t.
galerij	-0,030	-0,023	n.v.t.
twee-onder-één-kap	-0,020	-0,016	n.v.t.
vrijstaand	-0,041	-0,016	n.v.t.

Gerelateerde normen en praktijkrichtlijnen

Achtergrondinformatie

-

4. EPC-REDUCTIE EN ENERGIEBESPARING

4.1. Overzicht van EPC-reductie per maatregel

In tabel 4.1.1 is het effect op de EPC gegeven voor de in deel 3 genoemde afzonderlijke maatregelen.

Tabel 4.1.1

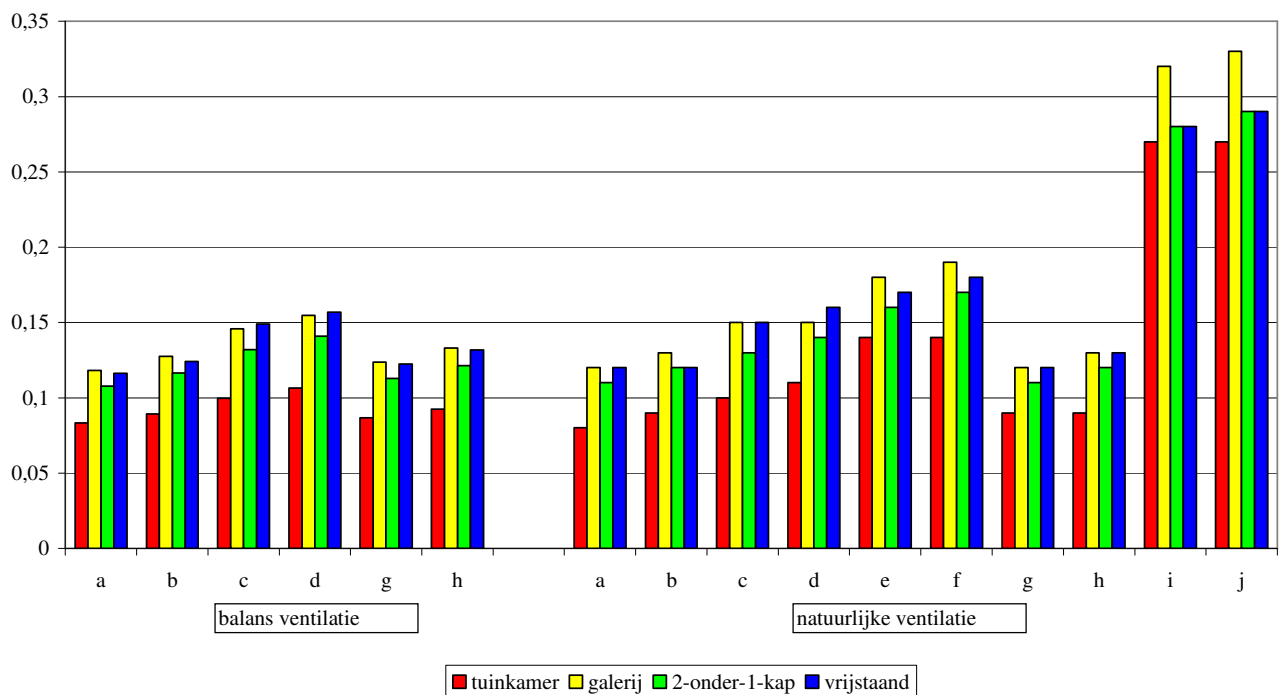
			Referentiewoning			
			tuinkamer	galerij	2-onder-1-kap	Vrijstaand
EPC referentie balansventilatie			0,80	0,85	0,89	0,92
EPC referentie natuurlijke toevoer			0,95	1,02	1,03	1,06
$Q_{\text{pres;toel}}$ toelaatbaar karakteristiek energiegebruik uitgedrukt in m ³ a.e.q.			1181	773	1514	1686
<i>Afzonderlijke maatregelen</i>						
<i>1. Kozijnsystemen</i>						
3.1.1	DVK VRIGOPLUS Oeron-pine	$U_{\text{fr}} 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	-0,011	-0,018	-0,016	-0,021
3.1.2	DVK VRIGOPLUS hardhout	$U_{\text{fr}} 2,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	-0,006	-0,011	-0,009	-0,012
3.1.1	DVK VRIGOPLUS Oregon-pine $A_{\text{opening}}/A_{\text{raam}} < 60 \%$	$U_{\text{fr}} 1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	-0,014	-0,024	-0,020	-0,026
3.1.2	DVK VRIGOPLUS hardhout $A_{\text{opening}}/A_{\text{raam}} < 60 \%$	$U_{\text{fr}} 1,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	-0,009	-0,016	-0,013	-0,018
<i>2. Beglazingssystemen</i>						
3.2.1	spouw glas 15 mm	$U_{\text{gl}} 1,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	-0,004	-0,006	-0,005	-0,007
3.2.2	Tripane (incl warm edge)	$U_{\text{gl}} 0,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	-0,022	-0,036	-0,031	-0,041
3.2.3	warm edge afstandhouder	$\psi_{\text{gl}} 0,03 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	-0,004	-0,006	-0,005	-0,007
<i>3. Lineaire koudebruggen</i>						
3.3.1	Uitgebreide methode lineaire koudebruggen	$\psi_{\text{k}} 0,1 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	-0,004	-0,010	-0,011	-0,027
3.3.2	DVK VRIGOPLUS	$\psi_{\text{k}} 0,04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	-0,012	-0,024	-0,022	-0,042
3.3.3	DVK TR-buitenaansluiting	$\psi_{\text{k}} 0,037 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	-0,013	-0,025	-0,023	-0,043
<i>4. Deuren en panelen</i>						
3.4.1	Geïsoleerde deur hardhout kozijn	$U_{\text{d}} 1,47 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	-0,029	-0,038	-0,038	-0,025
3.4.2	Geïsoleerde deur Oregon-pine kozijn	$U_{\text{d}} 1,35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	-0,030	-0,041	-0,041	-0,026
3.4.3	Geïsoleerd sandwichpaneel 79mm	$R_{\text{c}} = 3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	n.v.t.	-0,001	n.v.t.	-0,000
<i>5. Luchtdichtheid</i>						
3.5.1	Verbetering luchtdichtheid	$q_{\text{v;10;kar}} 0,4 \text{ dm/s} \cdot \text{m}^2$	-0,016	-0,016	-0,016	-0,016
3.5.2	AMI brievenbus		-	-	-	-
<i>6. Ventilatie</i>						
3.6.1	Zelfregelende ventilatieroosters		-0,025	-0,025	-0,024	-0,022
3.6.2	Vraaggestuurde ventilatie		-0,138	-0,142	-0,130	-0,141
3.6.4	Multiair van Aralco		-0,064	-0,064	-0,061	-0,057
<i>7. Gevelsystemen</i>						
3.7.1	TR-gevel ($R_{\text{c}} = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)	<i>i.p.v. spouwmuur</i> $R_{\text{c}}=3,5$	-0,011	-0,016	-0,026	-0,033
<i>8. Zomercomfort</i>						
3.8.1	buitenzonwering	<i>bij nat. toevoer</i>	-0,019	-0,030	-0,020	-0,041
	buitenzonwering	<i>bij balansventilatie</i>	-0,014	-0,023	-0,016	-0,016

1) Afname berekende karakteristieke energiegebruik $Q_{\text{pres;tot}}$ conform NEN 5128 uitgedrukt in m³ a.e.q., waarbij 1 m³ a.e.q = 35,2 MJ.

4.2. EPC-reductie bij pakketten maatregelen voor nieuw te bouwen woningen

In de tabellen 4.2.1 en 4.2.2 zijn de effecten op de *EPC* en het gasverbruik gegeven voor een aantal combinaties van de in hoofdstuk 3 genoemde maatregelen. Figuur 4.2.1 geeft de *EPC*-reductie bij de verschillende pakketten van maatregelen voor de vier referentiewoningen. In de tabellen 4.2.1 en 4.2.2 is bij de pakketten de reductie van het berekende karakteristieke energiegebruik $Q_{pres,tot}$ conform NEN 5128 weergegeven, uitgedrukt in m³ aardgasequivalent (a.e.q) per jaar.

Reductie EPC bij toepassing DVK-pakketten



Figuur 4.2.1 *EPC*-reductie bij verschillende pakketten maatregelen

Zie tabel 4.2.1 en 4.2.2 voor de samenstelling van de pakketten.

Tabel 4.2.1 Afname EPC en gasverbruik met balansventilatie

	Referentiewoning			
	tuinkamer	galerij	2-onder-1-kap	vrijstaand
<i>EPC</i> referentie balansventilatie	0,798	0,842	0,882	0,920
$Q_{pres;toel}$ toelaatbaar karakteristiek energiegebruik uitgedrukt in m ³ a.e.q.	1181	773	1514	1686
$Q_{pres;tot}$ karakteristiek primair energiegebruik referentiewoning uitgedrukt in m ³ a.e.q.	1178	813	1669	1928
Combinaties van maatregelen, tussen haakjes te bereiken EPC en cursief afname gasverbruik in m ³ a.e.q./jaar				
In alle pakketten opgenomen: 3.5.1 verbeterde luchtdichtheid 3.8.1 buitenzonwering				
a	-0,083	-0,118	-0,108	-0,116
3.1.2 VRIGOPLUS hardhout	(0,715)	(0,724)	(0,774)	(0,804)
3.2.1 spouw glas 15 mm	-98	-91	-163	-196
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.1 geïsoleerde deur hardhout kozijn				
b	-0,089	-0,128	-0,117	-0,124
3.1.1 VRIGOPLUS Oregon-pine	(0,709)	(0,714)	(0,765)	(0,796)
3.2.1 spouw glas 15 mm	-105	-99	-176	-209
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.2 geïsoleerde deur Oregon-pine kozijn				
c	-0,100	-0,146	-0,132	-0,148
3.1.2 VRIGOPLUS hardhout	(0,698)	(0,696)	(0,750)	(0,771)
3.2.2 Tripane incl. warm edge	-118	-113	-200	-251
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.1 geïsoleerde deur hardhout kozijn				
d	-0,106	-0,155	-0,141	-0,157
3.1.1 VRIGOPLUS Oregon-pine	(0,692)	(0,687)	(0,741)	(0,763)
3.2.2 Tripane incl. warm edge	-124	-120	-214	-265
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.2 geïsoleerde deur Oregon-pine kozijn				
g	-0,087	-0,124	-0,113	-0,122
3.1.2 VRIGOPLUS hardhout	(0,711)	(0,718)	(0,769)	(0,797)
3.2.1 spouw glas 15 mm	-102	-96	-171	-207
3.2.3 warm edge afstandhouder				
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.1 geïsoleerde deur hardhout kozijn				
h	-0,093	-0,133	-0,121	-0,132
3.1.1 VRIGOPLUS Oregon-pine	(0,706)	(0,709)	(0,761)	(0,788)
3.2.1 spouw glas 15 mm	-109	-103	-184	-222
3.2.3 warm edge afstandhouder				
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.2 geïsoleerde deur Oregon-pine kozijn				

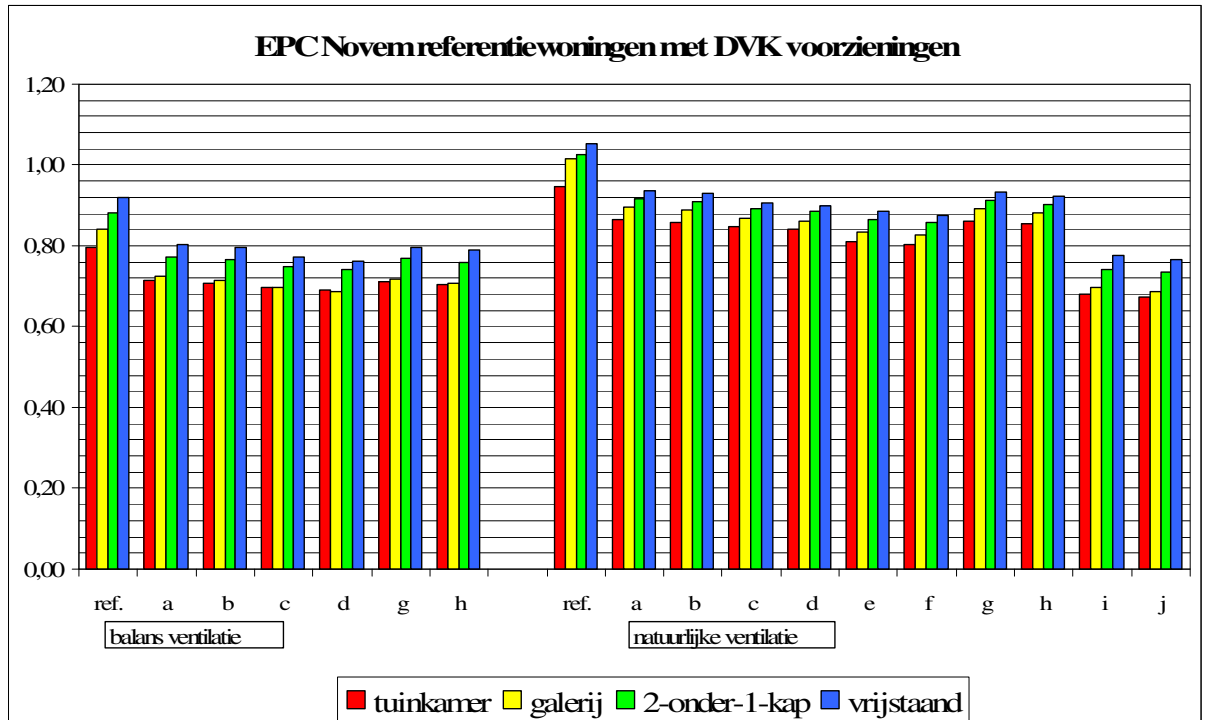
Tabel 4.2.2 Afname EPC en gasverbruik met natuurlijke ventilatie

	Referentiewoning			
	tuinkamer	galerij	2-onder-1-kap	vrijstaand
EPC referentie natuurlijke toevoer	0,948	1,015	1,025	1,055
$Q_{\text{pres;toel}}$ toelaatbaar karakteristiek energiegebruik uitgedrukt in m ³ a.e.q.	1181	773	1514	1686
$Q_{\text{pres;tot}}$ karakteristiek primair energiegebruik uitgedrukt in m ³ a.e.q.	1400	981	1941	2222
Combinaties van maatregelen (tussen haakjes afname $Q_{\text{pres;tot}}$ en cursief afname gasverbruik in m ³ a.e.q./jaar)				
a	-0,083	-0,118	-0,108	-0,116
3.1.2 VRIGOPLUS hardhout	(0,865)	(0,897)	(0,917)	(0,938)
3.2.1 spouw glas 15 mm	-98	-91	-163	-196
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.1 geïsoleerde deur hardhout kozijn				
3.8.1 buitenzonwering				
b	-0,089	-0,128	-0,117	-0,124
3.1.1 VRIGOPLUS Oregon-pine	(0,859)	(0,888)	(0,909)	(0,93)
3.2.1 spouw glas 15 mm	-105	-99	-176	-209
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.2 geïsoleerde deur Oregon-pine kozijn				
3.8.1 buitenzonwering				
c	-0,100	-0,146	-0,132	-0,148
3.1.2 VRIGOPLUS hardhout	(0,848)	(0,869)	(0,893)	(0,907)
3.2.2 Tripane incl. warm edge	-118	-113	-201	-249
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.1 geïsoleerde deur hardhout kozijn				
3.8.1 buitenzonwering				
d	-0,106	-0,155	-0,141	-0,157
3.1.1 VRIGOPLUS Oregon-pine	(0,842)	(0,861)	(0,885)	(0,898)
3.2.2 Tripane incl. warm edge	-124	-120	-214	-265
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.2 geïsoleerde deur Oregon-pine kozijn				
3.8.1 buitenzonwering				
e	-0,138	-0,181	-0,160	-0,169
3.1.2 VRIGOPLUS hardhout	(0,810)	(0,835)	(0,866)	(0,886)
3.2.1 spouw glas 15 mm	-163	-141	-242	-284
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.1 geïsoleerde deur hardhout kozijn				
3.5.2 AMI brievenbus				
3.6.1 zelfregelende roosters Multiair van Aralco				
3.8.1 buitenzonwering				
f	-0,143	-0,189	-0,167	-0,178
3.1.1 VRIGOPLUS Oregon-pine	(0,805)	(0,826)	(0,859)	(0,877)
3.2.1 spouw glas 15 mm	-169	-146	-252	-300
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.2 geïsoleerde deur Oregon-pine kozijn				
3.5.2 AMI brievenbus				
3.6.1 zelfregelende roosters Multiair van Aralco				
3.8.1 buitenzonwering				

g	-0,087	-0,124	-0,113	-0,122
3.1.2 VRIGOPLUS hardhout	(0,861)	(0,892)	(0,913)	(0,932)
3.2.1 spouw glas 15 mm	-102	-96	-171	-207
3.2.3 warm edge afstandhouder				
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.1 geïsoleerde deur hardhout kozijn				
3.8.1 buitenzonwering				
h	-0,093	-0,133	-0,121	-0,133
3.1.1 VRIGOPLUS Oregon-pine	(0,856)	(0,883)	(0,904)	(0,883)
3.2.1 spouw glas 15 mm	-109	-103	-183	-222
3.2.3 warm edge afstandhouder				
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.2 geïsoleerde deur Oregon-pine kozijn				
3.8.1 buitenzonwering				
i	-0,267	-0,317	-0,282	-0,317
3.1.2 VRIGOPLUS hardhout	(0,681)	(0,699)	(0,744)	(0,699)
3.2.1 spouw glas 15 mm	-315	-245	-426	-468
3.2.3 warm edge afstandhouder				
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.1 geïsoleerde deur hardhout kozijn				
3.5.1 verbeterde luchtdichtheid				
3.5.2 AMI brievenbus				
3.6.2 vraaggestuurd ventilatiesysteem				
3.8.1 buitenzonwering				
j	-0,274	-0,328	-0,291	-0,328
3.1.1 VRIGOPLUS Oregon-pine	(0,674)	(0,668)	(0,734)	(0,688)
3.2.1 spouw glas 15 mm	-324	-252	-441	-484
3.2.3 warm edge afstandhouder				
3.3.2 uitgebreide methode lineaire koudebruggen VRIGOPLUS				
3.4.2 geïsoleerde deur Oregon-pine kozijn				
3.5.1 verbeterde luchtdichtheid				
3.5.2 AMI brievenbus				
3.6.2 vraaggestuurd ventilatiesysteem				
3.8.1 buitenzonwering				

Vervolg tabel 4.2.2

Figuur 4.2.2 *EPC* bij verschillende pakketten maatregelen



Zie tabel 4.2.1 en 4.2.2 voor de samenstelling van de pakketten.

Uit grafiek 4.2.2 is af te lezen dat bij balansventilatie met (bijna) alle pakketten in alle woningtypen aan de *EPC*-eis van 0,8 wordt voldaan. Bij natuurlijke ventilatie zijn extra maatregelen nodig om aan de eis te voldoen, zoals warmteterugwinning uit douchewater, zonneboiler, warmtepompboiler en combi-ketel met gelijkwaardigheidsverklaring voor hulpenergie.

4.3. Gasbesparing bij renovatie van bestaande woningen

Tabel 4.3.1 en grafiek 4.3.1 geven de te bereiken gasbesparingen bij renovatie van bestaande woningen. Daarvoor zijn dezelfde woningtypen als bij de nieuwbouw aangehouden, alleen is de thermische isolatie en kierdichting minder.

Tabel 4.3.1 Gasverbruik en gasbesparing bestaande referentiewoningen in m³

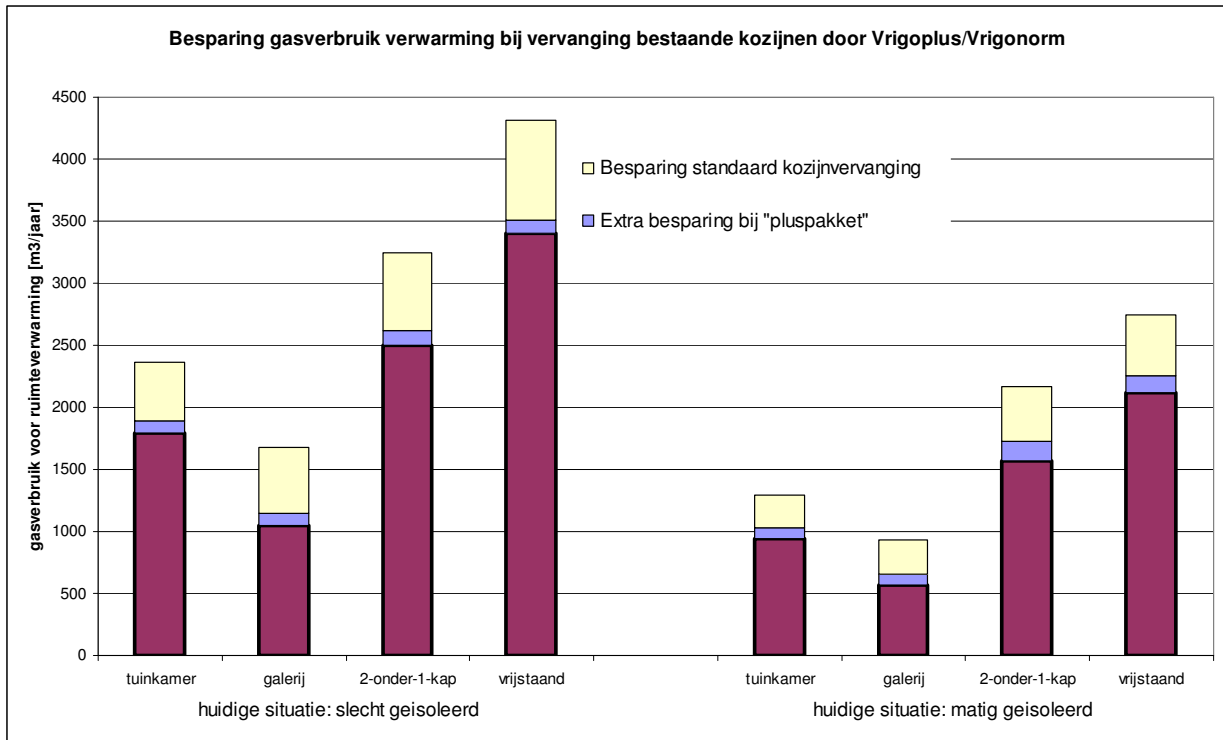
	referentiewoning			
	tuinkamer	galerij	2-onder-1-kap	vrijstaand
<i>Bestaande situatie slecht geïsoleerd</i>	2275	1580	3135	4200
Standaardpakket	385	440	520	685
Geïsoleerde buitendeuren	50	50	65	50
Pluspakket	475	530	635	800
<i>Bestaande situatie matig geïsoleerd</i>	1200	840	1925	2525
Standaardpakket	170	180	280	350
Geïsoleerde buitendeuren	50	50	65	50
Pluspakket	260	270	435	490

Standaardpakket = kozijnvervangning VRIGOPLUS hardhout
 beglazing $U_{gl} = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
 geïsoleerde panelen $R_c = 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Pluspakket = kozijnvervangning VRIGOPLUS Oregon-pine
 beglazing $U_{gl} = 1,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, warm edge afstandhouder
 isolatie panelen $R_c = 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
 geïsoleerde deuren $U_D = 1,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Bij toepassing van het standaardpakket zijn besparingen tussen 15 en 25 % op het gasverbruik voor verwarming mogelijk. Bij toepassing van het pluspakket kan dit oplopen tot meer dan 30 %. Het aandeel in de besparing van de verbeterde luchtdichtheid van de kozijnen ligt tussen 50 en 100 m³ aardgas per jaar.

Grafiek 4.3.1 Gasbesparing renovatie woningen



5. ACHTERGRONDDOCUMENTEN

5.1. Normen

- 5.1.1. *NEN 1068:2002, Thermische isolatie van gebouwen - Rekenmethoden*
- 5.1.2. *NEN 1087:2001, Ventilatie van gebouwen - Bepalingsmethoden voor nieuwbouw*
- 5.1.3. *NEN 2686:1988, Luchtdoorlatendheid van gebouwen - Meetmethode*
- 5.1.4. *NEN 2687:1989, Luchtdoorlatendheid van woningen - Eisen*
- 5.1.5. *NEN 5128:2004, Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen - Bepalingsmethode*
- 5.1.6. *NEN-EN-ISO 10077-2:1999, Thermische eigenschappen van ramen, deuren en luiken - Berekening van de warmtegeleiding; Deel 2: Numerieke methode voor kozijnen*
- 5.1.7. *NPR 1088:2000, Ventilatie van woningen en woongebouwen - Aanwijzingen voor en voorbeelden van de uitvoering van ventilatievoorzieningen*
- 5.1.8. *NPR 2068:2002, Thermische isolatie van gebouwen - Vereenvoudigde rekenmethoden*
- 5.1.9. *NPR 5129:2005, Energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen - Rekenprogramma (EPW) met handboek*
- 5.1.10. *NEN-EN 1026:2000, Ramen en deuren – Luchtdoorlatendheid – Beproevingmethode*

5.2. Gelijkwaardigheidverklaringen

- 5.2.1. *Fabrikantverklaring DVK VRIGOPLUS/VRIGONORM U-waarde kozijn en ψ -waarde kozijnaansluiting, CDC, 7 december 2004*
- 5.2.2. *Gelijkwaardigheidsverklaring vraaggestuurd ventilatiesysteem Vent-O-System van Alusta, TNO, 99-BBI-R067 en 2001-G&I-R041*
- 5.2.3. *Gelijkwaardige luchtkwaliteit en energiezuinigheid bij toepassing van BUVA zelfregelende ventilatieroosters type HR-ZR en TS-ZR in woningen, TNO, samenvatting van rapport 2003-GGI-R025-S*
- 5.2.4. *Climarad*
- 5.2.5. *Gelijkwaardigheidsverklaring Multiair van Aralco, Peutz rapport met kenmerk E 362-1 d.d. 31 mei 2006*

5.3. Kwaliteitsverklaring, certificaten en technische informatie

5.3.1. *Vaillant VHR NL 18-22 C Gastec certificaat nummer G96/018*

5.4. Onderzoeksrapporten en -notities

5.4.1. *Forschungsvorhaben Warm Edge, IFT Rosenheim, Juli 1999*

5.4.2. *Meetrappen luchtdoorlatendheid ramen en muuraansluitingen, SHR 2002*

5.4.3. *Sandwich panelen; Thermische kwaliteit (warmteweerstand), CDC, 14 december 2004*

5.4.4. *Buva zelfregelende ventilatievoorzieningen te Rotterdam; Invloed van ventilatievoorzieningen in woningen op energiegebruik, Van Dorsser, rapport Bs.P98.4071.R01, 14 september 1998*

5.4.5. *BUVALUX zelfregelende ventilatieroosters en Energieprestatie, Energieadviesburo EPN, rapport 2001-9945, 27 september 2001*

5.4.6. *Berekening U-waarde geïsoleerde deuren, CDC, 25 september 2002*

5.4.7. *Referentiewoningen; 98, Novem, nr. DV1.2.171 99.02, maart 1999*

5.4.8. *Referentiewoningen; 99, Novem, nr. DV1.2.183 99.09, september 1999*

5.4.9. *Actualiseren Novem-referentiewoningen, DHV AIB*

5.4.10. *Luchtdoorlatendheid en waterdichtheid AMI brievenbus, SHR rapport 3.860 29-7-2003*

5.4.11. *Onderzoek op luchtdoorlatendheid, waterdichtheid, mechanische vermoeiing en doorvalweerstand van een TR-gevelelement. SHR-rapport 2.112-2 16-03-2004*

5.4.12. *Luchtdoorlatendheid en energieprestatienorm. Notitie CDC 14-03-2005.*

5.5. Rekenprogramma's

5.5.1. *Vent-O-Validator versie 1.64 (te downloaden via www.alusta.nl)*

5.5.2. *BUVA zelfregelende roosters (te downloaden via www.buva.nl)*