

Behoort bij besluit van
burgemeester en wethouders
van gemeente Hollands Kroon

zaaknummer **Z-100781**
datum **30 juli 2015**



Guus Stam
medewerker WABO
afdeling Dienstverlening

Q_v10

bouwkundig advies

RAPPORT TOETSING BOUWBESLUIT
o.a. artikel: 3.28 / 3.74 / 4.1 / 5.2

Versie:
01

Datum:
10 december 2014

Betreft:
Nieuwbouw woning
te Barsingerhorn

Werknummer:
1429

Inhoudsopgave

	Blz:
1. <i>Inleiding</i>	3
1.1 Algemeen	
2. <i>Uitgangspunten</i>	4
2.1 Normen en richtlijnen	
2.2 Gebruikte documenten	
2.3 Software	
3. <i>Daglicht</i>	5
4. <i>Ventilatie</i>	6
5. <i>Controle oppervlakten en oppervlakte verhoudingen</i>	7
6. <i>EPC berekening</i>	8
7. <i>Overige</i>	11
Inbraakwerendheid	
Geluidseisen	
Rookmelders	
Spuiventilatie	
Buitenberging	
Buitenruimte	
<i>Bijlage A</i>	14
Daglichtberekeningen	
<i>Bijlage B</i>	15
Ventilatieberekeningen	
<i>Bijlage C</i>	
Controle oppervlakte verhoudingen	16
<i>Bijlage D</i>	17
EPC berekening+ kwaliteitsverklaringen:	

1. Inleiding

1.1 Algemeen.

De vrijstaande woning bestaat uit:

Materialisatie:

begane grond:	→ geïsoleerde kanaalplaatvloer.
1 ^e verdiepingsvloer:	→ breedplaatvloer
2 ^e verdiepingsvloer	→ houten balklaag
Dragende muren	→ kalkzandsteen en HSB elementen
dak:	→ geïsoleerde dakelementen met dakpannen
gevels:	→ kalkzandsteen, isolatie, metselwerk en houten geveldelen
trappen:	→ hout.
kozijnen:	→ hout.

2. Uitgangspunten

2.1 Normen en richtlijnen.

NEN 1068: Thermische isolatie van gebouwen;
NEN 1087: Ventilatie van gebouwen;
NEN 2057: Daglichtopeningen van gebouwen;
NEN 2580: Oppervlakten en inhouden van gebouwen;
NEN 7120: Energieprestatie van gebouwen;
NPR 2068: Thermische isolatie van gebouwen.

2.2 Gebruikte documenten.

Tekening, werknummer 1406017, blad nr. A-01, dd. 05-12-2014

2.3 Software.

Uniec ^{2.1}

3. Daglicht

Volgens artikel 3.74 van het bouwbesluit moet een te bouwen bouwwerk zodanig zijn dat er in voldoende mate daglicht kan toetreden. Hieraan wordt voldaan als het verblijfsgebied een equivalent daglichtoppervlakte heeft van tenminste het in onderstaande tabel aangegeven percentage van de vloeroppervlakte. Een verblijfsruimte heeft een equivalent daglichtoppervlakte van tenminste de oppervlakte zoals genoemd in onderstaande tabel.

(artikel 3.74; tabel 3.74)

Gebruiksfunctie:	VG % vloeropp.	VR A _e m ²
<i>Woonfunctie</i>	<i>10</i>	<i>0.5</i>
Bijeenkomstfunctie (kinderopvang, spel)	5	0.5
Celfunctie	3	0.15
Gezondheidsfunctie bedgebonden	5	0.5
Gezondheidsfunctie andere	-	-
Industriefunctie	-	-
Kantoorfunctie	2.5	0.5
Logiesfunctie	-	-
Onderwijsfunctie	5	0.5
Sportfunctie	-	-
Winkelfunctie	-	-
Overige gebruiksfuncties	-	-

Zie voor berekening daglichttoetreding: bijlage A blz.14

4. Ventilatie

Volgens artikel 3.28 van het bouwbesluit moet een bouwwerk een zodanige voorziening voor luchtverversing van een verblijfsgebied, een verblijfsruimte, een toiletruimte en een badruimte hebben, dat het ontstaan van een voor de gezondheid nadelige kwaliteit van de binnenlucht voldoende wordt beperkt.

Voor de woonfunctie wordt aan bovengenoemde eis voldaan, indien voor de luchtverversing een capaciteit ($\text{dm}^3/\text{s.m}^2$) wordt behaald van ten minste:

0.9 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$	→ verblijfsgebied,	(artikel 3.29/1)
0.7 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$	→ verblijfsruimte,	(artikel 3.29/2)
21 dm^3/s	→ verblijfsgeb./verblijfsr. met kooktoestel,	(artikel 3.29/3)
7 dm^3/s	→ toiletruimte,	(artikel 3.29/6)
14 dm^3/s	→ badruimte.	(artikel 3.29/6)

Zie voor ventilatieberekening en stromingsschema: bijlage B blz. 15

Meterkast met gasmeter (artikel 3.32/2)

Een ruimte met een opstelplaats voor een gasmeter heeft een niet afsluitbare voorziening voor luchtverversing met een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste 1 dm^3/s per m^2 vloeroppervlakte van die ruimte, met een minimum van 2 dm^3/s .

5. Controle oppervlakten en oppervlakte verhoudingen

Volgens artikel 4.1 moet een bouwwerk een of meer verblijfsgebieden hebben waar voor de betrokken gebruiksfunctie kenmerkende activiteiten kunnen plaatsvinden.

Hieraan wordt voldaan indien minstens 55% van de gebruiksoppervlakte als verblijfsgebied gekenmerkt wordt. (artikel 4.2/2)

Zie voor berekening controle oppervlakte verhoudingen:
Bijlage C - blz. 16

Minimum oppervlakte verblijfsgebied. (artikel 4.2/1)

Een woonfunctie heeft een vloeroppervlakte van ten minste 18 m² aan niet-gemeenschappelijk verblijfsgebied.

Voldoet. De woonkamer heeft een oppervlakte > 18m²

Minimum oppervlakte verblijfsruimte. (artikel 4.3/4)

In ten minste een verblijfsgebied ligt een verblijfsruimte met een vloeroppervlakte van ten minste 11 m² bij een breedte van ten minste 3 m.

Voldoet.

6. Energie prestatie coëfficiënt (EPC) berekening

Volgens artikel 5.1 van het bouwbesluit moet een bouwwerk voldoende energiezuinig zijn.

Hieraan wordt voldaan als het energiecoëfficiënt van de gebruiksfunctie voldoet aan ten hoogste de hieronder vermelde grenswaarde.

(Artikel 5.1; tabel 5.1. bouwbesluit)

Gebruiksfunctie	EPC
<i>Woonfunctie</i>	<i>0.6</i>
Bijeenkomstfunctie	2.0
Celfunctie	1.8
Gezondheidsfunctie bedgebonden	2.6
Gezondheidsfunctie andere	1.0
Industriefunctie	0
Kantoorfunctie	1.1
Logiesfunctie	1.8
Logiesfunctie niet in logiesgebouw	1.4
Onderwijsfunctie	1.3
Sportfunctie	1.8
Winkelfunctie	2.6
Overige gebruiksfuncties	0

Vrijstaande woning:

Resultaat berekening:

EPC = 0,60

Volgens bovenstaande tabel moet de EPC van de woonfunctie ≤ 0.6

Conclusie: het bouwwerk is voldoende energiezuinig.

Uitgangspunten EPC berekening:

Gebouw informatie:

Gebruiksfunctie:	Woonfunctie
Totale gebruiksoppervlakte vrijstaande woning	180,4 m ²
Voor de EPC berekening , excl. de bijkeuken (=AVR)	174,7 m ²

Bouwkundige gegevens

Transmissie gegevens:

Minimale Rc-waarde: 3.5m²K/W (artikel 5.3/1/2/3)

U-waarden:

Maximale U_w-waarde: 1,65 W/m²K (artikel 5.3/4)

houtenkozijnen + HR⁺⁺glas

Isolerend glas: HR⁺⁺ glas

U_{glas} = 1,1 W/m²K

Zontoetredingsfactor HR⁺⁺ glas

ZTA = 0,6

Zie tabel op de volgende blz. voor de bouwkundige uitgangspunten

Lineaire koudebruggen:

Transmissie verliezen volgens:

Forfaitaire methode.

Infiltratie:

Luchtdoorlatendheid:

0,98 dm³/s/m²

Thermische capaciteit:

Gemengd zwaar

Installatie gegevens

zie tabel op volgende blz. voor de installatie gegevens

Zonnestroom:

PV-panelen:

n.v.t

Tabel met uitgangspunten	
RC- waarden	
BG vloer	5,00
mw gevels (spouw 150 mm): bijv. met Kingspan Therma TW50	5,25
HSB gevels	4,08
schuine pannendak	4,08
panelen dakkapel, zijwangen, platte daken	4,08
U- waarden	
kozijnen draai en/of kiep en vast glas	1,40
buitendeur hout - geïsoleerde deur	1,40
U waarde glas	1,10
dakvensters	1,30
Installaties	
combi ketel:	
ATAG E325EC (of vergelijkbaar)	ja
vloerverwarming	ja
ventilatiesysteem:	
Brink Renovent Excellent 300 2-zone CO ₂ - regeling- CO ₂ sensor per ruimte	ja
DWTW - Heitech:	
douche pijp op koudepoort	ja
douchemengkraan en inlaat toestel	ja
EPC	0,600
afgerond EPC	0,60

Zie voor EPC berekening:

bijlage D blz.17

7. Overige

Inbraakwerendheid. (artikel 2.130)

De deuren, ramen, kozijnen en daarmee gelijk te stellen constructie onderdelen in een uitwendige scheidingsconstructie, die volgens NEN 5087 bereikbaar zijn voor inbraak, hebben een volgens NEN 5096 bepaalde inbraakwerendheid die voldoet aan de in de norm aangegeven weerstandsklasse 2.

Rookmelder(s). (artikel 6.21/1)

Bij een te bouwen woonfunctie en bij functiewijziging naar een woonfunctie heeft een besloten ruimte waardoor een vluchtroute voert tussen de uitgang van een verblijfsruimte en de uitgang van de woonfunctie een of meer rookmelders die voldoen aan en zijn geplaatst volgens de primaire inrichtingseisen als bedoeld in NEN 2555.

Zie bouwkundige tekening voor situering rookmelder(s).

Spuiventilatie. (artikel 3.42/1/2)

Een verblijfsgebied heeft een spuivoorziening met een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van de spuiventilatie van ten minste 6 dm³/s per m² vloeroppervlakte van dat gebied. Een verblijfsruimte heeft een spuivoorziening met een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van de spuiventilatie van ten minste 3 dm³/s per m² vloeroppervlakte van die ruimte. In een uitwendige scheidingsconstructie van dat verblijfsgebied/verblijfsruimte zijn beweegbare constructieonderdelen die op die capaciteit zijn afgestemd. Ten minste een van die beweegbare constructieonderdelen is een beweegbaar raam.

Voldoet. Zie bouwkundige tekening voor aanduiding bewegende delen in de uitwendige constructie van verblijfsgebied en verblijfsruimte.

Buitenberging. (artikel 4.31/1/3)

Een woonfunctie heeft als nevenfunctie een niet-gemeenschappelijke afsluitbare bergruimte met een vloeroppervlakte van ten minste 5 m² bij een breedte van ten minste 1,8 m en een hoogte daarboven van ten minste 2,3 m.

Een bergruimte is vanaf de openbare weg rechtstreeks bereikbaar via het aansluitende terrein of een gemeenschappelijke verkeersruimte.

Voldoet. Zie bouwkundige tekening voor afmeting berging en de ontsluiting van de berging.

Buitenruimte. (artikel 4.35/1)

Een woonfunctie heeft een niet-gemeenschappelijke buitenruimte met een vloeroppervlakte van ten minste 4 m² en een breedte van ten minste 1,5 m, die rechtstreeks bereikbaar is vanuit een niet-gemeenschappelijk verblijfsgebied van die woonfunctie.

Voldoet. Zie voor buitenruimte bouwkundige tekening.

BIJLAGEN

Bijlage A
Daglicht controle berekening

verblijfsgebied 1	vloeropp m ²	VG	% 10	vloeropp % m ²	A _{d,i} daglicht m ²	belemm . α	overstek β	C _{b,i} vert, buit. hellend	C _{b,i} vert, binn. hellend	C _{u,i} uitw. reductiefactor	C _{LTA}	A _e
woonkamer+ keuken:	65,34			6,53								
kozijn voorgevel					5,40	20	37	0,72			1	3,89
kozijn zijgevel erker					4,52	20	28	0,76			1	3,44
kozijn dubbele deuren					2,02	20	26	0,76			1	1,54
pui achtergevel					4,02	20	21	0,78			1	3,14
totaal vloeropp.				6,53							totaal A _e	11,99

eis: A_e >= 10 % vloeroppervlakte

11,99 >= 6,53

conclusie: voldoende daglichttoetreding

NOOT: niet alle kozijnen meegeteld, niet nodig

verblijfsgebied 2	vloeropp m ²	VG	% 10	vloeropp % m ²	A _{d,i} daglicht m ²	belemm . α	overstek β	C _{b,i} vert, buit. hellend	C _{b,i} vert, binn. hellend	C _{u,i} uitw. reductiefactor	C _{LTA}	A _e
slaapkamer 1	19,58	17,60		1,76	1,66	20	30	0,75			1	1,25
dakraam					0,56	20	0		0,92		1	0,52
totaal vloeropp.				1,76							totaal A _e	1,76

eis: A_e >= 10 % vloeroppervlakte

1,76 >= 1,76

conclusie: voldoende daglichttoetreding

verblijfsgebied 3	vloeropp m ²	VG	% 10	vloeropp % m ²	A _{d,i} daglicht m ²	belemm . α	overstek β	C _{b,i} vert, buit. hellend	C _{b,i} vert, binn. hellend	C _{u,i} uitw. reductiefactor	C _{LTA}	A _e
slaapkamer 2	8,80	17,60		1,76	1,80	20	41,4	0,69			1	1,24
slaapkamer 3	10,00											
dakraam					0,56	20	0		0,92		1	0,52
totaal vloeropp.				1,76							totaal A _e	1,76

eis: A_e >= 10 % vloeroppervlakte

1,76 >= 1,76

conclusie: voldoende daglichttoetreding

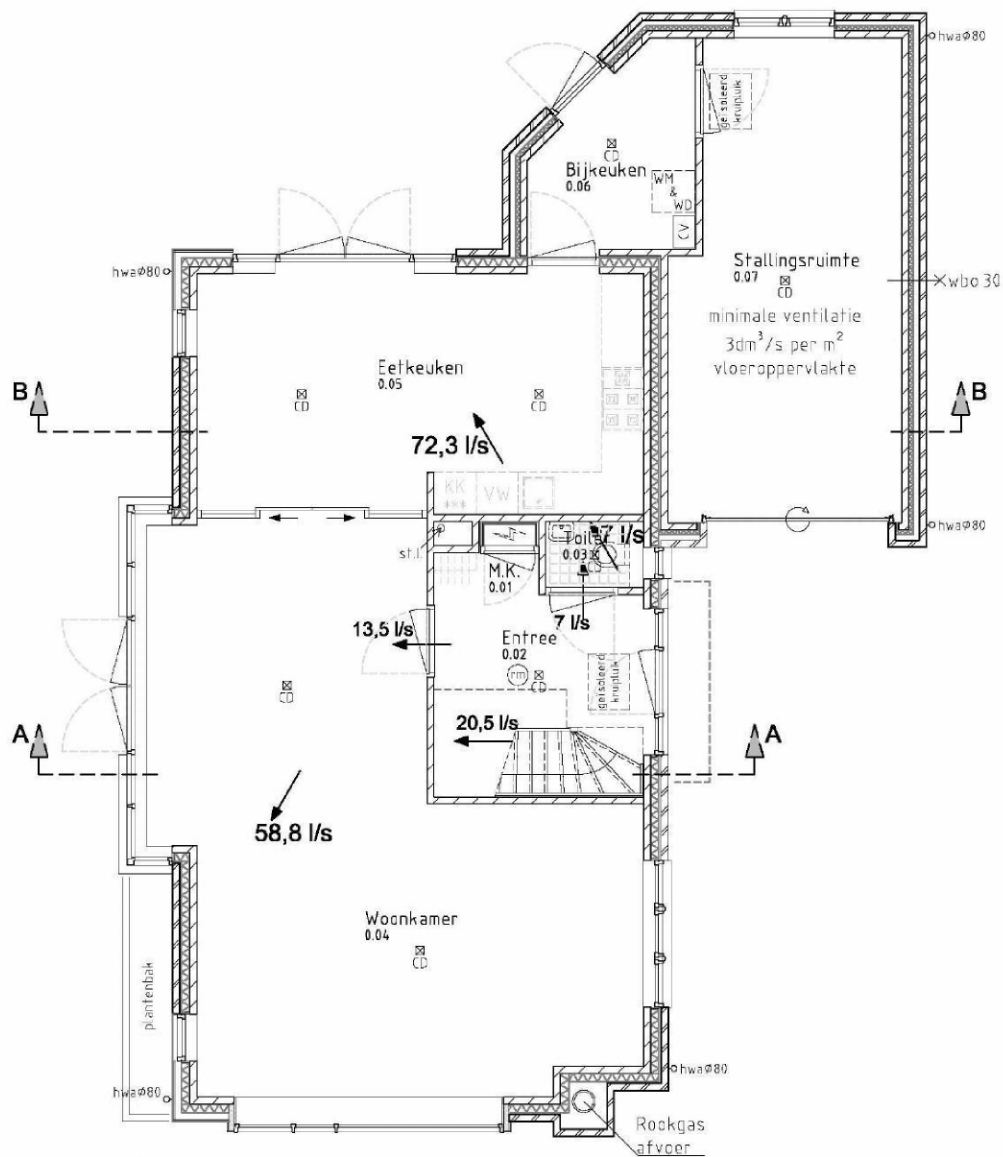
Bijlage B
Ventilatieberekening/voorzieningen.

overstroom $1 \text{ dm}^3/\text{s} = \text{netto doorsnede } 12 \text{ cm}^2$

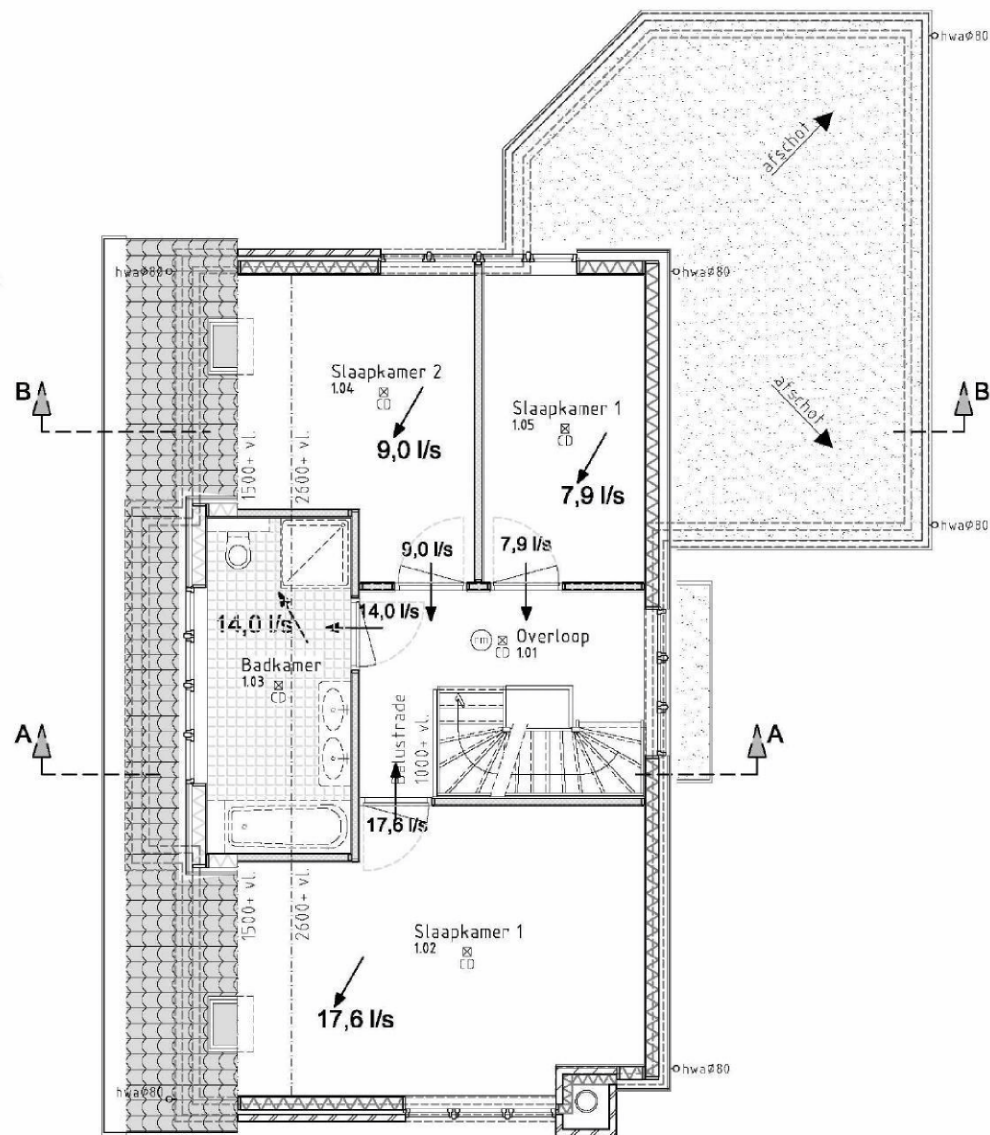
overstroom $14,3 \text{ dm}^3/\text{s} = \text{netto doorsnede } 180 \text{ cm}^2$ (deurbreedte **860** mm x spleethoogte onderzijde deur 20 mm = 172 cm^2)

gebruiksfunctie			oppervlakte VG	capaciteit eis	capaciteit min. Eis	gerealiseerde toevoer boven 1800mm		gerealiseerde afvoer		ventilatievoorziening	
woonfunctie	ruimte nr.		m ²	dm ³ /s.m ²	dm ³ /s	van buiten dm ³ /s	overstroom dm ³ /s	naar buiten dm ³ /s	overstroom dm ³ /s	toevoer	afvoer

bouwlaag		ruimte									
Begane grond	0.04	woonkamer	65,3	58,8		58,8	13,5	72,3		mechanisch	
	0.05	keuken			21,0					mechanisch	mechanisch
	0.03	toilet			7,0		7,0	7,0			machanisch
1e verdieping	1.02	slaapkamer 1	19,6	17,6	7,0	17,6			17,6	mechanisch	
	1.04	slaapkamer 2	10,0	9,0	7,0	9,0			9,0	mechanisch	
	1.05	slaapkamer 3	8,8	7,9	7,0	7,9			7,9	mechanisch	
	1.03	badkamer			14,0		14,0	14,0			mechanisch
						93,3	34,5	93,3	34,5		
						totaal toevoer	127,8	totaal afvoer	127,8		



Begane Grond



1e Verdieping

stromingsdiagram ventilatie

Bijlage C
Controle oppervlakten verhoudingen

CONTROLE OPPERVLAKTE VERHOUDINGEN (artikel 4.1)

Werknummer: 1429

DATUM: 10-12-2014

Woningen H2, H3, H4

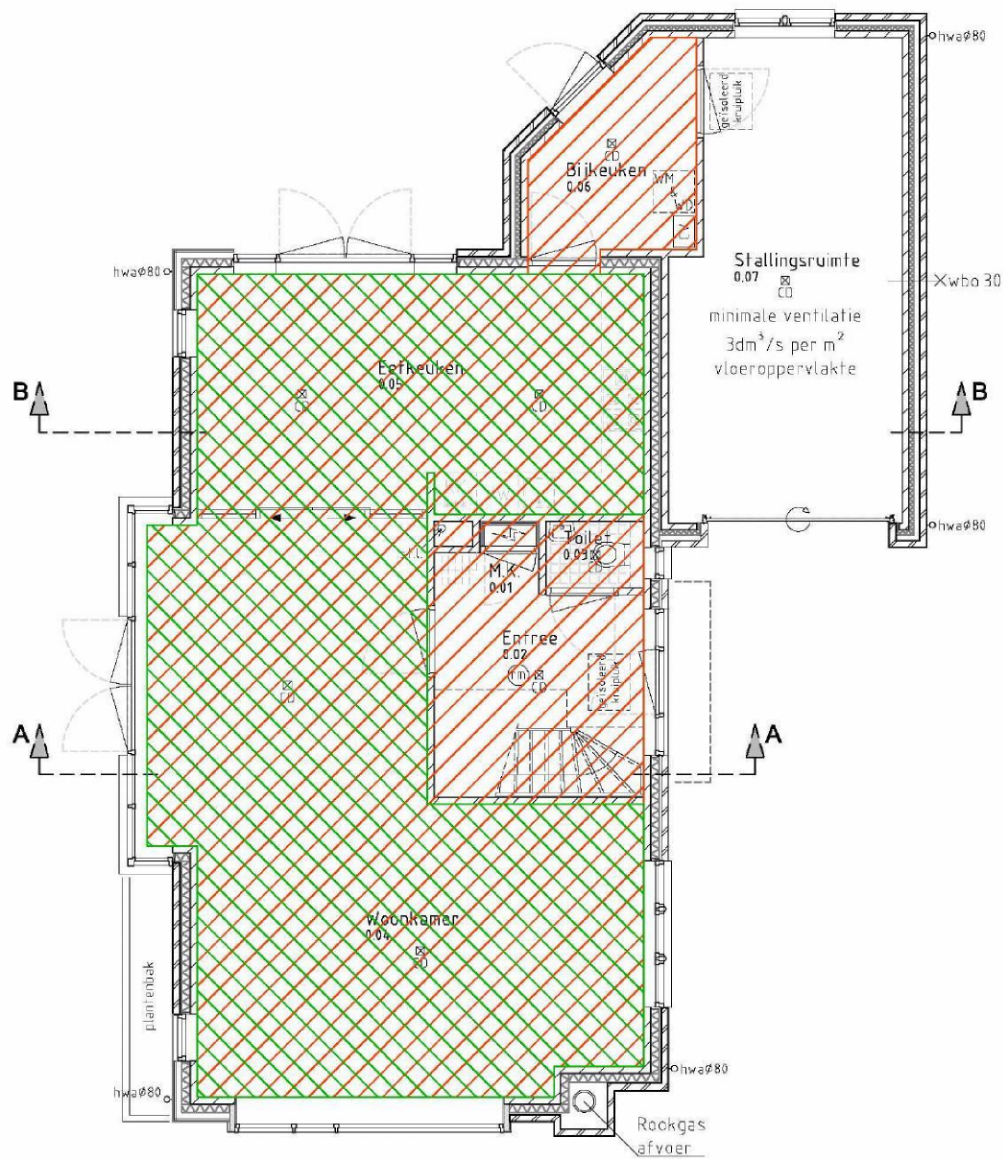
bouwlaag	VG	ruimte	GBO/m ²	Vbr/m ²	VG/m ²
begane grond	VG 1	woonkamer	78,26	65,30	65,30
		keuken			
1e verdieping	VG 2	slaapkamer 1 *)	66,01	19,60	17,60
	VG 3	slaapkamer 2 *)		8,80	17,60
		slaapkamer 3 *)		10,00	
2e verdieping			30,60		
totaal GBO			180,40		
totaal VG					100,50

VG totaal	100,50	
55% GBO	99,22	+
verschil	1,28	de oppervlakte verhoudingen voldoen
		55,7%

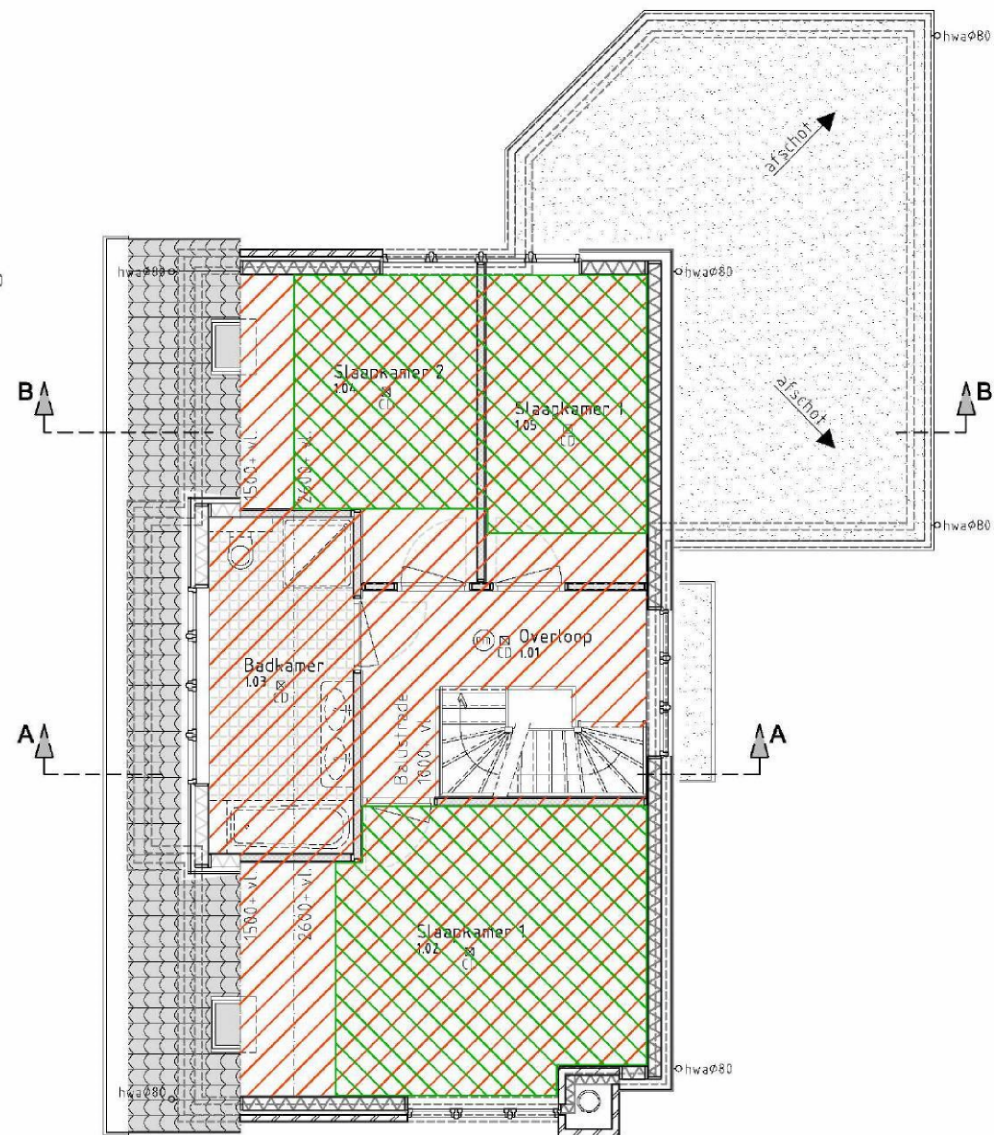
GBO = GebruiksOppervlakte (volgens NEN 2580)

VG = VerblijfsGebied (art. 1.1/1)

*) = krijtstreepmethode



Begane Grond

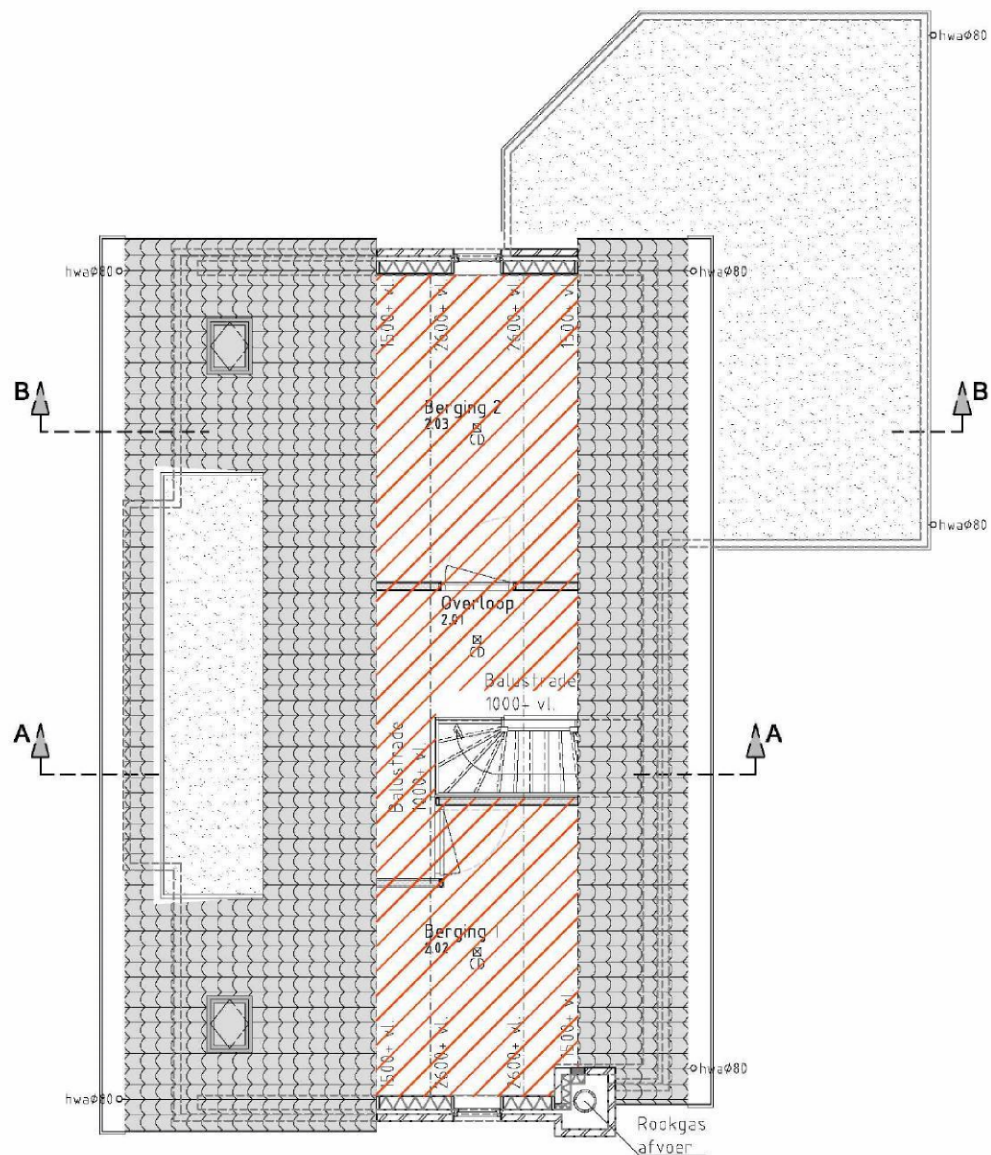


1e Verdieping

GEBRUIKSOPPERVLAKTE (GO)

VERBLIJFSRUIMTE/VERBLIJFSGEBIED





GEbruiksoppervlakte (GO)



VERBLIJFSRUIMTE/VERBLIJFSGEBIED



Bijlage D
Energie prestatie coëfficiënt (EPC) berekening
En de bijbehorende verklaringen

Uniec^{2.1}

1429 - woning Schenk te Barsingerhorn - nieuwbouw woning Schenk
definitief

0,60

Algemene gegevens

projectomschrijving	<i>nieuwbouw woning Schenk</i>
variant	<i>definitief</i>
straat / huisnummer / toevoeging	<i>Barsingerhorn</i>
postcode / plaats	
bouwjaar	
categorie	<i>woningbouw</i>
aantal woningbouw-eenheden in berekening	<i>1</i>
gebruiksfunctie	<i>woonfunctie</i>
datum	<i>10-12-2014</i>
opmerkingen	<i>DWTW pijp HSB Rc=4,08 Ventilatie : Mechanische toevoer- en afvoer</i>

Indeling gebouw

Eigenschappen rekenzones			
type rekenzone	omschrijving	interne warmtecapaciteit	A _g [m ²]
verwarmede zone	vrijstaande woning	traditioneel, gemengd zwaar	174,86

Infiltratie

meetwaarde voor infiltratie q _{v,10,spec}	<i>nee</i>
lengte van het gebouw	<i>12,50 m</i>
breedte van het gebouw	<i>7,82 m</i>
hoogte van het gebouw	<i>10,00 m</i>

Eigenschappen infiltratie		
rekenzone	gebouwtype	q _{v,10,spec} [dm ³ /s per m ²]
vrijstaande woning	grondgebonden gebouw, vrijstaand, met kap	0,98

Open verbrandingstoestellen

Het gebouw bevat geen open verbrandingstoestellen.

Bouwkundige transmissiegegevens

Transmissiegegevens rekenzone vrijstaande woning							
constructie	A [m ²]	R _c [m ² K/W]	U [W/m ² K]	g _{gl} [-]	zonwering	beschaduwing	toelichting

Begane grond vloer - vloer op/boven mv; boven kruipruimte - 78,3 m²

Transmissiegegevens rekenzone vrijstaande woning

constructie	A [m²]	R _e [m²K/W]	U [W/m²K]	g _{gl} [-]	zonwering	beschaduw	toelichting
begane grond vloer	78,26	5,00					

voorgevel - BG mw - buitenlucht, N - 21,3 m² - 90°

metselwerk gevel	13,37	5,25					minimale belem.
kozijnen vast glas	6,88		1,40	0,60	nee		minimale belem.
kozijnen draaikiep	1,02		1,40	0,60	nee		minimale belem.

voorgevel - HSB verdiepingen - buitenlucht, N - 25,7 m² - 90°

HSB gevel	22,01	4,08					minimale belem.
kozijnen vast glas	1,00		1,40	0,60	nee		minimale belem.
kozijnen draaikiep	2,68		1,40	0,60	nee		minimale belem.

linkerzijgevel - mw - buitenlucht, W - 34,6 m² - 90°

metselwerk gevel	21,85	5,25					minimale belem.
kozijnen vast glas	5,72		1,40	0,60	nee		minimale belem.
kozijnen draaikiep	2,34		1,40	0,60	nee		minimale belem.
tuindeuren	4,66		1,40	0,60	nee		minimale belem.

linkerzijgevel -HSB achter dak - buitenlucht, W - 12,7 m² - 90°

HSB gevel	12,74	4,08					minimale belem.
-----------	-------	------	--	--	--	--	-----------------

schuin dak - linkerzijgevel - buitenlucht, W - 77,9 m² - 55°

schuine dakplaten	69,41	4,08					minimale belem.
panelen dakkapel	3,10	4,08					minimale belem.
kozijnen vast glas	1,78		1,40	0,60	nee		minimale belem.
kozijnen draaikiep	1,74		1,40	0,60	nee		minimale belem.
dakvensters	1,84		1,30	0,65	nee		minimale belem.

achtergevel - BG mw (excl wand bijkeuken) - buitenlucht, Z - 13,9 m² - 90°

metselwerk gevel	5,12	5,25					minimale belem.
kozijnen vast glas	4,28		1,40	0,60	nee		minimale belem.
tuindeuren	4,52		1,40	0,60	nee		zijbelem. links bb < 1,0 en h < 2,5 m

Achtergevel - HSB verdiepingen - buitenlucht, Z - 25,7 m² - 90°

HSB gevel	21,23	4,08					minimale belem.
kozijnen vast glas	1,78		1,40	0,60	nee		minimale belem.
kozijnen draaikiep	2,68		1,40	0,60	nee		minimale belem.

achtergevel grenzend aan bijkeuken - AVR - 5,9 m²

metselwerk gevel	5,90	5,25					
------------------	------	------	--	--	--	--	--

rechterzijgevel -mw - buitenlucht, O - 23,9 m² - 90°

metselwerk gevel	16,21	5,25					minimale belem.
kozijnen vast glas	2,27		1,40	0,60	nee		minimale belem.
kozijnen vast glas	1,38		1,40	0,60	nee		zijbelem. rechts bb < 1,0 en h < 2,5 m naast voordeur
kozijnen draaikiep	1,74		1,40	0,60	nee		minimale belem.
voordeur	2,28		1,34	0,00	nee		minimale belem.

Transmissiegegevens rekenzone vrijstaande woning

constructie	A [m²]	R _e [m²K/W]	U [W/m²K]	g _{gl} [-]	zonwering	beschaduwing	toelichting
-------------	--------	------------------------	-----------	---------------------	-----------	--------------	-------------

rechterzijgevel - HSB verdieping - buitenlucht, O - 31,1 m² - 90°

HSB gevel	28,48	4,08				minimale belem.
kozijnen vast glas	0,89		1,40	0,60	nee	minimale belem.
kozijnen draaikiep	1,74		1,40	0,60	nee	minimale belem.

schuin dak - rechterzijgevel - buitenlucht, O - 52,8 m² - 55°

schuine dakplaten	52,75	4,08				minimale belem.
-------------------	-------	------	--	--	--	-----------------

zijgevel grenzend aan garage - sterk geventileerd, wand - 5,9 m²

metselwerk gevel	5,90	5,25				
------------------	------	------	--	--	--	--

plat dak erkers BG en verd - buitenlucht, HOR, dak - 10,3 m² - 0°

plat dak dakkapel en erker	10,33	4,08				minimale belem.
----------------------------	-------	------	--	--	--	-----------------

zijwangen erkers - buitenlucht, N - 2,1 m² - 90°

plat dak dakkapel en erker	2,14	4,08				minimale belem.
----------------------------	------	------	--	--	--	-----------------

De lineaire warmteverliezen zijn berekend volgens de forfaitaire methode uit hoofdstuk 13 van NEN 1068.

Overige kenmerken vloerconstructies (inclusief evt. kruipruimten en onverwarmde kelders)**Begane grond vloer - vloer op/boven mv; boven kruipruimte**

hoogte bovenkant vloer boven maaiveld (h)	0,10 m
omtrek van het vloerveld (P)	37,84 m
grootste dikte v.d. gevels/wanden ter hoogte v.d. bk vloer (d _{bw,v})	0,35 m
gem. vert. afstand tussen MV en bk kelder-, kruipruimtevloer (z _o)	0,89 m
kruipruimteventilatie (ε)	0,0012 m²/m¹
warmteweerstand v.d. kelder-, kruipruimtetewanden boven mv (R _{xw})	5,25 m²K/W
warmteweerstand v.d. kelder-, kruipruimtetewanden onder mv (R _{bw,o})	1,00 m²K/W
warmteweerstand v.d. kelder-, kruipruimtevloer (R _{bf})	0,00 m²K/W
grootste dikte v.d. wand t.h.v. de bk kelder-, kruipruimtevloer (d _{bw,o})	0,35 m

Verwarming- en warmtapwatersystemen**verwarming/warmtapwater 1****Opwekking**

type opwekker	HR-combiketel
positie HR-ketel	binnen EPC begrenzing
indeling LT/HT voor opwekker	lage temperatuur
toepassingsklasse (CW-klasse)	4 (CW 5)
toestel - HR-ketel	ATAG E325EC met HT verklaring
aantal HR-ketels	1
hoeveelheid energie t.b.v. verwarming per toestel (Q _{H,dis,nren;an})	32.047 MJ

hoeveelheid energie t.b.v. warmtapwater per toestel ($Q_{W,dis;nren;an}$)	7.944 MJ
opwekkingsrendement verwarming - HR ketel ($\eta_{H,gen}$)	0,975
opwekkingsrendement warmtapwater - HR ketel ($\eta_{W,gen}$)	0,975

Kenmerken afgiftesysteem verwarming

Type warmteafgifte (in woonkamer)					
type warmteafgifte	positie	hoogte	R_c	$\theta_{em,avg}$	$\eta_{H,em}$
vloer- en/of wandverwarming en/of betonkernactivering	buitenvloer of buitenwand	< 8 m	$\geq 2,5 \text{ m}^2\text{KW}$	n.v.t.	1,00

regeling warmteafgifte aanwezig	ja
afgifterendement ($\eta_{H,em}$)	1,000

Kenmerken distributiesysteem verwarming

buffervat buiten verwarmde ruimte aanwezig	nee
verwarmingsleidingen in onverwarmde ruimten en/of kruipruimte	nee
distributierendement ($\eta_{H,dis}$)	1,000

Kenmerken tapwatersysteem

aantal woningbouw-eenheden aangesloten op systeem	1
warmtapwatersysteem ten behoeve van	keuken en badruimte
gemiddelde leidinglengte naar badruimte	8-10 m
gemiddelde leidinglengte naar aanrecht	4-6 m
inwendige diameter leiding naar aanrecht	$\leq 10 \text{ mm}$
afgifterendement warmtapwater ($\eta_{W,em}$)	0,779

Douchewarmteterugwinning

douchewarmteterugwinning	ja
type douchewarmtewisselaar	Heitech Technea Douche pijp-wtw-V3 - 2,1 m
aangesloten op	aangesloten op koudepoort douchemengkraan en inlaat toestel

Zonneboiler

zonneboiler	nee
-------------	-----

Hulpenergie verwarming

hoofdcirculatiepomp aanwezig	ja
hoofdcirculatiepomp voorzien van pompregeling	ja
aanvullende circulatiepomp aanwezig	nee

Aangesloten rekenzones

vrijstaande woning

Ventilatie

ventilatie 1

ventilatiesysteem	Dc. mechanische toe- en afvoer - centraal
systeemvariant	Brink Renavent Excellent 300, 2-zone CO2-regeling - CO2-sensor per zone
luchtvolumestroomfactor voor warmte- en koudebehoefte (f_{sys})	1,00 (forfaitair conform systeemvariant D.5a NEN 8088-1)

correctiefactor regelsysteem voor warmte- en koudebehoefte (f_{reg}) 0,60 (forfaitair conform systeemvariant D.5a NEN 8088-1)

Kenmerken ventilatiesysteem

werkelijk geïnstalleerde ventilatiecapaciteit bekend *nee*
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen *LUKA B*

Passieve koeling

max. benutting geïnstal. ventilatiecapaciteit voor koudebehoefte *ja*
max. benutting geïnstal. spuicapaciteit voor koudebehoefte *ja*

Kenmerken warmteterugwinning

rendement warmteterugwinning vlgs NEN 5138 0,95
rendement warmteterugwinning inclusief dissipatie *ja*
praktijkrendementcorrectiefactor (f_{rend}) 0,80
fractie lucht via bypass 1

Kenmerken ventilatoren

totaal nominaal vermogen (P_{nom}) centrale ventilatie-units 75,00 W (1 units)

Aangesloten rekenzones

vrijstaande woning

Resultaten

Jaarlijkse hoeveelheid primaire energie voor de energiefunctie

verwarming (excl. hulpenergie)	$E_{H,P}$	32.869 MJ
hulpenergie		475 MJ
warmtapwater (excl. hulpenergie)	$E_{W,P}$	8.147 MJ
hulpenergie		0 MJ
koeling (excl. hulpenergie)	$E_{C,P}$	0 MJ
hulpenergie		0 MJ
zomercomfort	$E_{SC,P}$	6.711 MJ
ventilatoren	$E_{V,P}$	1.686 MJ
verlichting	$E_{L,P}$	8.058 MJ
geëxporteerde elektriciteit	$E_{P,exp,el}$	0 MJ
op eigen perceel opgewekte & verbruikte elektriciteit	$E_{P,pr,us,el}$	0 MJ

Oppervlakten

totale gebruiksoppervlakte	$A_{g,tot}$	174,86 m ²
totale verliesoppervlakte	A_{ls}	392,64 m ²

Aardgasgebruik (exclusief koken)

gebouwgebonden installaties		1.166 m ³ aeq
-----------------------------	--	--------------------------

Elektriciteitsgebruik

gebouwgebonden installaties		1.837 kWh
niet-gebouwgebonden apparatuur (stelpost)		4.902 kWh
op eigen perceel opgewekte & verbruikte elektriciteit		0 kWh
geëxporteerde electriciteit		0 kWh
TOTAAL		6.739 kWh

CO₂-emissie

CO ₂ -emissie	m_{co2}	3.113 kg
--------------------------	-----------	----------

Energieprestatie

specifieke energieprestatie	EP	331 MJ/m ²
kenmerkend energiegebruik	$E_{P,tot}$	57.946 MJ
toelaatbaar kenmerkend energiegebruik	$E_{P,adm,tot,nb}$	57.949 MJ
energieprestatiecoëfficiënt	EPC	0,600 -
energieprestatiecoëfficiënt	EPC	0,60 -

Het gebouw voldoet aan de eisen inzake energieprestatie uit het Bouwbesluit 2012.

Uniec is gebaseerd op NEN 7120:2011 "Energieprestatie van gebouwen – bepalingmethode" inclusief correctieblad C2 en NEN 8088-1 "Ventilatie en luchtdoorlatendheid van gebouwen - Bepalingmethode voor de toevoerluchttemperatuur gecorrigeerde ventilatie- en

infiltratieluchtvolumestromen voor energieprestatieberekeningen - Deel 1: Rekenmethode" inclusief correctieblad C1.

Alle bovenstaande energiegebruiken zijn genormeerde energiegebruiken gebaseerd op een standaard klimaatjaar en een standaard gebruikersgedrag. Het werkelijke energiegebruik zal afwijken van het genormeerde energieverbruik. Aan de berekende energiegebruiken kunnen geen rechten ontleend worden.

Verklaringen



Bureau CRG bv
 Kruisplein 25
 3014 DB Rotterdam
 Postbus 19196
 3001 BD Rotterdam
 tel. (10)(2e)
 fax (10)(2e)
 (10)(2e)
www.bcrq.nl

bureau Controle en Registratie Geijwaardigheidsverklaringen

Gecontroleerde Verklaring ATAG E325EC Passive Flue Heat Recovery Technology (PFHRT) t.b.v. NEN 7120 en de ISSO 82.1

Code verklaring: 20140659GGTPWB

Op basis van de testmethode uitgewerkt in de werkgroep PFHRT van de VFK (rapport dd. 15-01-2014) zijn in opdracht van ATAG Verwarming Nederland B.V. door KiWA Nederland BV PFHRT-metingen uitgevoerd.

Product : ATAG E325EC
Type : HR107-CW5 combiketel met geïntegreerde PFHRT
Fabrikant : ATAG Verwarming Nederland B.V.
Adres : Postbus 105
: 7130 AC Lichtenvoorde
Website : www.atagverwarming.nl

Op basis van de energiehoeveelheid ten behoeve van de jaarlijkse energiebehoefte verwarming (QH;dis;nren;an MJ/Jaar) en de energiehoeveelheid ten behoeve van de jaarlijkse energiebehoefte warm tapwater (Qw;dis;nren;an MJ/jaar) kunnen voor de NEN7120 of ISSO 82.1 berekeningen onderstaande rendementswaarden worden gehanteerd:

QH;dis;nren;an (MJ/jaar)	Rendement ATAG E325EC met geïntegreerde PFHRT			
	Qw;dis;nren;an (MJ/jaar)			
	6500	9000	11500	14000
Van	$\eta_{w,gen,qi} (H_s)$			
0	0,875	0,900	0,925	0,925
10000	0,925	0,950	1,000	0,950
20000	0,975	1,000	1,000	0,975
30000	0,975	1,000	1,000	0,975
≥35000	0,975	1,000	1,000	0,975

Bij tussenliggende QH;dis;nren;an – en Qw;dis;nren;an waarden moet er worden geïnterpoleerd.

Met deze gecontroleerde verklaring wordt voldaan aan de gestelde randvoorwaarden in eerder genoemd rapport, zijnde;

- Veilige werking; het product voldoet aan de essentiële eisen gesteld onder de GAD en is opgenomen onder CE-toezicht.
- Gestelde eisen t.a.v. de toepasbaarheid van de hierboven vermelde PFHRT.

*BCRG heeft per 1 januari 2014 de taken ten aanzien van de databank van ISSO en KBI overgenomen.

GELIJKWAARDIGHEIDSVKRLARING

Opwekkingsrendement verwarmingsinstallatie t.b.v. NEN 7120 voor ATAG A-, E- en Q-serie ketels

Voor de ATAG A-, E- en Q-serie ketels is het opwekkingsrendement voor verwarming vastgesteld voor gebruik in NEN 7120. De hier gegeven waarde mag worden gebruikt in plaats van de forfaitaire waarde zoals die in tabel 14.11 in paragraaf 14.6 wordt gegeven.

Op de volgende pagina is de forfaitaire waarde van het opwekkingsrendement van de hieronder beschreven ketels weergegeven.



RAPPORTNUMMER:
TNO-BENO-2008-A-R1197/B

Opwekkingsrendement ATAG A-, E- en Q-serie ketels t.b.v. gelijkwaardigheidsverklaring voor NEN 5128

December 2008

DEZE VERKLARING IS GELDIG TOT
1 JANUARI 2016

FABRIKANT:
ATAG Verwarming Nederland B.V.

TYPE:
A-serie:
A203C, A244CL, A244EC

E-serie:
E223C, E264C, E264EC, E325C, E325EC, E320S

Q-serie:
Q25S, Q38S, Q51S, Q60S, Q25C, Q38C, Q42C, Q51C, Q30CC, Q25SC200V, Q25SC200N, Q25SC380N, Q38SC200V, Q38SC200N, Q39SC380N

ADRES:
Postbus 105
7130 AC Lichtenvoorde

T + (10)(2e)
F + (10)(2e)

SITE:
www.atagverwarming.nl

All rights reserved.
No part of this publication may be reproduced and/or published by print, photoprint, microfilm or any other means without the previous written consent of TNO. In case this report was drafted on instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the General Terms and Conditions for commissions to TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties. Submitting the report for inspection to parties who have a direct interest is permitted.
© 2013 TNO

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO. Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.
© 2013 TNO

Ondertekening:

Ing. H. Schiphouwer
Projectleider

Goedgekeurd door:

Drs. G.J.N. Alberts
Research Manager

TNO innovation
for life

GELIJKWAARDIGHEIDSVERKLARING

OPWEKKINGSRENDEMENT VERWARMINGSINSTALLATIE

Onder de voorwaarden dat een modulerende kamerthermostaat wordt toegepast en de bruto warmtevraag niet boven de 50 GJ/jaar komt, wordt voor de ATAG A-, E- en Q-serie ketels het opwekkingsrendement verwarmingsinstallatie $\eta_{H,gen}$ gegeven door onderstaande waarden.

Verwarmingsinstallatie Temperatuurniveau	Opwekkingsrendement $\eta_{H,gen}$ LT	Opwekkingsrendement $\eta_{H,gen}$ HT
ATAG ketels	0,975	0,975

A-serie:

A203C, A244CL, A244EC

E-serie:

E223C, E264C, E264EC, E325C, E325EC, E320S

Q-serie:

Q25S, Q38S, Q51S, Q60S,
Q25C, Q38C, Q42C, Q51C, Q30CC,
Q25SC200V, Q25SC200N, Q25SC380N,
Q38SC200V, Q38SC200N, Q39SC380N

De hierboven gegeven waarde van $\eta_{H,gen}$ vervangt de forfaitaire waarde zoals die in tabel 14.11 van paragraaf 14.6 wordt gegeven.

Toetsing voorwaarden:

ATAG Verwarming Nederland B.V. heeft een verklaring aan TNO afgegeven dat de genoemde toestellen uitsluitend worden geleverd in combinatie met een modulerende kamerthermostaat. Hiermee wordt in voldoende mate aangetoond dat deze modulerende kamerthermostaat daadwerkelijk wordt toegepast

De bruto warmtevraag mag niet boven 50 GJ/jaar liggen voor de woning waarin de ketel wordt toegepast. De bruto warmtevraag $Q_{H,dis;nren;si,tot}$ wordt bepaald volgens:

$$Q_{H,dis;nren;si,tot} = \sum_{mi} Q_{H,dis;nren;si,mi}$$

waarin $Q_{H,dis;nren;si,mi}$ wordt bepaald volgens vergelijking 14.4 in NEN 7120.

Bij de toetsing van de EPC-berekening dient te worden getoetst of aan de voorwaarde m.b.t. de bruto warmtevraag wordt voldaan.

Als hieraan niet wordt voldaan dan zijn de in deze gelijkwaardigheidsverklaring gegeven rekenwaarden voor het opwekkingsrendement niet van toepassing en dienen de forfaitaire waarden volgens tabel 14.11 te worden toegepast.

Alle termen en verwijzingen hebben betrekking op NEN 7120.

Deze verklaring is tot stand gekomen door een eenmalige beoordeling door TNO van de specifieke eigenschappen van een exemplaar van een product of een uitvoering van een systeem. Deze verklaring geeft geen oordeel over andere exemplaren van een product of van andere uitvoeringen van systemen. Deze verklaring geeft geen oordeel over de kwaliteitsborging van producten of systemen, dit is de verantwoordelijkheid van de fabrikant.

TNO.NL

CONTACT

Technical Sciences
Bezoekadres
Laan van Westenenk 501
7334 DT Apeldoorn
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

T (10)(2e)

F (10)(2e)

E (10)(2e)

VERKLARING CONFORM NORM

PRIMAIR HULPENERGIEGEBRUIK VOOR VERWARMING t.b.v. de NEN 7120 voor ATAG A- en E-serie ketels

Voor de ATAG A- en E-serie ketels is de berekeningswijze van het primair hulp-energiegebruik voor verwarming vastgesteld voor gebruik in NEN 7120. Deze berekeningswijze is conform de in NEN 7120, bijlage C, gegeven normatieve methode voor "Bepaling elektrisch hulp-energiegebruik voor centrale verwarming met individuele toestellen". De hier gegeven waarde mag worden gebruikt in plaats van de waarde zoals die in hoofdstuk 14.7 wordt berekend op basis van forfaitaire waarden. De waarde mag worden gebruikt in formule 14.2 in hoofdstuk 14.1.2.



RAPPORTNUMMER:
060-APD-2012-00014

Hulpenergiegebruik van de ATAG A- en E-serie ketels t.b.v. verklaring conform norm voor NEN 7120

Januari 2012

DEZE VERKLARING IS GELDIG
TOT 1 JANUARI 2016

FABRIKANT:
ATAG Verwarming Nederland B.V.

TYPES:
- A203C: 2012
- A244CL: 2012
- A244EC: 2012
- E233C
- E264C
- E264EC
- E325C
- E325EC
- E320S

ADRES:
Postbus 105
7130 AC Lichtenvoorde
T + (10)(2e)
F +31 (10)(2e)

SITE:
www.atagverwarming.nl

Ondertekening:

Ing. H. Schiphouwer
Projectleider

Goedgekeurd door:

Drs. G.J.N. Alberts
Research Manager

All rights reserved.
No part of this publication may be reproduced and/or published by print, photoprint, microfilm or any other means without the previous written consent of TNO. In case this report was drafted on instructions, the rights and obligations of contracting parties are subject to either the General Terms and Conditions for commissions to TNO, or the relevant agreement concluded between the contracting parties. Submitting the report for inspection to parties who have a direct interest is permitted.
© 2013 TNO

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vernoemguldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO. Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.
© 2013 TNO

TNO innovation
for life

VERKLARING CONFORM NORM

PRIMAIR HULPENERGIEGEBRUIK VOOR VERWARMING

Het totale elektrisch hulpenergiegebruik voor verwarming, $W_{H,aux}$, wordt berekend volgens:

$$W_{H,aux} = 3,6 \times \left\{ A \times N + \frac{B \times E_{H,ci} \times f_{P,del,ci}}{C \times B_{nom}} \right\}$$

Het primaire hulpenergiegebruik voor verwarming $E_{H,aux}$ wordt berekend volgens:

$$E_{H,aux} = W_{H,aux} \times f_{P,del,el}$$

Waarin:

- $W_{H,aux}$ is de jaarlijkse hoeveelheid gebruikte (elektrische) hulpenergie ten behoeve van de energiefunctie verwarming, in MJ;
- N is het aantal toestellen in de woning of het gebouw;
- $E_{H,ci}$ is de jaarlijkse hoeveelheid gebruikte energie van energiedrager ci ten behoeve van de energiefunctie verwarming, bepaald volgens hoofdstuk 14, in MJ;
- $f_{P,del,ci}$ is de dimensieloze primaire energiefactor voor afgenomen energie, voor de desbetreffende energiedrager ci (gas, olie, elektriciteit, ...), bepaald volgens tabel 5.4 in NEN 7120; voor aardgas bedraagt de waarde 1,0.
- B_{nom} is de nominale belasting van het toestel, in kW.
- $E_{H,aux}$ is het primaire hulpenergiegebruik voor verwarming, in MJ/jr; (deze post wordt niet afzonderlijk bepaald in NEN 7120 maar is hier ter informatie toegevoegd);
- $f_{P,del,el}$ is de dimensieloze primaire energiefactor voor afgenomen elektriciteit, bepaald volgens tabel 5.4 in NEN 7120; voor elektriciteit bedraagt de waarde 2,56 (inverse van het centrale rendement van 0,39).
- A, B, C zijn toestelafhankelijke constanten.

De dimensieloze toestelafhankelijke constanten hebben de volgende waarden:

A	32,412
B	0,041673
C	2,232

Toestel	Nominale belasting B_{nom} (H_v) in kW
- A203C: 2012	20,0
- A244CL: 2012	24,0
- A244EC: 2012	24,0
- E233C	22,0
- E264C	26,0
- E264EC	26,0
- E325C	32,0
- E325EC	32,0
- E320S	32,0

De berekende waarde van $W_{H,aux}$ vervangt de waarde zoals die in 14.7 op basis van forfaitaire waarden wordt bepaald.

Alle termen en verwijzingen hebben betrekking op NEN 7120.

Deze verklaring is tot stand gekomen door een eenmalige beoordeling door TNO van de specifieke eigenschappen van een exemplaar van een product of een uitvoering van een systeem. Deze verklaring geeft geen oordeel over andere exemplaren van een product of van andere uitvoeringen van systemen. Deze verklaring geeft geen oordeel over de kwaliteitsborging van producten of systemen, dit is de verantwoordelijkheid van de fabrikant.

TNO.NL

CONTACT

Technical Sciences
Bezoekadres
Laan van Westenenk 501
7334 DT Apeldoorn
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

T

F

E



Declaration regarding the efficiency of a shower heat recovery unit

Kiwa Nederland B.V. hereby declares that of the shower heat recovery unit,

Type : Recoh-vert V3 (douchepijp-wtw V3)

Of : Hei-tech B.V.

In : Emmen, The Netherlands

of which a sample supplied and installed by Hei-tech has been tested according to the method described in NEN 5128 A1:2009, published 1 May 2009 and the correction letter of TNO 26 June 2009. The measurements have shown that the sample recovers the waste energy in the shower water with an efficiency of:

class	Flow (l/min)	Volume (l)	Efficiency (%)	Flow resistance (ΔP) (bar)
3	9.2	73	65.4	0.37
4, 5, 6	12.5	100	62.2	0.62

Apeldoorn, 7 April 2010

Ing. A.A. Slomp,
Product Manager,
Kiwa Nederland B.V.



Verklaring conform norm

TNO 2012 M10308

**Bepaling van het energetische rendement
van het warmteterugwinapparaat
"Renovent Excellent 300"
Meetbrief volgens NEN 5138-2004**

Laan van Westenek 501
7334 DT Apeldoorn
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.tno.nl

T + (10)(2e)
F + (10)(2e)
(10)(2e)

Datum Februari 2013
Auteur(s) H.A.J. Hammink
Opdrachtgever Brink Climate Systems BV
R.D. Bügelstraat 3
7951 DA Staphorst
Projectnummer 054.03225
Exemplaarnummer 060-APD-2013-00036
Trefwoorden warmteterugwinning
rendement

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2013 TNO



TNO-Resultaten
Bepaling van het energetisch rendement van het warmteterugwinapparaat
"Renovent Excellent 300", Meetbrief volgens NEN 5138-2004

Verklaring conform norm | TNO 2013 M10308

2 / 2

Verklaring conform norm
Rendement warmteterugwinapparaat
t.b.v. berekeningen NEN 8088 / NEN 7120
Energieprestatie voor woningen en woongebouwen
-bepalingsmethode-

Door TNO Technical Sciences is in opdracht van Brink Climate Systems het rendement vastgesteld volgens de norm NEN 5138-2004 Warmteterugwinning in gebouwen -Rendementsbepaling WTA voor individuele ventilatiesystemen.

fabrikaat/merk	:	Brink Climate Systems
type	:	Renovent Excellent 300
serienr.	:	410021124902
bouwjaar	:	2012
qv-lucht_max	:	166 m ³ /h
qv-lucht_nom	:	99,6 m ³ /h (60% van qv-lucht_max)
η_{WTW}	:	95,0 % (gemeten rendement bij qv-lucht_nom)
$P_{el,vent}$	:	22,3 W (elektrisch vermogen) gemeten bij: U=230,2V; I= 0,26A; cos ϕ =0,37
P_{el}	:	24,2 W (elektrisch vermogen inclusief vorstbeveiliging volgens vorstbeveiligingsregime 1)

Datum: 28 februari 2013
Plaats: Apeldoorn

Ondertekening:

Drs. P.M. van Hoorik
Research Manager Energy and Comfort Systems

Meetresultaten zijn vermeld in rapport TNO 2013 M10304 d.d. februari 2013