

Bijlage 1 aan het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 14 juli 2022 houdende wijziging van meerdere uitvoeringsbesluiten van de Ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing

Bijlage XXIV - EPW Methode

**BEPALINGSMETHODE VAN HET PRIMAIR ENERGIEVERBRUIK
VAN RESIDENTIËLE EENHEDEN**

Inhoud

VOORWOORD.....	6
1 VERWIJZINGEN NAAR ANDERE TEKSTEN.....	7
1.1 Lijst van de bijlagen bij dit besluit.....	7
1.2 Normen.....	7
2 DEFINITIES.....	10
3 SYMBOLEN, AFKORTINGEN EN INDICES.....	11
3.1 Symbolen en afkortingen.....	11
3.2 Indices.....	13
4 OPBOUW VAN DE METHODE.....	17
5 SCHEMATISERING VAN HET GEBOUW.....	18
5.1 Principe.....	18
5.2 Opdeling van het gebouw.....	18
5.3 Opdeling van de EPW-eenheid in ventilatiezones en energiesectoren.....	18
5.3.1 Principe.....	18
5.3.2 Verdeling in ventilatiezones en energiesectoren.....	18
5.3.3 Volume en oppervlakten van scheidingsconstructies van een energiesector.....	19
5.3.4 Afwezigheid van een verwarmingssysteem.....	19
6 PRIMAIR ENERGIEVERBRUIK.....	21
7 NETTO ENERGIEBEHOEFTE VOOR RUIMTEVERWARMING EN WARM TAPWATER.....	22
7.1 Principe.....	22
7.2 Maandelijke netto energiebehoefte voor ruimteverwarming per energiesector.....	22
7.3 Maandelijke netto energiebehoefte voor warm tapwater.....	23
7.4 Maandelijke warmteverliezen door transmissie en ventilatie.....	25
7.4.1 Principe.....	25
7.4.2 Rekenregel.....	25
7.5 Maandelijke warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie ..	25
7.6 Benuttingsfactor van de maandelijke warmtewinsten.....	26

7.6.1	Gedetailleerde berekening van de effectieve thermische capaciteit van energiesector <i>i</i>	27
7.6.2	Vereenvoudigde berekening van de effectieve thermische capaciteit van energiesector <i>i</i>	27
7.7	Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie	28
7.7.1	Principe	28
7.7.2	Rekenregel	29
7.8	Warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie	30
7.8.1	Principe	30
7.8.2	Rekenregel	30
7.8.3	Warmteoverdrachtscoëfficiënt door in/exfiltratie	31
7.8.4	In- en exfiltratiedebiet	32
7.8.5	Warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie	33
7.8.6	Hygiënisch ventilatiedebiet	33
7.8.7	Warmteoverdrachtscoëfficiënt door overventilatie	34
7.8.8	Warmteoverdrachtscoëfficiënt door manueel openen van opengaande delen	35
7.8.9	Potentieel voor intensieve ventilatie	36
7.9	Maandelijkse interne warmtewinsten	37
7.9.1	Principe	37
7.9.2	Rekenregel	37
7.10	Maandelijkse zonnewinsten	38
7.10.1	Principe	38
7.10.2	Rekenregel	38
7.10.3	Zonnewinsten door een transparante scheidingsconstructie	38
7.10.4	Zonnewinsten door een ongeventileerd passief zonne-energiesysteem .	42
8	OVERVERHITTING EN KOELING	44
8.1	Principe	44
8.2	Bepaling van de oververhittingsindicator	45
8.3	Conventionele waarschijnlijkheid op de plaatsing van actieve koeling ..	47
8.4	Fractie van de tijd dat de temperatuur 25°C overschrijdt	47
8.5	Koeling	48
8.6	Passieve koelsystemen	50
8.6.1	Koelsystemen op basis van geo-cooling	50
8.6.2	Passieve koelsystemen andere dan geo-cooling	53
9	BRUTO ENERGIEBEHOEFTE VOOR RUIMTEVERWARMING EN WARM TAPWATER	54
9.1	Vooraf	54
9.2	Maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming	55
9.2.1	Principe	55
9.2.2	Maandgemiddeld systeemrendement	55
9.3	Maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater	59
9.3.1	Principe	59
9.3.2	Systeemrendement voor warm tapwater	60
10	EINDENERGIEVERBRUIK VOOR RUIMTEVERWARMING, WARM TAPWATER EN KOELING	68
10.1	Vooraf	68
10.2	Maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming	68
10.2.1	Principe	68
10.2.2	Rekenregel	68

10.2.3	<i>Opwekkingsrendement voor ruimteverwarming en bevochtiging</i>	75
10.3	Maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater	100
10.3.1	<i>Principe</i>	100
10.3.2	<i>Rekenregel</i>	100
10.3.3	<i>Opwekkingsrendement en opslagrendement voor warm tapwater</i>	103
10.4	Maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem 112	
10.4.1	<i>Maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem voor ruimteverwarming en warm tapwater</i>	112
10.4.2	<i>Maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem voor warm tapwater</i>	114
10.4.3	<i>Maandelijkse nuttige energie voor warm tapwater door het thermische zonne-energiesysteem, rekening houdend met de verliezen van het opslagvat</i> 115	
10.4.4	<i>Maandelijkse nuttige energie voor ruimteverwarming door het thermische zonne-energiesysteem</i>	120
10.5	Equivalent maandelijks energieverbruik voor koeling	122
11	MAANDELIJKS HULPENERGIEVERBRUIK.....	123
11.1	Maandelijks energieverbruik voor de hulpfuncties	123
11.1.1	<i>Elektrisch hulpenergieverbruik voor distributie</i>	123
11.1.2	<i>Elektrisch hulpenergieverbruik voor opwekking</i>	126
11.1.3	<i>Hulpenergieverbruik van een thermisch zonne-energiesysteem</i>	129
11.2	Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren	131
11.2.1	<i>Principe</i>	131
11.2.2	<i>Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren vereenvoudigde berekening (methode 1)</i>	131
11.2.3	<i>Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren - gedetailleerde berekening</i>	135
11.3	Maandelijks elektriciteitsverbruik voor het verkoelen van de toevoerlucht	142
11.3.1	<i>Elektriciteitsverbruik van de aarde-water warmtewisselaar</i>	144
11.3.2	<i>Elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling</i>	144
11.4	Maandelijks elektriciteitsverbruik van passieve koelsystemen	145
12	MAANDELIJKSE ELEKTRICITEITSPRODUCTIE VAN FOTOVOLTAÏSCHE ZONNE-ENERGIESYSTEMEN OP DE SITE EN WKK-INSTALLATIES OP DE SITE	146
12.1	Fotovoltaïsche zonne-energiesystemen	146
12.1.1	<i>Principe</i>	146
12.1.2	<i>Rekenregel</i>	146
12.1.3	<i>Correctiefactor voor beschaduwing</i>	146
12.1.4	<i>Reductiefactor van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem</i>	147
12.2	Warmtekrachtkoppeling	148
12.2.1	<i>Principe</i>	148
12.2.2	<i>Elektriciteitsproductie</i>	148
13	KARAKTERISTIEK PRIMAIR ENERGIEVERBRUIK.....	150
13.1	Vooraf	150
13.2	Het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik	150
13.3	Het primair energieverbruik voor ruimteverwarming	150
13.4	Het primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater	151

13.5	Het primair hulpenergieverbruik	151
13.6	Het equivalent primair energieverbruik voor koeling	153
13.7	De primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van fotovoltaïsche zonne-energiesystemen	153
13.8	De primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van WKK-installaties op de site	153
14	CO ₂ -UITSTOOT	154
14.1	Voorwoord	154
14.2	Karakteristieke jaarlijkse CO ₂ -uitstoot	154
14.3	Maandelijks CO ₂ -uitstoot die het gevolg is van de ruimteverwarming ..	154
14.4	Maandelijks CO ₂ -uitstoot die het gevolg is van de bereiding van warm tapwater	155
14.5	Maandelijks CO ₂ -uitstoot die het gevolg is van hulpenergieverbruik ..	156
14.6	Maandelijks CO ₂ -uitstoot die het gevolg is van de koeling	157
14.7	Maandelijks CO ₂ -uitstoot die wordt vermeden dankzij de electriciteitsproductie van fotovoltaïsche zonne-energiesystemen op de site	157
14.8	Maandelijks CO ₂ -uitstoot die wordt vermeden dankzij de electriciteitsproductie van WKK-installaties op de site	158
	BIJLAGE A BEHANDELING VAN AANGRENZENDE ONVERWARMDE RUIMTEN (AOR)	159
A.1	Mogelijkheid 1	159
A.2	Mogelijkheid 2	159
	BIJLAGE B HET HYGIËNISCHE VENTILATIEDEBIET	161
B.1	Bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{sec\ i}$ voor het debiet	162
	<i>B.1.1 Natuurlijke ventilatie</i>	<i>162</i>
	<i>B.1.1.1 Correctiefactor $r_{nat.supply,zone\ z}$</i>	<i>162</i>
	<i>B.1.1.2 Correctiefactor $r_{nat.exh,zone\ z}$</i>	<i>164</i>
	<i>B.1.1.3 Correctiefactor $r_{leak,stack,zone\ z}$</i>	<i>164</i>
	<i>B.1.2 Mechanische toevoerventilatie</i>	<i>164</i>
	<i>B.1.2.1 Correctiefactor $r_{mech.supply,zone\ z}$</i>	<i>165</i>
	<i>B.1.3 Mechanische afvoerventilatie</i>	<i>167</i>
	<i>B.1.3.1 Correctiefactor $r_{mech.extr,zone\ z}$</i>	<i>167</i>
	<i>B.1.4 Mechanische toe- en afvoerventilatie</i>	<i>169</i>
	<i>B.1.4.1 Correctiefactor $r_{all\ mech,zone\ z}$</i>	<i>169</i>
B.2	Reductiefactor voor voorverwarming	170
B.3	Voorkoeling van ventilatielucht	174
	<i>B.3.1 Rekenregel</i>	<i>174</i>
	<i>B.3.2 Aarde-water warmtewisselaar</i>	<i>175</i>
	<i>B.3.2.1 Effectiviteit $e_{precool,m}$ van het voorkoelsysteem</i>	<i>175</i>
	<i>B.3.2.2 Referentietemperatuur voor maximale temperatuurdaling $\theta_{precool,ref,max,m}$</i>	<i>175</i>
	<i>B.3.3 Verdampingskoeling</i>	<i>179</i>
	<i>B.3.3.1 Effectiviteit $e_{precool,m}$ van het voorkoelsysteem</i>	<i>179</i>
	<i>B.3.3.2 Referentietemperatuur voor maximale temperatuurdaling $\theta_{precool,ref,max,m}$</i>	<i>179</i>
	BIJLAGE C DE MAANDELIJKSE BEZONNING	180
C.1	Inleiding	180
C.2	Schematisering van de beschaduwing	180
	<i>C.2.1 Algemeen</i>	<i>180</i>

C.2.2	Geometrie van een belemmering.....	180
C.2.3	Geometrie van overstekken.....	180
C.2.4	Waarden bij ontstentenis.....	181
C.3	Maandelijks bezonning op een onbeschaduwd vlak.....	181
C.3.1	Totale bezonning.....	181
C.3.2	Directe bezonning.....	182
C.3.3	Diffuse bezonning.....	184
C.3.4	Gereflecteerde bezonning.....	185
C.4	Maandelijks bezonning op een beschaduwd vlak.....	185
C.4.1	Voor een horizonhoek $\alpha_h \leq 60^\circ$	185
C.4.1.1	Totale bezonning.....	185
C.4.1.2	Directe bezonning.....	186
C.4.1.3	Diffuse bezonning.....	186
C.4.1.4	Gereflecteerde bezonning.....	187
C.4.2	Voor een horizonhoek $\alpha_h > 60^\circ$	187
C.4.2.1	Bezonning $I_{s,m,j,shad,obst}$ from build.....	187
C.4.2.2	Beschaduwingsfactor.....	188
C.4.2.3	Beschaduwingsfactor ten gevolge van obstakels uit de omgeving met een horizonhoek van 60°	188
C.5	Gebruiksfactor $a_{c,m,j}$: tabellen.....	190
BIJLAGE D HET AFGIFTERENDEMENT.....		197
D.1	Conventionele werkingstijd van het systeem van warmteafgifte.....	197
D.2	Gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering.....	197
D.3	Radiatoren.....	198
D.4	Vloerverwarming.....	200
D.5	Muurverwarming.....	201
BIJLAGE E DE VERDEELVERLIEZEN.....		203
E.1	Verdeelrendement.....	203
E.2	De warmteverliezen van het warmteverdelingsnet.....	204
E.3	Bepaling van de lineaire warmteweerstand.....	205
E.3.1	Ronde leidingen en kanalen.....	205
E.3.2	Rechthoekige kanalen.....	205
E.3.3	Ondergrondse leidingen.....	206
BIJLAGE F VERHOUDING VAN DE ONDERSTE TOT DE BOVENSTE VERBRANDINGSWAARDE VAN VERSCHILLENDE BRANDSTOFFEN.....		207
BIJLAGE G BEPALING VAN HET THERMISCH RENDEMENT VAN EEN WARMTETERUGWINAPPARAAT.....		208
G.1	Meting.....	208
G.1.1	Specificaties bij een test volgens de norm NBN EN 308.....	208
G.1.2	Specificaties bij een test volgens de norm NBN EN 13141-7 of de norm NBN EN 13141-8.....	209
G.2	Berekening.....	209

Voorwoord

Deze bijlage beschrijft de methode voor het bepalen van het primaire energieverbruik van de EPW-eenheid. In dit energieverbruik komen zowel het gebouw als de installaties voor ruimteverwarming, ventilatie, warm tapwater, koeling en het gebruik van duurzame energie tussen. Deze combinatie van bouwkundige mogelijkheden, installatietechnische keuzen en duurzame energieopwekking laat de ontwerper toe de meest geschikte middelen aan te wenden om aan de opgelegde eis te voldoen.

De minister kan nadere specificaties bepalen om de impact van atria of geventileerde dubbele gevels op de energieprestatie van de EPW-eenheid te berekenen.

1 Verwijzingen naar andere teksten

1.1 Lijst van de bijlagen bij dit besluit

In deze tekst wordt verwezen naar de bijlagen van dit besluit. De volledige titels van die bijlagen zijn de volgende.

- Bijlage EPW: de huidige bijlage, getiteld "Bepalingsmethode van het primaire energieverbruik van residentiële eenheden";
- Bijlage EPN: geldende bijlage¹, getiteld "Bepalingsmethode van het primaire energieverbruik van niet-residentiële eenheden";
- Bijlage U/R: geldende bijlage¹, getiteld "Maximaal toelaatbare U waarden of minimaal te realiseren R waarden";
- Bijlage BK: geldende bijlage¹, getiteld "Behandeling van bouwknopen";
- Bijlage HVR: geldende bijlage¹, getiteld "Ventilatievoorzieningen in woongebouwen";
- Bijlage HVNR: geldende bijlage¹, getiteld "Ventilatievoorzieningen in niet-residentiële gebouwen".

1.2 Normen

De bijlagen EPW, EPN, U/R, BK en HVNR bij dit besluit verwijzen naar volgende normen. Enkel de normversie met de geciteerde datum is van toepassing, tenzij de minister expliciet een andere versie ter vervanging aanduidt. De normatieve verwijzingen in bijlage HVNR bij dit besluit worden in die bijlage zelf opgesomd.

ARI Standard 560:2000	Absorption water chilling and water heating packages (ARI: Air-Conditioning and Refrigeration Institute)
ISO 15099:2003	Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations
NBN D 50-001:1991	Ventilatievoorzieningen in woongebouwen
NBN EN 303-5	Heating boilers - Part 5: Heating boilers for solid fuels, manually and automatically stoked, nominal heat output of up to 500 kW - Terminology, requirements, testing and marking
NBN EN 308:1997	Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices
NBN EN 410	Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing
NBN EN 1873:2016	Prefabricated accessories for roofing - Individual rooflights of plastics - Product specification and test methods
NBN EN 1027:2000	Windows and doors - Watertightness - Test method
NBN EN 12309-2:2000	Gas-fired absorption and adsorption air-conditioning and/or heat pump appliances with a net heat input not exceeding 70 kW - Part 2: Rational use of energy
NBN EN 12977-3:2012	Thermal solar systems and components - Custom built systems - Part 3: Performance test methods for solar water heater stores

¹ Overeenkomstig de bepalingen van artikel 21bis van dit besluit.

NBN EN 13141-1	Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 1: Externally and internally mounted air transfer devices.
NBN EN 13141-7	Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 7: Performance testing of a mechanical supply and exhaust ventilation units (including heat recovery) for mechanical ventilation systems intended for single family dwellings
NBN EN 13141-8	Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 8: Performance testing of un-ducted mechanical supply and exhaust ventilation units (including heat recovery) for mechanical ventilation systems intended for a single room
NBN EN 13229	Inset appliances including open fires fired by solid fuels - Requirements and test methods
NBN EN 13240	Room heaters fired by solid fuel - Requirements and test methods
NBN EN 14134:2004	Ventilation for buildings - Performance testing and installation checks of residential ventilation systems
NBN EN 14511:2011	Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling
NBN EN 14785	Residential space heating appliances fired by wood pellets - Requirements and test methods
NBN EN 14825:2013	Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling - Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance
NBN EN 15250	Slow heat release appliances fired by solid fuel - Requirements and test methods
NBN EN 16510-1	Residential solid fuel burning appliances - Part 1: General requirements and test methods
NBN EN 60034-1:2010	Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance
NBN EN 60904-1:2007	Photovoltaic devices - Part 1: measurement of photovoltaic current-voltage characteristics.
NBN EN ISO 9806	Solar energy - Solar thermal collectors - Test methods
NBN EN ISO 10211	Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Detailed calculations
NBN EN ISO 12241:1998	Thermal insulation for building equipment and industrial installations - Calculation rules
NBN EN ISO 13786:2017	Thermal performance of building components - Dynamic thermal characteristics - Calculation methods
NBN EN ISO 13790:2004	Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for heating (supersedes EN 832)
NBN EN ISO 52022-1	Energy performance of buildings -- Thermal, solar and daylight properties of building components and elements -- Part 1: Simplified calculation method

NBN EN ISO 52022-3

of the solar and daylight characteristics for solar protection devices combined with glazing

Energy performance of buildings -- Thermal, solar and daylight properties of building components and elements -- Part 3: Detailed calculation method of the solar and daylight characteristics for solar protection devices combined with glazing

2 Definities

De definities zijn opgenomen in het "Richtlijnenbesluit".

3 Symbolen, afkortingen en indices

3.1 Symbolen en afkortingen

< betekent: afgeleid van

Symbool	Betekenis	Eenheden
A	(geprojecteerde) oppervlakte	m ²
A	lucht (< air)	-
AOR	aangrenzend onverwarmde ruimte	-
B	breedte	m
B	antivries fluidum (brijn, < brine)	-
C	compactheid	m
C	effectieve thermische capaciteit	J/K
COP	prestatiecoëfficiënt van een warmtepomp (coefficient of performance)	-
D	diameter	m
E	karacteristiek jaarlijks primair energieverbruik	MJ
EEI	energie efficiëntie index	-
EER	energie-efficiëntieverhouding van een koelmachine (energy efficiency ratio)	-
F	(reductie)factor	-
G	term die prestatiewinst weergeeft	-
H	warmteoverdrachtscoëfficiënt	W/K
I	bezonning	MJ/m ²
IAM	hoekafhankelijkscoëfficiënt	-
I	indicator (voor oververhitting)	Kh
L	diepte	m
Nu	Nusselt getal	-
P	omtrek	m
P	vermogen	W
P	druk	Pa
Pr	Prandtl getal	-
Q	hoeveelheid warmte of energie	MJ
R	warmteweerstand	m ² .K/W
Re	Reynolds getal	-
RF	reductiefactor	-
SAEF	seizoensenergiefactor van de hulpapparaten van een warmtepomp op gas (seasonal auxiliary efficiency factor)	-
SCOP	seizoensgebonden prestatiecoëfficiënt van een elektrische warmtepomp (seasonal coefficient of performance)	-
SGUE	seizoensrendement van een warmtepomp op gas (seasonal gas utility efficiency)	-
SPF	seizoensprestatiefactor	-
U	spanning	V
U	warmtedoorgangscōefficiënt	W/(m ² .K)
V	volume	m ³
Ḃ	luchtdebiet, ventilatiedebiet	m ³ /h
W	hoeveelheid elektriciteit	kWh
W	water	-
X	hulpvariabele voor thermische zonne-energiesystemen	-

Y	hulpvariabele voor thermische zonne-energiesystemen	-
a	warmteverliescoëfficiënt	W/ (m ² .K) of W/ (m ² .K ²)
a	coëfficiënt, numerieke parameter, gebruiksfactor	-
b	coëfficiënt, numerieke parameter	-
c	correctiefactor	-
c	soortelijke warmte	J/ (kg.K)
c	coëfficiënt	-
d	dikte	m
d	dagnummer de karakteristieke dag	-
e	dimensieloze factor	-
f	factor	-
g	zonnetoetredingsfactor	-
h	hoogte	m
l	lengte	m
m	vermenigvuldigingsfactor	-
m	rangnummer van de maand	-
n	ventilatievoud	h ⁻¹
n	aantal	-
p	afstand	m
q	warmtestroomdichtheid	W/m ²
q	volumedebiet	m ³ /h
r	reductiefactor, correctiefactor	-
t	tijd, tijdstap	s of h
w	vermenigvuldigingsfactor	-
z	diepte	m
α	absorptiecoëfficiënt	-
α	hoek	graden
α_h	horizonhoek	graden
$\alpha_v, \alpha_{sL}, \alpha_{sR}$	overstekhoeken	graden
β	zonnehoogtehoek	graden
β	verhouding	-
δ	declinatiehoek	graden
$\Delta...$	toeslag op...	...
γ	winst-verlies verhouding	-
η	rendement	-
λ	verlies-winst verhouding	-
λ	warmtegeleidingscoëfficiënt	W/ (m.K)
ω	uurhoek	graden
θ	temperatuur	°C
θ	hoek	graden
φ	breedteligging	graden
Φ	warmtestroom, vermogen	W
ρ	volumemassa	kg/m ³
τ	tijdconstante	s
Ψ	lijnwarmtedoorgangcoëfficiënt	W/ (m.K)
χ	invalshoek	graden

3.2 Indices

< betekent: afgeleid van

3D	driedimensionaal
a	jaar
abs	bij afwezigheid
adj	afstelling (< adjustment)
AHU	luchtbehandelingskast (< air handling unit)
al	luchtlaag
all	alle
amb	omgeving (< ambient)
ann	jaarlijks (< annual)
annih	vernietiging (< annihilation)
app	toestel (< apparatus)
artif	kunstlicht
artif area	kunstlichtdeel
as	actief zonne-energiesysteem (< active solar)
aux	hulp(-energie)
ave	gemiddeld
b	water in ketel
B	= verwijzing naar optie B
bath	badkamer
bf	keldervloer
boiler	ketel
bw	kelder muur
c	conventioneel
C	zonnewering
C	= verwijzing naar optie C
calc	berekend
CCH	carterverwarming (< crank case heating)
char	karakteristiek
e	
co	condensor
CO2	CO ₂ -uitstoot
cogen	warmtekrachtkoppeling (WKK)
coldwater	koud water
comp	compactheid

cons	verbruik
constructions	scheidingsconstructies van het verliesoppervlak
contact	contact
cool	koeling
ct	koeltoren
ctrl	regeling
cw	gordijngevel
d	dagopening
D	diameter
D	naar buitenlucht en water
D	deur
day	dag
dayl	daglicht
dayl area	daglichtdeel
dc	externe koudelevering (< district cooling)
def	bij ontstentenis
demand	energievraag
depth	diepte
design	ontwerp
dh	externe warmtelevering (< district heating)
dif	diffuus
dim	dimensionering
dir	direct
distr	verdeling
duct	luchtkanaal
e	buiten, extern
eb	basis buitentemperatuur
eff	effectief
elec	elektrisch
electr	elektronisch
em	afgifte (< emission)
en	energie
env obst	obstakels uit de omgeving

EPR	EPW-eenheid (< energy performance of residential buildings)
eq	equivalent
ev	verdamper
evap	verdamping (< evaporation)
exc	uitzondering (< exception)
excess	overtollig
exh	afvoeropening
extr	afvoer
f	vloer (< floor)
f	raamprofiel (<frame)
f	benutting (< utilisation)
fans	ventilator(en)
fct	functie
final	eindverbruik
first	eerst (geschakeld)
fitting	armatuur
flat	horizontale projectie
flow	debiet
fl.h	vloerverwarming
free	manueel openen van opengaande delen
g	beglazing (< glazing)
g	(warmte)winst (< gain)
g	grond
gasHP	warmtepomp op gas (< gas heat pump)
GCV	bovenste verbrandingswaarde (< gross caloric value)
gen	opwekking
geo	geo-cooling
go	beglazing in opengaand deel
gross	bruto
h	hemisferische instraling
h	vocht
heat	(ruimte-)verwarming
hr	warmteterugwinning (< heat recovery)
hor	horizontaal
HP	warmtepomp (< heat pump)
horshad	beschaduwning door horizon (< horizon shading)

hum	bevochtiging
hx	warmtewisselaar (< heat exchanger)
hyg	hygiënisch
i	intern
i	ranggetal
i	opaak deel
in	in, ingaand
in/exfilt	in/exfiltratie
inst	installatie
instal	geïnstalleerd
insul	isolatie (< insulation)
insulating part	isolerend deel
int	binnen
int	tussentijdse temperatuurverlaging (EPN)
j	ranggetal
January	januari
junctions	bouwknopen
k	ranggetal
kitchen	keuken
L	lengte
L	warmteverlies (transmissie + ventilatie) (< loss)
l	lineair
lam	laminaire stroming
leak	lek, ondichtheid
length	leidinglengte
LTHP	lagetemperatuurwarmtepomp volgens EcoDesign (<low temperature heat pump)
light	verlichting
lim	grenswaarde (< limit)
loc	plaats (< localisation)
loop	collectorcircuit
loss	verliezen
m	getal, aantal
m	maandelijks (op maandbasis)
max	maximaal
meas	gemeten
mech	mechanisch
min	minimaal
mod	modulerend

n	getal, aantal
nat	natuurlijk
nat.gas	aardgas (< natural gas)
ncalc	niet (in) berekende eenheid
NCV	onderste verbrandingswaarde (< net calorific value)
net	netto
netw	warmteverdelingsnet (< network)
ngeo	passieve koeling andere dan geo-cooling
night	nacht
nom	nominaal
norm	genormaliseerd
npref	niet-preferent
nres	niet-residentieel
obst from build	obstakels die vastzitten aan het gebouw
occ	(periode van) bezetting (< occupied)
off	uit
on	aan
oper	tijdens bedrijf
operation	rekening houdend met beperkingen op werkingscondities
out	uit
over	overventilatie
overh	oververhitting (< overheating)
p	paneel
p	primair
p	geprojecteerd (< projected)
part	deellast (< part load)
path	weg
perm	permanent
po	paneel in opengaand deel
precool	voorkoeling
pref	preferent
preh	voorverwarming
pres	aanwezig
princ	fundamenteel (< principal)
prim	primair
ps	passief zonne-energiesysteem

pumps	pompen
pv	fotovoltaïsch (< photovoltaic)
r	getal, aantal
r	lichtkoepel zonder opstand
r	straling
rad	radiator
rc	lichtkoepel met opstand
real	reëel
rec	recuperatie
red	reductie
reduc	reductie
ref	referentie
refl	reflectie
req	vereist
res	residentieel
return	retour
rm	(per) ruimte
rl	lichtkoepel (< rooflight)
ro	rooster in opengaand deel
RTO	regelbare toevoeropening
s	seizoen
s	zon, bezonning
s	via de bodem (< soil)
SB	stand-by
se	constructie uitgaande warmtestroom
sec	energiesector
setpoint	instelpunt
sh+wh	ruimte- en waterverwarming (< space heating + water heating)
shad	beschaduwd (< shaded)
si	constructie ingaande warmtestroom
sink	aanrecht
sizing	geen beperkingen op de werkingscondities
slab	vloerplaat
soil	aarde
source	bron
stack	afvoerkanaal
stor	opslag

supply	toevoer
switch	schakel
sys	(installatie-)systeem
T	transmissie
t	transparant
tap	kraanwerkelement (< tap)
te	van oppervlak tot buitenomgeving
tech	technologie
test	onder testvoorwaarden
th	thermisch
thresh	drempelwaarde (< threshold)
throttle	gasklep
TL	zonder transformator (<transformerless)
TO	thermostaat uit (< thermostat off)
tot	totaal
tr	transparant
tube	buis
tubing	tapleidingen
turb	turbulente stroming
U	aangrenzende onverwarmde ruimte (< unheated)
unit	EPB wooneenheid
unocc	(periode van) niet-bezetting (< unoccupied)
unshad	onbeschaduwd (< unshaded)
usable	bruikbaar
util	benutting (< utilisation)
V	ventilatie
vent	ventilatie
vert	verticaal
vrf	variabel koelmiddel debiet (< variable refrigerant flow)
w	venster (< window)
W	water
wall	gevel
wall.h	muurverwarming
water	warm tapwater
wC	met zonnewering (< with curtain)
well	bron

win	opengaande vensters
woC	zonder zonnewering (< without curtain)
woC	zonder circulatieleiding of combilus
woL	zonder verliezen (< without loss)
ws	combinatie venster & luik
wt	aarde-water warmtewisselaar
x	kruipruimte of kelder
z	ranggetal
zone	ventilatiezone

4 Opbouw van de methode

De bepaling van het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik gebeurt in een aantal stappen.

In een eerste stap worden de maandelijkse netto energiebehoeften voor ruimteverwarming en warm tapwater berekend. Daarin komen de transmissieverliezen, de ventilatieverliezen, de zonnewinsten, de interne warmtewinsten en het verbruik van warm tapwater tussen. Los daarvan wordt een inschatting gemaakt van het risico op oververhitting.

In een tweede stap worden de maandelijkse netto energiebehoeften voor ruimteverwarming en warm tapwater omgezet in maandelijkse bruto energiebehoeften. Dit gebeurt door de netto behoeften te delen door het systeemrendement van de installatie voor ruimteverwarming, respectievelijk warm tapwater.

In een derde stap wordt het maandelijkse (eind)energieverbruik voor ruimteverwarming en warm tapwater bepaald. Daarbij trekt men, indien van toepassing, de maandelijkse energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem af van de bruto energiebehoefte voor verwarming en warm tapwater. Het zo bekomen verschil wordt gedeeld door het opwekkingsrendement van de warmteopwekkingsinstallatie. Daarnaast berekent men ook het maandelijks (eind)energieverbruik voor hulpfuncties en bepaalt men het equivalente maandelijkse (eind)energieverbruik voor koeling. Indien er in het gebouw elektriciteit wordt geproduceerd d.m.v. een fotovoltaisch zonne-energiesysteem of d.m.v. warmtekrachtkoppeling, wordt de karakteristieke maandelijkse elektriciteitsproductie berekend.

In een vierde stap wordt het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik berekend. Hiertoe wordt eerst elk van de maandelijkse eindenergieverbruiken (voor ruimteverwarming, voor warm tapwater en voor hulpfuncties) vermenigvuldigd met de omrekenfactor voor primaire energie van de betreffende energiedrager om de maandelijkse primaire energieverbruiken te bekomen. Voor zelfgeproduceerde elektriciteit wordt de primaire energiebesparing gerealiseerd in de elektrische centrales berekend door vermenigvuldiging met de van toepassing zijnde omrekenfactor. Vervolgens worden de karakteristieke maandelijkse primaire energieverbruiken, verminderd met de karakteristieke maandelijkse primaire energiebesparing ingevolge zelfgeproduceerde elektriciteit, gesommeerd over de 12 maanden van het jaar.

Bij diverse rekenstappen bestaat de keuze tussen een 'eenvoudige benadering' en een 'meer gedetailleerde berekening'. De eenvoudige benadering steunt op waarden bij ontstentenis. De gedetailleerde berekening vraagt bijkomende invoergegevens en de aanlevering van informatie door het bedrijfsleven.

5 Schematisering van het gebouw

5.1 Principe

De energieprestatie heeft vaak betrekking op een deelvolumen van een gebouw, afhankelijk van bijvoorbeeld het al dan niet verwarmd (en/of gekoeld) zijn van ruimten, de functie van verschillende delen, enz. Voor de bepaling van de energieprestatie wordt het gebouw daarom op conventionele manier opgesplitst in verschillende delen. Elk deelvolumen dat op zich aan een energieprestatie-eis voor een EPB-wooneenheid moet voldoen, wordt een EPW-eenheid genoemd. Indien nodig gebeurt een verdere opsplitsing in ventilatiezones en energiesectoren om verschillende types installaties correct te kunnen inrekenen.

5.2 Opdeling van het gebouw

Alle te respecteren definitieën, principes en regels tot betrekking van de opdeling van het gebouw zijn bepaald in het "Richtlijnenbesluit".

5.3 Opdeling van de EPW-eenheid in ventilatiezones en energiesectoren

5.3.1 Principe

Het beschermd volume van de EPW-eenheid wordt in ventilatiezones en energiesectoren verdeeld a.d.h.v. de bovenvermelde definitieën, en volgens de regels hieronder.

5.3.2 Verdeling in ventilatiezones en energiesectoren

Meestal is er in de EPW-eenheid slechts één ventilatie-installatie aanwezig, worden alle individuele ruimten op dezelfde manier verwarmd en zorgt één enkel centraal opwekkingstoestel voor de warmte. In deze gevallen is geen verdere opdeling van de EPW-eenheid in ventilatiezones en energiesectoren nodig: het ganse EPW-eenheid vormt in dat geval de enige ventilatiezone en enige energiesector.

Slechts indien er wel verschillende types installaties aanwezig zijn (hetgeen veel minder gebruikelijk is) dient een opsplitsing in ventilatiezones en/of energiesectoren te gebeuren zoals hieronder beschreven.

Ventilatiesystemen worden opgedeeld in vier verschillende types (zie ook bijlagen HVR en HVNR bij dit besluit):

- systeem A: natuurlijke ventilatie,
- systeem B: mechanische toevoerventilatie,
- systeem C: mechanische afvoerventilatie,
- systeem D: mechanische toe- en afvoerventilatie.

Indien in verschillende afgesloten delen van de EPW-eenheid onafhankelijke ventilatie-installaties voorkomen, van een verschillend type volgens de indeling hierboven, dan vormt elk dergelijk deel een ventilatiezone. Een energiesector kan zich niet over verschillende ventilatiezones uitstrekken. Er zijn dus steeds minstens even veel energiesectoren als ventilatiezones.

Indien in een ruimte plaatselijke verwarming toegepast wordt (bv. lokale elektrische weerstandsverwarming) en er ook warmteafgifte-elementen van een centraal verwarmingssysteem aanwezig zouden zijn, dan wordt bij de bepaling van de energieprestatie het centrale verwarmingssysteem in deze ruimte buiten beschouwing gelaten: er wordt enkel gekeken naar de kenmerken van het

plaatselijk systeem. Voor open haarden en houtkachels, is het echter toch het centrale verwarmingssysteem dat beschouwd wordt.

Indien verschillende ruimten van de ventilatiezone op verschillende manieren verwarmd worden (na toepassing van bovenstaande conventie i.v.m. gecombineerde centrale en plaatselijke verwarming) zodanig dat de verschillende systemen in een andere categorie vallen in Tabel [43], geeft dit aanleiding tot een verdere opdeling in energiesectoren. In geval van centrale verwarming is deze opdeling echter niet verplicht. In dat geval mag in de ganse energiesector met het slechtste afgiffterendement uit Tabel [43] gerekend worden en kan niet meer voor de gedetailleerde rekenmethode volgens Bijlage D van deze tekst geopteerd worden.

Indien ten slotte meerdere centrale warmteopwekkers verschillende delen van de ventilatiezone apart van warmte voorzien, leidt dit in principe tot een verdere opsplitsing in energiesectoren. Deze opsplitsing is echter niet nodig indien de warmteopwekkers (rekenkundig) hetzelfde opwekkingsrendement hebben (bv. in geval van het gebruik van twee identieke verwarmingsketels voor verschillende delen van de ventilatiezone).

(Dezelfde opsplitsingsregels gelden evenzeer wanneer elk deel van de ventilatiezone door een combinatie van centrale warmteopwekkers verwarmd wordt, i.p.v. door één enkel toestel.)

Het verder opdelen van de EPW-eenheid in nog meer energiesectoren is toegelaten, maar is niet verplicht. Een groter aantal energiesectoren geeft gewoonlijk aanleiding tot meer rekenwerk (extra invoergegevens nodig), maar beïnvloedt het berekend karakteristiek jaarlijks energieverbruik weinig of niet.

Indien in de EPW-eenheid ruimten voorkomen die niet van een warmteafgiftesysteem voorzien zijn (bv. wc's, gangen, berg ruimten, ruimten die niet onmiddellijk in gebruik genomen worden zoals slaapkamers, ...), dienen deze aan een energiesector toegewezen te worden van een aangrenzende ruimte op dezelfde verdieping. Indien in de onverwarmde ruimte in kwestie geen voorzieningen voor de toevoer van verse buitenlucht aanwezig zijn maar er wel doorstroomopeningen vanuit aanpalende ruimten zijn (het betreft bv. een doorstroom- of afvoerruimte, of bv. een berg ruimte), wijs de ruimte dan toe aan (een van) de aangrenzende energiesector(en) van waaruit de ruimte in kwestie toevoerlucht betreft. Indien een hele verdieping van de EPW eenheid onverwarmd is, dient deze toegewezen te worden aan een energiesector van een aangrenzende verdieping.

Bepaal het karakteristiek en referentie jaarlijks primair energieverbruik van de EPW-eenheid volgens de onderhavige bepalingsmethode.

5.3.3 Volume en oppervlakten van scheidingsconstructies van een energiesector

Bij de bepaling van het volume $V_{sec\ i}$ en van de oppervlakten van scheidingsconstructies (beiden op basis van de buitenafmetingen) wordt de afbakening tussen twee energiesectoren gevormd door de hartlijn van de tussenliggende scheidingsconstructie.

5.3.4 Afwezigheid van een verwarmingssysteem

Indien de EPW-eenheid niet verwarmd wordt, d.w.z. in het ganse EPW-eenheid is geen enkele ruimte voorzien van een warmteafgiftesysteem, dan moet bij conventie

het volgende als verwarmingssysteem beschouwd worden: plaatselijke elektrische convectoren met elektronische regeling in elke ruimte.

6 Primair energieverbruik

Het specifiek jaarlijks primaire energieverbruik van de EPW-eenheid, $E_{\text{spec ann prim en cons}}$, in kWh per m² en per jaar, is gegeven door de verhouding van het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik en de oppervlakte van de EPW-eenheid:

$$\text{Eq. 254 } E_{\text{spec ann prim en cons}} = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{E_{\text{char ann prim en cons}}}{A_{\text{EPR}}} \quad (\text{kWh/m}^2)$$

met:

$E_{\text{char ann prim en cons}}$ het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik van de EPW-eenheid, berekend volgens § 13.2, in MJ;

A_{EPR} de vloeroppervlakte van de EPW-eenheid, , in m².

7 Netto energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater

7.1 Principe

De netto energiebehoefte voor ruimteverwarming wordt per energiesector voor alle maanden van het jaar berekend. Hiertoe worden telkenmale de totale maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie bij een conventioneel vastgelegde temperatuur bepaald, evenals de totale maandwinsten door interne warmtewinsten en bezonning. Met behulp van de benuttingsfactor voor de warmtewinsten wordt dan de maandelijkse energiebalans opgesteld.

De maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater wordt forfaitair berekend in functie van de EPW-eenheid. Daarbij kan in voorkomend geval rekening gehouden worden met warmteterugwinning. Enkel de volgende verbruikspunten worden beschouwd:

- de tappunten in de keuken(s)
- de douche(s) en/of het bad (of baden) in de badkamer(s)

Alle andere tappunten in de EPW-eenheid (dus ook lavabo('s) in de badkamer) worden niet in beschouwing genomen.

7.2 Maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming per energiesector

Bepaal de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming per energiesector met:

Eq. 15 Als $\gamma_{\text{heat,sec } i,m}$ groter of gelijk aan 2,5 is:

$$Q_{\text{heat,net,sec } i,m} = 0$$

Als $\gamma_{\text{heat,sec } i,m}$ kleiner dan 2,5 is:

$$Q_{\text{heat,net,sec } i,m} = Q_{L,\text{heat,sec } i,m} - \eta_{\text{util,heat,sec } i,m} \cdot Q_{g,\text{heat,sec } i,m} \quad (\text{MJ})$$

met:

$\gamma_{\text{heat,sec } i,m}$ de verhouding tussen de maandelijkse warmtewinsten en de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i , bepaald volgens § 7.6, (-);

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ;

$Q_{L,\text{heat,sec } i,m}$ het maandelijks warmteverlies door transmissie en ventilatie van energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.4;

$\eta_{\text{util,heat,sec } i,m}$ de maandelijkse benuttingsfactor van de warmtewinsten van energiesector i , bepaald volgens § 7.6, (-);

$Q_{g,\text{heat,sec } i,m}$ de maandelijkse warmtewinst door bezonning en interne warmteproductie in energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.5.

7.3 Maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater

De maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van een douche of bad i wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 16} \quad Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m} = r_{\text{water,bath } i,\text{net}} \cdot f_{\text{bath } i} \cdot \max[64; 64 + 0,220 \cdot (V_{\text{EPR}} - 192)] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

De maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van een aanrecht i in een keuken² wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 17} \quad Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m} = r_{\text{water,sink } i,\text{net}} \cdot f_{\text{sink } i} \cdot \max[16; 16 + 0,055 \cdot (V_{\text{EPR}} - 192)] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i , in MJ;

$Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i , in MJ;

$r_{\text{water,bath } i,\text{net}}$ een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar douche of bad i d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te berekenen volgens vooraf door de minister bepaalde regels, (-);

$r_{\text{water,sink } i,\text{net}}$ een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar keukenaanrecht i d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te berekenen volgens vooraf door de minister bepaalde regels, (-);

$f_{\text{bath } i}$ het aandeel van douche of bad i in de totale netto energiebehoefte voor warm tapwater van alle douches en baden in de EPW-eenheid, zoals hieronder bepaald, (-);

$f_{\text{sink } i}$ het aandeel van keukenaanrecht i in de totale netto energiebehoefte voor warm tapwater in de/alle keuken(s) van de EPW-eenheid, zoals hieronder bepaald, (-);

V_{EPR} het totaal volume van de EPW-eenheid, als hier onder bepaald, in m³;

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms.

Het totaal volume van de EPW-eenheid wordt als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 325} \quad V_{\text{EPR}} = \sum_i V_{\text{sec } i} \quad (\text{m}^3)$$

met:

$V_{\text{sec } i}$ het volume van energiesector i , in m³.

In Eq. 325 moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid.

De aandelen van de diverse tappunten worden als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 18} \quad f_{\text{bath } i} = 1/N_{\text{bath}} \quad \text{en} \quad f_{\text{sink } i} = 1/N_{\text{sink}} \quad (-)$$

² Eventuele andere warm water tappunten (bv. voor (vaat-)wasmachine) worden buiten beschouwing gelaten. In voorkomend geval worden meerdere aanrechten in een keuken apart beschouwd.

met:

N_{bath} het totaal aantal douches en baden in de EPW-eenheid, (-);

N_{sink} het totaal aantal keukenaanrechten in de EPW-eenheid, (-).

Tabel [1]: Het dagnummer de karakteristieke dag, de maandlengte, de gemiddelde buitentemperatuur en de gemiddelde totale en diffuse bezonning op een niet beschaduwd horizontaal vlak

Maand	Karakteristieke dag	Lengte van de maand t_m (Ms)	Maand-gemiddelde buitentemperatuur $\theta_{e,m}$ ($^{\circ}\text{C}$)	$I_{s,tot,hor,m}$ (MJ/m^2)	$I_{s,dif,hor,m}$ (MJ/m^2)
Januari	15	2,6784	3,2	71,4	51,3
Februari	46	2,4192	3,9	127,0	82,7
Maart	74	2,6784	5,9	245,5	155,1
April	105	2,5920	9,2	371,5	219,2
Mei	135	2,6784	13,3	510,0	293,5
Juni	166	2,5920	16,2	532,4	298,1
Juli	196	2,6784	17,6	517,8	305,8
Augustus	227	2,6784	17,6	456,4	266,7
September	258	2,5920	15,2	326,2	183,6
Oktober	288	2,6784	11,2	194,2	118,3
November	319	2,5920	6,3	89,6	60,5
December	349	2,6784	3,5	54,7	40,2

7.4 Maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie

7.4.1 Principe

De maandelijkse warmteverliezen door transmissie in een energiesector worden verkregen door de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie te vermenigvuldigen met de lengte van de betreffende maand en met het verschil tussen de gemiddelde binnentemperatuur en de maandgemiddelde buitentemperatuur.

De berekening van de maandelijkse warmteverliezen door ventilatie gebeurt op analoge manier.

7.4.2 Rekenregel

Bepaal het maandelijks warmteverlies door transmissie en ventilatie als:

$$\text{Eq. 19} \quad Q_{L,heat,sec\ i,m} = Q_{T,heat,sec\ i,m} + Q_{V,heat,sec\ i,m} \quad (\text{MJ})$$

met:

$$\text{Eq. 20} \quad Q_{T,heat,sec\ i,m} = H_{T,heat,sec\ i} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 21} \quad Q_{V,heat,sec\ i,m} = H_{V,heat,sec\ i} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$Q_{T,heat,sec\ i,m}$	het maandelijks warmteverlies door transmissie van energiesector i , in MJ;
$Q_{V,heat,sec\ i,m}$	het maandelijks warmteverlies door ventilatie van energiesector i , in MJ;
$H_{T,heat,sec\ i}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van energiesector i , in W/K, bepaald volgens § 7.7;
$H_{V,heat,sec\ i}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i , in W/K, bepaald volgens § 7.8;
18	de door deze bijlage opgelegde rekenwaarde voor de binnentemperatuur, in °C;
$\theta_{e,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, bepaald volgens Tabel [1];
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, bepaald volgens Tabel [1].

7.5 Maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie

Bepaal de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie van energiesector i als:

$$\text{Eq. 22} \quad Q_{g,heat,sec\ i,m} = Q_{i,sec\ i,m} + Q_{s,heat,sec\ i,m} \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{i,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmtewinst door interne warmteproductie in energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.9;
$Q_{s,heat,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmtewinst door bezonning in energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.10.

7.6 Benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten

Bepaal de benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten per energiesector als:

$$\text{Eq. 23} \quad \eta_{\text{util,heat,sec } i,m} = a/(a + 1) \quad \text{voor } \gamma_{\text{heat,sec } i,m} = 1$$

$$\eta_{\text{util,heat,sec } i,m} = \frac{1 - (\gamma_{\text{heat,sec } i,m})^a}{1 - (\gamma_{\text{heat,sec } i,m})^{a+1}} \quad \text{in alle andere gevallen} \quad (-)$$

met:

$$\text{Eq. 24} \quad \gamma_{\text{heat,sec } i,m} = Q_{g,\text{heat,sec } i,m} / Q_{L,\text{heat,sec } i,m} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 25} \quad a = 1 + \frac{\tau_{\text{heat,sec } i}}{54000} \quad (-)$$

waarbij:

- $\gamma_{\text{heat,sec } i,m}$ de verhouding tussen de maandelijkse warmtewinsten en de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i , (-);
- $Q_{g,\text{heat,sec } i,m}$ de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie van energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.5;
- $Q_{L,\text{heat,sec } i,m}$ de maandelijkse warmteverliezen door transmissie en ventilatie van energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.4;
- a een numerieke parameter, (-);
- $\tau_{\text{heat,sec } i}$ de tijdconstante van energiesector i , in s.

Stel de tijdconstante van de energiesector i gelijk aan:

$$\text{Eq. 26} \quad \tau_{\text{heat,sec } i} = \frac{C_{\text{sec } i}}{H_{T,\text{heat,sec } i} + H_{V,\text{heat,sec } i}} \quad (s)$$

met:

- $C_{\text{sec } i}$ de effectieve thermische capaciteit van energiesector i , in J/K;
- $H_{T,\text{heat,sec } i}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van energiesector i , in W/K, bepaald volgens § 7.7;
- $H_{V,\text{heat,sec } i}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i , in W/K, bepaald volgens § 7.8.

De effectieve thermische capaciteit van energiesector i , $C_{\text{sec } i}$, kan bepaald worden via een gedetailleerde of een vereenvoudigde berekening.

7.6.1 Gedetailleerde berekening van de effectieve thermische capaciteit van energiesector i

De effectieve thermische capaciteit van energiesector i , $C_{sec\ i}$, wordt bepaald volgens de gedetailleerde methode van de norm NBN EN ISO 13786, voor een periode voor temperatuurschommelingen (T) van een dag (in dit geval komt $C_{sec\ i}$ overeen met C_m in de norm).

7.6.2 Vereenvoudigde berekening van de effectieve thermische capaciteit van energiesector i

De effectieve thermische capaciteit van energiesector i , $C_{sec\ i}$, wordt bepaald in drie stappen:

- eerst wordt voor elk constructiedeel van de energiesector de massiviteit bepaald;
- vervolgens wordt het type constructie van de energiesector bepaald in functie van het aandeel aan massieve constructiedelen van de energiesector;
- tenslotte wordt de effectieve thermische capaciteit van energiesector i , $C_{sec\ i}$, bepaald in functie van het type constructie van de energiesector.

Stap 1: de massiviteit van een constructiedeel

Om te bepalen of een constructiedeel als massief wordt beschouwd, kan een vereenvoudigde of een gedetailleerde methode worden gebruikt.

Vereenvoudigde methode

Een constructiedeel wordt als massief beschouwd indien zijn massa minstens 100 kg/m² bedraagt, bepaald vertrekkende van binnenuit tot aan een luchtsponw of een laag met thermische geleidbaarheid kleiner dan 0,20 W/(m.K).

Gedetailleerde methode

Een constructiedeel wordt als massief beschouwd indien zijn specifieke thermische capaciteit (κ_m) berekend volgens de norm NBN EN ISO 13786, voor een periode voor temperatuurschommelingen (T) van een dag, groter is dan 45 kJ/m².

Stap 2: het type constructie van de energiesector

- De term 'zwaar' in deze tabel geldt voor energiesectoren waarvan minstens 90% van de oppervlakte van de horizontale, hellende en verticale constructiedelen massief is.
- De term 'halfzwaar' geldt voor energiesectoren waarvan minstens 90% van de horizontale constructiedelen massief is zonder afscherming door binnenisolatie, of energiesectoren waarvan minstens 90% van de verticale en hellende constructiedelen massief zijn.
- De term 'matig zwaar' geldt voor energiesectoren waarvan 50 tot 90% van de horizontale constructiedelen massief zijn zonder afscherming door binnenisolatie, of energiesectoren waarvan 50 tot 90% van de verticale en hellende constructiedelen massief zijn.
- De term 'licht' geldt voor alle overige energiesectoren.

Een constructiedeel wordt hier beschouwd:

- als horizontaal indien zijn helling gelijk is aan 0°;

- als hellend indien zijn helling groter is dan 0° en kleiner is dan 60° ;
- als verticaal indien zijn helling groter dan of gelijk aan 60° is;

Stap 3: de effectieve thermische capaciteit van de energiesector i , $C_{\text{sec } i}$

Neem voor de effectieve thermische capaciteit van energiesector i , $C_{\text{sec } i}$, de waarden van Tabel [41], in functie van het type constructie.

Tabel [41]: Waarde van de effectieve thermische capaciteit $C_{\text{sec } i}$ van energiesector i , vereenvoudigde methode

Type constructie	$C_{\text{sec } i}$ (J/K)
Zwaar	$123000 V_{\text{sec } i}$
Halfzwaar	$87000 V_{\text{sec } i}$
Matig zwaar	$55000 V_{\text{sec } i}$
Licht	$37000 V_{\text{sec } i}$

met:

$V_{\text{sec } i}$ het volume van energiesector i , in m^3 .

7.7 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie

7.7.1 Principe

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie ontwikkelt zich zoals de gebouwgeometrie driedimensionaal. Het zou dan ook driedimensionaal berekend moeten worden, zie de norm NBN EN ISO 10211. Dergelijke driedimensionale berekening geldt als referentie.

De driedimensionale referentieberekening wordt in deze bijlage vervangen door een vereenvoudigde berekening. Die gaat ervan uit dat:

- de hoofdcomponent van de transmissieverliezen ééndimensionaal is,
- het oppervlak rond het beschermd volume continu is tenzij ter plaatse van de scheidingsconstructies met aangrenzende verwarmde ruimten,
- en de scheidingsconstructies vlak zijn.

Elke vlakke scheidingsconstructie met oppervlakte A wordt gekenmerkt door een warmtedoorgangscoefficiënt U . Alle lineaire bouwknopen met lengte l tussen twee scheidingsconstructies krijgen een lijnwarmtedoorgangscoefficiënt Ψ en alle puntbouwknopen een puntwarmtedoorgangscoefficiënt χ . Lijn- en puntbouwknopen die eigen zijn aan een scheidingsconstructie en over het oppervlak ervan verdeeld zijn, worden opgenomen in de warmtedoorgangscoefficiënt van die scheidingsconstructie.

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie wordt bepaald voor alle scheidingsconstructies tussen de energiesector en de buitenomgeving (lucht of water), de energiesector en de bodem en de energiesector en de aangrenzende onverwarmde ruimten. Ook indien dergelijke scheidingsconstructies uitgeven op een belendend perceel, dienen ze meebeschouwd te worden bij de bepaling van de warmteoverdrachtscoëfficiënt, zie ook § 5.2. Er wordt aangenomen dat er geen transmissieverliezen zijn naar aangrenzende verwarmde ruimtes.

7.7.2 Rekenregel

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie per energiesector als:

$$\text{Eq. 27} \quad H_{T,\text{heat,sec } i} = H_{T,\text{sec } i}^{\text{constructions}} + H_{T,\text{sec } i}^{\text{junctions}} \quad (\text{W/K})$$

met:

$H_{T,\text{sec } i}^{\text{constructions}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van het verliesoppervlak van energiesector i , in W/K;

$H_{T,\text{sec } i}^{\text{junctions}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen van het verliesoppervlak van energiesector i , in W/K.

Voor nadere toelichting bij de verschillende mogelijkheden om de invloed van bouwknopen (zowel lijnvormige als puntvormige) in rekening te brengen, wordt verwezen naar bijlage BK bij dit besluit.

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van energiesector i als:

$$\text{Eq. 28} \quad H_{T,\text{sec } i}^{\text{constructions}} = H_{D,\text{sec } i}^{\text{constructions}} + H_{g,\text{sec } i}^{\text{constructions}} + H_{U,\text{sec } i}^{\text{constructions}} \quad (\text{W/K})$$

met:

$H_{T,\text{sec } i}^{\text{constructions}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de scheidingsconstructies van energiesector i , in W/K;

$H_{D,\text{sec } i}^{\text{constructions}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen alle scheidingsconstructies tussen energiesector i en de buitenlucht en tussen energiesector i en water, in W/K;

$H_{g,\text{sec } i}^{\text{constructions}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen alle scheidingsconstructies tussen energiesector i en de bodem, in W/K;

$H_{U,\text{sec } i}^{\text{constructions}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen alle inwendige scheidingsconstructies tussen energiesector i en de aangrenzende onverwarmde ruimten, in W/K.

De verschillende termen worden berekend volgens nadere specificaties vanwege de minister, overeenkomstig de bepalingen van artikel 19 van dit besluit.

Voor componenten waarvan de thermische eigenschappen niet gekend zijn of bepaald kunnen worden (bv. complex gestructureerde lagen in wandelementen, enz.), mag steeds aangenomen worden dat de eigen warmteweerstand van de laag of de component gelijk is aan nul. De totale warmtedoorgangscoefficiënt wordt dan volledig bepaald door de oppervlakteweerstanden met de binnen- en buitenomgeving (rekening houdend met de ontwikkelde oppervlakte) en eventueel door de warmteweerstanden van de andere lagen van de component.

Hou geen rekening met leidingdoorvoeren (water, gas, elektriciteit, riolering, enz.) en daarmee vergelijkbare elementen in de uitwendige scheidingsconstructies, voor zover de totale oppervlakte ervan niet meer bedraagt dan 0,25% van de totale oppervlakte ($A_{T,E}$) van het betrokken EPW-eenheid waardoorheen transmissieverliezen optreden (dus met uitzondering van scheidingsconstructies met aangrenzende verwarmde ruimten). Genoemde elementen

krijgen in dit geval dezelfde U-waarde als de scheidingsconstructies waarin ze zitten.

Voor luiken dient bij conventie aangenomen te worden dat ze 8 uren per etmaal dicht zijn³.

7.8 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie

7.8.1 Principe

De warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie wordt bepaald door de voelbare warmtecapaciteit van 1 m³ lucht te vermenigvuldigen met de som van volgende luchtdebieten:

- het gemiddeld luchtdebiet ingevolge de in- en exfiltratie;
- het gemiddeld luchtdebiet ingevolge de hygiënische ventilatie, rekening houdend met een eventuele reductiefactor voor voorverwarming of met een vermenigvuldigingsfactor voor verkoeling;
- desgevallend het gemiddeld luchtdebiet ingevolge overventilatie bij toepassing van een warmtepomp op de afgevoerde ventilatielucht voor de bereiding van warm tapwater;
- en, voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, het gemiddeld luchtdebiet ingevolge de ventilatie door het manueel openen van opengaande delen.

Een mechanische afvoer, die tijdens het koken de waterdamp afvoert, wordt genegeerd. Hetzelfde geldt voor een mechanische afvoer in een toilet of badkamer, wanneer die tijdelijk zorgt voor een hogere afvoer maar niet nodig is om aan de ventilatie-eisen van bijlagen HVR of HVNR bij dit besluit te voldoen. Voor het energieverbruik van de ventilatoren bij mechanische systemen wordt verwezen naar § 11.2.

7.8.2 Rekenregel

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector *i* met:

- voor de verwarmingsberekeningen:

$$\text{Eq. 29} \quad H_{V,\text{heat},\text{sec } i} = H_{V,\text{inf/exfilt},\text{heat},\text{sec } i} + H_{V,\text{hyg},\text{heat},\text{sec } i} + H_{V,\text{over},\text{heat},\text{sec } i} \quad (\text{W/K})$$

- voor de koelberekeningen:

$$\text{Eq. 30} \quad H_{V,\text{cool},\text{sec } i,\text{m}} = \left(\begin{array}{l} H_{V,\text{inf/exfilt},\text{cool},\text{sec } i} + H_{V,\text{hyg},\text{cool},\text{sec } i,\text{m}} \\ + H_{V,\text{over},\text{cool},\text{sec } i} \end{array} \right) \quad (\text{W/K})$$

- voor de evaluatie van het oververhittingsrisico:

³ Indien de luiken niet van binnenuit bediend kunnen worden, is er geen reductie van toepassing.

$$\text{Eq. 31} \quad H_{V,\text{overh,seci,m}} = \left(\begin{array}{l} H_{V,\text{inf/exfilt,overh,seci}} + H_{V,\text{hyg,overh,seci,m}} \\ + H_{V,\text{over,overh,seci}} + H_{V,\text{free,nat,overh,seci}} \end{array} \right) \quad (\text{W/K})$$

met:

- $H_{V,\text{heat,seci}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i voor de verwarmingsberekeningen, in W/K;
- $H_{V,\text{cool,seci,m}}$ de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i voor de koelberekeningen, in W/K;
- $H_{V,\text{overh,seci,m}}$ de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in W/K;
- $H_{V,\text{in/exfilt,heat,seci}}$, $H_{V,\text{in/exfilt,cool,seci}}$ en $H_{V,\text{in/exfilt,overh,seci}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in/exfiltratie voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, bepaald volgens § 7.8.3, in W/K;
- $H_{V,\text{hyg,heat,seci}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor respectievelijk de verwarmingsberekeningen, bepaald volgens § 7.8.5, in W/K;
- $H_{V,\text{hyg,cool,seci,m}}$ en $H_{V,\text{hyg,overh,seci,m}}$ de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie voor de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, bepaald volgens § 7.8.5, in W/K;
- $H_{V,\text{over,heat,seci}}$, $H_{V,\text{over,cool,seci}}$ en $H_{V,\text{over,overh,seci}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door overventilatie voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, bepaald volgens § 7.8.7, in W/K;
- $H_{V,\text{free,nat,overh,seci}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie door het manueel openen van opengaande delen voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, bepaald volgens § 7.8.8, in W/K.

7.8.3 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door in/exfiltratie

De uitdrukkingen voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door in/exfiltratie van energiesector i worden gegeven door:

- voor de verwarmingsberekeningen:

$$\text{Eq. 32} \quad H_{V,\text{in/exfilt,heat,seci}} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{in/exfilt,heat,seci}} \quad (\text{W/K})$$

- voor de koelberekeningen:

$$\text{Eq. 33} \quad H_{V,\text{in/exfilt,cool,seci}} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{in/exfilt,cool,seci}} \quad (\text{W/K})$$

- voor de evaluatie van het oververhittingsrisico:

$$\text{Eq. 34} \quad H_{V,\text{in/exfilt,overh,seci}} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{in/exfilt,overh,seci}} \quad (\text{W/K})$$

met:

- $\dot{V}_{\text{in/exfilt,heat,seci}}$, $\dot{V}_{\text{in/exfilt,cool,seci}}$ en $\dot{V}_{\text{in/exfilt,overh,seci}}$ het in/exfiltratiedebiet doorheen de ondichte gebouwschil in energiesector i , voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en

voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, zoals hieronder bepaald, in m³/h.

7.8.4 In- en exfiltratiedebiet

Het gemiddeld toe te passen in/exfiltratiedebiet in energiesector *i*, in m³/h, is op conventionele wijze gegeven door:

- voor de verwarmingsberekeningen:

$$\text{Eq. 35} \quad \dot{V}_{\text{in/exfilt,heat,sec } i} = 0,04 \cdot \dot{v}_{50,\text{heat}} \cdot A_{\text{T,E,sec } i} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

- voor de koelberekeningen:

$$\text{Eq. 36} \quad \dot{V}_{\text{in/exfilt,cool,sec } i} = 0,04 \cdot \dot{v}_{50,\text{cool}} \cdot A_{\text{T,E,sec } i} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

- voor de evaluatie van het oververhittingsrisico:

$$\text{Eq. 37} \quad \text{als } H_{\text{V,free,nat,overh,sec } i} = 0: \dot{V}_{\text{in/exfilt,overh,sec } i} = 0,04 \cdot \dot{v}_{50,\text{overh}} \cdot A_{\text{T,E,sec } i}$$

$$\text{als } H_{\text{V,free,nat,overh,sec } i} > 0: \dot{V}_{\text{in/exfilt,overh,sec } i} = 0 \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

met:

$\dot{v}_{50,\text{heat}}$, $\dot{v}_{50,\text{cool}}$ en $\dot{v}_{50,\text{overh}}$ het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte, voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, zoals hieronder bepaald, in m³/(h.m²);

$A_{\text{T,E,sec } i}$ de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die energiesector *i* omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie⁴ (zie ook § 5.2 en § 7.7), in m².

Indien een luchtdichtheidsmeting van het volledige EPW-eenheid(of desgevallend van een groter deel van het beschermd volume) uitgevoerd wordt, geldt voor het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte, $\dot{V}_{50,\text{heat}}$ en $\dot{V}_{50,\text{cool}}$, in m³/(h.m²):

$$\text{Eq. 38} \quad \dot{V}_{50,\text{heat}} = \dot{V}_{50,\text{cool}} = \dot{V}_{50,\text{overh}} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{\text{test}}} \quad (\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2))$$

met:

A_{test} de totale oppervlakte (op basis van uitwendige afmetingen) van de scheidingsconstructies die het volume, dat in de luchtdichtheidstest gemeten werd, omhullen, met uitzondering van de scheidingsconstructies naar aangrenzende verwarmde ruimten, in m²;

⁴ Dus enkel constructies die de scheiding vormen tussen de energiesector en aangrenzende verwarmde ruimten, worden niet meegerekend bij de bepaling van $A_{\text{T,E,sec } i}$.

\dot{V}_{50} het lekdebiet bij 50 Pa van de uitwendige schil, in m³/h, afgeleid uit de luchtdichtheidstest gemeten conform regels bepaald door de minister.

Zoniet zijn de volgende ontstenteniswaarden van toepassing, in m³/(h.m²):

- voor de verwarmingsberekeningen: $\dot{V}_{50,heat} = 12$;
- voor de koelberekeningen: $\dot{V}_{50,cool} = 0$
- voor de evaluatie van het oververhittingsrisico: $\dot{V}_{50,overh} = 0$

De minister kan nadere specificaties bepalen met betrekking tot de luchtdichtheidsmeting.

7.8.5 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie

De uitdrukkingen voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door hygiënische ventilatie van energiesector i worden gegeven door:

- voor de verwarmingsberekeningen:

$$\text{Eq. 39} \quad H_{V,hyg,heat,sec\ i} = 0,34 \cdot r_{preh,heat,sec\ i} \cdot \dot{V}_{hyg,heat,sec\ i} \quad (\text{W/K})$$

- voor de koelberekeningen:

$$\text{Eq. 40} \quad H_{V,hyg,cool,sec\ i,m} = 0,34 \cdot r_{preh,cool,sec\ i} \cdot r_{precool,sec\ i,m} \cdot \dot{V}_{hyg,cool,sec\ i} \quad (\text{W/K})$$

- voor de evaluatie van het oververhittingsrisico:

$$\text{Eq. 41} \quad H_{V,hyg,overh,sec\ i,m} = 0,34 \cdot r_{preh,overh,sec\ i} \cdot r_{precool,sec\ i,m} \cdot \dot{V}_{hyg,overh,sec\ i} \quad (\text{W/K})$$

met:

$r_{preh,heat,sec\ i}$, $r_{preh,cool,sec\ i}$ en $r_{preh,overh,sec\ i}$ de waarde van de reductiefactor voor het effect van voorverwarming op de netto energiebehoefte voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, bepaald volgens Bijlage B van deze tekst, (-);

$\dot{V}_{hyg,heat,sec\ i}$, $\dot{V}_{hyg,cool,sec\ i}$ en $\dot{V}_{hyg,overh,sec\ i}$ het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector i , voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, zoals hieronder bepaald, in m³/h;

$r_{precool,sec\ i,m}$ een maandelijks vermenigvuldigingsfactor voor het effect van voorkoeling van de ventilatielucht voor de koelberekeningen en voor de bepaling van de oververhittingsindicator, bepaald volgens Bijlage B van deze tekst, (-).

7.8.6 Hygiënisch ventilatiedebiet

Bepaal het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector i als:

$$\text{Eq. 42} \quad \dot{V}_{hyg,heat,sec\ i} = \left[0,2 + 0,5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{EPR}}{500}\right)} \right] \cdot f_{reduc,vent,heat,sec\ i} \cdot m_{heat,sec\ i} \cdot V_{sec\ i} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\text{Eq. 43} \quad \dot{V}_{\text{hyg,cool,sec } i} = \left[0,2 + 0,5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{\text{EPR}}}{500}\right)} \right] \cdot f_{\text{reduc,vent,cool,sec } i} \cdot m_{\text{cool,sec } i} \cdot V_{\text{sec } i} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\text{Eq. 44} \quad \dot{V}_{\text{hyg,overh,sec } i} = \left[0,2 + 0,5 \cdot e^{\left(\frac{-V_{\text{EPR}}}{500}\right)} \right] \cdot f_{\text{reduc,vent,overh,sec } i} \cdot m_{\text{overh,sec } i} \cdot V_{\text{sec } i} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

met:

V_{EPR} het totaal volume van de EPW-eenheid, bepaald volgens § 7.3, in m^3 ;

$f_{\text{reduc,vent,heat,sec } i}$, $f_{\text{reduc,vent,cool,sec } i}$ en $f_{\text{reduc,vent,overh,sec } i}$ een reductiefactor voor ventilatie in energiesector i voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, zoals hieronder bepaald, (-);

$m_{\text{heat,sec } i}$, $m_{\text{cool,sec } i}$ en $m_{\text{overh,sec } i}$ een vermenigvuldigingsfactor die functie is van het ventilatiesysteem in energiesector i en de kwaliteit van de uitvoering ervan, voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen en voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, zoals hieronder bepaald, (-);

$V_{\text{sec } i}$ het volume van energiesector i , in m^3 .

De waarde bij ontstentenis voor $f_{\text{reduc,vent,heat,sec } i}$, $f_{\text{reduc,vent,cool,sec } i}$ en $f_{\text{reduc,vent,overh,sec } i}$ is 1. Gunstigere waarden zijn te bepalen volgens vooraf door de minister bepaalde regels, of bij gebrek daaraan op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

De waarde van de vermenigvuldigingsfactor $m_{\text{heat,sec } i}$, $m_{\text{cool,sec } i}$ en $m_{\text{overh,sec } i}$ kan variëren tussen 1,0 en 1,5. De waarde bij ontstentenis van $m_{\text{heat,sec } i}$ is 1,5. De waarde bij ontstentenis van $m_{\text{cool,sec } i}$ en $m_{\text{overh,sec } i}$ is 1,0. Voor het bepalen van gunstigere waarden wordt verwezen naar Bijlage B van deze tekst.

7.8.7 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door overventilatie

De afgevoerde lucht van ventilatiesystemen met mechanische afvoer wordt soms gebruikt als warmtebron van een warmtepomp voor de bereiding van warm tapwater.

In dat geval is overventilatie een feit indien de hoeveelheid afvoerlucht, die voor de goede werking van de warmtepomp op een bepaald ogenblik nodig is, boven het hygiënisch ventilatiedebiet op dat ogenblik ligt.

De uitdrukkingen voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door overventilatie van energiesector i worden gegeven door:

$$\text{Eq. 45} \quad H_{V,\text{over,heat,sec } i} = H_{V,\text{over,cool,sec } i} = H_{V,\text{over,overh,sec } i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{over,sec } i} \quad (\text{W/K})$$

met:

$\dot{V}_{\text{over,sec } i}$ het bijkomend debiet als gevolg van overventilatie in de energiesector i , in het geval van systemen met mechanische afvoer, waarbij een warmtepomp de afgevoerde lucht gebruikt als warmtebron voor de bereiding van warm tapwater, zoals hieronder bepaald, in m^3/h .

Het effect van overventilatie wordt nog niet in rekening gebracht en er geldt:

$$\dot{V}_{\text{over,sec } i} = 0$$

7.8.8 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door manueel openen van opengaande delen

De uitdrukkingen voor de warmteoverdrachtscoëfficiënt door opengaande delen van energiesector i worden gegeven door:

$$\text{Eq. 46} \quad H_{V,\text{free,nat,overh,sec } i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{free,nat,overh,sec } i} \quad (\text{W/K})$$

met:

$\dot{V}_{\text{free,nat,overh,sec } i}$ het ventilatiedebiet gebruikt om de oververhittingsindicator te bepalen in het geval van ventilatie door het manueel openen van opengaande delen, zoals bepaald in § 7.8.9, in m^3/h .

Het ventilatiedebiet, gebruikt om de oververhittingsindicator te bepalen in het geval van ventilatie door manueel openen van opengaande delen, wordt bepaald op basis van Tabel [37] in functie van het potentieel voor intensieve ventilatie.

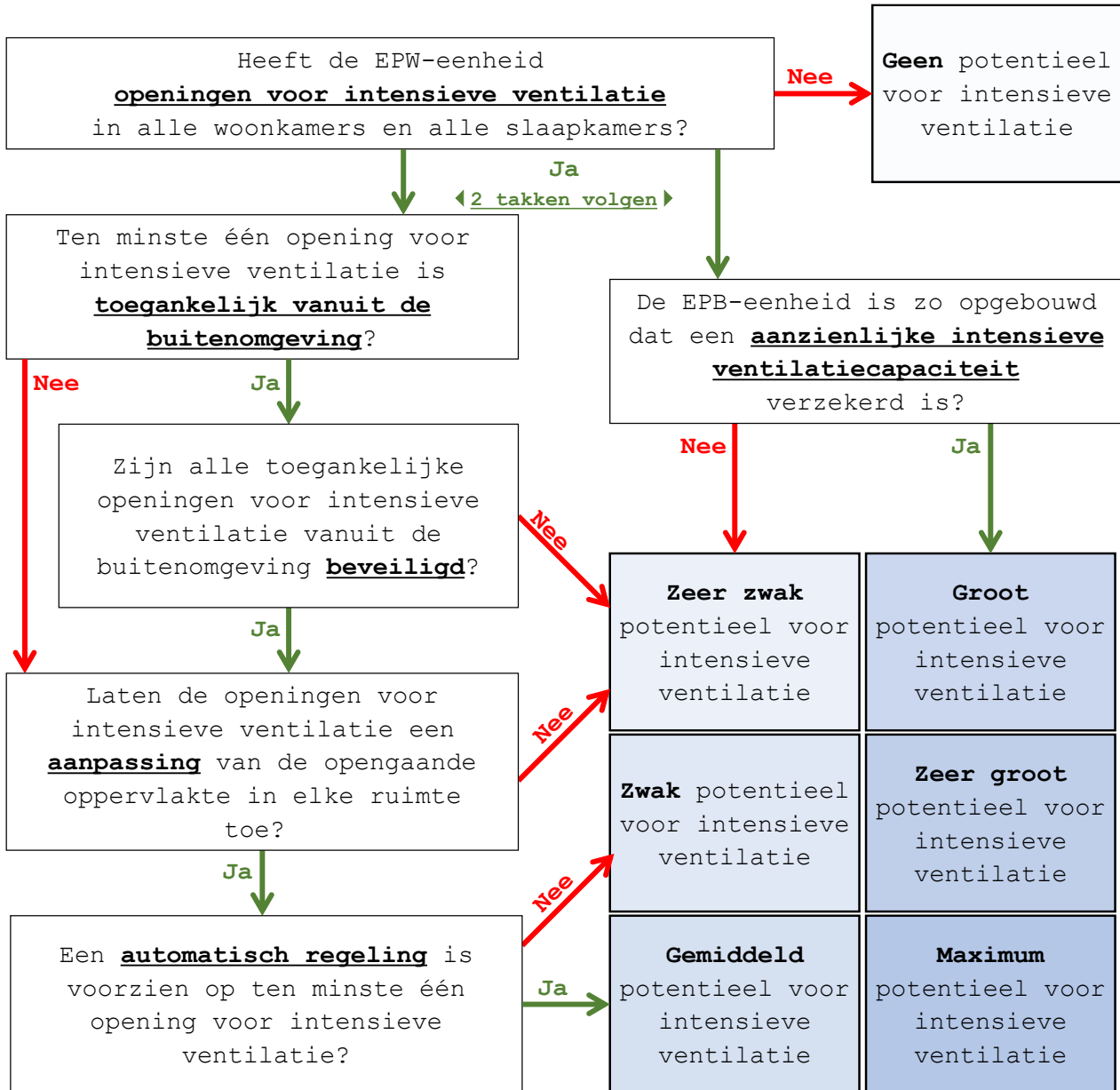
Tabel [37]: Waarden voor het ventilatiedebiet door openen van ramen, naargelang het potentieel voor intensieve ventilatie

Potentieel voor intensieve ventilatie	$\dot{V}_{\text{free,nat,overh,sec } i}$ (m^3/h)
Geen potentieel voor intensieve ventilatie	0
Zeer zwak potentieel voor intensieve ventilatie	0,15 · $V_{\text{sec } i}$
Zwak potentieel voor intensieve ventilatie	0,20 · $V_{\text{sec } i}$
Gemiddeld potentieel voor intensieve ventilatie	0,40 · $V_{\text{sec } i}$
Groot potentieel voor intensieve ventilatie	0,55 · $V_{\text{sec } i}$
Zeer groot potentieel voor intensieve ventilatie	0,70 · $V_{\text{sec } i}$
Maximum potentieel voor intensieve ventilatie	1,10 · $V_{\text{sec } i}$

7.8.9 Potentieel voor intensieve ventilatie

De bepaling van het potentieel voor intensieve ventilatie gebeurt voor de volledige EPW-eenheid op basis van het organigram in onderstaande Figuur [2] waarbij de verschillende termen aansluitend gedefinieerd worden.

Figuur [2]: Potentieel voor intensieve ventilatie



Een opening voor intensieve ventilatie is opgebouwd uit één, of een combinatie van meerdere, opengaande elementen van het type venster, vulpaneel, deur, schuifdeur of rooster, waarvan het gecombineerde oppervlak dat lucht doorlaat groter is dan 6,4% van de totale netto-vloeroppervlakte van het lokaal waar hij geplaatst wordt.

De bepaling van de toegankelijkheid van een opening voor intensieve ventilatie vanuit de buitenomgeving is vastgelegd volgens de regels opgesteld door de minister of, bij gebrek hieraan, moet een opening standaard verondersteld worden toegankelijk te zijn vanaf de buitenomgeving.

Een opening voor intensieve ventilatie wordt verondersteld veilig te zijn wanneer ze de mogelijkheid biedt een positie te fixeren, die toelaat dat lucht kan stromen, waarbij de hoogte of breedte beperkt is tot 15 cm of wanneer ze is uitgerust met een systeem, vast of mobiel maar met vaste posities, die de opening verdeelt in elementen waardoor de breedte of hoogte van de luchtstroom niet groter is dan 15 cm. De impact van de aanwezigheid van het beveiligingselement op de oppervlakte waardoor lucht kan stromen en de bijhorende reductie van het luchtdebiet worden verwaarloosd.

Een opening voor intensieve ventilatie laat een aanpassing van de opengaande oppervlakte toe wanneer ze minstens 1 configuratie kan fixeren tussen volledig open en volledig gesloten.

Een opening is voorzien van een automatische regeling indien ze uitgerust is met een gerobotiseerde regeling die zich baseert op metingen van een temperatuursonde in de binnenomgeving.

Een EPW-eenheid is geconfigureerd om een aanzienlijke intensieve ventilatiecapaciteit te verzekeren wanneer ze ventilatie toelaat, hetzij dwars door verdeelde openingen op minstens 2 gevels waarvan de oriëntatie 90° of meer verschilt, hetzij door een schouweffect via openingen waarvan de gemiddelde hoogtes zich minstens 3 m van elkaar bevinden volgens een verticale as.

7.9 Maandelijks interne warmtewinsten

7.9.1 Principe

Interne warmtewinsten worden gevormd door alle warmte die in een energiesector geproduceerd wordt door interne bronnen, met uitzondering van het ruimteverwarmingssysteem: bv. de warmteafgifte door personen, verlichting en apparatuur. In het kader van de regelgeving wordt de waarde ervan op een forfaitaire manier vastgelegd. In aangrenzende onverwarmde ruimten worden de interne warmtewinsten gelijk gesteld aan nul.

7.9.2 Rekenregel

Bepaal de interne warmtewinsten in een energiesector i gedurende een bepaalde maand als:

$$\text{Eq. 50} \quad \text{als } V_{\text{EPR}} \leq 192 \text{ m}^3: Q_{i,\text{seci},m} = (1,41 \cdot V_{\text{EPR}} + 78) \cdot \frac{V_{\text{seci}}}{V_{\text{EPR}}} \cdot t_m$$

$$\text{als } V_{\text{EPR}} > 192 \text{ m}^3: Q_{i,\text{seci},m} = (0,67 \cdot V_{\text{EPR}} + 220) \cdot \frac{V_{\text{seci}}}{V_{\text{EPR}}} \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

met:

V_{EPR} het totaal volume van de EPW-eenheid, bepaald volgens § 7.3, in m^3 ;

$V_{\text{sec } i}$ het volume van energiesector i , in m^3 ;

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1].

7.10 Maandelijkse zonnepwinsten

7.10.1 Principe

De zonnepwinsten voor een bepaalde maand bestaan uit de som van 3 termen:

- zonnepwinsten door de transparante scheidingsconstructies met uitzondering van glasbouwsteenwanden,
- zonnepwinsten door de ongeventileerde passieve zonne-energiesystemen,
- zonnepwinsten ingevolge aangrenzende onverwarmde ruimten.

Met buiten- of binnenlucht geventileerde passieve zonne-energiesystemen dienen op basis van vooraf door de minister bepaalde regels, of bij gebrek daaraan op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag behandeld te worden en volgens bijlage F van NBN EN 13790.

7.10.2 Rekenregel

Bepaal de zonnepwinsten in een energiesector i gedurende een bepaalde maand als:

$$\text{Eq. 51} \quad Q_{s,\text{heat},\text{sec } i,m} = \sum_{j=1}^m Q_{s,\text{heat},\text{tr},m,j} + \sum_{k=1}^n Q_{s,\text{heat},\text{ps},m,k} + \sum_{l=1}^p Q_{s,\text{heat},\text{sec } i,U,m,l} \quad (\text{MJ})$$

met:

- $Q_{s,\text{heat},\text{tr},m,j}$ de zonnepwinst door transparante scheidingsconstructie j gedurende de beschouwde maand, in MJ, bepaald volgens § 7.10.3;
- $Q_{s,\text{heat},\text{ps},m,k}$ de zonnepwinst door ongeventileerd passief zonne-energiesysteem k gedurende de beschouwde maand, in MJ, bepaald volgens § 7.10.4;
- $Q_{s,\text{heat},\text{sec } i,U,m,l}$ het deel van de zonnepwinst van de aangrenzende onverwarmde ruimte l gedurende de beschouwde maand dat indirect de energiesector i ten goede komt, in MJ, bepaald volgens Bijlage A en Bijlage C van deze tekst.

Hierbij dient gesommeerd te worden over alle transparante scheidingsconstructies j met uitzondering van glasbouwsteenwanden, alle niet-geventileerde passieve zonne-energiesystemen k en alle aangrenzende onverwarmde ruimten l van de energiesector i . Voor de behandeling van aangrenzende onverwarmde ruimten wordt verwezen naar Bijlage A van deze tekst.

De index 'heat' (d.w.z. de waarde gebruikt voor de bepaling van de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming) wordt vervangen door de index 'cool' voor de bepaling van de netto energiebehoefte voor ruimtekoeling en door de index 'overh' voor de bepaling van de oververhittingsindicator.

7.10.3 Zonnepwinsten door een transparante scheidingsconstructie

7.10.3.1 Principe

De grootte van de zonnepwinsten door een transparante scheidingsconstructie hangt af van de afscherming door gebouwvreemde en gebouwgebonden omgevingselementen, door vaste zonneweringen en door beweegbare zonneweringen. De afscherming door omgevingselementen wordt in rekening gebracht bij de berekening van de invallende bezonning; de afscherming door een zonnewering via aanpassing van de zonnetoetredingsfactor g .

7.10.3.2 Rekenregel

Bepaal de zonnewinsten door transparante scheidingsconstructie j , $Q_{s,heat,tr,m,j}$, als:

$$\text{Eq. 52} \quad Q_{s,heat,tr,m,j} = 0,95 \cdot g_{m,j} \cdot A_{g,j} \cdot I_{s,m,j,shad} \quad (\text{MJ})$$

met:

0,95	de reductiefactor voor vervuiling;
$g_{m,j}$	de maandelijkse zonnetoetredingsfactor van transparante scheidingsconstructie j , bepaald volgens § 7.10.3.3, (-);
$A_{g,j}$	de beglaasde oppervlakte van transparante scheidingsconstructie j , in m^2 ;
$I_{s,m,j,shad}$	de bezonning op transparante scheidingsconstructie j voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwning van vaste obstakels, in MJ/m^2 , bepaald volgens Bijlage C van deze tekst, in MJ/m^2 .

Voor lichtkoepels/lichtstraten wordt de beglaasde oppervlakte $A_{g,j}$ in Eq. 52 vervangen door de oppervlakte van de horizontale projectie van het doorschijnende buitenoppervlak $A_{t,flat}$ zoals gedefinieerd in de norm NBN EN 1873.

Indien de transparante scheidingsconstructie j een venster is en de U-waarde ervan bepaald wordt met de vereenvoudigde methode, neem dan steeds:

$$\begin{aligned} \text{Eq. 53} \quad & \text{als } U_g \leq U_f: A_{g,j} = 0,7 A_{w,d,j} \\ & \text{als } U_g > U_f: A_{g,j} = 0,8 A_{w,d,j} \end{aligned} \quad (\text{m}^2)$$

met:

$A_{w,d,j}$ de oppervlakte van de dagopening van venster j , in m^2 .

7.10.3.3 Maandelijkse zonnetoetredingsfactor $g_{m,j}$ van een transparante scheidingsconstructie

7.10.3.3.1 Principe

De maandelijkse zonnetoetredingsfactor van een transparante scheidingsconstructie ($g_{m,j}$) wordt bepaald door de zonnetoetredingsfactor van het transparante deel ervan en de aard van de zonnewering. Daarbij dient een onderscheid gemaakt tussen binnenzonnewering, buitenzonnewering en tussenzonnewering. Binnenzonnewering bevindt zich aan de binnenkant van de transparante scheidingsconstructie, buitenzonnewering aan de buitenkant en tussenzonnewering tussen de glasschijven, die samen het transparante deel vormen. Buitenzonneweringen kunnen in het vlak en buiten het vlak van de transparante scheidingsconstructie staan. Luiken, rolluiken, blinden en jaloezieën zijn voorbeelden van zonneweringen in het vlak. Markiezen, uitvalschermen en knikarmschermen zijn voorbeelden van zonneweringen buiten het vlak. Een zonnewering, die uitsluitend uit bouwkundige afschermingen bestaat, wordt behandeld als een gebouwgebonden omgevingselement. Verder kunnen zonneweringen vast, handbediend of automatisch zijn (belangrijk voor de bepaling van de gebruiksfactor $a_{c,m,j}$). Bij een vaste zonnewering is de positie onveranderlijk; handbediende en automatische zonneweringen kennen minstens twee standen. Automatische bediening vereist een automatische gestuurde activator (bv. motor) en minstens een zonnensensor per geveloriëntatie of een afwezigheidssensor die de zonnewering sluit bij afwezigheid. Voor een tussenzonnewering waarbij de tussenruimte met binnen- of buitenlucht

geventileerd wordt, dient de zonnetoetredingsfactor bepaald te worden via een gelijkwaardigheidsaanvraag.

7.10.3.3.2 Rekenregel

Bepaal de gemiddelde zonnetoetredingsfactor van een transparante scheidingsconstructie als:

$$\text{Eq. 54} \quad g_{m,j} = 0,9 \cdot (a_{c,m} F_c + (1 - a_{c,m})) \cdot g_{g,\perp} \quad (-)$$

met:

0,9	een vaste waarde voor de invalshoekcorrectie, (-);
F_c	de reductiefactor voor zonnewering, bepaald volgens § 7.10.3.4, (-);
$a_{c,m}$	de maandelijkse gebruiksfactor van de zonnewering, bepaald volgens § 7.10.3.5, (-);
$g_{g,\perp}$	de zonnetoetredingsfactor van de beglazing bij normale inval, bepaald volgens de norm NBN EN 410 (waar de factor is opgenomen met het symbool g), (-).

Indien een transparante scheidingsconstructie met meerdere beweegbare zonneweringssystemen (bv. binnen- en buitenzonnewering) uitgerust is, dient voor de verwarmingsberekeningen het systeem met de hoogste F_c waarde beschouwd te worden. Voor de bepaling van de oververhittingsindicator en van de netto energiebehoefte voor ruimtekoeling dient het systeem met de laagste F_c waarde beschouwd te worden.

7.10.3.4 Reductiefactor F_c voor zonnewering

7.10.3.4.1 Zonnewering in het vlak van de transparante scheidingsconstructie

De reductiefactor voor een zonnewering in het vlak van de transparante scheidingsconstructie wordt gegeven door de verhouding tussen de zonnetoetredingsfactor bij normale inval van de combinatie van transparante deel en zonnewering en de zonnetoetredingsfactor bij normale inval van enkel het transparante deel:

$$\text{Eq. 55} \quad F_c = \frac{g_{g+c,\perp}}{g_{g,\perp}} \quad (-)$$

met:

$g_{g+c,\perp}$	de zonnetoetredingsfactor bij normale inval van de combinatie transparant deel en zonnewering, bepaald volgens de normen NBN EN ISO 52022-1, NBN EN ISO 52022-3 (waar de factor is opgenomen met het symbool en index g_{tot}) of volgens de norm ISO 15099. De norm NBN EN ISO 52022-1 mag enkel toegepast worden indien voldaan is aan alle voorwaarden die in de norm gesteld worden, (-);
$g_{g,\perp}$	de zonnetoetredingsfactor bij normale inval voor het transparante deel van de transparante scheidingsconstructie, bepaald volgens de norm NBN EN 410 (waar de factor is opgenomen met het symbool g), (-).

Indien $g_{g+c,+}$ niet opgegeven wordt, dienen de waarden bij ontstentenis van Tabel [3] gebruikt te worden. Deze waarden zijn onafhankelijk van de zonnetoetredingsfactor van het transparante deel en blijven constant over het jaar.

Tabel [3]: Waarden bij ontstentenis voor de reductiefactor F_c voor zonnewering in het vlak van de transparante scheidingsconstructie

Zonneweringssysteem	F_c
Buitenzonnewering	0,50
Ongeventileerde tussenzonnewering	0,60
Binnenzonnewering	0,90
Alle andere gevallen	1,00

7.10.3.4.2 Zonnewering niet in het vlak van de transparante scheidingsconstructie

Enkel zonneweringen met een (oppervlaktegemiddelde) zonnetransmissiefactor $\tau_{e,dir,h}$ (loodrechte inval, hemisferische transmissie) van minder dan 30% worden in beschouwing genomen. Zonneweringen die niet aan dit criterium voldoen worden genegeerd.

De maandgemiddelde reductiefactor F_c voor zonnewering niet in het vlak van de transparante scheidingsconstructie wordt gegeven door de verhouding tussen de maandelijkse zonne-instraling op de door de zonnewering beschaduwde transparante scheidingsconstructie en de maandelijkse zonne-instraling op de onbeschaduwde transparante scheidingsconstructie:

$$\text{Eq. 56} \quad F_c = \frac{I_{s,m,j,shad,wC}}{I_{s,m,j,shad,woC}} \quad (-)$$

met:

$I_{s,m,j,shad,wC}$ de bezonning op transparante scheidingsconstructie j voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwing van zowel de vaste obstakels als de zonnewering, in MJ/m^2 , bepaald volgens Bijlage C van deze tekst. Dit vergt de bepaling van de verticale overstekhoek α_v . De zonnewering wordt daarbij als opaak behandeld;

$I_{s,m,j,shad,woC}$ de bezonning op transparante scheidingsconstructie j voor de beschouwde maand enkel rekening houdend met de beschaduwing van vaste obstakels, in MJ/m^2 , bepaald volgens Bijlage C van deze tekst.

7.10.3.5 Maandelijkse gebruiksfactor $a_{c,m}$

De maandelijkse gebruiksfactor $a_{c,m}$ dient bepaald te worden per transparante scheidingsconstructie, in functie van het type bediening (manueel of automatisch) en in functie van de oriëntatie ϕ_j en de helling θ_j van de beglaasde oppervlakte j .

Stel bij een vaste zonnewering $a_{c,m}$ steeds gelijk aan 1.

Ontleen in geval van een mobiele zonnewering $a_{c,m}$ aan Tabel [4]. De tabellen C1 en C2 zijn opgenomen in Bijlage C van deze tekst. De waarde varieert al naar gelang het gaat om de bepaling van de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming of ruimtekoeling, of van het risico op oververhitting.

Tabel [4]: De gemiddelde gebruiksfactor $a_{c,m}$, afhankelijk van het type berekening

Berekening Bediening	Ruimteverwarming	Ruimtekoeling	Oververhitting
handbediend	0,0	0,2	Tabellen C1
automatisch	0,0	MAX(0,0;Tabellen C2- 0,1)	Tabellen C2

7.10.4 Zonnewinsten door een ongeventileerd passief zonne-energiesysteem

7.10.4.1 Definities

- Een ongeventileerd passief zonne-energiesysteem is een constructie die bestaat uit een transparant buitendeel en een opaak binnendeel, waarbij in de (eventueel) aanwezige luchtsponw(en) geen stroming van buiten- of van binnenlucht optreedt. Voorbeelden zijn (massieve) wanden met voorzetbeglazing, al dan niet in combinatie met extra transparante isolatie.

7.10.4.2 Rekenregel

Bepaal de zonnewinst van ongeventileerd passief zonne-energiesysteem k gedurende de beschouwde maand als:

$$\text{Eq. 57} \quad Q_{s,heat,ps,m,k} = g_{eff,t,m,k} \cdot A_{ps,g,k} \cdot I_{s,m,k,shad} \quad (\text{MJ})$$

met:

$g_{eff,t,m,k}$ de effectieve zonnetoetredingsfactor van het systeem k , zoals hieronder bepaald, (-);

$A_{ps,g,k}$ de transparante oppervlakte van het passief zonne-energiesysteem k , in m^2 ;

$I_{s,m,k,shad}$ de bezonning op het systeem k voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwning van vaste obstakels, in MJ/m^2 , bepaald volgens Bijlage C van deze tekst.

Bepaal $g_{eff,t,m,k}$ met:

- voor voorzetconstructies met een niet verwaarloosbare transmissie voor zonne-energie, is de effectieve waarde evenredig met de absorptie van het opake deel:

$$\text{Eq. 58} \quad g_{eff,t,m,k} = \alpha \cdot (g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,l}) \frac{U}{U_{te}} \quad (-)$$

- voor voorzetconstructies met een verwaarloosbare transmissie voor zonne-energie (bv. constructies waarin een absorber geïntegreerd is), wordt de waarde die op basis van metingen bepaald is, aangepast om rekening te houden met de thermische weerstand van de (ongeventileerde) luchtsponw tussen de voorzetconstructie en het opake deel:

$$\text{Eq. 59} \quad g_{\text{eff},t,m,k} = (R_{\text{se}} + R_t) \cdot (g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,l}) \cdot U \quad (-)$$

met:

$$\text{Eq. 60} \quad U = 1 / (R_{\text{se}} + R_t + R_{\text{al}} + R_i + R_{\text{si}}) \quad (\text{W/m}^2 \cdot \text{K})$$

$$\text{Eq. 61} \quad U_{\text{te}} = 1 / (R_{\text{se}} + R_t + R_{\text{al}}) \quad (\text{W/m}^2 \cdot \text{K})$$

waarin:

- α de absorptiecoëfficiënt van het opake deel, (-);
- $g_{t,h}$ de zonnetoetredingsfactor van de voorzetconstructie bij diffuse, hemisferische instraling, (-);
- $c_{m,k}$ een coëfficiënt ontleend aan Tabel [5], (-);
- $g_{t,l}$ de zonnetoetredingsfactor van de voorzetconstructie onder normale invalshoek, (-);
- U de warmtedoorgangscoefficiënt van het constructiedeel, van binnen tot buiten, in $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$;
- U_{te} de externe warmtedoorgangscoefficiënt van het constructiedeel, vanaf het oppervlak dat grenst aan de voorzetconstructie tot de buitenomgeving, in $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$;
- R_{se} de externe thermische oppervlakteweerstand, in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- R_t de thermische weerstand van de voorzetconstructie, in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- R_{si} de interne thermische oppervlakteweerstand, in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- R_{al} de thermische weerstand van de (ongeventileerde) luchtlaag tussen het opake deel en de voorzetconstructie, in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- R_i de thermische weerstand van het opake bouwdeel achter de voorzetconstructie, in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Tabel [5]: coëfficiënten $c_{m,k}$ voor de berekening van de effectieve zonnetoetredingsfactor van transparante isolatie uitgaande van de gemeten waarden voor loodrechte en hemisferische inval (voor verticale muren)

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
Z	-0,105	-0,067	-0,023	0,042	0,073	0,089	0,094	0,062	0,005	-0,054	-0,093	-0,105
ZW/ZO	-0,034	-0,027	-0,010	0,002	0,022	0,037	0,036	0,013	-0,015	-0,025	-0,034	-0,026
W/O	0,054	0,033	0,016	-0,012	-0,005	-0,002	-0,012	-0,007	-0,001	0,024	0,049	0,052
NW/NO	0,002	0,008	0,016	0,030	0,018	0,013	0,013	0,024	0,033	0,014	0,004	0,000
N	0,000	0,000	0,000	0,011	0,021	0,031	0,042	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000

8 Oververhitting en koeling

8.1 Principe

In een koel klimaat zoals in België blijft bij een juiste combinatie van bouwkundige en bewoningsingrepen de kans op zomerse oververhitting in woongebouwen klein genoeg om het zonder actieve koeling te kunnen stellen. Het volstaat de oppervlakte van de transparante scheidingsconstructies niet te groot te nemen, indien nodig buitenzonnkering te voorzien, de binnenwanden, plafonds en vloeren een voldoende hoge, toegankelijke thermische massa mee te geven en 's nachts extra te ventileren.

Komen er toch klachten, dan zijn die doorgaans kamergebonden. De zonneprijzen per kamer, de interne warmtegewinsten, de toegankelijke thermische massa, de ventilatiemogelijkheden en de gewenste temperatuur (die bv. anders is in een badkamer dan in een slaapkamer) bepalen mee de kans op oververhitting in die kamer en de eventuele beslissing om toch actieve koeling te voorzien. Een evaluatie van het oververhittingsrisico zou bijgevolg op kamerniveau moeten gebeuren. In het kader van deze bijlage wordt een sterk vereenvoudigde methode gebruikt, die oververhitting per energiesector raamt en niet per ruimte.

De berekening gebeurt in 3 stappen.

In een eerste stap wordt per energiesector een conventionele inschatting gemaakt van het risico op oververhitting. Als indicator voor het oververhittingsrisico worden de genormaliseerde overtollige warmtegewinsten beschouwd.

Het feit dat de oververhittingsindicator onder de toegelaten maximale waarde (dit is de grens van het aanvaardbare) blijft, biedt op zich echter nog helemaal geen absolute garantie dat er achteraf geen oververhittingsproblemen zullen optreden. Wanneer de indicator niet veel onder de maximale waarde ligt, blijft er een reëel gevaar bestaan. In geval er achteraf toch oververhittingsproblemen optreden, is de kans reëel dat er dan alsnog een installatie voor actieve koeling geplaatst wordt, met het geassocieerde energieverbruik van dien. Om tijdens het ontwerp en de bouw al op een evenwichtige manier met de invloed van dit energieverbruik op de energieprestatie van het gebouw rekening te kunnen houden, wordt het begrip fictieve koeling ingevoerd.

Op die manier wordt op conventionele wijze geanticipeerd op een eventueel later koelverbruik.

In een tweede stap wordt daarom in functie van de oververhittingsindicator een soort conventionele waarschijnlijkheid gedefinieerd dat er achteraf alsnog actieve koeling geplaatst wordt.

- Indien reeds van in het begin een koelinstallatie aanwezig is, wordt de koelbehoefte vanzelfsprekend volledig ingerekend. De waarschijnlijkheid op plaatsing bedraagt dan natuurlijk altijd 1, ongeacht de grootte van de oververhittingsindicator.
- Indien er tijdens de bouw geen actieve koeling voorzien wordt, wordt er een drempelwaarde voor de oververhittingsindicator beschouwd. Beneden deze drempel wordt het gevaar op oververhitting zo klein geacht dat de conventionele waarschijnlijkheid op plaatsing van koeling achteraf gelijk genomen wordt aan nul. Tussen de drempelwaarde en de toegelaten maximale waarde wordt conventioneel een lineaire toename van de waarschijnlijkheid tussen 0 en 1 aangenomen.

In geval de conventionele waarschijnlijkheid verschillend is van nul, wordt in een 3^e stap de netto energiebehoefte voor koeling berekend aan de hand van de overtollige warmtegewinsten boven de instelwaarde voor koeling, waarvoor bij conventie de rekenwaarde van 23°C wordt aangenomen. In geval het comfort

verwezenlijkt wordt d.m.v. actieve koeling, zullen de bewoners minder gebruik maken van eventuele zonnewering of de mogelijkheden tot intensieve (nachtelijke) ventilatie. Deze voorzieningen worden daarom anders beoordeeld dan bij de evaluatie van het risico op oververhitting.

8.2 Bepaling van de oververhittingsindicator

Stel de indicator voor oververhitting van energiesector i , resp. EPW-eenheid, gelijk aan de jaarlijkse genormaliseerde overtollige warmtewinsten van energiesector i , resp. EPW-eenheid, t.o.v. de insteltemperatuur voor koeling. Deze vormen de som van de overeenkomstige maandelijkse waarden:

$$\text{Eq. 62} \quad I_{\text{overh,sec } i} = Q_{\text{excess norm,sec } i,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{excess norm,sec } i,m} \quad (\text{Kh})$$

$$\text{Eq. 419} \quad I_{\text{overh,EPR}} = Q_{\text{excess norm,EPR,a}} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{excess norm,EPR,m}} \quad (\text{Kh})$$

met:

$$\text{Eq. 394} \quad Q_{\text{excess norm,sec } i,m} = \frac{(1-\eta_{\text{util,overh,sec } i,m}) \cdot (1-f_{\text{cool,geo,sec } i,m}) \cdot Q_{g,\text{overh,sec } i,m}}{H_{T,\text{overh,sec } i,m} + H_{V,\text{overh,sec } i,m}} \cdot \frac{1000}{3,6} \quad (\text{Kh})$$

$$\text{Eq. 420} \quad Q_{\text{excess norm,EPR,m}} = \frac{(1-\eta_{\text{util,overh,EPR,m}}) \cdot \sum_i [(1-f_{\text{cool,geo,sec } i,m}) \cdot Q_{g,\text{overh,sec } i,m}]}{\sum_i (H_{T,\text{overh,sec } i,m} + H_{V,\text{overh,sec } i,m})} \cdot \frac{1000}{3,6} \quad (\text{Kh})$$

waarin:

$$\text{Eq. 64} \quad Q_{g,\text{overh,sec } i,m} = Q_{i,\text{sec } i,m} + Q_{s,\text{overh,sec } i,m} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 421} \quad \eta_{\text{util,overh,sec } i,m} = a_{\text{sec } i,m} / (a_{\text{sec } i,m} + 1) \quad \text{voor } \gamma_{\text{overh,sec } i,m} = 1$$

$$\eta_{\text{util,overh,sec } i,m} = \frac{1 - (\gamma_{\text{overh,sec } i,m})^{a_{\text{sec } i,m}}}{1 - (\gamma_{\text{overh,sec } i,m})^{a_{\text{sec } i,m} + 1}} \quad \text{voor de alle andere gevallen} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 422} \quad \eta_{\text{util,overh,EPR,m}} = a_{\text{EPR,m}} / (a_{\text{EPR,m}} + 1) \quad \text{voor } \gamma_{\text{overh,EPR,m}} = 1$$

$$\eta_{\text{util,overh,EPR,m}} = \frac{1 - (\gamma_{\text{overh,EPR,m}})^{a_{\text{EPR,m}}}}{1 - (\gamma_{\text{overh,EPR,m}})^{a_{\text{EPR,m}} + 1}} \quad \text{voor de alle andere gevallen} \quad (-)$$

met:

$$\text{Eq. 66} \quad \gamma_{\text{overh,sec } i,m} = Q_{g,\text{overh,sec } i,m} / Q_{L,\text{overh,sec } i,m} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 423} \quad \gamma_{\text{overh,EPR,m}} = \frac{\sum_i Q_{g,\text{overh,sec } i,m}}{\sum_i Q_{L,\text{overh,sec } i,m}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 424 } a_{\text{sec } i, m} = 1 + \frac{\tau_{\text{overh, sec } i, m}}{54000} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 425 } a_{\text{EPR, m}} = 1 + \frac{\tau_{\text{overh, EPR, m}}}{54000} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 68 } Q_{\text{L, overh, sec } i, m} = Q_{\text{T, overh, sec } i, m} + Q_{\text{V, overh, sec } i, m} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 69 } Q_{\text{T, overh, sec } i, m} = H_{\text{T, overh, sec } i, m} \cdot (23 - (\theta_{e, m} + \Delta\theta_{e, m})) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 70 } Q_{\text{V, overh, sec } i, m} = H_{\text{V, overh, sec } i, m} \cdot (23 - (\theta_{e, m} + \Delta\theta_{e, m})) \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 71 } \tau_{\text{overh, sec } i, m} = \frac{C_{\text{sec } i}}{H_{\text{T, overh, sec } i, m} + H_{\text{V, overh, sec } i, m}} \quad (\text{s})$$

$$\text{Eq. 426 } \tau_{\text{overh, EPR, m}} = \frac{\sum_i C_{\text{sec } i}}{\sum_i (H_{\text{T, overh, sec } i, m} + H_{\text{V, overh, sec } i, m})} \quad (\text{s})$$

met:

- $\eta_{\text{util, overh, sec } i, m}$ de benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten van energiesector i , voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, (-);
- $Q_{\text{g, overh, sec } i, m}$ de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;
- $Q_{\text{i, sec } i, m}$ de maandelijkse warmtewinst door interne warmteproductie in energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.9.2;
- $Q_{\text{s, overh, sec } i, m}$ de maandelijkse warmtewinst door bezonning in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ, bepaald volgens § 7.10;
- $\gamma_{\text{overh, sec } i, m}$ de verhouding tussen de maandelijkse warmtewinsten en de maandelijkse warmteverliezen in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, (-);
- $Q_{\text{L, overh, sec } i, m}$ de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i door transmissie en ventilatie voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;
- a_m een numerieke parameter, (-);
- $Q_{\text{T, overh, sec } i, m}$ de maandelijkse warmteverliezen door transmissie van energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;
- $Q_{\text{V, overh, sec } i, m}$ de maandelijkse warmteverliezen door ventilatie van energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;
- $\theta_{e, m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, zie Tabel [1];
- $\Delta\theta_{e, m}$ een verhoging van de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de berekening van de netto energiebehoefte voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, gelijk te nemen aan 1°C;
- $H_{\text{T, overh, sec } i}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door transmissie voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in W/K, zoals hieronder bepaald;

$H_{V,overh,sec\ i,m}$	de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door ventilatie voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in W/K, bepaald volgens § 7.8.2;
$T_{overh,sec\ i,m}$	de maandelijkse tijdconstante van energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in s;
$C_{sec\ i}$	de effectieve thermische capaciteit van energiesector i , in J/K, bepaald volgens § 7.6;
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
$f_{cool,geo,sec\ i,m}$	de verhouding, op maandbasis, van de koelenergie die door een koelsysteem op basis van geo-cooling aan energiesector i wordt geleverd en de fundamentele netto energiebehoeften voor koeling van energiesector i , bepaald volgens § 8.6, (-).

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid.

$H_{T,overh,sec\ i}$ wordt bepaald volgens § 7.7.2. Indien echter de invloed van bouwknoten op forfaitaire manier ingerekend worden (volgens § optie C van bijlage BK bij dit besluit), wordt deze forfaitaire toeslag buiten beschouwing gelaten bij de evaluatie van het oververhittingsrisico.

8.3 Conventionele waarschijnlijkheid op de plaatsing van actieve koeling

Bij de bepaling van de energieprestatie wordt als waarschijnlijkheid op de plaatsing van actieve koeling bij conventie de volgende waarde gehanteerd (zie § 8.1 voor toelichting):

- indien energiesector i gekoppeld is aan een actieve koelmachine of aan een systeem van externe koudelevering waaraan er een actieve koelmachine koude levert, geldt:

$$p_{cool,sec\ i} = 1 \quad (-)$$

- indien geen actieve koeling geplaatst is in energiesector i , geldt:

$$\text{Eq. 72} \quad p_{cool,sec\ i} = \max \left\{ 0; \min \left(\frac{I_{overh,sec\ i} - I_{overh,thresh}}{I_{overh,max} - I_{overh,thresh}}; 1 \right) \right\} \quad (-)$$

met:

$I_{overh,thresh}$ de drempelwaarde waarboven bij de bepaling van de energieprestatie moet rekening gehouden worden met een risico op plaatsing achteraf van actieve koeling. Neem deze waarde gelijk aan 1000 Kh;

$I_{overh,max}$ de maximaal toegelaten waarde voor de indicator voor oververhitting, neem deze waarde gelijk aan 6500 Kh.

8.4 Fractie van de tijd dat de temperatuur 25°C overschrijdt

De fractie van de tijd dat de temperatuur in de EPW-eenheid 25°C overschrijdt wordt bepaald met:

$$\text{Eq. 240} \quad f_{cool,EPR} = \max \left\{ 0; \min \left(0,05 \cdot \frac{I_{overh,EPR}}{I_{overh,max}}; 1 \right) \right\} \quad (-)$$

met:

$I_{\text{overh,EPR}}$ de waarde voor de indicator voor oververhitting, bepaald volgens § 8.2, in Kh;

$I_{\text{overh,max}}$ de maximaal toegelaten waarde voor de indicator voor oververhitting, neem deze gelijk aan 6.500 Kh.

8.5 Koeling

Bepaal de netto energiebehoefte voor koeling per maand en per energiesector i als volgt:

$$\text{Eq. 446} \quad Q_{\text{cool,net,sec } i,m} = p_{\text{cool,sec } i} \cdot (1 - f_{\text{cool,geo,sec } i,m} - f_{\text{cool,ngeo,sec } i,m}) \cdot Q_{\text{cool,net,princ,sec } i,m} \quad (\text{MJ})$$

met:

$p_{\text{cool,sec } i}$ de conventionele waarschijnlijkheid op plaatsing van actieve koeling, bepaald volgens § 8.3, (-);

$Q_{\text{cool,net,princ,sec } i,m}$ de fundamentele netto energiebehoefte voor koeling van energiesector i , in MJ, zoals hieronder bepaald;

$f_{\text{cool,geo,sec } i,m}$ de verhouding, op maandbasis, van de koelenergie die door een koelsysteem op basis van geo-cooling, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i wordt geleverd en de fundamentele netto energiebehoefte voor koeling van energiesector i , bepaald volgens § 8.6.1, (-);

$f_{\text{cool,ngeo,sec } i,m}$ de verhouding, op maandbasis, van de koelenergie die door een passief koelsysteem andere dan geo-cooling, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i wordt geleverd en de fundamentele netto energiebehoefte voor koeling van energiesector i , bepaald volgens § 8.6.2, (-).

Bepaal de fundamentele netto energiebehoefte voor koeling, $Q_{\text{cool,net,princ,sec } i,m}$, als volgt:

Eq. 74 indien $\lambda_{\text{cool,sec } i,m}$ groter of gelijk is aan 2,5:

$$Q_{\text{cool,net,princ,sec } i,m} = 0$$

indien $\lambda_{\text{cool,sec } i,m}$ kleiner is als 2,5:

$$Q_{\text{cool,net,princ,sec } i,m} = Q_{g,\text{cool,sec } i,m} - \eta_{\text{util,cool,sec } i,m} \cdot Q_{L,\text{cool,sec } i,m} \quad (\text{MJ})$$

met:

$$\text{Eq. 75} \quad Q_{g,\text{cool,sec } i,m} = Q_{i,\text{sec } i,m} + Q_{s,\text{cool,sec } i,m} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 76} \quad \eta_{\text{util,cool,sec } i,m} = a_m / (1 + a_m) \text{ pour } \lambda_{\text{cool,sec } i,m} = 1$$

$$\eta_{\text{util,cool,sec } i,m} = \frac{1 - (\lambda_{\text{cool,sec } i,m})^{a_m}}{1 - (\lambda_{\text{cool,sec } i,m})^{a_m + 1}} \text{ voor de overige gevallen} \quad (-)$$

en:

$$\text{Eq. 77} \quad \lambda_{\text{cool,seci,m}} = Q_{\text{L,cool,seci,m}} / Q_{\text{g,cool,seci,m}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 78} \quad a_m = 1 + \frac{\tau_{\text{cool,seci,m}}}{54000} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 79} \quad Q_{\text{L,cool,seci,m}} = Q_{\text{T,cool,seci,m}} + Q_{\text{V,cool,seci,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 80} \quad Q_{\text{T,cool,seci,m}} = H_{\text{T,cool,seci}} \cdot [23 - (\theta_{\text{e,m}} + \Delta\theta_{\text{e,m}})] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 81} \quad Q_{\text{V,cool,seci,m}} = H_{\text{V,cool,seci,m}} \cdot [23 - (\theta_{\text{e,m}} + \Delta\theta_{\text{e,m}})] \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 82} \quad \tau_{\text{cool,seci,m}} = \frac{C_{\text{seci}}}{H_{\text{T,cool,seci}} + H_{\text{V,cool,seci,m}}} \quad (\text{s})$$

met:

- $\eta_{\text{util,cool,sec i,m}}$ de benuttingsfactor van de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i , voor de bepaling van de koelbehoefte, (-);
- $Q_{\text{g,cool,sec i,m}}$ de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ;
- $Q_{\text{i,sec i,m}}$ de maandelijkse warmtewinst door interne warmteproductie in energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.9.2;
- $Q_{\text{s,cool,sec i,m}}$ de maandelijkse warmtewinst door bezonning in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ, bepaald volgens § 7.10;
- $\lambda_{\text{cool,sec i,m}}$ de verhouding tussen de maandelijkse warmteverliezen en de maandelijkse warmtewinsten in energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, (-);
- $Q_{\text{L,cool,sec i,m}}$ de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i door transmissie en ventilatie voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ;
- a_m een numerieke parameter, (-);
- $Q_{\text{T,cool,sec i,m}}$ de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i door transmissie voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ;
- $Q_{\text{V,cool,sec i,m}}$ de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i door ventilatie voor de bepaling van de koelbehoefte, in MJ;
- $\theta_{\text{e,m}}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, zie Tabel [1];
- $\Delta\theta_{\text{e,m}}$ een verhoging van de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de berekening van de netto energiebehoefte voor koeling, gelijk te nemen aan 1°C;
- $H_{\text{T,cool,sec i}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door transmissie voor de bepaling van de koelbehoefte, in W/K. Neem deze waarde gelijk aan $H_{\text{T,overh,sec i}}$ zoals bepaald in § 8.2;
- $H_{\text{V,cool,sec i,m}}$ de maandelijkse warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door ventilatie voor de bepaling van de koelbehoefte, in W/K, bepaald volgens § 7.8;
- $\tau_{\text{cool,sec i,m}}$ de maandelijkse tijdconstante van energiesector i voor de bepaling van de koelbehoefte, in s;
- $C_{\text{sec i}}$ de effectieve thermische capaciteit van energiesector i , in J/K, bepaald volgens § 7.6;

23 de binnentemperatuur door deze bijlage opgelegd voor de bepaling van de koelbehoefte, in °C;
 t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1].

Opmerking:

De koelbehoefte in het Belgisch klimaat hangt sterk af van de actuele weersomstandigheden. De koelbehoefte van een gemiddeld meteorologisch jaar is niet gelijk aan de gemiddelde koelbehoefte over verschillende jaren omdat warme jaren relatief zwaarder doorwegen. Bij de berekeningen wordt met dit verschijnsel rekening gehouden door de temperaturen en bezonning wat hoger te nemen dan het langjarig gemiddelde.

8.6 Passieve koelsystemen

Passieve koeling is koeling zonder bijkomende actieve koeling door een koelmachine. Passieve koeling wordt als volgt in rekening gebracht voor residentiële eenheden.

8.6.1 Koelsystemen op basis van geo-cooling

In residentiële eenheden wordt de techniek van geo-cooling, gekoppeld aan een gesloten systeem met verticale bodem-waterwarmtewisselaar of aan een open systeem dat grondwater uit diepe watervoerende lagen gebruikt (KWO) en een geothermische warmtepomp, in rekening gebracht. Wanneer deze techniek van geo-cooling gekoppeld wordt via een systeem van externe koudelevering, wordt deze op eenzelfde manier ingerekend als een systeem op de eigen site. Geo-cooling laat toe om het koelwater te koelen door gebruik te maken van diepe sondes of grondwater, zonder bijkomende actieve koeling door een compressiekoelmachine. Het koelwater wordt rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering geleverd aan de residentiële eenheden. Vervolgens circuleert het koelwater door een koelvloer, wat toelaat om de binnentemperatuur te verlagen.

De techniek van geo-cooling levert een deel van de fundamentele energiebehoeften voor koeling. Deze fractie, $f_{cool,geo,sec i,m}$, kan variëren tussen 0 en 1.

Het rekenprincipe voor de verhouding, op maandbasis, van de koelenergie die door een koelsysteem op basis van geo-cooling, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i wordt geleverd en de fundamentele netto energiebehoeften voor koeling van energiesector i , is als volgt.

Indien er geen koelsysteem op basis van geo-cooling is geïnstalleerd, dan geldt $f_{cool,geo,sec i,m} = 0$. Indien een actieve koelmachine koude levert aan een systeem van externe koudelevering dat koude levert aan de betreffende energiesector, dan geldt $f_{cool,geo,sec i,m} = 0$. Dat is tevens de waarde bij ontstentenis.

Indien een koelsysteem op basis van geo-cooling met verticale bodem-warmtewisselaar of met grondwater, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, koude levert aan de betreffende energiesector, wordt $f_{cool,geo,sec i,m}$ bepaald zoals hieronder beschreven. Indien een koelsysteem op basis van geo-cooling met een ander type bodemwarmtewisselaar (bv. horizontale bodemwarmtewisselaar), koude levert aan de betreffende energiesector geldt de waarde bij ontstentenis. Gunstigere waarden zijn te bepalen volgens vooraf door de minister bepaalde regels, of bij gebrek daaraan op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Er wordt rekening gehouden met twee beperkende factoren bij de bepaling van $f_{cool,geo,sec\ i,m}$:

- De capaciteit van de bodemwarmtewisselaar om de gevraagde koelenergie van het gebouw te leveren. Deze warmtewisselaar kan jaarlijks immers slechts een beperkte hoeveelheid koelenergie leveren. Hetzelfde geldt voor open systemen met grondwater, als men het thermische evenwicht van de bodem in stand wil houden. In deze rekenmethode wordt die beperking ingerekend aan de hand van de factor $f_{cool,geo,GHX}$;
- De capaciteit van de koelvloer om de gevraagde koelenergie van het gebouw te leveren. De beschikbare vloeroppervlakte die als koelvloer kan gebruikt worden, bepaalt immers het maximale vermogen van het afgiftesysteem. Een te kleine beschikbare oppervlakte kan dus het potentieel van geo-cooling beperken. In deze rekenmethode wordt die beperking ingerekend aan de hand van de factor $f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}$.

Bepaal de verhouding, op maandbasis, van de koelenergie die door een koelsysteem op basis van geo-cooling met verticale bodemwarmtewisselaar of met grondwater, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i wordt geleverd en de fundamentele netto energiebehoeften voor koeling van energiesector i , als:

$$\text{Eq. 396 } f_{cool,geo,sec\ i,m} = \min(f_{cool,geo,GHX}; f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}) \quad (-)$$

met:

$f_{cool,geo,GHX}$ de verhouding, op jaarbasis, van de koelenergie die aan energiesector i wordt geleverd door een koelsysteem op basis van geo-cooling en de fundamentele netto energiebehoeften voor koeling van energiesector i , enkel rekening houdend met de beperking door de capaciteit van de bodemwarmtewisselaar of het thermische evenwicht van de watervoerende lagen, zoals hieronder bepaald, (-);

$f_{cool,geo,slab,sec\ i,m}$ de verhouding, op maandbasis, van de koelenergie die aan energiesector i wordt geleverd door een koelsysteem op basis van geo-cooling en de fundamentele netto energiebehoeften voor koeling van energiesector i , enkel rekening houdend met de beperking door de beschikbare vloeroppervlakte die als koelvloer kan gebruikt worden, zoals hieronder bepaald, (-).

De factor $f_{cool,geo,GHX}$ hangt af van de fundamentele netto energiebehoeften voor koeling, van de totale bruto energiebehoefte voor warm tapwater en van de bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming en wordt bepaald als:

- voor gesloten systemen met verticale bodemwarmtewisselaar op de site of via een systeem van externe koudelevering:

$$\text{Eq. 397 } f_{cool,geo,GHX} = \min\left(1; \frac{\max(4000; 0,3 \cdot (\sum_i \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_{m=1}^{12} Q_{water,gross,m}))}{\sum_j \sum_{m=1}^{12} Q_{cool,net,princ,sec\ j,m}}\right) \quad (-)$$

- voor open systemen met grondwater op de site of via een systeem van externe koudelevering:

$$\text{Eq. 428 } f_{cool,geo,GHX} = \min\left(1; \frac{0,8 \cdot (\sum_i \sum_{m=1}^{12} Q_{heat,gross,sec\ i,m} + \sum_{m=1}^{12} Q_{water,gross,m})}{\sum_i \sum_{m=1}^{12} Q_{cool,net,princ,sec\ i,m}}\right) \quad (-)$$

met:

$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens § 9.2, in MJ;

$Q_{\text{water,gross,m}}$ de totale maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van alle tappunten van de EPW-eenheid die aangesloten zijn op het systeem, in MJ, zoals hieronder bepaald;

$Q_{\text{cool,net,princ,sec j,m}}$ de fundamentele netto energiebehoefte voor koeling van energiesector j, bepaald volgens § 8.5, in MJ.

Voor systemen op de site of systemen van externe koudelevering die gekoeld worden door een combinatie van gesloten systemen met verticale bodemwarmtewisselaar en open systemen met grondwater wordt $f_{\text{cool,geo,GHX}}$ bepaald als het minimum van de factoren $f_{\text{cool,geo,GHX}}$ van de desbetreffende systemen.

Er moet gesommeerd worden over:

- alle energiesectoren i in de EPW-eenheid die, rechtstreeks of via een systeem van externe warmtelevering, door de geothermische warmtepomp, gekoppeld aan het koelsysteem op basis van geo-cooling, worden bediend;
- alle energiesectoren j in de EPW-eenheid die, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, door het koelsysteem op basis van geo-cooling worden bediend.

De totale maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van alle tappunten die aangesloten zijn op het systeem, wordt bepaald als:

$$\text{Eq. 398 } Q_{\text{water,gross,m}} = \sum_{\text{bath } j} Q_{\text{water,bath } j,\text{gross,m}} + \sum_{\text{sink } k} Q_{\text{water,sink } k,\text{gross,m}} \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{\text{water,bath } j,\text{gross,m}}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad j, bepaald volgens § 9.3.1, in MJ;

$Q_{\text{water,sink } k,\text{gross,m}}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht k, bepaald volgens § 9.3.1, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle douches of baden j en alle aanrechten k die, rechtstreeks of via een systeem van externe warmtelevering, door de geothermische warmtepomp, gekoppeld aan het koelsysteem op basis van geo-cooling, worden bediend.

De factor $f_{\text{cool,geo,slab,sec i,m}}$ hangt af van de koelbehoefte van energiesector i en van de beschikbare vloeroppervlakte die als koelvloer kan gebruikt worden en wordt bepaald als:

Eq. 399 Als $\dot{Q}_{\text{cool,sec i,m}}$ gelijk is aan 0, dan geldt:

$$f_{\text{cool,geo,slab,sec i,m}} = 0 \quad (-)$$

In alle andere gevallen geldt:

$$f_{\text{cool,geo,slab,sec i,m}} = \min\left(1; \frac{\dot{Q}_{\text{cool,slab,sec i,m}}}{\dot{Q}_{\text{cool,sec i,m}}}\right) \cdot f_{\text{cool,slab,control}} \quad (-)$$

met:

$\dot{Q}_{\text{cool,slab,sec i,m}}$ het maandgemiddeld vermogen dat wordt afgegeven door de koelvloer in energiesector i, in W, zoals hieronder bepaald;

$\dot{Q}_{\text{cool,sec i,m}}$ het maandgemiddeld vereiste koelvermogen in energiesector i, in W, zoals hieronder bepaald;

$f_{\text{cool,slab,control}}$ een factor die rekening houdt met de effectiviteit van het regelsysteem, conventioneel vastgelegd op 0,9.

Het maandgemiddeld vereiste koelvermogen in energiesector i , wordt bepaald als:

$$\text{Eq. 400 } \dot{Q}_{\text{cool,sec } i,m} = \frac{Q_{\text{cool,net,princ,sec } i,m}}{t_m} \quad (\text{W})$$

met:

$Q_{\text{cool,net,princ,sec } i,m}$ de fundamentele netto energiebehoeften voor koeling van energiesector i , bepaald volgens § 8.5, in MJ;
 t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1].

Het maandgemiddeld vermogen dat wordt afgegeven door de koelvloer in energiesector i wordt bepaald als:

$$\text{Eq. 401 } \dot{Q}_{\text{cool,slab,sec } i,m} = A_{\text{cool,slab,sec } i} \cdot U_{\text{cool,slab}} \cdot f_{\text{cool,slab,usable}} \cdot (23 - \theta_{w,\text{ave,slab},m})^{n_{\text{slab,cool}}} \quad (\text{W})$$

met:

$A_{\text{cool,slab,sec } i}$ de oppervlakte van de koelvloer in energiesector i , in m^2 ;
 $U_{\text{cool,slab}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt van de koelvloer, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, conventioneel vastgelegd als 4,66;
 $f_{\text{cool,slab,usable}}$ een factor die rekening houdt met de reëel beschikbare oppervlakte van de koelvloer voor afgifte via straling, conventioneel vastgelegd als 0,8, (-);
 23 de binnentemperatuur door deze bijlage opgelegd voor de bepaling van de koelbehoefte, in $^{\circ}\text{C}$;
 $n_{\text{slab,cool}}$ een parameter die toelaat om het afgegeven vermogen van een koelvloer te berekenen, conventioneel vastgelegd als 0,95, (-);
 $\theta_{w,\text{ave,slab},m}$ de maandgemiddelde temperatuur van het koelwater in de koelvloer, in $^{\circ}\text{C}$, zoals gegeven in Tabel [42].

Tabel [42]: De maandgemiddelde temperatuur van het koelwater in de koelvloer

Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
23	23	23	21	19,5	18,5	18,5	18,5	19,5	21	23	23

8.6.2 Passieve koelsystemen andere dan geo-cooling

Voor residentiële eenheden zijn er ook andere passieve koelsystemen mogelijk dan bodemwarmtewisselaars en grondwater, zoals bijvoorbeeld passieve koeling via oppervlaktewater. Deze passieve koelsystemen worden in rekening gebracht met de factor $f_{\text{cool,ngео,sec } i,m}$. Deze factor is de verhouding, op maandbasis, van de koelenergie die door een passief koelsysteem, niet op basis van geo-cooling met verticale bodemwarmtewisselaar en niet op basis van geo-cooling met grondwater, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i wordt geleverd en de fundamentele netto energiebehoeften voor koeling van energiesector i .

De factor $f_{\text{cool,ngео,sec } i,m}$ kan variëren tussen 0 en 1. De waarde bij ontstentenis is 0. Gunstigere waarden zijn te bepalen volgens vooraf door de minister bepaalde regels. Bij gebrek daaraan moet worden gerekend met de waarde bij ontstentenis.

9 Bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater

9.1 Vooraf

Met de bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming en warm tapwater worden de systemen voor warmteopslag, warmteverdeling, warmteafgifte en regeling bij ruimteverwarming en warm tapwater in de beoordeling betrokken. De bruto energiebehoefte stelt de energie voor, die door de warmteopwekkingsinstallaties aan het systeem van warmteverdeling (of warmteopslag) voor ruimteverwarming en aan het verdeelsysteem van warm tapwater wordt overgedragen.

Een installatie voor ruimteverwarming bestaat uit:

- Een warmteopwekkingsinstallatie. Bij centrale verwarming zijn dat (water)ketels, (warme lucht) generatoren, warmtepompen of WKK-installaties. Bij plaatselijke verwarming gebeurt de warmteopwekking in de systemen van warmteafgifte zelf;
- Eventueel een warmteopslagsysteem;
- Een systeem van warmteverdeling. Bij een hydraulische centrale verwarming zijn dat leidingen, bij luchtverwarming kanalen. Plaatselijke verwarming heeft geen systeem van warmteverdeling;
- Een systeem van warmteafgifte. Radiatoren, convectoren, vloerleidingen, plafondleidingen, muurleidingen of roosters bij centrale verwarming, kachels, stralers of convectoren bij plaatselijke verwarming;
- De regeling van elk van deze systemen.

De bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming omvat de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming en alle verliezen die bij de warmteopslag, de warmteverdeling, de warmteafgifte en de regeling van elk van deze systemen optreden. Deze verliezen worden via het systeemrendement ingerekend.

Indien in een energiesector meerdere waarden van een bepaald deelrendement van toepassing zouden zijn (bv. in Tabel [43]), dan dient voor de ganse energiesector met de meest negatieve waarde gerekend te worden. (Desgewenst mag de energiesector natuurlijk wel opgesplitst worden in meerdere kleinere energiesectoren.)

Een installatie voor warm tapwater bestaat uit:

- Een warmteopwekkingsinstallatie, waarbij onderscheid gemaakt kan worden tussen twee types: installaties met ogenblikkelijke opwarming van het warm tapwater en installaties met warmteopslag. In beide gevallen kan het warmteopwekkingstoestel voor ruimteverwarming de warmte leveren ofwel hebben ruimteverwarming en warm tapwater elk een eigen warmteopwekkingstoestel;
- Een warmteverdeling.

De bruto energiebehoefte voor warm tapwater omvat de netto energiebehoefte voor warm tapwater en alle verliezen, die bij de verdeling ervan optreden. Deze verliezen worden via het systeemrendement ingerekend. Ingeval meer dan één warmteopwekkingsinstallatie voor de opwekking van warm tapwater instaat, wordt elk gekoppeld aan de tappunten die ze bedient.

9.2 Maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming

9.2.1 Principe

De maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van een energiesector i wordt bekomen door de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming te delen door het maandgemiddeld systeemrendement voor ruimteverwarming. Dit maandgemiddeld systeemrendement stelt de verhouding voor tussen de nuttige warmte die het warmteafgiftesysteem maandelijks aan de energiesector afgeeft en de warmte die de bijbehorende warmteopwekkingsinstallatie maandelijks aan het systeem van warmteverdeling (en eventueel warmteopslag) overdraagt. Het verschil tussen beide wordt o.a. door volgende verliesstromen bepaald:

- De niet gerecupereerde opslag- en verdeelverliezen;
- Een bijkomende verliesstroom doorheen de uitwendige scheidingsconstructies achter, onder of boven het verwarmingselement;
- Een bijkomende verliesstroom als gevolg van temperatuurstratificatie, waardoor op referentiehoogte de resulterende temperatuur lager ligt dan op plafondhoogte;
- Een bijkomende verliesstroom door het feit dat in de wat lage, maar constante binnentemperatuur van 18°C nachtelijke temperatuurverlaging en gedifferentieerde dagtemperaturen verrekend zitten en de regeling niet zomaar in staat is de gewenste differentiatie te realiseren;
- Een bijkomende verliesstroom doordat de gebouwgebruikers de instelwaarde minus de differentie als gewenste temperatuur zien.

De maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming wordt berekend als:

$$\text{Eq. 83} \quad Q_{\text{heat,gross,sec } i,m} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{\eta_{\text{sys,heat,sec } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ;
$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.2;
$\eta_{\text{sys,heat,sec } i,m}$	het maandgemiddeld systeemrendement voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.2, (-).

De bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesectoren die bediend worden door een "combilus" wordt bepaald volgens door de minister bepaalde specificaties.

9.2.2 Maandgemiddeld systeemrendement

9.2.2.1 Principe

Het boven gedefinieerd maandgemiddeld systeemrendement bestaat op zijn beurt uit een product van het maandgemiddeld afgifte-, het maandgemiddeld verdeel- en het maandgemiddeld opslagrendement:

$$\text{Eq. 84} \quad \eta_{\text{sys,heat,sec } i,m} = \eta_{\text{em,heat,sec } i,m} \cdot \eta_{\text{distr,heat,sec } i,m} \cdot \eta_{\text{stor,heat,sec } i,m} \quad (-)$$

met:

$\eta_{em,heat,sec\ i,m}$	het maandgemiddeld afgiffterendement van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.2.2, (-);
$\eta_{distr,heat,sec\ i,m}$	het maandgemiddeld verdeelrendement van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.2.3, (-);
$\eta_{stor,heat,sec\ i,m}$	het maandgemiddeld opslagrendement van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.2.4, (-).

Het maandgemiddeld afgiffterendement stelt de verhouding voor tussen de nuttige warmte die de verwarmingselementen maandelijks aan de energiesector afgeven en de totale warmte die ze maandelijks afgeven. Hierin zitten zowel de onnuttige warmteverliezen van deze elementen als de verliezen door onvolmaakte regeling.

Het maandgemiddeld verdeelrendement stelt de verhouding voor tussen de warmte die de verwarmingselementen maandelijks aan de energiesector afgeven en de warmte die de warmteopwekkingsinstallatie(s) en/of opslagvat(en) maandelijks aan het systeem van warmteverdeling overdragen.

Ingeval van opslag van thermische energie in een buffervat stelt het maandgemiddeld opslagrendement de verhouding voor tussen de warmte die maandelijks aan het verdeelsysteem afgegeven wordt en de warmte die de warmteopwekkingsinstallatie(s) maandelijks aan het (de) opslagvat(en) overdraagt (overdragen).

9.2.2.2 Afgiffterendement

Neem als eenvoudige benadering de waarden van Tabel [43]. Voor een detailberekening wordt verwezen naar Bijlage D van deze tekst.

Indien er in geval van centrale verwarming meer dan één afgiftesysteem in de energiesector aanwezig is, beschouw dan het systeem met het slechtste afgiffterendement uit Tabel [43]. Gebruik van Bijlage D van deze tekst is in dat geval niet meer mogelijk.

Indien er in een energiesector meerdere types plaatselijke verwarming aanwezig zouden zijn, is een verdere opdeling in energiesectoren verplicht, zodat er in elke energiesector slechts één type aanwezig blijft: zie ook § 5.3.

Tabel [43]: Rekenwaarden voor het afgifterendement

<u>Centrale verwarming</u>		
Regeling van de binnentemperatuur	Regeling van de vertrektemperatuur van het kringwater of van de lucht	
	Constante instelwaarde	Variabele instelwaarde
Temperatuurgestuurd per ruimte	0,87 (1)	0,89 (1)
Andere	0,85 (1)	0,87 (1)
<u>Plaatselijke verwarming waarvan het opwekkingsrendement wordt berekend volgens § 10.2.3.2.4</u>		
Houtkachel	0,82	
Kolenkachel	0,82	
Oliekachel	0,87	
Gaskachel	0,87	
Elektrisch stralingstoestel of convector, zonder elektronische regeling (bv. met bimetaal)	0,90	
Elektrisch stralingstoestel of convector, met elektronische regeling	0,96	
Elektrische accumulatieverwarming, zonder buitenvoeler (bv. manueel in te stellen)	0,85	
Elektrische accumulatieverwarming, met buitenvoeler	0,92	
"Slave heater"	0,85	
Elektrische weerstandsverwarming ingebed in vloer, muur of plafond	0,87	
<u>Plaatselijke verwarming waarvan het opwekkingsrendement wordt berekend volgens § 10.2.3.2.3</u>		
Elektrische weerstandsverwarming ingebed in een wand (vloer, muur of plafond) in contact met de buitenomgeving	0,87	
Alle andere types plaatselijke toestellen	0,91	
<u>Gemeenschappelijke verwarming</u>		
<p>Indien meerdere EPB wooneenheden over een gemeenschappelijke warmteopwekkingsinstallatie beschikken dienen de bovenstaande waarden (voor centrale verwarming) als volgt verminderd te worden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • indien er per EPB wooneenheid een individuele warmtekostenafrekening gebeurt op basis van een individuele meting van het reële verbruik: vermenigvuldig de van toepassing zijnde bovenstaande waarde met de factor 0,95; • indien er geen dergelijke geïndividualiseerde reële warmtekostenafrekening gebeurt: vermenigvuldig de van toepassing zijnde bovenstaande waarde met de factor 0,85. <p>Opmerking: de aanwezigheid of afwezigheid van een individuele warmtekostenafrekening moet afzonderlijk voor elke EPW-eenheid worden geëvalueerd.</p>		

(1) Indien 1 of meerdere warmteafgifte-elementen in de energiesector (gedeeltelijk) voor beglazing opgesteld staan, wordt het rendement verlaagd met 0,08.

Bij centrale verwarmingssystemen dient een onderscheid gemaakt te worden al naar gelang de regeling van de vertrektemperatuur in het verdeelsysteem⁵:

- ofwel is de instelwaarde constant;
- ofwel verandert de instelwaarde automatisch, bv. samen met de buitentemperatuur.

Een regeling behoort tot de categorie 'temperatuurgestuurd per ruimte' indien in alle ruimten van de betreffende energiesector de warmteafgifte zo geregeld is dat de warmtetoevoer automatisch afgesloten wordt van zodra de instelwaarde van de binnentemperatuur bereikt is. Dit kan bv. door thermostatische kranen op alle afgifte-elementen en/of door een thermostaatregeling in elke ruimte. Eenvoudige afsluitkranen op radiatoren vallen niet in de categorie 'temperatuurgestuurd'.

9.2.2.3 Verdeelrendement

Neem als eenvoudige benadering voor het maandelijks verdeelrendement de constante waarden van Tabel [7]. Voor een detailberekening wordt verwezen naar Bijlage E van deze tekst.

Tabel [7]: Verdeelrendement

Verwarmingsinstallatie	$\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$
Plaatselijke verwarming	1,00
Centrale verwarming met warm water of lucht, gemeenschappelijke verwarming	
<ul style="list-style-type: none"> • Alle leidingen of kanalen binnen de isolatielaag van het beschermd volume 	1,00
<ul style="list-style-type: none"> • Een deel van de leidingen of kanalen buiten de isolatielaag van het beschermd volume 	0,95

⁵ Een variabele instelwaarde kan bijvoorbeeld verwezenlijkt worden m.b.v. een glijdende keteltemperatuursregeling, of m.b.v. een driewegsmengkraan onmiddellijk na de ketel mits die voorzien is van een automatische regeling met variabel setpoint.

9.2.2.4 Opslagrendement

Neem als eenvoudige benadering voor het maandelijks opslagrendement de constante waarden van Tabel [8].

Tabel [8]: Opslagrendement

Opslag van warmte voor ruimteverwarming in een (of meerdere) buffervat(en)	$\eta_{stor,heat,sec\ i,m}$
Niet aanwezig	1,00
Wel aanwezig	
• binnen het beschermd volume	1,00
• buiten het beschermd volume	0,97

9.3 Maandelijks bruto energiebehoefte voor warm tapwater

9.3.1 Principe

De maandelijks bruto energiebehoefte voor warm tapwater wordt bekomen door de netto energiebehoefte te delen door het bijbehorend maandgemiddeld systeemrendement:

$$\text{Eq. 85} \quad Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m} = r_{\text{water,bath } i,\text{gross}} \cdot \frac{Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}}{\eta_{\text{sys,bath } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 86} \quad Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m} = r_{\text{water,sink } i,\text{gross}} \cdot \frac{Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m}}{\eta_{\text{sys,sink } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$ de maandelijks netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i , in MJ, bepaald volgens § 7.3;

$Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m}$ de maandelijks netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i , in MJ, bepaald volgens § 7.3;

$\eta_{\text{sys,bath } i,m}$ het maandgemiddeld systeemrendement voor het warm tapwater van douche of bad i , bepaald volgens § 9.3.2.2, (-);

$\eta_{\text{sys,sink } i,m}$ het maandgemiddeld systeemrendement voor het warm tapwater van keukenaanrecht i , bepaald volgens § 9.3.2.2, (-);

$r_{\text{water,bath } i,\text{gross}}$ een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoever naar de warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister bepaalde regels, (-);

$r_{\text{water,sink } i,\text{gross}}$ een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoever naar de warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister bepaalde regels, (-).

De reductiefactoren $r_{\text{water,gross}}$ kunnen niet toegepast worden in geval het warm tapwater voor de douche, het bad of het aanrecht uit een circulatieleiding

betrokken wordt. In dit geval dient beroep gedaan te worden op gelijkwaardigheid.

De bruto energiebehoefte voor warm tapwater van tappunten die bediend worden door een "combilus" wordt bepaald volgens door de minister bepaalde specificaties.

9.3.2 Systeemrendement voor warm tapwater

9.3.2.1 Principe

Het systeemrendement voor warm tapwater hangt af van de wijze van verdelen van het warm tapwater en van het aftappatroon. Bij elke afname wordt in de intussen afgekoelde tapleidingen koud water verdrongen door warm water. Ook na de initiële doorspoeling blijft het warme water afkoelen bij zijn doorgang doorheen de tapleidingen. Bij installaties met circulatieleiding is er warmteverlies, evenredig met de lengte van deze leiding. De circulatieleiding kan zowel betrekking hebben op 1 EPW-eenheid (bv. een eengezinswoning) als op meerdere EPB-eenheden (bv. de verschillende EPB-wooneenheden in een appartementsgebouw met gemeenschappelijke, centrale warm tapwater opwekking).

9.3.2.2 Rekenregel

Bepaal het systeemrendement bij badkamers en keukens als:

- zonder circulatieleiding:

$$\text{Eq. 87} \quad \eta_{\text{sys,bath } i,m} = \eta_{\text{tubing,bath } i}$$

$$\eta_{\text{sys,sink } i,m} = \eta_{\text{tubing,sink } i} \quad (-)$$

- met circulatieleiding:

$$\text{Eq. 88} \quad \eta_{\text{sys,bath } i,m} = \eta_{\text{tubing,bath } i} \cdot \eta_{\text{water,circ } k,m}$$

$$\eta_{\text{sys,sink } i,m} = \eta_{\text{tubing,sink } i} \cdot \eta_{\text{water,circ } k,m} \quad (-)$$

met:

$\eta_{\text{tubing,bath } i}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar douche of bad i , zoals hieronder bepaald, (-);
$\eta_{\text{tubing,sink } i}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar keukenaanrecht i , zoals hieronder bepaald, (-);
$\eta_{\text{water,circ } k,m}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van de circulatieleiding k , zoals hieronder bepaald (-).

Bepaal de bijdrage van de tapleidingen als:

$$\text{Eq. 284} \quad \eta_{\text{tubing,bath } i} = \frac{100}{100 + l_{\text{tubing,bath } i} / r_{\text{water,bath } i,\text{net}}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 285 } \eta_{\text{tubing,sink } i} = \frac{20}{20 + l_{\text{tubing,sink } i} / r_{\text{water,sink } i,\text{net}}} \quad (-)$$

met:

$l_{\text{tubing,bath } i}$	de lengte van de leidingen naar douche of bad i , in m. Indien er geen circulatieleiding is: neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen het aansluitpunt van de betreffende warmteopwekker(s) voor warm tapwater en het vloermidden van de betreffende badkamer. Alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden. Indien er wel een circulatieleiding is: neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen het betreffende aftakpunt van de circulatieleiding en het vloermidden van de betreffende badkamer. Alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden;
$r_{\text{water,bath } i,\text{net}}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar douche of bad i d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister bepaalde regels, (-);
$l_{\text{tubing,sink } i}$	de lengte van de leidingen naar keukenaanrecht i , in m. Indien er geen circulatieleiding is: neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen de betreffende warmteopwekker(s) voor warm tapwater en het vloermidden van de betreffende keuken. Alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden. Indien er wel een circulatieleiding is: neem dan deze lengte gelijk aan de som van de kortste afstanden horizontaal en verticaal tussen het betreffende aftakpunt van de circulatieleiding en het vloermidden van de betreffende keuken. Alternatief mag ook de reële leidinglengte genomen worden;
$r_{\text{water,sink } i,\text{net}}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer naar keukenaanrecht i d.m.v. warmteterugwinning uit de afloop, te bepalen volgens vooraf door de minister bepaalde regels, (-).

Als waarden bij ontstentenis gelden:

- $l_{\text{tubing,bath } i} = 10 \text{ m}$
- $l_{\text{tubing,sink } i} = 20 \text{ m}$

Bepaal de bijdrage van de circulatieleiding k als:

$$\text{Eq. 286 } \eta_{\text{water,circ } k,m} = \frac{Q_{\text{water out,circ } k,m}}{Q_{\text{water out,circ } k,m} + t_m \cdot f_{\text{insul,circ } k} \cdot \sum_j \frac{l_{\text{circ } k,j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,m,j}})}{R_{1,j}}} \quad (-)$$

met:

$$Q_{\text{waterout,circ k,m}} = \sum_i \frac{Q_{\text{water,bath i,net,m}}}{\eta_{\text{tubing,bath i}}} + \sum_i \frac{Q_{\text{water,sink i,net,m}}}{\eta_{\text{tubing,sink i}}}$$

Eq. 287

$$+ \sum_i \frac{Q_{\text{water,other i,net,m}}}{\eta_{\text{tubing,other i}}} + \sum_l Q_{\text{water,ncalc,res,unit l,gross woC,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$+ \sum_m Q_{\text{water,ncalc,nres,bath m,gross woC,m}} + \sum_n Q_{\text{water,ncalc,nres,sink n,gross woC,m}}$$

en:

t_m	de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1];
$f_{\text{insul,circ k}}$	correctiefactor om rekening te houden met de impact van koudebruggen op de warmteweerstand van de segmenten van circulatieleiding k, zoals hieronder bepaald in functie van de eigenschappen van de circulatieleiding, (-);
$l_{\text{circ k,j}}$	de lengte van segment j van circulatieleiding k, in m;
$\theta_{\text{amb,m,j}}$	de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van leidingsegment j, in °C: - indien het leidingsegment binnen het beschermde volume ligt, geldt: $\theta_{\text{amb,m,j}} = 18$; - indien het leidingsegment in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt: $\theta_{\text{amb,m,j}} = 11 + 0,4 \cdot \theta_{e,m}$; - indien het leidingsegment buiten ligt, geldt: $\theta_{\text{amb,m,j}} = \theta_{e,m}$; waarin: $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens Tabel [1];
$R_{l,j}$	de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j, in m.K/W, bepaald volgens § E.3;
$Q_{\text{water,bath i,net,m}}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, in MJ, bepaald volgens § 7.3 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 5.10 van bijlage EPN voor EPN-eenheden;
$Q_{\text{water,sink i,net,m}}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, in MJ, bepaald volgens § 7.3 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 5.10 van bijlage EPN voor EPN-eenheden;
$Q_{\text{water,other i,net,m}}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt i voor warm tapwater, in MJ, bepaald volgens § 5.10 van bijlage EPN;
$\eta_{\text{tubing,other i}}$	de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar ander tappunt i voor warm tapwater, (-), bepaald volgens § 6.5 van bijlage EPN;
$Q_{\text{water,ncalc,res,unit l,gross woC,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van EPB-wooneenheid l die geen EPW-eenheid is, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding/combilus, in MJ, zoals hieronder bepaald;
$Q_{\text{water,ncalc,nres,bath m,gross woC,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van bad of douche m die zich in een niet-residentiële EPB-eenheid bevindt en geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding/combilus, in MJ, zoals hieronder bepaald;
$Q_{\text{water,ncalc,nres,sink n,gross woC,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht n dat zich in een niet-residentiële EPB-eenheid bevindt en geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen

van de circulatieleiding/combilus, in MJ, zoals hieronder bepaald.

Uitzondering: indien $Q_{\text{water out, circ } k, m}$ gelijk is aan 0 wordt $\eta_{\text{water, circ } k, m}$ gelijk gesteld aan 1.

Voor de bepaling van $\eta_{\text{water, circ } k, m}$ moet gesommeerd worden over alle segmenten j van circulatieleiding k .

Voor de bepaling van $Q_{\text{water out, circ } k, m}$ moet gesommeerd worden over:

- alle douches, baden en keukenaanrechten i , gelegen in EPW- of EPN-eenheden en aangesloten op circulatieleiding k ;
- alle andere tappunten i voor warm tapwater, gelegen in EPN-eenheden en aangesloten op circulatieleiding k ;
- alle EPB-wooneenheden l , die geen EPW-eenheid zijn en aangesloten zijn op circulatieleiding k ;
- alle douches en baden m en keukenaanrechten n , die zich in een niet-residentiële EPB-eenheid bevinden, geen deel uitmaken van een EPN-eenheid en aangesloten zijn op circulatieleiding k .

De correctiefactor $f_{\text{insul, circ } k}$ hangt af van de eigenschappen van de circulatieleiding en appendages. Drie gevallen worden onderscheiden.

Geval 1

Indien de circulatieleiding en appendages aan elk van volgende voorwaarden voldoen, dan is $f_{\text{insul, circ } k} = 1,1$.

- De isolatie van elke bocht (*) is van hetzelfde materiaal en heeft dezelfde dikte als de isolatie van de aangrenzende rechte leidingstukken en is zo aangebracht dat de isolatie nergens onderbroken wordt.
- Geen enkele beugel ter bevestiging van de leiding onderbreekt de isolatie.
- De isolatie van de hoofdleiding wordt ter hoogte van geen enkele aftakking (*) onderbroken en de thermische isolatie van elke aftakleiding, indien van toepassing, sluit aan op deze van de hoofdleiding.
- Elk kraanwerkelement (**) heeft een equivalente warmteweerstand, waarvoor geldt:

$$\text{Eq. 288 } R_{\text{eq, tap}} \geq \max(R_{1,j}) \quad (\text{m.K/W})$$

met:

$R_{\text{eq, tap}}$ de equivalente warmteweerstand van het isolatiemateriaal van het kraanwerkelement, zoals hieronder bepaald, in m.K/W;

$R_{1,j}$ de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j waarop het kraanwerkelement wordt aangesloten, zoals bepaald in § E.3, in m.K/W.

Het maximum moet bepaald worden over alle segmenten j die aangesloten zijn op het kraanwerkelement.

- Elk pomphuis is thermisch geïsoleerd met een isolatiemateriaal met warmtegeleidingscoëfficiënt $\lambda_{\text{insul, pumps}}$ en minimale isolatiedikte $d_{\text{insul, pumps}}$ waarvoor geldt:

Eq. 289 $\frac{d_{\text{insul,pumps}}}{\lambda_{\text{insul,pumps}}} \geq 0,5$

met:

- $d_{\text{insul,pumps}}$ de kleinste afstand tussen het binnen- en buitenoppervlak van de omhullende isolatie rond de pomp, waarbij bedieningsstukken, afleesinterfaces en delen die specifiek bedoeld zijn om de pompelektronica tegen oververhitting te beschermen (koelvinnen) buiten beschouwing worden gelaten, in m;
- $\lambda_{\text{insul,pumps}}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond de pomp, bepaald bij een referentietemperatuur van minstens 40°C, in W/(m.K).

- NOTA (*) Voor de volledige circulatieleiding mag voor n_{exc} bochten of aftakkingen afgeweken worden van bovenstaande eisen, waarbij n_{exc} wordt bepaald zoals hieronder beschreven.
- NOTA (**) Kraanwerkelement: volgende onderdelen worden in deze bijlage als (te isoleren) kraanwerkelement beschouwd: collector, afsluitkraan, regelkraan, purgeerkraan, terugslagklep, slibafscheider en evenwichtsfles.

Geval 2

Indien geval 1 niet van toepassing is maar de circulatieleiding en appendages aan elk van volgende voorwaarden voldoen, dan is $f_{\text{insul,circ k}} = 1,3$.

- De isolatie van elke bocht (*) is van hetzelfde materiaal en heeft dezelfde dikte als de isolatie van de aangrenzende rechte leidingstukken en is zo aangebracht dat de isolatie nergens onderbroken wordt.
- Geen enkele beugel ter bevestiging van de leiding onderbreekt de isolatie.
- De isolatie van de hoofdleiding wordt ter hoogte van geen enkele aftakking (*) onderbroken en de thermische isolatie van elke aftakleiding, indien van toepassing, sluit aan op deze van de hoofdleiding.

- NOTA (*) Voor de volledige circulatieleiding mag voor n_{exc} bochten of aftakkingen afgeweken worden van bovenstaande eisen, waarbij n_{exc} wordt bepaald zoals hieronder beschreven.

Geval 3

In alle andere gevallen, geldt: $f_{\text{insul,circ } k} = 2$. Dit is tevens de waarde bij ontstentenis.

De equivalente warmteweerstand van een kraanwerkelement, $R_{\text{eq,tap}}$, wordt bepaald als volgt:

$$\text{Eq. 290 } R_{\text{eq,tap}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{insul,tap}}} \ln \left(\frac{D_{\text{e, eq,tap}}}{D_{\text{i, eq,tap}}} \right) + \frac{1}{h_{\text{se,tap}} \cdot \pi \cdot D_{\text{e, eq,tap}}} \quad (\text{m.K/W})$$

met:

$$\text{Eq. 291 } D_{\text{e, eq,tap}} = D_{\text{i, eq,tap}} + 2 \cdot d_{\text{insul,tap}} \quad (\text{m})$$

$$\text{Eq. 292 } D_{\text{i, eq,tap}} = \max(D_{\text{i, j}}) \quad (\text{m})$$

en:

$\lambda_{\text{insul,tap}}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond het kraanwerkelement, bepaald bij een referentietemperatuur van minstens 40°C, in W/(m.K);

$D_{\text{e, eq,tap}}$ de equivalente buitendiameter van de isolatie rond het kraanwerkelement, in m;

$D_{\text{i, eq,tap}}$ de equivalente buitendiameter van het ongeïsoleerde kraanwerkelement, in m;

$d_{\text{insul,tap}}$ de kleinste afstand tussen het binnen- en buitenoppervlak van de omhullende isolatie rond het kraanwerkelement, waarbij de bedieningsorganen buiten beschouwing worden gelaten, in m;

$D_{\text{i, j}}$ de buitendiameter van het ongeïsoleerde leidingsegment j waarop het kraanwerkelement wordt aangesloten, in m;

$h_{\text{se,tap}}$ de totale (convectieve + radiatieve) externe warmteoverdrachtscoëfficiënt van het kraanwerkelement, in W/(m².K), gelijk te nemen aan:

- binnen het beschermd volume: $h_{\text{se,tap}} = 8$;

- in aangrenzende onverwarmde ruimte: $h_{\text{se,tap}} = 10$;

- buiten: $h_{\text{se,tap}} = 25$.

Het maximum moet bepaald worden over alle segmenten j die aangesloten zijn op het kraanwerkelement.

Het aantal bochten of aftakkingen waarvoor mag worden afgeweken van de isolatie-eisen, n_{exc} , wordt bepaald als volgt:

$$\text{Eq. 293 } n_{\text{exc}} = \frac{\sum_j l_{\text{circ } k, j}}{100} \quad (-)$$

met:

$l_{\text{circ } k, j}$ de lengte van segment j van circulatieleiding k, in m.

Er moet gesommeerd worden over alle segmenten j van circulatieleiding k. Het resultaat moet naar boven afgerond worden tot op één eenheid.

Bepaal de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van EPB wooneenheid 1 die geen EPW-eenheid is, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding/combilus, $Q_{\text{water},\text{ncalc},\text{res},\text{unit }1,\text{gross woC},\text{m}}$, als volgt:

$$\text{Eq. 294 } Q_{\text{water},\text{ncalc},\text{res},\text{unit }1,\text{gross woC},\text{m}} = \frac{\max[64; 64 + 0,220 \cdot (V_{\text{unit }1} - 192)] \cdot t_m}{\eta_{\text{tubing},\text{ncalc},\text{res},\text{unit }1}} \quad (\text{MJ})$$

met:

$V_{\text{unit }1}$ het totaal volume van EPB wooneenheid 1, in m^3 ;
 t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie Tabel [1];
 $\eta_{\text{tubing},\text{ncalc},\text{res},\text{unit }1}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen in EPB wooneenheid 1, bepaald zoals $\eta_{\text{tubing},\text{bath }i}$ waarbij conventioneel wordt aangenomen dat:
 - $r_{\text{water},\text{bath }i,\text{net}} = 1$ en
 - $l_{\text{tubing},\text{bath }i} = 5$ m.

Als waarde bij ontstentenis geldt: $V_{\text{unit }1} = 0$.

Bepaal de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van bad of douche m die zich in een niet-residentiële EPB-eenheid bevinden en geen deel uitmaken van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding/combilus, $Q_{\text{water},\text{ncalc},\text{nres},\text{bath }m,\text{gross woC},\text{m}}$, als volgt:

$$\text{Eq. 295 } Q_{\text{water},\text{ncalc},\text{nres},\text{bath }m,\text{gross woC},\text{m}} = \frac{213 \cdot t_m}{\eta_{\text{tubing},\text{ncalc},\text{nres},\text{bath }m}} \quad (\text{MJ})$$

met:

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
 $\eta_{\text{tubing},\text{ncalc},\text{nres},\text{bath }m}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar bad of douche m, bepaald zoals $\eta_{\text{tubing},\text{bath }i}$ waarbij conventioneel wordt aangenomen dat:
 - $r_{\text{water},\text{bath }i,\text{net}} = 1$ en
 - $l_{\text{tubing},\text{bath }i} = 5$ m.

Bepaal de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht n dat zich in een niet-residentiële EPB-eenheid bevindt en geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding/combilus, $Q_{\text{water},\text{ncalc},\text{nres},\text{sink }n,\text{gross woC},\text{m}}$, als volgt:

$$\text{Eq. 296 } Q_{\text{water},\text{ncalc},\text{nres},\text{sink }n,\text{gross woC},\text{m}} = \frac{A_{f,\text{sink}} \cdot 30,53 \cdot t_m}{\eta_{\text{tubing},\text{ncalc},\text{nres},\text{sink }n}} \quad (\text{MJ})$$

met:

$A_{f,\text{sink}}$ de gebruiksoppervlakte van de ruimten nodig voor de bereiding van maaltijden van de keuken waarin keukenaanrecht n zich bevindt, in m^2 , bepaald volgens § 5.10.2 van bijlage EPN;
 t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
 $\eta_{\text{tubing},\text{ncalc},\text{nres},\text{sink }n}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de tapleidingen naar keukenaanrecht n, bepaald zoals $\eta_{\text{tubing},\text{sink }i}$ waarbij conventioneel wordt aangenomen dat:
 - $r_{\text{water},\text{sink }i,\text{net}} = 1$ en
 - $l_{\text{tubing},\text{sink }i} = 5$ m.

10 Eindenergieverbruik voor ruimteverwarming, warm tapwater en koeling

10.1 Vooraf

Met het eindenergieverbruik verschijnen de warmteopwekkingstoestellen in de beoordeling. Dat gebeurt in het algemeen via het opwekkingsrendement, dat wordt berekend op basis van een of meerdere karakteristieken van het opwekkingstoestel.. In voorkomend geval wordt gelijktijdig rekening gehouden met de nuttige bijdrage van thermische zonne-energiesystemen. Voor koeling geldt een specifieke procedure.

10.2 Maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming

10.2.1 Principe

De energie nodig om een energiesector te verwarmen kan door één enkel opwekkingstoestel geleverd worden, of door een combinatie van parallel of in serie geschakelde opwekkers. Omwille van dit laatste geval wordt het formalisme ingevoerd van een preferent toestel enerzijds, en niet-preferent geschakelde opwekker(s) anderzijds. In het (meest gebruikelijke) geval dat er één enkele opwekker is, komt dit overeen met een preferent aandeel van 100%. Onderstaande uitdrukkingen geven dan als resultaat een nulverbruik voor de niet-preferente warmteopwekker(s).

Dit principe is ook geldig voor hybride warmtepompen (de combinatie van een warmtepomp en een ketel) of warmtepompen met een ingebouwde elektrische weerstandsverwarming. In die twee gevallen worden de twee opwekkers als parallel geschakelde toestellen beschouwd. Uitzondering: indien het opwekkingsrendement van een elektrische warmtepomp met ingebouwde elektrische weerstandsverwarming wordt bepaald volgens § 10.2.3.3.2, is de invloed van de elektrische weerstand reeds begrepen in dit opwekkingsrendement en wordt het toestel toch beschouwd als een enkele opwekker.

10.2.2 Rekenregel

Het eindenergieverbruik voor ruimteverwarming, zonder de hulpenergie mee te tellen, wordt per maand en per energiesector gegeven door:

- voor de preferente warmteopwekker(s):

$$\text{Eq. 93} \quad Q_{\text{heat,final,sec } i,m,\text{pref}} = \frac{f_{\text{heat,m,pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,heat,sec } i,m}) \cdot Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}} \quad (\text{MJ})$$

- voor de niet-preferente warmteopwekker(s) k:

$$\text{Eq. 328} \quad Q_{\text{heat,final,sec } i,m,\text{npref } k} = \frac{f_{\text{heat,m,npref } k} \cdot (1 - f_{\text{as,heat,sec } i,m}) \cdot Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}}{\eta_{\text{gen,heat,npref } k}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$f_{\text{heat,m,pref}}$ de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de preferent geschakelde warmteopwekker(s) wordt geleverd, zoals hieronder bepaald, (-);

$f_{\text{heat,m,npref } k}$ de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering die door de niet-preferente warmteopwekker(s) k wordt geleverd, zoals hieronder bepaald, (-);

$f_{as,heat,sec\ i,m}$	het aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4, (-);
$Q_{heat,gross,sec\ i,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens § 9.2, in MJ;
$\eta_{gen,heat,pref}$	het opwekkingsrendement van de preferente warmteopwrekker(s), bepaald volgens § 10.2.3, (-);
$\eta_{gen,heat,npref\ k}$	het opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwrekker(s) k , bepaald volgens § 10.2.3, (-).

Voor de groepering van toestellen en de opdeling in preferente en niet-preferente warmteopwekkers gelden dezelfde regels als gespecificeerd in § 7.1 en § 7.2.1 van bijlage EPN bij dit besluit.

Bepaal de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de preferent geschakelde warmteopwrekker(s) wordt geleverd, als volgt:

- Indien er slechts één type toestel is, geldt: $f_{heat,m,pref} = 1$.
- Zoniet:
 - indien het preferente toestel geen WKK-installatie op de site of warmtepomp met buitenlucht als warmtebron is, ontleen dan de waarden voor $f_{heat,m,pref}$ aan Tabel [34]. Bij toepassing van Tabel [34] wordt voor tussenliggende waarden van x_m lineair geïnterpoleerd;
 - indien het preferente toestel een WKK-installatie op de site is, ontleen dan de waarde voor $f_{heat,m,pref}$ aan Tabel [10];
 - indien het preferente toestel een warmtepomp met buitenlucht als warmtebron is, ontleen dan de waarden voor $f_{heat,m,pref}$ aan Tabel [35]. Bij toepassing van Tabel [35] wordt voor tussenliggende waarden van x_m lineair geïnterpoleerd.

Bij het gebruik van deze tabellen geldt de regeling van het preferente en van de niet-preferente toestellen als "piekvermogenaanvulregeling" indien de niet-preferente toestellen enkel aanvullend in werking treden tijdens periodes waarin de vermogensvraag groter is dan kan geleverd worden door het preferente toestel, en indien bovendien tijdens die periodes het preferent toestel op maximaal vermogen in werking blijft. Indien het preferente toestel in die periodes wordt uitgeschakeld, en in alle andere gevallen, geldt de "piekvermogenschakelregeling".

Een preferent toestel geldt als "modulerend preferent" toestel als het aan minstens een van de volgende voorwaarden voldoet:

- het afgeleverd vermogen van het toestel kan gemoduleerd worden onder de 80% van het nominaal vermogen, in respons op variërende warmtevraag;
- de opwrekker is aangesloten op een systeem van oppervlakteverwarming (vloer-, muur- of plafondverwarming);
- de opwrekker is aangesloten op een buffervat met een volume groter of gelijk aan $V_{min,i}$, zoals hieronder bepaald.

Als toestel aan geen van de bovenstaande voorwaarden voldoet geldt het als een toestel "met beperkte moduleermogelijkheden".

Het minimale opslagvolume $V_{min,i}$ wordt als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 402} \quad V_{min,i} = \frac{0,44 \times P_{gen,heat,pref,i}}{(\theta_{pref,i} - \theta_{return,design,i})} \quad (\text{m}^3)$$

met:

$P_{\text{gen,heat,pref},i}$ het totale nominale vermogen van de preferente warmteopwrekker i , in kW;

$\theta_{\text{pref},i}$ de temperatuur waarop de preferente opwrekker i warmte aflevert aan het buffervat, in °C;

$\theta_{\text{return,design},i}$ de ontwerpretourtemperatuur van het warmteafgiftesysteem waaraan de preferente opwrekker i warmte levert, zoals bepaald in § 10.2.3.2, in °C.

Opmerking: indien $\theta_{\text{return,design},i}$ groter dan of gelijk aan $\theta_{\text{pref},i}$ is, wordt het buffervat niet beschouwd en wordt automatisch verondersteld dat de betreffende voorwaarde voor moduleerbaarheid niet is voldaan.

De waarden voor $f_{\text{heat,m,pref}}$ worden steeds uitgedrukt in functie van hulpvariabele x_m . Bepaal deze hulpvariabele x_m zoals in § 7.3.1 van bijlage EPN bij dit besluit.

Het eindenergieverbruik van energiesectoren die bediend worden door een "combilus" wordt bepaald volgens door de minister bepaalde specificaties.

Tabel [34]: De maandelijkse fractie van de totale warmte die door de preferent geschakelde warmteopwekker(s), $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$, wordt geleverd - preferente opwekker is geen WKK-installatie op de site of warmtepomp met buitenlucht als warmtebron

Hulpvariable x_m	Modulerend preferent toestel		Preferent toestel met beperkte moduleermogelijkheden	
	Piekvermogen-schakelregeling	Piekvermogen-aanvulregeling	Piekvermogen-schakelregeling	Piekvermogen-aanvulregeling
$x_m = 0$	1,00	1,00	0	0
$x_m = 0,05$	0,99	1,00	0	0
$x_m = 0,15$	0,97	0,99	0,04	0,06
$x_m = 0,25$	0,93	0,99	0,08	0,14
$x_m = 0,35$	0,87	0,97	0,15	0,25
$x_m = 0,45$	0,78	0,96	0,20	0,38
$x_m = 0,55$	0,62	0,92	0,19	0,49
$x_m = 0,65$	0,48	0,86	0,16	0,55
$x_m = 0,75$	0,35	0,79	0,13	0,56
$x_m = 0,85$	0,28	0,74	0,11	0,57
$x_m = 0,95$	0,25	0,71	0,10	0,56
$x_m = 1,05$	0,16	0,63	0,06	0,53
$x_m = 1,15$	0,15	0,61	0,06	0,52
$x_m = 1,25$	0,14	0,59	0,06	0,52
$x_m = 1,35$	0,09	0,51	0	0,45
$x_m = 1,45$	0,08	0,47	0	0,41
$x_m = 1,55$	0,07	0,46	0	0,41
$x_m = 1,65$	0,07	0,46	0	0,40
$x_m = 1,75$	0,06	0,44	0	0,40
$x_m = 1,85$	0,05	0,44	0	0,37
$x_m = 1,95$	0	0,39	0	0,33
$x_m = 2,05$	0	0,36	0	0,32
$x_m = 2,15$	0	0,35	0	0,31
$x_m = 2,25$	0	0,34	0	0,29
$x_m = 2,35$	0	0,31	0	0,28
$x_m = 2,45$	0	0,30	0	0,28
$x_m = 2,55$	0	0,30	0	0,28
$x_m = 2,65$	0	0,30	0	0,27
$x_m = 2,75$	0	0,28	0	0,26
$x_m = 2,85$	0	0,28	0	0,26
$x_m = 2,95$	0	0,27	0	0,26
$x_m = 3,00$	0	0,25	0	0,24
$3,00 < x_m$	0	0,25	0	0,24

Tabel [10]: De maandelijkse fractie van de totale warmte die door de preferent geschakelde warmteopwekker(s), $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$, wordt geleverd - preferente opwekker is WKK-installatie op de site

Geval		Maandelijkse fractie
$V_{\text{stor,cogen}} < V_{\text{stor,30 min}}$	$0 \leq x_m < 0,3$	0
	$0,3 \leq x_m < 0,9$	$\frac{2}{3} \cdot x_m - 0,2$
	$0,9 \leq x_m < 1,3$	$0,43 \cdot x_m + 0,013$
	$1,3 \leq x_m < 8,9$	$\frac{1,05 \cdot x_m - 0,245}{(x_m + 0,1)^2}$
	$8,9 \leq x_m$	$\frac{1}{x_m}$
$V_{\text{stor,cogen}} \geq V_{\text{stor,30 min}}$	$0 \leq x_m < 0,05$	0
	$0,05 \leq x_m < 0,35$	$1,66 \cdot x_m - 0,083$
	$0,35 \leq x_m < 0,9$	$0,36 \cdot x_m + 0,376$
	$0,9 \leq x_m < 8,9$	$\frac{1,05 \cdot x_m - 0,245}{(x_m + 0,1)^2}$
	$8,9 \leq x_m$	$\frac{1}{x_m}$

De symbolen in de tabel zijn als volgt gedefinieerd:

$V_{\text{stor,cogen}}$ de waterinhoud van het buffervat, dat dient voor opslag van de warmte die geleverd wordt door de WKK-installatie, in m^3 ;

$V_{\text{stor,30 min}}$ de minimale waterinhoud van een buffervat om 30 minuten warmteproductie van de WKK-installatie op de site op vol vermogen op te slaan, in m^3 , zoals bepaald in § A.6 van bijlage EPN bij dit besluit, in m^3 .

Tabel [35]: De maandelijkse fractie van de totale warmte die door de preferent geschakelde warmteopwekker(s), $f_{\text{heat},m,\text{pref}}$, wordt geleverd – preferente opwekker is warmtepomp met buitenlucht als warmtebron

Regeling	Piekvermogenschakelregeling						Piekvermogenaanvulregeling						
	X_{HP}	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	$\geq 3,50$	<2,25	<2,50	<2,75	<3,00	<3,50	$\geq 3,50$
$x_m = 0$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$x_m = 0,05$	0,73	0,82	0,91	0,97	0,99	0,99	0,99	0,73	0,82	0,91	0,97	1,00	1,00
$x_m = 0,15$	0,65	0,79	0,89	0,94	0,97	0,97	0,97	0,65	0,80	0,90	0,96	0,99	0,99
$x_m = 0,25$	0,53	0,68	0,79	0,85	0,93	0,93	0,93	0,53	0,70	0,81	0,89	0,98	0,99
$x_m = 0,35$	0,40	0,54	0,66	0,73	0,83	0,84	0,84	0,41	0,56	0,69	0,79	0,92	0,96
$x_m = 0,45$	0,33	0,45	0,56	0,64	0,73	0,75	0,75	0,34	0,48	0,61	0,72	0,88	0,93
$x_m = 0,55$	0,30	0,41	0,50	0,56	0,62	0,63	0,63	0,33	0,46	0,59	0,70	0,84	0,89
$x_m = 0,65$	0,27	0,35	0,42	0,46	0,51	0,52	0,52	0,31	0,44	0,56	0,66	0,80	0,84
$x_m = 0,75$	0,23	0,28	0,33	0,37	0,40	0,41	0,41	0,31	0,42	0,54	0,63	0,74	0,78
$x_m = 0,85$	0,20	0,25	0,29	0,31	0,34	0,34	0,34	0,31	0,42	0,53	0,61	0,71	0,74
$x_m = 0,95$	0,17	0,21	0,24	0,27	0,29	0,30	0,30	0,30	0,40	0,49	0,57	0,67	0,71
$x_m = 1,05$	0,13	0,15	0,18	0,20	0,21	0,21	0,28	0,38	0,46	0,53	0,62	0,64	0,64
$x_m = 1,15$	0,12	0,15	0,17	0,18	0,20	0,20	0,26	0,36	0,45	0,51	0,60	0,62	0,62
$x_m = 1,25$	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,18	0,25	0,33	0,41	0,48	0,57	0,60	0,60
$x_m = 1,35$	0,07	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,25	0,33	0,40	0,45	0,52	0,53	0,53
$x_m = 1,45$	0,05	0,06	0,08	0,09	0,09	0,10	0,20	0,27	0,34	0,40	0,47	0,49	0,49
$x_m = 1,55$	0	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47	0,47
$x_m = 1,65$	0	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47	0,47
$x_m = 1,75$	0	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47	0,47
$x_m = 1,85$	0	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,17	0,24	0,30	0,36	0,44	0,47	0,47
$x_m = 1,95$	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,36	0,40	0,40	0,40
$x_m = 2,05$	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,36	0,40	0,40	0,40
$x_m = 2,15$	0	0	0	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,30	0,36	0,40	0,40
$x_m = 2,25$	0	0	0	0,05	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,30	0,36	0,36	0,36
$x_m = 2,35$	0	0	0	0	0,05	0,05	0,17	0,24	0,30	0,30	0,32	0,32	0,32
$x_m = 2,45$	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,30	0,30	0,30	0,32	0,32
$x_m = 2,55$	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,30	0,30	0,30	0,32	0,32
$x_m = 2,65$	0	0	0	0	0	0	0,17	0,24	0,30	0,30	0,30	0,32	0,32
$x_m = 2,75$	0	0	0	0	0	0	0,10	0,16	0,20	0,24	0,27	0,30	0,30
$x_m = 2,80$	0	0	0	0	0	0	0,10	0,14	0,18	0,20	0,25	0,25	0,25
$2,80 < x_m$	0	0	0	0	0	0	0,10	0,14	0,18	0,20	0,25	0,25	0,25

X_{HP} wordt als volgt bepaald:

- als het opwekkingsrendement wordt bepaald volgens § 10.2.3.3.2:

Eq. 329 $X_{\text{HP}} = f_{\theta,\text{em}} \cdot \text{SCOP}_{\text{on}}$ (-)

- als het opwekkingsrendement wordt bepaald volgens § 10.2.3.3.3:

$$\text{Eq. 330 } X_{\text{HP}} = f_{\theta, \text{heat}} \cdot \text{COP}_{\text{test}} \quad (-)$$

met:

$f_{\theta, \text{em}}$	een correctiefactor voor het verschil tussen de ontwerpvertrektemperatuur naar het systeem van warmteafgifte (of desgevallend warmteopslag) en de uitlaattemperatuur van de condensor waarvoor SCOP_{on} werd bepaald, zoals bepaald in § 10.2.3.3.2, (-);
SCOP_{on}	de prestatiecoëfficiënt in actieve modus en voor gemiddelde klimaatomstandigheden van de elektrische warmtepomp, zoals bepaald in § 10.2.3.3.2, (-);
$f_{\theta, \text{heat}}$	een correctiefactor voor het verschil tussen de ontwerpvertrektemperatuur naar het systeem van warmteafgifte (of desgevallend warmteopslag) en de uitlaattemperatuur van de condensor, zoals bepaald in § 10.2.3.3.3, (-);
COP_{test}	de prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) van de warmtepomp, zoals bepaald in § 10.2.3.3.3, (-).

Indien er voor de beschouwde energiesector één niet-preferent warmteopwekkingstoestel is, of alle niet-preferente warmteopwekkingstoestellen volgens § 10.2.3 hetzelfde opwekkingsrendement hebben (en van dezelfde energievector gebruik maken), dan geldt voor de maandelijkse fractie voor verwarming voor de niet-preferente opwekker(s) k:

$$\text{Eq. 298 } f_{\text{heat}, \text{m}, \text{npref } k} = 1 - f_{\text{heat}, \text{m}, \text{pref}} \quad (-)$$

Indien er meerdere niet-preferente warmteopwekkingstoestellen met verschillende opwekkingsrendementen volgens § 10.2.3 (en/of van verschillende energievectoren gebruik maken), dan worden de maandelijkse fracties voor verwarming van de niet-preferente opwekker(s) k bepaald volgens:

$$\text{Eq. 299 } f_{\text{heat}, \text{m}, \text{npref}, k} = (1 - f_{\text{heat}, \text{m}, \text{pref}}) \cdot \frac{P_{\text{gen}, \text{heat}, \text{npref } k}}{\sum_k P_{\text{gen}, \text{heat}, \text{npref } k}} \quad (-)$$

waarin:

$f_{\text{heat}, \text{m}, \text{npref } k}$	de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering die door de niet-preferente warmteopwekker(s) k wordt geleverd, (-);
$f_{\text{heat}, \text{m}, \text{pref}}$	de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering die door de preferente warmteopwekker(s) wordt geleverd, (-);
$P_{\text{gen}, \text{heat}, \text{npref } k}$	het totale nominale vermogen van de niet-preferente warmteopwekker(s) k, in kW.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers k.

NOTA 1 Het nominale vermogen bij ketels waarvan het opwekkingsrendement is bepaald volgens § 10.2.3.2.2, wordt bepaald als de nuttige warmteafgifte P volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013.

NOTA 2 Het nominale vermogen bij ketels waarvan het opwekkingsrendement is bepaald volgens § 10.2.3.2.4, is het nominale vermogen zoals bedoeld in de Europese ketelrichtlijn.

NOTA 3 Het thermisch vermogen van elektrische warmtepompen waarvan het opwekkingsrendement is bepaald volgens § 10.2.3.3.2, wordt bepaald als:

- de nominale warmteafgifte P_{rated} volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 voor warmtepompen met water als afvoerend fluïdum;
- de ontwerpbelasting voor verwarming $P_{designh}$ volgens Europese Verordening (EU) n°206/2012 voor warmtepompen met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 12 kW en met lucht als afvoerend fluïdum;
- de ontwerpbelasting voor verwarming $P_{rated,h}$ volgens Europese Verordening (EU) n°2016/2281 voor warmtepompen met een nominaal vermogen dat groter is dan 12 kW maar niet groter dan 1 MW en met lucht als afvoerend fluïdum.

NOTA 4 Het thermisch vermogen van elektrische warmtepompen waarvan het opwekkingsrendement is bepaald volgens § 10.2.3.3.3, wordt bepaald volgens de norm NBN EN 14511, bij de testomstandigheden vastgelegd in § 10.2.3.3.3.

NOTA 5 Het thermisch vermogen van gassorptiewarmtepompen waarvan het opwekkingsrendement is bepaald volgens § 10.2.3.4.2, wordt bepaald als de nominale warmteafgifte P_{rated} volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013.

NOTA 6 Het thermisch vermogen van een WKK-installatie op de site wordt bepaald overeenkomstig de methode voor gastoestellen.

10.2.3 Opwekkingsrendement voor ruimteverwarming en bevochtiging

10.2.3.1 Principe

Het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming wordt gedefinieerd als de verhouding tussen de warmtelevering door de warmteopwekkingsinstallatie aan het systeem voor warmteverdeling en de energie nodig om die warmte te genereren.

Het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming wordt waar mogelijk bepaald op basis van productgegevens die op een geharmoniseerde manier worden bepaald binnen de Europese Unie.

Daarom wordt in deze tekst verwezen naar volgende Europese Richtlijnen:

- de Richtlijn 2009/125/EG van 21 oktober 2009, de "Ecodesign Richtlijn", waarin een kader wordt gecreëerd voor het opleggen van voorschriften met betrekking tot ecologisch ontwerp van energiegerelateerde producten;
- de Richtlijn 2012/27/EU van 25 oktober 2012, betreffende energie-efficiëntie, tot wijziging van Richtlijnen 2009/125/EG en 2010/30/EU en houdende intrekking van de Richtlijnen 2004/8/EG en 2006/32/EG;

en in het bijzonder naar de Verordeningen die deze Richtlijnen aanvullen:

- de Verordening (EU) n°206/2012 van de Commissie van 6 maart 2012 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor airconditioners en ventilatoren betreft;
- de Verordening (EU) n°813/2013 van de Commissie van 2 augustus 2013 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor ruimteverwarmingstoestellen en combinatieverwarmingstoestellen betreft;
- de Verordening (EU) n°2015/1188 van de Commissie van 28 april 2015 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor toestellen voor lokale ruimteverwarming betreft;
- de Verordening (EU) n°2016/2281 van de Commissie van 30 november 2016 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad voor het vaststellen van eisen inzake ecologisch ontwerp voor

energiegerelateerde producten, wat betreft eisen inzake ecologisch ontwerp voor luchtverwarmingsproducten, koelproducten, hogetemperatuurproces-chillers en ventilatorluchtkoelers;

- de Verordening (EU) n°2015/1189 van de Commissie van 28 april 2015 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat de eisen inzake ecologisch ontwerp voor verwarmingsketels voor vaste brandstoffen betreft;

en ook de volgende Mededeling die de Richtlijnen verder aanvult:

- Mededeling 2012/C 172/01 van de Commissie in het kader van de uitvoering van Verordening van de Commissie (EU) Nr. 206/2012 van 6 maart 2012 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor airconditioners en ventilatoren betreft en van Gedelegeerde Verordening (EU) van de Commissie Nr. 626/2011 van 4 mei 2011 houdende aanvulling van Richtlijn 2010/30/EU van het Europees Parlement en de Raad met betrekking tot de energie-etikettering van airconditioners;
- Mededeling 2014/C 110/01 van de Commissie in het kader van de uitvoering van Verordening van de Commissie (EU) Nr. 206/2012 van 6 maart 2012 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor airconditioners en ventilatoren betreft en van Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 626/2011 van de Commissie van 4 mei 2011 houdende aanvulling van Richtlijn 2010/30/EU van het Europees Parlement en de Raad met betrekking tot de energie-etikettering van airconditioner;
- Mededeling 2014/C 207/02 van de Commissie in het kader van de tenuitvoerlegging van Verordening (EU) nr. 813/2013 van de Commissie tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor ruimteverwarmingstoestellen en combinatieverwarmingstoestellen betreft, en van Gedelegeerde Verordening (EU) nr. 811/2013 van de Commissie ter aanvulling van Richtlijn 2010/30/EU van het Europees Parlement en de Raad wat de energie-etikettering van ruimteverwarmingstoestellen, combinatieverwarmingstoestellen, pakketten van ruimteverwarmingstoestellen, temperatuurregelaars en zonne-energie-installaties en pakketten van combinatieverwarmingstoestellen, temperatuurregelaars en zonne-energieinstallaties betreft;
- Mededeling 2017/C 076/01 van de Commissie in het kader van de uitvoering van Gedelegeerde Verordening (EU) 2015/1187 houdende aanvulling van Richtlijn 2010/30/EU van het Europees Parlement en de Raad met betrekking tot de energie-etikettering van verwarmingsketels voor vaste brandstoffen en pakketten bestaande uit een verwarmingsketel voor vaste brandstoffen, aanvullende verwarmingstoestellen, temperatuurregelaars en zonne-energie-installaties (NB: dit document is ook nuttig voor een goed begrip van Verordening (EU) n°2015/1189).

De bepaling van het opwekkingsrendement, vermeld in dit hoofdstuk, is ook van toepassing voor de warmteopwekking ten behoeve van bevochtiging, zie § 7.5.1 van bijlage EPN bij dit besluit.

Indien nog niet meegenomen in het hier berekende opwekkingsrendement, wordt het elektrisch hulpenergieverbruik ingerekend volgens § 11.

10.2.3.2 Opwekkingsrendement van verwarmingstoestellen die geen warmtepomp zijn

10.2.3.2.1 Principe

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming voor:

- Ketels van type B1, enkel voor ruimteverwarming, op gas of vloeibare brandstof (met uitzondering van biobrandstof), op de markt gebracht vanaf 26/09/2015 en met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 10 kW;
 - Combinatieketels van type B1, op gas of vloeibare brandstof (met uitzondering van biobrandstof), op de markt gebracht vanaf 26/09/2015 en met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 30 kW;
 - Ketels niet van type B1, op gas of vloeibare brandstof (met uitzondering van biobrandstof), op de markt gebracht vanaf 26/09/2015 en met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 400 kW;
 - Ketels op vaste brandstof, op de markt gebracht vanaf 01/01/2020 en met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 500kW,
- volgens § 10.2.3.2.2.

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming voor plaatselijke verwarmingstoestellen die geen warmtepomp zijn, die werken op gas, vloeibare brandstof of elektriciteit (met uitzondering van "slave heaters"), op de markt gebracht zijn na 01/01/2018 en een nominaal vermogen hebben dat niet groter is dan 50 kW, volgens § 10.2.3.2.3.

Voor alle andere verwarmingstoestellen die geen warmtepomp zijn, wordt het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming bepaald volgens § 10.2.3.2.4.

10.2.3.2.2 *Opwekkingsrendement van ketels op basis van gegevens uit de Europese Verordening (EU) n°813/2013 of uit de Europese Verordening (EU) n°2015/1189*

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van een ketel die aan de betreffende voorwaarden uit § 10.2.3.2.1 voldoet, als:

- Voor condenserende ketels:

$$\text{Eq. 331 } \eta_{\text{gen,heat}} = f_{\text{dim,gen,heat}} \cdot \left\{ \eta_{\text{part,GCV}} + \left[\frac{f_{\text{NCV/GCV}} \cdot 0,003}{(\theta_{\text{part,GCV}} - \theta_{\text{ave,boiler}})} \right] \right\} - a_{\text{loc}} - a_{\text{perm}} \quad (-)$$

- Voor niet-condenserende ketels:

$$\text{Eq. 332 } \eta_{\text{gen,heat}} = f_{\text{dim,gen,heat}} \cdot \eta_{\text{part,GCV}} - a_{\text{loc}} - a_{\text{perm}} \quad (-)$$

waarin:

$f_{\text{dim,gen,heat}}$ een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het warmteopwekkingssysteem voor ruimteverwarming; voor het ogenblik wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00, (-);

$f_{\text{NCV/GCV}}$ is een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste tot de bovenste verbrandingswaarde van de gebruikte brandstof, ontleend aan Bijlage F van deze tekst, (-);

$\eta_{\text{part,GCV}}$ het deellastrendement (ten opzichte van de bovenste verbrandingswaarde):

- Voor ketels op gas of gasolie betreft het nuttig rendement bij 30% van de nominale warmteafgifte, η_1 genoemd in de Europese Verordening (EU) n°813/2013, (-),
- Voor ketels op vaste brandstof betreft het nuttig rendement bij 30% of bij 50% van de nominale warmteafgifte, η_p genoemd in de Europese Verordening (EU) n°2015/1189, (-).

Uitzondering: voor handmatig gestookte verwarmingsketels voor vaste brandstoffen die niet in continuumodus kunnen functioneren bij 50% of minder van de nominale warmteafgifte, is η_p niet beschikbaar. In dat geval mag men gebruik maken van het nuttig rendement bij nominale warmteafgifte, η_n genoemd in de Europese Verordening (EU) n°2015/1189, (-);

$\theta_{part,GCV}$	de ketelinlaattemperatuur waarbij het deellastrendement $\eta_{part,GCV}$ bepaald is, in °C;
$\theta_{ave,boiler}$	de te hanteren seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur, zoals bepaald in § 10.2.3.2.4, in °C;
a_{loc}	correctiefactor die rekening houdt met de locatie van de opwekker, (-). Indien het toestel buiten het beschermd volume opgesteld is of als men niet weet waar het toestel is opgesteld, is deze factor gelijk aan 0,02. Als het toestel binnen het beschermd volume is opgesteld, wordt de factor gelijkgesteld aan 0,00;
a_{perm}	correctiefactor die rekening houdt met het al dan niet permanent warm houden van de ketel, (-). Indien de ketel uitgerust is met een regeling die de ketel permanent, dus ook gedurende periodes zonder warmtevraag, warm houdt ⁶ (d.w.z.: tussen 2 branderbeurten kan de ketel niet onbeperkt afkoelen, uiteindelijk tot op omgevingstemperatuur), of als men niet weet hoe de ketel precies is geregeld, is deze factor gelijk aan 0,05, in het andere geval wordt de factor gelijkgesteld aan 0,00.

De waarde bij ontstentenis voor het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van ketels die in dit hoofdstuk worden behandeld is 0,73, verminderd met de reductiefactoren a_{loc} en a_{perm} .

10.2.3.2.3 *Opwekkingsrendement van plaatselijke ruimteverwarmingstoestellen op basis van gegevens uit de Europese Verordening (EU) n°2015/1188*

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van een plaatselijk ruimteverwarmingstoestel dat aan de betreffende voorwaarden uit § 10.2.3.2.1 voldoet, als:

- Voor toestellen op gas of op vloeibare brandstof:

$$\text{Eq. 403 } \eta_{gen,heat} = f_{NCV/GCV} \cdot \eta_s \quad (-)$$

- Voor toestellen op elektriciteit:

$$\text{Eq. 404 } \eta_{gen,heat} = 2,5 \cdot f_{NCV/GCV} \cdot \eta_s \quad (-)$$

waarin:

$f_{NCV/GCV}$	een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste tot de bovenste verbrandingswaarde van de gebruikte brandstof, ontleend aan Bijlage F van deze tekst;
η_s	de seizoensgebonden energie-efficiëntie voor ruimteverwarming bepaald volgens de Europese Verordening (EU) n°2015/1188, (-).

De waarde bij ontstentenis voor de seizoensgebonden energie-efficiëntie voor ruimteverwarming η_s van de plaatselijke ruimteverwarmingstoestellen die in dit hoofdstuk worden behandeld, is:

⁶ Ongeacht of de keteltemperatuur constant blijft, of toch beperkt kan dalen tot een lager temperatuurniveau (maar niet helemaal tot op omgevingstemperatuur).

- voor toestellen op gas of op vloeibare brandstof met open voorkant 0,42;
- voor toestellen op gas of op vloeibare brandstof met gesloten voorkant 0,72;
- voor toestellen op elektriciteit 0,31.

10.2.3.2.4 *Opwekkingsrendement van verwarmingstoestellen waarbij geen gegevens uit de Europese Verordeningen (EU) n°813/2013 en (EU) 2015/1188 als basis worden genomen*

Ontleen het opwekkingsrendement aan Tabel [44]. Voor de meeste toesteltypes wordt de waarde bij ontstentenis vermeld in de derde kolom van de tabel.

Tabel [44]: Opwekkingsrendement voor ruimteverwarming

Centrale verwarming	Detailberekening		Waarden bij ontstentenis
Condenserende waterketel (1) (2)	$f_{dim,gen,heat} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot [\eta_{part,NCV} + 0,003 \cdot (\theta_{part,NCV} - \theta_{ave,boiler})]$		0,73
Niet-condenserende waterketel (1) (2)	$f_{dim,gen,heat} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{part,NCV}$		0,73
Warme lucht generator (1)	$f_{dim,gen,heat} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{part,NCV}$		0,73
WKK-installatie op de site	$f_{dim,gen,heat} \cdot \varepsilon_{cogen,th}$		(5)
Externe warmtelevering	$\eta_{heat,dh}$		0,97
Elektrische weerstandsverwarming (1)	1,00		1,00
Plaatselijke verwarming (3)	Gedetailleerde berekening	Waarden bij ontstentenis	Vaste waarden
Kolenkachel of houtkachel (met uitzondering van pelletkachels) met open voorkant	$f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{nom}$	0,30	-
Kolenkachel of houtkachel (met uitzondering van pelletkachels) met gesloten voorkant	$f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{nom}$	0,60	-
Pelletkachels met een nominaal vermogen hoger dan 50 kW	-	-	$f_{NCV/GCV} 0,77$
Pelletkachel met een nominaal vermogen van hoogstens 50 kW	$f_{NCV/GCV} \cdot \eta_{nom}$	0,65	-
Oliekachel	-	-	$f_{NCV/GCV} 0,80$
Gaskachel	-	-	$f_{NCV/GCV} 0,83$
Elektrische weerstandsverwarming	-	-	1,00
Speciale gevallen			

Gelijkwaardigheid (4)

(1) Indien het toestel buiten het beschermd volume opgesteld is, dient het bekomen rendement verminderd te worden met 0,02.

(2) Indien de ketel uitgerust is met een regeling die de ketel permanent, dus ook gedurende periodes zonder warmtevraag, warm houdt⁷ (d.w.z.: tussen 2 branderbeurten kan de ketel niet onbeperkt afkoelen, uiteindelijk tot op omgevingstemperatuur), dient het bekomen rendement verminderd te worden met 0,05. Als men niet weet hoe de ketel precies wordt geregeld, wordt verondersteld dat een dergelijke regeling aanwezig is (en dat de ketel niet kan afkoelen).

(3) Indien de fabrikant voor het opwekkingsrendement van een plaatselijk verwarmingstoestel een waarde kan voorleggen die bepaald werd volgens vooraf door de minister bepaalde regels, mag in plaats van de waarde bij ontstentenis hierboven, deze waarde worden gebruikt.

(4) Afwijkingen t.o.v. bovenstaande categorieën dienen o.b.v. gelijkwaardigheid behandeld te worden, als er geen vooraf door de minister bepaalde regels bestaan. Als het systeem niet op basis van gelijkwaardigheid behandeld is, kan teruggevallen worden op een waarde bij ontstentenis van 0,73.

(5) Het thermisch omzettingsrendement van WKK wordt bepaald volgens § A.2 van bijlage EPN bij dit besluit. De eventuele waarde bij ontstentenis wordt in die paragraaf opgegeven.

De symbolen in de tabel zijn als volgt gedefinieerd:

$f_{\text{dim,gen,heat}}$	een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het warmteopwekkingssysteem voor ruimteverwarming; voor het ogenblik wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00, (-);
$f_{\text{NCV/GCV}}$	is een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste tot de bovenste verbrandingswaarde van de gebruikte brandstof, ontleend aan Bijlage F van deze tekst, (-);
$\eta_{\text{part,NCV}}$	het deellastrendement (ten opzichte van de onderste verbrandingswaarde) bij 30% van de nominale warmteafgifte, (-). Uitzonderingen: <ul style="list-style-type: none">- voor niet-condenserende ketels op vaste brandstof met een nominaal vermogen kleiner of gelijk aan 500 kW mag, indien bepaald volgens de norm NBN EN 303-5, het rendement bij 50% belasting of bij 100% belasting gehanteerd worden;- voor luchtverwarmers voor ketels op vaste brandstof met een nominaal vermogen groter dan 500 kW en voor condenserende ketels op vaste brandstof met een nominaal vermogen kleiner of gelijk aan 500 kW waarvoor het rendement bij 30% belasting niet gemeten kan worden, mag de waarde bij 100% belasting gehanteerd worden;
$\theta_{\text{part,NCV}}$	de ketelinlaattemperatuur waarbij het deellastrendement $\eta_{\text{part,NCV}}$ bepaald is, in °C;
$\theta_{\text{ave,boiler}}$	de te hanteren seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur, zoals hieronder bepaald, in °C;

⁷ Ongeacht of de keteltemperatuur constant blijft, of toch beperkt kan dalen tot een lager temperatuurniveau (maar niet helemaal tot op omgevingstemperatuur).

$\varepsilon_{\text{cogen, th}}$	het thermisch omzettingsrendement voor een WKK-installatie op de site, zoals bepaald in § A.2 van bijlage EPN bij dit besluit;
$\eta_{\text{heat, dh}}$	het rendement voor externe warmtelevering, te bepalen volgens vooraf door de minister bepaalde regels;
η_{nom}	het nuttig rendement bij nominale warmteafgifte, bepaald volgens: <ul style="list-style-type: none"> - de norm NBN EN 13240 of de norm NBN EN 16510-1 voor hout- en kolenkachels met open voorkant (met uitzondering van pelletkachels); - de norm NBN EN 13229 of de norm NBN EN 16510-1 voor hout- en kolenkachels met gesloten voorkant (met uitzondering van pelletkachels); - de norm NBN EN 15250 voor accumulerende kachels op hout of kolen (met uitzondering van pelletkachels); - de norm NBN EN 14785 voor houtpelletkachels.

Bepaal voor condenserende ketels de seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur met:

$$\text{Eq. 429 } \theta_{\text{ave, boiler}} = 6,4 + 0,63 \cdot \theta_{\text{in, design}} \quad (^\circ\text{C})$$

waarin:

$\theta_{\text{ave, boiler}}$	de te hanteren seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur, in $^\circ\text{C}$;
$\theta_{\text{in, design}}$	de inlaattemperatuur van de ketel bij ontwerpomstandigheden, in $^\circ\text{C}$, zoals hieronder bepaald.

Bepaal de inlaattemperatuur van de ketel bij ontwerpomstandigheden $\theta_{\text{in, design}}$ als volgt:

- Voor ketels die in serie zijn geschakeld met een of meerdere andere opwekkers en waarvan de inlaat van het warmtedragend fluïdum niet verbonden is met het afgiftesysteem maar met de uitlaat van het warmtedragend fluïdum van een andere opwekker, geldt:

$$\text{Eq. 430 } \theta_{\text{in, design}} = \theta_{\text{return, design}} + \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{\text{heat, m, first}} \cdot x_{m, \text{first}}}{\sum_{m=1}^{12} x_{m, \text{first}}} \cdot (\theta_{\text{supply, design}} - \theta_{\text{return, design}}) \quad (^\circ\text{C})$$

- Voor alle andere gevallen geldt:

$$\text{Eq. 431 } \theta_{\text{in, design}} = \theta_{\text{return, design}} \quad (^\circ\text{C})$$

waarin:

$\theta_{\text{return, design}}$	de ontwerpreturntemperatuur van het warmteafgiftesysteem, in $^\circ\text{C}$;
$\theta_{\text{supply, design}}$	de ontwerpvertrektemperatuur naar het systeem van warmteafgifte, in $^\circ\text{C}$. Hierbij dient niet enkel rekening gehouden te worden met het afgiftesysteem, maar ook met de dimensionering van een eventueel buffervat (maximale opslagtemperatuur);
$f_{\text{heat, m, first}}$	de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de eerst geschakelde ⁸ warmteopwekker(s) van een aantal opwekkers in serie wordt geleverd, bepaald zoals $f_{\text{heat, m, pref}}$ in § 10.2.2

⁸ Dit is de opwekker waarvan de inlaat is aangesloten op (de retourleiding van) het afgiftesysteem. Het is niet per se zo dat dit ook de preferente opwekker is. Als deze eerste opwekker in serie en de preferente opwekker gelijk zijn is $f_{\text{heat, m, first}} = f_{\text{heat, m, pref}}$. In het andere geval moet een nieuwe berekening van de fractie gedekt door de eerste opwekker gebeuren.

waarbij de eerst geschakelde warmteopwrekker(s) als preferente opwrekker(s) wordt/worden beschouwd, (-);

$x_{m,first}$ de hulpvariabele voor het bepalen van de fractie van de warmtevraag gedekt door de eerst geschakelde warmteopwrekker(s), bepaald zoals x_m in § 7.3.1 van bijlage EPN waarbij de eerst geschakelde warmteopwrekker(s) als preferente opwrekker(s) wordt/worden beschouwd (-).

Er moet gesommeerd worden over alle maanden van het jaar.

De waarde bij ontstentenis voor de ontwerpretourtemperatuur van het afgiftesysteem is 45°C voor oppervlakteverwarmingssystemen (vloer-, muur- of plafondverwarming) en 70°C voor alle andere warmteafgiftesystemen. Als waarde bij ontstentenis voor de ontwerpvertrektemperatuur van het afgiftesysteem mag voor oppervlakteverwarmingssystemen (vloer-, muur- en plafondverwarming) $\theta_{supply,design} = 55^\circ\text{C}$ genomen worden en voor alle andere warmteafgiftesystemen $\theta_{supply,design} = 90^\circ\text{C}$. Als in één energiesector beide types afgiftesystemen voorkomen, moet het systeem met de hoogste ontwerpretour- en ontwerpvertrektemperatuur beschouwd worden⁹. Betere waarden kunnen ingebracht worden overeenkomstig vooraf door de minister bepaalde regels, of bij gebrek daaraan op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

10.2.3.3 Opwekkingsrendement van elektrische warmtepompen

10.2.3.3.1 Principe

Elektrische warmtepompen¹⁰ kunnen hun warmte onttrekken aan verschillende warmtebronnen:

- Bodem via een warmtetransporterend fluïdum. De warmtepomp pompt een warmtetransporterend fluïdum (meestal een anti-vries oplossing, bv. een

⁹ Het is steeds toegestaan de energiesector op te delen in verschillende kleinere energiesectoren en voor elke sector apart het van toepassing zijnde warmteafgiftesysteem te beschouwen.

¹⁰ Opmerking:

Onder warmtepompen worden in deze tekst actieve machines verstaan die warmte opnemen vanuit een bron op lage temperatuur en die deze warmte afgeven op een hogere temperatuur voor ruimteverwarming, bevochtiging of de opwekking van warm tapwater. Een dergelijke temperatuursverhoging van de warmte gebeurt noodzakelijkerwijze met toevoeging van (een beperktere hoeveelheid) hoogwaardige energie.

Bij ventilatiesystemen is het ook mogelijk met passieve warmtewisselaars warmte uit de afvoerlucht aan de (koudere) toevoerlucht over te dragen. De warmteoverdracht gebeurt in dit geval op volledig natuurlijke wijze van hoge naar lage temperatuur zonder toevoeging van extra energie (afgezien van een kleine hoeveelheid extra hulpenergie, bv. wat extra verbruik door de ventilatoren om de extra drukval van de warmtewisselaar te overwinnen). Dergelijke toestellen bestaan in verschillende varianten (bv. kruis- of tegenstroom platenwarmtewisselaars, roterende warmtewielen, warmtepijpbatterijen, regeneratieve systemen, enz.) en worden hier aangeduid met de algemene term warmteterugwinapparaat. De energetische evaluatie van warmteterugwinapparaten gebeurt bij de behandeling van de ventilatieverliezen in § 7.4.

Wanneer warmtepompen toegepast worden op de ventilatielucht, worden ze vaak gecombineerd met warmteterugwinapparaten. Normaliter is dit energetisch gunstiger. Om dubbeltellingen te vermijden mag de prestatiecoëfficiënt van de warmtepomp die in dit hoofdstuk gebruikt wordt, enkel betrekking hebben op de warmtepomp zelf zonder het effect van het warmteterugwinapparaat mee te integreren, vermits dit laatste expliciet ingerekend wordt in het hoofdstuk ventilatie. De combinatie van de evaluatie van de warmtepomp in strikte zin in dit hoofdstuk, en van het warmteterugwinapparaat in het hoofdstuk ventilatie, geeft een correcte beoordeling van het gecombineerd systeem in zijn geheel bij de bepaling van het karakteristiek energieverbruik.

water-glycol mengsel) door een ingegraven verticale of een horizontale warmtewisselaar. De warmte die dit medium aan de bodem onttrekt, wordt afgestaan aan de verdamper;

- Bodem via directe verdamping. De verdamper in de bodem onttrekt door geleiding voelbare warmte (en eventueel latente warmte, nl. door bevriezing) rechtstreeks aan de bodem zonder tussenkomst van een intermediair transportfluidum;
- Grondwater, oppervlaktewater of gelijkaardig. Water wordt opgepompt, staat zijn warmte af aan de verdamper en wordt terug gepompt;
- Buitenlucht. De buitenlucht wordt met behulp van een ventilator over de verdamper geleid en staat er zijn warmte aan af;
- Afvoerlucht. De afvoerlucht van het ventilatiesysteem wordt over de verdamper geleid en staat er zijn warmte aan af;
- Andere.

Elektrische warmtepompen kunnen hun warmte afgeven aan water of lucht of aan de structuur van het gebouw (waarbij condensoren in de structuur van het gebouw (meestal vloeren, ev. ook andere scheidingsconstructies, bv. muren of plafonds) ingebed worden en de warmte rechtstreeks aan de gebouwstructuur afgeven (zonder tussenkomst van een intermediair transportfluidum, zoals lucht of water)).

Het opwekkingsrendement

- van elektrische warmtepompen op de markt gebracht vanaf 26/09/2015, met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 400 kW en met:
 - bodem via een warmtetransporterend fluidum als warmtebron en water als warmteafvoerend fluidum, of
 - water als warmtebron en water als warmteafvoerend fluidum, of
 - buitenlucht als warmtebron en water als warmteafvoerend fluidum, of
- van elektrische warmtepompen op de markt gebracht vanaf 01/01/2013, met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 12 kW en met buitenlucht als warmtebron en lucht als warmteafvoerend fluidum, of
- van elektrische warmtepompen op de markt gebracht vanaf 01/01/2018, met een nominaal vermogen dat groter is dan 12 kW maar niet groter dan 1 MW en met buitenlucht als warmtebron en lucht als warmteafvoerend fluidum,

wordt bepaald volgens § 10.2.3.3.2.

Het opwekkingsrendement van andere elektrische warmtepompen wordt bepaald volgens § 10.2.3.3.3.

De waarde bij ontstentenis voor $\eta_{\text{gen,heat}}$ voor elektrische warmtepompen met lucht als warmtebron én als warmteafvoerend fluidum bedraagt 1,25. Voor alle andere types elektrische warmtepompen is de waarde bij ontstentenis voor $\eta_{\text{gen,heat}}$ gelijk aan 2,00.

10.2.3.3.2 *Opwekkingsrendement van elektrische warmtepompen op basis van gegevens uit de Europese Verordening (EU) n°206/2012, uit de Europese Verordening (EU) n°813/2013 of uit de Europese Verordening (EU) n°2016/2281*

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van een elektrische warmtepomp die aan de betreffende voorwaarden uit § 10.2.3.3.1 voldoet, als:

$$\text{Eq. 333 } \eta_{\text{gen,heat}} = \frac{P_{\text{nom}} \cdot t_{\text{on}}}{\frac{P_{\text{nom}} \cdot t_{\text{on}}}{\text{SCOP}_{\text{inst}}} + P_{\text{TO}} \cdot t_{\text{TO}} + P_{\text{CCH}} \cdot t_{\text{CCH}} + P_{\text{off}} \cdot t_{\text{off}} + P_{\text{SB}} \cdot t_{\text{SB}}} \quad (-)$$

waarin:

P_{nom}	de nominale warmteafgifte van de elektrische warmtepomp, bepaald als P_{rated} volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 voor warmtepompen met water als warmteafvoerend fluïdum, als P_{designh} volgens Europese Verordening (EU) n°206/2012 voor warmtepompen met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 12 kW en met lucht als warmteafvoerend fluïdum, of als $P_{\text{rated,h}}$ volgens Europese Verordening (EU) n°2016/2281 voor warmtepompen met een nominaal vermogen dat groter is dan 12 kW en met lucht als warmteafvoerend fluïdum, in kW;
t_{on}	de tijd dat de warmtepomp in aan-stand staat, ontleend aan Tabel [38] in functie van het type warmtepomp, in h;
$\text{SCOP}_{\text{inst}}$	de prestatiecoëfficiënt in actieve modus van de elektrische warmtepomp, rekening houdend met de invloed van de installatie, zoals hieronder bepaald, (-);
P_{TO}	het opgenomen vermogen van de elektrisch warmtepomp op het ogenblik dat de verwarmingsfunctie is ingeschakeld maar de elektrische warmtepomp niet operationeel is omdat er geen warmtevraag is, bepaald volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 voor warmtepompen met water als warmteafvoerend fluïdum, volgens Europese Verordening (EU) n°206/2012 voor warmtepompen met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 12 kW en met lucht als warmteafvoerend fluïdum en volgens Europese Verordening (EU) n°2016/2281 voor warmtepompen met een nominaal vermogen dat groter is dan 12 kW en met lucht als warmteafvoerend fluïdum, in kW;
t_{TO}	de tijd dat de verwarmingsfunctie is ingeschakeld maar de elektrische warmtepomp niet operationeel is omdat er geen warmtevraag is, ontleend aan Tabel [38] in functie van het type warmtepomp, in h;
P_{CCH}	het opgenomen vermogen van de elektrische warmtepomp op het ogenblik dat het toestel geactiveerd is om te voorkomen dat koelmiddel naar de compressor loopt, bepaald als P_{CK} volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 voor warmtepompen met water als warmteafvoerend fluïdum, volgens Europese Verordening (EU) n°206/2012 voor warmtepompen met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 12 kW en met lucht als warmteafvoerend fluïdum en volgens Europese Verordening (EU) n°2016/2281 voor warmtepompen met een nominaal vermogen dat groter is dan 12 kW en met lucht als warmteafvoerend fluïdum, in kW;
t_{CCH}	de tijd dat de elektrische warmtepomp geactiveerd is om te vermijden dat koelmiddel naar de compressor loopt, ontleend aan Tabel [38] in functie van het type warmtepomp, in h;
P_{off}	het opgenomen vermogen van de elektrische warmtepomp in uit-stand, bepaald volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 voor warmtepompen met water als warmteafvoerend fluïdum, volgens

Europese Verordening (EU) n°206/2012 voor warmtepompen met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 12 kW en met lucht als warmteafvoerend fluïdum en volgens Europese Verordening (EU) n°2016/2281 voor warmtepompen met een nominaal vermogen dat groter is dan 12 kW en met lucht als warmteafvoerend fluïdum, in kW;

t_{off} de tijd dat de elektrische warmtepomp in uit-stand staat, ontleend aan Tabel [38] in functie van het type warmtepomp, in h;

P_{SB} het opgenomen vermogen van de elektrische warmtepomp in stand-by-stand, bepaald volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 voor warmtepompen met water als warmteafvoerend fluïdum, volgens Europese Verordening (EU) n°206/2012 voor warmtepompen met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 12 kW en met lucht als warmteafvoerend fluïdum en volgens Europese Verordening (EU) n°2016/2281 voor warmtepompen met een nominaal vermogen dat groter is dan 12 kW en met lucht als warmteafvoerend fluïdum, in kW;

t_{SB} de tijd dat de elektrische warmtepomp in stand-by-stand staat, ontleend aan Tabel [38] in functie van het type warmtepomp, in h.

Tabel [38]: Gebruikstijden t_{on} , t_{To} , t_{CCH} , t_{off} en t_{SB} , in h, in functie van het type warmtepomp

Type warmtepomp		t_{on} (h)	t_{To} (h)	t_{CCH} (h)	t_{off} (h)	t_{SB} (h)
Warmteafvoerend fluïdum	Actieve koeling (*) ?					
Water	Nee	2066	178	3850	3672	0
	Ja	2066	178	178	0	0
Lucht	Nee	1400	179	3851	3672	0
	Ja	1400	179	179	0	0

(*) Nee = warmtepomp die niet als actieve koelmachine wordt gebruikt (in reversibele modus) / Ja = warmtepomp die wel als actieve koelmachine wordt gebruikt (in reversibele modus)

Bepaal de prestatiecoëfficiënt in actieve modus, rekening houdend met de invloed van de installatie, $SCOP_{inst}$, als:

$$\text{Eq. 334 } SCOP_{inst} = f_{\theta,em} \cdot f_{\theta,source} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{pumps} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot SCOP_{on} \quad (-)$$

waarin:

$f_{\theta,em}$ een correctiefactor voor het verschil tussen de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden en de uitlaattemperatuur van de condensor waarvoor $SCOP_{on}$ werd bepaald, zoals hieronder bepaald, (-);

$f_{\theta,source}$ een correctiefactor voor het verschil tussen de (conventionele) temperatuur van de warmtebron en de inlaattemperatuur van de verdamer waarvoor $SCOP_{on}$ werd bepaald, zoals hieronder bepaald, (-);

$f_{\Delta\theta}$ een correctiefactor voor het verschil tussen enerzijds het temperatuurverschil over de condensor van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden en anderzijds het temperatuurverschil van het water over de condensor onder testomstandigheden volgens de norm NBN EN 14511 of onder de testomstandigheden waarbij $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ werd bepaald, zoals hieronder bepaald, (-);

f_{pumps} een correctiefactor voor het energieverbruik van een pomp op het circuit naar de verdamer, zoals bepaald in § 10.2.3.3.3, (-);

f_{AHU}	een correctiefactor voor het verschil in luchtdebiet bij ontwerp en het luchtdebiet bij de test volgens de norm NBN EN 14511 of het luchtdebiet waarbij $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ werd bepaald. f_{AHU} komt enkel tussen bij de warmtepompen op ventilatielucht en wordt bepaald in § 10.2.3.3.3, (-);
$f_{dim,gen,heat}$	een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het warmteopwekkingssysteem voor ruimteverwarming; voor het ogenblik wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00, (-);
$SCOP_{on}$	de prestatiecoëfficiënt in actieve modus en voor gemiddelde klimaatomstandigheden van de elektrische warmtepomp, zoals hieronder bepaald, (-).

Voor elektrische warmtepompen met lucht als warmteafvoerend fluidum en met twee luchtkanalen wordt $SCOP_{on}$ bepaald als:

$$\text{Eq. 335 } SCOP_{on} = 0,7 \cdot COP_{nom} \quad (-)$$

waarin:

COP_{nom} de nominale prestatiecoëfficiënt van de elektrische warmtepomp, bepaald als COP_{rated} volgens Europese Verordening (EU) n°206/2012 en rekening houdend met Mededeling 2012/C 172/01 en Mededeling 2014/C 110/01, (-).

Voor andere elektrische warmtepompen met lucht als warmteafvoerend fluidum komt $SCOP_{on}$ overeen met:

- indien het nominale vermogen niet groter is dan 12 kW: $SCOP_{on}$ volgens de Europese Verordening (EU) n°206/2012 en rekening houdend met Mededeling 2012/C 172/01 en Mededeling 2014/C 110/01;
- indien het nominale vermogen groter is dan 12 kW: $SCOP_{on}$ volgens de Europese Verordening (EU) n°2016/2281.

Voor alle elektrische warmtepompen met lucht als warmteafvoerend fluidum, geldt:

$$\text{Eq. 336 } f_{\theta,em} = 1 \quad (-)$$

Voor warmtepompen met water als warmteafvoerend fluidum wordt $SCOP_{on}$ bepaald op basis van de Europese Verordening (EU) n°813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02. In het kader van de Europese Verordening wordt aangegeven of de warmtepomp een laagtemperatuurwarmtepomp is. In dat geval wordt $SCOP_{on}$ bepaald voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 35°C. Indien de warmtepomp geen laagtemperatuurwarmtepomp is, moet $SCOP_{on}$ worden bepaald voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 55°C. Bij ontstentenis wordt verondersteld dat de warmtepomp een laagtemperatuurwarmtepomp is en dat de opgegeven $SCOP_{on}$ werd bepaald voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 35°C.

De temperatuurtoepassing waarvoor $SCOP_{on}$ opgegeven wordt, bepaalt hoe $SCOP_{on}$, $f_{\theta,em}$ en $f_{\Delta\theta}$ moeten bepaald worden. Volgende gevallen kunnen zich voordoen:

- als de warmtepomp een laagtemperatuurwarmtepomp is, dan geldt:

$$\text{Eq. 337 } SCOP_{on} = SCOP_{on,35^\circ C} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 432 } f_{\theta,em} = 1 + 0,02 \cdot (35 - \theta_{out,LTHP}) \quad (-)$$

$$\text{Eq. 406 } f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 \cdot (\Delta\theta_{design} - 5) \quad (-)$$

- als de warmtepomp geen lagetemperatuurwarmtepomp is, dan geldt:

$$\text{Eq. 339 } SCOP_{on} = SCOP_{on,55^{\circ}C} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 433 } f_{\theta,em} = 1 + 0,02 \cdot (55 - \theta_{out,design}) \quad (-)$$

$$\text{Eq. 407 } f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 \cdot (\Delta\theta_{design} - 8) \quad (-)$$

waarin:

$SCOP_{on,35^{\circ}C}$ de prestatiecoëfficiënt in actieve modus, voor gemiddelde klimaatomstandigheden en voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 35° van de elektrische warmtepomp, bepaald volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02, (-);

$SCOP_{on,55^{\circ}C}$ de prestatiecoëfficiënt in actieve modus, voor gemiddelde klimaatomstandigheden en voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 55° van de elektrische warmtepomp, bepaald volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02, (-)

$\theta_{out,design}$ de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij de ontwerpomstandigheden, bepaald volgens § 10.2.3.3.3, in °C;

$\theta_{out,LTHP}$ de uitlaattemperatuur van een lagetemperatuurwarmtepomp bij de ontwerpomstandigheden, zoals hieronder bepaald, in °C;

$\Delta\theta_{design}$ het temperatuursverschil in °C tussen de in- en uitlaat van de warmtepomp (desgevallend rekening houdend met de warmteopslag) bij ontwerpomstandigheden, bepaald volgens § 10.2.3.3.3, in °C. De waarde bij ontstentenis is 0°C.

De uitlaattemperatuur van een lagetemperatuurwarmtepomp bij de ontwerpomstandigheden, $\theta_{out,LTHP}$, wordt bepaald door:

$$\text{Eq. 434 } \theta_{out,LTHP} = \min(\theta_{out,design}; 60^{\circ}C) \quad (^{\circ}C)$$

met:

$\theta_{out,design}$ de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij de ontwerpomstandigheden, bepaald volgens § 10.2.3.3.3, in °C.

Bij de bepaling van $SCOP_{on}$ volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 wordt aangegeven wat de warmtebron is waarvoor $SCOP_{on}$ werd bepaald: lucht, water of pekel. De warmtebron bij de bepaling van $SCOP_{on}$ en de warmtebron in de reële installatie bepalen de waarde van $f_{\theta,source}$. Volgende gevallen kunnen zich voordoen:

- voor warmtepompen die toegepast worden met bodem of water als warmtebron, geldt:

$$\text{Eq. 343 } f_{\theta,source} = 1 + 0,018 \cdot (\theta_{source,design} - \theta_{source,test}) \quad (-)$$

waarin:

$\theta_{source,design}$ de temperatuur van de warmtebron in de reële installatie, in °C, bij conventie vastgelegd in functie van de warmtebron:

- 2°C als de warmtebron oppervlaktewater of afvalwater uit de riolering of het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie is;
- 10°C als de warmtebron grondwater of een waterlus is;
- 0°C als de warmtebron de bodem (via een warmtewisselaar) is;
- vast te leggen door de minister voor andere warmtebronnen;

$\theta_{source,test}$ de temperatuur van de warmtebron bij de bepaling van $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013, in °C. Als de warmtebron bij de bepaling van $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ water is of als de warmtebron niet gekend is, wordt deze temperatuur vastgelegd op 10°C. Als de warmtebron bij de bepaling van $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ pek is, wordt deze temperatuur vastgelegd op 0°C.

- voor warmtepompen die toegepast worden met buitenlucht als warmtebron, geldt:

Eq. 344 $f_{\theta,source} = 1$ (-)

10.2.3.3.3 *Opwekkingsrendement van elektrische warmtepompen niet gebaseerd op gegevens uit een Europese Verordening*

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming, $\eta_{\text{gen,heat}}$, voor elektrische warmtepompen die niet worden afgedekt door § 10.2.3.3.2, als:

Eq. 96 $\eta_{\text{gen,heat}} = \text{SPF}$ (-)

met:

Eq. 345 $\text{SPF} = f_{\theta,\text{heat}} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{\text{pumps}} \cdot f_{\text{AHU}} \cdot f_{\text{dim,gen,heat}} \cdot \text{COP}_{\text{test}}$ (-)

waarin:

$f_{\theta,\text{heat}}$	een correctiefactor voor het verschil tussen uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden en de uitlaattemperatuur van de condensor in de test volgens de norm NBN EN 14511, in geval van warmtetransport met water, zoals hieronder bepaald, (-);
$f_{\Delta\theta}$	een correctiefactor voor het verschil tussen enerzijds het temperatuurverschil over de condensor van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden en anderzijds het temperatuurverschil van het water over de condensor onder testomstandigheden volgens de norm NBN EN 14511 of onder de testomstandigheden waarbij SCOP_{on} of SGUE_h werd bepaald, zoals hieronder bepaald, (-);
f_{pumps}	een correctiefactor voor het energieverbruik van een pomp op het circuit naar de verdamper, zoals hieronder bepaald, (-);
f_{AHU}	een correctiefactor voor het verschil in luchtdebiet bij ontwerp en het luchtdebiet bij de test volgens de norm NBN EN 14511 of het luchtdebiet waarbij SCOP_{on} of SGUE_h werd bepaald. f_{AHU} komt enkel tussen bij de warmtepompen op ventilatielucht en wordt hieronder bepaald, (-);
$f_{\text{dim,gen,heat}}$	een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het warmteopwekkingssysteem voor ruimteverwarming; voor het ogenblik wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00, (-);
COP_{test}	de prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) van de warmtepomp bepaald volgens de norm NBN EN 14511 bij de volgende testomstandigheden (-):

Tabel [12]: Testomstandigheden voor de bepaling van COP_{test}

Warmtebron	Warmteafvoer	Testomstandigheden
op basis van tabel 3 in NBN EN 14511-2		
buitenlucht, eventueel in combinatie met afgevoerde lucht	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	A2/A20
buitenlucht, eventueel in combinatie met afgevoerde lucht	alleen buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat	A2/A2
alleen buitenlucht	alleen buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat	A2/A20
alleen afgevoerde lucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	A20/A20
alleen afgevoerde lucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat	alleen buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat	A20/A2
alleen afgevoerde lucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	A2/A20
op basis van tabel 5 in NBN EN 14511-2		
bodem met behulp van een intermediair hydraulisch circuit	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	B0/A20
bodem met behulp van een intermediair hydraulisch circuit	alleen buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat	B0/A2
bodem met behulp van een intermediair hydraulisch circuit	alleen buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat	B0/A20
bodem door middel van grondwater	gerecycleerde lucht, eventueel in combinatie met buitenlucht	W10/A20
bodem door middel van grondwater	alleen buitenlucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat	W10/A2
bodem door middel van grondwater	alleen buitenlucht, met gebruik van een warmteterugwinapparaat	W10/A20
op basis van tabel 7 in NBN EN 14511-2		
bodem m.b.v. een intermediair hydraulisch circuit	water	B0/W35
bodem d.m.v. grondwater	water	W10/W35

Warmtebron	Warmteafvoer	Testomstandigheden
op basis van tabel 12 in NBN EN 14511-2		
buitenlucht eventueel in combinatie met afgevoerde lucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat	water	A2/W35
alleen afgevoerde lucht, zonder gebruik van een warmteterugwinapparaat	water	A20/W35
waarin: A lucht als medium (air). Het getal erna is de droge bol inlaattemperatuur, in °C; B intermediaire vloeistof met een vriestemperatuur lager dan die van water (brine). Het getal erna is de inlaattemperatuur in de verdamper, in °C; W water als medium (water). Het getal erna is de inlaattemperatuur in de verdamper of de uitlaattemperatuur aan de condensor, in °C.		

NOTA: sommige testomstandigheden komen overeen met de "standard rating conditions" in NBN EN 14511-2, andere met de "application rating conditions". De meeste testomstandigheden voor de directe opwarming van buitenlucht vormen een toevoeging: die specifieke combinaties of temperatuursomstandigheden komen niet als zodanig voor in de norm.

De minister kan nadere en/of afwijkende specificaties bepalen om de COP_{test} en/of $\eta_{gen,heat}$ te berekenen.

Bepaal de correctiefactor $f_{\theta,heat}$ als:

- Indien lucht als warmteafvoerend fluidum: $f_{\theta,heat}=1$;
- Indien water als warmteafvoerend fluidum:

$$\text{Eq. 435 } f_{\theta,heat} = 1 + 0,01 \cdot (43 - \theta_{out,design}) \quad (-)$$

$\theta_{out,design}$ de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden in °C, zoals hieronder bepaald.

Bepaal de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden $\theta_{out,design}$ als volgt:

- Voor warmtepompen die in serie zijn geschakeld met een of meerdere andere opwekkers en waarvan de inlaat van het warmtedragend fluidum verbonden is met het afgiftesysteem maar de uitlaat van het warmtedragend fluidum niet verbonden is met het afgiftesysteem (of de opslag) en in plaats daarvan met de inlaat van het warmtedragend fluidum van een andere opwekker, geldt:

$$\text{Eq. 436 } \theta_{out,design} = \theta_{return,design} + \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{heat,m,first} \cdot x_{m,first}}{\sum_{m=1}^{12} x_{m,first}} \cdot (\theta_{supply,design} - \theta_{return,design}) \quad (^\circ\text{C})$$

- Voor alle andere gevallen geldt:

$$\text{Eq. 437 } \theta_{out,design} = \theta_{supply,design} \quad (^\circ\text{C})$$

waarin:

$\theta_{return,design}$ de ontwerpretourtemperatuur van het warmteafgiftesysteem, in °C;

$\theta_{\text{supply, design}}$	de ontwerpvertrektemperatuur naar het systeem van warmteafgifte, in °C. Hierbij dient niet enkel rekening gehouden te worden met het afgiftesysteem, maar ook met de dimensionering van een eventueel buffervat (maximale opslagtemperatuur);
$f_{\text{heat, m, first}}$	de maandelijkse fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de eerst geschakelde ¹¹ warmteopwrekker(s) van een aantal opwekkers in serie wordt geleverd, bepaald zoals $f_{\text{heat, m, pref}}$ in § 10.2.2 waarbij de eerst geschakelde warmteopwrekker(s) als preferente opwrekker(s) wordt/worden beschouwd, (-);
$x_{\text{m, first}}$	de hulpvariabele voor het bepalen van de fractie van de warmtevraag gedekt door de eerst geschakelde warmteopwrekker(s), bepaald zoals x_{m} in § 7.3.1 van bijlage EPN waarbij de eerst geschakelde warmteopwrekker(s) als preferente opwrekker(s) wordt/worden beschouwd (-).

Er moet gesommeerd worden over alle maanden van het jaar.

De waarde bij ontstentenis voor de ontwerpretourtemperatuur van het afgiftesysteem is 45°C voor oppervlakteverwarmingssystemen (vloer-, muur- of plafondverwarming) en 70°C voor alle andere warmteafgiftesystemen. Als waarde bij ontstentenis voor de ontwerpvertrektemperatuur van het afgiftesysteem mag voor oppervlakteverwarmingssystemen (vloer-, muur- en plafondverwarming) $\theta_{\text{supply, design}} = 55^\circ\text{C}$ genomen worden en voor alle andere warmteafgiftesystemen $\theta_{\text{supply, design}} = 90^\circ\text{C}$. Als in één energiesector beide types afgiftesystemen voorkomen, moet het systeem met de hoogste ontwerpretour- en ontwerpvertrektemperatuur beschouwd worden¹². Betere waarden kunnen ingebracht worden overeenkomstig vooraf door de minister bepaalde regels, of bij gebrek daaraan op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Bepaal de correctiefactor $f_{\Delta\theta}$ als:

- Indien lucht als warmteafvoerend fluïdum: $f_{\Delta\theta} = 1$;
- Indien water als warmteafvoerend fluïdum:

$$\text{Eq. 99} \quad f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 \cdot (\Delta\theta_{\text{design}} - \Delta\theta_{\text{test}}) \quad (-)$$

met:

$\Delta\theta_{\text{design}}$ het temperatuursverschil tussen de in- en uitlaat van de warmtepomp (desgevallend rekening houdend met de warmteopslag) bij ontwerpomstandigheden, zoals hieronder bepaald, in °C;

$\Delta\theta_{\text{test}}$ de temperatuurstoename van het water over de condensor bij het testen volgens de Europese Verordening (EU) n°813/2013 als het opwekkingsrendement van de warmtepomp wordt bepaald volgens § 10.2.3.3.2 en bij het testen volgens de norm NBN EN 14511 als het opwekkingsrendement van de warmtepomp wordt bepaald volgens § 10.2.3.3.3, in °C.

¹¹ Dit is de opwrekker waarvan de inlaat is aangesloten op (de retourleiding van) het afgiftesysteem. Het is niet per se zo dat dit ook de preferente opwrekker is. Als deze eerste opwrekker in serie en de preferente opwrekker gelijk zijn is $f_{\text{heat, m, first}} = f_{\text{heat, m, pref}}$. In het andere geval moet een nieuwe berekening van de fractie gedekt door de eerste opwrekker gebeuren.

¹² Het is steeds toegestaan de energiesector op te delen in verschillende kleinere energiesectoren en voor elke sector apart het van toepassing zijnde warmteafgiftesysteem te beschouwen.

Als waarde bij ontstentenis mag $f_{\Delta\theta} = 0,93$ genomen worden.

Bepaal het temperatuursverschil tussen de in- en uitlaat van de warmtepomp, $\Delta\theta_{\text{design}}$, als volgt:

$$\text{Eq. 438 } \Delta\theta_{\text{design}} = (\theta_{\text{out,design}} - \theta_{\text{in,design}}) \quad (^\circ\text{C})$$

met:

$\theta_{\text{out,design}}$ de uitlaattoemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden in $^\circ\text{C}$, zoals hierboven bepaald;

$\theta_{\text{in,design}}$ de inlaattoemperatuur van de warmtepomp bij ontwerpomstandigheden, in $^\circ\text{C}$, zoals bepaald in § 10.2.3.2.4.

Bepaal de correctiefactor f_{pumps} als:

- Als er geen pomp voor de warmtetoever naar de verdamper is: $f_{\text{pumps}}=1$ (d.w.z. lucht als warmtebron of directe verdamping in de bodem);
- Als het elektrisch vermogen van (een van) de pomp(en) niet gekend is: $f_{\text{pumps}} = 5/6$;
- Als het elektrisch vermogen van de (of alle) pomp(en) (P_{pumps} , in kW) wel gekend is en het opwekkingsrendement wordt bepaald volgens § 10.2.3.3.2:

$$\text{Eq. 346 } f_{\text{pumps}} = \frac{1}{1 + \left(\sum_j P_{\text{pumps},j} \right) \cdot \text{SCOP}_{\text{on}} / P_{\text{nom}}} \quad (-)$$

- Als het elektrisch vermogen van de (of alle) pomp(en) (P_{pumps} , in kW) wel gekend is en het opwekkingsrendement wordt bepaald volgens § 10.2.3.3.3:

$$\text{Eq. 347 } f_{\text{pumps}} = \frac{1}{1 + \left(\sum_j P_{\text{pumps},j} \right) / P_{\text{HP}}} \quad (-)$$

met:

$P_{\text{pumps},j}$ het elektrisch vermogen van pomp j voor warmtetoever naar de verdamper, in kW;

SCOP_{on} de prestatiecoëfficiënt in actieve modus en voor gemiddelde klimaatomstandigheden van de elektrische warmtepomp, zoals bepaald in § 10.2.3.3.2, (-);

P_{nom} de nominale warmteafgifte van de elektrische warmtepomp, bepaald als P_{rated} volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 voor warmtepompen met water als warmteafvoerend fluidum of als P_{designh} volgens Europese Verordening (EU) n°206/2012 voor warmtepompen met lucht als warmteafvoerend fluidum, in kW;

P_{HP} het elektrisch vermogen van de warmtepomp volgens de norm NBN EN 14511 bij dezelfde testomstandigheden als waarbij COP_{test} bepaald is.

Er moet gesommeerd worden over alle pompen j die instaan voor de warmtetoever naar de verdamper van de warmtepomp.

Bepaal de correctiefactor f_{AHU} als:

- Indien afgevoerde ventilatielucht enige warmtebron (zonder voorafgaande menging met buitenlucht), toegevoerde ventilatielucht enig warmteafvoerend fluïdum (zonder recirculatie van ruimtelucht):

$$\text{Eq. 101 } f_{\text{AHU}} = \frac{0,51 + 0,7 \min(\dot{V}_{\text{supply}}; \dot{V}_{\text{extr}}) / \dot{V}_{\text{max}}}{0,51 + 0,7 \dot{V}_{\text{test}} / \dot{V}_{\text{max}}} \quad (-)$$

Als waarde bij ontstentenis mag genomen worden: $f_{\text{AHU}} = 0,51$

- Indien afgevoerde ventilatielucht enige warmtebron (zonder voorafgaande menging met buitenlucht), warmteafgifte niet alleen aan de toegevoerde ventilatielucht:

$$\text{Eq. 102 } f_{\text{AHU}} = \frac{0,75 + 0,35 \dot{V}_{\text{extr}} / \dot{V}_{\text{max}}}{0,75 + 0,35 \dot{V}_{\text{test}} / \dot{V}_{\text{max}}} \quad (-)$$

Als waarde bij ontstentenis mag genomen worden: $f_{\text{AHU}} = 0,75$

- Indien toegevoerde ventilatielucht enig warmteafvoerend fluïdum (zonder recirculatie van ruimtelucht), afgevoerde ventilatielucht niet de enige warmtebron:

$$\text{Eq. 103 } f_{\text{AHU}} = \frac{0,75 + 0,35 \dot{V}_{\text{supply}} / \dot{V}_{\text{max}}}{0,75 + 0,35 \dot{V}_{\text{test}} / \dot{V}_{\text{max}}} \quad (-)$$

Als waarde bij ontstentenis mag genomen worden: $f_{\text{AHU}} = 0,75$

- In alle andere gevallen: $f_{\text{AHU}}=1$;

met:

\dot{V}_{max} het maximaal luchtdebiet doorheen de installatie in m³/h, zoals opgegeven door de fabrikant. Geeft de fabrikant een bereik van debieten op, neem dan de grootste waarde;

\dot{V}_{test} het luchtdebiet doorheen de installatie in m³/h bij de test volgens de norm NBN EN 14511;

\dot{V}_{extr} het ontwerpafvoerdebiet doorheen de installatie, in m³/h, afgerond op de eenheid;

\dot{V}_{supply} het ontwerptoevoerdebiet doorheen de installatie, in m³/h, afgerond op de eenheid.

10.2.3.4 Opwekkingsrendement van warmtepompen op gas

10.2.3.4.1 Principe

Warmtepompen op gas kunnen werken volgens twee principes:

- Warmtepompen met een gasaangedreven motor;
- Gassorptiewarmtepompen.

Net als elektrische warmtepompen kunnen warmtepompen op gas hun warmte onttrekken aan verschillende warmtebronnen:

- Bodem via een warmtetransporterend fluïdum. De warmtepomp pompt een warmtetransporterend fluïdum (meestal een anti-vries oplossing, bv. een

water-glycol mengsel) door een ingegraven verticale of een horizontale warmtewisselaar. De warmte die dit medium aan de bodem onttrekt, wordt afgestaan aan de verdamper;

- Bodem via directe verdamping. De verdamper in de bodem onttrekt door geleiding voelbare warmte (en eventueel latente warmte, nl. door bevriezing) rechtstreeks aan de bodem zonder tussenkomst van een intermediair transportfluidum;
- Grondwater, oppervlaktewater of gelijkaardig. Water wordt opgepompt, staat zijn warmte af aan de verdamper en wordt terug gepompt;
- Buitenlucht. De buitenlucht wordt met behulp van een ventilator over de verdamper geleid en staat er zijn warmte aan af;
- Afvoerlucht. De afvoerlucht van het ventilatiesysteem wordt over de verdamper geleid en staat er zijn warmte aan af;
- Andere.

Warmtepompen op gas kunnen hun warmte afgeven aan water of lucht of aan de structuur van het gebouw (waarbij condensoren in de structuur van het gebouw (meestal vloeren, ev. ook andere scheidingsconstructies, bv. muren of plafonds) ingebed worden en de warmte rechtstreeks aan de gebouwstructuur afgeven (zonder tussenkomst van een intermediair transportfluidum, zoals lucht of water)).

Het opwekkingsrendement van gassorptiewarmtepompen op de markt gebracht vanaf 26/09/2015, met een nominaal vermogen dat niet groter is dan 400 kW en met:

- bodem via een warmtetransporterend fluidum als warmtebron en water als warmteafvoerend fluidum, of
 - water als warmtebron en water als warmteafvoerend fluidum, of
 - buitenlucht als warmtebron en water als warmteafvoerend fluidum,
- wordt bepaald volgens § 10.2.3.4.2.

Het opwekkingsrendement van warmtepompen met een gasaangedreven motor wordt bepaald volgens § 10.2.3.4.3.

Het opwekkingsrendement van andere warmtepompen op gas wordt bepaald overeenkomstig vooraf door de minister bepaalde regels, of bij gebrek daaraan op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

De waarde bij ontstentenis voor $\eta_{gen,heat}$ voor warmtepompen op gas met lucht als warmtebron én als warmteafvoerend fluidum bedraagt 0,5. Voor alle andere types warmtepompen op gas is de waarde bij ontstentenis voor $\eta_{gen,heat}$ gelijk aan 0,8.

10.2.3.4.2 Opwekkingsrendement van gassorptiewarmtepompen op basis van gegevens uit de Europese Verordening (EU) n°813/2013

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van een gassorptiewarmtepomp die aan de betreffende voorwaarden uit § 10.2.3.4.1 voldoet, als:

$$\text{Eq. 348 } \eta_{gen,heat} = \frac{P_{nom,gasHP}}{\left(\left(\frac{f_{p,nat.gas}}{SGUE_{inst}} + \frac{f_{p,elec}}{SAEF_{heat}} \right) \cdot P_{nom,gasHP} + f_{p,elec} \cdot \left(\sum_j P_{pumps,gasHP,j} \right) \right)} \quad (-)$$

waarin:

$P_{nom,gasHP}$	de nominale warmteafgifte van de gassorptiewarmtepomp, bepaald als P_{rated} volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013, in kW;
$f_{p,nat.gas}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van aardgas , zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit, (-);
$SGUE_{inst}$	het seizoenrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, rekening houdend met de invloed van de installatie, zoals hieronder bepaald, (-);
$f_{p,elec}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit, (-);
$SAEF_{heat}$	de seizoensenergiefactor van de hulpapparaten in verwarmingsmodus, zoals hieronder bepaald, (-);
$P_{pumps,gasHP,j}$	het elektrisch vermogen van pomp j voor warmtetoever naar de verdamper, in kW.

Er moet gesommeerd worden over alle pompen j die instaan voor de warmtetoever naar de verdamper van de gassorptiewarmtepomp. De sommatie is gelijk aan nul indien er geen pomp voor warmtetoever naar de verdamper is. Indien het vermogen van (een van) de pomp(en) voor warmtetoever naar de verdamper niet is gekend, wordt de sommatie van de vermogens bepaald als:

$$\text{Eq. 349} \quad \sum_j P_{pumps,gasHP,j} = \frac{1}{5} \cdot \left(\frac{f_{p,nat.gas}}{SGUE_{inst}} + \frac{f_{p,elec}}{SAEF_{heat}} \right) \cdot \frac{P_{nom,gasHP}}{f_{p,elec}} \quad (\text{kW})$$

met:

$f_{p,nat.gas}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van aardgas , zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit, (-);
$SGUE_{inst}$	het seizoenrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, rekening houdend met de invloed van de installatie, zoals hieronder bepaald, (-);
$f_{p,elec}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit, (-);
$SAEF_{heat}$	de seizoensenergiefactor van de hulpapparaten in verwarmingsmodus, zoals hieronder bepaald, (-);
$P_{nom,gasHP}$	de nominale warmteafgifte van de gassorptiewarmtepomp, bepaald als P_{rated} volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013, in kW.

Bepaal het seizoenrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, rekening houdend met de invloed van installatie, $SGUE_{inst}$, als:

$$\text{Eq. 350} \quad SGUE_{inst} = f_{\theta,em,gasHP} \cdot f_{\theta,source,gasHP} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot SGUE_{heat} \quad (-)$$

waarin:

$f_{\theta,em,gasHP}$	een correctiefactor voor het verschil tussen de ontwerpvertrektemperatuur naar het systeem van warmteafgifte (of desgevallend warmteopslag) en de uitlaattemperatuur van de condensor waarvoor $SGUE_h$ werd bepaald, zoals hieronder bepaald, (-);
$f_{\theta,source,gasHP}$	een correctiefactor voor het verschil tussen de (conventionele) temperatuur van de warmtebron en de inlaattemperatuur van de verdamper waarvoor $SGUE_h$ werd bepaald, zoals hieronder bepaald, (-);

$f_{\Delta\theta}$	een correctiefactor voor het verschil in temperatuursvariatie van enerzijds het warmteafgiftesysteem bij ontwerpomstandigheden (of desgevallend warmteopslag) en van anderzijds het water over de condensor onder testomstandigheden volgens de norm NBN EN 14511 of onder de testomstandigheden waarbij $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ werd bepaald, in geval van warmtetransport met water, zoals hieronder bepaald, (-);
f_{AHU}	een correctiefactor voor het verschil in luchtdebiet bij ontwerp en het luchtdebiet bij de test volgens de norm NBN EN 14511 of het luchtdebiet waarbij $SCOP_{on}$ of $SGUE_h$ werd bepaald. f_{AHU} komt enkel tussen bij de warmtepompen op ventilatielucht en wordt bepaald in § 10.2.3.3.3, (-);
$f_{dim,gen,heat}$	een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het warmteopwekkingssysteem voor ruimteverwarming; voor het ogenblik wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00, (-);
$SGUE_{heat}$	het seizoensrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, zoals hieronder bepaald, (-).

$SGUE_{heat}$ wordt bepaald op basis van de $SGUE_h$ zoals vastgelegd in de Europese Verordening (EU) n°813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02. In het kader van de Europese Verordening wordt aangegeven of de warmtepomp een laagtemperatuurwarmtepomp is. In dat geval wordt $SGUE_h$ bepaald voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 35°C. Indien de warmtepomp geen laagtemperatuurwarmtepomp is, moet $SGUE_h$ bepaald worden voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 55°C. Bij ontstentenis wordt verondersteld dat de warmtepomp een laagtemperatuurwarmtepomp is en dat de opgegeven $SGUE_h$ werd bepaald voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 35°C.

De temperatuurtoepassing waarvoor $SGUE_h$ volgens de Europese verordening opgegeven wordt, bepaalt hoe $SGUE_{heat}$, $f_{\theta,em,gasHP}$ en $f_{\Delta\theta}$ moeten bepaald worden. Volgende gevallen kunnen zich voordoen:

- als de warmtepomp een laagtemperatuurwarmtepomp is, dan geldt:

$$\text{Eq. 351} \quad SGUE_{heat} = SGUE_{heat,35^\circ C} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 439} \quad f_{\theta,em,gasHP} = 1 + 0,01 \cdot (35 - \theta_{out,design}) \quad (-)$$

$$\text{Eq. 409} \quad f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 \cdot (\Delta\theta_{design} - 5) \quad (-)$$

- als de warmtepomp geen laagtemperatuurwarmtepomp is, dan geldt:

$$\text{Eq. 353} \quad SGUE_{heat} = SGUE_{heat,55^\circ C} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 440} \quad f_{\theta,em,gasHP} = 1 + 0,01 \cdot (55 - \theta_{out,design}) \quad (-)$$

$$\text{Eq. 410} \quad f_{\Delta\theta} = 1 + 0,01 \cdot (\Delta\theta_{design} - 8) \quad (-)$$

waarin:

$SGUE_{heat,35^\circ C}$ het seizoensrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, voor gemiddelde klimaatomstandigheden en

voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 35°C, bepaald als SGUE_h volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02, (-);

SGUE_{heat,55°C} het seizoensrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp op gas, voor gemiddelde klimaatomstandigheden en voor een uitlaattemperatuur van de condensor van 55°C, bepaald als SGUE_h volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02, (-);

θ_{out,design} de uitlaattemperatuur van de warmtepomp bij de ontwerpomstandigheden, bepaald volgens § 10.2.3.3.3, in °C;

Δθ_{design} het temperatuursverschil tussen de in- en uitlaat van de warmtepomp (desgevallend rekening houdend met de warmteopslag) bij ontwerpomstandigheden, bepaald volgens § 10.2.3.3.3, in °C. De waarde bij ontstentenis is 0°C.

Bij de bepaling van SGUE_h volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 wordt aangegeven wat de warmtebron is waarvoor SGUE_h werd bepaald: lucht, water of pekel. De warmtebron bij de bepaling van SGUE_h en de warmtebron in de reële installatie bepalen de waarde van f_{θ,source,gasHP}. Volgende gevallen kunnen zich voordoen:

- voor gassorptiewarmtepompen die toegepast worden met bodem of water als warmtebron, geldt:

$$\text{Eq. 357 } f_{\theta,source,gasHP} = 1 + 0,015 \cdot (\theta_{source,design} - \theta_{source,test}) \quad (-)$$

waarin:

θ_{source,design} de temperatuur van de warmtebron in de reële installatie, in °C, bij conventie vastgelegd in functie van de warmtebron:

- 2°C als de warmtebron oppervlaktewater of afvalwater uit de riolering of het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie is;
- 10°C als de warmtebron grondwater of een waterlus is;
- 0°C als de warmtebron de bodem (via een warmtewisselaar) is;
- vast te leggen door de minister voor andere warmtebronnen;

θ_{source,test} de temperatuur van de warmtebron bij de bepaling van SCOP_{on} of SGUE_h volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013, in °C. Als de warmtebron bij de bepaling van SCOP_{on} of SGUE_h water is of als de warmtebron niet gekend is, wordt deze temperatuur vastgelegd op 10°C. Als de warmtebron bij de bepaling van SCOP_{on} of SGUE_h pekel is, wordt deze temperatuur vastgelegd op 0°C.

- voor gassorptiewarmtepompen die toegepast worden met buitenlucht als warmtebron, geldt:

$$\text{Eq. 358 } f_{\theta,source,gasHP} = 1 \quad (-)$$

Bepaal de seizoensenergiefactor van de hulpapparaten in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, SAEF_{heat}, als:

$$\text{Eq. 411 } SAEF_{heat} = \frac{CC \cdot (\eta_s + 0,025 + a_{pumps}) \cdot SGUE_{heat}}{SGUE_{heat} - (\eta_s + 0,025 + a_{pumps})} \quad (-)$$

waarin:

CC de omrekeningscoëfficiënt [voor elektriciteit], zoals vastgelegd in de voornoemde verordeningen, (-);

η_s	de seizoensgebonden energie-efficiëntie voor ruimteverwarming van de gassorptiewarmtepomp, bepaald volgens de Europese Verordening (EU) n°813/2013 en rekening houdend met Mededeling 2014/C 207/02, (-);
a_{pumps}	een correctiefactor die bij de bepaling van het rendement volgens Europese Verordening (EU) n°813/2013 op een forfaitaire manier rekening houdt met de impact van het energieverbruik van externe pompen, gelijkgesteld aan 0,00 voor gassorptiewarmtepompen met lucht als warmtebron en gelijkgesteld aan 0,05 voor alle andere gassorptiewarmtepompen, (-);
$SGUE_{heat}$	het seizoensrendement in verwarmingsmodus van de gassorptiewarmtepomp, zoals hierboven bepaald, (-).

10.2.3.4.3 Opwekkingsrendement van warmtepompen met een gasaangedreven motor

Bepaal het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van warmtepompen met gasaangedreven motor, onafhankelijk van de warmtebron of de toepassing, als:

$$\text{Eq. 360 } \eta_{gen,heat} = 1,20 \quad (-)$$

De minister kan nadere en/of afwijkende specificaties bepalen om $\eta_{gen,heat}$ te berekenen.

10.3 Maandelijks eindenergieverbruik voor warm tapwater

10.3.1 Principe

De energie nodig om warm tapwater te produceren kan door één enkel opwekkingstoestel geleverd worden, of door een combinatie van parallel of in serie geschakelde opwekkers. Voor de verschillende tappunten in de badkamer en de keuken kunnen eventueel verschillende opwekkers (of combinatie van opwekkers) gebruikt worden. Omwille van het geval met meerdere opwekkers wordt, volledig analoog aan ruimteverwarming, het formalisme ingevoerd van een preferent en één of meerdere niet-preferent geschakelde opwekker(s). In het (meest gebruikelijke) geval dat er één enkele opwekker is, komt dit overeen met een preferent aandeel van 100%. Onderstaande uitdrukkingen geven dan als resultaat een nulverbruik voor de niet-preferente opwekker(s).

Dit principe is ook geldig voor hybride warmtepompen (de combinatie van een warmtepomp en een ketel) of warmtepompen met een ingebouwde elektrische weerstandsverwarming. In die twee gevallen worden de twee opwekkers als parallel geschakelde toestellen beschouwd.

Uitzondering: indien het opwekkingsrendement van een elektrische warmtepomp met ingebouwde elektrische weerstandsverwarming wordt bepaald volgens § 10.3.3.4.1 en de elektrische weerstand werd geactiveerd bij de test volgens de betreffende Europese Verordening, dan wordt het toestel toch beschouwd als een enkele opwekker. Indien het opwekkingsrendement van een elektrische warmtepomp met ingebouwde elektrische weerstandsverwarming wordt bepaald volgens § 10.3.3.4.1 en de elektrische weerstand werd niet geactiveerd bij de test volgens de betreffende Europese Verordening, dan geldt deze uitzondering niet en wordt bij toepassing van het formalisme preferent/niet-preferent het opwekkingsrendement van de elektrische weerstand bepaald volgens § 10.3.3.4.2.

10.3.2 Rekenregel

Het eindenergieverbruik voor warm tapwater wordt per maand gegeven door:

- voor de preferent geschakelde warmteopwekker(s):

$$\text{Eq. 104} \quad Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,bath } i,m}) \cdot Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,bath } i,m,\text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 106} \quad Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{pref}} = \frac{f_{\text{water,sink } i,m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as,water,sink } i,m}) \cdot Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,sink } i,m,\text{pref}} \cdot \eta_{\text{stor,water,sink } i,m,\text{pref}}} \quad (\text{MJ})$$

- voor de niet-preferent geschakelde warmteopwekker(s) k:

$$\text{Eq. 361} \quad Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{npref } k} = \frac{f_{\text{water,bath } i,m,\text{npref } k} \cdot (1 - f_{\text{as,water,bath } i,m}) \cdot Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{npref } k} \cdot \eta_{\text{stor,water,bath } i,m,\text{npref } k}} \quad (\text{MJ})$$

$$\text{Eq. 362} \quad Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{npref } k} = \frac{f_{\text{water,sink } i,m,\text{npref } k} \cdot (1 - f_{\text{as,water,sink } i,m}) \cdot Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,sink } i,m,\text{npref } k} \cdot \eta_{\text{stor,water,sink } i,m,\text{npref } k}} \quad (\text{MJ})$$

met:

$f_{\text{water},m,\text{pref}}$ de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater welke door de preferent

geschakelde warmteopwrekker(s) wordt geleverd, met index 'bath i' of 'sink i' al naar gelang het geval (-):

- indien er slechts één toestel is, geldt: $f_{\text{water},m,\text{pref}} = 1$;

- indien er meerdere warmteopwekkers zijn en deze toestellen ook voor ruimteverwarming instaan, geldt: $f_{\text{water},m,\text{pref}} = f_{\text{heat},m,\text{pref}}$;

- indien er meerdere warmteopwekkers zijn en deze toestellen enkel voor de bereiding van warm tapwater instaan, ontleen dan de waarde van $f_{\text{water},m,\text{pref}}$ aan Tabel [36];

$f_{\text{water},m,\text{npref } k}$

de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater welke door de niet-preferent geschakelde warmteopwrekker(s) k wordt geleverd, met index 'bath i' of 'sink i' al naar gelang het geval (-):

- indien er slechts één niet-preferent toestel is, geldt:

Eq. 302 $f_{\text{water},m,\text{npref } k} = 1 - f_{\text{water},m,\text{pref}}$ (-)

- indien er meerdere niet-preferente warmteopwekkers zijn en deze toestellen ook voor ruimteverwarming instaan, geldt de waarde van $f_{\text{water},m,\text{npref } k}$ zoals bepaald in § 10.2.2;

- indien er meerdere niet-preferente warmteopwekkers zijn en deze toestellen enkel voor de bereiding van warm tapwater instaan, bepaal dan de waarde van $f_{\text{water},m,\text{npref } k}$ zoals hieronder aangegeven;

$f_{\text{as},m}$

het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4. Met indices 'water,bath i' en 'water,sink i' voor de warm tapwater bereiding van respectievelijk douche of bad i en keukenaanrecht i, (-);

$Q_{\text{water},\text{bath } i,\text{gross},m}$

de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens § 9.3.1, in MJ;

$Q_{\text{water},\text{sink } i,\text{gross},m}$

de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, bepaald volgens § 9.3.1, in MJ;

$\eta_{\text{gen},\text{water},\text{bath } i,m,\text{pref}}$

het maandelijks opwekkingsrendement van de preferente warmteopwrekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens § 10.3.3, (-);

$\eta_{\text{gen},\text{water},\text{bath } i,m,\text{npref } k}$

het maandelijks opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwrekker(s) k voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens § 10.3.3, (-);

$\eta_{\text{gen},\text{water},\text{sink } i,m,\text{pref}}$

het maandelijks opwekkingsrendement van de preferente warmteopwrekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i, bepaald volgens § 10.3.3, (-);

$\eta_{\text{gen},\text{water},\text{sink } i,m,\text{npref } k}$

het maandelijks opwekkingsrendement van de niet-preferente warmteopwrekker(s) k voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i, bepaald volgens § 10.3.3, (-);

$\eta_{\text{stor},\text{water},\text{bath } i,m,\text{pref}}$

en $\eta_{\text{stor},\text{water},\text{bath } i,m,\text{npref } k}$ het maandelijks opslagrendement van de warmwatertank voor douche of bad i, dat, afhankelijk van de gebruikte index 'pref' of 'npref k' verbonden is met respectievelijk de preferente of niet-preferente warmteopwrekker(s) k, bepaald volgens § 10.3.3, (-);

$\eta_{\text{stor},\text{water},\text{sink } i,m,\text{pref}}$

en $\eta_{\text{stor},\text{water},\text{sink } i,m,\text{npref } k}$ het maandelijks opslagrendement van de warmwatertank voor keukenaanrecht i, dat, afhankelijk van de gebruikte index 'pref' of 'npref k' verbonden is met respectievelijk de preferente of niet-preferente warmteopwrekker(s) k, bepaald volgens § 10.3.3, (-).

In het (meest gebruikelijke) geval dat de warmwatertank verbonden is met zowel de preferente als niet-preferente opwekker(s) k , geldt, met de index 'bath i ' of 'sink i ' al naar gelang het geval:

Eq. 255 $\eta_{stor,water,m,pref} = \eta_{stor,water,m,npref} k$ (-)

De waarden voor $f_{water,m,pref}$ in Tabel [36] worden uitgedrukt in functie van hulpvariabele x_m . Bepaal deze hulpvariabele x_m zoals in § 7.3.1 van bijlage EPN bij dit besluit.

Tabel [36]: De maandelijkse fractie van de totale warmte die door de preferent geschakelde warmteopwekker(s) voor warm tapwater, $f_{water,m,pref}$, wordt geleverd

Hulpvariabele x_m	Maandelijkse fractie
$x_m = 0$	1,00
$x_m = 0,05$	1,00
$x_m = 0,15$	0,99
$x_m = 0,25$	0,98
$x_m = 0,35$	0,96
$x_m = 0,45$	0,93
$x_m = 0,55$	0,93
$x_m = 0,65$	0,90
$x_m = 0,75$	0,69
$x_m = 0,85$	0,56
$x_m = 0,95$	0,51
$x_m = 1,0$	0,48
$1,0 < x_m$	$0,4765x_m^{-0.998}$

Indien er meerdere niet-preferente warmteopwekkingstoestellen met verschillende opwekkingsrendementen volgens § 10.2.3 (en/of van verschillende energievectoren gebruik maken) die enkel voor de bereiding van warm tapwater instaan, dan worden de maandelijkse fracties voor de bereiding van warm tapwater van de niet-preferente opwekker(s) k bepaald volgens:

Eq. 303 $f_{water,m,npref,k} = (1 - f_{water,m,pref}) \cdot \frac{P_{gen,water,npref,k}}{\sum_k P_{gen,water,npref,k}}$ (-)

waarin:

$f_{water,m,npref,k}$ de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater die door de niet-preferente warmteopwekker(s) k wordt geleverd, (-);

$f_{water,m,pref}$ de maandelijkse fractie van de totale warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater die door de preferente warmteopwekker(s) wordt geleverd, (-);

$P_{gen,water,npref,k}$ het totale nominale vermogen van de niet-preferente warmteopwekker(s) k voor de bereiding van warm tapwater, in kW.

Er wordt gesommeerd over alle niet-preferente warmteopwekkers k .

- NOTA 1 Het nominale vermogen bij ketels is het nominale vermogen zoals bedoeld in de Europese ketelrichtlijn.
- NOTA 2 Het thermisch vermogen van warmtepompen wordt bepaald volgens de norm NBN EN 14511, bij de testomstandigheden vastgelegd in § 10.2.3.3.
- NOTA 3 Het thermisch vermogen van een WKK-installatie op de site wordt bepaald overeenkomstig de methode voor gastoestellen.

Het eindenergieverbruik voor warm tapwater van tappunten die bediend worden door een "combilus" wordt bepaald volgens door de minister bepaalde specificaties.

10.3.3 Opwekkingsrendement en opslagrendement voor warm tapwater

10.3.3.1 Principe

Het opwekkingsrendement en het opslagrendement voor warm tapwater worden, waar mogelijk, bepaald met behulp van productgegevens die op een geharmoniseerde manier worden bepaald binnen de Europese Unie.

Daarom wordt in deze tekst verwezen naar twee Europese Richtlijnen:

- de Richtlijn 2009/125/EG van 21 oktober 2009, de "Ecodesign Richtlijn", waarin een kader wordt gecreëerd voor het opleggen van voorschriften met betrekking tot ecologisch ontwerp van energiegerelateerde producten;
- de Richtlijn 2010/30/EU van 19 mei 2010 betreffende de vermelding van het energieverbruik en het verbruik van andere hulpbronnen op de etikettering en in de standaardproductinformatie van energiegerelateerde producten;

en in het bijzonder naar de (Gedelegeerde) Verordeningen die deze Richtlijnen aanvullen:

- de Gedelegeerde Verordening (EU) n°811/2013 van de Commissie van 18 februari 2013, ter aanvulling van Richtlijn 2010/30/EU van het Europees Parlement en de Raad wat de energie-etikettering van ruimteverwarmingstoestellen, combinatieverwarmingstoestellen, pakketten van ruimteverwarmingstoestellen, temperatuurregelaars en zonne-energie-installaties en pakketten van combinatieverwarmingstoestellen, temperatuurregelaars en zonne-energie-installaties betreft;
- de Gedelegeerde Verordening (EU) n°812/2013 van de Commissie van 18 februari 2013 ter aanvulling van Richtlijn 2010/30/EU van het Europees Parlement en de Raad wat de energie-etikettering van waterverwarmingstoestellen, warmwatertanks en pakketten van waterverwarmingstoestellen en zonne-energie-installaties betreft;
- de Verordening (EU) n°813/2013 van de Commissie van 2 augustus 2013 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor ruimteverwarmingstoestellen en combinatieverwarmingstoestellen betreft;
- de Verordening (EU) n°814/2013 van de Commissie van 2 augustus 2013 tot uitvoering van Richtlijn 2009/125/EG van het Europees Parlement en de Raad wat eisen inzake ecologisch ontwerp voor waterverwarmingstoestellen en warmwatertanks betreft.

Het mogelijke elektrische hulpenergieverbruik voor warm tapwater is inbegrepen in het opwekkingsrendement.

10.3.3.2 Indeling van warmteopwekkingssystemen voor warm tapwater

Warmteopwekkingssystemen voor warm tapwater kunnen ingedeeld worden in verschillende categorieën:

- systemen die onderworpen zijn aan Gedelegeerde Verordening (EU) n°811/2013, d.w.z. behoudens uitzonderingen in de verordening, alle warmteopwekkingssystemen voor verwarming en voor warm tapwater met een nominaal vermogen niet groter dan 70 kW;
- systemen die onderworpen zijn aan Verordening (EU) n°813/2013, d.w.z. behoudens uitzonderingen in de verordening, alle warmteopwekkingssystemen voor verwarming en voor warm tapwater met een nominaal vermogen niet groter dan 400 kW;
- systemen die onderworpen zijn aan Gedelegeerde Verordening (EU) n°812/2013, d.w.z. behoudens uitzonderingen in de verordening, alle warmteopwekkingssystemen enkel voor warm tapwater met een nominaal vermogen niet groter dan 70 kW en met een eventueel opslagvolume dat niet groter is dan 500 liter;
- systemen die onderworpen zijn aan Verordening (EU) n°814/2013, d.w.z. behoudens uitzonderingen in de verordening, alle warmteopwekkingssystemen enkel voor warm tapwater met een nominaal vermogen niet groter dan 400 kW en met een eventueel opslagvolume dat niet groter is dan 2000 liter;
- systemen die niet onderworpen zijn aan een van de voornoemde verordeningen. Hieronder bevinden zich bijvoorbeeld warmteopwekkers die specifiek ontworpen zijn voor het gebruik van gasvormige of vloeibare brandstoffen afkomstig van biomassa of van vaste brandstoffen (bv. pellets, kolen), of warmtekrachtkoppeling met een elektrisch vermogen groter dan of gelijk aan 50 kW.

10.3.3.3 Benodigde gegevens voor de berekening van het opwekkingsrendement en opslagrendement voor warm tapwater

De terminologie die cursief staat en onderstreept wordt, wordt vastgelegd in de betreffende verordening (enkel de eerste vermelding wordt in cursief geplaatst en onderstreept).

De klimaatomstandigheden die in beschouwing worden genomen, zijn de gemiddelde klimaatomstandigheden, zoals vastgelegd in de betreffende verordeningen.

10.3.3.3.1 Systemen die onderworpen zijn aan Gedelegeerde Verordening (EU) n°811/2013 of aan Gedelegeerde Verordening (EU) n°812/2013

Voor systemen die onderworpen zijn aan de Gedelegeerde Verordening (EU) n°811/2013 of de Gedelegeerde Verordening (EU) n°812/2013, zijn de nodige invoergegevens voor de bepaling van het opwekkingsrendement en het opslagrendement, zoals vastgelegd in de Gedelegeerde Verordening (EU) n°811/2013 en de Gedelegeerde Verordening (EU) n°812/2013:

- de energie-efficiëntie voor waterverwarming η_{wh} , in %, of, indien niet beschikbaar, de energie-efficiëntieklasse voor waterverwarming;
- het opgegeven capaciteitsprofiel;
- in voorkomend geval: het warmhoudverlies [van een warmwatertank] S , in W.

Deze gegevens kunnen afkomstig zijn van:

- een etiket zoals vastgelegd in bijlage III van de betreffende verordening;
- een productkaart die conform is aan bijlage IV van de betreffende verordening;
- technische documentatie die conform is aan bijlage V van de betreffende verordening;
- "informatie die moet worden verstrekt" in de gevallen die voorzien zijn in bijlage VI van de betreffende verordening.

Voor een waterverwarmingstoestel op zonne-energie, is de energie-efficiëntie (of, in voorkomend geval, en energie-efficiëntieklasse) de energie-efficiëntie voor waterverwarming door het verwarmingstoestel $\eta_{wh, nonsol}$, zoals vastgelegd in bijlage VIII van de betreffende verordening. De prestaties van de zonnecollectoren worden dan ingerekend volgens § 10.4. Als $\eta_{wh, nonsol}$ niet beschikbaar is, wordt de zonne-energie-installatie ingerekend volgens § 10.3.3.3.3 en § 10.3.3.4.2, zelfs als ze onderworpen is aan een van de voornoemde verordeningen.

Voor combinaties van waterverwarmingstoestel en zonne-energie-installatie, wordt enkel de energie-efficiëntie (of, in voorkomend geval, de energie-efficiëntieklasse) van het waterverwarmingstoestel beschouwd, zonder rekening te houden met de zonne-energie-installatie. De prestaties van de zonnecollectoren worden dan ingerekend volgens § 10.4.

Indien de energie-efficiëntie voor waterverwarming η_{wh} niet gekend is, maar wel de energie-efficiëntieklasse, mag als waarde voor η_{wh} de minimale energie-efficiëntie van de energie-efficiëntieklasse voor het corresponderende opgegeven capaciteitsprofiel worden gehanteerd, zoals vastgelegd in de Gedelegeerde Verordening (EU) n°811/2013 en de Gedelegeerde Verordening (EU) n°812/2013 en hernoemen in Tabel [30].

Tabel [30]: Minimale energie-efficiëntie η_{wh} , in %, van de energie-efficiëntieclassen voor waterverwarming en volgens het opgegeven capaciteitsprofiel, volgens de Gedelegeerde Verordening (EU) n°811/2013 en de Gedelegeerde Verordening (EU) n°812/2013

		Opgegeven capaciteitsprofiel							
		3XS	XXS	XS	S	M	L	XL	XXL
Energie-efficiëntieklasse	A+++	62	62	69	90	163	188	200	213
	A++	53	53	61	72	130	150	160	170
	A+	44	44	53	55	100	115	123	131
	A	35	35	38	38	65	75	80	85
	B	32	32	35	35	45	50	55	60
	C	29	29	32	32	36	37	38	40
	D	26	26	29	29	33	34	35	36
	E	22	23	26	26	30	30	30	32
	F	19	20	23	23	27	27	27	28

NOTA 1 Krachtens de Verordening (EU) n°813/2013 en de Verordening (EU) n°814/2013, is het sinds 26 september 2015 niet meer toegelaten om waterverwarmingstoestellen op de markt te brengen die een lagere energie-efficiëntie hebben dan de minimale energie-efficiëntie volgens energie-efficiëntieklasse E (tenzij uitzonderingen vastgelegd in Verordening (EU) n°814/2013).

NOTA 2 De Gedelegeerde Verordening (EU) n°811/2013 en de Gedelegeerde Verordening (EU) n°812/2013 leggen een bijkomende energie-efficiëntieklasse G vast voor systemen die een lagere energie-efficiëntie hebben dan de minimale energie-efficiëntie volgens energie-efficiëntieklasse F. Gezien nota 1 hierboven en de waarde bij ontstentenis die hieronder wordt vastgelegd, is de energie-efficiëntieklasse G niet hernomen in Tabel [30].

Indien voor een waterverwarmingstoestel noch de energie-efficiëntie, noch de energie-efficiëntieklasse zijn gekend, of als het opgegeven capaciteitsprofiel niet is gekend, dan is de waarde bij ontstentenis $\eta_{wh} = 22\%$ van toepassing.

10.3.3.3.2 Systemen die onderworpen zijn aan Verordening (EU) n°813/2013 of aan Verordening (EU) n°814/2013

Dit betreft systemen die onderworpen zijn aan de Verordening (EU) n°813/2013 of aan de Verordening (EU) n°814/2013 en niet onderworpen zijn aan de Gedelegeerde Verordening (EU) n°811/2013 of de Gedelegeerde Verordening (EU) n°812/2013, d.w.z. systemen met een vermogen dat groter is dan 70 kW maar niet groter dan 400 kW of met een opslagvolume dat groter is dan 500 liter maar niet groter dan 2000 liter. Voor deze systemen zijn de nodige invoergegevens voor de bepaling van het opwekkingsrendement en het opslagrendement, zoals vastgelegd in de Verordening (EU) n°813/2013 en de Verordening (EU) n°814/2013:

- de energie-efficiëntie voor waterverwarming η_{wh} , in %;
- het opgegeven capaciteitsprofiel;
- in voorkomend geval: het warmhoudverlies [van een warmwatertank] S, in W.

Deze gegevens kunnen afkomstig zijn uit de technische documentatie of een andere informatiebron die conform is aan de eisen uit artikel 4 en bijlage II van de betreffende verordening.

Voor combinaties van waterverwarmingstoestel en zonne-energie-installatie, wordt enkel de energie-efficiëntie van het waterverwarmingstoestel beschouwd, zonder rekening te houden met de zonne-energie-installatie. De prestaties van de zonnecollectoren worden dan ingerekend volgens § 10.4.

Indien voor een waterverwarmingstoestel de energie-efficiëntie of het opgegeven capaciteitsprofiel niet is gekend, dan is de waarde bij ontstentenis $\eta_{wh} = 32\%$ van toepassing.

10.3.3.3.3 Systemen die niet onderworpen zijn aan voornoemde verordeningen

Voor systemen die niet onderworpen zijn aan de Gedelegeerde Verordening (EU) n°811/2013, de Gedelegeerde Verordening (EU) n°812/2013, de Verordening (EU) n°813/2013 of de Verordening (EU) n°814/2013, een gedetailleerde berekening van de productie- en opslagrendementen wordt uitgevoerd indien volgende gegevens, zoals gedefinieerd in het hierboven vernoemde Verordening, beschikbaar zijn:

- De energieefficiëntie voor de verwarming van water η_{wh} , in %, of, indien niet beschikbaar, de energetieefficiëntieklasse voor de verwarming van water;
- opgegeven capaciteitsprofiel
- Indien van toepassing: de statische verliezen (van een opslagvat) S , in W

Deze gegevens mogen van één van de volgende bronnen komen:

- Een etiket zoals gedefinieerd in bijlage III van de Verordening 811/812;
- Een productfiche conform aan bijlage IV van de Verordening 811/812
- Een technische documentatie conform bijlage V van de Verordening 811/812
- De 'te leveren informatie' in de gevallen voorzien in de bijlage VI van de Verordening 811/812;
- Een technische documentatie of een andere informatiebron conform aan de eisen van artikel 4 en aan de bijlage II van de Verordening 813.

Voor de zonneboilers, is de energieefficiëntie (of, in voorkomend geval, de energieefficiëntieklasse) gelijk aan de energieefficiëntie van het verwarmingstoestel voor de verwarming van water $\eta_{wh, nonsol}$, zoals gedefinieerd in de bijlage VIII van de toepasbare Verordening, de performanties van de zonnecollectoren zijnde geëvalueerd volgens § 10.4. Echter, indien $\eta_{nw, nonsol}$ niet beschikbaar is, wordt de zonnecollector geëvalueerd volgens § 10.3.3.3.3 en 10.3.3.4.2, en dit zelfs indien die ondergevig is aan één van de voorgenoemde Verordeningen.

Voor de producten gecombineerd met een zonne-installatie, is de energieefficiëntie (of, in voorkomend geval, de energieefficiëntieklasse) die in rekening gebracht dient te worden, de energieefficiëntie voor de verwarming van water alleen, zonder rekening te houden met de zonne-installatie, waarvan de performanties geëvalueerd zijn volgens § 10.4.

Indien de energieefficiëntie voor de verwarming van water η_{wh} niet gekend is, maar de efficiëntieklasse gekend is, dient voor de efficiëntie η_{wh} de minimale energieefficiëntie genomen te worden van de energieefficiëntieklasse voor het overeenstemmend opgegeven capaciteitsprofiel, zoals gedefinieerd in de afgevaardigde Verordening (EU) n°811/2013 en de afgevaardigde Verordening (EU) n°812/2013 en opgenomen in Tabel [30].

Indien zowel de energieëfficiëntie voor de verwarming van water, als de energieëfficiëntieklasse niet gekend zijn of indien het opgegeven capaciteitsprofiel niet gekend is, dienen 2 gevallen beschouwd te worden:

Geval 1

Voor de elektrische weerstandsverwarming, de elektrische warmtepompen en de ketels, worden de rekenwaarden voor η_{wh} genomen uit Tabel [45]. Deze zijn van toepassing voor zowel productietoestellen die enkel sanitair tapwater verwarmen, als voor de toestellen die zowel ruimteverwarming als sanitair warm watervoorziening verzekeren.

Tabel [45]: Rekenwaarden voor η_{wh} in %

Elektrische weerstandsverwarming	38
Elektrische warmtepomp	95
Ketel	95. $\eta_{full, GCV}$

Het symbool in de tabel is als volgt gedefinieerd:

$\eta_{full, GCV}$ Het rendement bij het nominaal thermisch vermogen uitgedrukt op de bovenste verbrandingswaarde, (-). Het wordt bepaald als de nuttige efficiëntie η_4 van de Europese Verordening (EU) n°813/2013. De waarde bij ontstentenis voor $\eta_{full, GCV}$ is 0.68;

Geval 2

Voor de WKK-installaties op de site, externe warmtelevering en gelijkwaardigheidsaanvragen, worden de productie- en opslagrendementen niet afzonderlijk maar samen geëvalueerd.

10.3.3.4 Rekenregels voor het opwekkingsrendement en opslagrendement voor warm tapwater

10.3.3.4.1 Systemen waarvan de energieefficiëntie voor de verwarming van water is bepaald

Opwekkingsrendement $\eta_{\text{gen,water}}$

Voor warmteopwekkingssystemen voor warm tapwater die onderworpen zijn aan de Gedelegeerde Verordening (EU) n°811/2013, de Gedelegeerde Verordening (EU) n°812/2013, de Verordening (EU) n°813/2013 of de Verordening (EU) n°814/2013 en de productiesystemen voor sanitair warm tapwater niet onderhevig aan de voornoemde Verordeningen maar waarvoor de energieefficiëntie voor de verwarming van water is bepaald, wordt het opwekkingsrendement (ten opzichte van de bovenste verbrandingswaarde) $\eta_{\text{gen,water}}$ bepaald volgens Eq. 256.

Eq. 256 voor een energievector die verschillend is van elektriciteit:

$$\eta_{\text{gen,water}} = (\eta_{\text{wh}} / 100) \cdot f_{\text{stor>gen,water}} \cdot f_{\text{dim,gen,water}}$$

voor de energievector elektriciteit:

$$\eta_{\text{gen,water}} = (\eta_{\text{wh}} / 100) \cdot CC \cdot f_{\text{stor>gen,water}} \cdot f_{\text{dim,gen,water}} \quad (-)$$

met:

η_{wh}	de energie-efficiëntie voor waterverwarming, uitgedrukt op de bovenwaarde, bepaald volgens § 10.3.3.3.1 of § 10.3.3.3.2 of § 10.3.3.3.3, in %;
CC	de omrekeningscoëfficiënt [voor elektriciteit], zoals vastgelegd in de voornoemde verordeningen, (-);
$f_{\text{stor>gen,water}}$	een correctiefactor die rekening houdt met de invloed van warmteopslag op het opwekkingsrendement, zoals hieronder bepaald, (-);
$f_{\text{dim,gen,water}}$	een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het warmteopwekkingssysteem voor warm tapwater; voor het ogenblik wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00, (-).

Correctiefactor $f_{\text{stor>gen,water}}$ en opslagrendement $\eta_{\text{stor,water}}$

Indien er geen warmteopslag is (ogenblikkelijke opwarming) of indien de energie-efficiëntie voor waterverwarming is bepaald met inbegrip van de warmteopslag (bv. warmwatertank geïntegreerd in het waterverwarmingstoestel), dan geldt:

- $f_{\text{stor>gen,water}} = 1,00$;
- $\eta_{\text{stor,water}} = 1,00$.

Indien er wel warmteopslag is en de energie-efficiëntie voor waterverwarming is bepaald zonder rekening te houden met de aanwezigheid van de warmteopslag (bv. afzonderlijke warmwatertank) of indien het onbekend is of de energie-efficiëntie voor waterverwarming al dan niet bepaald is met inbegrip van de warmteopslag, dan geldt:

- $f_{\text{stor>gen,water}} = 1,02$;
- $\eta_{\text{stor,water,m}}$ wordt bepaald volgens:

$$\text{Eq. 257 } \eta_{\text{stor,water,m}} = \frac{Q_{\text{stor,water,gross,m}}}{(Q_{\text{stor,water,gross,m}} + Q_{\text{loss,stor,water,m}})} \quad (-)$$

waarin:

$Q_{stor,water,gross,m}$ de totale maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van alle tappunten die aangesloten zijn op de warmwatertank, bepaald volgens Eq. 258, in MJ;

$Q_{loss,stor,water,m}$ de maandelijkse opslagverliezen van de warmwatertank, bepaald volgens Eq. 259, in MJ;

met:

$$\text{Eq. 258 } Q_{stor,water,gross,m} = \sum_{\text{bath } j} Q_{water,bath j,gross,m} + \sum_{\text{sink } k} Q_{water,sink k,gross,m} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$Q_{water,bath i,gross,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i , bepaald volgens § 9.3.1, in MJ;

$Q_{water,sink i,gross,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i , bepaald volgens § 9.3.1, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle douches of baden j en alle keukenaanrechten k die aangesloten zijn op de warmwatertank.

De maandelijkse opslagverliezen van de warmwatertank worden bepaald volgens:

- Als de warmwatertank wordt opgewarmd door een monovalent thermisch zonne-energiesysteem waarvan de prestatie is bepaald volgens § 10.4, dan geldt:

$$Q_{loss,stor,water,m} = 0 \text{ MJ.}$$

- Als de warmwatertank deels wordt opgewarmd door een bivalent thermisch zonne-energiesysteem waarvan de prestatie is bepaald volgens § 10.4, dan geldt:

$$\text{Eq. 363 } Q_{loss,stor,water,m} = 0,4 \cdot S \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

- In alle andere gevallen geldt:

$$\text{Eq. 259 } Q_{loss,stor,water,m} = S \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

met:

S het warmhoudverlies van de warmwatertank, in W, zoals bepaald in § 10.3.3.3, of bij ontstentenis bepaald volgens Eq. 260;

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1].

Indien het warmhoudverlies S niet gekend is, dient onderstaande waarde bij ontstentenis gebruikt te worden:

$$\text{Eq. 260 } S = 31 + 16,66 \cdot V^{0,4} \quad (\text{W})$$

met:

V het volume van de warmwatertank, in liter.

Indien het volume van de warmwatertank niet gekend is, dan dient onderstaande waarde bij ontstentenis gebruikt te worden: $V = 2000$ liter.

10.3.3.4.2 Systemen waarvan de energieëfficiëntie voor de verwarming van water niet bepaald is

Voor systemen die vallen onder geval 2 van § 10.3.3.3, worden het opwekkingsrendement en het opslagrendement niet afzonderlijk maar tegelijk bepaald. De onderstaande waarden in Tabel [46] zijn van toepassing zowel voor warmteopwekkers enkel voor warm tapwater als voor warmteopwekkers voor ruimteverwarming en warm tapwater.

Het rendement ($\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{stor,water}}$) voor een systeem "Combilus" wordt bepaald volgens vooraf door de minister bepaalde regels.

Tabel [46]: Rekenwaarden voor ($\eta_{\text{gen,water}} \cdot \eta_{\text{stor,water}}$)

	Ogenblikkelijke verwarming ¹³	Met warmteopslag ¹⁴
WKK op de site (1)	$\epsilon_{\text{cogen,th}}$	$\epsilon_{\text{cogen,th}} - 0,05$
Externe warmtelevering (1)	$\eta_{\text{water,dh}}$	$\eta_{\text{water,dh}} - 0,05$
Andere gevallen	gelijkwaardigheidsaanvraag (2)	

(1) Deze cijfers zijn al de rendementen ten opzichte van de bovenste verbrandingswaarde.

(2) Afwijkingen ten opzichte van bovenstaande categorieën moeten op basis van gelijkwaardigheid volgens vooraf door de minister bepaalde regels behandeld worden.

In de tabel zijn de symbolen als volgt gedefinieerd:

$\epsilon_{\text{cogen,th}}$ het thermisch omzettingsrendement voor gebouwgebonden WKK-installatie op de site, zoals bepaald in § A.2 van bijlage EPN bij dit besluit;

$\eta_{\text{water,dh}}$ het in te zetten rendement voor externe warmtelevering voor de warmtapwaterbereiding, in detail te bepalen volgens door de minister bepaalde regels en bij ontstentenis gelijk aan 0,97, (-).'

¹³ Opwekkingsinstallaties die ogenblikkelijk opwarmen, genereren slechts warmte op de ogenblikken dat er warm water getapt wordt, zonder dat er ergens in de installatie op een of andere manier warmteopslag plaatsvindt. Zodra de warmwatertapping ophoudt, stopt in die installaties ook de warmteproductie volledig en koelt het hele systeem af tot op omgevingstemperatuur (indien in tussentijd geen nieuwe warmwatertapping plaatsvindt).

¹⁴ Opwekkingsinstallaties met warmteopslag houden een hoeveelheid warmte beschikbaar in een voorraadvat, ook op ogenblikken dat er geen warm water getapt wordt. De warmteopslag is zowel mogelijk in de vorm van het warme tapwater zelf, als in de vorm van ketelwater, waarbij het tapwater zelf via een doorstroomwarmtewisselaar pas opgewarmd wordt op de tapmomenten. Ook als de installatie niet permanent warmte beschikbaar houdt, maar onbelemmerd kan afkoelen gedurende bepaalde periodes (bv. 's nachts) blijft hetzelfde product van opwekkingsrendement en opslagrendement van toepassing.

10.4 Maandelijke nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem

Indien het thermisch zonne-energiesysteem (ook) dient voor de opwarming van het water van een zwembad in een EPB wooneenheid wordt het niet beschouwd en zijn $f_{as,heat,sec\ i,m}$, $f_{as,hum,i,m}$, $f_{as,water,bath\ i,m}$, $f_{as,water,sink\ i,m}$ en $f_{as,water,other\ i,m}$ gelijk aan nul.

Bepaal de maandelijke nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem als volgt:

- indien het zowel voor ruimteverwarming als voor warm tapwater dient: volgens § 10.4.1.
- indien het enkel voor de bereiding van warm tapwater dient: volgens § 10.4.2.
- indien er geen thermisch zonne-energiesysteem is dat bijdraagt tot de ruimteverwarming van energiesector i , is de waarde voor $f_{as,heat,sec\ i,m}$ gelijk aan nul.
- indien er geen thermisch zonne-energiesysteem is dat bijdraagt tot de warmtelevering van bevochtigingstoestel i , is de waarde voor $f_{as,hum,i,m}$ gelijk aan nul;
- indien een beschouwde warm tapwaterstroom (van douche of bad i , respectievelijk van een aanrecht i , respectievelijk ander tappunt i) niet m.b.v. een thermisch zonne-energiesysteem voorverwarmd wordt, is de betreffende waarde voor $f_{as,water,bath\ i,m}$, respectievelijk $f_{as,water,sink\ i,m}$, respectievelijk $f_{as,water,other\ i,m}$ gelijk aan nul.

De waarde bij ontstentenis voor f_{as} is voor elk van de energiestromen gelijk aan nul.

10.4.1 Maandelijke nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem voor ruimteverwarming en warm tapwater

Bepaal de maandelijke nuttige energiebijdrage (als aandeel van de totale warmtevraag van de installatie) van een thermisch zonne-energiesysteem voor ruimteverwarming en warm tapwater als volgt.

$$\text{Eq. 364 Als } \sum_j A_{as,j} > 6\text{m}^2 : f_{as,heat,seci,m} = \min\left\{\max\left(0; \frac{Q_{as,out,heat,m}}{Q_{as,demand,heat,m}}\right); 1\right\}$$

$$\text{Als } \sum_j A_{as,j} \leq 6\text{m}^2 : f_{as,heat,seci,m} = 0 \quad (-)$$

en:

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m}$$

$$\text{Eq. 365} \quad = \min\left\{\max\left(0; \frac{Q_{as,out,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}}\right); 1\right\} \quad (-)$$

Bij het toepassen van bovenstaande formules geldt bovendien steeds:

$$\text{Eq. 366 Indien } Q_{as,demand,heat,m} = 0, \text{ dan } f_{as,heat,sec\ i,m} = 0. \quad (-)$$

Eq. 367 Indien $Q_{as,demand,water,m} = 0$, dan

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} = 0. \quad (-)$$

met:

$$\mathbf{Eq. 368} \quad Q_{as,demand,heat,m} = \sum_i Q_{heat,gross,seci,m} + \sum_q Q_{hum,net,q,m} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{as,demand,water,m} = \sum_k Q_{water,bath\ k,gross,m} + \sum_k Q_{water,sink\ k,gross,m}$$

$$\mathbf{Eq. 369} \quad + \sum_k Q_{water,other\ k,gross,m} + \sum_l \frac{Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m}}{\eta_{water,circ\ p,unit\ l,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$+ \sum_n \frac{Q_{water,ncalc,nres,bath\ n,gross\ woC,m}}{\eta_{water,circ\ p,bath\ n,m}} + \sum_o \frac{Q_{water,ncalc,nres,sink\ o,gross\ woC,m}}{\eta_{water,circ\ p,sink\ o,m}}$$

en waarin:

$A_{as,j}$	de apertuuroppervlakte van collectormodule j in het thermisch zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte is opgenomen met het symbool en index A_G), in m^2 ;
$Q_{as,out,heat,m}$	de maandelijkse nuttige energie voor ruimteverwarming die door het thermisch zonne-energiesysteem kan worden geleverd, zoals bepaald in § 10.4.4, in MJ;
$Q_{as,demand,heat,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, in MJ;
$Q_{as,out,water,m}$	de maandelijkse nuttige energie voor warm tapwater die door het thermisch zonne-energiesysteem kan worden geleverd, rekening houdend met de verliezen van het opslagvat en zoals bepaald in § 10.4.3, in MJ;
$Q_{as,demand,water,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, in MJ;
$Q_{hum,net,q,m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor bevochtiging van een bevochtigingstoestel q , bepaald volgens § 5.11 van bijlage EPN, in MJ;
$Q_{heat,gross,seci,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens 9.2.1 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 6.2 van bijlage EPN voor EPN-eenheden, in MJ;
$Q_{water,bath\ k,gross,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad k , in MJ, bepaald volgens § 9.3 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 6.5 van bijlage EPN voor EPN-eenheden;
$Q_{water,sink\ k,gross,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van aanrecht k , in MJ, bepaald volgens § 9.3 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 6.5 van bijlage EPN voor EPN-eenheden;
$Q_{water,other\ k,gross,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van ander tappunt k voor warm tapwater, in MJ, bepaald volgens § 6.5 van bijlage EPN;
$Q_{water,ncalc,res,unit\ l,gross\ woC,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van EPB wooneenheid l die geen EPW-eenheid is, zonder rekening te houden met de verliezen van de

circulatieleiding/combilus, in MJ, zoals bepaald in § 9.3.2;

$\eta_{\text{water,circ p,unit l,m}}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van de circulatieleiding p die EPB wooneenheid l die geen EPW-eenheid is, bedient, zoals bepaald in § 9.3.2;

$Q_{\text{water,ncalc,nres,bath n,gross woC,m}}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van bad of douche n die zich in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming bevindt en geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding/combilus, in MJ, zoals bepaald in § 9.3.2;

$\eta_{\text{water,circ p,bath n,m}}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van de circulatieleiding p die bad of douche n die zich in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming bevindt en geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, bedient, zoals bepaald in § 9.3.2;

$Q_{\text{water,ncalc,nres,sink o,gross woC,m}}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht o dat zich in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming bevindt en geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, zonder rekening te houden met de verliezen van de circulatieleiding/combilus, in MJ, zoals bepaald in § 9.3.2;

$\eta_{\text{water,circ p,sink o,m}}$ de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van de circulatieleiding p die keukenaanrecht o dat zich in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming bevindt en geen deel uitmaakt van een EPN-eenheid, bedient, zoals bepaald in § 9.3.2.

Er moet gesommeerd worden over:

- alle collectormodules j waaruit het thermisch zonne-energiesysteem bestaat;
- alle energiesectoren i, gelegen in EPW- of EPN-eenheden en bediend door het thermisch zonne-energiesysteem;
- alle bevochtigingstoestellen q, gelegen in EPN-eenheden en bediend door het thermisch zonne-energiesysteem;
- alle douches, baden en keukenaanrechten k, gelegen in EPW- of EPN-eenheden en bediend door het thermisch zonne-energiesysteem;
- alle andere tappunten k voor warm tapwater, gelegen in EPN-eenheden en bediend door het thermisch zonne-energiesysteem;
- alle wooneenheden l, die geen EPW-eenheid zijn en die bediend worden door het thermisch zonne-energiesysteem;
- alle douches en baden n en keukenaanrechten o, die zich in een gebouw met niet-residentiële en niet-industriële bestemming bevinden en die bediend worden door het thermisch zonne-energiesysteem.

10.4.2 Maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem voor warm tapwater

Bepaal de maandelijkse nuttige bijdrage (als aandeel van de totale warmtevraag van de installatie) van een thermisch zonne-energiesysteem dat enkel meehelpt voor de bereiding van warm tapwater als:

$$\text{Eq. 370} \quad \text{Indien } Q_{as,demand,water,m} = 0: \quad \begin{aligned} f_{as,water,bath\ i,m} &= f_{as,water,sink\ i,m} \\ &= f_{as,water,other\ i,m} = 0 \end{aligned} \quad (-)$$

$$\text{Indien } Q_{as,demand,water,m} \neq 0: \quad \begin{aligned} f_{as,water,bath\ i,m} &= f_{as,water,sink\ i,m} = f_{as,water,other\ i,m} \\ &= \min \left\{ \max \left(0; \frac{Q_{as,out,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}} \right); 1 \right\} \end{aligned} \quad (-)$$

met:

$Q_{as,out,water,m}$ de maandelijkse nuttige energie voor warm tapwater die door het thermisch zonne-energiesysteem kan worden geleverd, rekening houdend met de verliezen van het opslagvat, zoals bepaald in § 10.4.3, in MJ;

$Q_{as,demand,water,m}$ de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

10.4.3 Maandelijkse nuttige energie voor warm tapwater door het thermische zonne-energiesysteem, rekening houdend met de verliezen van het opslagvat

Bepaal de maandelijkse nuttige energie voor warm tapwater door het thermische zonne-energiesysteem, rekening houdend met de verliezen van het opslagvat als:

$$\text{Eq. 371} \quad Q_{as,out,water,m} = Q_{as,woL,water,m} - Q_{as,loss,stor,water,m} \quad (\text{MJ})$$

met:

$$\text{Eq. 372} \quad \begin{aligned} Q_{as,woL,water,m} &= \\ \max \left\{ 0; \left(\begin{aligned} &1,111 \cdot Y_{as,water,m} - 0,070 \cdot X_{as,water,m} \\ &-0,265 \cdot Y_{as,water,m}^2 + 0,002 \cdot X_{as,water,m}^2 \\ &+ 0,023 \cdot Y_{as,water,m}^3 \end{aligned} \right) \cdot Q_{as,demand,water,m} \right\} \end{aligned} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$Q_{as,woL,water,m}$ de maandelijkse nuttige energie voor warm tapwater die door het thermisch zonne-energiesysteem kan worden geleverd, zonder de verliezen van het opslagvat, in MJ;

$Q_{as,loss,stor,water,m}$ de maandelijkse opslagverliezen voor warm tapwater van het thermisch zonne-energiesysteem, zoals bepaald in § 10.4.3.3, in MJ;

$Y_{as,water,m}$ de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele Y voor de warm tapwater ondersteuning door het thermisch zonne-energiesysteem, zoals bepaald in § 10.4.3.2, (-);

$X_{as,water,m}$ de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele X voor de warm tapwater ondersteuning door het thermisch zonne-energiesysteem, zoals bepaald in § 10.4.3.1, (-);

$Q_{as,demand,water,m}$ de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

10.4.3.1 Hulpvariabele X voor de warm tapwater ondersteuning door het thermisch zonne-energiesysteem

Bepaal de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele X voor de warm tapwater ondersteuning door het thermisch zonne-energiesysteem als:

Eq. 373 Als het thermisch zonne-energiesysteem enkel instaat voor warm tapwater

of als $\sum_j A_{as,j} \leq 6 \text{ m}^2$:

$$X_{as,water,m} = \frac{\left(0,9 \cdot \left(\sum_j A_{as,j} \right) \cdot H_{as,loop} \cdot \left(\begin{array}{c} 58,8 + 3,86 \cdot \theta_{coldwater,m} \\ -2,32 \cdot \theta_{e,m} \end{array} \right) \cdot f_{as,stor} \cdot t_m \right)}{Q_{as,demand,water,m}} \quad (-)$$

In de andere gevallen:

$$X_{as,water,m} = \frac{\left(0,9 \cdot \left(\sum_j A_{as,j} \right) \cdot H_{as,loop} \cdot \left(\begin{array}{c} 58,8 + 3,86 \cdot \theta_{coldwater,m} \\ -2,32 \cdot \theta_{e,m} \end{array} \right) \cdot f_{as,stor} \cdot t_m \right)}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

met:

$A_{as,j}$	de apertuuroppervlakte van collectormodule j in het thermisch zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte is opgenomen met het symbool en index A_G), in m^2 ;
$H_{as,loop}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt van het collectorcircuit (collector+leidingen), zoals hieronder bepaald, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
$\theta_{coldwater,m}$	de maandelijkse koudwatertemperatuur, gelijkgesteld aan 10°C ;
$\theta_{e,m}$	de maandgemiddelde buitentemperatuur, in $^\circ\text{C}$, zie Tabel [1];
$f_{as,stor}$	de correctiefactor voor de capaciteit van het opslagvat, zoals hieronder bepaald, (-);
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ;
$Q_{as,demand,heat,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle collectormodules j van het thermisch zonne-energiesysteem.

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt van het collectorcircuit als:

$$\text{Eq. 374 } H_{as,loop} = a_1 + a_2 \cdot 40 + \frac{\left(5 + 0,5 \cdot \sum_j A_{as,j} \right)}{\sum_j A_{as,j}} \quad (\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$$

met:

- a_1 de warmteverliescoëfficiënt van de zonnecollector, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Waarden bij ontstentenis kunnen, in functie van het collectortype, teruggevonden worden in Tabel [39]. Indien meerdere zonnecollectoren zijn aangesloten op het collectorcircuit, wordt hier de hoogste warmteverliescoëfficiënt weerhouden;
- a_2 het temperatuurafhankelijke deel van de warmteverliescoëfficiënt van de zonnecollector, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^2)$. Waarden bij ontstentenis kunnen, in functie van het collectortype, teruggevonden worden in Tabel [39]. Indien meerdere zonnecollectoren zijn aangesloten op het collectorcircuit, wordt hier het hoogste temperatuurafhankelijke deel van de warmteverliescoëfficiënt weerhouden;
- $A_{as,j}$ de apertuuroppervlakte van collectormodule j in het thermisch zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte is opgenomen met het symbool en index A_G), in m^2 .

Er moet gesommeerd worden over alle collectormodules j van het thermisch zonne-energiesysteem.

Bepaal de correctiefactor voor de capaciteit van het opslagvat, voor warm tapwater, als:

$$f_{as,stor} = \left(\frac{75 \cdot \sum_j A_{as,j}}{f_{stor,sys} \cdot V_{as,stor}} \right)^{0,25}$$

Eq. 375 (-)

met:

- $A_{as,j}$ de apertuuroppervlakte van collectormodule j in het thermisch zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte is opgenomen met het symbool en index A_G), in m^2 ;
- $f_{stor,sys}$ correctiefactor die rekening houdt met het type systeem, (-). Voor monovalente systemen is deze factor gelijk aan 1, voor bivalente systemen is deze factor gelijk aan 0,6;
- $V_{as,stor}$ het totale volume van het opslagvat in het thermische zonne-energiesysteem (inclusief het deel dat eventueel dat door een back-up verwarmder wordt verwarmd), in liter.

Er moet gesommeerd worden over alle collectormodules j van het thermisch zonne-energiesysteem.

Tabel [39]: Waarden bij ontstentenis voor collectoreigenschappen

Parameter	Vlakke plaat collector	Vacuümbuis (CPC)	Vacuümbuis (Heatpipe)
$\eta_{0,j}$	0,70	0,60	0,70
a_1	4,00	3,00	1,25
a_2	0,03	0,02	0,01
IAM_j	0,83	0,83	0,89

10.4.3.2 Hulpvariabele Y voor de warm tapwater ondersteuning door het thermisch zonne-energiesysteem

Bepaal de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele Y voor de warm tapwater ondersteuning door het thermisch zonne-energiesysteem als:

Eq. 376 Als het thermisch zonne-energiesysteem enkel instaat voor warm tapwater

$$\text{of als } \sum_j A_{as,j} \leq 6 \text{ m}^2: Y_{as,water,m} = \frac{0,9 \cdot \sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j} \cdot IAM_j \cdot \eta_{0,j}}{Q_{as,demand,water,m}} \quad (-)$$

$$\text{In de andere gevallen: } Y_{as,water,m} = \frac{0,9 \cdot \sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j} \cdot IAM_j \cdot \eta_{0,j}}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

met:

$A_{as,j}$	de apertuuroppervlakte van collectormodule j in het thermisch zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte is opgenomen met het symbool en index A_G), in m^2 ;
$I_{as,m,shad,j}$	de bezonning op collectormodule j voor de beschouwde maand, rekening houdend met beschaduwing, bepaald volgens Bijlage C van deze tekst, in MJ/m^2 ;
IAM_j	de hoekafhankelijkheidscoëfficiënt van collectormodule j, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806, (-). Waarden bij ontstentenis kunnen, in functie van het collectortype, teruggevonden worden in Tabel [39];
$\eta_{0,j}$	het rendement van de collectormodule j indien er geen warmteverlies naar de omgeving is, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806, (-). Waarden bij ontstentenis kunnen, in functie van het collectortype, teruggevonden worden in Tabel [39];
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ;
$Q_{as,demand,heat,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle collectormodules j van het thermisch zonne-energiesysteem.

10.4.3.3 Maandelijks opslagverliezen voor warm tapwater van het thermisch zonne-energiesysteem

Bepaal de maandelijks opslagverliezen voor warm tapwater van het thermisch zonne-energiesysteem als:

Eq. 377 Als het thermisch zonne-energiesysteem enkel instaat voor warm tapwater

$$\text{of als: } \sum_j A_{as,j} \leq 6 \text{ m}^2:$$

$$Q_{as,loss,stor,water,m} = \max \left\{ 0; \left[H_{as,stor} \cdot f_{stor,sys} \cdot \left(\begin{array}{c} \theta_{coldwater,m} + (60 - \theta_{coldwater,m}) \cdot f_{as,woL,water,m} \\ - \theta_{as,stor,amb,m} \end{array} \right) \right] \cdot f_{as,woL,water,m} \cdot t_m \right\} \quad (\text{MJ})$$

In de andere gevallen:

$$Q_{as,loss,stor,water,m} = \max \left\{ 0; \left[H_{as,stor} \cdot f_{stor,sys} \cdot \left(\begin{array}{c} \theta_{coldwater,m} + (60 - \theta_{coldwater,m}) \cdot f_{as,woL,water,m} \\ - \theta_{as,stor,amb,m} \end{array} \right) \right] \cdot f_{as,woL,water,m} \cdot t_m \cdot \left(\frac{Q_{as,demand,water,m}}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \right) \right\} \quad (\text{MJ})$$

met:

$$f_{as,woL,water,m} = \min \left(1; \frac{Q_{as,woL,water,m}}{Q_{as,demand,water,m}} \right) \quad (-)$$

Eq. 378

waarin:

$H_{as,stor}$	de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt van het opslagvat, zoals hieronder bepaald, in W/K;
$f_{stor,sys}$	correctiefactor die rekening houdt met het type systeem, (-). Voor monovalente systemen is deze factor gelijk aan 1, voor bivalente systemen is deze factor gelijk aan 0,6;
$\theta_{coldwater,m}$	de maandelijks koudwatertemperatuur, gelijkgesteld aan 10°C;
$f_{as,woL,water,m}$	de maandelijks nuttige energiebijdrage (als aandeel van de totale warmtevraag) van het thermisch zonne-energiesysteem voor warm tapwater, zonder rekening te houden met de verliezen van het opslagvat, (-);
$\theta_{as,stor,amb,m}$	de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van het opslagvat, in °C: - indien het opslagvat binnen het beschermde volume ligt, geldt: $\theta_{as,stor,amb,m} = 18$; - indien het opslagvat in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt: $\theta_{as,stor,amb,m} = 11 + 0,4 \cdot \theta_{e,m}$; - indien het opslagvat buiten ligt, geldt: $\theta_{as,stor,amb,m} = \theta_{e,m}$; waarin: $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens Tabel [1];
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];

$Q_{as,demand,water,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ;
$Q_{as,demand,heat,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ;
$Q_{as,woL,water,m}$	de maandelijkse nuttige energie voor warm tapwater die door het thermisch zonne-energiesysteem kan worden geleverd, zonder de verliezen van het opslagvat, zoals bepaald in § 10.4.3 in MJ.

Bepaal de totale warmteoverdrachtscoëfficiënt van het opslagvat, $H_{as,stor}$, als volgt.

Als $V_{as,stor} \leq 2000$, bepaal $H_{as,stor}$ volgens de norm NBN EN 12977-3 of bij ontstentenis volgens volgende formule:

$$\text{Eq. 379 } H_{as,stor} = \frac{31 + 16,66 \cdot V_{as,stor}^{0,4}}{45} \quad (\text{W/K})$$

Als $V_{as,stor} > 2000$:

$$\text{Eq. 380 } H_{as,stor} = \frac{16,66 + 8,33 \cdot V_{as,stor}^{0,4}}{45} \quad (\text{W/K})$$

met:

$V_{as,stor}$ het totale volume van het opslagvat in het thermische zonne-energiesysteem (inclusief het deel dat eventueel dat door een back-up verwarmers wordt verwarmd), in liter.

10.4.4 Maandelijkse nuttige energie voor ruimteverwarming door het thermische zonne-energiesysteem

Bepaal de maandelijkse nuttige energie voor ruimteverwarming door het thermische zonne-energiesysteem, als:

$$\text{Eq. 381 } Q_{as,out,heat,m} = \max\left\{0; \begin{pmatrix} 1,111 \cdot Y_{as,heat,m} - 0,070 \cdot X_{as,heat,m} \\ -0,265 \cdot Y_{as,heat,m}^2 + 0,002 \cdot X_{as,heat,m}^2 \\ + 0,023 \cdot Y_{as,heat,m}^3 \end{pmatrix} \cdot Q_{as,demand,heat,m}\right\} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$Y_{as,heat,m}$ de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele Y voor de ruimteverwarming ondersteuning door het thermisch zonne-energiesysteem, zoals bepaald in § 10.4.4.2, (-);

$X_{as,heat,m}$ de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele X voor de ruimteverwarming ondersteuning door het thermisch zonne-energiesysteem, zoals bepaald in § 10.4.4.1, (-);

$Q_{as,demand,heat,m}$ de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

10.4.4.1 Hulpvariabele X voor de ruimteverwarming ondersteuning door het thermisch zonne-energiesysteem

Bepaal de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele X voor de ruimteverwarming ondersteuning door het thermisch zonne-energiesysteem als:

$$X_{as,heat,m} = \frac{0,9 \cdot \left[\sum_j A_{as,j} \right] \cdot H_{as,loop} \cdot (88,75 - \theta_{e,m}) \cdot f_{as,stor} \cdot t_m}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

Eq. 382

met:

$A_{as,j}$ de apertuuroppervlakte van collectormodule j in het thermisch zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte is opgenomen met het symbool en index A_G), in m^2 ;

$H_{as,loop}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt van het collectorcircuit (collector+leidingen), zoals bepaald in § 10.4.3.1, in $W/(m^2 \cdot K)$;

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in $^{\circ}C$, zie Tabel [1];

$f_{as,stor}$ de correctiefactor voor de capaciteit van het opslagvat, zoals bepaald in § 10.4.3.1, (-);

t_m de lengte van de betreffende maand, in M_s , zie Tabel [1];

$Q_{as,demand,water,m}$ de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ;

$Q_{as,demand,heat,m}$ de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle collectormodules j van het thermisch zonne-energiesysteem.

10.4.4.2 Hulpvariabele Y voor de ruimteverwarming ondersteuning door het thermisch zonne-energiesysteem

Bepaal de maandelijkse waarde voor de hulpvariabele Y voor de ruimteverwarming ondersteuning door het thermisch zonne-energiesysteem als:

$$Y_{as,heat,m} = \frac{0,9 \cdot \left[\sum_j A_{as,j} \cdot I_{as,m,shad,j} \cdot IAM_j \cdot \eta_{0,j} \right]}{Q_{as,demand,water,m} + Q_{as,demand,heat,m}} \quad (-)$$

Eq. 383

met:

$A_{as,j}$ de apertuuroppervlakte van collectormodule j in het thermisch zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte is opgenomen met het symbool en index A_G), in m^2 ;

$I_{as,m,shad,j}$ de bezonning op collectormodule j voor de beschouwde maand, rekening houdend met beschaduwing, bepaald volgens Bijlage C van deze tekst, in MJ/m^2 ;

IAM_j	de hoekafhankelijkheidscoëfficiënt van collectormodule j , bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806, (-). Waarden bij ontstentenis kunnen, in functie van het collectortype, teruggevonden worden in Tabel [39];
$\eta_{0,j}$	het rendement van de collectormodule j indien er geen warmteverlies naar de omgeving is, bepaald volgens de norm NBN ISO 9806, (-). Waarden bij ontstentenis kunnen, in functie van het collectortype, teruggevonden worden in Tabel [39];
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
$Q_{as,demand,water,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor warm tapwater waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ;
$Q_{as,demand,heat,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor ruimteverwarming waaraan het thermisch zonne-energiesysteem bijdraagt, zoals bepaald in § 10.4.1, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle collectormodules j van het thermisch zonne-energiesysteem.

10.5 Equivalent maandelijks energieverbruik voor koeling

Indien er teveel overtollige warmtewinsten optreden, is het risico op oververhitting groot. Zelfs indien er bij de bouw geen actieve koeling geplaatst wordt, blijft de kans bestaan dat deze achteraf toch nog geïnstalleerd wordt. Daarom wordt er ook in die gevallen met een equivalent fictief koelverbruik rekening gehouden, zie § 8 .

Bepaal het equivalent maandelijks elektriciteitsverbruik voor koeling als:

$$\text{Eq. 115 } Q_{cool,final,sec i,m} = \frac{Q_{cool,net,sec i,m}}{8,1} \quad (\text{kWh})$$

met:

$Q_{cool,net,sec i,m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor koeling van energiesector i , berekend volgens § 8.4;
8,1	het product van het forfaitair systeemrendement (0,9), een forfaitaire EER van het koelsysteem (2,5) en de omrekenfactor van MJ naar kWh (3,6).

11 Maandelijks hulpenergieverbruik

11.1 Maandelijks energieverbruik voor de hulpfuncties

11.1.1 Elektrisch hulpenergieverbruik voor distributie

11.1.1.1 Principe

In dit hoofdstuk wordt het maandelijks elektrisch hulpenergieverbruik voor distributie bepaald. De omzetting naar primair energieverbruik gebeurt in § 13.5.

Er wordt geen hulpenergie ingerekend voor distributie bij koeling. Bij conventie wordt aangenomen dat dit reeds werd ingerekend bij de bepaling van het equivalent maandelijks energieverbruik voor koeling (zie § 10.5).

11.1.1.2 Rekenregel voor hulpenergieverbruik voor distributie

11.1.1.2.1 Algemene rekenregel

Bepaal het maandelijks hulpenergieverbruik voor distributie als:

$$\text{Eq. 304 } W_{\text{aux,dis, m}} = \sum_j P_{\text{pumps,dis, instal,j}} \cdot \frac{t_{\text{on,dis,j,m}}}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

waarin:

- $W_{\text{aux,dis,m}}$ het maandelijks elektrisch hulpenergieverbruik voor distributie in de EPW-eenheid, in kWh;
- $P_{\text{pumps,dis,instal,j}}$ de waarde voor het geïnstalleerd vermogen van pomp j ten dienste van de beschouwde EPW-eenheid, zoals bepaald in § 11.1.1.3, in W;
- $t_{\text{on,dis,j,m}}$ de maandelijkse aantijd van pomp j voor distributie, zoals bepaald in § 11.1.1.4, in Ms.

Er dient gesommeerd te worden over alle circulatiepompen j die de EPW-eenheid bedienen.

11.1.1.2.2 Uitzonderingen

Circulatiepompen in reservestelling zijn redundant voor het systeem. Hun hulpenergieverbruik dient aldus niet in rekening te worden gebracht.

11.1.1.3 Bepaling van het geïnstalleerd vermogen $P_{\text{pumps,dis,instal,j}}$

$P_{\text{pumps,dis,instal,j}}$ is het geïnstalleerd vermogen van de circulatiepomp j , in W, en wordt bepaald als:

- voor natlopende circulatiepompen: het gemiddeld opgemeten elektrische vermogen op 100% van het debiet, genaamd $P_{L,100\%}$, uit Verordening (EU) n° 641/2009;
- voor drooglopende circulatiepompen waarbij de elektromotor afgesplitst is van de rotor: het maximaal elektrisch vermogen dat de elektromotor kan opnemen bij continu bedrijf bepaald volgens de norm NBN EN 60034-1 voor "duty type S1".

Bij gebrek aan de productwaarden kunnen de volgende waarden bij ontstentenis gebruikt worden, in functie van het soort distributie:

- in geval van warmtedistributie:

$$\text{Eq. 305 } P_{\text{pumps,dis,instal},j} = \text{MAX}(70; 0,084 \cdot \sum_i V_{\text{sec } i}) \quad (\text{W})$$

met:

$V_{\text{sec } i}$ het volume van energiesector i , in m^3 .

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i die circulatiepomp j bedient.

- in geval van sanitair warm waterdistributie (circulatieleiding):

$$\text{Eq. 306 } P_{\text{pumps,dis,instal},j} = \text{MAX}\left(25; \frac{\Delta p_{\text{pumps}}}{\eta_{\text{pumps}}} \cdot f_{\text{insul,circ } k} \cdot \frac{\sum_j l_{\text{circ } k,j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,January},j})}{R_{1,j} \cdot \rho_W \cdot C_W \cdot \Delta \theta}\right) \quad (\text{W})$$

- in geval van de combinatie van sanitair warm waterdistributie en warmtedistributie (combilus):

$$\text{Eq. 307 } P_{\text{pumps,dis,instal},j} = \text{MAX}\left(70; \frac{\Delta p_{\text{pumps}}}{\eta_{\text{pumps}}} \cdot f_{\text{insul,circ } k} \cdot \frac{\sum_j l_{\text{circ } k,j} \cdot (60 - \theta_{\text{amb,January},j})}{R_{1,j} \cdot \rho_W \cdot C_W \cdot \Delta \theta}\right) \quad (\text{W})$$

met:

Δp_{pumps}	de minimale opvoerhoogte, in Pa, als hieronder bepaald;
$f_{\text{insul,circ } k}$	correctiefactor om rekening te houden met de impact van koudebruggen op de warmteweerstand van de segmenten van circulatieleiding k , zoals bepaald in § 9.3.2, (-);
$l_{\text{circ } k,j}$	de lengte van segment j van circulatieleiding k , in m;
η_{pumps}	het rendement van de pomp. Dit wordt bij conventie gelijk genomen aan 0,2, (-);
$\theta_{\text{amb,January},j}$	de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van leidingsegment j voor de maand januari, in °C, zoals bepaald in § 9.3.2.2;
$R_{1,j}$	de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j , in m.K/W , bepaald volgens § E.3;
ρ_W	de dichtheid van water, in kg/m^3 . Dit wordt bij conventie gelijk genomen aan 998 kg/m^3 ;
C_W	de specifieke warmtecapaciteit van water, in J/(kg.K) . Dit wordt bij conventie gelijk genomen aan 4182 J/(kg.K) ;
$\Delta \theta$	het temperatuursverschil tussen vertrek en retour, in K. Dit wordt bij conventie gelijk genomen aan 5 K.

Er dient gesommeerd te worden over alle segmenten j van circulatieleiding k die bediend worden door circulatiepomp j .

De minimale opvoerhoogte wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 308 } \Delta p_{\text{pumps}} = \sum_l l_{\text{circ } k,l} \cdot 300 \quad (\text{Pa})$$

met:

$l_{\text{circ } k,l}$ de lengte van segment l van circulatieleiding k , in m.

Er dient gesommeerd te worden over alle segmenten l van circulatieleiding k die bediend worden door circulatiepomp j .

Indien een pomp meerdere EPW- en/of EPN-eenheden bedient, dan dient het vermogen van de pomp ($P_{pumps,dis,instal,j}$) proportioneel verdeeld te worden op basis van de totale bruto energiebehoefte van de respectievelijke eenheden. In geval van warmtedistributie dient de bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming te worden gebruikt. In het geval van sanitair warm waterdistributie (circulatieleiding) of voor een combiluis dient de bruto energiebehoefte voor warm tapwater te worden gebruikt.

11.1.1.4 Bepaling van de aantijd $t_{on,dis,j,m}$

De maandelijkse aantijd van circulatiepomp j , $t_{on,dis,j,m}$, in Ms, wordt bepaald in functie van het soort distributie, als volgt.

- Voor pompen voor sanitair warm waterdistributie (circulatieleiding) en circulatiepompen in combilussen die het hele jaar door worden gebruikt, geldt:

$$\text{Eq. 309 } t_{on,dis,j,m} = t_m \quad (\text{Ms})$$

- Voor circulatiepompen in combilussen die enkel tijdens de wintermaanden worden gebruikt, geldt:
 - In maanden dat $Q_{heat,net,sec i,m} = 0$:

$$\text{Eq. 447 } t_{on,dis,j,m} = 0 \quad (\text{Ms})$$

- In alle andere maanden:

$$\text{Eq. 448 } t_{on,dis,j,m} = t_m \quad (\text{Ms})$$

- Voor pompen voor warmtedistributie geldt:

$$\text{Eq. 310 } t_{on,dis,j,m} = \max(t_{on,dis,heat,j,m,sec i}) \quad (\text{Ms})$$

met:

t_m de duur van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

$t_{on,dis,heat,j,m,sec i}$ de maandelijkse aantijd van circulatiepomp j voor warmtedistributie in energiesector i , zoals hieronder bepaald, in Ms.

Het maximum moet bepaald worden over alle energiesectoren i die door circulatiepomp j worden bediend.

Bepaal de maandelijkse aantijd van circulatiepomp j voor warmtedistributie in energiesector i , $t_{on,dis,heat,j,m,sec i}$, als volgt:

- voor een natlopende circulatiepomp met pompregeling (uitgezonderd aan/uit regeling) waarvan de EEI gekend is:

$$\text{Eq. 311 } t_{on,dis,heat,j,m,sec i} = \text{MIN} \left(t_{heat,sec i,m} \cdot \left(0,6 + 0,625 \cdot \frac{EEI}{0,23} \right); t_m \cdot \frac{1}{2} \right) \quad (\text{Ms})$$

- voor een drooglopende circulatiepomp met pompregeling (uitgezonderd aan/uit regeling):

$$\text{Eq. 312 } t_{\text{on,dis,heat,j,m,sec } i} = \text{MIN} \left(t_{\text{heat,sec } i, m}; t_m \cdot \frac{1}{2} \right) \quad (\text{Ms})$$

- voor een pomp met aan/uit regeling of een natlopende circulatiepomp met pompregeling (uitgezonderd aan/uit regeling) waarvan de EEI niet gekend is:

$$\text{Eq. 313 } t_{\text{on,dis,heat,j,m,sec } i} = t_m \cdot \frac{1}{2} \quad (\text{Ms})$$

- in alle andere gevallen of regeling onbekend:

$$\text{Eq. 314 } t_{\text{on,dis,heat,j,m,sec } i} = t_m \quad (\text{Ms})$$

met:

$t_{\text{heat,sec } i, m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte van energiesector i , in Ms, bepaald volgens § D.1;
 EEI de energie-efficiëntie-index, uit Verordening (EU) n° 641/2009, (-);
 t_m de duur van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

11.1.2 Elektrisch hulpenergieverbruik voor opwekking

11.1.2.1 Principe

In dit hoofdstuk wordt het maandelijks elektrische hulpenergieverbruik van de hulpfuncties voor opwekking bepaald. De omzetting naar primair energieverbruik gebeurt in § 13.5.

Er wordt geen hulpenergie ingerekend voor opwekking bij koeling. Deze is reeds inbegrepen in het forfaitaire opwekkingsrendement.

11.1.2.2 Rekenregel voor elektrisch hulpenergieverbruik voor warmteopwekking

11.1.2.2.1 Algemene rekenregel

Bepaal het maandelijks elektrisch hulpenergieverbruik voor opwekking in de EPW-eenheid, $W_{\text{aux,gen,m}}$, als:

$$\text{Eq. 315 } W_{\text{aux,gen,m}} = W_{\text{throttle/fans,gen,m}} + W_{\text{electr,gen,m}} \quad (\text{kWh})$$

waarin:

$W_{\text{throttle/fans,gen,m}}$ het maandelijks elektriciteitsverbruik van de gaskleppen en/of ventilatoren van de opwekkingstoestellen van de beschouwde EPW-eenheid, zoals bepaald in § 11.1.2.3, in kWh;
 $W_{\text{electr,gen,m}}$ het maandelijks elektriciteitsverbruik voor elektronica en ontstekers van de opwekkingstoestellen van de beschouwde EPW-eenheid, zoals hieronder bepaald, in kWh.

$W_{\text{electr,gen,m}}$ wordt bepaald als:

$$\text{Eq. 316 } W_{\text{electr,gen,m}} = \sum_j P_{\text{electr,gen,j}} \cdot \frac{t_m}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

waarin:

$P_{\text{electr,gen,j}}$ het "stand-by" verliesvermogen door de elektronica voor de opwekking, in W. Per opwekkingstoestel j wordt het "stand-by" verliesvermogen gelijk genomen aan 10 W;

t_m de duur van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms.

Er dient telkens gesommeerd te worden over alle opwekkingstoestellen j die de EPW-eenheid bedienen.

Indien een opwekkingstoestel meerdere EPW- en/of EPN-eenheden bedient dan dient het "stand-by" verliesvermogen proportioneel verdeeld te worden over deze EPW- en/of EPN-eenheden op basis van de totale bruto energiebehoefte van de respectievelijke eenheden. Als het opwekkingstoestel enkel voor ruimteverwarming zorgt, dient de bruto energiebehoefte voor verwarming te worden gebruikt. Als het opwekkingstoestel enkel voor sanitair warm waterproductie zorgt, dient de bruto energiebehoefte voor sanitair warm water te worden gebruikt. Zorgt het opwekkingstoestel voor beiden, dan dient de som van de bruto energiebehoeften voor verwarming en warm tapwater te worden gebruikt.

Als het opwekkingstoestel zorgt voor bevochtiging van een of meerdere EPN-eenheden, dient bij het toepassen van de bovenstaande verdeelregel de bruto energiebehoefte voor bevochtiging van de bediende EPN-eenheden telkens opgeteld te worden bij de bruto energiebehoefte van verwarming en/of sanitair warm water.

Als het opwekkingstoestel warmte levert aan een thermisch aangedreven koelmachine die een of meerdere EPN-eenheden bedient, dient bij het toepassen van de bovenstaande verdeelregel de warmte geleverd aan de thermisch aangedreven koelmachine en die nodig is om de koelvraag van de bediende EPN-eenheden te dekken, telkens bij de bruto energiebehoefte van verwarming en/of sanitair warm waterproductie en/of bevochtiging opgeteld te worden. De warmte geleverd aan de thermisch aangedreven koelmachine wordt voor elke bediende EPN-eenheid bepaald als de bijdrage van de thermisch aangedreven koelmachine aan de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimtekoeling, $Q_{\text{cool,gross}}$ gedeeld door de prestatiecoëfficiënt van de thermisch aangedreven koelmachine, EER_{nom} .

11.1.2.2.2 Uitzonderingen

Voor opwekkingstoestellen voor sanitair warm water waarvan de productie- en opslagrendementen wordt berekend volgens § 10.3.3.4.1 en voor opwekkingstoestellen voor ruimteverwarming waarvan het opwekkingsrendement wordt berekend volgens § 10.2.3.3, § 10.2.3.4.2 of § 10.2.3.4.3 is het elektrisch hulpenergieverbruik voor het opwekkingstoestel reeds in rekening gebracht waardoor bij gevolg deze toestellen niet hoeven meegeteld te worden in Eq. 315.

Het eventuele hulpenergieverbruik van plaatselijke verwarmingstoestellen, met uitzondering van pelletkachels met een nominaal vermogen van hoogstens 50 kW, kolenkachels en houtkachels die geen pelletkachel zijn, waarvan het opwekkingsrendement bepaald is volgens § 10.2.3.2.4, is reeds in het opwekkingsrendement in beschouwing genomen en wordt dan ook niet meer opnieuw ingerekend.

11.1.2.3 Bepaling van het maandelijks elektriciteitsverbruik van gaskleppen en/of ventilatoren $W_{\text{throttle/fans,gen,m}}$

11.1.2.3.1 Algemene rekenregel

$W_{\text{throttle/fans,gen,m}}$ wordt bepaald als:

$$\text{Eq. 317 } W_{\text{throttle/fans, gen, m}} = \sum_j P_{\text{throttle/fans, gen, spec}} \cdot P_{\text{throttle/fans, gen, j}} \cdot \frac{t_{\text{on, gen, j, m}}}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

waarin:

$P_{\text{throttle/fans, gen, spec}}$ het specifieke vermogen voor opwekking voor de opwekkers in het bezit van een ventilator en/of gasklep, wordt gelijk genomen aan 1 W/kW;

$P_{\text{throttle/fans, gen, j}}$ het nominale vermogen van opwekkingstoestel j , in kW;

$t_{\text{on, gen, j, m}}$ de maandelijkse aantijd van de gasklep en/of ventilator ten dienste van opwekkingstoestel j , zoals bepaald in § 11.1.2.3.2, in Ms.

Er dient telkens gesommeerd te worden over alle opwekkingstoestellen j die de EPW-eenheid bedienen en die gebruik maken van een gasklep en/of ventilator.

Indien een opwekkingstoestel meerdere EPW- en/of EPN-eenheden bedient dan dient in formule Eq. 317 het nominale vermogen van het opwekkingstoestel proportioneel verdeeld te worden over deze EPW- en/of EPN-eenheden op basis van de totale bruto energiebehoefte van de respectievelijke eenheden. Als het opwekkingstoestel enkel voor ruimteverwarming zorgt, dient de bruto energiebehoefte voor verwarming te worden gebruikt. Als het opwekkingstoestel enkel voor sanitair warm waterproductie zorgt, dient de bruto energiebehoefte voor sanitair warm water te worden gebruikt. Zorgt het opwekkingstoestel voor beiden, dan dient de som van de bruto energiebehoeften voor verwarming en voor warm tapwater te worden gebruikt.

11.1.2.3.2 Bepaling van de aantijd $t_{\text{on, gen, j, m}}$

$t_{\text{on, gen, j, m}}$ wordt bepaald als:

$$\text{Eq. 318 } t_{\text{on, gen, j, m}} = \text{MIN} \left(t_m; \frac{\left(\sum_i Q_{\text{heat, gross, sec } i, m} + \sum_k Q_{\text{water, bath } k, \text{gross, m}} + \sum_k Q_{\text{water, sink } k, \text{gross, m}} + \sum_k Q_{\text{water, other } k, \text{gross, m}} + \sum_l Q_{\text{hum, net, l}} + \sum_o \sum_n \frac{Q_{\text{cool, gross, sec } n, m}}{\text{EER}_{\text{nom, o}}} \right)}{P_{\text{throttle/fans, gen, j}} \cdot 1000} \right) \quad (\text{Ms})$$

waarin:

t_m de duur van de betreffende maand, ontleend aan Tabel [1], in Ms;

$Q_{\text{heat, gross, sec } i, m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.1 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 6.2 van bijlage EPN bij dit besluit voor EPN-eenheden, in MJ, voor zover zij door opwekkingstoestel j wordt geleverd in overeenstemming met § 10.2.2 van deze bijlage (voor EPW-eenheden) of § 7.2.1 van bijlage EPN bij dit besluit (voor EPN-eenheden);

$Q_{\text{water, bath } k, \text{gross, m}}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor het warm tapwater voor douche of bad k , bepaald volgens § 9.3.1 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 6.5 van bijlage EPN bij dit besluit voor EPN-eenheden, in MJ, voor zover zij door opwekkingstoestel j wordt geleverd in overeenstemming met § 10.3.2 van deze bijlage (voor EPW-eenheden) of § 7.6 van bijlage EPN bij dit besluit (voor EPN-eenheden);

$Q_{\text{water, sink } k, \text{gross, m}}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor het warm tapwater voor keukenaanrecht k , bepaald volgens § 9.3.1 van deze bijlage voor EPW-eenheden en volgens § 6.5 van bijlage EPN bij dit besluit voor EPN-eenheden, in MJ, voor zover zij door

	opwekkingstoestel j wordt geleverd in overeenstemming met § 10.3.2 van deze bijlage (voor EPW-eenheden) of § 7.6 van bijlage EPN bij dit besluit (voor EPN-eenheden);
$Q_{\text{water, other } k, \text{gross}, m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor het warm tapwater voor ander tappunt k voor warm water, bepaald volgens § 6.5 van bijlage EPN bij dit besluit, in MJ, voor zover zij door opwekkingstoestel j wordt geleverd in overeenstemming met § 7.6 van bijlage EPN bij dit besluit;
$Q_{\text{hum, net}, l, m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor bevochtiging van bevochtigingstoestel l , bepaald volgens § 5.10 van bijlage EPN bij dit besluit, in MJ, voor zover zij door opwekkingstoestel j wordt geleverd in overeenstemming § 7.2.1 van bijlage EPN bij dit besluit;
$Q_{\text{cool, gross}, \text{sec } n, m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimtekoeling van de energiesector n die door de thermisch aangedreven koelmachine bediend wordt, bepaald volgens § 6.2 van bijlage EPN bij dit besluit, in MJ, voor zover zij door thermisch aangedreven koelmachine o wordt geleverd in overeenstemming § 7.2.2 van bijlage EPN bij dit besluit en voor zover de warmte aan thermisch aangedreven koelmachine o door opwekkingstoestel j wordt geleverd in overeenstemming § 7.2.1 van bijlage EPN bij dit besluit;
$EER_{\text{nom}, o}$	de prestatiecoëfficiënt (Energy Efficiency Ratio) van thermisch aangedreven koelmachine o , bepaald zoals vastgelegd in § 7.5.2 van bijlage EPN bij dit besluit, (-);
$P_{\text{throttle/fans}, \text{gen}, j}$	het nominale vermogen van opwekkingstoestel j , in kW.

Er moet gesommeerd worden over:

- alle energiesectoren i (in de betreffende EPW-eenheid of in andere EPW- of EPN-eenheden) die door opwekkingstoestel j worden bediend;
- alle douches of baden k (in de betreffende EPW-eenheid of in andere EPW- of EPN-eenheden) die door opwekkingstoestel j worden bediend;
- alle keukenaanrechten k (in de betreffende EPW-eenheid of in andere EPW- of EPN-eenheden) die door opwekkingstoestel j worden bediend;
- alle andere tappunten k (in EPN-eenheden) die door opwekkingstoestel j worden bediend;
- alle bevochtigingstoestellen l (in EPN-eenheden) die door opwekkingstoestel j worden bediend;
- alle energiesectoren n (in EPN-eenheden) die door thermisch aangedreven koelmachine o worden bediend en over alle thermisch aangedreven koelmachines o die door opwekkingstoestel j worden bediend.

11.1.3 Hulpenergieverbruik van een thermisch zonne-energiesysteem

Bij de bepaling van het elektrisch hulpenergieverbruik van een thermisch zonne-energiesysteem, wordt enkel het verbruik van de collectorpomp(en) beschouwd. Als er geen thermisch zonne-energiesysteem ten dienste van de EPW- of EPN-eenheid is, of als het thermisch zonne-energiesysteem niet wordt beschouwd, is het maandelijks elektrisch hulpenergieverbruik gelijk aan nul. Bepaal in het andere geval het maandelijks elektrisch hulpenergieverbruik van een thermisch zonne-energiesysteem ten dienste van de EPW of EPN-eenheid als:

$$\text{Eq. 384 } W_{\text{aux,as,m}} = \left(\sum_k P_{\text{pumps,as,k}} \right) \cdot \frac{\left(\sum_j A_{\text{as,j}} \cdot I_{\text{as,m,shad,j}} \right)}{\sum_m \left(\sum_j A_{\text{as,j}} \cdot I_{\text{as,m,shad,j}} \right)} \cdot \frac{t_{\text{on,as,a}}}{3,6} \quad (\text{kWh})$$

met:

$P_{\text{pumps,as,k}}$	het geïnstalleerde vermogen van de collectorpomp k , zoals hieronder bepaald, in W;
$A_{\text{as,j}}$	de apertuuroppervlakte van collectormodule j in het thermisch zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte is opgenomen met het symbool en index A_G), in m^2 ;
$I_{\text{as,m,shad,j}}$	de bezonning op collectormodule j voor de beschouwde maand, rekening houdend met beschaduwing, bepaald volgens Bijlage C van deze tekst, in MJ/m^2 ;
$t_{\text{on,as,a}}$	de jaarlijkse aantijd van de collectorpomp(en), conventioneel vastgelegd op 7,2 Ms (2000 uur).

Er moet gesommeerd worden over alle maanden van het jaar en over alle circulatiepompen k en alle collectormodules j van het thermisch zonne-energiesysteem.

Indien het thermisch zonne-energiesysteem meerdere EPW- en/of EPN-eenheden bedient, dan moet het vermogen van de pomp(en) ($P_{\text{pumps,as,k}}$) proportioneel verdeeld worden over deze EPW- en/of EPN-eenheden op basis van de bruto warmtevraag van de respectievelijke eenheden waaraan het systeem bijdraagt.

Bepaal het geïnstalleerde vermogen van de collectorpomp k als:

- voor natlopende pompen: het gemiddeld opgemeten elektrische vermogen op 100% van het debiet, genaamd $P_{L,100\%}$, uit Verordening (EU) n° 641/2009;
- voor drooglopende pompen waarbij de elektromotor afgesplitst is van de rotor: het maximaal elektrisch vermogen dat de elektromotor kan opnemen bij continu bedrijf bepaald volgens de norm NBN EN 60034-1 voor "duty type S1".

Alternatief mag het vermogen van de pomp(en) worden bepaald als:

$$\text{Eq. 385 } \sum_k P_{\text{pumps,as,k}} = 25 + 2 \cdot \sum_j A_{\text{as,j}} \quad (\text{W})$$

met:

$A_{\text{as,j}}$	de apertuuroppervlakte van collectormodule j in het thermisch zonne-energiesysteem, bepaald volgens de norm NBN EN ISO 9806 (waar de apertuuroppervlakte is opgenomen met het symbool en index A_G), in m^2 .
-------------------	---

Er moet gesommeerd worden over alle collectormodules j van het thermisch zonne-energiesysteem.

11.2 Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren

11.2.1 Principe

Bij de berekening van het maandelijks elektriciteitsverbruik van de ventilatoren wordt rekening gehouden met ventilatoren in mechanische systemen voor hygiënische ventilatie en/of in luchtverwarmingssystemen, met uitzondering van afvoerventilatoren in een systeem A of B die conform zijn aan de opmerking "3)" van § 4.3.1.3 van de norm NBN D50-001.

Volgende ventilatoren worden bijgevolg niet ingerekend: bijkomende ventilatoren voor andere toepassingen (bijvoorbeeld een dampkap) en ventilatoren voor ventilatie die enkel ruimten zonder hygiënische ventilatie-eisen bedienen.

Voor de berekening van het ventilatorverbruik wordt de keuze gelaten tussen een vereenvoudigde berekening (methode 1 - zie § 11.2.2) en een gedetailleerde berekening (methode 2 en methode 3 - zie § 11.2.3). De keuze voor methode 1, 2 of 3 wordt gemaakt voor de volledige EPW-eenheid.

Met "ventilatiemodus" wordt in de volgende hoofdstukken bedoeld dat de ventilator enkel functioneert voor hygiënische ventilatie en dus voor het toevoeren van buitenlucht (desgevallend gerecirculeerde lucht naar de woonkamer) of voor het afvoeren van lucht naar buiten. Met "verwarmingsmodus" wordt bedoeld dat de ventilator functioneert met als doel opgewarmde ((deels) gerecirculeerde) lucht naar de bediende ruimten te transporteren, al dan niet in combinatie met hygiënische ventilatie.

11.2.2 Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren vereenvoudigde berekening (methode 1)

Als gekozen wordt voor de vereenvoudigde berekening, bedraagt het totaal maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren in de EPW-eenheid:

$$\text{Eq. 261 } W_{\text{aux,fans,m}} = \sum_z W_{\text{aux,fans,zonez,m}} \quad (\text{kWh})$$

met:

$W_{\text{aux,fans,zone z,m}}$ het maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren in ventilatiezone z, in kWh, zoals hieronder bepaald.

Er moet gesommeerd worden over alle ventilatiezones in de EPW-eenheid.

Het maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren wordt bepaald per ventilatiezone en als volgt:

$$\text{Eq. 262 } W_{\text{aux,fans,zonez,m}} = t_m \cdot \left(\begin{array}{l} f_{\text{vent,zonez,m}} \cdot \Phi_{\text{fans,vent,zonez}} \\ + f_{\text{heat,zonez,m}} \cdot \Phi_{\text{fans,heat,zonez}} \end{array} \right) / 3,6 \quad (\text{kWh})$$

met:

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];

$f_{\text{vent,zone z,m}}$ de conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilatoren in ventilatiezone z in ventilatiemodus functioneren, bepaald volgens § 11.2.2.3, (-);

$\Phi_{\text{fans,vent,zone } z}$ de rekenwaarde bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren samen in ventilatiezone z in ventilatiemodus, bepaald volgens § 11.2.2.1, in W;

$f_{\text{heat,zone } z,m}$ de conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilatoren in ventilatiezone z in verwarmingsmodus functioneren, bepaald volgens § 11.2.2.3, (-);

$\Phi_{\text{fans,heat,zone } z}$ de rekenwaarde bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren samen in ventilatiezone z in verwarmingsmodus, bepaald volgens § 11.2.2.2, in W.

11.2.2.1 Rekenwaarde bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen in ventilatiemodus

Het elektrisch vermogen van alle ventilatoren samen in ventilatiezone z in ventilatiemodus wordt bepaald als volgt:

$$\text{Eq. 412 } \Phi_{\text{fans,vent,zone } z} = f_1 \cdot \left[0.3 + 0.75 \cdot e^{\left(\frac{-V_{\text{EPR}}}{500}\right)} \right] \cdot \sum V_{\text{sec } i} \quad (\text{W})$$

met:

f_1 een specifieke vermogenfactor, ontleend aan Tabel [47], in $\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$;

V_{EPR} het totaal volume van de EPW-eenheid, bepaald volgens § 7.3, in m^3 ;

$V_{\text{sec } i}$ het volume van energiesector i, in m^3 .

Er moet gesommeerd worden over het volume van alle energiesectoren i van de beschouwde ventilatiezone.

Tabel [47]: Waarden bij ontstentenis voor de specifieke vermogenfactor in ventilatiemodus

Type ventilatiesysteem	Specifieke vermogenfactor f_1 ($\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$)
Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer	0
Mechanische toevoer of mechanische afvoer	0,37
Mechanische toevoer en mechanische afvoer	0,95
Mechanische afvoer met gebruik van de afvoerlucht als warmtebron voor een warmtepomp	0,44
Mechanische toevoer en mechanische afvoer met gebruik van de afvoerlucht als warmtebron voor een warmtepomp	1,12

11.2.2.2 Rekenwaarde bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen in verwarmingsmodus

Neem als rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren samen in ventilatiezone z in verwarmingsmodus, de waarden van Tabel [48].

Tabel [48]: Rekenwaarden bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen in verwarmingsmodus ($V_{\text{sec } i}$: volume van de energiesector i)

Installatie	Soort ventilatorregeling	Vermogen $\Phi_{\text{fans,heat,zone } z}$ (W)
Geen luchtverwarming	n.v.t	0
Luchtverwarming	Geen of niet-automatische regeling	$1,56 \cdot \Sigma V_{\text{sec } i}$
	Automatische regeling	$1,05 \cdot \Sigma V_{\text{sec } i}$

Er dient telkens gesommeerd te worden over het volume van alle energiesectoren i van de beschouwde ventilatiezone.

11.2.2.3 Bepaling van de conventionele maandelijkse tijdsfracties dat de ventilatoren in ventilatiemodus of verwarmingsmodus functioneren

De conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilatoren in ventilatiezone z in ventilatie-, respectievelijk verwarmingsmodus draaien wordt gegeven door:

- indien er in ventilatiezone z enkel ventilatoren opgesteld staan die enkel voor luchtverwarming dienen en niet instaan voor hygiënische ventilatie, dan geldt voor alle maanden:
 - $f_{\text{vent,zone } z,m} = 0$
 - $f_{\text{heat,zone } z,m}$ zoals bepaald met Eq. 264
- indien er in ventilatiezone z enkel ventilatoren opgesteld staan die enkel voor hygiënische ventilatie dienen en niet instaan voor luchtverwarming, dan geldt voor alle maanden:
 - $f_{\text{vent,zone } z,m} = 1$
 - $f_{\text{heat,zone } z,m} = 0$
- indien er in ventilatiezone z zowel ventilatoren opgesteld staan die voor hygiënische ventilatie dienen als ventilatoren die instaan voor luchtverwarming (of als er ventilatoren opgesteld staan die voor beide functies instaan), dan geldt voor elke maand m:

$$\text{Eq. 263 } f_{\text{vent,zone } z,m} = 1 - f_{\text{heat,zone } z,m} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 264 } f_{\text{heat,zone } z,m} = \min \left[1; \sum_i Q_{\text{heat,gross,sec } i,m} / (1000 \cdot P_{\text{nom,zone } z} \cdot t_m) \right] \quad (-)$$

met:

$Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens § 9.2.1, in MJ;

$P_{\text{nom,zone } z}$ de som van de nominale vermogens van de warme lucht opwekkingseenheden die de ventilatiezone z bedienen, in kW;

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1].

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i in ventilatiezone z .

11.2.3 Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren - gedetailleerde berekening

Als gekozen wordt voor de gedetailleerde berekening, bedraagt het totaal maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren in de EPW-eenheid:

$$\text{Eq. 265 } W_{\text{aux,fans,m}} = \sum_j W_{\text{aux,fans,m,j}} \quad (\text{kWh})$$

met:

$W_{\text{aux,fans,m,j}}$ het maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilator(groep) j , in kWh, zoals hieronder bepaald.

Er dient gesommeerd te worden over alle ventilator(groep)en j die bijdragen tot de hygiënische ventilatie van de EPW-eenheid (toevoer en/of afvoer en/of recirculatie) en alle ventilatoren die voor luchtverwarming dienen (al dan niet in combinatie met hygiënische ventilatie).

Bepaal het maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilator(groep) j als:

$$\text{Eq. 266 } W_{\text{aux,fans,m,j}} = t_m \cdot (f_{\text{vent,m,j}} \cdot \Phi_{\text{fans,vent,j}} + f_{\text{heat,m,j}} \cdot \Phi_{\text{fans,heat,j}}) / 3,6 \quad (\text{kWh})$$

met:

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
 $f_{\text{vent,m,j}}$ de conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilator(groep) j in ventilatiemodus functioneert, bepaald volgens § 11.2.3.3, (-);
 $\Phi_{\text{fans,vent,j}}$ de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van ventilator(groep) j in ventilatiemodus, bepaald volgens § 11.2.3.1, in W;
 $f_{\text{heat,m,j}}$ de conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat de ventilator(groep) j in verwarmingsmodus functioneert, bepaald volgens § 11.2.3.3, (-);
 $\Phi_{\text{fans,heat,j}}$ de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van ventilator(groep) j in verwarmingsmodus, bepaald volgens § 11.2.3.2, in W.

11.2.3.1 Rekenwaarde voor het elektrisch vermogen in ventilatiemodus - gedetailleerde berekening

De rekenwaarde voor het elektrisch vermogen in ventilatiemodus wordt naar keuze volgens één van de volgende twee opties bepaald:

- Optie "methode 2": bepaling van de rekenwaarde bij een representatief werkingpunt op basis van het geïnstalleerde elektrisch vermogen (§ 11.2.3.1.1);
- Optie "methode 3": bepaling van de rekenwaarde bij een representatief werkingpunt op basis van het gemeten elektrisch vermogen bij de nominale stand (§ 11.2.3.1.2).

Indien een ventilator(groep) meerdere EPB-eenheden (EPW of EPN) bedient (bijvoorbeeld in het geval van een centraal systeem voor meerdere appartementen), wordt de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen bepaald door vermenigvuldiging van:

- de totale rekenwaarde zoals hierboven bepaald;
- de verhouding van het maximum van de geëiste debieten van de beschouwde EPW-eenheid en de som van de maxima van de geëiste debieten van alle ventilatiezones die door de ventilator worden bediend¹⁵.

Indien een ventilator(groep) ook de toevoer en/of afvoer in ruimten zonder hygiënische ventilatie-eis verzekert, mag er geen enkele (bijkomende) vermindering in rekening worden gebracht voor deze ruimten.

11.2.3.1.1 Optie "methode 2": bepaling van de rekenwaarde op basis van het geïnstalleerde elektrisch vermogen

De rekenwaarde wordt tegelijk bepaald voor alle ventilator(groep)en die samen een ventilatiezone bedienen.

Indien een ventilator(groep) meerdere ventilatiezones en/of EPB-eenheden (EPW of EPN) bedient, wordt de rekenwaarde tegelijkertijd bepaald voor alle ventilatoren die de betreffende ventilatiezones en/of EPB-eenheden bedienen.

De methode bestaat uit twee stappen:

Stap 1: bepaling van de debietsverhouding tussen het representatieve werkingspunt en de nominale stand

Bepaal de debietsverhouding β_v zoals beschreven in § 11.2.3.1.3.

Stap 2: bepaling van het elektrisch vermogen bij het representatief werkingspunt
Bepaal het elektrisch vermogen in ventilatiemodus van elke ventilator(groep) j bij het representatief werkingspunt als volgt:

$$\text{Eq. 267 } \Phi_{\text{fans,vent},j} = f_{\text{ctrl},j} \cdot P_{\text{fans,max},j} \quad (\text{W})$$

met:

$f_{\text{ctrl},j}$ een reductiefactor die rekening houdt met het type debietsregeling van ventilator(groep) j, met inbegrip van vraagsturing, bepaald volgens § 11.2.3.1.4, (-);

$P_{\text{fans,max},j}$ het maximale elektrisch vermogen van de elektromotor of van de elektromotor-ventilator combinatie van de ventilator(groep) j, in W.

11.2.3.1.2 Optie "methode 3": bepaling van de rekenwaarde op basis van het gemeten elektrisch vermogen bij de nominale stand

De rekenwaarde wordt tegelijk bepaald voor alle ventilator(groep)en die samen een ventilatiezone bedienen.

¹⁵ Indien de ventilator ook niet-residentiële bestemmingen bedient, dient het ontwerpdebiet beschouwd te worden i.p.v. het maximum van de geëiste debieten.

Indien een ventilator(groep) meerdere ventilatiezones of EPB-eenheden (EPW of EPN) bedient, wordt de rekenwaarde tegelijkertijd bepaald voor alle ventilatoren die de betreffende ventilatiezones of EPB-eenheden bedienen.

De methode bestaat uit drie stappen, met eventuele bijhorende voorwaarden:

Stap 1: instellen nominale stand en meten van de debieten en het opgenomen elektrisch vermogen

Alle ventilatoren worden ingesteld op de nominale stand. In alle ruimten die door de ventilatoren worden bediend, wordt vervolgens het mechanisch toegevoerde buitenluchtdebiet $\dot{V}_{\text{mech. supply, r m r}}$ (voor woonkamers desgevallend inclusief het recirculatie-debiet) en/of het mechanisch afgevoerde debiet naar buiten $\dot{V}_{\text{mech. extr, r m r}}$ gemeten. Voor elke ventilator(groep) wordt vervolgens het opgenomen elektrisch vermogen $P_{\text{fans, nom, j}}$ in situ gemeten, volgens vooraf door de minister bepaalde regels.

Voor elke ruimte r waarin door de ventilator(groep) (en) een mechanisch debiet wordt toegevoerd, moet gelden:

$$\text{Eq. 268 } \dot{V}_{\text{mech. supply, r m r}} \geq \dot{V}_{\text{req, supply, r m r}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Voor elke ruimte r waaruit door de ventilator(groep) (en) een mechanisch debiet wordt afgevoerd, moet gelden:

$$\text{Eq. 269 } \dot{V}_{\text{mech. extr, r m r}} \geq \dot{V}_{\text{req, extr, r m r}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

met:

$\dot{V}_{\text{req, supply, r m r}}$ het geëiste buitenluchttoevoerdebiet in ruimte r , in m^3/h , afgerond op de eenheid;

$\dot{V}_{\text{req, extr, r m r}}$ het geëiste afvoerdebiet naar buiten van ruimte r , in m^3/h , afgerond op de eenheid;

$\dot{V}_{\text{mech. supply, r m r}}$ het mechanische buitenluchttoevoerdebiet in ruimte r , zoals gemeten in stap 1 van § 11.2.3.1.2, voor woonkamers desgevallend inclusief het recirculatie-debiet, in m^3/h , afgerond op de eenheid;

$\dot{V}_{\text{mech. extr, r m r}}$ het mechanische afvoerdebiet naar buiten van ruimte r , zoals gemeten in stap 1 van § 11.2.3.1.2, in m^3/h , afgerond op de eenheid.

Indien aan deze voorwaarden niet is voldaan, moet gekozen worden voor optie "methode 2" of voor methode 1 (vereenvoudigde berekening).

Stap 2: bepaling van de debietsverhouding tussen het representatieve werkingspunt en de nominale stand

Bepaal de debietsverhouding $\beta_{\dot{V}}$ zoals beschreven in § 11.2.3.1.3.

De debietsverhouding $\beta_{\dot{V}}$ moet kleiner dan of gelijk aan 1 zijn. Indien niet aan deze voorwaarde wordt voldaan, moet gekozen worden voor optie "methode 2" of voor methode 1 (vereenvoudigde berekening).

Stap 3: bepaling van het elektrisch vermogen bij het representatief werkingpunt
 Bepaal het elektrisch vermogen in ventilatiemodus van elke ventilator(groep) j bij het representatief werkingpunt als volgt:

$$\text{Eq. 270 } \Phi_{\text{fans,vent},j} = f_{\text{ctrl},j} \cdot P_{\text{fans,nom},j} \quad (\text{W})$$

met:

$f_{\text{ctrl},j}$ een reductiefactor die rekening houdt met het type debietsregeling van ventilator(groep) j, met inbegrip van vraagsturing, bepaald volgens § 11.2.3.1.4, (-);

$P_{\text{fans,nom},j}$ het opgenomen elektrisch vermogen van de ventilator(groep) j gemeten in nominale stand, zoals bepaald in stap 1, in W.

11.2.3.1.3 Bepaling van de debietsverhouding tussen het representatieve werkingpunt en de nominale stand

Bepaal de debietsverhouding $\beta_{\dot{v}}$ als volgt:

- Als gekozen wordt voor de optie "methode 2":

- In geval van ventilatiesysteem B:

$$\text{Eq. 271 } \beta_{\dot{v}} = \min \left(1; 0,65 \cdot \frac{\sum_z \dot{V}_{\text{req,zone}z}}{\sum_r \dot{V}_{\text{req,supply,rmr}}} \right) \quad (-)$$

- In geval van ventilatiesysteem C:

$$\text{Eq. 272 } \beta_{\dot{v}} = \min \left(1; 0,65 \cdot \frac{\sum_z \dot{V}_{\text{req,zone}z}}{\sum_r \dot{V}_{\text{req,extr,rmr}}} \right) \quad (-)$$

- In geval van ventilatiesysteem D:

$$\text{Eq. 442 } \beta_{\dot{v}} = 0,65 \quad (-)$$

- Als gekozen wordt voor de optie "methode 3":

- In geval van ventilatiesysteem B:

$$\text{Eq. 274 } \beta_{\dot{v}} = \max \left[0,65; 0,65 \cdot \frac{\sum_z \dot{V}_{\text{req,zone}z}}{\sum_r \dot{V}_{\text{mech.supply,rmr}}} \right] \quad (-)$$

- In geval van ventilatiesysteem C:

$$\text{Eq. 275 } \beta_{\dot{v}} = \max \left[0,65; 0,65 \cdot \frac{\sum_z \dot{V}_{\text{req,zone}z}}{\sum_r \dot{V}_{\text{mech.extr,rmr}}} \right] \quad (-)$$

- In geval van ventilatiesysteem D:

$$\text{Eq. 443 } \beta_{\dot{V}} = 0,65 \quad (-)$$

met:

- $\dot{V}_{\text{req,zone}z}$ het maximum van de geëiste debieten van ventilatiezone z , zoals hieronder bepaald in m^3/h , afgerond op de eenheid;
- $\dot{V}_{\text{req,supply,rm } r}$ het geëiste buitenluchttoevoerdebiet in ruimte r , in m^3/h , afgerond op de eenheid;
- $\dot{V}_{\text{req,extr,rm}r}$ het geëiste afvoerdebiet naar buiten van ruimte r , in m^3/h , afgerond op de eenheid;
- $\dot{V}_{\text{mech.supply,rm } r}$ het mechanische buitenluchttoevoerdebiet in ruimte r , zoals gemeten in stap 1 van § 11.2.3.1.2, voor woonkamers desgevallend inclusief het recirculatie-debiet in m^3/h , afgerond op de eenheid;
- $\dot{V}_{\text{mech.extr,rm}r}$ het mechanische afvoerdebiet naar buiten van ruimte r , zoals gemeten in stap 1 van § 11.2.3.1.2, in m^3/h , afgerond op de eenheid.

Er moet gesommeerd worden over alle ruimten r en alle ventilatiezones z en/of EPB-eenheden (EPW of EPN) die door de ventilator(groep) worden bediend.

Bepaal het maximum van de geëiste debieten van ventilatiezone z als volgt:

$$\text{Eq. 277 } \dot{V}_{\text{req,zone}z} = \max \left(\sum_r \dot{V}_{\text{req,supply,rm}r}; \sum_r \dot{V}_{\text{req,extr,rm}r} \right) \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

met:

- $\dot{V}_{\text{req,supply,rm } r}$ het geëiste buitenluchttoevoerdebiet in ruimte r , in m^3/h , afgerond op de eenheid;
- $\dot{V}_{\text{req,extr,rm}r}$ het geëiste afvoerdebiet naar buiten van ruimte r , in m^3/h , afgerond op de eenheid.

Er moet gesommeerd worden over alle ruimten in de ventilatiezone z .

11.2.3.1.4 Reductiefactor voor het type debietsregeling (en vraagsturing)

De factor $f_{\text{ctrl},j}$ die rekening houdt met het type debietsregeling van ventilator(groep) j , met inbegrip van vraagsturing, wordt bepaald in functie van de regelstrategie van het ventilatiesysteem en het type toerentalregeling van de ventilator, zoals gespecificeerd in Tabel [33].

Als de reductiefactor $f_{\text{ctrl},j}$ wordt bepaald voor een ventilatorgroep j die meerdere ventilatoren bevat, is het mogelijk dat de regelstrategie van het ventilatiesysteem en/of het type toerentalregeling van de ventilator verschillend zijn voor de verschillende ventilatoren. In dat geval is de reductiefactor $f_{\text{ctrl},j}$ van de ventilatorgroep j de hoogste van de verschillende reductiefactoren $f_{\text{ctrl},j}$, afzonderlijk bepaald voor elk van de ventilatoren van deze ventilatorgroep.

Tabel [33]: Berekeningsformules voor $f_{ctrl,j}$ voor verschillende configuraties

Regelstrategie van het ventilatiesysteem Type toerentalregeling van de ventilator	Toerentalregeling en variabele druk	Toerentalregeling en constante druk	Smoring en andere types
EC-motor met commutatieregeling Of Asynchrone wisselstroommotor met frequentiesturing	$0.2+0.8 \cdot (f_{reduc} \cdot \beta_{\dot{v}})^3$	$0.4+0.6 \cdot (f_{reduc} \cdot \beta_{\dot{v}})^2$	1
Wisselstroommotor met spanningssturing (via transformator of halfgeleidercomponenten)	$0.4+0.6 \cdot (f_{reduc} \cdot \beta_{\dot{v}})^3$	$0.4+0.6 \cdot (f_{reduc} \cdot \beta_{\dot{v}})^2$	1
Andere types regeling van de motor of de ventilator	1	1	1

met:

Eq. 278 $f_{reduc} = f_{reduc,vent,heat,zonez}$ (-)

en met:

- $\beta_{\dot{v}}$ de debietsverhouding tussen het representatieve werkingspunt en de nominale stand, zoals bepaald in § 11.2.3.1.3, (-);
- f_{reduc} een reductiefactor voor ventilatie in energiesector i voor het maandelijks elektriciteitsverbruik van de ventilatoren, (-);
- $f_{reduc,vent,heat,zonez}$ een reductiefactor voor ventilatie in energiesector i voor de verwarmingsberekeningen, zoals bepaald in § 7.8.6, (-);

Om te behoren tot de regelstrategie "Toerentalregeling en variabele druk" moet worden voldaan aan volgende voorwaarden.

- Indien het enkel een toerentalregeling betreft:
 - De ventilator j mag slechts één EPW-eenheid bedienen;
 - Het toevoer- of afvoerkanaalnetwerk waartoe de ventilator j behoort mag enkel geregeld worden door een toerentalregeling van de ventilator j, zonder één enkel smoororgaan (manueel of automatisch) voor de regeling van dit netwerk (lokaal, per zone, centraal of manueel);
 - Als het een manuele regeling betreft moet de ventilator j manueel regelbaar zijn met behulp van een regelknop, toegankelijk in de betrokken EPW-eenheid, met minstens 3 regelstanden.
- Indien het een toerentalregeling in combinatie met een smoring betreft:
 - De ventilator j mag één of meerdere EPW-eenheden bedienen;
 - Het toevoer- of afvoerkanaalnetwerk waartoe de ventilator j behoort moet voorzien zijn van automatische ventielen voor een lokale regeling, een regeling per zone of een centrale regeling voor dit netwerk;

- Als de regeling lokaal is, moet elke ruimte die wordt bediend door ventilator j voorzien zijn van een automatisch ventiel;
- Als de regeling per zone gebeurt, moet elke zone die wordt bediend door ventilator j voorzien zijn van een automatisch ventiel;
- Als de regeling centraal gebeurt (enkel als ventilator j meerdere EPW-eenheden bedient), moet elke EPW-eenheid die wordt bediend door ventilator j voorzien zijn van een automatisch ventiel;
- Het toerental van ventilator j en de opening van de verschillende automatische ventielen van het toevoer- of afvoerkanaalnetwerk waartoe de ventilator j behoort, moeten worden geregeld op een gecombineerde wijze zodat er permanent minstens één ventiel zich in volledig open positie bevindt.

Om te behoren tot de strategie "Toerentalregeling en constante druk" moet worden voldaan aan volgende voorwaarden.

- Ventilator j moet een ventilator zijn met een automatische regeling die een constante druk levert;
- Het toevoer- of afvoerkanaalnetwerk waartoe de ventilator j behoort moet voorzien zijn van ventielen voor een lokale regeling, een regeling per zone, een centrale of manuele regeling voor dit netwerk:
 - Lokale regeling of regeling per zone:
 - De ventilator j mag één of meerdere EPW-eenheden bedienen;
 - Als de regeling lokaal is, moet elke ruimte die wordt bediend door ventilator j voorzien zijn van een automatisch ventiel;
 - Als de regeling per zone gebeurt, moet elke zone die wordt bediend door ventilator j voorzien zijn van een automatisch ventiel;
 - Centrale of manuele regeling:
 - De ventilator j moet meerdere EPW-eenheden bedienen;
 - Als de regeling centraal gebeurt, moet elke EPW-eenheid die wordt bediend door ventilator j voorzien zijn van een automatisch ventiel;
 - Als de regeling manueel gebeurt, moet elke EPW-eenheid die wordt bediend door ventilator j voorzien zijn van een manueel regelbaar ventiel, met behulp van een regelknop, toegankelijk in de betrokken EPW-eenheid, met minstens 3 regelstanden.

11.2.3.2 Rekenwaarde voor het elektrisch vermogen in verwarmingsmodus - gedetailleerde berekening

Bepaal het elektrisch vermogen van elke ventilator(groep) j in verwarmingsmodus als volgt:

$$\text{Eq. 279 } \Phi_{\text{fans,heat},j} = P_{\text{fans,max},j} \quad (\text{W})$$

met:

$P_{\text{fans,max},j}$ het maximale elektrisch vermogen van de elektromotor of van de elektro-motor-ventilator combinatie van ventilator(groep) j, in W.

Indien een ventilator(groep) voor meerdere EPB-eenheden (EPW of EPN) de luchtverwarming verzekert (bijvoorbeeld in het geval van een centraal systeem voor meerdere appartementen), wordt de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen bepaald door vermenigvuldiging van:

- de totale rekenwaarde zoals hierboven bepaald;

- de verhouding van het maximale ontwerpdebiet van de beschouwde EPW-eenheid en het maximale ontwerpdebiet van de ventilator.

11.2.3.3 Bepaling van de conventionele maandelijkse tijdsfracties dat de ventilatoren in ventilatiemodus of verwarmingsmodus functioneren

De conventionele maandelijkse fractie van de tijd dat ventilator j in ventilatie-, respectievelijk verwarmingsmodus draait wordt gegeven door:

- indien ventilator j enkel voor verwarming dient en niet instaat voor hygiënische ventilatie, dan geldt voor alle maanden:
 $f_{\text{vent},m,j} = 0$
 - $f_{\text{heat},m,j}$ zoals bepaald met Eq. 281
- indien ventilator j enkel voor hygiënische ventilatie dient en niet instaat voor luchtverwarming, dan geldt voor alle maanden:
 - $f_{\text{vent},m,j} = 1$
 - $f_{\text{heat},m,j} = 0$
- indien ventilator j instaat voor zowel hygiënische ventilatie als voor luchtverwarming, dan geldt voor elke maand m :

$$\text{Eq. 280 } f_{\text{vent},m,j} = 1 - f_{\text{heat},m,j} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 281 } f_{\text{heat},m,j} = \min \left[1; \sum_i Q_{\text{heat,gross,sec } i,m} / (1000 \cdot P_{\text{nom},j} \cdot t_m) \right] \quad (-)$$

met:

$Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.1, in MJ;

$P_{\text{nom},j}$ het nominaal vermogen van de warme lucht opwekkingseenheid¹⁶, in kW;

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1].

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid die door ventilator j van luchtverwarming voorzien worden.

Indien ventilator j ook ruimten buiten de beschouwde EPW-eenheid verwarmt, wordt de teller (d.i. de maandelijkse bruto energiebehoefte) vermenigvuldigd met de verhouding van het totale volume verwarmd m.b.v. ventilator j tot de som van de volumes van de energiesectoren i binnen de beschouwde EPW-eenheid die verwarmd worden m.b.v. ventilator j .

11.3 Maandelijks elektriciteitsverbruik voor het verkoelen van de toevoerlucht

Het maandelijks elektriciteitsverbruik voor het verkoelen van de toevoerlucht wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 124 } W_{\text{aux,precool},m} = W_{\text{soil/water},m} + W_{\text{evap},m} \quad (\text{kWh})$$

¹⁶ Indien 1 ventilator meerdere warme lucht opwekkingstoestellen zou bedienen, dient voor $P_{\text{nom},j}$ de som van het nominaal vermogen van alle toestellen genomen te worden.

met:

$W_{\text{soil/water},m}$ het maandelijks elektriciteitsverbruik van de aarde-water warmtewisselaar, zoals bepaald in § 11.3.1, in kWh;

$W_{\text{evap},m}$ het maandelijks elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling, zoals bepaald in § 11.3.2, in kWh.

Voor andere technologieën dient $W_{\text{aux,precool},m}$ bepaald te worden volgens vooraf door de minister bepaalde regels.

11.3.1 Elektriciteitsverbruik van de aarde-water warmtewisselaar

Bepaal het maandelijks elektriciteitsverbruik van de aarde-water warmtewisselaar met onderstaande formule.

$$\text{Eq. 125 } W_{\text{soil/water,m}} = \left[0,278 \cdot t_m \cdot w_{\text{soil/water,m}} \cdot \left(\frac{\dot{V}_w}{3600} \cdot f \cdot \frac{L_{\text{tube}}}{D_{\text{tube}}} \cdot 500 \cdot \left(\frac{\dot{V}_w}{3600 n_{\text{tube}} \frac{\pi}{4} D_{\text{tube}}^2} \right)^2 + 150 \cdot \frac{\sum_i \dot{V}_{\text{hyg,cool,sec } i}}{3600} \right) \right] \quad (\text{kWh})$$

met:

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
 $w_{\text{soil/water,m}}$ een maandelijks factor die de werkingstijd van de aarde-water warmtewisselaar inreken, bepaald volgens § B.3, (-);
 \dot{V}_w het waterdebiet doorheen de aarde-water warmtewisselaar, in m³/h;
 f een frictiefactor:

$$\text{Eq. 126 als } Re < 2300: \quad f = \frac{64}{Re}$$

$$\text{in alle andere gevallen: } f = (1,58 \cdot \ln(Re) - 3,28)^{-2} \quad (-)$$

met:

Re het Reynolds getal bepaald volgens § B.3, (-);
 D_{tube} binnendiameter van de grondbuis, in m;
 L_{tube} lengte van de grondbuis, in m;
 n_{tube} het aantal buizen in parallel, (-);
 $\dot{V}_{\text{hyg,cool,sec } i}$ het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector i , voor de de koelberekeningen, zoals bepaald in § 7.8.5, in m³/h.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van de ventilatiezone z die aangesloten zijn op de aarde-water warmtewisselaar.

11.3.2 Elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling

Bepaal het maandelijks elektriciteitsverbruik voor verdampingskoeling met onderstaande formule.

$$\text{Eq. 127 } W_{\text{evap,m}} = 0,278 \cdot t_m \cdot 250 \cdot w_{\text{evap,m}} \cdot \frac{\sum_i \dot{V}_{\text{hyg,cool,sec } i}}{3600} \quad (\text{kWh})$$

met:

t_m de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie Tabel [1];
 $w_{\text{evap,m}}$ een maandelijks factor die de werkingstijd van de verdampingskoeling inreken, bepaald volgens § B.3.3, (-);
 $\dot{V}_{\text{hyg,cool,sec } i}$ het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector i , voor de de koelberekeningen, zoals bepaald in § 7.8.5, in m³/h.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van de ventilatiezone z die aangesloten zijn op het systeem voor verdampingskoeling.

11.4 Maandelijks elektriciteitsverbruik van passieve koelsystemen

Het maandelijks elektriciteitsverbruik van koelsystemen op basis van passieve koelsystemen wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 449 } W_{\text{aux,cool,geo+ngeo,m}} = \sum_i \frac{1}{3,6} \cdot \left(\frac{1}{12} + f_{\text{aux,dc,sec } i} \right) \cdot (f_{\text{cool,geo,sec } i,m} + f_{\text{cool,ngeo,sec } i,m}) \cdot Q_{\text{cool,net,princ,sec } i,m} \quad (\text{kWh})$$

met:

$Q_{\text{cool,net,princ,sec } i,m}$	de fundamentele netto energiebehoefte voor koeling van energiesector i , bepaald volgens § 8.5, in MJ;
$f_{\text{cool,geo,sec } i,m}$	de verhouding, op maandbasis, van de koelenergie die door een koelsysteem op basis van geo-cooling, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i wordt geleverd en de fundamentele netto energiebehoefte voor koeling van energiesector i , bepaald volgens § 8.6.1, (-);
$f_{\text{cool,ngeo,sec } i,m}$	de verhouding, op maandbasis, van de koelenergie die door een passief koelsysteem, niet op basis van geo-cooling, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i wordt geleverd en de fundamentele netto energiebehoefte voor koeling van energiesector i , bepaald volgens § 8.6.2, (-);
12	de EER van een koelsysteem op basis van passieve koeling in een systeem van externe koudelevering, conventioneel vastgelegd als 12;
$f_{\text{aux,dc,sec } i}$	de factor voor het hulpenergieverbruik van het systeem van externe koudelevering, zoals hieronder bepaald (-).

Er moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i in de EPW-eenheid die aangesloten zijn op de koelsystemen op basis van geo-cooling.

Bepaal $f_{\text{aux,dc,sec } i}$ als volgt:

- Indien een passief koelsysteem via externe koudelevering koelenergie levert aan energiesector i is $f_{\text{aux,dc,sec } i}$ gelijk aan 0,04.
- In alle andere gevallen is $f_{\text{aux,dc,sec } i}$ gelijk aan 0.

12 Maandelijkse elektriciteitsproductie van fotovoltaïsche zonne-energiesystemen op de site en WKK-installaties op de site

12.1 Fotovoltaïsche zonne-energiesystemen

12.1.1 Principe

De maandelijkse elektriciteitsproductie door een fotovoltaïsch zonne-energiesysteem op de site wordt bepaald door de op het systeem invallende maandelijkse bezonning te vermenigvuldigen met het omzettingsrendement. Behoudens de bepaling van de opbrengst, is de rekenmethode vergelijkbaar met deze voor thermische zonne-energiesystemen. Wel is de impact van schaduwwerking groter. Van zodra verschillende delen van het PV-veld verschillende oriëntaties, hellingshoeken of beschaduwing hebben, dienen ze als verschillende systemen berekend te worden.

Als het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem gemeenschappelijk is aan meerdere EPB-eenheden (EPW en/of EPN), dan wordt de opbrengst verdeeld over de verschillende volumes a rato van hun volume V_{EPR} of V_{EPNR} .

De minister verklaart het begrip "op de site".

12.1.2 Rekenregel

De maandelijkse elektriciteitsproductie van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i , in kWh, wordt berekend als:

$$\text{Eq. 128 } W_{pv,m,i} = \frac{P_{pv,i} \cdot RF_{pv,i} \cdot C_{pv,i} \cdot I_{s,m,i,shad}}{3600} \quad (\text{kWh})$$

met:

$P_{pv,i}$ het piekvermogen van fotovoltaïsch systeem i , in W, bij een bezonningsstroom van 1000 W/m^2 , bepaald volgens de norm NBN EN 60904-1, of volgens normen zoals de IEC61215 of IEC61646 die expliciet refereren naar de reeks normen IEC 60904;

$RF_{pv,i}$ reductiefactor van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem, berekend volgens § 12.1.4, (-);

$C_{pv,i}$ de correctiefactor voor schaduwwerking, berekend volgens § 12.1.3;

$I_{s,m,i,shad}$ de bezonning op het vlak van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing, in MJ/m^2 , bepaald volgens Bijlage C van deze tekst.

12.1.3 Correctiefactor voor beschaduwing

Bepaal de correctiefactor voor beschaduwing als:

$$\text{Eq. 129 } c_{pv,i} = \max \left(0 ; 1,26 \cdot \frac{I_{s,m,i,shad}}{I_{s,m,i,horshad}} - 0,26 \right) \quad (-)$$

met:

$I_{s,m,i,shad}$ de bezonning op het vlak van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwing van de vaste obstakels, in MJ/m^2 , bepaald volgens Bijlage C van deze tekst;

$I_{s,m,i,horshad}$ de bezonning op het vlak van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maand, enkel rekening houdend met de beschaduwing van de horizon, in MJ/m², bepaald volgens Bijlage C van deze tekst. De andere obstakels (equivalente verticale en zijdelingse overstekken) worden bij deze berekening dus niet in beschouwing genomen.

In tegenstelling tot de regel die voor transparante scheidingsconstructies en thermische zonne-energiesystemen geldt, kan niet gerekend worden met de waarden bij ontstentenis F_s zoals gegeven in Bijlage C van deze tekst. Detailingave van de beschaduwing is steeds verplicht voor fotovoltaïsche zonne-energiesystemen.

(Indien er afgezien van de horizon geen extra obstakels zijn die voor beschaduwing zorgen, dan is $I_{s,m,i,horshad} = I_{s,m,i,shad}$, is $c_{pv,i} = 1$ en is er dus geen vermindering van de opbrengst.)

12.1.4 Reductiefactor van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem

De reductiefactor van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem wordt als volgt bepaald:

$$\text{Eq. 427 } RF_{pv,i} = 0,78 + G_{tech,pv,i} + G_{TL,pv,i} + G_{inst,pv,i} \quad (-)$$

met:

$G_{tech,pv,i}$ de prestatiewinst door de keuze voor dunne filmtechnologie, (-), opgelijst in Tabel [40];

$G_{TL,pv,i}$ de prestatiewinst door de afwezigheid van galvanische scheiding in de omvormer, (-), opgelijst in Tabel [40];

$G_{inst,pv,i}$ de prestatiewinst door de manier van integratie in de schildelen van het gebouw, (-), opgelijst in Tabel [40].

Tabel [40]: De waarden van de parameters voor de berekening van de reductie factor van van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem $RF_{pv,i}$

Parameters	Eigenschappen	Waarde (-)
$G_{tech,pv,i}$ (*)	Mono- of poly-kristallijne technologie	0,00
	Dunne film	0,02
$G_{TL,pv,i}$	Omvormer met een transformator met galvanische scheiding	0,00
	Omvormer met een transformator zonder galvanische scheiding (**)	0,01
$G_{inst,pv,i}$	Fotovoltaïsche panelen in inbouw	0,00
	Fotovoltaïsche panelen in opbouw	0,01
(*) De technologiekeuze die van toepassing is, is terug te vinden in de technische fiche van de modules. (**) Transformerless (zonder transformator) "TL" is gewoonlijk vermeld in de technische fiche van de omvormer, (sectie "Topologie").		

12.2 Warmtekrachtkoppeling

12.2.1 Principe

In een WKK-installatie wordt gelijktijdig warmte en elektriciteit geproduceerd. Het eindenergieverbruik (d.w.z. het brandstofverbruik) van de WKK-installatie wordt berekend in § 10.2.2 en § 10.3.2. In dit hoofdstuk wordt de elektriciteitsproductie door de WKK-installatie bepaald. In paragraaf 13.8 wordt dit omgerekend naar de uitgespaarde hoeveelheid primaire energie.

12.2.2 Elektriciteitsproductie

Bepaal de hoeveelheid elektriciteit die door WKK-installatie op de site i geproduceerd wordt als:

$$\text{Eq. 130 } W_{\text{cogen},i,m} = \frac{\varepsilon_{\text{cogen},\text{elec}}}{3,6} \cdot Q_{\text{cogen},\text{final},i,m} \quad (\text{kWh})$$

met:

$\varepsilon_{\text{cogen},\text{elec}}$ het elektrisch omzettingsrendement van de WKK-installatie, zoals bepaald in § A.2 van bijlage EPN bij dit besluit, (-);

$Q_{\text{cogen},\text{final},i,m}$ het maandelijks eindenergieverbruik van WKK-installatie i , zoals hieronder bepaald, in MJ.

Bepaal het maandelijks eindenergieverbruik van WKK-installatie i , overeenkomend met de hoeveelheid warmte die de installatie nuttig aan het gebouw kan leveren, als:

$$\begin{aligned} Q_{\text{cogen},\text{final},i,m} &= \sum_i f_{\text{heat},m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as},\text{heat},\text{sec } i,m}) \cdot Q_{\text{heat},\text{gross},\text{sec } i,m} / \eta_{\text{gen},\text{heat},\text{cogen}} \\ \text{Eq. 131 } &+ \sum_i f_{\text{water},\text{bath } i,m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as},\text{water},\text{bath } i,m}) \cdot Q_{\text{water},\text{bath } i,\text{gross},m} / \eta_{\text{gen},\text{water},\text{bath } i,m,\text{cogen}} \quad (\text{MJ}) \\ &+ \sum_i f_{\text{water},\text{sink } i,m,\text{pref}} \cdot (1 - f_{\text{as},\text{water},\text{sink } i,m}) \cdot Q_{\text{water},\text{sink } i,\text{gross},m} / \eta_{\text{gen},\text{water},\text{sink } i,m,\text{cogen}} \end{aligned}$$

met:

$f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ het aandeel van de WKK-installatie in de warmtelevering van energiesector i , bepaald volgens § 10.2.2, (-);

$f_{\text{as},m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens § 10.4. Met indices 'heat, sec i ' voor de warmtebehoefte van energiesector i en 'water,bath i ' en 'water,sink i ' voor de warm tapwater bereiding van respectievelijk douche of bad i en keukenaanrecht i , (-);

$Q_{\text{heat},\text{gross},\text{sec } i,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.1, in MJ;

$\eta_{\text{gen},\text{heat},\text{cogen}}$ het maandelijks opwekkingsrendement van de WKK-installatie, bepaald volgens § 10.2.3, (-);

$f_{\text{water},\text{bath } i,m,\text{pref}}$ het aandeel van de WKK-installatie in de warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens § 10.3.2;

$Q_{\text{water},\text{bath } i,\text{gross},m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens § 9.3.1, in MJ;

$\eta_{\text{gen,water,bath } i, \text{m,cogen}}$	het maandelijks opwekkingsrendement van de WKK-installatie voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens § 10.3.3, (-);
$f_{\text{water,sink } i, \text{m,pref}}$	het aandeel van de WKK-installatie in de warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens § 10.3.2;
$Q_{\text{water,sink } i, \text{gross,m}}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens § 9.3.1, in MJ;
$\eta_{\text{gen,water,sink } i, \text{m,cogen}}$	het maandelijks opwekkingsrendement van de WKK-installatie voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens § 10.3.3, (-).

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid die verwarmd worden met WKK-installatie i , en over alle douches, baden en keukenaanrechten i van de EPW-eenheid waaraan WKK-installatie i warmte voor de bereiding van warm tapwater levert.

13 Karakteristiek primair energieverbruik

13.1 Vooraf

De stap van eindenergieverbruik naar primair energieverbruik introduceert de omrekenfactoren voor primaire energie in de energiebalans. Alle deeltermen worden vervolgens opgeteld om het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik te bekomen. Voor elektriciteit geproduceerd door fotovoltaïsche of door WKK-installaties op de site wordt een bonus ingerekend overeenkomend met de besparing aan brandstof in elektrische centrales.

13.2 Het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik

Bepaal het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik van de EPW-eenheid als:

$$\text{Eq. 132 } E_{\text{char ann prim en cons}} = \sum_{m=1}^{12} \left(E_{p,\text{heat},m} + E_{p,\text{water},m} + E_{p,\text{aux},m} + E_{p,\text{cool},m} - E_{p,\text{pv},m} - E_{p,\text{cogen},m} \right) \quad (\text{MJ})$$

met:

$E_{p,\text{heat},m}$	het maandelijks primair energieverbruik voor ruimteverwarming, in MJ, bepaald volgens § 13.3;
$E_{p,\text{water},m}$	het maandelijks primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater, in MJ, bepaald volgens § 13.4;
$E_{p,\text{aux},m}$	het maandelijks primair hulpenergieverbruik, in MJ, bepaald volgens § 13.5;
$E_{p,\text{cool},m}$	het equivalent maandelijks primair energieverbruik voor koeling, in MJ, bepaald volgens § 13.6;
$E_{p,\text{pv},m}$	de maandelijkse primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, in MJ, bepaald volgens § 13.7;
$E_{p,\text{cogen},m}$	de maandelijkse primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van WKK-installaties op de site, in MJ, bepaald volgens § 13.8.

13.3 Het primair energieverbruik voor ruimteverwarming

Bepaal het maandelijks primair energieverbruik van de EPW-eenheid voor ruimteverwarming als:

$$\text{Eq. 386 } E_{p,\text{heat},m} = \sum_i \left(f_{p,\text{pref}} \cdot Q_{\text{heat},\text{final},\text{sec } i,m,\text{pref}} + \sum_k \left(f_{p,\text{npref } k} \cdot Q_{\text{heat},\text{final},\text{sec } i,m,\text{npref } k} \right) \right) \quad (\text{MJ})$$

met:

$f_{p,\text{pref}}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de preferente warmteopwekker(s), zoals vastgelegd in het "Richtlijnenbesluit", (-);
$f_{p,\text{npref } k}$	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de niet-preferente warmteopwekker(s) k, zoals vastgelegd in het "Richtlijnenbesluit", (-);
$Q_{\text{heat},\text{final},\text{sec } i,m,\text{pref}}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de ruimteverwarming van energiesector

i , met uitzondering van de hulpenergie, bepaald volgens § 10.2.2, in MJ;

$Q_{\text{heat,final,sec } i, \text{m, npref } k}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwrekker(s) k voor de ruimteverwarming van energiesector i , met uitzondering van de hulpenergie, bepaald volgens § 10.2.2, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwекkers k en over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid.

13.4 Het primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater

Bepaal het maandelijks primair energieverbruik van de EPW-eenheid voor de bereiding van warm tapwater als:

$$\text{Eq. 387} \quad E_{p, \text{water}, m} = \sum_i \left(f_{p, \text{pref}} \cdot Q_{\text{water}, \text{bath } i, \text{final}, m, \text{pref}} + \sum_k (f_{p, \text{npref } k} \cdot Q_{\text{water}, \text{bath } i, \text{final}, m, \text{npref } k}) \right) + \sum_i \left(f_{p, \text{pref}} \cdot Q_{\text{water}, \text{sink } i, \text{final}, m, \text{pref}} + \sum_k (f_{p, \text{npref } k} \cdot Q_{\text{water}, \text{sink } i, \text{final}, m, \text{npref } k}) \right) \quad (\text{MJ})$$

met:

$f_{p, \text{pref}}$ de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de preferente warmteopwrekker(s), zoals vastgelegd in het "Richtlijnenbesluit", (-);

$f_{p, \text{npref } k}$ de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van de niet-preferente warmteopwrekker(s) k , zoals vastgelegd in het "Richtlijnenbesluit", (-);

$Q_{\text{water}, \text{bath } i, \text{final}, m, \text{pref}}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwrekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens § 10.3.2, in MJ;

$Q_{\text{water}, \text{bath } i, \text{final}, m, \text{npref } k}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwrekker(s) k voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens § 10.3.2, in MJ;

$Q_{\text{water}, \text{sink } i, \text{final}, m, \text{pref}}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwrekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens § 10.3.2, in MJ;

$Q_{\text{water}, \text{sink } i, \text{final}, m, \text{npref } k}$ het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwrekker(s) k voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens § 10.3.2, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwекkers k en over alle douches en baden i en alle keukenaanrechten i van de EPW-eenheid.

13.5 Het primair hulpenergieverbruik

Bepaal het maandelijks primair hulpenergieverbruik, $E_{p, \text{aux}, m}$, als:

$$\text{Eq. 450} \quad E_{p, \text{aux}, m} = f_p \cdot 3,6 \cdot \left(\begin{array}{l} W_{\text{aux}, \text{fans}, m} + W_{\text{aux}, \text{dis}, m} + W_{\text{aux}, \text{gen}, m} \\ + W_{\text{aux}, \text{as}, m} + W_{\text{aux}, \text{precool}, m} + W_{\text{aux}, \text{cool}, \text{geo} + \text{ngeo}, m} \end{array} \right) \quad (\text{MJ})$$

met:

f_p	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de betreffende energiedrager, zoals vastgelegd in het "Richtlijnenbesluit", (-);
$W_{aux, fans, m}$	het maandelijks elektrisch hulpenergieverbruik voor ventilatoren in de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.2, in kWh;
$W_{aux, dis, m}$	het maandelijks elektrisch hulpenergieverbruik van de circulatiepompen voor distributie in de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.1.1, in kWh;
$W_{aux, gen, m}$	het maandelijks elektrisch hulpenergieverbruik voor de opwekking in de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.1.2, in kWh;
$W_{aux, as, m}$	het maandelijks elektrisch hulpenergieverbruik van een thermisch zonne-energiesysteem ten dienste van de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.1.3, in kWh;
$W_{aux, precool, m}$	het maandelijks elektriciteitsverbruik voor het verkoelen van de toevoerlucht, bepaald volgens § 11.3, in kWh;
$W_{aux, cool, geo+ngeo, m}$	het maandelijks elektriciteitsverbruik van de koelsystemen op basis van passieve koelsystemen, bepaald volgens § 11.4, in kWh.

13.6 Het equivalent primair energieverbruik voor koeling

Bepaal het maandelijks equivalent primair energieverbruik voor koeling als:

$$\text{Eq. 136 } E_{p,cool,m} = \sum_i (f_p \cdot 3,6 \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m}) \quad (\text{MJ})$$

met:

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in het "Richtlijnenbesluit", (-);
 $Q_{cool,final,sec\ i,m}$ het maandelijks equivalent eindenergieverbruik voor koeling, bepaald volgens § 10.5, in kWh.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i .

13.7 De primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van fotovoltaïsche zonne-energiesystemen

Bepaal de equivalente maandelijkse primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van fotovoltaïsche zonne-energiesystemen als:

$$\text{Eq. 137 } E_{p,pv,m} = \sum_i (f_p \cdot 3,6 \cdot W_{pv,m,i}) \quad (\text{MJ})$$

met:

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in het "Richtlijnenbesluit", (-);
 $W_{pv,m,i}$ de maandelijkse elektriciteitsproductie van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i , bepaald volgens § 12.1.2, in kWh.

Er dient gesommeerd te worden over alle fotovoltaïsche zonne-energiesystemen i .

13.8 De primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van WKK-installaties op de site

Bepaal de equivalente maandelijkse primaire energiebesparing ingevolge de elektriciteitsproductie van WKK-installaties op de site als:

$$\text{Eq. 138 } E_{p,cogen,m} = \sum_i (f_p \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,m,i}) \quad (\text{MJ})$$

met:

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor zelfgeproduceerde elektriciteit d.m.v. WKK, zoals vastgelegd in het "Richtlijnenbesluit", (-);
 $W_{cogen,i,m}$ de maandelijkse hoeveelheid elektriciteit die door WKK-installatie op de site i geproduceerd wordt, bepaald volgens § 12.2.2, in kWh.

Er dient gesommeerd te worden over alle WKK-installaties op de site.

14 CO₂-uitstoot

14.1 Voorwoord

Het uiteindelijke energieverbruik is samengesteld uit een deel verbruikte brandstof en een deel verbruikte elektriciteit. Dit gaat gepaard met een zekere CO₂-uitstoot. Elektriciteit die wordt geproduceerd door fotovoltaïsche installaties en/of WKK-installaties zorgt voor een lagere CO₂-uitstoot bij de conventionele elektriciteitsproductie en wordt daarom afgetrokken. Deze CO₂-uitstoot kan worden berekend per gedeeltelijk verbruik en daarna worden opgeteld om de karakteristieke jaarlijkse CO₂-uitstoot te verkrijgen.

De CO₂-emissiefactoren (f_{CO_2}) van verschillende energiedragers zijn opgenomen in Bijlage F van deze bijlage.

14.2 Karakteristieke jaarlijkse CO₂-uitstoot

De karakteristieke jaarlijkse CO₂-uitstoot die het gevolg is van het energieverbruik van de EPW-eenheid wordt als volgt berekend:

$$\text{Eq. 241 } CO_{2,tot} = \sum_{m=1}^{12} \left(CO_{2,heat,m} + CO_{2,water,m} + CO_{2,aux,m} + CO_{2,cool,m} - CO_{2,PV,m} - CO_{2,cogen,m} \right) \quad (\text{kg})$$

$CO_{2,heat,m}$ de maandelijkse CO₂-uitstoot die het gevolg is van de ruimteverwarming, vastgelegd volgens § 14.3, in kg;

$CO_{2,water,m}$ de maandelijkse CO₂-uitstoot die het gevolg is van de productie van sanitair warm water, vastgelegd volgens § 14.4, in kg;

$CO_{2,aux,m}$ de maandelijkse CO₂-uitstoot die het gevolg is van hulpfuncties, vastgelegd volgens § 14.5, in kg;

$CO_{2,cool,m}$ de equivalente maandelijkse CO₂-uitstoot die het gevolg is van de koeling, vastgelegd volgens § 14.6, in kg;

$CO_{2,PV,m}$ de maandelijkse CO₂-uitstoot die wordt vermeden dankzij de elektriciteit die wordt geproduceerd door fotovoltaïsche zonnenergiesystemen op de site, vastgelegd volgens § 14.7, in kg;

$CO_{2,cogen,m}$ de maandelijkse CO₂-uitstoot die wordt vermeden dankzij de elektriciteit die wordt geproduceerd door een WKK-installaties op de site, vastgelegd volgens § 14.8, in kg.

14.3 Maandelijkse CO₂-uitstoot die het gevolg is van de ruimteverwarming

De maandelijkse CO₂-uitstoot van de EPW-eenheid die het gevolg is van de ruimteverwarming wordt als volgt berekend:

$$\text{Eq. 389 } CO_{2,heat,m} = \sum_i \left(f_{CO_2,pref} \cdot f_{NCV/GCV,pref} \cdot Q_{heat,fin,sec i,m,pref} + \sum_k \left(f_{CO_2,npref k} \cdot f_{NCV/GCV,npref k} \cdot Q_{heatf,inal,sec i,m,npref k} \right) \right) \quad (\text{kg})$$

met:

$f_{CO_2,pref}$ de CO₂-emissiefactor van de energiedrager van de preferente warmteopwekker(s), in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in in artikel 6 van het "Richtlijnenbesluit", in kg/MJ;

$f_{\text{NCV/GCV,pref}}$	een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof van de preferente warmteopwekker(s), zoals opgenomen in Bijlage F van deze bijlage, (-);
$Q_{\text{heat,final,sec } i,m,\text{pref}}$	het maandelijks eindenergieverbruik van de preferente warmteopwekker(s) voor de ruimteverwarming van energiesector i , met uitzondering van de hulpenergie, vastgelegd volgens § 10.2.2, in MJ;
$f_{\text{CO}_2,\text{npref } k}$	de CO ₂ -emissiefactor van de energiedrager van de niet-preferente warmteopwekker(s) k , in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in in artikel 6 van het "Richtlijnenbesluit", in kg/MJ;
$f_{\text{NCV/GCV,npref } k}$	een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof van de niet-preferente warmteopwekker(s) k , zoals opgenomen in Bijlage F van deze bijlage, (-);
$Q_{\text{heat,final,sec } i,m,\text{npref } k}$	het maandelijks eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwekker(s) k voor de ruimteverwarming van energiesector i , met uitzondering van de hulpenergie, vastgelegd volgens § 10.2.2, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers k en over alle energiesectoren i van de EPW-eenheid.

De berekening van de maandelijks CO₂-uitstoot voor ruimteverwarming van energiesectoren die bediend worden door een "combilus" wordt bepaald volgens door de minister bepaalde specificaties.

14.4 Maandelijks CO₂-uitstoot die het gevolg is van de bereiding van warm tapwater

De maandelijks CO₂-uitstoot van de EPW-eenheid die het gevolg is van de bereiding van warm tapwater wordt als volgt berekend:

$$\begin{aligned}
 \text{CO}_{2,\text{water},m} = & \sum_i \left(\begin{aligned} & f_{\text{CO}_2,\text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV,pref}} \cdot Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{pref}} \\ & + \sum_k (f_{\text{CO}_2,\text{npref } k} \cdot f_{\text{NCV/GCV,npref } k} \cdot Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{npref } k}) \end{aligned} \right) \\
 & + \sum_i \left(\begin{aligned} & f_{\text{CO}_2,\text{pref}} \cdot f_{\text{NCV/GCV,pref}} \cdot Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{pref}} \\ & + \sum_k (f_{\text{CO}_2,\text{npref } k} \cdot f_{\text{NCV/GCV,npref } k} \cdot Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{npref } k}) \end{aligned} \right) \quad (\text{kg})
 \end{aligned}$$

Eq. 390

met:

$f_{\text{CO}_2,\text{pref}}$ de CO₂-emissiefactor van de energiedrager van de preferente warmteopwekker(s), in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in in artikel 6 van het "Richtlijnenbesluit", in (kg/MJ);

$f_{\text{NCV/GCV,pref}}$ een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof van de preferente warmteopwekker(s), zoals opgenomen in Bijlage F van deze bijlage, (-);

$Q_{\text{water,bath } i, \text{final,m,pref}}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwrekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , vastgelegd volgens § 10.3.2, in MJ;
$f_{\text{CO}_2, \text{npref } k}$	de CO ₂ -emissiefactor van de energiedrager van de niet-preferente warmteopwrekker(s) k , in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in in artikel 6 van het "Richtlijnenbesluit", in (kg/MJ);
$f_{\text{NCV/GCV, npref}}$	een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof van de niet-preferente warmteopwrekker(s) k , zoals opgenomen in Bijlage F van deze bijlage, (-);
$Q_{\text{water,bath } i, \text{final,m,npref } k}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwrekker(s) k voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , vastgelegd volgens § 10.3.2, in MJ;
$Q_{\text{water,sink } i, \text{final,m,pref}}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de preferente warmteopwrekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , vastgelegd volgens § 10.3.2, in MJ;
$Q_{\text{water,sink } i, \text{final,m,npref } k}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van de niet-preferente warmteopwrekker(s) k voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , vastgelegd volgens § 10.3.2, in MJ.

Er moet gesommeerd worden over alle niet-preferente warmteopwekkers k en over alle douches en baden i en alle keukenaanrechten i van de EPW-eenheid.

De berekening van de maandelijkse CO₂-uitstoot voor warm tapwater van tappunten die bediend worden door een "combilus" wordt bepaald volgens door de minister bepaalde specificaties.

14.5 Maandelijkse CO₂-uitstoot die het gevolg is van hulpenergieverbruik

De maandelijkse CO₂-uitstoot van de EPW-eenheid die het gevolg is van hulpfuncties wordt als volgt berekend:

$$\text{Eq. 320 } \text{CO}_{2, \text{aux,m}} = f_{\text{CO}_2} \cdot f_{\text{NCV/GCV}} \cdot 3,6 \cdot \left(\begin{array}{l} W_{\text{aux,fans,m}} + W_{\text{aux,dis,m}} + W_{\text{aux,gen,m}} \\ + W_{\text{aux,as,m}} + W_{\text{aux,precool,m}} + W_{\text{aux,cool,geo+ngeo,m}} \end{array} \right) \quad (\text{kg})$$

met:

f_{CO_2}	de CO ₂ -emissiefactor van de energiedrager van het beschouwde opwekkingstoestel, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in in artikel 6 van het "Richtlijnenbesluit", in (kg/MJ);
$f_{\text{NCV/GCV}}$	een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof, zoals opgenomen in Bijlage F van deze bijlage, (-);
$W_{\text{aux,fans,m}}$	het maandelijkse elektrisch hulpenergieverbruik voor de ventilatoren in de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.2, in kWh;
$W_{\text{aux,dis,m}}$	het maandelijks elektrisch hulpenergieverbruik van de circulatiepompen voor distributie in de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.1.1, in kWh;
$W_{\text{aux,gen,m}}$	het maandelijks elektrisch hulpenergieverbruik voor de opwekking in de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.1.2, in kWh;

$W_{aux,as,m}$	het maandelijks elektrisch hulpenergieverbruik van een thermisch zonne-energiesysteem ten dienste van de EPW-eenheid, bepaald volgens § 11.1.3, in kWh;
$W_{aux,precool,m}$	het maandelijks elektriciteitsverbruik voor het verkoelen van de toevoerlucht, vastgelegd volgens § 11.3, in kWh;
$W_{aux,cool,geo+ngeo,m}$	het maandelijks elektriciteitsverbruik van de koelsystemen op basis van passieve koelsystemen, bepaald volgens § 11.4, in kWh.

14.6 Maandelijks CO₂-uitstoot die het gevolg is van de koeling

De equivalente maandelijks CO₂-uitstoot van de EPW-eenheid die het gevolg is van de koeling wordt als volgt berekend:

$$\text{Eq. 245 } CO_{2,cool,m} = \sum_i (f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot Q_{cool,final,sec\ i,m}) \quad (\text{kg})$$

met:

f_{CO_2}	de CO ₂ -emissiefactor van de energiedrager van het beschouwde opwekkingstoestel, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in artikel 6 van het "Richtlijnenbesluit", in (kg/MJ);
$f_{NCV/GCV}$	een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof, zoals opgenomen in Bijlage F van deze bijlage, (-);
$Q_{cool,final,sec\ i,m}$	het maandelijks equivalent eindenergieverbruik voor de koeling, vastgelegd volgens § 10.5, in kWh.

Alle energiesectoren i van de EPW-eenheid moeten worden opgeteld.

14.7 Maandelijks CO₂-uitstoot die wordt vermeden dankzij de elektriciteitsproductie van fotovoltaïsche zonne-energiesystemen op de site

De maandelijks CO₂-uitstoot van de EPW-eenheid die wordt vermeden dankzij de elektriciteitsproductie van fotovoltaïsche zonne-energiesystemen op de site wordt als volgt berekend:

$$\text{Eq. 246 } CO_{2,PV,m} = \sum_i (f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot W_{PV,m,i}) \quad (\text{kg})$$

met:

f_{CO_2}	de CO ₂ -emissiefactor van de energiedrager van het beschouwde opwekkingstoestel, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in artikel 6 van het "Richtlijnenbesluit", in (kg/MJ);
$f_{NCV/GCV}$	een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof, zoals opgenomen in Bijlage F van deze bijlage, (-);
$W_{PV,m,i}$	de maandelijks elektriciteitsproductie van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i , vastgelegd volgens § 12.1.2, in kWh.

Alle fotovoltaïsche zonne-energiesystemen i van de EPW-eenheid moeten worden opgeteld, rekening houdend met de distributieregels zoals die zijn vastgelegd in § 12.1.1.

14.8 Maandelijks CO₂-uitstoot die wordt vermeden dankzij de elektriciteitsproductie van WKK-installaties op de site

De maandelijks CO₂-uitstoot van de EPW-eenheid die wordt vermeden dankzij de elektriciteitsproductie van WKK-installaties op de site wordt als volgt berekend:

$$\text{Eq. 247 } CO_{2,PV,m} = \sum_i (f_{CO_2} \cdot f_{NCV/GCV} \cdot 3,6 \cdot W_{cogen,m,i}) \quad (\text{kg})$$

met:

f_{CO_2} de CO₂-emissiefactor van de energiedrager van het beschouwde opwekkingstoestel, in verhouding tot de onderste verbrandingswaarde, zoals opgenomen in artikel 6 van het "Richtlijnenbesluit", in (kg/MJ);

$f_{NCV/GCV}$ een vermenigvuldigingsfactor die gelijk is aan de verhouding van de onderste verbrandingswaarde tot de bovenste verbrandingswaarde van de verbruikte brandstof, zoals opgenomen in Bijlage F van deze bijlage, (-);

$W_{cogen,i,m}$ de maandelijks hoeveelheid elektriciteit die door WKK-installatie op de site i geproduceerd wordt, vastgelegd volgens § 12.2.2, in kWh.

Alle WKK-installaties op de site i van de EPW-eenheid moeten worden opgeteld.

Bijlage A Behandeling van aangrenzende onverwarmde ruimten (AOR)

Voor de behandeling van aangrenzende onverwarmde ruimten bij de bepaling van de energieprestatie, worden standaard volgende 2 vereenvoudigde mogelijkheden voorzien.

A.1 Mogelijkheid 1

Het is steeds toegelaten de buitengeometrie van de AOR buiten beschouwing te laten.

- Voor de bepaling van de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming wordt er dan aangenomen dat de temperatuur van de AOR gelijk is aan de buitentemperatuur (d.w.z. de reductiefactor $b = 1$). Er wordt geen doorzoning naar het beschermd volume beschouwd.
- Voor de bepaling van de oververhittingsindicator en van de netto energiebehoefte voor ruimtekoeling wordt er aangenomen dat de AOR zich op dezelfde temperatuur bevindt als het beschermd volume (d.w.z. de reductiefactor $b = 0$). Er worden m.a.w. geen transmissiewarmtestromen van het beschermd volume naar de AOR beschouwd. Voor de bezonning wordt er aangenomen dat de AOR geen enkele belemmering vormt.

A.2 Mogelijkheid 2

Deze mogelijkheid is enkel van toepassing indien de AOR maar aan één energiesector grenst en indien er geen hygiënische ventilatie tussen de AOR en het beschermd volume optreedt.

Voor de gevallen waarbij de AOR aan meerdere energiesectoren grenst, kan de minister nadere regels bepalen die toelaten de AOR op te delen in een aantal kleinere, fictieve aangrenzende onverwarmde ruimten die elk op zich maar aan 1 energiesector grenzen.

Wanneer meerdere aangrenzende onverwarmde ruimten ook onderling aan elkaar grenzen wordt bij conventie aangenomen dat er geen warmtetransmissie of luchtuitwisseling (hygiënisch of door in/exfiltratie) tussen de aangrenzende onverwarmde ruimten plaatsvindt. Tevens wordt de scheidingsconstructie als opaak beschouwd.

In aangrenzende onverwarmde ruimten worden de interne warmtewinsten gelijk aan nul gesteld.

De reductiefactor b wordt berekend volgens nadere specificaties vanwege de minister, overeenkomstig de bepalingen van artikel 19 van dit besluit. Voor de behandeling van de bouwknoepen gelden dezelfde regels als in § 7.4 (onderscheid tussen enerzijds verwarmingsberekeningen en anderzijds berekeningen voor koeling en oververhitting).

De indirecte zonneprestaties van de aangrenzende energiesector (zie § 7.10.2) zijn gelijk aan de fractie $(1-b)$ van de geabsorbeerde zonneprestaties in de AOR. Zowel de reductiefactor b als de zonneprestaties kunnen verschillen voor enerzijds de berekeningen voor ruimteverwarming en anderzijds de berekeningen voor het risico op oververhitting en ruimtekoeling, omwille van een verschil in ventilatievoud en/of de gebruiksfactor van eventuele zonnewering.

Directe doorzoning van de AOR wordt enkel beschouwd indien loodrecht op het middelpunt van de transparante scheidingsconstructie tussen de AOR en het

beschermd volume (BV) ook de buitenwand van de AOR transparant is. Bij de bepaling van de beschaduwingshoeken van de AOR-BV transparante scheidingsconstructie wordt rekening gehouden met de geometrie van de AOR (bv. opaak dak). De invallende bezonning op de AOR-BV transparante scheidingsconstructie wordt verminderd met het product $0,95 \cdot F_F \cdot g_g$ van de tegenoverliggende transparante buitenwand. De directe doorzoning van de AOR wordt in mindering gebracht van de totale binnenkomende zonneprestaties van de AOR om de in de AOR geabsorbeerde zonneprestaties te bepalen.

Bijlage B Het hygiënische ventilatiedebiet

Hieronder wordt met 'geëist debiet' het debiet in de bijlagen HVR en HVNR bij dit besluit bedoeld.

In deze bijlage B gebeurt de evaluatie van verschillende termen van mechanische systemen bij de zgn. 'nominale' stand. De nominale stand (van de ventilatie-installatie) is de regelstand (van ventilatoren en andere regelorganen) zoals gedefinieerd in § 2.

De bepaling van de vermenigvuldigingsfactor m en de reductiefactor voor voorverwarming r gebeurt per ventilatiezone. Ruimten van de EPW-eenheid waaraan geen eisen gesteld worden qua toevoer van buitenlucht, doorvoer of afvoer naar buiten, worden samengenomen met een aangrenzende ventilatiezone. In geval van meerdere aangrenzende ventilatiezones worden ze samengenomen met die zones waarmee ze desgevallend in contact staan via inwendige verbindingen. Indien er geen dergelijke verbindingen zijn, staat de keuze vrij.

Overeenkomstig de regels voor de opsplitsing van een EPW-eenheid in energiesectoren zoals vastgelegd in § 5.3, kan een energiesector zich niet over meerdere ventilatiezones uitstrekken, aangezien een energiesector met hetzelfde type ventilatiesysteem moet uitgerust zijn. Wel kan een ventilatiezone uit verschillende energiesectoren bestaan, bv. omdat verschillende delen verschillende warmteafgiftesystemen hebben (bv. een woning met één enkel ventilatiesysteem, maar met radiatoren op de 1^e verdieping en vloerverwarming op het gelijkvloers).

De minister kan nadere specificaties bepalen met betrekking tot de meting van de debieten per ruimte die gebruikt worden in de gedetailleerde berekening van de m_{seci} en r_{preh} factoren.

B.1 Bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{sec\ i}$ voor het debiet

De vermenigvuldigingsfactor $m_{sec\ i}$ van een energiesector i is gelijk aan de vermenigvuldigingsfactor van de ventilatiezone z waarvan de energiesector deel uitmaakt:

$$\text{Eq. 139 } m_{heat,sec\ i} = m_{cool,sec\ i} = m_{overh,sec\ i} = m_{sec\ i} = m_{sec\ i} = m_{zone\ z} \quad (-)$$

De bepaling van de vermenigvuldigingsfactor van ventilatiezone z gebeurt zoals hieronder beschreven.

Telkens er in deze paragraaf sprake is van "geëiste buitenluchttoevoerdebietsen" wordt daarmee in voorkomend geval ook het "geëist recirculatie-debiet" in een woonkamer bedoeld.

B.1.1 Natuurlijke ventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{zone\ z}$ wordt bij deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- m.b.t. de toevoer:
 - de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen
- m.b.t. de afvoer:
 - de mate van zelfregelendheid van de afvoeropeningen
 - de luchtdichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen

Bepaal $m_{zone\ z}$ per ventilatiezone z als:

$$\text{Eq. 140 } m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \cdot \left(\frac{r_{nat.supply,zone\ z} + r_{nat.exh,zone\ z} + r_{leak,stack,zone\ z}}{r_{nat.supply,zone\ z,def} + r_{nat.exh,zone\ z,def} + r_{leak,stack,zone\ z,def}} \right) \quad (-)$$

met:

$r_{nat.supply,zone\ z}$	een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen in ventilatiezone z , zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{nat.exh,zone\ z}$	een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare afvoeropeningen in ventilatiezone z , zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{leak,stack,zone\ z}$	een correctiefactor voor de luchtdichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen in de ventilatiezone z , zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{nat.supply,zone\ z,def}$	de waarde bij ontstentenis voor $r_{nat.supply,zone\ z}$, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{nat.exh,zone\ z,def}$	de waarde bij ontstentenis voor $r_{nat.exh,zone\ z}$, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{leak,stack,zone\ z,def}$	de waarde bij ontstentenis voor $r_{leak,stack,zone\ z}$, zoals hieronder bepaald, (-).

B.1.1.1 Correctiefactor $r_{nat.supply,zone\ z}$

Natuurlijke toevoeropeningen die getest zijn conform de norm NBN EN 13141-1 kunnen in een bepaalde klasse ingedeeld worden volgens § Tabel [18].

Hierbij wordt beoordeeld in welke mate het debiet constant blijft bij variatie van het drukverschil.

Koppel de correctiefactor $r_{nat, supply, zone z}$ van ventilatiezone z bij conventie aan de indeling in klassen zoals aangegeven in Tabel [19]. De regelbare toevoeropening (RTO) met de hoogste correctiefactor bepaalt de waarde voor de ganse ventilatiezone. De waarde bij ontstentenis is 0,20.

Tabel [18]: Klassering van de zelfregelendheid i.f.v. het drukverschil

Drukverschil P	Debiet als functie van het nominaal debiet bij 2 Pa (q_N)				
(Pa)	Klasse P0	Klasse P1	Klasse P2	Klasse P3	Klasse P4
$0 \text{ Pa} \leq P < 2 \text{ Pa}$		$\geq 0,8\sqrt{(P/2)}$ en $\leq 1,20q_N$	$\geq 0,8\sqrt{(P/2)}$ en $\leq 1,20q_N$	$\geq 0,8\sqrt{(P/2)}$ en $\leq 1,20q_N$	$\geq 0,8\sqrt{(P/2)}$ en $\leq 1,20q_N$
2 Pa	q_N	q_N	q_N	q_N	q_N
$2 \text{ Pa} < P < 5 \text{ Pa}$	Voldoet niet aan klasse P1	$\geq 0,80q_N$ en $\leq 1,8q_N$	$\geq 0,80q_N$ en $\leq 1,8q_N$	$\geq 0,80q_N$ en $\leq 1,5q_N$	$\geq 0,80q_N$ en $\leq 1,2q_N$
5 Pa - 10 Pa		$\geq 0,70q_N$ en $\leq 2,3q_N$	$\geq 0,70q_N$ en $\leq 2,0q_N$	$\geq 0,70q_N$ en $\leq 1,5q_N$	$\geq 0,80q_N$ en $\leq 1,2q_N$
10 Pa - 25 Pa		$\geq 0,50q_N$ en $\leq 3,0q_N$	$\geq 0,50q_N$ en $\leq 2,0q_N$	$\geq 0,50q_N$ en $\leq 1,5q_N$	$\geq 0,80q_N$ en $\leq 1,2q_N$
25 Pa - 50 Pa		$\geq 0,30q_N$ en $\leq 3,0q_N$	$\geq 0,30q_N$ en $\leq 2,0q_N$	$\geq 0,30q_N$ en $\leq 1,5q_N$	$\geq 0,30q_N$ en $\leq 1,5q_N$
50 Pa - 100 Pa		$\leq 3,0q_N$	$\leq 2,0q_N$	$\leq 2,0q_N$	$\leq 2,0q_N$
100 Pa - 200 Pa		$\leq 4,0q_N$	$\leq 3,0q_N$	$\leq 3,0q_N$	$\leq 3,0q_N$

Tabel [19]: Correctiefactor $r_{nat.supply,zone z}$

Klasse RTO	$r_{nat.supply,zone z}$
P0	0,20
P1	0,18
P2	0,14
P3	0,08
P4	0,02

B.1.1.2 Correctiefactor $r_{nat.exh,zone z}$

Natuurlijke afvoeropeningen die niet zelfregelend zijn krijgen als waarde: $r_{nat.exh,zone z} = 0,20$

Dit is ook de waarde bij ontstentenis.

Betere waarden kunnen bepaald worden volgens vooraf door de minister bepaalde regels.

B.1.1.3 Correctiefactor $r_{leak,stack,zone z}$

Bereken $r_{leak,stack,zone z}$ van ventilatiezone z bij conventie als:

$$\text{Eq. 141 } r_{leak,stack,zone z} = \frac{\sum_k \dot{V}_{leak,stack,zone z,k}}{\dot{V}_{req,exh,zone z}} \quad (-)$$

met:

$\dot{V}_{leak,stack,zone z,k}$ het conventioneel lekdebiet van natuurlijk afvoerkanaal k in ventilatiezone z, in m³/h, afgerond op de eenheid;

$\dot{V}_{req,exh,zone z}$ het geëiste totaal afvoerdebiet van de ventilatiezone z, als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Er dient gesommeerd te worden over alle natuurlijke afvoerkanalen k die in de ventilatiezone z voorkomen. Bepaal het lekdebiet $\dot{V}_{leak,stack,zone z,k}$ van een natuurlijk afvoerkanaal k bij de werkingsdruk volgens de procedure bepaald door de minister, of bij afwezigheid daarvan conform de procedures beschreven in de norm NBN EN 14134. De bij conventie te beschouwen werkingsdruk is 2 Pa.

Neem in geval geen meetresultaten voorgelegd worden, $r_{leak,stack,zone z} = 0,025$. Dit is de waarde bij ontstentenis.

B.1.2 Mechanische toevoerventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{zone z}$ wordt bij deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- m.b.t. de toevoer:
 - de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen
 - de luchtdichtheid van de mechanische toevoerkanalen
- m.b.t. de afvoer:
 - de mate van zelfregelendheid van de afvoeropeningen
 - de luchtdichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen

Bepaal $m_{\text{zone } z}$ per ventilatiezone z als:

$$\text{Eq. 142 } m_{\text{zone } z} = 1,0 + 0,5 \cdot \left(\frac{r_{\text{mech. supply, zone } z} + r_{\text{nat. exh, zone } z} + r_{\text{leak, stack, zone } z}}{r_{\text{mech. supply, zone } z, \text{def}} + r_{\text{nat. exh, zone } z, \text{def}} + r_{\text{leak, stack, zone } z, \text{def}}} \right) \quad (-)$$

met:

$r_{\text{mech. supply, zone } z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in elk van de ruimten en de luchtdichtheid van de mechanische toevoerkanalen in ventilatiezone z , zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{\text{nat. exh, zone } z}$	een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de afvoeropeningen in ventilatiezone z , zoals bepaald in B.1.1, (-);
$r_{\text{leak, stack, zone } z}$	een correctiefactor voor de luchtdichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen in de ventilatiezone z , zoals bepaald in B.1.1, (-);
$r_{\text{mech. supply, zone } z, \text{def}}$	de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{mech. supply, zone } z}$, zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{\text{nat. exh, zone } z, \text{def}}$	de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{nat. exh, zone } z}$, zoals bepaald in B.1.1, (-);
$r_{\text{leak, stack, zone } z, \text{def}}$	de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{leak, stack, zone } z}$, zoals bepaald in B.1.1, (-).

B.1.2.1 Correctiefactor $r_{\text{mech. supply, zone } z}$

Bereken $r_{\text{mech. supply, zone } z}$ per ventilatiezone z als:

$$\text{Eq. 143 } r_{\text{mech. supply, zone } z} = r_{\text{adj. mech. supply, zone } z} + \frac{\sum \dot{V}_{\text{leak, supply duct, zone } z, l}}{\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}} \quad (-)$$

met:

$r_{\text{adj, mech. supply, zone } z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in ventilatiezone z , zoals hieronder bepaald, (-);
$\dot{V}_{\text{leak, supply duct, zone } z, l}$	de lekverliezen van het toevoerkanaalnet l in ventilatiezone z , bij nominale stand van de ventilatie-installatie, in m^3/h , afgerond op de eenheid, zoals hieronder bepaald;
$\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}$	het geëiste totale toevoerdebiet van ventilatiezone z , als som van de geëiste buitenluchttoevoerdebieten van de individuele ruimten, in m^3/h , afgerond op de eenheid.

In de tweede term dient gesommeerd te worden over alle toevoerkanaalnetten l in ventilatiezone z .

Bepaal de correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in een ventilatiezone z als volgt:

- indien in ventilatiezone z de debieten (bij nominale stand van de ventilatie-installatie) van de mechanische toevoeropeningen niet, of niet allemaal, gemeten zijn, geldt:

$$r_{adj, mech. supply, zone z} = 0,20$$

Dit is de waarde bij ontstentenis.

- indien in ventilatiezone z de debieten (bij nominale stand van de ventilatie-installatie) van alle mechanische toevoeropeningen gemeten zijn, geldt:

- indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische toevoerdebieten (inclusief de recirculatiegebieten) tussen 100% en 120% ligt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, geldt:

$$r_{adj, mech. supply, zone z} = 0$$

- indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische toevoerdebieten (inclusief de recirculatiegebieten) minstens 100% bedraagt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, maar 1 of meer waarden meer dan 120% van de geëiste waarden bedragen, geldt:

$$\text{Eq. 144 } r_{adj, mech. supply, zone z} = \max \left[0 ; \min \left\{ 0,20 ; \frac{\sum_j \dot{V}_{meas, mech. supply, rm j}}{\dot{V}_{req, mech. supply, zone z}} - 1,20 \right\} \right] \quad (-)$$

waarbij de per ruimte gemeten mechanische debieten ($\dot{V}_{meas, mech. supply, rm j}$, in m^3/h , afgerond op de eenheid) moeten gesommeerd worden over alle toevoerruimten j van ventilatiezone z. $\dot{V}_{req, mech. supply, zone z}$ is het geëiste totaal mechanisch toevoerdebiet in de ventilatiezone z; dit is de som van de geëiste buitenluchttoevoerdebeten van de individuele ruimten, in m^3/h , afgerond op de eenheid.

- zoniet:

$$r_{adj, mech. supply, zone z} = 0,20$$

Bepaal de lekverliezen van alle toevoerkanaalnetten bij de werkingsdruk in ventilatiezone z als volgt:

- via meting van elk van de toevoerkanaalnetten. De metingen worden uitgevoerd volgens de procedures bepaald door de minister, of bij afwezigheid daarvan conform de procedures beschreven in de norm NBN EN 14134.
- de waarde bij ontstentenis bedraagt:

$$\text{Eq. 145 } \sum_k \dot{V}_{leak, supply duct, zone z, k} = 0,18 \cdot \dot{V}_{req, mech. supply, zone z} \quad (m^3/h)$$

Deze is van toepassing:

- indien voorgaande meting niet voor alle toevoerkanaalnetten uitgevoerd wordt;
- of indien de gemeten lekdebieten groter zijn dan deze waarde bij ontstentenis.

B.1.3 Mechanische afvoerventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{zone\ z}$ wordt bij deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- m.b.t. de toevoer:
 - de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen
- m.b.t. de afvoer:
 - de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen
 - de luchtdichtheid van de mechanische afvoerkanalen

Bepaal $m_{zone\ z}$ per ventilatiezone z als:

$$\text{Eq. 146 } m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \times \left(\frac{r_{nat.supply,zone\ z} + r_{mech.extr,zone\ z}}{r_{nat.supply,zone\ z,def} + r_{mech.extr,zone\ z,def}} \right) \quad (-)$$

met:

$r_{nat.supply,zone\ z}$	een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen in ventilatiezone z , zoals bepaald in B.1.1, (-);
$r_{mech.extr,zone\ z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in elk van de ruimten en de luchtdichtheid van de mechanische afvoerkanalen in ventilatiezone z , zoals hieronder bepaald, (-);
$r_{nat.supply,zone\ z,def}$	de waarde bij ontstentenis voor $r_{nat.supply,zone\ z}$, zoals bepaald in B.1.1, (-);
$r_{mech.extr,zone\ z,def}$	de waarde bij ontstentenis voor $r_{mech.extr,zone\ z}$, zoals hieronder bepaald, (-).

B.1.3.1 Correctiefactor $r_{mech.extr,zone\ z}$

Bereken $r_{mech.extr,zone\ z}$ per ventilatiezone z als:

$$\text{Eq. 147 } r_{mech.extr,zone\ z} = r_{adj,mech.extr,zone\ z} + \frac{\sum_m \dot{V}_{leak,extr.duct,zone\ z,m}}{\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}} \quad (-)$$

met:

$r_{adj,mech.extr,zone\ z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in ventilatiezone z , zoals hieronder bepaald, (-);
$\dot{V}_{leak,extr.duct,zone\ z,m}$	de lekverliezen van het afvoerkanaalnet m bij nominale stand van de ventilatie-installatie in ventilatiezone z , in m^3/h , afgerond op de eenheid, zoals hieronder bepaald;
$\dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z}$	het geëiste totale afvoerdebiet van ventilatiezone z , als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in m^3/h , afgerond op de eenheid.

In de tweede term dient gesommeerd te worden over alle afvoerkanaalnetten m in ventilatiezone z .

Bepaal de correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in een ventilatiezone z als volgt:

- indien in ventilatiezone z de debieten (bij nominale stand van de ventilatie-installatie) van de mechanische afvoeropeningen niet, of niet allemaal, gemeten zijn, geldt:

$$r_{\text{adj, mech. extr, zone } z} = 0,20$$

Dit is de waarde bij ontstentenis.

- indien in ventilatiezone z de debieten (bij nominale stand van de ventilatie-installatie) van alle mechanische afvoeropeningen gemeten zijn, geldt:

- indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische afvoerdebieten tussen 100% en 120% ligt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, geldt:

$$r_{\text{adj, mech. extr, zone } z} = 0$$

- indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische afvoerdebieten minstens 100% bedraagt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, maar 1 of meer waarden meer dan 120% van de geëiste waarden bedragen, geldt:

$$\text{Eq. 148 } r_{\text{adj, mech. extr, zone } z} = \max \left[0 ; \min \left\{ 0,20 ; \frac{\sum_j \dot{V}_{\text{meas, mech. extr, rm } j}}{\dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z}} - 1,20 \right\} \right] \quad (-)$$

waarbij de per ruimte gemeten mechanische debieten ($\dot{V}_{\text{meas, mech. extr, rm } j}$, in m^3/h , afgerond op de eenheid) moeten gesommeerd worden over alle afvoerruimten j van ventilatiezone z. $\dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z}$ is het geëiste totale mechanische afvoerdebiet in de ventilatiezone z; dit is de som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in m^3/h , afgerond op de eenheid.

- zoniet:

$$r_{\text{adj, mech. extr, zone } z} = 0,20.$$

Bepaal de lekverliezen van alle afvoerkanaalnetten bij de werkingsdruk in ventilatiezone z als volgt:

- via meting van elk van de afvoerkanaalnetten. De metingen worden uitgevoerd volgens de procedures bepaald door de minister, of bij afwezigheid daarvan conform de procedures beschreven in NBN EN 14134.
- de waarde bij ontstentenis bedraagt:

$$\text{Eq. 149 } \sum_1 \dot{V}_{\text{leak, extr duct, zone } z, 1} = 0,18 \cdot \dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Deze is van toepassing:

- indien voorgaande meting niet voor alle afvoerkanaalnetten uitgevoerd wordt;
- of indien de gemeten lekdebieten groter zijn dan deze waarde bij ontstentenis.

B.1.4 Mechanische toe- en afvoerventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{zone\ z}$ wordt bij deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- m.b.t. de toevoer:
 - de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen
 - de luchtdichtheid van de mechanische toevoerkanalen
- m.b.t. de afvoer:
 - de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen
 - de luchtdichtheid van de mechanische afvoerkanalen

Bepaal $m_{zone\ z}$ per ventilatiezone z als:

$$\text{Eq. 150 } m_{zone\ z} = 1,0 + 0,5 \cdot \frac{r_{all\ mech,zone\ z}}{r_{all\ mech,zone\ z,def}} \quad (-)$$

met:

$r_{all\ mech,zone\ z}$ een correctiefactor voor het gebrek aan luchtdichtheid van de toe- en afvoerkanalen en de eventueel gebrekkige afstelling van de toe- en afvoeropeningen in elk van de ruimten in de ventilatiezone z , zoals hieronder bepaald, (-);

$r_{all\ mech,zone\ z,def}$ de waarde bij ontstentenis voor $r_{all\ mech,zone\ z}$, zoals hieronder bepaald, (-).

B.1.4.1 Correctiefactor $r_{all\ mech,zone\ z}$

Bereken $r_{all\ mech,zone\ z}$ per ventilatiezone z als:

$$\text{Eq. 151 } r_{all\ mech,zone\ z} = \frac{\max(\dot{V}_{calc,mech.supply,zone\ z} ; \dot{V}_{calc,mech.extr,zone\ z})}{\max(\dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z} ; \dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z})} \quad (-)$$

waarin:

$$\text{Eq. 152 } \dot{V}_{calc,mech.supply,zone\ z} = r_{adj,mech.supply,zone\ z} \cdot \dot{V}_{req,mech.supply,zone\ z} + \sum_1 \dot{V}_{leak,supplyduct,zone\ z,l} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\text{Eq. 153 } \dot{V}_{calc,mech.extr,zone\ z} = r_{adj,mech.extr,zone\ z} \cdot \dot{V}_{req,mech.extr,zone\ z} + \sum_m \dot{V}_{leak,extr\ duct,zone\ z,m} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

met:

$r_{adj,mech.supply,zone\ z}$ een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in ventilatiezone z , zoals bepaald in B.1.2, (-);

$\dot{V}_{leak,supply\ duct,zone\ z,l}$ de lekverliezen van het toevoerkanaalnet l bij nominale stand van de ventilatie-installatie in ventilatiezone z , in m^3/h , afgerond op de eenheid, zoals bepaald in B.1.2;

$\dot{V}_{req, mech. supply, zone z}$	het geëiste totale toevoerdebiet van ventilatiezone z , als som van de geëiste buitenluchttoevoerdebiets van de individuele ruimten, in m^3/h , afgerond op de eenheid;
$r_{adj, mech. extr, zone z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in ventilatiezone z , zoals bepaald in B.1.3, (-);
$\dot{V}_{leak, extr duct, zone z, m}$	de lekverliezen van het afvoerkanaalnet m bij nominale stand van de ventilatie-installatie in ventilatiezone z , in m^3/h , afgerond op de eenheid, zoals bepaald in B.1.3;
$\dot{V}_{req, mech. extr, zone z}$	het geëiste totale afvoerdebiet van ventilatiezone z , als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in m^3/h , afgerond op de eenheid.

Er dient gesommeerd te worden over alle toevoerkanaalnetten l en alle afvoerkanaalnetten m in ventilatiezone z .

B.2 Reductiefactor voor voorverwarming

Telkens er in deze paragraaf sprake is van 'geëiste buitenluchttoevoerdebiets' wordt daarmee in voorkomend geval het totale geëiste buitenluchttoevoerdebiet bedoeld (er wordt dus bij conventie verondersteld dat er geen recirculatie wordt toegepast in een woonkamer).

De reductiefactor voor voorverwarming r van een energiesector i is gelijk aan de reductiefactor voor voorverwarming van de ventilatiezone z waarvan de energiesector i deel uitmaakt:

$$\text{Eq. 154 } r_{preh, heat, sec i} = r_{preh, heat, zone z}$$

$$\text{Eq. 155 } r_{preh, cool, sec i} = r_{preh, cool, zone z}$$

$$\text{Eq. 156 } r_{preh, overh, sec i} = r_{preh, overh, zone z}$$

De bepaling van de reductiefactor voor voorverwarming van ventilatiezone z d.m.v. een warmteterugwinapparaat gebeurt zoals hieronder beschreven. Voorverwarming d.m.v. doorgang doorheen een aangrenzende onverwarmde ruimte en/of doorheen een ondergronds aanvoerkanaal dient behandeld te worden door vooraf door de minister bepaalde regels of, bij gebrek daaraan, op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Als er geen voorverwarming plaatsvindt, is de waarde voor r in elk van de gevallen 1.

Een warmtepomp die als warmtebron de afvoerlucht gebruikt, wordt niet in deze bijlage behandeld.

- Indien de warmtepomp dient voor ruimteverwarming, gebeurt de inrekening volgens § 10.2.3.3.
- Indien de warmtepomp dient voor de bereiding van warm tapwater, gebeurt de inrekening volgens § 10.3.3.

Warmteterugwinapparaat in geval van mechanische toe- en afvoerventilatie

In een ventilatiezone z met mechanische toe- en afvoerventilatie is het mogelijk de toevoer van buitenlucht in min of meerdere mate voor te verwarmen m.b.v. een warmtewisselaar die warmte onttrekt aan de afvoerlucht naar buiten. Toevoerlucht van buiten kan ev. via verschillende luchtinlaten de ventilatiezone z binnengebracht worden. In dat geval is het ev. mogelijk dat niet alle luchttoevoeren voorverwarmd worden. Omgekeerd kan de mechanische afvoer naar buiten ev. via verschillende luchtuitlaten plaatsvinden en is het ev. mogelijk dat op sommige van deze luchtstromen geen warmterecuperatie plaatsvindt. Indien ten slotte het totaal mechanisch toevoerdebiet verschilt van het totaal mechanisch afvoerdebiet in de ventilatiezone z, dan zal er noodzakelijkerwijs een extra (in- of uitwaartse) ongecontroleerde luchtstroom doorheen de schil optreden¹⁷.

Ventilatoren met een automatische debietregeling hebben een gunstige invloed op de reductiefactor voor voorverwarming, omdat debietbalans behouden kan worden, ook wanneer de werkingssomstandigheden wijzigen (bv. door vervuiling van filters, ...). De automatische debietregeling is een producteigenschap die wordt vastgesteld voor alle ventilatoren van een ventilatiegroep en die inhoudt dat een regeling ervoor zorgt dat het geleverde debiet niet meer dan 5% afwijkt van de instelwaarde. Deze producteigenschap moet, voor elke ventilator van de groep, aan de hand van debietmetingen gecontroleerd worden voor het gehele debiet- en drukbereik van de ventilator.

In het meest algemene geval kan de reductiefactor voor ruimteverwarming ingevolge de voorverwarming van de buitenluchttoevoer in een ventilatiezone z m.b.v. warmteterugwinning aan de hand van de volgende formule bepaald worden:

$$\text{Eq. 157} \quad r_{\text{preh,heat,zone z}} = \frac{\sum_p \{ \dot{V}_{\text{in,p}} - e_{\text{heat,hr,p}} \min(\dot{V}_{\text{in,p}}; \dot{V}_{\text{out,p}}) \} + \max\left\{0, \sum_p (\dot{V}_{\text{out,p}} - \dot{V}_{\text{in,p}})\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{\text{in,p}}; \sum_p \dot{V}_{\text{out,p}}\right)} \quad (-)$$

met:

$e_{\text{heat,hr,p}}$ een dimensieloze factor die de mate van warmteterugwinning op plaats p aangeeft, als volgt bepaald:

- indien de buitenlucht toevoerstroam p niet voorverwarmd wordt, geldt $e_{\text{heat,hr,p}} = 0$;

- indien de buitenlucht toevoerstroam p wel voorverwarmd wordt m.b.v. een warmteterugwinapparaat, geldt $e_{\text{heat,hr,p}} = r_p \cdot \eta_{\text{test,p}}$

De factor r_p wordt bepaald zoals hieronder beschreven. Het thermisch rendement $\eta_{\text{test,p}}$ van het warmteterugwinapparaat op plaats p wordt bepaald zoals beschreven in Bijlage G van deze tekst. Een waarde voor het thermisch rendement mag slechts gebruikt worden in zoverre zowel $\dot{V}_{\text{in,p}}$ als $\dot{V}_{\text{out,p}}$ niet groter zijn dan het volumedebiet tijdens de proef zoals gedefinieerd in Bijlage G van deze tekst;

$\dot{V}_{\text{in,p}}$ het ingaand luchtdebiet op plaats p, in m³/h, bepaald zoals hieronder beschreven;

$\dot{V}_{\text{out,p}}$ het uitgaand luchtdebiet op plaats p, in m³/h, bepaald zoals hieronder beschreven.

¹⁷ Omwille van de eenvoud wordt net zoals in § 7.8.2 bij conventie de mogelijke interactie tussen de in/exfiltratieterm en de term voor bewuste ventilatie buiten beschouwing gelaten.

Er dient gesommeerd te worden over alle plaatsen p in ventilatiezone z waar mechanische buitenlucht toevoer en/of mechanische afvoer naar buiten plaatsvindt.

Bepaal het binnenkomende buitenlucht debiet op plaats p als volgt:

- als de ventilatorgroep waardoor het ingaand en het uitgaand debiet op plaats p worden geleverd, uitgerust is met een automatische debietregeling zoals hoger gedefinieerd, dan geldt:

$$\text{Eq. 158 } \dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{supply,setpoint,nom,p} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

waarbij de instelwaarde van het ingaand debiet op plaats p bij nominale ventilatorstand beschouwd wordt, in m^3/h , afgerond op de eenheid;

- in alle andere gevallen geldt:

$$\text{Eq. 159 } \dot{V}_{in,p} = \dot{V}_{mechsupply,p} + \dot{V}_{leak,supplyduct,p} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Voor de bepaling van de lekverliezen van het toevoerkanaalnet $\dot{V}_{leak,supplyduct,p}$, in m^3/h , afgerond op de eenheid, gelden dezelfde regels als bij mechanische toevoerventilatie (zie B.1.2). Ligt geen meetwaarde van de lekverliezen voor, dan wordt de waarde ervan nul gesteld.

Worden de toevoerdebieten bij de nominale stand van de ventilatie-installatie effectief gemeten in alle ruimten die via plaats p van buitenlucht voorzien worden, dan gebruikt men voor $\dot{V}_{mechsupply,p}$ de som van deze meetwaarden, in m^3/h , afgerond op de eenheid. In het andere geval wordt $\dot{V}_{mechsupply,p}$ gelijk gesteld aan de som van de geëiste buitenluchttoevoerdebeten per ruimte, in m^3/h , afgerond op de eenheid.

Als het warmteterugwinapparaat voor meerdere EPB-eenheden instaat, wordt voor de bepaling van de reductiefactor geen rekening gehouden met de debieten van de andere EPB-eenheden.

Bepaal het afvoerdebiet naar buiten op plaats p als volgt:

- als de ventilatorgroep waardoor het ingaand en het uitgaand debiet op plaats p worden geleverd, uitgerust is met een automatische debietregeling zoals hoger gedefinieerd, dan geldt:

$$\text{Eq. 160 } \dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr,setpoint,nom,p} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

waarbij de instelwaarde van het uitgaand debiet op plaats p bij nominale ventilatorstand beschouwd wordt, in m^3/h , afgerond op de eenheid;

- in alle andere gevallen geldt:

$$\text{Eq. 161 } \dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{mechextr,p} + \dot{V}_{leak,extrduct,p} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

Voor de bepaling van de lekverliezen van het afvoerkanaalnet $\dot{V}_{leak,extrduct,p}$, in m^3/h , afgerond op de eenheid, gelden dezelfde regels als bij mechanische afvoerventilatie (zie B.1.3). Ligt geen meetwaarde van de lekverliezen voor, dan wordt de waarde ervan nul gesteld.

Worden de afvoerdebieten bij nominale stand van de ventilatie-installatie effectief gemeten in alle ruimten van waaruit via plaats p naar buiten afgezogen wordt, dan gebruikt men voor $\dot{V}_{\text{mechextr},p}$ de som van deze meetwaarden, in m³/h, afgerond op de eenheid. In het andere geval wordt $\dot{V}_{\text{mechextr},p}$ gelijk gesteld aan de som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten, in m³/h, afgerond op de eenheid.

Als het warmteterugwinapparaat voor meerdere EPB-eenheden instaat, wordt voor de bepaling van de reductiefactor geen rekening gehouden met de debieten van de andere EPB-eenheden.

Bepaal in geval er warmteterugwinning plaatsvindt op plaats p r_p als volgt:

- als de ventilatorgroep waardoor het ingaand en het uitgaand debiet op plaats p worden geleverd, uitgerust is met een automatische regeling zoals hoger gedefinieerd, dan geldt:

$$r_p = 0,95$$

- in alle andere gevallen geldt:

$$r_p = 0,85$$

Bepaal de reductiefactor voor de berekening van het risico op oververhitting en van de netto energiebehoefte voor ruimtekoeling als volgt:

$$\text{Eq. 162} \quad \frac{r_{\text{preh,overh,zone } z} = r_{\text{preh,cool,zone } z} = \sum_p \left\{ \dot{V}_{\text{in},p} - e_{\text{cool,hr},p} \min(\dot{V}_{\text{in},p}; \dot{V}_{\text{out},p}) \right\} + \max \left\{ 0, \sum_p (\dot{V}_{\text{out},p} - \dot{V}_{\text{in},p}) \right\}}{\max \left(\sum_p \dot{V}_{\text{in},p}; \sum_p \dot{V}_{\text{out},p} \right)} \quad (-)$$

waarbij de verschillende termen dezelfde zijn als hierboven, met uitzondering van $e_{\text{cool,hr},p}$, waarvan de waarde als volgt bepaald wordt:

- indien warmteterugwinapparaat p van een by-pass voorzien is waarbij de doorgang doorheen de warmtewisselaar volledig afgesloten wordt, of op een andere manier volledig geïnactiveerd kan worden (bv. stilzetten van een roterend warmtewiel), geldt:

$$\text{Eq. 163} \quad e_{\text{cool,hr},p} = 0 \quad (-)$$

- indien warmteterugwinapparaat p van een by-pass voorzien is maar de doorgang doorheen de warmtewisselaar daarbij niet volledig afgesloten wordt of niet op een andere manier volledig geïnactiveerd wordt, geldt:

$$\text{Eq. 164} \quad e_{\text{cool,hr},p} = 0,5 \times e_{\text{heat,hr},p} \quad (-)$$

- in alle andere gevallen geldt:

$$\text{Eq. 165} \quad e_{\text{cool,hr},p} = e_{\text{heat,hr},p} \quad (-)$$

B.3 Voorkoeling van ventilatielucht

B.3.1 Rekenregel

De maandelijkse vermenigvuldigingsfactor $r_{\text{precool,seci,m}}$ voor het effect van voorkoeling van ventilatielucht voor de koelberekeningen en voor de bepaling van de oververhittingsindicator van energiesector i is gelijk aan de maandelijkse vermenigvuldigingsfactor voor het effect van voorkoeling van ventilatielucht van de ventilatiezone z waarvan de energiesector deel uitmaakt:

$$\text{Eq. 166 } r_{\text{precool,seci,m}} = r_{\text{precool,zone } z,m} \quad (-)$$

Indien er geen systeem is voor voorkoeling van ventilatielucht in ventilatiezone z , of indien slechts een gedeelte van het hygiënisch ventilatiedebiet van ventilatiezone z gekoeld wordt met behulp van een systeem voor voorkoeling van ventilatielucht, is $r_{\text{precool,zone } z,m}$ gelijk aan 1.

Indien er meerdere EPB-eenheden gebruik maken van hetzelfde systeem voor voorkoeling van ventilatielucht is de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{precool,zone } z,m}$ gelijk aan 1, betere waarden kunnen bepaald worden op basis van een gelijkwaardigheidsaanvraag.

Indien er wel een systeem voor voorkoeling aanwezig is en het ganse hygiënisch ventilatiedebiet van ventilatiezone z gekoeld wordt met behulp van een systeem voor voorkoeling van ventilatielucht dient $r_{\text{precool,zone } z,m}$ te worden bepaald als volgt:

$$\text{Eq. 167 } r_{\text{precool,zone } z,m} = 1 - e_{\text{precool,m}} \cdot \frac{\theta_{\text{precool,ref,max,m}} - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})}{23 - (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m})} \quad (-)$$

met:

- $e_{\text{precool,m}}$ de maandelijkse effectiviteit van het betreffende voorkoelsysteem, zoals hieronder bepaald, (-);
- $\theta_{\text{precool,ref,max,m}}$ de referentietemperatuur voor maximale temperatuurdaling, zoals hieronder bepaald, in °C;
- $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, ontleend aan Tabel [1], in °C;
- $\Delta\theta_{e,m}$ een verhoging van de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de berekening van de netto energiebehoefte voor koeling, gelijk te nemen aan 1°C.

Voor twee types technologieën wordt een uitdrukking voor $e_{\text{precool,m}}$ en $\theta_{\text{precool,ref,max,m}}$ uitgewerkt in volgende paragrafen. Voor andere technologieën dient $r_{\text{precool,zone } z,m}$ bepaald te worden volgens vooraf door de minister bepaalde regels.

B.3.2 Aarde-water warmtewisselaar

Bodemwarmtewisselaars worden gebruikt om ventilatielucht te koelen of te verwarmen (voorverwarming/voorkoeling). Hierbij wordt gebruik gemaakt van de thermische massa van aarde om warmte naar over te dragen. Op een voldoende diepte is de grondtemperatuur stabiel. In de zomer betekent dit dat de toegevoerde ventilatielucht kan worden afgekoeld, in de winter kan deze worden opgewarmd. Bij aarde-water warmtewisselaars wordt water door een reeks buizen gestuurd, die via een collector aan een lucht batterij zijn gekoppeld. Het water dat door een pomp door de buizen wordt gecirculeerd, zal de lucht verwarmen of koelen.

B.3.2.1 Effectiviteit $e_{precool,m}$ van het voorkoelsysteem

Voor een aarde-water warmtewisselaar is de waarde bij ontstentenis:

$$\text{Eq. 168 } e_{precool,m} = 0,7 \cdot w_{soil/water,m} \quad (-)$$

met:

$w_{soil/water,m}$ Een maandelijks factor die de werkingstijd van de aarde-water warmtewisselaar inreken, (-)

$$\begin{aligned} \text{Eq. 169 als } \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} &\leq 0 && \text{stel } w_{soil/water,m} = 0 \\ \text{als } 0 < \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} &\leq 2 && \text{stel } w_{soil/water,m} = 0,5 \\ \text{als } \theta_{e,m} - \theta_{soil,m} &> 2 && \text{stel } w_{soil/water,m} = 1 \end{aligned} \quad (-)$$

waar:

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, ontleend aan Tabel [1];

$\theta_{soil,m}$ de maandgemiddelde bodemtemperatuur afhankelijk van de diepte van de grondbuis, zoals bepaald in B.3.2.2, in °C.

B.3.2.2 Referentietemperatuur voor maximale temperatuurdaling $\theta_{precool,ref,max,m}$

De referentietemperatuur voor de bepaling van de prestatie van de aarde-water warmtewisselaar wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 170 } \theta_{precool,ref,max,m} = \frac{\left(\frac{e_{wt} \theta_{soil,m}}{e_{wt} - 1} - \frac{0,34 \sum \dot{V}_{hyg,cool,sec i}}{1160 \dot{V}_w} (\theta_{e,m} + \Delta\theta_{e,m}) \right)}{\left(1 - \frac{0,34 \sum \dot{V}_{hyg,cool,sec i}}{1160 \dot{V}_w} + \frac{1}{e_{wt} - 1} \right)} \quad (^\circ\text{C})$$

met:

$\dot{V}_{hyg,cool,sec i}$ het hygiënisch ventilatiedebiet van energiesector i , voor de de koelberekeningen, zoals bepaald in § 7.8.5, in m³/h;

\dot{V}_w het waterdebiet doorheen de aarde-water warmtewisselaar, in m³/h;

e_{wt} de effectiviteit van de aarde-water warmtewisselaar, zoals hieronder bepaald, (-);

- $\theta_{soil,m}$ de maandgemiddelde bodemtemperatuur afhankelijk van de diepte van de grondbuis, zoals hieronder bepaald, in °C;
- $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, ontleend aan Tabel [1], in °C;
- $\Delta\theta_{e,m}$ een verhoging van de maandgemiddelde buitentemperatuur voor de berekening van de netto energiebehoefte voor koeling, gelijk te nemen aan 1°C.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van ventilatiezone z die aangesloten zijn op de aarde-water warmtewisselaar.

Voor de bepaling van de maandgemiddelde bodemtemperatuur $\theta_{soil,m}$ wordt er onderscheid gemaakt tussen horizontale en verticale grondbuizen.

- Horizontale grondbuizen: ontleen de maandgemiddelde bodemtemperatuur aan Tabel [20];
- Vertikale grondbuizen: bepaal de maandgemiddelde bodemtemperatuur met onderstaande formule:

$$\text{Eq. 171 } \theta_{soil,m} = \frac{\theta_{soil,1m,m} + \theta_{soil,2m,m} + \theta_{soil,3m,m} + \theta_{soil,4m,m} + \theta_{soil,5m,m} \cdot (L_{soil/water} - 4)}{L_{soil/water}} \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$\theta_{soil,1m,m}$, $\theta_{soil,2m,m}$, $\theta_{soil,3m,m}$, $\theta_{soil,4m,m}$ en $\theta_{soil,5m,m}$ de maandgemiddelde bodemtemperatuur op respectievelijk 1, 2, 3, 4 en 5 m diepte, ontleend aan Tabel [20];

$L_{soil/water}$ de maximale diepte van de grondbuis, in m.

Tabel [20]: Gemiddelde bodemtemperaturen voor de bepaling van $\theta_{soil,m}$

	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
0,5 m	4,2	4,3	5,8	8,8	12,1	15,1	16,8	16,8	15,0	12,1	8,7	5,9
1 m	5,4	5,0	6,0	8,2	11,0	13,8	15,5	16,0	14,9	12,7	9,8	7,2
2 m	7,5	6,5	6,6	7,8	9,6	11,7	13,5	14,5	14,3	13,2	11,3	9,2
3 m	9,0	7,9	7,6	7,9	9,0	10,5	11,9	13,1	13,4	13,1	11,9	10,5
4 m	10,0	9,0	8,5	8,4	8,9	9,8	10,9	11,9	12,5	12,6	12,1	11,2
5 m+	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Voor tussenliggende diepten wordt de tabel geïnterpoleerd.

De effectiviteit van de aarde-water warmtewisselaar wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 172 } e_{wt} = 1 - e^{-\frac{\alpha_{wt} A_{wt}}{1160 \dot{V}_w}} \text{ (-)}$$

met:

α_{wt} de warmtedoorgangscoefficiënt van de buizen in de aarde-water warmtewisselaar, zoals hieronder bepaald, in W/(m².K);

A_{wt} de warmtewisselende oppervlakte van de buizen, in m², zoals hieronder bepaald;

\dot{V}_w het waterdebiet doorheen de aarde-water warmtewisselaar, in m³/h.

De warmtedoorgangscoefficiënt van de buizen α_{wt} wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 173 } \alpha_{wt} = \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{\ln\left(\frac{D_{tube} + 2t_{tube}}{D_{tube}}\right)}{2\lambda_{tube}/D_{tube}} + \frac{\ln\left(\frac{D_{tube} + 2t_{soil}}{D_{tube} + 2t_{tube}}\right)}{2\lambda_{soil}/D_{tube}} \right)^{-1} \quad (\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$$

met:

- α_i de inwendige convectiecoëfficiënt van stroming in de buis van de warmtewisselaar voor verkoeling, zoals hieronder bepaald, in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
- t_{soil} de dikte van het grondmassief rond de buis dat in rekening wordt gebracht, zoals hieronder bepaald, in m;
- D_{tube} de binnendiameter van de buis, in m;
- t_{tube} de dikte van de buiswand, in m;
- λ_{tube} de thermische geleidbaarheid van de buis, in W/mK ;
- λ_{soil} de thermische geleidbaarheid van de grond, gelijk te nemen aan 2, in W/mK .

De inwendige convectiecoëfficiënt wordt gegeven door:

- voor water:

$$\text{Eq. 174 } \alpha_i = 0,58 \frac{\text{Nu}}{D_{tube}} \quad (\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$$

- voor een oplossing water/glycol (alle types):

$$\text{Eq. 175 } \alpha_i = 0,43 \frac{\text{Nu}}{D_{tube}} \quad (\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$$

met:

$$\text{Eq. 176 } \text{Nu} = (\text{Nu}_{lam}^5 + \text{Nu}_{turb}^5)^{1/5} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 177 } \text{Nu}_{lam} = \left[3,66^3 + 1,61^3 \times \left(\frac{\text{Re} \times \text{Pr} \times D_{tube}}{L_{tube}} \right) \right]^{1/3} \quad (-)$$

met:

$$\text{Eq. 178 } \text{Nu}_{turb} = \frac{f_{turb} \times (\text{Re} - 1000) \times \text{Pr}}{2 \times \left(1 + 12,7 \times \sqrt{\frac{f_{turb}}{2}} \times (\text{Pr}^{2/3} - 1) \right)} \quad (-)$$

met:

$$\text{Eq. 179 } f_{turb} = (1,58 \times \ln \text{Re} - 3,28)^{-2} \quad (-)$$

met:

- voor water:

$$\text{Eq. 180 } Re = 996200 \frac{4}{3600\pi} \frac{\dot{V}_w}{n_{\text{tube}} D_{\text{tube}}} \quad (-)$$

$$Pr = 7$$

- voor een oplossing water/glycol (alle types):

$$\text{Eq. 181 } Re = 624200 \frac{4}{3600\pi} \frac{\dot{V}_w}{n_{\text{tube}} D_{\text{tube}}} \quad (-)$$

$$Pr = 12,5$$

De dikte van het grondmassief rond de buis dat in rekening wordt gebracht t_{soil} wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 182 } t_{\text{soil}} = \frac{p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}}}{2} \text{ als } p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}} < 0,5$$
$$t_{\text{soil}} = 0.25 \text{ als } p_{\text{tube}} - D_{\text{tube}} \geq 0,5 \quad (m)$$

met:

p_{tube} de afstand tussen de parallelle buizen, in m;

D_{tube} de binnendiameter van de buis, in m.

De warmtewisselende oppervlakte A_{wt} wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 183 } A_{\text{wt}} = \pi \cdot D_{\text{tube}} \cdot L_{\text{tube}} \cdot n_{\text{tube}} \quad (m^2)$$

met:

D_{tube} de binnendiameter van de buis, in m;

L_{tube} de lengte van de buis, in m;

n_{tube} het aantal buizen in parallel, (-).

B.3.3 Verdampingskoeling

Verdampingskoeling (of adiabate koeling) bestaat in principe uit een methode om door injectie van water de toevoerlucht van een gebouw te koelen. Er bestaan een groot aantal variaties van deze technologie, met verschillende voorbehandelingen en recuperatietechnologieën. De prestatie van verdampingskoelsystemen is sterk variabel met de wijze van ontwerp van deze systemen.

Indien gewoon water wordt geïnjecteerd in de toevoerlucht of afvoerlucht dan kan gebruik gemaakt worden van onderstaande methode.

Voor andere meer complexe systemen dient $r_{precool,zone\ z,m}$ bepaald te worden volgens het principe van gelijkwaardigheid.

B.3.3.1 Effectiviteit $e_{precool,m}$ van het voorkoelsysteem

Voor verdampingskoeling is de waarde bij ontstentenis voor de effectiviteit:

$$\text{Eq. 184 } e_{precool,m} = 0,8 \cdot w_{evap,m} \quad (-)$$

met:

$w_{evap,m}$ een maandelijkse factor die de werkingstijd van de verdampingskoeling inrekenet, (-):

$$\begin{aligned} \text{Eq. 185 als } Q_{cool,net,m} \leq 0 \quad Q_{cool,net,m} \leq 0 \quad \text{stel } w_{evap,m} = 0 \\ \text{als } Q_{cool,net,m} > 0 \quad \text{stel } w_{evap,m} = 1 \end{aligned} \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{cool,net,seci,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i , bepaald zonder de verdampingskoeling in rekening te brengen, in MJ.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i van de ventilatiezone z die gebruik maken van verdampingskoeling.

B.3.3.2 Referentietemperatuur voor maximale temperatuurdaling $\theta_{precool,ref,max,m}$

Indien gewoon water wordt geïnjecteerd in de toevoerlucht of afvoerlucht dan is de referentietemperatuur de natteboltemperatuur van de respectievelijke luchtstroom. De waarde bij ontstentenis voor $\theta_{precool,ref,max,m}$ wordt gelijk gesteld aan de maandgemiddelde natteboltemperatuur ontleend aan Tabel [21].

Tabel [21]: Maandgemiddelde natteboltemperatuur (°C)

Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
1,9	1,7	3,0	5,9	9,3	12,7	14,6	14,7	12,0	9,7	4,8	2,3

Bijlage C De maandelijkse bezonning

C.1 Inleiding

In deze bijlage worden de rekenalgoritmes beschreven voor de berekening van de maandelijkse bezonning op een willekeurig vlak j . De bezonning wordt berekend bij transparante scheidingsconstructies, passieve zonne-energiesystemen, thermische zonne-energiesystemen en fotovoltaïsche zonne-energiesystemen. Voor de gebruiker is enkel C.2 van belang waarin gedefinieerd wordt hoe beschaduwning gekarakteriseerd wordt.

De helling θ_j van vlak j is de hoek, uitgedrukt in graden, tussen de verticale en de normale op vlak j . Voor een horizontaal vlak is de helling 0° , voor een verticaal vlak 90° .

De oriëntatie ϕ_j van vlak j is de hoek, uitgedrukt in graden, tussen het zuiden en de horizontale projectie van de normale op vlak j . In de richting van het westen is de oriëntatie positief, in de richting van het oosten negatief.

C.2 Schematisering van de beschaduwing

C.2.1 Algemeen

Een zonontvangend vlak j kan door gebouwvreemde omgevingselementen, belemmeringen genoemd, en door gebouwgebonden elementen, horizontale of zijdelingse overstekken genoemd, beschaduwd worden. Belemmeringen schermen de directe zonnestraling af als de zon onder een bepaalde hoogte daalt. Horizontale overstekken schermen de directe zonnestraling af als de zon boven een bepaalde hoogte staat en zijdelingse overstekken schermen de directe zonnestraling af als de uurhoek kleiner of groter is dan een bepaalde waarde. Belemmeringen bestaan uit omliggende gebouwen, bomen en heuvels. Overstekken bestaan uit overstekende dakranden, balkons, horizontale luifels en doorschietende zijmuren.

C.2.2 Geometrie van een belemmering

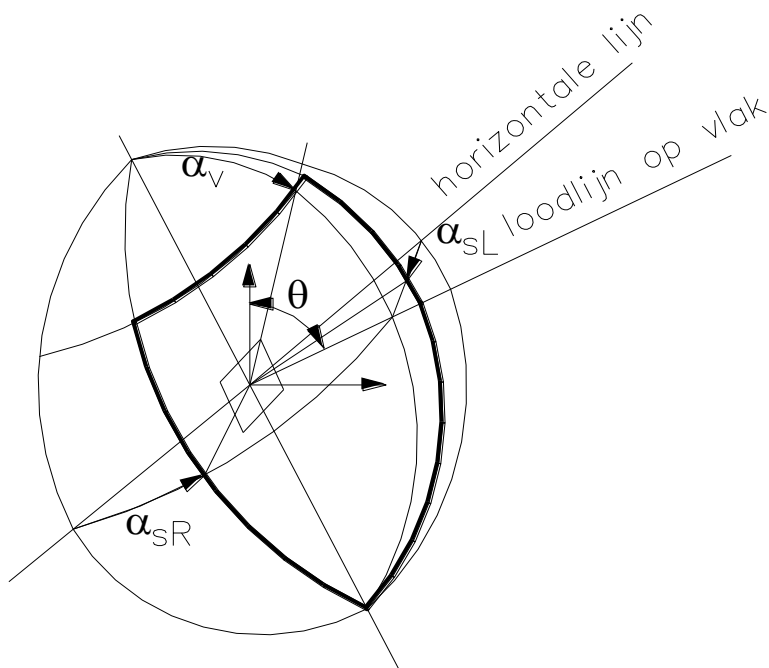
Belemmeringen worden geschematiseerd tot één enkel verticaal belemmeringsvlak. De horizonhoek α_h is de hoek tussen het horizontaal vlak en de verbindingslijn van het middelpunt van het zonontvangend vlak met de bovenrand van het belemmeringsvlak.

C.2.3 Geometrie van overstekken

Overstekken worden geschematiseerd tot 1 horizontale en 2 verticale overstekvlakken gedefinieerd via een verticale overstekhoek α_v (0° bij afwezigheid van een horizontale overstek, maximale waarde 180°), via een linker overstekhoek α_{sL} (0° bij afwezigheid van een linker overstek, maximale waarde 180°) en via een rechter overstekhoek α_{sR} (0° bij afwezigheid van een rechter overstek, maximale waarde 180°) zoals aangegeven in Figuur [1].

Toelichting: de overstekgrenzen vormen een rechthoek op een zogenaamde visiofoto genomen vanuit het middelpunt van het beschouwde vlak in de richting loodrecht op dat vlak. Deze rechthoek wordt vlakhemel genoemd en komt overeen met het deel van de hemel dat vanuit het vlak zichtbaar is.

Figuur [1]: Geometrie van overstekken



C.2.4 Waarden bij ontstentenis

Indien waarden bij ontstentenis gebruikt worden moeten deze van toepassing zijn op alle hoeken van het zontovangend vlak.

De waarden bij ontstentenis te gebruiken voor vaste afschermhoeken zijn:

- voor verwarmingsberekeningen en thermische zonnecollectoren:
 - horizonhoek: 25°
 - linker overstekhoek α_{sL} , rechter overstekhoek α_{sR} en verticale overstekhoek $\alpha_v: 0^\circ$
- voor de koelbehoefte en oververhitting:
 - horizonhoek: 15°
 - linker overstekhoek α_{sL} , rechter overstekhoek α_{sR} en verticale overstekhoek $\alpha_v: 0^\circ$

Voor fotovoltaïsche installaties gelden deze waarden bij ontstentenis niet en is het verplicht de beschadwing steeds in detail in te geven (zie § 12.1).

C.3 Maandelijkse bezonning op een onbeschadwd vlak

C.3.1 Totale bezonning

Stel de maandelijkse bezonning op een willekeurig, onbeschadwd vlak j gelijk aan de som van de maandelijkse directe, diffuse en gereflecteerde bezonningen:

$$\text{Eq. 186 } I_{s,m,j,\text{unshad}} = I_{s,\text{dir},m,j,\text{unshad}} + I_{s,\text{dif},m,j,\text{unshad}} + I_{s,\text{refl},m,j,\text{unshad}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s,\text{dir},m,j,\text{unshad}}$ de directe bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m²;
 $I_{s,\text{dif},m,j,\text{unshad}}$ de diffuse bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m²;

$I_{s,refl,m,j,unshad}$ de gereflecteerde bezonning voor de beschouwde maand op vlak j , in MJ /m².

De verschillende termen worden in de volgende paragrafen berekend.

C.3.2 Directe bezonning

De berekening van de maandelijkse directe bezonning gebeurt m.b.v. een karakteristieke dag voor de maand. Dit is de 15^e van elke maand. Het dagnummer van de karakteristieke dag geeft het aantal dagen vanaf 1 januari (365 dagen), zie Tabel [1].

Bepaal de maandelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd vlak als:

$$\text{Eq. 187 } I_{s,dir,m,j,unshad} = \left[I_{s,tot,m,hor} - I_{s,dif,m,hor} \right] \frac{Q_{s,dir,char,j}}{Q_{s,dir,char,hor}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s,tot,m,hor}$ de maandelijkse bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel in MJ/m², zie Tabel [1];
 $I_{s,dif,m,hor}$ de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel in MJ/m², zie Tabel [1];
 $Q_{s,dir,char,j}$ de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd vlak j voor de karakteristieke dag van de beschouwde maand, in J/(m².dag);
 $Q_{s,dir,char,hor}$ de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor de karakteristieke dag van de beschouwde maand, in J/(m².dag);

Bereken de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd vlak en de dagelijkse directe bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor de karakteristieke dag van de beschouwde maand als:

$$\text{Eq. 188 } Q_{s,dir,char,j} = 240 \times \sum_{\omega_1}^{\omega_2} \max\{0 ; [q_{s,dir,n} \times \cos \chi_{s,j} \times \Delta\omega]\} \quad (\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{dag}))$$

$$\text{Eq. 189 } Q_{s,dir,char,hor} = 240 \times \sum_{\omega_3}^{\omega_4} \max\{0 ; [q_{s,dir,n} \times \cos \chi_{s,hor} \times \Delta\omega]\} \quad (\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{dag}))$$

met:

$q_{s,dir,n}$ de directe bezonning op een vlak loodrecht op de zonnerichting voor de karakteristieke dag van maand, in W/m², zoals hieronder berekend;
 ω de uurhoek (middernacht 180°, om 6 h 90°, 's middags 0°, om 18 h - 90°);
 $\Delta\omega$ de stap in uurhoek, in ° (1 uur=15°);
 ω_1 de uurhoek 's morgens waarbij $\cos\chi_{s,hor}$ groter is dan nul en waarbij $\cos\chi_{s,j}$ groter wordt dan nul, in °;
 ω_2 de uurhoek 's avonds waarbij $\cos\chi_{s,hor}$ groter is dan nul en waarbij $\cos\chi_{s,j}$ nog net groter is dan nul, in °;
 ω_3 de uurhoek 's morgens waarbij $\cos\chi_{s,hor}$ groter wordt dan nul, in °;

ω_4	de uurhoek 's avonds waarbij $\cos\chi_{s,hor}$ nog net groter is dan nul, in $^\circ$;
$\chi_{s,j}$	de invalshoek per stap $\Delta\omega$ van de zon op vlak j, in $^\circ$, zoals hieronder berekend;
$\chi_{s,hor}$	de invalshoek per stap $\Delta\omega$ van de zon op het horizontaal vlak, in $^\circ$, zoals hieronder berekend;
240	de omrekenfactor van uurhoek naar s.

Neem als tijdstap bij de berekening een uurhoek van 15° .

Bepaal voor de karakteristieke dag van elke maand per uur de directe bezonning op een vlak loodrecht op de zonerichting als:

$$\text{Eq. 190 } q_{s,dir,n} = \max\left[0; 1353 \cdot \left(1 + 0,033 \cdot \cos\left(\frac{360 \cdot d}{365}\right)\right) \cdot \exp(-m_{path} \cdot d_R \cdot T_L)\right] \quad (\text{W/m}^2)$$

met:

d	het dagnummer van elk van de karakteristieke dagen, zie Tabel [1];
m_{path}	de wegfactor, in m^{-1} ;
d_R	de optische weglengte, in m;
T_L	de troebelheidsfactor van de atmosfeer, (-).

De wegfactor, de optische weglengte en de troebelheidsfactor worden gegeven door:

$$\text{Eq. 416 } m_{path} = \frac{0,992}{\sin(\beta) + 0,15 \cdot (\beta + 3,885)^{-1,253}} \quad (\text{m}^{-1})$$

$$\text{Eq. 192 } d_R = 1,4899 - 2,1099\cos(\beta) + 0,6322\cos(2 \cdot \beta) + 0,0253\cos(3 \cdot \beta) - 1,0022\sin(\beta) + 1,0077\sin(2 \cdot \beta) - 0,2606\sin(3 \cdot \beta) \quad (\text{m})$$

$$\text{Eq. 417 } T_L = 3,372 + 0,053 \cdot \beta - 0,296 \cdot \cos(30 \cdot m) \quad (-)$$

met:

β	de zonnehoogtehoek, in $^\circ$;
m	het rangnummer van de maand (januari is 1, februari 2, enz.). Het argument van de cos is uitgedrukt in $^\circ$.

De zonnehoogtehoek is gelijk aan:

$$\text{Eq. 194 } \beta = \max\left[0; 90 - \arccos[\cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos\omega + \sin\varphi \cdot \sin\delta]\right] \quad (^\circ)$$

met:

φ	de breedtelegging, voor Ukkel $+50,8^\circ$
δ	de declinatiehoek voor elk van de karakteristieke dagen, in $^\circ$, gelijk aan

$$\text{Eq. 195 } \delta = \arcsin\left[-\sin(23,45) \cdot \cos\left(\frac{360}{365} \cdot (d+10)\right)\right] \quad (^\circ)$$

met:

d het dagnummer van elk van de karakteristieke dagen, zie Tabel [1].

Bepaal de invalshoek van de zon op het vlak j en op het horizontale vlak als:

$$\text{Eq. 418 } \cos(\chi_{s,j}) = \begin{pmatrix} 0,775 \cdot [\sin(\delta) \cdot \cos(\theta_j) + \cos(\delta) \cdot \sin(\theta_j) \cdot \cos(\phi_j) \cdot \cos(\varpi)] \\ -0,632 \cdot [\sin(\delta) \cdot \sin(\theta_j) \cdot \cos(\phi_j) - \cos(\delta) \cdot \cos(\theta_j) \cdot \cos(\varpi)] \\ + [\cos(\delta) \cdot \sin(\theta_j) \cdot \sin(-\phi_j) \cdot \sin(\varpi)] \end{pmatrix} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 197 } \chi_{s,\text{hor}} = 90 - \beta \quad (-)$$

C.3.3 Diffuse bezonning

Bepaal de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschadwd vlak als:

$$\text{Eq. 198 } I_{s,\text{dif},m,j,\text{unshad}} = I_{s,\text{dif},m,\text{hor}} C_m \left(\frac{1 + \cos\theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s,\text{dif},m,\text{hor}}$ de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschadwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel, in MJ/m^2 , zie Tabel [1];

C_m een correctiefactor voor het anisotroop karakter van de diffuse straling, zie Tabel [22];

θ_j de helling (de hoek tussen de verticale en de normale op het vlak) van vlak j, in $^\circ$.

Tabel [22]: correctiefactor voor het anisotroop karakter van de diffuse straling

		Oriëntatie (°)								
		0 (Z)	±22,5	±45	±67,5	±90 (O/W)	±112,5	±135	±157,5	±180 (N)
Helling (°)	0 (H)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	22,5	1,03	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96
	45	1,05	1,04	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,92	0,92
	67,5	1,06	1,05	1,03	0,99	0,94	0,90	0,86	0,84	0,83
	90 (V)	1,06	1,04	1,00	0,94	0,87	0,81	0,76	0,73	0,71
	112,5	0,98	0,97	0,92	0,85	0,76	0,68	0,63	0,60	0,60
	135	0,80	0,78	0,74	0,67	0,59	0,53	0,49	0,47	0,47
	157,5	0,58	0,56	0,51	0,48	0,46	0,43	0,41	0,40	0,34
	180	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Voor tussenliggende oriëntaties en hellingen wordt in de tabel eerst geïnterpoleerd volgens de oriëntatie bij constante helling. Vervolgens wordt in een 2^e stap geïnterpoleerd volgens de helling bij constante oriëntatie.

C.3.4 Gereflecteerde bezonning

Bereken de maandelijkse gereflecteerde bezonning op een onbeschadwd vlak als:

$$\text{Eq. 199 } I_{s, \text{refl}, m, j, \text{unshad}} = 0,2 \cdot I_{s, \text{tot}, m, \text{hor}} \left(\frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s, \text{tot}, m, \text{hor}}$ de maandelijkse totale bezonning op een onbeschadwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel, in MJ/m², zie Tabel [1].

C.4 Maandelijkse bezonning op een beschadwd vlak

C.4.1 Voor een horizonhoek $\alpha_h \leq 60^\circ$

C.4.1.1 Totale bezonning

Stel de maandelijkse bezonning op een willekeurig, beschadwd vlak j gelijk aan de som van de maandelijkse directe, diffuse en gereflecteerde bezonningen:

$$\text{Eq. 200 } I_{s, m, j, \text{shad}} = I_{s, \text{dir}, m, j, \text{shad}} + I_{s, \text{dif}, m, j, \text{shad}} + I_{s, \text{refl}, m, j, \text{shad}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s, \text{dir}, m, j, \text{shad}}$ de directe bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m²;
 $I_{s, \text{dif}, m, j, \text{shad}}$ de diffuse bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m²;
 $I_{s, \text{refl}, m, j, \text{shad}}$ de gereflecteerde bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m².

De verschillende termen worden in de volgende paragrafen berekend.

C.4.1.2 Directe bezonning

Bepaal de maandelijkse directe bezonning op het beschaduwde vlak ($I_{s,dir,m,j,shad}$) op dezelfde wijze als op een niet beschaduwde vlak. Pas bij de berekening van de dagelijkse directe bezonning op het beschouwde vlak voor de karakteristieke dag van de betreffende maand wel voor elke uurhoek waarbij de zon boven de horizon staat volgende regels toe:

- Voor uurhoeken tussen ω_1 en ω_2 , waarvoor de zonnehoogte β kleiner is dan de belemmeringshoek α_h , wordt de directe bezonning nul gesteld;
- Doe voor de overige uurhoeken een bolcoördinatentransformatie voor de azimutaal hoek van de zon γ_s en de zonnehoogte β naar een assenstelsel waarvoor de belemmeringen zijn gedefinieerd. Dit resulteert in de getransformeerde hoeken γ_s' en β' ;
- Indien het punt (γ_s' , β') buiten de vlakhemel valt wordt de directe bezonning op nul gesteld. Zoniet wordt de directe bezonning gelijk gesteld aan de onbeschaduwde waarde.

De azimutaal hoek van de zon γ_s wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 201 } \gamma_s = -\text{sign}(\omega) \cdot \arccos\left(\frac{\cos(\chi_{s,hor}) \cdot \sin(\varphi) - \sin(\delta)}{\sin(\chi_{s,hor}) \cdot \cos(\varphi)}\right) \quad (-)$$

C.4.1.3 Diffuse bezonning

Bepaal de maandelijkse diffuse bezonning op het beschaduwde vlak als:

$$\text{Eq. 202 } I_{s,dif,m,j,shad} = I_{s,dif,m,hor} \cdot \left(\frac{1 + \cos(\theta_j)}{2}\right) \cdot c_m \cdot c_n \quad (\text{MJ/m}^2)$$

$$\text{Eq. 203 } c_n = \frac{\left(\left(\frac{180 - \theta_j}{90}\right) \cdot (1 - \sin(\alpha_h)) - (1 - \cos(\alpha_v))\right) \cdot (180 - \alpha_{sL} - \alpha_{sR})}{2 \cdot (180 - \theta_j)} \quad (-)$$

met:

$I_{s,dif,m,hor}$ de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwde horizontaal vlak voor Ukkel, in MJ/m², zie Tabel [1].

Indien de formule voor c_n leidt tot een negatief getal, stel dan $c_n = 0$.

C.4.1.4 Gereflecteerde bezonning

Bereken de maandelijkse gereflecteerde bezonning op een willekeurig vlak als:

$$\text{Eq. 204 } I_{s, \text{refl}, m, j, \text{shad}} = 0,2 \cdot I_{s, \text{tot}, m, \text{hor}} \left(\frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s, \text{tot}, m, \text{hor}}$ de maandelijkse totale bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak te Ukkel, in MJ/m², zie Tabel [1].

C.4.2 Voor een horizonhoek $\alpha_h > 60^\circ$

Voor een horizonhoek $\alpha_h > 60^\circ$ wordt er onderscheid gemaakt tussen obstakels die vastzitten aan het gebouw en obstakels uit de omgeving.

De berekening van de maandelijkse bezonning van een beschaduwd vlak j gebeurt als volgt:

$$\text{Eq. 205 } I_{s, m, j, \text{shad}} = F_{s, m, j, \text{env obst}} \cdot I_{s, m, j, \text{shad, obst from build}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$F_{s, m, j, \text{env obst}}$ de beschaduwingsfactor ten gevolge van obstakels uit de omgeving, (-);

$I_{s, m, j, \text{shad, obst from build}}$ de bezonning op het vlak j voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwingsfactor door obstakels die vastzitten aan het gebouw, zoals hieronder bepaald, in MJ/m².

C.4.2.1 Bezonning $I_{s, m, j, \text{shad, obst from build}}$

De bezonning op het vlak j voor de beschouwde maand, rekening houdend met de beschaduwingsfactor door obstakels die vastzitten aan het gebouw, $I_{s, m, j, \text{shad, obst from build}}$, wordt berekend als volgt.

Hierbij wordt uitgegaan van een bezonning $I_{s, m, j, \text{shad, obst from build}}$ die gelijk is aan de som van de maandelijkse directe, diffuse en gereflecteerde bezonning door enkel rekening te houden met obstakels die vastzitten aan het gebouw (horizonhoek $\alpha_h = 0^\circ$).

$$\text{Eq. 206 } I_{s, m, j, \text{shad, obst from build}} = I_{s, \text{dir}, m, j, \text{shad}} + I_{s, \text{dif}, m, j, \text{shad}} + I_{s, \text{refl}, m, j, \text{shad}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s, \text{dir}, m, j, \text{shad}}$ de directe bezonning op het vlak j voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwingsfactor door obstakels die vastzitten aan het gebouw, in MJ/m²;

$I_{s, \text{dif}, m, j, \text{shad}}$ de diffuse bezonning op het vlak j voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwingsfactor door obstakels die vastzitten aan het gebouw, in MJ/m²;

$I_{s, \text{refl}, m, j, \text{shad}}$ de gereflecteerde bezonning op het vlak j voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwingsfactor door obstakels die vastzitten aan het gebouw, in MJ/m².

C.4.2.2 Beschaduwingfactor

De beschaduwingfactor ten gevolge van obstakels uit de omgeving $F_{s,m,j,env\ obst}$ wordt berekend door lineaire interpolatie door de volgende vergelijking:

$$\text{Eq. 207 } F_{s,m,j,env\ obst} = F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ} \cdot \frac{(90 - \alpha_h)}{30} \quad (-)$$

met:

$F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ}$ de beschaduwingfactor ten gevolge van obstakels uit de omgeving met een horizonhoek van 60° .

Ontleen de waarden voor $F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ}$ aan tabellen C0, in functie van de oriëntatie en de helling van het beglaasde oppervlak.

C.4.2.3 Beschaduwingfactor ten gevolge van obstakels uit de omgeving met een horizonhoek van 60°

Deze bijlage bevat de tabellen C0 met de maandelijkse waarden voor de beschaduwingfactoren $F_{s,m,j,env\ obst,60^\circ}$ voor een reeks oriëntaties en hellingen van de beglaasde oppervlakken.

De waarden worden gegeven voor een horizonhoek van 60° , hoek vanaf dewelke de gedetailleerde manier van inrekenen van de beschaduwning gewijzigd is.

Voor tussenliggende oriëntaties en hellingen wordt in de tabel eerst geïnterpoleerd volgens de oriëntatie bij constante helling. Vervolgens wordt in een 2^e stap geïnterpoleerd volgens de helling bij constante oriëntatie.

Voor hellingshoeken groter dan 90° zijn de waarden voor een hellingshoek van 90° van toepassing.

Tabellen C0: Beschaduwingsfactor - Horizonhoek van 60°

Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 0^\circ$ (Zuid)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
Februari	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04
Maart	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05
April	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07
Mei	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10
Juni	0,21	0,21	0,22	0,22	0,20
Juli	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
Augustus	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
September	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Oktober	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
November	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
December	0,09	0,06	0,05	0,05	0,05

Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 45^\circ$ (Zuid-West)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,08	0,05	0,05	0,04	0,05
Februari	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04
Maart	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
April	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Mei	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Juni	0,21	0,21	0,20	0,18	0,14
Juli	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11
Augustus	0,06	0,05	0,05	0,06	0,07
September	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Oktober	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03
November	0,08	0,05	0,04	0,04	0,04
December	0,09	0,06	0,06	0,05	0,05

Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 90^\circ$ (West)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
Februari	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Maart	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
April	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Mei	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07
Juni	0,21	0,14	0,12	0,11	0,08
Juli	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09
Augustus	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
September	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Oktober	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
November	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06
December	0,09	0,09	0,09	0,08	0,09

Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 135^\circ$ (Noord-West)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12
Februari	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
Maart	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10
April	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
Mei	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08
Juni	0,21	0,09	0,08	0,08	0,09
Juli	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10
Augustus	0,06	0,08	0,08	0,08	0,09
September	0,06	0,09	0,09	0,09	0,09
Oktober	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08
November	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11
December	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = 180^\circ$ (Noord)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
Februari	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Maart	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
April	0,06	0,11	0,11	0,12	0,12
Mei	0,08	0,10	0,10	0,10	0,11
Juni	0,21	0,11	0,11	0,11	0,12
Juli	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12
Augustus	0,06	0,11	0,11	0,11	0,11
September	0,06	0,12	0,12	0,12	0,12
Oktober	0,05	0,12	0,12	0,12	0,12
November	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
December	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = -135^\circ$ (Noord-Oost)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12
Februari	0,06	0,11	0,11	0,11	0,12
Maart	0,06	0,10	0,10	0,10	0,11
April	0,06	0,09	0,09	0,10	0,10
Mei	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
Juni	0,21	0,09	0,09	0,09	0,11
Juli	0,11	0,09	0,09	0,09	0,10
Augustus	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10
September	0,06	0,10	0,10	0,10	0,11
Oktober	0,05	0,11	0,11	0,11	0,11
November	0,08	0,13	0,13	0,13	0,13
December	0,09	0,13	0,13	0,13	0,13

Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = -90^\circ$ (Oost)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
Februari	0,06	0,08	0,07	0,07	0,08
Maart	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
April	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Mei	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07
Juni	0,21	0,15	0,14	0,13	0,11
Juli	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09
Augustus	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
September	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08
Oktober	0,05	0,07	0,07	0,07	0,08
November	0,08	0,10	0,09	0,09	0,10
December	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10

Tabellen C0 / Oriëntatie $\phi = -45^\circ$ (Zuid-Oost)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06
Februari	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05
Maart	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
April	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
Mei	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Juni	0,21	0,22	0,21	0,20	0,17
Juli	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11
Augustus	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
September	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07
Oktober	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
November	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06
December	0,09	0,07	0,06	0,06	0,06

C.5 Gebruiksfactor $a_{c,m,j}$: tabellen

De tabellen C1 tot en met C3 bevatten de maandelijkse waarden voor de gebruiksfactoren $a_{c,m,j}$ van de zonneweringen voor een reeks oriëntaties en hellingen van de zonontvangende vlakken.

Voor tussenliggende oriëntaties en hellingen wordt in de tabellen C1 tot en met C3 eerst geïnterpoleerd volgens de oriëntatie bij constante helling. Vervolgens wordt in een 2^e stap geïnterpoleerd volgens de helling bij constante oriëntatie.

Voor hellingshoeken groter dan 90° zijn de waarden voor een hellingshoek van 90° van toepassing.

Tabellen C1: Gebruiksfactoren zonnewering -Handbediend (residentieel en niet-residentieel) - Automatische bediening (niet-residentieel, voor verwarmingsberekeningen)

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 0^\circ$ (Zuid)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal	Vertikaal			
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,31	0,46	0,51	0,53
Februari	0,10	0,53	0,58	0,62	0,59
Maart	0,46	0,64	0,67	0,68	0,62
April	0,57	0,67	0,67	0,65	0,53
Mei	0,67	0,68	0,69	0,68	0,45
Juni	0,70	0,70	0,71	0,67	0,42
Juli	0,66	0,68	0,66	0,63	0,33
Augustus	0,63	0,70	0,70	0,67	0,46
September	0,49	0,65	0,66	0,67	0,56
Oktober	0,33	0,65	0,71	0,73	0,72
November	0,00	0,34	0,45	0,51	0,49
December	0,00	0,21	0,36	0,44	0,42

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 30^\circ$					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal	Vertikaal			
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,31	0,43	0,48	0,51
Februari	0,10	0,49	0,59	0,62	0,61
Maart	0,46	0,66	0,67	0,69	0,63
April	0,57	0,67	0,68	0,66	0,57
Mei	0,67	0,71	0,69	0,66	0,51
Juni	0,70	0,72	0,70	0,66	0,47
Juli	0,66	0,68	0,66	0,60	0,34
Augustus	0,63	0,70	0,70	0,65	0,52
September	0,49	0,66	0,69	0,68	0,61
Oktober	0,33	0,68	0,73	0,75	0,76
November	0,00	0,36	0,47	0,51	0,54
December	0,00	0,20	0,27	0,34	0,35

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 45^\circ$ (Zuid-West)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal	Vertikaal			
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,29	0,39	0,47	0,45
Februari	0,10	0,45	0,56	0,59	0,60
Maart	0,46	0,63	0,67	0,67	0,61
April	0,57	0,67	0,66	0,68	0,60
Mei	0,67	0,70	0,70	0,67	0,53
Juni	0,70	0,71	0,71	0,68	0,51
Juli	0,66	0,68	0,67	0,63	0,37
Augustus	0,63	0,70	0,69	0,66	0,54
September	0,49	0,65	0,68	0,69	0,63
Oktober	0,33	0,68	0,73	0,76	0,75
November	0,00	0,33	0,47	0,52	0,52
December	0,00	0,18	0,24	0,27	0,29

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 60^\circ$					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal	Vertikaal			
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,20	0,33	0,40	0,42
Februari	0,10	0,43	0,53	0,56	0,57
Maart	0,46	0,63	0,61	0,62	0,57
April	0,57	0,64	0,68	0,65	0,59
Mei	0,67	0,71	0,68	0,66	0,57
Juni	0,70	0,72	0,70	0,66	0,55
Juli	0,66	0,69	0,66	0,60	0,40
Augustus	0,63	0,68	0,68	0,64	0,54
September	0,49	0,65	0,67	0,66	0,62
Oktober	0,33	0,66	0,70	0,73	0,71
November	0,00	0,32	0,43	0,50	0,49
December	0,00	0,15	0,18	0,22	0,22

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 90^\circ$ (West)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal	Vertikaal			
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,04	0,08	0,18	0,12
Februari	0,10	0,28	0,35	0,38	0,32
Maart	0,46	0,50	0,51	0,49	0,44
April	0,57	0,61	0,61	0,59	0,51
Mei	0,67	0,66	0,64	0,62	0,54
Juni	0,70	0,67	0,68	0,66	0,56
Juli	0,66	0,64	0,60	0,50	0,38
Augustus	0,63	0,63	0,62	0,57	0,50
September	0,49	0,57	0,59	0,59	0,52
Oktober	0,33	0,55	0,59	0,61	0,64
November	0,00	0,19	0,26	0,30	0,37
December	0,00	0,00	0,03	0,06	0,03

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 120^\circ$					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal	Vertikaal			
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Maart	0,46	0,34	0,31	0,30	0,17
April	0,57	0,52	0,50	0,45	0,33
Mei	0,67	0,62	0,59	0,52	0,41
Juni	0,70	0,65	0,64	0,58	0,47
Juli	0,66	0,59	0,47	0,40	0,29
Augustus	0,63	0,55	0,50	0,47	0,37
September	0,49	0,40	0,40	0,36	0,28
Oktober	0,33	0,26	0,32	0,35	0,32
November	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 135^\circ$ (Noord-West)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Maart	0,46	0,13	0,06	0,07	0,04
April	0,57	0,47	0,38	0,30	0,20
Mei	0,67	0,58	0,51	0,46	0,34
Juni	0,70	0,62	0,57	0,52	0,40
Juli	0,66	0,54	0,39	0,33	0,23
Augustus	0,63	0,49	0,41	0,36	0,25
September	0,49	0,30	0,19	0,17	0,11
Oktober	0,33	0,05	0,06	0,07	0,10
November	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 150^\circ$					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Maart	0,46	0,01	0,00	0,00	0,00
April	0,57	0,36	0,18	0,13	0,06
Mei	0,67	0,54	0,43	0,33	0,25
Juni	0,70	0,60	0,48	0,40	0,30
Juli	0,66	0,50	0,31	0,23	0,15
Augustus	0,63	0,41	0,29	0,20	0,08
September	0,49	0,09	0,05	0,04	0,01
Oktober	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
November	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = 180^\circ$ (Noord)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Maart	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
April	0,57	0,15	0,00	0,00	0,00
Mei	0,67	0,49	0,00	0,00	0,00
Juni	0,70	0,55	0,11	0,00	0,00
Juli	0,66	0,44	0,06	0,01	0,00
Augustus	0,63	0,21	0,00	0,00	0,00
September	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Oktober	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
November	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -150^\circ$					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Maart	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
April	0,57	0,28	0,07	0,01	0,00
Mei	0,67	0,51	0,36	0,26	0,08
Juni	0,70	0,57	0,46	0,30	0,10
Juli	0,66	0,46	0,33	0,25	0,09
Augustus	0,63	0,34	0,15	0,10	0,03
September	0,49	0,06	0,00	0,00	0,00
Oktober	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
November	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -135^\circ$ (Noord-Oost)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Maart	0,46	0,08	0,00	0,00	0,00
April	0,57	0,37	0,23	0,14	0,03
Mei	0,67	0,57	0,47	0,38	0,25
Juni	0,70	0,61	0,52	0,43	0,28
Juli	0,66	0,52	0,43	0,35	0,20
Augustus	0,63	0,42	0,32	0,26	0,13
September	0,49	0,20	0,07	0,04	0,00
Oktober	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
November	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -120^\circ$					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
Maart	0,46	0,23	0,18	0,15	0,04
April	0,57	0,44	0,38	0,31	0,16
Mei	0,67	0,60	0,53	0,47	0,36
Juni	0,70	0,64	0,56	0,54	0,40
Juli	0,66	0,57	0,48	0,44	0,32
Augustus	0,63	0,49	0,39	0,35	0,26
September	0,49	0,29	0,24	0,18	0,09
Oktober	0,33	0,02	0,01	0,00	0,00
November	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -90^\circ$ (Oost)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,02	0,05	0,08	0,09
Februari	0,10	0,26	0,31	0,33	0,29
Maart	0,46	0,44	0,43	0,40	0,33
April	0,57	0,55	0,51	0,49	0,37
Mei	0,67	0,66	0,63	0,59	0,46
Juni	0,70	0,67	0,65	0,61	0,49
Juli	0,66	0,62	0,58	0,53	0,42
Augustus	0,63	0,58	0,56	0,50	0,39
September	0,49	0,49	0,46	0,43	0,33
Oktober	0,33	0,28	0,28	0,30	0,18
November	0,00	0,02	0,04	0,04	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -60^\circ$					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,15	0,22	0,24	0,28
Februari	0,10	0,39	0,45	0,46	0,48
Maart	0,46	0,56	0,57	0,58	0,48
April	0,57	0,62	0,59	0,58	0,47
Mei	0,67	0,69	0,68	0,64	0,50
Juni	0,70	0,70	0,69	0,66	0,53
Juli	0,66	0,66	0,64	0,59	0,45
Augustus	0,63	0,63	0,63	0,60	0,43
September	0,49	0,59	0,59	0,60	0,46
Oktober	0,33	0,48	0,53	0,54	0,46
November	0,00	0,14	0,18	0,21	0,16
December	0,00	0,02	0,09	0,17	0,17

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -45^\circ$ (Zuid-Oost)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,18	0,26	0,32	0,33
Februari	0,10	0,41	0,46	0,48	0,51
Maart	0,46	0,59	0,62	0,60	0,53
April	0,57	0,63	0,64	0,60	0,49
Mei	0,67	0,69	0,68	0,65	0,49
Juni	0,70	0,70	0,68	0,67	0,50
Juli	0,66	0,66	0,64	0,60	0,42
Augustus	0,63	0,66	0,65	0,61	0,44
September	0,49	0,61	0,64	0,61	0,50
Oktober	0,33	0,55	0,58	0,60	0,54
November	0,00	0,20	0,26	0,30	0,27
December	0,00	0,05	0,28	0,31	0,28

Tabellen C1 / Oriëntatie $\phi = -30^\circ$					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,00	0,21	0,36	0,40	0,39
Februari	0,10	0,46	0,53	0,56	0,51
Maart	0,46	0,62	0,63	0,64	0,59
April	0,57	0,66	0,65	0,64	0,50
Mei	0,67	0,69	0,70	0,67	0,47
Juni	0,70	0,70	0,69	0,66	0,46
Juli	0,66	0,67	0,66	0,60	0,40
Augustus	0,63	0,67	0,66	0,63	0,46
September	0,49	0,63	0,64	0,66	0,55
Oktober	0,33	0,58	0,64	0,65	0,62
November	0,00	0,26	0,33	0,36	0,34
December	0,00	0,12	0,32	0,35	0,38

**Tabellen C2: Gebruiksfactoren zonnewering - Automatische bediening
(residentieel)**

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 0^\circ$ (Zuid)						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,04	0,56	0,62	0,65	0,68	
Februari	0,34	0,70	0,72	0,73	0,74	
Maart	0,64	0,77	0,78	0,78	0,75	
April	0,74	0,79	0,78	0,76	0,65	
Mei	0,79	0,80	0,79	0,75	0,59	
Juni	0,81	0,81	0,79	0,75	0,59	
Juli	0,82	0,81	0,79	0,76	0,55	
Augustus	0,78	0,81	0,82	0,78	0,62	
September	0,68	0,78	0,79	0,78	0,72	
Oktober	0,56	0,76	0,79	0,81	0,81	
November	0,10	0,50	0,60	0,62	0,64	
December	0,00	0,41	0,52	0,58	0,56	

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 30^\circ$						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,04	0,50	0,59	0,62	0,63	
Februari	0,34	0,65	0,69	0,72	0,71	
Maart	0,64	0,76	0,77	0,78	0,74	
April	0,74	0,79	0,78	0,77	0,68	
Mei	0,79	0,81	0,79	0,78	0,63	
Juni	0,81	0,81	0,79	0,77	0,62	
Juli	0,82	0,81	0,79	0,75	0,53	
Augustus	0,78	0,81	0,81	0,78	0,64	
September	0,68	0,77	0,77	0,79	0,73	
Oktober	0,56	0,77	0,81	0,82	0,82	
November	0,10	0,51	0,58	0,63	0,64	
December	0,00	0,36	0,50	0,58	0,58	

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 45^\circ$ (Zuid-West)						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,04	0,46	0,54	0,57	0,60	
Februari	0,34	0,60	0,67	0,69	0,68	
Maart	0,64	0,74	0,76	0,76	0,70	
April	0,74	0,78	0,77	0,75	0,67	
Mei	0,79	0,80	0,80	0,75	0,65	
Juni	0,81	0,80	0,80	0,74	0,61	
Juli	0,82	0,81	0,79	0,73	0,51	
Augustus	0,78	0,81	0,79	0,77	0,65	
September	0,68	0,77	0,77	0,77	0,72	
Oktober	0,56	0,74	0,78	0,81	0,82	
November	0,10	0,50	0,57	0,61	0,62	
December	0,00	0,23	0,41	0,52	0,42	

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 60^\circ$						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,04	0,37	0,48	0,54	0,54	
Februari	0,34	0,55	0,61	0,64	0,64	
Maart	0,64	0,73	0,75	0,71	0,67	
April	0,74	0,76	0,75	0,72	0,66	
Mei	0,79	0,79	0,77	0,75	0,64	
Juni	0,81	0,81	0,79	0,77	0,68	
Juli	0,82	0,79	0,77	0,72	0,52	
Augustus	0,78	0,80	0,78	0,76	0,62	
September	0,68	0,75	0,76	0,74	0,69	
Oktober	0,56	0,75	0,79	0,79	0,80	
November	0,10	0,48	0,55	0,59	0,62	
December	0,00	0,21	0,28	0,34	0,33	

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 90^\circ$ (West)						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,04	0,14	0,25	0,30	0,27	
Februari	0,34	0,41	0,46	0,50	0,49	
Maart	0,64	0,63	0,63	0,62	0,55	
April	0,74	0,71	0,69	0,65	0,60	
Mei	0,79	0,78	0,75	0,71	0,62	
Juni	0,81	0,80	0,77	0,75	0,64	
Juli	0,82	0,78	0,73	0,67	0,50	
Augustus	0,78	0,76	0,74	0,69	0,59	
September	0,68	0,70	0,69	0,68	0,62	
Oktober	0,56	0,68	0,71	0,72	0,70	
November	0,10	0,30	0,38	0,44	0,43	
December	0,00	0,02	0,09	0,10	0,09	

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 120^\circ$						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	
Februari	0,34	0,09	0,03	0,04	0,00	
Maart	0,64	0,45	0,39	0,38	0,30	
April	0,74	0,65	0,59	0,55	0,41	
Mei	0,79	0,73	0,67	0,64	0,51	
Juni	0,81	0,78	0,71	0,68	0,55	
Juli	0,82	0,75	0,67	0,56	0,38	
Augustus	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45	
September	0,68	0,60	0,55	0,51	0,40	
Oktober	0,56	0,45	0,47	0,51	0,46	
November	0,10	0,00	0,06	0,15	0,16	
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 135^\circ$ (Noord-West)						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	
Februari	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	
Maart	0,64	0,36	0,25	0,17	0,07	
April	0,74	0,60	0,52	0,44	0,31	
Mei	0,79	0,72	0,63	0,56	0,41	
Juni	0,81	0,76	0,69	0,60	0,47	
Juli	0,82	0,73	0,62	0,45	0,31	
Augustus	0,78	0,69	0,55	0,44	0,34	
September	0,68	0,51	0,39	0,28	0,22	
Oktober	0,56	0,16	0,17	0,16	0,14	
November	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 150^\circ$						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	
Februari	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	
Maart	0,64	0,13	0,03	0,02	0,01	
April	0,74	0,55	0,38	0,24	0,12	
Mei	0,79	0,69	0,57	0,43	0,29	
Juni	0,81	0,74	0,65	0,53	0,34	
Juli	0,82	0,73	0,54	0,34	0,21	
Augustus	0,78	0,65	0,43	0,30	0,18	
September	0,68	0,38	0,08	0,07	0,06	
Oktober	0,56	0,03	0,00	0,00	0,00	
November	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = 180^\circ$ (Noord)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Maart	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
April	0,74	0,42	0,00	0,00	0,00
Mei	0,79	0,72	0,36	0,04	0,00
Juni	0,81	0,74	0,62	0,07	0,00
Juli	0,82	0,73	0,46	0,03	0,01
Augustus	0,78	0,58	0,02	0,00	0,00
September	0,68	0,10	0,00	0,00	0,00
Oktober	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
November	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -150^\circ$					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Maart	0,64	0,13	0,00	0,00	0,00
April	0,74	0,53	0,31	0,09	0,00
Mei	0,79	0,72	0,58	0,42	0,22
Juni	0,81	0,76	0,64	0,51	0,27
Juli	0,82	0,74	0,60	0,44	0,19
Augustus	0,78	0,63	0,40	0,25	0,08
September	0,68	0,29	0,06	0,00	0,00
Oktober	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
November	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -135^\circ$ (Noord-Oost)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
Maart	0,64	0,32	0,17	0,05	0,00
April	0,74	0,59	0,46	0,35	0,16
Mei	0,79	0,72	0,63	0,51	0,34
Juni	0,81	0,75	0,68	0,60	0,40
Juli	0,82	0,75	0,65	0,53	0,31
Augustus	0,78	0,67	0,55	0,39	0,25
September	0,68	0,43	0,24	0,13	0,04
Oktober	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
November	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -120^\circ$					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,34	0,13	0,08	0,06	0,04
Maart	0,64	0,47	0,35	0,30	0,16
April	0,74	0,63	0,53	0,45	0,29
Mei	0,79	0,74	0,66	0,59	0,43
Juni	0,81	0,76	0,70	0,64	0,50
Juli	0,82	0,76	0,70	0,61	0,40
Augustus	0,78	0,71	0,61	0,51	0,33
September	0,68	0,56	0,43	0,36	0,20
Oktober	0,56	0,11	0,07	0,04	0,00
November	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -90^\circ$ (Oost)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,04	0,16	0,18	0,19	0,13
Februari	0,34	0,39	0,40	0,42	0,38
Maart	0,64	0,59	0,58	0,54	0,46
April	0,74	0,71	0,67	0,58	0,47
Mei	0,79	0,76	0,75	0,68	0,56
Juni	0,81	0,78	0,74	0,71	0,60
Juli	0,82	0,79	0,75	0,68	0,50
Augustus	0,78	0,75	0,73	0,66	0,47
September	0,68	0,65	0,62	0,57	0,45
Oktober	0,56	0,48	0,45	0,42	0,35
November	0,10	0,09	0,12	0,11	0,04
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -60^\circ$					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,04	0,28	0,38	0,40	0,43
Februari	0,34	0,52	0,56	0,55	0,55
Maart	0,64	0,69	0,67	0,67	0,63
April	0,74	0,73	0,72	0,71	0,57
Mei	0,79	0,78	0,78	0,75	0,61
Juni	0,81	0,81	0,78	0,73	0,61
Juli	0,82	0,81	0,78	0,73	0,55
Augustus	0,78	0,78	0,76	0,74	0,53
September	0,68	0,73	0,71	0,69	0,61
Oktober	0,56	0,64	0,65	0,65	0,57
November	0,10	0,26	0,35	0,39	0,38
December	0,00	0,22	0,31	0,35	0,32

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -45^\circ$ (Zuid-Oost)					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,04	0,37	0,46	0,48	0,46
Februari	0,34	0,61	0,63	0,62	0,60
Maart	0,64	0,71	0,73	0,70	0,66
April	0,74	0,75	0,75	0,71	0,61
Mei	0,79	0,80	0,78	0,75	0,64
Juni	0,81	0,81	0,78	0,74	0,63
Juli	0,82	0,81	0,79	0,75	0,57
Augustus	0,78	0,79	0,77	0,73	0,58
September	0,68	0,76	0,75	0,71	0,66
Oktober	0,56	0,67	0,70	0,71	0,67
November	0,10	0,35	0,42	0,47	0,48
December	0,00	0,33	0,40	0,44	0,46

Tabellen C2 / Oriëntatie $\phi = -30^\circ$					
Maand	Helling θ				
	Horizontaal				Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°
Januari	0,04	0,45	0,56	0,59	0,54
Februari	0,34	0,66	0,70	0,71	0,69
Maart	0,64	0,75	0,76	0,75	0,69
April	0,74	0,79	0,75	0,75	0,64
Mei	0,79	0,79	0,77	0,74	0,62
Juni	0,81	0,79	0,79	0,74	0,58
Juli	0,82	0,81	0,80	0,75	0,55
Augustus	0,78	0,81	0,78	0,75	0,61
September	0,68	0,76	0,76	0,76	0,69
Oktober	0,56	0,73	0,77	0,78	0,72
November	0,10	0,45	0,53	0,56	0,54
December	0,00	0,38	0,47	0,51	0,51

Tabellen C3: Gebruiksfactoren zonnewering - Automatische bediening (niet residentieel)

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 0^\circ$ (Zuid)						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,59	0,64	0,68	0,69	
Februari	0,39	0,71	0,74	0,75	0,75	
Maart	0,70	0,79	0,81	0,82	0,76	
April	0,77	0,81	0,82	0,79	0,68	
Mei	0,81	0,82	0,82	0,78	0,65	
Juni	0,84	0,85	0,82	0,78	0,61	
Juli	0,84	0,84	0,82	0,79	0,63	
Augustus	0,84	0,85	0,84	0,82	0,68	
September	0,75	0,82	0,82	0,81	0,74	
Oktober	0,62	0,77	0,81	0,83	0,83	
November	0,14	0,56	0,66	0,69	0,69	
December	0,00	0,46	0,57	0,62	0,65	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 30^\circ$						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,56	0,63	0,68	0,70	
Februari	0,39	0,69	0,74	0,75	0,73	
Maart	0,70	0,78	0,80	0,80	0,77	
April	0,77	0,81	0,80	0,80	0,72	
Mei	0,81	0,82	0,82	0,80	0,66	
Juni	0,84	0,84	0,81	0,80	0,65	
Juli	0,84	0,84	0,82	0,80	0,62	
Augustus	0,84	0,86	0,83	0,82	0,70	
September	0,75	0,82	0,83	0,82	0,76	
Oktober	0,62	0,79	0,83	0,84	0,83	
November	0,14	0,57	0,64	0,67	0,67	
December	0,00	0,42	0,56	0,59	0,62	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 45^\circ$ (Zuid-West)						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,51	0,58	0,64	0,63	
Februari	0,39	0,65	0,70	0,72	0,72	
Maart	0,70	0,77	0,78	0,79	0,74	
April	0,77	0,80	0,81	0,78	0,70	
Mei	0,81	0,82	0,81	0,78	0,68	
Juni	0,84	0,84	0,82	0,78	0,68	
Juli	0,84	0,83	0,81	0,77	0,62	
Augustus	0,84	0,84	0,83	0,80	0,68	
September	0,75	0,81	0,81	0,79	0,75	
Oktober	0,62	0,78	0,81	0,82	0,84	
November	0,14	0,55	0,60	0,63	0,65	
December	0,00	0,35	0,50	0,55	0,55	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 60^\circ$						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,45	0,53	0,60	0,60	
Februari	0,39	0,61	0,65	0,67	0,67	
Maart	0,70	0,75	0,77	0,76	0,69	
April	0,77	0,80	0,78	0,78	0,67	
Mei	0,81	0,80	0,81	0,78	0,66	
Juni	0,84	0,82	0,83	0,79	0,68	
Juli	0,84	0,82	0,80	0,76	0,58	
Augustus	0,84	0,84	0,81	0,79	0,66	
September	0,75	0,80	0,78	0,78	0,73	
Oktober	0,62	0,76	0,80	0,81	0,83	
November	0,14	0,53	0,58	0,61	0,64	
December	0,00	0,23	0,31	0,38	0,40	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 90^\circ$ (West)						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,29	0,30	0,34	0,37	
Februari	0,39	0,48	0,52	0,53	0,54	
Maart	0,70	0,70	0,66	0,64	0,60	
April	0,77	0,76	0,74	0,69	0,62	
Mei	0,81	0,79	0,78	0,75	0,63	
Juni	0,84	0,82	0,79	0,76	0,65	
Juli	0,84	0,81	0,78	0,72	0,53	
Augustus	0,84	0,80	0,77	0,74	0,60	
September	0,75	0,75	0,73	0,70	0,64	
Oktober	0,62	0,70	0,72	0,74	0,71	
November	0,14	0,38	0,44	0,49	0,50	
December	0,00	0,08	0,17	0,22	0,18	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 120^\circ$						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	
Februari	0,39	0,23	0,16	0,10	0,03	
Maart	0,70	0,54	0,46	0,41	0,35	
April	0,77	0,70	0,64	0,57	0,46	
Mei	0,81	0,77	0,72	0,65	0,53	
Juni	0,84	0,80	0,74	0,69	0,58	
Juli	0,84	0,79	0,74	0,60	0,41	
Augustus	0,84	0,76	0,70	0,62	0,49	
September	0,75	0,66	0,60	0,54	0,43	
Oktober	0,62	0,54	0,53	0,53	0,49	
November	0,14	0,06	0,12	0,16	0,20	
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 135^\circ$ (Noord-West)						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	
Februari	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	
Maart	0,70	0,39	0,29	0,25	0,15	
April	0,77	0,65	0,56	0,49	0,32	
Mei	0,81	0,75	0,69	0,59	0,44	
Juni	0,84	0,78	0,72	0,65	0,48	
Juli	0,84	0,78	0,69	0,54	0,32	
Augustus	0,84	0,72	0,64	0,52	0,38	
September	0,75	0,60	0,47	0,41	0,27	
Oktober	0,62	0,28	0,23	0,21	0,22	
November	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 150^\circ$						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	
Februari	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	
Maart	0,70	0,22	0,06	0,02	0,01	
April	0,77	0,61	0,46	0,29	0,15	
Mei	0,81	0,73	0,62	0,50	0,31	
Juni	0,84	0,78	0,68	0,57	0,37	
Juli	0,84	0,76	0,66	0,42	0,23	
Augustus	0,84	0,70	0,53	0,36	0,22	
September	0,75	0,48	0,23	0,12	0,06	
Oktober	0,62	0,08	0,00	0,00	0,01	
November	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = 180^\circ$ (Noord)						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	
Februari	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	
Maart	0,70	0,03	0,00	0,00	0,00	
April	0,77	0,55	0,03	0,00	0,00	
Mei	0,81	0,74	0,58	0,07	0,01	
Juni	0,84	0,78	0,72	0,12	0,02	
Juli	0,84	0,78	0,66	0,12	0,01	
Augustus	0,84	0,68	0,10	0,00	0,00	
September	0,75	0,21	0,00	0,00	0,00	
Oktober	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	
November	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -150^\circ$						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	
Februari	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	
Maart	0,70	0,18	0,00	0,00	0,00	
April	0,77	0,60	0,40	0,16	0,03	
Mei	0,81	0,75	0,64	0,45	0,22	
Juni	0,84	0,78	0,70	0,57	0,32	
Juli	0,84	0,79	0,70	0,50	0,22	
Augustus	0,84	0,72	0,54	0,31	0,14	
September	0,75	0,41	0,09	0,02	0,00	
Oktober	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	
November	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -135^\circ$ (Noord-Oost)						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	
Februari	0,39	0,02	0,00	0,00	0,00	
Maart	0,70	0,41	0,25	0,13	0,02	
April	0,77	0,65	0,54	0,39	0,19	
Mei	0,81	0,76	0,69	0,58	0,35	
Juni	0,84	0,79	0,74	0,62	0,42	
Juli	0,84	0,80	0,73	0,61	0,35	
Augustus	0,84	0,74	0,64	0,46	0,26	
September	0,75	0,50	0,34	0,21	0,07	
Oktober	0,62	0,08	0,00	0,00	0,00	
November	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -120^\circ$						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	
Februari	0,39	0,16	0,15	0,11	0,08	
Maart	0,70	0,51	0,40	0,35	0,19	
April	0,77	0,69	0,60	0,50	0,31	
Mei	0,81	0,75	0,71	0,64	0,47	
Juni	0,84	0,80	0,75	0,67	0,52	
Juli	0,84	0,81	0,75	0,66	0,45	
Augustus	0,84	0,77	0,69	0,58	0,36	
September	0,75	0,62	0,53	0,38	0,25	
Oktober	0,62	0,24	0,14	0,06	0,03	
November	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	
December	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -90^\circ$ (Oost)						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,20	0,26	0,26	0,21	
Februari	0,39	0,43	0,43	0,42	0,40	
Maart	0,70	0,64	0,59	0,56	0,46	
April	0,77	0,74	0,71	0,66	0,50	
Mei	0,81	0,80	0,77	0,72	0,59	
Juni	0,84	0,80	0,78	0,74	0,62	
Juli	0,84	0,83	0,79	0,74	0,57	
Augustus	0,84	0,80	0,76	0,71	0,53	
September	0,75	0,72	0,65	0,61	0,48	
Oktober	0,62	0,55	0,50	0,47	0,38	
November	0,14	0,17	0,16	0,14	0,10	
December	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -60^\circ$						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,39	0,43	0,44	0,45	
Februari	0,39	0,60	0,59	0,60	0,56	
Maart	0,70	0,73	0,71	0,69	0,64	
April	0,77	0,79	0,76	0,74	0,59	
Mei	0,81	0,81	0,80	0,77	0,65	
Juni	0,84	0,83	0,79	0,76	0,63	
Juli	0,84	0,83	0,82	0,76	0,62	
Augustus	0,84	0,84	0,81	0,77	0,61	
September	0,75	0,79	0,76	0,72	0,63	
Oktober	0,62	0,68	0,68	0,67	0,61	
November	0,14	0,34	0,43	0,45	0,43	
December	0,00	0,31	0,37	0,41	0,42	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -45^\circ$ (Zuid-Oost)						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,43	0,50	0,53	0,49	
Februari	0,39	0,66	0,67	0,66	0,63	
Maart	0,70	0,76	0,76	0,73	0,68	
April	0,77	0,80	0,78	0,76	0,62	
Mei	0,81	0,83	0,79	0,77	0,65	
Juni	0,84	0,84	0,80	0,77	0,64	
Juli	0,84	0,84	0,82	0,79	0,63	
Augustus	0,84	0,84	0,82	0,78	0,64	
September	0,75	0,80	0,80	0,75	0,68	
Oktober	0,62	0,72	0,71	0,73	0,68	
November	0,14	0,42	0,54	0,58	0,56	
December	0,00	0,39	0,43	0,52	0,47	

Tabellen C3 / Oriëntatie $\phi = -30^\circ$						
Maand	Helling θ					
	Horizontaal					Vertikaal
	0°	30°	45°	60°	90°	
Januari	0,06	0,54	0,61	0,63	0,62	
Februari	0,39	0,68	0,72	0,73	0,72	
Maart	0,70	0,78	0,77	0,78	0,71	
April	0,77	0,81	0,79	0,77	0,65	
Mei	0,81	0,82	0,81	0,78	0,65	
Juni	0,84	0,84	0,81	0,78	0,63	
Juli	0,84	0,83	0,82	0,79	0,62	
Augustus	0,84	0,85	0,84	0,79	0,65	
September	0,75	0,82	0,81	0,79	0,71	
Oktober	0,62	0,75	0,78	0,79	0,74	
November	0,14	0,49	0,58	0,62	0,63	
December	0,00	0,45	0,54	0,56	0,58	

Bijlage D Het afgifterendement

De hier gegeven detailberekening is enkel van toepassing op energiesectoren die slechts één enkel systeem van warmteafgifte hebben bestaande uit radiatoren, vloerverwarming of muurverwarming.

Wat meer in detail wordt berekend zijn de extra warmteverliezen doorheen de uitwendige scheidingsconstructie achter of onder de systemen van warmteafgifte.

In deze bijlage wordt meermaals onderscheid gemaakt tussen een variabele en een constante instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater: zie § 9.2.2.2 voor een verdere omschrijving van dit onderscheid.

D.1 Conventionele werkingstijd van het systeem van warmteafgifte

Bepaal de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte van energiesector i , als volgt:

- Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater variabel is, geldt:

$$\text{Eq. 208 } t_{\text{heat,sec } i,m} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{[29 \cdot (H_{T,\text{sec } i,m} + 0,27 \cdot V_{\text{sec } i}) + 10 \cdot V_{\text{sec } i}] \cdot (18 - \theta_{e,m}) / 29} \quad (\text{Ms})$$

- Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater constant is, geldt:

$$\text{Eq. 209 } t_{\text{heat,sec } i,m} = \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{29 \cdot (H_{T,\text{sec } i,m} + 0,27 \cdot V_{\text{sec } i}) + 10 \cdot V_{\text{sec } i}} \quad (\text{Ms})$$

In beide formules zijn:

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.2;

$H_{T,\text{heat,sec } i}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van energiesector i bij basis buitentemperatuur, in W/K;

$V_{\text{sec } i}$ het volume van energiesector i , in m³;

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie Tabel [1], in °C.

D.2 Gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering

Bepaal voor elke maand van het stookseizoen de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering van energiesector i tijdens de werkingstijd als volgt:

- Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater variabel is, geldt:

$$\text{Eq. 210 } \theta_{c,\text{sec } i,m} = 21 + (\theta_{c,\text{sec } i,\theta_{eb}} - 21) \left[\frac{21 - \theta_{e,m}}{29} \right]^{0.75} \quad (^\circ\text{C})$$

- Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater constant is, geldt:

$$\text{Eq. 211 } \theta_{c,\text{sec } i,m} = \theta_{c,\text{sec } i,\theta_{eb}} \quad (^\circ\text{C})$$

maar bij een standaardketel zonder namenging m.b.v. een driewegmengkraan moet steeds gerekend worden met $\theta_{c,\text{sec } i,m} = 80^\circ\text{C}$, onafgezien van de ontwerptemperaturen van de afgiftekering.

met:

- $\theta_{c,sec\ i,\theta eb}$ de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring bij basis buitentemperatuur, zoals hieronder bepaald, in °C;
- $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie Tabel [1], in °C.

Bepaal de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring bij basis buitentemperatuur (d.w.z. bij ontwerpomstandigheden), als volgt:

$$\text{Eq. 212 } \theta_{c,sec\ i,\theta eb} = 0,5 (\theta_{supply,design,sec\ i} + \theta_{return,design,sec\ i}) \quad (^\circ\text{C})$$

met:

- $\theta_{supply,design,sec\ i}$ de ontwerpvertrektemperatuur van het water in de afgiftekring van energiesector i (bij basisbuitentemperatuur), in °C;
- $\theta_{return,design,sec\ i}$ de ontwerpretourtemperatuur van het water in de afgiftekring van energiesector i (bij basisbuitentemperatuur), in °C.

Als waarden bij ontstentenis mogen gehanteerd worden:

- voor vloer- en muurverwarming:
 - $\theta_{supply,design,sec\ i} = 55^\circ\text{C}$
 - $\theta_{return,design,sec\ i} = 45^\circ\text{C}$
- voor radiatoren:
 - $\theta_{supply,design,sec\ i} = 90^\circ\text{C}$
 - $\theta_{return,design,sec\ i} = 70^\circ\text{C}$

Betere waarden kunnen ingebracht worden overeenkomstig vooraf door de minister bepaalde regels.

D.3 Radiatoren

Bereken de maandelijkse extra warmteverliezen ($\Delta Q_{rad,sec\ i,m}$) voor de radiatoren van energiesector i, doorheen de achterliggende scheidingsconstructie als:

$$\text{Eq. 213 } \Delta Q_{rad,sec\ i,m} = \sum_j \{U_j \cdot A_{rad,j} \cdot \max(0 ; w \cdot \theta_{c,sec\ i,m} + (1 - w) \cdot \theta_{e,m} - 18)\} \quad (\text{MJ})$$

met:

- $\theta_{c,sec\ i,m}$ de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring van energiesector i tijdens de conventionele werkingstijd voor de beschouwde maand, bepaald volgens § D.2, in °C;
- $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie Tabel [1], in °C;
- $t_{heat,sec\ i,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte in energiesector i, bepaald volgens § D.1, in Ms;
- w een weegfactor. Deze wordt 0,4 in geval achter radiator j een stralingsscherm met een emissiefactor kleiner dan 0,2 aanwezig is en 0,8 in alle andere gevallen, (-);
- U_j de U-waarde van de uitwendige scheidingsconstructies achter radiator j, in W/(m².K);
- $A_{rad,j}$ de geprojecteerde radiatoroppervlakte van radiator j, in m².

Er dient gesommeerd te worden over alle radiatoren j van energiesector i , die geplaatst zijn tegen een uitwendige scheidingsconstructie.

Stel het maandelijkse afgiffterendement voor energiesector i ($\eta_{em,heat,sec i,m}$) gelijk aan:

$$\text{Eq. 214 } \eta_{em,heat,sec i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec i,m}}{Q_{heat,net,sec i,m} + \Delta Q_{rad,sec i,m}} \quad (-)$$

met:

η de vermenigvuldiger uit Tabel [23]. Deze vermenigvuldiger houdt rekening met extra regelingsverliezen en de verliezen als gevolg van temperatuurstratificatie, (-);

$Q_{heat,net,sec i,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.2;

$\Delta Q_{rad,sec i,m}$ het maandelijkse extra warmteverlies achter de radiatoren van energiesector i , in MJ.

Tabel [23]: Vermenigvuldiger η

Centrale verwarming met warm water		
regeling van de binnentemperatuur	regeling van de vertrektemperatuur van het kringwater	
	constante instelwaarde	variabele instelwaarde
temperatuurgestuurd per ruimte	0,92	0,94
andere	0,90	0,92

D.4 Vloerverwarming

Bereken het maandelijkse extra warmteverlies doorheen de vloeren van energiesector i ($\Delta Q_{fl.h,sec\ i,m}$) als:

$$\text{Eq. 215 } \Delta Q_{fl.h,sec\ i,m} = (\theta_{c,sec\ i,m} - 18) \times t_{heat,sec\ i,m} \times \sum_j (U_{f,j}^* \times A_{f,j}) \quad (\text{MJ})$$

met:

$\theta_{c,sec\ i,m}$ de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring van energiesector i tijdens de conventionele werkingstijd voor de beschouwde maand, bepaald volgens § D.2, in °C;

$t_{heat,sec\ i,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte in energiesector i , bepaald volgens § D.1, in Ms;

$A_{f,j}$ de vloeroppervlakte ingenomen door vloerverwarming j , a rato van het deel van deze vloer waardoorheen transmissieverliezen optreden, in m²;

$U_{f,j}^*$ de equivalente U-waarde van de vloer onder de vloerverwarming j , gelijk aan:

- in geval van vloeren op volle grond:

$$\text{Eq. 216 } \frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} + 0,75 \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W})$$

met:

$U_{f,j}$ de U-waarde van de vloer gerekend vanaf de binnenomgeving tot aan het scheidingsvlak met de grond, in W/(m²·K).

- in geval van vloeren boven een kelder of kruipkelder:

$$\text{Eq. 217 } \frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0,25 + \frac{1}{U_{g,j} + U_{x,j}} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W})$$

waarbij $U_{f,j}$, $U_{g,j}$ en $U_{x,j}$ berekend worden volgens nadere specificaties vanwege de minister, in W/(m²·K).

- in geval van vloeren in contact met de buitenlucht:

$$\text{Eq. 218 } \frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0,25 \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W})$$

met:

$U_{f,j}$ de warmtedoorgangscoefficiënt van de vloer van binnenomgeving tot buitenlucht, berekend volgens nadere specificaties vanwege de minister, in W/(m²·K).

Er dient gesommeerd te worden over alle vloerverwarmingen j van energiesector i , die ingebed zijn in uitwendige scheidingsconstructies.

Stel het maandelijkse afgiffterendement voor energiesector i ($\eta_{em,heat,sec i,m}$) gelijk aan:

$$\text{Eq. 219 } \eta_{em,heat,sec i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec i,m}}{Q_{heat,net,sec i,m} + \Delta Q_{fl.h,sec i,m}} \quad (-)$$

met:

η de vermenigvuldiger uit;

$Q_{heat,net,sec i,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.2;

$\Delta Q_{fl.h,sec i,m}$ het maandelijkse extra warmteverlies door de vloeren in energiesector i , in MJ.

D.5 Muurverwarming

Bereken het maandelijkse extra warmteverlies via de muren van energiesector i , $\Delta Q_{wall.h,sec i,m}$, als:

$$\text{Eq. 220 } \Delta Q_{wall.h,sec i,m} = (\theta_{c,sec i,m} - 18) \cdot t_{heat,sec i,m} \cdot \sum_j (U_{wall,j}^* \cdot A_{wall,j}) \quad (\text{MJ})$$

met:

$\theta_{c,sec i,m}$ de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering van energiesector i tijdens de conventionele werkingstijd voor de beschouwde maand, bepaald volgens d.2, in °C;

$t_{heat,sec i,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte in energiesector i , bepaald volgens d.1, in Ms;

$A_{wall,j}$ de oppervlakte van de uitwendige verticale scheidingsconstructie j , achter het vlak met de muurverwarming, in m²;

$U_{wall,j}^*$ de equivalente warmtedoorgangscoefficiënt van de uitwendige verticale scheidingsconstructie j achter het vlak met de muurverwarming, gegeven door:

$$\text{Eq. 221 } U_{wall,j}^* = \frac{1}{1/U_{wall,j} - 0,175} \quad (\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))$$

met:

$U_{wall,j}$ de warmtedoorgangscoefficiënt van de uitwendige verticale scheidingsconstructie j achter het element.

Er dient gesommeerd te worden over alle uitwendige verticale scheidingsconstructies j van energiesector i , waarin muurverwarming ingebed is.

Stel het maandelijkse afgiffterendement voor energiesector i , $\eta_{em,heat,sec i,m}$, gelijk aan:

$$\text{Eq. 222 } \eta_{em,heat,sec i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec i,m}}{Q_{heat,net,sec i,m} + \Delta Q_{wall.h,sec i,m}} \quad (-)$$

met:

η de vermenigvuldiger uit Tabel [23], (-);

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.2;

$\Delta Q_{\text{wall.h,sec } i,m}$ het maandelijkse extra warmteverlies via de muren in energiesector i , in MJ.

Bijlage E De verdeelverliezen

§ E.1 van deze bijlage is enkel van toepassing op energiesectoren die slechts door één enkel netwerk buiten het beschermd volume gevoed worden. Indien dat netwerk ook aan andere energiesectoren warmte levert, moet bovendien gelden dat elk van die andere energiesectoren geen gebruik maakt van een tweede, onafhankelijk netwerk buiten het beschermd volume. (Indien gans het beschermd volume 1 enkele energiesector vormt, is automatisch aan elk van deze voorwaarden voldaan.)

Eerst wordt het rendement van het ganse netwerk berekend. Dit rendement is dan van toepassing op alle energiesectoren die door dit netwerk van warmte voorzien worden, ook wanneer een energiesector slechts gebruik maakt van een gedeelte van het netwerk.

E.1 Verdeelrendement

Het maandgemiddeld verdeelrendement, $\eta_{\text{distr,heat,sec } i,m}$, van een energiesector i is gelijk aan het maandgemiddeld verdeelrendement van het warmteverdelingsnetwerk n dat de energiesector van warmte voorziet:

$$\text{Eq. 223 } \eta_{\text{distr,heat,sec } i,m} = \eta_{\text{distr,heat,netw } n,m} \quad (-)$$

met:

$$\text{Eq. 224 } \eta_{\text{distr,heat,netwn},m} = \frac{Q_{\text{out,heat,netwn},m}}{Q_{\text{in,heat,netwn},m}} \quad (-)$$

met:

$$\text{Eq. 225 } Q_{\text{in,heat,netw } n,m} = Q_{\text{out,heat,netw } n,m} + Q_{\text{distr,heat,netw } n,m} \quad (\text{MJ})$$

en

$$\text{Eq. 226 } Q_{\text{out,heat,netw } n,m} = \sum_i \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{\text{out,heat,netw } n,m}$ de maandelijkse hoeveelheid warmte afgeleverd door warmteverdelingsnet n aan de energiesectoren die het netwerk bedient, in MJ;

$Q_{\text{in,heat,netw } n,m}$ de maandelijkse hoeveelheid warmte afgeleverd door de warmteopwekkingsinstallatie of door het opslagvat aan het warmteverdelingsnet n , in MJ;

$Q_{\text{distr,heat,netw } n,m}$ de maandelijkse hoeveelheid warmte verloren door warmteverdelingsnet n buiten het beschermd volume, in MJ;

$\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}$ het maandelijks afgifterendement van energiesector i , bepaald volgens § 9.2.2.2 of Bijlage D van deze tekst, (-);

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ, bepaald volgens § 7.2.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i die door netwerk n bediend worden. Als het warmteverdelingsnetwerk ook energie aflevert aan gebouwdelen waarvoor geen energieprestatieberekening gebeurt, wordt het effect van deze andere gebouwdelen buiten beschouwing gelaten:

- er worden geen verliezen beschouwd van de verdelingsleidingen die enkel deze andere gebouwdelen bedienen;
- de door het netwerk afgeleverde energie aan deze andere gebouwdelen wordt ook niet beschouwd bij de berekening van de output van het netwerk.

E.2 De warmteverliezen van het warmteverdelingsnet

Bepaal zowel in geval van waterleidingen als luchtkanalen het verdeelverlies van netwerk n als volgt:

$$\text{Eq. 321} \quad Q_{\text{distr,heat,netw } n,m} = t_{\text{heat,netw } n,m} \cdot f_{\text{insul,netw } n} \cdot \sum_j (\theta_{c,\text{netw } n,m} - \theta_{\text{amb},m,j}) \cdot \left(\frac{1_j}{R_{1,j}} \right) \quad (\text{MJ})$$

met:

$t_{\text{heat,netw } n,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van warmteverdelingsnet n, in Ms. Neem de waarde ervan gelijk aan het maximum van de conventionele werkingstijden $t_{\text{heat,sec } i,m}$ (bepaald volgens § D.1, zowel voor water- als voor luchtverwarmingssystemen) van de energiesectoren i die door het netwerk bediend worden;

$f_{\text{insul,netw } n}$ een correctiefactor om rekening te houden met de impact van koudebruggen op de warmteweerstand van de segmenten van warmteverdelingsnetwerk n, bepaald zoals $f_{\text{insul,circ } k}$ in § 9.3.2.2 waarbij de index "circ k" wordt vervangen door "netw n" en de woorden "circulatieleiding" en "circulatieleiding k" door respectievelijk de woorden "warmteverdelingsnetwerk" en "warmteverdelingsnetwerk n", (-);

$\theta_{c,\text{netw } n,m}$ de maandgemiddelde temperatuur van het fluidum in warmteverdelingsnet n, in °C. Neem de waarde ervan gelijk aan het maximum van de maandgemiddelde fluidumtemperaturen in de afgiftekringen van elk der energiesectoren die door het netwerk bediend worden. Deze temperaturen worden per energiesector als volgt bepaald:

- in geval van water als warmtetransporterend fluidum: het betreft de temperatuur $\theta_{c,\text{sec } i,m}$, bepaald volgens § D.2 (ook indien het een ander verwarmingssysteem betreft dan radiatoren, of vloer- of muurverwarming; bv. convectoren)

- in geval van lucht als warmtetransporterend fluidum: gebruik voor elke maand met de gemiddelde waarde gedurende het stookseizoen, gegeven door:

$$\text{Eq. 228} \quad \theta_{c,\text{sec } i} = 8 + 0,6 \theta_{\text{supply,design,sec } i} \quad (^\circ\text{C})$$

met:

$\theta_{\text{supply,design,sec } i}$ de ontwerpvertrektemperatuur van de lucht bij basis buitentemperatuur. Als waarde bij ontstentenis mag 50°C gehanteerd worden. Bij gebruik van een andere ontwerp temperatuur dienen gedetailleerde berekeningen van het ontwerp van het afgiftesysteem (voor elke verwarmde ruimte van energiesector i) deel uit te maken van de EPB-aangifte.

$\theta_{\text{amb},m,j}$ de maandgemiddelde omgevingstemperatuur van segment j van het warmteverdelingsnet, in °C:
- indien het segment in een aangrenzende onverwarmde ruimte ligt, geldt:

$$\text{Eq. 229} \quad \theta_{\text{amb},m,j} = 11 + 0,4 \cdot \theta_{e,m};$$

- indien het segment buiten ligt, geldt:

$$\text{Eq. 230 } \theta_{\text{amb},m,j} = \theta_{e,m};$$

waarin:

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens § Tabel [1];
 l_j de lengte van segment j , in m;
 $R_{1,j}$ de lineaire warmteweerstand van segment j , in mK/W, bepaald volgens § E.3.

Er dient gesommeerd te worden over alle segmenten j van warmteverdelingsnetwerk n buiten het beschermd volume.

E.3 Bepaling van de lineaire warmteweerstand

De lineaire warmteweerstand geeft de warmtestroom van een segment van het warmteverdelingsnet per eenheid lengte en per graad temperatuursverschil.

De onderstaande vergelijkingen zijn gebaseerd op de norm NBN EN ISO 12241. De interne warmteovergangswaarde en de eigen weerstand van de leiding zijn in de formule als verwaarloosbaar klein verondersteld.

Voor meerschichtige isolatiemantels wordt direct naar deze norm verwezen.

Als voor een segment de dikte van de isolatie niet bekend is, wordt ervan uitgegaan dat dit segment niet geïsoleerd is.

E.3.1 Ronde leidingen en kanalen

Bereken de lineaire warmteweerstand $R_{1,j}$ van segment j als:

$$\text{Eq. 322 } R_{1,j} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{insul},j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) + \frac{1}{h_{\text{se},j} \cdot \pi \cdot D_{e,j}} \quad (\text{m.K/W})$$

met:

$\lambda_{\text{insul},j}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment j , bepaald bij een referentietemperatuur van minstens 40°C, in W/(m.K);

$D_{e,j}$ de buitendiameter van de isolatie, in m;

$D_{i,j}$ de buitendiameter van de ongeïsoleerde leiding, in m;

$h_{\text{se},j}$ de totale (convectieve + radiatieve) externe warmteoverdrachtscoëfficiënt van het segment j , in W/(m².K), gelijk te nemen aan:

- binnen het beschermd volume: $h_{\text{se},j} = 8$;

- in aangrenzende onverwarmde ruimte: $h_{\text{se},j} = 10$;

- buiten: $h_{\text{se},j} = 25$.

E.3.2 Rechthoekige kanalen

Bereken de lineaire warmteweerstand $R_{1,j}$ van segment j als:

$$\text{Eq. 323 } R_{l,j} = \frac{d_{\text{insul},j}}{2 \cdot \lambda_{\text{insul},j} \cdot (H_j + B_j - 2 \cdot d_{\text{insul},j})} + \frac{1}{2 \cdot h_{\text{se},j} \cdot (H_j + B_j)} \quad (\text{m.K/W})$$

met:

$\lambda_{\text{insul},j}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment j , bepaald bij een referentietemperatuur van minstens 40°C , in $\text{W}/(\text{m.K})$;

$d_{\text{insul},j}$ de dikte van de warmte-isolatie rond het kanaal, in m ;

H_j de hoogte van het geïsoleerd kanaal (buitenafmeting), in m ;

B_j de breedte van het geïsoleerd kanaal (buitenafmeting), in m ;

$h_{\text{se},j}$ de totale (convectieve + radiatieve) externe warmteoverdrachtscoëfficiënt van het segment j , in $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$, zoals vastgelegd in E.3.1.

E.3.3 Ondergrondse leidingen

Bereken de lineaire warmteweerstand $R_{l,j}$ van segment j als:

$$\text{Eq. 233 } R_{l,j} = R'_{l,j} + R_E \quad (\text{m.K/W})$$

met:

$$\text{Eq. 324 } R'_{l,j} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{insul},j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) \quad (\text{m.K/W})$$

en:

$$\text{Eq. 235 } R_E = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_E} \operatorname{arcosh}\left(\frac{2 \cdot H_{E,j}}{D_{e,j}}\right) \quad (\text{m.K/W})$$

met:

$\lambda_{\text{insul},j}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment j , bepaald bij een referentietemperatuur van minstens 40°C , in $\text{W}/(\text{m.K})$;

$D_{e,j}$ de buitendiameter van de geïsoleerde leiding, in m ;

$D_{i,j}$ de buitendiameter van de ongeïsoleerde leiding, in m ;

λ_E de warmtegeleidingscoëfficiënt van de omgevende bodem. Neem als waarde: $\lambda_E = 2 \text{ W}/(\text{m.K})$;

$H_{E,j}$ de afstand tussen het middelpunt van de leiding en het grondoppervlak, in m .

**Bijlage F Verhouding van de onderste tot de bovenste
verbrandingswaarde van verschillende brandstoffen**

Tabel [24]: Verhouding van de onderste tot de bovenste verbrandingswaarde

Brandstof	$f_{\text{NCV/GCV}}$
aardgas	0,90
gasolie	0,94
propaan/butaan/LPG	0,92
kolen	0,96
hout	0,93
houtpellets/houtbriketten	0,91
Elektriciteit	1
andere brandstoffen (1)	gelijkwaardigheid

(1) Voor brandstoffen die nog niet expliciet in de tabel vermeld zijn, kan de minister de toe te passen waarde bepalen.

Bijlage G Bepaling van het thermisch rendement van een warmteterugwinapparaat

Het thermisch rendement van een warmteterugwinapparaat, η_{test} , wordt berekend volgens § G.2 op basis van de resultaten van een proef volgens § G.1. Als waarde bij ontstentenis voor het thermisch rendement geldt voor alle debieten $\eta_{\text{test}} = 0$.

Het volumedebiet van de proef, $q_{v,\text{test}}$, wordt gedefinieerd als het kleinste van de volumedebieten van de afvoerlucht (q_{v11}) en van de toevoerlucht (q_{v22}) tijdens de proef volgens § G.1.

De minister kan nadere en/of afwijkende specificaties voor de bepaling van het thermisch rendement vastleggen.

G.1 Meting

De proef moet uitgevoerd worden, naar keuze, volgens de norm NBN EN 308, de norm NBN EN 13141-7 of de norm NBN EN 13141-8, rekening houdend met de bijkomende specificaties van respectievelijk § G.1.1 en § G.1.2.

Het proefverslag moet minstens de volgende meetgegevens bevatten:

- de gemeten temperaturen aan alle in- en uitgangen van het warmteterugwinapparaat: de temperatuur van de buitenlucht (t_{21}), van de toevoerlucht (t_{22}), van de afvoerlucht (t_{11}) en van de afgevoerde lucht (t_{12}), in °C¹⁸;
- de gemeten volumedebieten van de toevoerlucht (q_{v22}) en van de afvoerlucht (q_{v11}), in m³/h;
- het gemeten totale elektrische vermogen opgenomen door het warmteterugwinapparaat tijdens de proef ($P_{\text{elec,ahu,test}}$), in W. Het betreft het totale elektrische vermogen van het ganse apparaat, met inbegrip van alle ventilatoren en, desgevallend, alle voorschakelapparatuur;
- de positie van de ventilatoren ten opzichte van de warmtewisselaar in het geteste apparaat.

G.1.1 Specificaties bij een test volgens de norm NBN EN 308

De proef moet uitgevoerd worden overeenkomstig de meetvereisten van § 5.5 en § 6.4 van de norm NBN EN 308 met uitzondering van de volgende punten:

- de proef moet uitgevoerd worden op het volledige (incl. omkasting, ventilatoren, enz.), ongewijzigde warmteterugwinapparaat. Een warmteterugwinapparaat bestaat altijd minstens uit een warmtewisselaar en een omkasting. Het beproefde warmteterugwinapparaat moet ook alle componenten bevatten die aanwezig zijn binnen de omkasting van het warmteterugwinapparaat, bijvoorbeeld ventilatoren, filters, een by-pass, verwarmings- of koelbatterijen enz.. Het warmteterugwinapparaat mag niet gewijzigd worden voor de proef, zo mag bijvoorbeeld geen extra warmte-isolatie aangebracht worden;
- er is geen vereiste betreffende de thermische balans (cfr. § 6.6 van de norm NBN EN 308);
- er is geen vereiste betreffende de interne en externe lekken;

¹⁸ Opmerking: voor de temperatuur wordt het symbool t gebruikt in de norm NBN EN 308, terwijl in de norm NBN EN 13141-7 en de norm NBN EN 13141-8 het symbool θ wordt gebruikt.

- er wordt niet geëist dat de proef uitgevoerd wordt voor de verschillende combinaties van debieten van toevoerlucht en afvoerlucht zoals voorgeschreven door de norm, maar wel:
 - voor één of meerdere debieten naar keuze. Het toepassingsbereik van het eindresultaat hangt wel af van het debiet van de proef (zie hoofdttekst),
 - bij voorkeur met een zo goed mogelijk evenwicht tussen de volumedebieten van de toevoer- en afvoerlucht;
- het is enkel de proef bij de luchtinlaat omstandigheden zoals vastgelegd in onderstaande tabel uit de norm NBN EN 308 die beschouwd moet worden. Metingen bij andere temperaturen zijn niet geldig als basis voor de bepaling van het thermisch rendement zoals hieronder beschreven.

Tabel [26]: Categorie van warmteterugwinapparaat

Categorie van warmteterugwinapparaat (zie definities in NBN EN 308)	I II IIIa	IIIb
Temperatuur van de afvoerlucht	25°C	25°C
Natte bol temperatuur van de afvoerlucht	< 14°C	18°C
Temperatuur van de buitenlucht	5°C	5°C
Natte bol temperatuur van de buitenlucht		3°C

G.1.2 Specificaties bij een test volgens de norm NBN EN 13141-7 of de norm NBN EN 13141-8

De proef moet uitgevoerd worden overeenkomstig de vereisten van de norm NBN EN 13141-7 of NBN EN 13141-8, voor de temperatuurcondities van test 1.

G.2 Berekening

Het thermisch rendement van een warmteterugwinapparaat wordt gegeven door:

$$\text{Eq. 236 } \eta_{\text{test}} = \frac{(\eta_{t,\text{sup}} + \eta_{t,\text{eha}})}{2} \quad (-)$$

De temperatuursverhoudingen langs de toevoorzijde ($\eta_{t,\text{sup}}$) en langs de afvoorzijde ($\eta_{t,\text{eha}}$) worden berekend aan de hand van de tijdens de proef gemeten temperaturen en bij conventie als volgt gecorrigeerd voor de warmte afkomstig van het elektrisch energieverbruik:

$$\text{Eq. 237 } \eta_{t,\text{sup}} = \frac{t_{22} - \Delta t_{22} - t_{21} - \Delta t_{21}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

$$\text{Eq. 238 } \eta_{t,\text{eha}} = \frac{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{12} + \Delta t_{12}}{t_{11} + \Delta t_{11} - t_{21} - \Delta t_{21}} \quad (-)$$

Als het warmteterugwinapparaat geen ventilatoren bevat, zijn de temperatuurverschillen Δt_{11} , Δt_{12} , Δt_{21} , Δt_{22} , gelijk aan nul.

In de andere gevallen worden de temperatuurverschillen overeenkomstig de positie van de ventilatoren bij conventie berekend volgens één van de vier configuraties in de onderstaande tabel:

Tabel [27]: Formules voor de berekening van de temperatuurverschillen overeenkomstig de positie van de ventilatoren

		Afvoerventilator	
		In de positie afvoerlucht (11)	In de positie afgevoerde lucht (12)
Toevoer ventilator	In de positie buitenlucht (21)	$\Delta t_{11} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v11}}$ $\Delta t_{21} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v22}}$ $\Delta t_{22} = \Delta t_{11} = 0$
	In de positie toevoerlucht (22)	$\Delta t_{11} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{12} = 0$	$\Delta t_{12} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v11}}$ $\Delta t_{22} = \frac{0,5 \cdot P_{elec,ahu,test}}{0,34 \cdot q_{v22}}$ $\Delta t_{21} = \Delta t_{11} = 0$

Voor een gegeven warmteterugwinapparaat mogen er meerdere proeven bij verschillende debieten uitgevoerd worden. Bij elk thermisch rendement hoort een proefdebiet, dat het toepassingsbereik beperkt (zie hoofdstekst).

Gezien om te worden gevoegd bij het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van houdende wijziging van meerdere uitvoeringsbesluiten van de Ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing

De minister-president van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering

Rudi VERVOORT

De Minister van Klimaattransitie, Leefmilieu, Energie en Participatieve Democratie

Alain MARON