

Bijlage V Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van woongebouwen

bvr 19/11/2010 b.s. 08/12/2010

Deze bijlage is enkel van toepassing op dossiers waarvan melding gedaan wordt of de stedenbouwkundige vergunning aangevraagd wordt voor 1 januari 2012 en waarvan de EPB-aangiften worden ingediend voor 1 januari 2013.

Voorwoord

Deze bijlage beschrijft de methode voor het bepalen van het peil van primair energieverbruik (E-peil) van een woongebouw. In het E-peil 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.

1 Normatieve verwijzingen

De bijlagen V t.e.m. IX 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 X 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 308:1997	Heat exchangers - Test procedures for establishing performance of air to air and flue gases heat recovery devices
NBN EN 410:1998	Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing
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 13141-1:2004	Ventilation for buildings - Performance testing of components/products for residential ventilation - Part 1: Externally and internally mounted air transfer devices.
NBN EN 13363-1:2007	Solar protection devices combined with glazing. Calculation of solar and light transmittance - Part 1: Simplified method
NBN EN 13363-2:2005	Solar protection devices combined with glazing - Calculation of solar and light transmittance - Part 2: Detailed calculation method
NBN EN 13829:2001	Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method
NBN EN 14134:2004	Ventilation for buildings - Performance testing and installation checks of residential ventilation systems

NBN EN 14511:2008	Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling
NBN EN 60034-1:2005	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 10211:2008	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 13789:2008	Thermal performance of buildings - Transmission and ventilation heat transfer coefficients - Calculation method
NBN EN ISO 13790:2004	Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for heating (supersedes EN 832)
NBN EN ISO 14683:2008	Thermal bridges in building construction - Linear thermal transmittance - Simplified methods and default values

2 Definities

- **Aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR):** een aangrenzende ruimte die buiten een beschermd volume gelegen is en niet verwarmd wordt.
- **Aangrenzende verwarmde ruimte (AVR):** een aangrenzende ruimte die binnen een beschermd volume gelegen is. Bij de bepaling van de energieprestatie wordt aangenomen dat er geen warmteuitwisseling met dergelijke ruimten optreedt. Er kunnen 3 verschillende contexten onderscheiden worden:
 - AVR grenzend aan het beschermd volume dat men beschouwt. Bijvoorbeeld een ruimte gelegen binnen het beschermd volume van een bestaand gebouw op een belendend perceel of van een bestaand gebouwdeel op eigen perceel. Dit laatste geval kan bv. van toepassing zijn bij een uitbreiding van een gebouw.
 - AVR grenzend aan het 'EP-volume' dat men beschouwt. Bijvoorbeeld:
 - een ruimte gelegen in een aangrenzend 'EP-volume' (binnen het eigen beschermd volume),
 - of een andere ruimte (waaraan geen energieprestatie-eisen gesteld worden) gelegen binnen het eigen beschermd volume (bv. een gemeenschappelijke traphal in een appartementsgebouw, ...),
 - of nog, een ruimte gelegen in een aanpalend beschermd volume.
 - AVR grenzend aan de energiesector die men beschouwt. Bijvoorbeeld
 - een ruimte gelegen in een aangrenzende energiesector (binnen het eigen 'EP-volume'),
 - of een ruimte gelegen in een aangrenzend 'EP-volume',
 - of een andere ruimte gelegen binnen het eigen beschermd volume,
 - of nog, een ruimte gelegen in een aanpalend beschermd volume.

OPMERKING: zie ook 5.2 voor conventies m.b.t. ruimten in bestaande aanpalende gebouwen of gebouwdelen.

- **Benuttingsfactor van de warmtewinsten:** fractie van de warmtewinsten door bezonning en interne bronnen, die voor een afname van de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming in het beschermd volume zorgt.
- **Beschermd volume:** het volume van alle ruimten in een gebouw dat thermisch afgeschermd wordt van de buitenomgeving (lucht of water), de grond en alle aangrenzende ruimten die niet tot een beschermd volume behoren.
- **Bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming:** energie die door de warmteopwekkingsinstallatie voor ruimteverwarming aan het verdeelsysteem (of opslagsysteem) voor ruimteverwarming wordt overgedragen.
- **Bruto energiebehoefte voor warm tapwater:** energie die door de warmteopwekkingsinstallatie voor warm tapwater aan het verdeelsysteem voor warm tapwater wordt overgedragen.
- **Buitentemperatuur:** de gemiddelde temperatuur van de buitenlucht over een bepaalde periode, in deze bijlage 1 maand.
- **Centrale verwarming:** installatie voor verwarming waarbij een warmtetransporterend fluïdum de opgewekte warmte naar meer dan één ruimte binnen het beschermd volume transporteert.
- **Collectieve verwarming:** installatie bedoeld voor de verwarming van meer dan één wooneenheid of meer dan één woongebouw.
- **Deellastrendement:** het opwekkingsrendement van een installatie onder gedeeltelijke belasting.

- **Energiesector:** een deel van het beschermd volume met homogene technische installaties. In woongebouwen is er in de meeste gevallen sprake van slechts 1 energiesector en valt dit samen met het beschermd volume.
- **Energieverbruik voor verwarming:** eindenergie nodig om de bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming, inclusief de hulpenergie voor het functioneren van de installatie, te dekken.
- **Energieverbruik voor warm tapwater:** eindenergie nodig om de bruto energiebehoefte voor warm tapwater te dekken.
- **EP-volume:** een gebouw of deel van een gebouw waarvoor de energieprestatie bepaald wordt. Er worden 2 types onderscheiden:
 - EPW-volume: een woning of wooneenheid waarvoor de energieprestatie bepaald wordt volgens onderhavige bijlage;
 - EPU-volume: een gebouw of deel van een gebouw met een kantoor- of schoolbestemming waarvoor de energieprestatie bepaald wordt volgens bijlage VI bij dit besluit (Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van kantoor- en schoolgebouwen).
- **Fotovoltaïsch zonne-energiesysteem:** voorziening voor de opvang en omzetting van zonne-energie in elektriciteit.
- **Gebruiksoppervlakte:** de vloeroppervlakte, bepaald zoals beschreven in hoofdstuk 2 van bijlage VI bij dit besluit.
- **In/exfiltratiedebiet:** hoeveelheid buitenlucht die per tijdseenheid door infiltratie het beschermd volume of een energiesector binnenkomt.
- **Interne warmteproductie:** de warmte van personen, verlichting, ventilatoren, pompen en alle andere apparatuur, die binnen het beschermd volume vrijkomt.
- **Inwendige scheidingsconstructie:** constructie of deel van een constructie dat de scheiding vormt tussen het beschermd volume en een aangrenzende, al dan niet verwarmde ruimte.
- **Karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik:** het jaarlijks primair energieverbruik voor ruimteverwarming, de opwekking van warm tapwater, (fictieve) koeling, hulpfuncties, en in geval van kantoren en scholen ook verlichting, berekend volgens de methode beschreven in deze bijlage voor woongebouwen en in bijlage VI bij dit besluit voor kantoren en scholen. De primaire energiebesparing door zelfopgewekte elektriciteit m.b.v. een fotovoltaïsch systeem of m.b.v. een installatie voor gecombineerde warmtekrachtopwekking wordt in mindering gebracht.
- **Karakteristieke luchtdoorlatendheid:** het luchtdebiet bij een drukverschil van 50 Pa, als afgeleid uit de druk / luchtdebiet karakteristiek van het betreffende woongebouw of berekend volgens de methode bij ontstentenis, gegeven in dit reglement.
- **Mechanische ventilatie:** ventilatie die door één of meerdere ventilatoren tot stand wordt gebracht.
- **Natuurlijke ventilatie:** ventilatie die onder invloed van wind en het temperatuurverschil tussen de lucht buiten en de lucht binnen tot stand komt.
- **Netto energiebehoefte voor ruimteverwarming:** energie die nodig zou zijn om het beschermd volume gedurende een zekere periode, in deze bijlage 1 maand, op binnentemperatuur te houden bij gebruik van een installatie met systeem- en opwekkingsrendement 1.
- **Netto energiebehoefte voor warm tapwater:** energie die nodig zou zijn om gedurende een zekere periode, in deze bijlage 1 maand, het warm tapwater van koud naar de gewenste temperatuur op te warmen bij gebruik van een installatie met systeem- en opwekkingsrendement 1.

- **Opaak:** geen zonnestraling doorlatend (Tegenovergestelde van 'Transparant').
- **Peil van primair energieverbruik:** verhouding tussen het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik van het beschermd volume en een referentie karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik, vermenigvuldigd met 100.
- **Plaatselijke verwarming:** installatie voor ruimteverwarming waarbij de warmte wordt afgegeven in de ruimte waar zij wordt geproduceerd.
- **Prestatiecoëfficiënt (COP):** de verhouding tussen het verwarmingsvermogen en het opgenomen vermogen van een warmtepomp (coefficient of performance).
- **Opwekkingsrendement:** verhouding van de door een warmteopwekkingstoestel extern afgeleverde warmte tot de verbruikte energie.
- **Rendement van een thermisch zonne-energiesysteem:** verhouding van de maandelijke nuttige energiebijdrage tot de energie die de zon maandelijks aan het systeem levert.
- **Seizoensprestatiefactor:** de verhouding tussen de afgegeven warmte en de verbruikte energie bij een warmtepomp gedurende een zekere periode.
- **Warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie:** warmteverlies per Kelvin temperatuurverschil als gevolg van het verwarmen van het luchtdebiet dat per tijdseenheid door ventilatie en infiltratie het beschermd volume binnenkomt.
- **Systeemrendement:** fractie van de opgewekte bruikbare warmte die effectief wordt benut. Het systeemrendement wordt opgesplitst in een verdelings- en een afgifterendement.
- **Warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie:** warmteverlies door transmissie door een verzameling scheidingsconstructies per Kelvin temperatuurverschil tussen de omgevingen aan beide kanten ervan.
- **Thermisch zonne-energiesysteem:** voorziening voor de opvang en omzetting van zonne-energie in warmte.
- **Transparant:** zonnestraling in min of meerdere mate doorlatend, al dan niet met behoud van een helder beeld. ('Transparant' omvat dus zowel het begrip 'doorzichtig' als het begrip 'doorschijnend'). Tegenovergestelde van 'Opaak'.
- **Uitwendige scheidingsconstructie:** constructie die of deel van een constructie dat de scheiding vormt tussen het beschermd volume en de buitenlucht, de grond of water.
- **Venster:** een scheidingsconstructie die (gedeeltelijk) lichtdoorlatend is.
- **Ventilatiedebiet:** hoeveelheid buitenlucht die per tijdseenheid door ventilatie wordt toegevoerd.
- **Ventilatiezone:** afgesloten deel van een gebouw met een onafhankelijk ventilatiesysteem.
- **Verdeelrendement:** fractie van de opgewekte warmte of koude die effectief aan de verwarmingselementen wordt geleverd. Staat bij een gebouwgebonden productie het opwekkingstoestel niet in het gebouw, dan zitten in het verdeelrendement ook de warmteverliezen van de leidingen tussen de plaats van opwekking en het gebouw.
- **Vollastrendement:** opwekkingsrendement van een warmte-opwekkingsinstallatie bij nominaal vermogen.
- **Warmtedoorgangcoëfficiënt:** de warmtedoorgang door een vlak constructiedeel per eenheid van oppervlakte, eenheid van tijd en eenheid van temperatuurverschil tussen de omgevingen aan beide zijden van het deel.
- **(Gebouwgebonden) warmtekracht (WKK):** gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte, waarbij de warmtelevering beperkt blijft tot de gebouwen op het eigen perceel en de totaal door de installatie te leveren warmte eenduidig kan worden vastgesteld.
- **Warmtelevering door derden:** levering van warmte die niet opgewekt wordt op het eigen perceel.

- **Warmtetransporterend fluïdum:** een vloeistof of gas waarmee thermische energie van 1 plaats naar een andere verplaatst wordt, bv. water in een radiatorencircuit of een antivriesoplossing in een bodemwarmtewisselaar van een warmtepomp.
- **Warmteverlies:** hoeveelheid warmte die het beschermd volume gemiddeld per eenheid van tijd verliest.
- **Warmteverlies door transmissie:** het warmteverlies als gevolg van warmtetransmissie.
- **Warmteverlies door ventilatie:** het warmteverlies als gevolg van het verwarmen van het ventilatie- en infiltratiedebiet in het beschermd volume tot de door de bijlage opgelegde binnentemperatuur.
- **Warmtewinst:** som van de zonnwinsten, die via de transparante scheidingsconstructies het beschermd volume binnenkomen, en van de interne warmteproductie.
- **Woongebouw:** gebouw bestemd voor individuele of collectieve huisvesting met permanente of tijdelijke bezetting.
- **Zonnetoetredingsfactor van een beglazing:** de verhouding tussen de bezonningsstroom die door een beglazing naar binnen komt en de bezonningsstroom die op de beglazing invalt. In de zonnetoetredingsfactor zitten zowel de directe en de diffuse transmissie als de indirecte winsten die het gevolg zijn van de absorptie van de bezonningsstroom. Voor het onderling vergelijken van beglazingssystemen wordt om meettechnische redenen de zonnetoetredingsfactor voor loodrecht invallende directe straling gebruikt.

3 Symbolen, afkortingen en indices

3.1 Symbolen en afkortingen

Symbol	Betekenis	Eenheden
A	(geprojecteerde) oppervlakte	m ²
A	lucht (air)	
AOR	aangrenzend onverwarmde ruimte	
B	breedte	m
B	antivries fluïdum (brijn, brine)	
C	compactheid	m
C	effectieve thermische capaciteit	J/K
COP	prestatiecoëfficiënt van een warmtepomp (coefficient of performance)	-
E	karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik	MJ
E	peil van primair energieverbruik	-
EER	energie-efficiëntieverhouding van een koelmachine (energy efficiency ratio)	-
F	(reductie)factor	-
H	warmteoverdrachtscoëfficiënt	W/K
I	bezinning	MJ/m ²
I	indicator (voor oververhitting)	Kh
L	specifiek warmteverlies	W/K
P	ontrek	m
P	vermogen	W
P	druk	Pa
Q	hoeveelheid warmte of energie	MJ
R	warmteweerstand	m ² .K/W
RF	reductiefactor	-
SPF	seizoensprestatiefactor	-

U	spanning	V
U	warmtedoorgangscoefficiënt	W/(m ² .K)
V	volume	m ³
\dot{V}	luchtdebiet, ventilatiedebiet	m ³ /h
W	hoeveelheid elektriciteit	kWh
W	water	
a	coëfficiënt, numerieke parameter, gebruiksfactor	-
b	coëfficiënt, numerieke parameter	-
c	correctiefactor	-
c	soortelijke warmte	J/(kg.K)
c	coëfficiënt	-
d	dikte	m
f	factor	-
g	zonnetoetredingsfactor	-
h	hoogte	m
l	lengte	m
m	vermenigvuldigingsfactor	-
m	maand	-
n	ventilatievoud	h ⁻¹
q	warmtestroomdichtheid	W/m ²
r	reductiefactor, correctiefactor	-
t	tijd, tijdstap	s
z	diepte	m
α	absorptiecoëfficiënt	-
α_h	horizonhoek	graden
$\alpha_v, \alpha_{sL}, \alpha_{sR}$	overstekhoeken	graden
γ	winst-verlies verhouding	-
η	rendement	-
λ	verlies-winst verhouding, warmtegeleidingscoëfficiënt	- , W/(m.K)
ω	uurhoek	graden
θ	temperatuur	°C
Φ	warmtestroom, vermogen	W
ρ	volumemassa	kg/m ³
τ	tijdconstante	s
ψ	lijnwarmtedoorgangscoefficiënt	W/(m.K)
χ	invalshoek	graden
χ	puntwarmtedoorgangscoefficiënt	W/K

3.2 Indices

< betekent: afgeleid van

a	jaar	junctions	bouwknopen
abs	bij afwezigheid	k	ranggetal
adj	afstelling (< adjustment)	kitchen	keuken
AHU	luchtbehandelingskast (< air handling unit)	L	warmteverlies (transmissie + ventilatie) (< loss)
al	luchtlaag	l	lineair
all	alle	leak	lek, ondichtheid
ann	jaarlijks (< annual)	light	verlichting
annih	vernietiging (< annihilation)	m	getal, aantal
app	toestel (< apparatus)	m	maandelijks (op maandbasis)
artif	kunstlicht	max	maximaal

artif area	kunstlichtdeel	meas	gemeten
As	ACTIEF ZONNE-ENERGIESYSTEEM (< ACTIVE SOLAR)	mech	mechanisch
Aux	hulp(-energie)	min	minimaal
Ave	gemiddeld	mod	modulerend
B	water in ketel	n	getal, aantal
bath	badkamer	nat	natuurlijk
Bf	keldervloer	net	netto
boiler	ketel	night	nacht
Bw	keldermuur	nom	nominaal
C	zonnewering	npref	niet-preferent
calc	berekend	on	aan
char	kenmerkend	oper	tijdens bedrijf
circ	circulatie, circulatieleiding	out	uit
cogen	warmtekracht (koppeling)	over	overventilatie
cons	verbruik	overh	oververhitting (< overheating)
constructions	scheidingsconstructies van het verliesoppervlak	p	paneel
cool	koeling	p	primair
ctrl	regeling	pref	preferent
Cw	gordijngevel	preh	voorverwarming
D	naar buitenlucht en water	pres	aanwezig
D	deur	prim	primair
Day	dag	ps	passief zonne-energiesysteem
dayl	daglicht	pumps	pompen
dayl area	daglichtdeel	pv	fotovoltaïsch (< photovoltaic)
dedic	bewust	r	getal, aantal
Def	bij ontstentenis	r	straling
demand	energievraag	rad	radiator
depth	diepte	real	reëel
design	ontwerp	red, reduc	reductie
Dh	externe warmtelevering (< district heating)	ref	referentie
Dif	diffuus	refl	reflectie
Dir	direct	req	vereist
distr	verdeling	return	retour
duct	luchtkanaal	rm	(per) ruimte
E	buiten, extern	RTO	regelbare toevoeropening
Eb	basis buitentemperatuur	s	zon, bezonning
Eff	effectief	s	via de bodem (< soil)
elec	elektrisch	se	constructie uitgaande warmtestroom
Em	afgifte (< emission)	sec	energiesector
En	energie	setpoint	instelpunt
EPW	'EPW-volume'		
equiv	equivalent	sh+wh	ruimte- en waterverwarming (< space heating + water heating)
excess	overtollig	shad	beschaduwd (< shaded)
Exh	afvoeropening	si	constructie ingaande warmtestroom
extr	afvoer	sink	aanrecht
f	vloer (< floor)	stack	afvoerkanaal
F	raamprofiel (<frame)	stor	opslag
Fan(s)	ventilator(en)	supply	toevoer
final	eindverbruik	switch	schakel
fitting	armatuur	sys	(installatie-)systeem
flow	debiet	T	transmissie
fl.h	vloerverwarming	t	transparant
G	beglazing (< glazing)	test	onder testvoorwaarden
G	(warmte)winst (< gain)	th	thermisch
G	grond	thresh	drempelwaarde (< threshold)
Gen	opwekking	tubing	tapeleidingen
gross	bruto	U	aangrenzende onverwarmde ruimte (< unheated)
H	hemisferische instraling	unshad	onbeschaduwd (< unshaded)
heat	(ruimte-)verwarming	util	benutting
Hr	warmteterugwinning (< heat recovery)	V	ventilatie
hor	horizontaal	vent	ventilatie
HP	warmtepomp (< heat pump)	vert	verticaal

horshad	beschaduwung door horizon (< horizon shading)	w	venster (< window)
hum	bevochtiging	wall	gevel
i	intern, ranggetal	wall.h	muurverwarming
i	opaak deel	water	warm tapwater
in	in, ingaand	wC	met zonnewering (< with curtain)
in/exfilt instal	in/exfiltratie geïnstalleerd	well woC	bron zonder zonnewering (< without curtain)
int	binnen	ws	combinatie venster & luik
insul	isolatie (< insulation)	x	kruipruimte of kelder
j	ranggetal	z	ranggetal

4 Opbouw van de methode

De bepaling van het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik en het peil van primair energieverbruik (E-peil) 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 opgewekt d.m.v. een fotovoltaïsch 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 zelfopgewekte 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 zelfopgewekte elektriciteit, gesommeerd over de 12 maanden van het jaar.

In een vijfde stap wordt, uitgaande van het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik, het beschermde volume en de oppervlakte waardoorheen transmissieverliezen optreden ($A_{T,E}$), het peil van primair energieverbruik (E-peil) berekend.

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 deelvolume van een gebouw, afhankelijk van bijvoorbeeld het al dan niet verwarmd (en/of gekoeld) zijn van ruimten, de bestemming van verschillende delen en het eventueel aanwezig zijn van verschillende wooneenheden. Voor de bepaling van de energieprestatie wordt het gebouw daarom op conventionele manier opgesplitst in verschillende delen. Elk deelvolume dat op zich aan een energieprestatie-eis voor een woongebouw moet voldoen, wordt een 'EPW-volume' genoemd. Indien nodig gebeurt een verdere opsplitsing in energiesectoren om verschillende types installaties correct te kunnen inrekenen.

Opmerking

De opsplitsing van het volledig gebouw die beschouwd wordt voor de bepaling van de energieprestatie kan verschillen van de opdeling die eventueel gemaakt dient te worden voor de eis(en) van globale warmte-isolatie (industriële of niet-industriële bestemming van verschillende gebouwgedeelten). Bij het ontwerp van de ventilatievoorzieningen (zie bijlagen IX en X bij dit besluit) kan nog een andere indeling van toepassing zijn: er dient desgevallend onderscheid gemaakt te worden tussen gebouwdelen met enerzijds een residentiële en anderzijds een niet-residentiële bestemming.

5.2 Opdeling van het gebouw

Beschouw het volledige gebouw of de volledige uitbreiding (van een bestaand gebouw) en maak achtereenvolgens de volgende opdelingen:

- Definieer het beschermd volume (BV). Het BV moet minstens alle (continu of intermitterend) verwarmde (en/of gekoelde) ruimten omvatten die behoren tot het beschouwde gebouw of tot de beschouwde uitbreiding.
- Deel het beschermd volume naar gelang het geval op in 1 of meer delen met elk 1 van de volgende bestemmingen:
 - tot bewoning bestemd gebouwgedeelte: hierop zijn de energieprestatie-eisen voor woongebouwen van toepassing
 - utiliteitsbestemmingen waarvoor energieprestatie-eisen van toepassing zijn (zie bijlage VI bij dit besluit);
 - andere gebouwbestemmingen: hierop zijn geen energieprestatie-eisen van toepassing, tenzij ze beschouwd worden als onderdeel van 1 van de vorige 2 bestemmingen.
- Beschouw dat deel van het beschermd volume dat tot bewoning bestemd is.
- Ingeval dit deel in zijn geheel voor individuele of collectieve huisvesting dient (bv. respectievelijk eengezinswoning of bejaardentehuis), wordt dit volledig deel verder als 'EPW-volume' omschreven. Dit 'EPW-volume' moet voldoen aan de energieprestatie-eis die aan woongebouwen gesteld wordt.
- Ingeval er zich in dit deel meer dan 1 individuele wooneenheid bevindt (bv. individuele appartementen in een flatgebouw), vormt elke wooneenheid op zich een 'EPW-volume' dat elk op zich moet voldoen aan de energieprestatie-eis die aan woongebouwen gesteld wordt. Collectieve delen van een dergelijk gebouw (bv. gemeenschappelijke traphal en gangen) worden niet in beschouwing genomen bij de EP-bepaling en dienen niet aan een energieprestatie-eis te voldoen. (Wel kunnen er andere eisen op deze collectieve delen van toepassing zijn, bv. maximale U-waarden en bijdrage tot het K-peil van het gebouw in zijn geheel).

- Enkel het energieverbruik van een 'EPW-volume' wordt beschouwd in de onderhavige bepalingsmethode. Verdeel dit volume indien nodig of indien gewenst in meerdere energiesectoren zoals beschreven in 5.3.

Opmerking:

Ruimten van het beschouwde gebouw of van de beschouwde uitbreiding die niet in het beschermd volume opgenomen zijn, zijn dus per definitie niet verwarmd.

BELANGRIJK:

In het kader van deze regelgeving mag men er steeds van uitgaan dat alle ruimten in aanpalende bestaande gebouwen verwarmde ruimten zijn (ook al is dit fysisch niet noodzakelijk zo).

Bij de bepaling van de energieprestatie wordt aangenomen dat er geen warmtestromen optreden doorheen de scheidingsconstructies naar aangrenzende verwarmde ruimten.

Afgezien van deze scheidingsconstructies met aangrenzende verwarmde ruimten, worden bij de bepaling van de energieprestatie verder wel de transmissiestromen in rekening gebracht doorheen alle andere scheidingsconstructies van het beschermd volume, **ook al geven deze schildelen uit op een belendend perceel.**

5.3 Opdeling van het 'EPW-volume' in energiesectoren

5.3.1 Principe

Opdat verschillende ruimten samen een energiesector zouden kunnen vormen, dienen ze:

- tot dezelfde ventilatiezone te behoren
- van hetzelfde type warmteafgiftesysteem voorzien te zijn (tenzij, in geval van centrale verwarming, met het slechtste afgifterendement gerekend wordt)
- en verwarmd te worden met hetzelfde opwekkingstoestel (of desgevallend dezelfde combinatie van opwekkingstoestellen)

Deze formele opdeling laat toe de invloed van de diverse deelrendementen correct in te rekenen.

5.3.2 Verdeling in energiesectoren

Meestal is er in een 'EPW-volume' slechts 1 ventilatieinstallatie aanwezig, worden alle individuele ruimten op dezelfde manier verwarmd en zorgt 1 enkel centraal opwekkingstoestel voor de warmte. In deze gevallen is geen verdere opdeling van het 'EPW-volume' in energiesectoren nodig: het ganse 'EPW-volume' vormt in dat geval de enige energiesector.

Slechts indien er wel verschillende types installaties aanwezig zijn

–hetgeen veel minder gebruikelijk is-, dient een opsplitsing in energiesectoren te gebeuren zoals hieronder beschreven.

Ventilatiesystemen worden opgedeeld in 4 verschillende types (zie ook bijlagen IV en X bij dit besluit):

- natuurlijke ventilatie
- mechanische toevoerventilatie
- mechanische afvoerventilatie
- mechanische toe- en afvoerventilatie

Indien in verschillende afgesloten delen van het 'EPW-volume' onafhankelijke ventilatieinstallaties 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 het 'EPW-volume' 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 6, geeft dit aanleiding tot een verdere opdeling in energiesectoren. In geval van centrale verwarming is deze opdeling echter niet verplicht. In dat geval moet in de ganse energiesector met het slechtste afgifterendement uit tabel 6 gerekend worden en kan niet meer voor de gedetailleerde rekenmethode volgens bijlage D geopteerd worden.

Indien ten slotte meerdere centrale warmteopwekkers verschillende delen van het 'EPW-volume' 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 2 identieke verwarmingsketels voor verschillende delen van het 'EPW-volume').

(Dezelfde opsplitsingsregels gelden evenzeer wanneer elk deel van het gebouw door een combinatie van parallel geschakelde centrale warmteopwekkers verwarmd wordt, i.p.v. door 1 enkel toestel.)

Het verder opdelen van het 'EPW-volume' 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 het 'EPW-volume' ruimten voorkomen die niet van een warmteafgiftesysteem voorzien zijn (bv. WCs, 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 (1 van) de aangrenzende energiesector(en) van waaruit de ruimte in kwestie toevoerlucht betreft.

Bepaal het karakteristiek en referentie jaarlijks primair energieverbruik van het 'EPW-volume' volgens de onderhavige bepalingmethode.

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 2 energiesectoren gevormd door de hartlijn van de tussenliggende scheidingsconstructie.

6 Het peil van primair energieverbruik

Het peil van primair energieverbruik van het 'EPW-volume' wordt gegeven door de verhouding van het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik van het 'EPW-volume' tot een referentiewaarde, vermenigvuldigd met 100:

$$E = 100 \frac{E_{\text{char ann prim en cons}}}{E_{\text{char ann prim en cons, ref}}} \quad (-)$$

waarin:

E het peil van primair energieverbruik van het 'EPW-volume' (-);
 $E_{\text{char ann prim en cons}}$ het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik van het 'EPW-volume', berekend volgens 13.2, in MJ;
 $E_{\text{char ann prim en cons, ref}}$ de referentiewaarde voor het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik, in MJ.

Het resultaat dient naar boven afgerond te worden tot op 1 eenheid.

De referentiewaarde voor het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik wordt gegeven door:

$$E_{\text{char ann prim en cons, ref}} = a_1 \times A_{T,E} + a_2 \times V_{\text{EPW}} + a_3 \times \dot{V}_{\text{dedic, ref}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

a_1, a_2, a_3 constanten vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit;
 $A_{T,E}$ de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die het 'EPW-volume' omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie¹ (zie ook 5.2), in m²;
 V_{EPW} het totaal volume van het 'EPW-volume', in m³;
 $\dot{V}_{\text{dedic, ref}}$ het referentie bewust ventilatiedebiet in het EPW-volume, in m³/h.

Er geldt:

$$V_{\text{EPW}} = \sum_i V_{\text{sec } i} \quad (\text{m}^3)$$

en

$$\dot{V}_{\text{dedic, ref}} = 1.5 [0.2 + 0.5 \exp(-V_{\text{EPW}} / 500)] V_{\text{EPW}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

met

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

In de vergelijking voor V_{EPW} moet gesommeerd worden over alle energiesectoren i van het EPW-volume.

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 maandverliezen 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 het 'EPW-volume'. Daarbij kan in voorkomend geval rekening gehouden worden met warmteterugwinning. Enkel de volgende verbruikspunten worden beschouwd:

- de tappunten in de keuken(s)

¹ Dus enkel constructies die de scheiding vormen tussen het 'EPW-volume' en aangrenzende verwarmde ruimten, worden niet meegerekend bij de bepaling van $A_{T,E}$.

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

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

7.2 Maandelijks netto energiebehoefte voor ruimteverwarming per energiesector

Bepaal de maandelijks netto energiebehoefte voor ruimteverwarming per energiesector als:

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

met

$Q_{\text{heat,net,sec } i, m}$	de maandelijks 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 maandelijks benuttingsfactor van de warmtewinsten van energiesector i , bepaald volgens 7.6;
$Q_{g,\text{heat,sec } i, m}$	de maandelijks warmtewinst door bezonning en interne warmteproductie in energiesector i , in MJ, bepaald volgens 7.5.

7.3 Maandelijks netto energiebehoefte voor warm tapwater

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

$$Q_{\text{water,bath } i, \text{net}, m} = r_{\text{water,bath } i, \text{net}} \times f_{\text{bath } i} \times \max[64, 64 + 0.220(V_{\text{EPW}} - 192)] \times t_m \quad (\text{MJ})$$

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

$$Q_{\text{water,sink } i, \text{net}, m} = r_{\text{water,sink } i, \text{net}} \times f_{\text{sink } i} \times \max[16, 16 + 0.055(V_{\text{EPW}} - 192)] \times t_m \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{\text{water,bath } i, \text{net}, m}$	de maandelijks netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i , in MJ;
$Q_{\text{water,sink } i, \text{net}, m}$	de maandelijks 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 bepalen volgens vooraf door de minister erkende 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 bepalen volgens vooraf door de minister erkende 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 het 'EPW-volume', 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 het 'EPW-volume', zoals hieronder bepaald (-);
V_{EPW}	het totaal volume van het 'EPW-volume', in m ³ , zie 6;

² Eventuele andere warm water tappunten (bv. voor (vaat)wasmachine) worden buiten beschouwing gelaten. In voorkomend geval worden meerdere aanrechten in 1 keuken apart beschouwd.

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie tabel 1.
 Indien in het 'EPW-volume' geen enkele douche of bad aanwezig zou zijn³, dan wordt er hiervoor geen warm tapwater verbruik beschouwd. Analoog, indien in het 'EPW-volume' geen enkel keukenaanrecht aanwezig zou zijn³, dan wordt er ook hiervoor geen warm tapwater verbruik beschouwd.

De aandelen van de diverse tappunten worden als volgt bepaald:

$$f_{\text{bath } i} = 1 / N_{\text{bath}}$$

$$f_{\text{sin k } i} = 1 / N_{\text{sin k}}$$

met:

N_{bath} het totaal aantal douches en baden in het 'EPW-volume';

N_{sink} het totaal aantal keukenaanrechten in het 'EPW-volume'.

Tabel 1: Het dagnummer, 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 $\theta_{e,m}$ (°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

³ Bv. ingeval van een uitbreiding waaraan een energieprestatie-eis gesteld wordt.

7.4 Maandelijks warmteverliezen door transmissie en ventilatie

7.4.1 Principe

De maandelijks 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 maandelijks warmteverliezen door ventilatie gebeurt op analoge manier.

7.4.2 Rekenregel

Bepaal het maandelijks warmteverlies door transmissie en ventilatie als:

$$Q_{L,heat,seci,m} = Q_{T,heat,seci,m} + Q_{V,heat,seci,m} \quad (MJ)$$

met:

$$Q_{T,heat,seci,m} = H_{T,heat,seci} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (MJ)$$

$$Q_{V,heat,seci,m} = H_{V,heat,seci} \cdot (18 - \theta_{e,m}) \cdot t_m \quad (MJ)$$

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, zie tabel 1;
t_m	de lengte van de betreffende maand, in Ms, zie tabel 1.

7.5 Maandelijks warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie

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

$$Q_{g,heat,seci,m} = Q_{i,seci,m} + Q_{s,heat,seci,m} \quad (MJ)$$

met:

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

7.6 Benuttingsfactor van de maandelijks warmtewinsten

Bepaal de benuttingsfactor van de maandelijks warmtewinsten per energiesector als:

- indien $\gamma_{heat,sec i,m}$ groter is dan of gelijk is aan 2.5, geldt:

$$\eta_{util,heat,seci,m} = 1/\gamma_{heat,seci,m}$$

- indien $\gamma_{heat,sec i,m}$ kleiner dan 2.5, geldt:

$$\eta_{util,heat,seci,m} = a/(a + 1) \quad \text{VOOR } \gamma_{heat,sec i,m} = 1 \quad (-)$$

$$\eta_{util,heat,seci,m} = \frac{1 - (\gamma_{heat,seci,m})^a}{1 - (\gamma_{heat,seci,m})^{a+1}} \text{ voor alle overige gevallen } \quad (-)$$

met $\gamma_{heat,seci,m} = Q_{g,heat,seci,m} / Q_{L,heat,seci,m} \quad (-)$

$$a = 1 + \frac{\tau_{heat,seci,m}}{54000} \quad (-)$$

waarbij:

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

$$\tau_{heat,seci,m} = \frac{C_{seci}}{H_{T,heat,seci} + H_{V,heat,seci}} \quad (s)$$

met:

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

Neem voor de effectieve thermische capaciteit van energiesector i de waarden van tabel 2.

- 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.

Constructiedelen worden hier als massief beschouwd indien hun massa minstens 100 kg/m² bedraagt, bepaald vertrekkende van binnenuit tot aan een luchtpouw of een laag met thermische geleidbaarheid kleiner dan 0.20 W/(m.K).

Tabel 2: Waarde van de effectieve thermische capaciteit $C_{\text{sec } i}$ van energiesector i

Type constructie	$C_{\text{sec } i}$ (J/K)
Zwaar	217 000 $V_{\text{sec } i}$
Halfzwaar	117 000 $V_{\text{sec } i}$
Matig zwaar	67 000 $V_{\text{sec } i}$
Licht	27 000 $V_{\text{sec } i}$

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 normen NBN EN ISO 13789 en 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:

- 1) de hoofdcomponent van de transmissieverliezen ééndimensionaal is,
- 2) het oppervlak rond het beschermd volume continu is tenzij ter plaatse van de scheidingsconstructies met aangrenzende verwarmde ruimten,
- 3) 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 puntkoudebruggen 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.

7.7.2 Rekenregel

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie per energiesector als:

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

Met:

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

$H_{T,sec\ i}^{junctions}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie doorheen de bouwknopen 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 VIII bij dit besluit.

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

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

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. 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 warmtedoorgangcoëfficiënt 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-volume' 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 zijn⁴.

7.8 Warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie en in/exfiltratie

7.8.1 Principe

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

- het maandgemiddeld luchtdebiet ingevolge de in- en exfiltratie,

⁴ Indien de luiken niet van binnenuit bediend kunnen worden, is er geen reductie van toepassing.

- het maandgemiddeld luchtdebiet ingevolge de bewuste ventilatie, rekening houdend met een eventuele reductiefactor voor voorverwarming,
- en desgevallend het maandgemiddeld luchtdebiet ingevolge overventilatie bij toepassing van een warmtepomp op de afgevoerde ventilatielucht voor de bereiding van warm tapwater.

Een mechanische afzuiging, die tijdens het koken de waterdamp afvoert, wordt genegeerd. Hetzelfde geldt voor een mechanische afzuiging in een toilet of badkamer, wanneer die tijdelijk zorgt voor een hogere afvoer maar niet nodig is om aan de ventilatie-eisen van bijlagen IV of X bij dit besluit te voldoen. Voor het energieverbruik van de ventilatoren bij mechanische systemen wordt verwezen naar 11.1.3.

7.8.2 Rekenregel

Bepaal de warmteoverdrachtscoëfficiënt door ventilatie van energiesector i met:

- voor de verwarmingsberekeningen:

$$H_{V,heat,sec\ i} = 0.34 \left[\dot{V}_{in/exfilt,heat,sec\ i} + r_{preh,heat,sec\ i} \dot{V}_{dedic,sec\ i} + \dot{V}_{over,sec\ i} \right] \quad (\text{W/K})$$

- voor de koelberekeningen:

$$H_{V,cool,sec\ i} = 0.34 \left[\dot{V}_{in/exfilt,cool,sec\ i} + r_{preh,cool,sec\ i} \dot{V}_{dedic,sec\ i} + \dot{V}_{over,sec\ i} \right] \quad (\text{W/K})$$

met

$$\dot{V}_{in/exfilt,heat,sec\ i}$$

$$\dot{V}_{in/exfilt,cool,sec\ i}$$

het in/exfiltratiedebiet doorheen de ondichte gebouwschil in energiesector i , voor respectievelijk de verwarmings- en de koelberekeningen, bepaald volgens 7.8.3, in m^3/h ;

$$\dot{V}_{dedic,sec\ i}$$

het bewust ventilatiedebiet in energiesector i , bepaald volgens 7.8.4, in m^3/h ;

$$r_{preh,heat,sec\ i}$$

$$r_{preh,cool,sec\ i}$$

de waarde van de reductiefactor voor het effect van voorverwarming op de netto energiebehoefte voor respectievelijk ruimteverwarming en ruimtekoeling, bepaald volgens bijlage B (-);

$$\dot{V}_{over,sec\ i}$$

het extra luchtdebiet bepaald volgens 7.8.5, als gevolg van overventilatie in energiesector i in geval bij systemen met mechanische afvoer een warmtepomp voor de bereiding van warm tapwater de afgevoerde lucht als warmtebron gebruikt, in m^3/h .

7.8.3 In- en exfiltratiedebiet

Het te hanteren gemiddeld in/exfiltratiedebiet in energiesector i , in m^3/h , wordt bij conventie gegeven door:

- voor de verwarmingsberekeningen:

$$\dot{V}_{in/exfilt,heat,sec\ i} = 0.04 \times \dot{V}_{50,heat} \times A_{T,E,sec\ i}$$

- voor de koelberekeningen:

$$\dot{V}_{in/exfilt,cool,sec\ i} = 0.04 \times \dot{V}_{50,cool} \times A_{T,E,sec\ i}$$

waarin:

$$\dot{V}_{50,heat}$$

$\dot{V}_{50,cool}$ het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte, voor respectievelijk de verwarmings- en koelberekeningen, zoals hieronder bepaald, in $m^3/(h.m^2)$;

$A_{T,E,sec i}$ de totale oppervlakte van alle scheidingsconstructies die energiesector i omhullen en waardoorheen transmissieverliezen beschouwd worden bij de bepaling van de energieprestatie⁵ (zie ook 5.2 en 7.7), in m^2 .

Indien een luchtdichtheidsmeting van het volledige 'EPW-volume' (of desgevallend van een groter deel van het beschermd volume) conform NBN EN 13829 voorgelegd wordt, geldt voor het lekdebiet bij 50 Pa per eenheid oppervlakte, $\dot{V}_{50,heat}$ en $\dot{V}_{50,cool}$, in $m^3/(h.m^2)$:

$$\dot{V}_{50,heat} = \dot{V}_{50,cool} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_{test}}$$

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 m^2 ;

\dot{V}_{50} het lekdebiet bij 50 Pa van de uitwendige schil, in m^3/h , afgeleid uit de luchtdichtheidstest gemeten conform methode A van de norm NBN EN 13829.

Zoniet zijn de volgende ontstenteniswaarden van toepassing, in $m^3/(h.m^2)$:

- voor verwarmingsberekeningen

$$\dot{V}_{50,heat} = 12$$

- voor koelberekeningen:

$$\dot{V}_{50,cool} = 0$$

De minister kan nadere specificaties vastleggen met betrekking de luchtdichtheidsmeting.

7.8.4 Bewust ventilatiedebiet

Bepaal het bewust ventilatiedebiet van energiesector i als:

$$\dot{V}_{dedic,sec i} = [0.2 + 0.5 \exp(-V_{EPW} / 500)] m_{sec i} \cdot V_{sec i} \quad (m^3/h)$$

met:

$m_{sec i}$ een vermenigvuldigingsfactor die functie is van het ventilatiesysteem in energiesector i en de kwaliteit van de uitvoering ervan;

V_{EPW} het totaal volume van het 'EPW-volume', in m^3 , zie 6;

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

De waarde van de vermenigvuldigingsfactor $m_{sec i}$ kan variëren tussen 1.0 en 1.5. De waarde bij ontstentenis van $m_{sec i}$ is 1.5. Voor het bepalen van gunstigere waarden wordt verwezen naar bijlage B.

7.8.5 Overventilatie bij de ventilatiesystemen met mechanische afvoer

De afgevoerde lucht van ventilatiesystemen met mechanische afvoer wordt soms gebruikt als warmtebron van een warmtepomp voor de bereiding van warm tapwater. In dit 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 bewust ventilatiedebiet op dat ogenblik ligt.

⁵ Dus enkel constructies die de scheiding vormen tussen de energiesector en aangrenzende verwarmde ruimten, worden niet meegerekend bij de bepaling van $A_{T,E,sec i}$.

Gezien er momenteel nog geen operationele methodologie beschikbaar is die toelaat alle mogelijke opwekkingstoestellen voor de bereiding van warm tapwater op een coherente manier te beoordelen, wordt voor het opwekkingsrendement in hoofdstuk 10.3.3 met vaste waarden gerekend. Daarom wordt ook het effect van overventilatie nog niet in rekening gebracht, en geldt:

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

7.9 Maandelijkse 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:

$$Q_{i,\text{seci},m} = (0.67 + 220/V_{\text{EPW}}) \cdot V_{\text{seci}} \cdot t_m \quad (\text{MJ})$$

met:

V_{EPW} het totaal volume van het 'EPW-volume', in m^3 , zie 6;

V_{seci} 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 vensters
- zonnepwinsten door de ongeventileerde passieve zonne-energiesystemen
- zonnepwinsten ingevolge aangrenzende onverwarmde ruimten

Met buiten- of binnenlucht geventileerde passieve zonne-energiesystemen dienen op basis van het principe van gelijkwaardigheid behandeld te worden volgens bijlage F van NBN EN 13790.

7.10.2 Rekenregel

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

$$Q_{s,\text{heat,seci},m} = \sum_{j=1}^m Q_{s,\text{heat},w,m,j} + \sum_{k=1}^n Q_{s,\text{heat},ps,m,k} + \sum_{l=1}^p Q_{s,\text{heat,seci},U,m,l} \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{s,\text{heat},w,m,j}$ de zonnepwinst door venster j gedurende de beschouwde maand, in MJ, bepaald volgens 7.10.3;

$Q_{s,\text{heat},ps,m,k}$ de zonnepwinst door ongeventileerd passief zonne-energiesysteem k gedurende de beschouwde maand, in MJ, bepaald volgens 7.10.4;

$Q_{s,heat,sec\ i,U,m,l}$ het deel van de zonnwinst 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 C.

Hierbij dient gesommeerd te worden over alle vensters m, alle niet-geventileerde passieve zonne-energiesystemen n en alle aangrenzende onverwarmde ruimten p van de energiesector i. Voor de behandeling van aangrenzende onverwarmde ruimten wordt verwezen naar bijlage A.

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

7.10.3 Zonnwinsten door een venster

7.10.3.1 Definities

Een venster is een scheidingsconstructie die (gedeeltelijk) transparant is. Het raamprofiel, de eventuele vulpanelen en eventuele roosters vormen het opake deel. Van glas voorziene deuren worden als vensters behandeld. De grootte van de zonnwinsten door een venster 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 zonnwinsten door venster j als:

$$Q_{s,heat,w,m,j} = 0.95g_j A_{g,j} I_{s,m,j,shad} \quad (MJ)$$

met:

0.95 de reductiefactor voor vervuiling;

g_j de gemiddelde zonnetoetredingsfactor van venster j, bepaald volgens 7.10.3.3 (-);

$A_{g,j}$ de beglaasde oppervlakte van venster j in m²;

$I_{s,m,j,shad}$ de bezonning op venster j voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwning van vaste obstakels, in MJ/m², bepaald volgens bijlage C.

Indien de U-waarde van venster j bepaald wordt met de vereenvoudigde methode, neem dan steeds:

- indien $U_g \leq U_f$: $A_{g,j} = 0.7 A_{w,d,j}$
- indien $U_g > U_f$: $A_{g,j} = 0.8 A_{w,d,j}$

met:

$A_{w,d,j}$ de oppervlakte van de dagopening van venster j.

7.10.3.3 Gemiddelde zonnetoetredingsfactor g van een venster

7.10.3.3.1 Principe

De gemiddelde zonnetoetredingsfactor van een venster (g) 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 het venster, 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 het venster 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). 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 1 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 het gelijkwaardigheidsprincipe.

7.10.3.3.2 Rekenregel

Bepaal de gemiddelde zonnetoetredingsfactor van een venster als:

$$g = 0.9 \cdot (a_c F_c + (1 - a_c)) \cdot g_{g,\perp} \quad (-)$$

met:

0.9 een vaste waarde voor de invalshoekcorrectie;

F_c de reductiefactor voor zonnewering, bepaald volgens 7.10.3.4;

a_c de gemiddelde gebruiksfactor van de zonnewering, bepaald volgens 7.10.3.5;

$g_{g,\perp}$ de zonnetoetredingsfactor van de beglazing bij normale inval, bepaald volgens NBN EN 410.

Indien een venster 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 het venster

De reductiefactor voor een zonnewering in het vlak van het venster 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:

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

met:

$g_{g+c,\perp}$ de zonnetoetredingsfactor bij normale inval van de combinatie transparant deel en zonnewering, bepaald volgens NBN EN 13363-1, NBN EN 13363-2 of ISO 15099. NBN EN 13363-1 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 het venster, bepaald volgens NBN EN 410.

Indien $\vartheta_{g+c,\perp}$ 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 het venster

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 het venster

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 bij de bepaling van het E-peil.

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

$$F_C = \frac{I_{s,m,j,shad,wC}}{I_{s,m,j,shad,woC}} \quad (-)$$

met:

- $I_{s,m,j,shad,wC}$ de bezonning op venster j voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwing van zowel de vaste obstakels als de zonnewering, in MJ/m², bepaald volgens bijlage C. 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 venster j voor de beschouwde maand enkel rekening houdend met de beschaduwing van vaste obstakels, in MJ/m², bepaald volgens bijlage C.

7.10.3.5 Gemiddelde gebruiksfactor a_c

Stel bij een vaste zonnewering a_c steeds gelijk aan 1.

Ontleen in geval van een mobiele zonnewering a_c aan tabel 4. 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 , afhankelijk van het type berekening

	ruimteverwarming	oververhitting	ruimtekoeling
handbediend	0.0	0.5	0.2
automatisch	0.0	0.6	0.5

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:

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

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 m²;
- $I_{s,m,k,shad}$ de bezonning op het systeem k voor de beschouwde maand rekening houdend met de beschaduwning van vaste obstakels, in MJ/m², bepaald volgens bijlage C.

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:
- $g_{eff,t,m,k} = \alpha (g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}) \frac{U}{U_{te}}$
- 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:

$$g_{eff,t,m,k} = (R_{se} + R_t)(g_{t,h} - c_{m,k} \cdot g_{t,\perp}) \cdot U$$

met:

$$U = 1/(R_{se} + R_t + R_{al} + R_i + R_{si})$$
$$U_{te} = 1/(R_{se} + R_t + R_{al})$$

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;
- $g_{t,\perp}$ de zonnetoetredingsfactor van de voorzetconstructie onder normale invalshoek;
- U de warmtedoorgangscoefficiënt van het constructiedeel, van binnen tot buiten, in m².K/W;
- U_{te} de externe warmtedoorgangscoefficiënt van het constructiedeel, vanaf het oppervlak dat grenst aan de voorzetconstructie tot de buitenomgeving, in m².K/W;
- R_{se} de externe thermische oppervlakteweerstand, in m².K/W;

- R_t de thermische weerstand van de voorzetconstructie, in $m^2.K/W$;
 R_{si} de interne thermische oppervlakteweerstand, in $m^2.K/W$;
 R_{al} de thermische weerstand van de (ongeventileerde) luchtlaag tussen het opake deel en de voorzetconstructie, in $m^2.K/W$;
 R_i de thermische weerstand van het opake bouwdeel achter de voorzetconstructie, in $m^2.K/W$.

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)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
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 vensters niet te groot te nemen, indien nodig buitenzonnewering 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 zonnewinsten per kamer, de interne warmtewinsten, 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 zonder uitsluitel te geven over mogelijke oververhitting in een kamer.

De berekening gebeurt in 3 stappen.

In een 1^e stap wordt per energiesector een conventionele inschatting gemaakt van het risico op oververhitting. Als indicator voor het oververhittingsrisico worden de genormaliseerde overtollige warmtewinsten beschouwd. Indien het oververhittingsrisico in een energiesector onaanvaardbaar groot is, moeten verplicht maatregelen genomen worden om het risico terug te dringen tot onder de toegelaten maximale waarde, ongeacht of er al dan niet actieve koeling geplaatst wordt.

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 2^e 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 warmtewinsten 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.

Men is dus steeds verplicht het woongebouw zo te ontwerpen dat de oververhittingsindicator in elke energiesector altijd onder het toegelaten maximum blijft. Het is bovendien sterk aan te bevelen om ook onder de drempelwaarde voor fictieve koeling te blijven.

8.2 Bepaling van de oververhittingsindicator

Stel de indicator voor oververhitting van energiesector i gelijk aan de jaarlijkse genormaliseerde overtollige warmtewinsten van energiesector i t.o.v. de insteltemperatuur voor verwarming. Deze vormen de som van de overeenkomstige maandelijkse waarden:

$$I_{\text{overh,sec } i} = Q_{\text{excessnorm,sec } i,a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{excessnorm,sec } i,m} \quad (\text{Kh})$$

met

$$Q_{\text{excessnorm,sec } i,m} = \frac{(1 - \eta_{\text{util,overh,sec } i,m}) \cdot Q_{g,\text{overh,sec } i,m}}{H_{T,\text{overh,sec } i,m} + H_{V,\text{overh,sec } i,m}} \cdot \frac{1000}{3.6} \quad (\text{Kh})$$

waarin:

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

$$\eta_{\text{util,overh,sec } i,m} = a/(a + 1) \text{ voor } \gamma_{\text{overh,sec } i,m} = 1 \quad (-)$$

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

en:

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

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

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

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

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

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

met:

$\eta_{\text{util,overh,sec } i,m}$ de benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten van energiesector i , voor de evaluatie van het oververhittingsrisico (-);

$Q_{g,\text{overh,sec } i,m}$ de maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;

$Q_{i,\text{sec } i,m}$ de maandelijkse warmtewinst door interne warmteproductie in energiesector i , in MJ, bepaald volgens 7.9.2;

$Q_{s,\text{overh,sec } i,m}$ 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 (-);
$Q_{L,\text{overh,sec } i,m}$	de maandelijkse warmteverliezen van energiesector i door transmissie en ventilatie voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;
a	een numerieke parameter;
$Q_{T,\text{overh,sec } i,m}$	de maandelijkse warmteverliezen door transmissie van energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ;
$Q_{V,\text{overh,sec } i,m}$	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;
$H_{T,\text{overh,sec } i}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door transmissie voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in W/K, zoals hieronder bepaald;
$H_{V,\text{overh,sec } i}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door ventilatie voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in W/K, bepaald volgens nader door de minister vast te leggen regels ⁶ ;
$\tau_{\text{overh,sec } i,m}$	de tijdconstante van energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in s;
$C_{\text{sec } i}$	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.

Een wooneenheid voldoet aan de eis m.b.t. de beperking van het risico op oververhitting⁷ indien de oververhittingsindicator van elke energiesector kleiner is dan de maximaal toegelaten waarde van 17500 Kh.

Indien de oververhittingsindicator van een energiesector groter is dan de maximaal toegelaten waarde, pas dan het bouwkundig ontwerp aan. Gunstige aanpassingen om het risico op oververhitting te verminderen zijn:

- De glasoppervlakte verminderen.
- Zonnewering (met inbegrip van selectieve beglazing) voorzien bij de vensters die directe bezonning krijgen.
- De effectieve thermische massa opdrijven. Binnen het kader van de conventionele bepaling van de energieprestatie beperkt deze ingreep zich tot een verhoging van licht naar matig zwaar, van matig zwaar naar half zwaar en van half zwaar naar zwaar.
- Voorzieningen voor intensieve ventilatie aanbrenge, in het bijzonder voor nachtelijke ventilatie.

$H_{T,\text{overh,sec } i,m}$ wordt bepaald volgens 7.7.2. Indien echter de invloed van bouwknoopen op forfaitaire manier ingerekend worden (volgens 3.3 van bijlage VIII bij dit besluit), wordt deze forfaitaire toeslag buiten beschouwing gelaten bij de evaluatie van het oververhittingsrisico.

⁶ Een pragmatische methode is in ontwikkeling om de mogelijkheden tot intensieve (nachtelijke) ventilatie te evalueren (bv. het veilig kunnen openlaten 's nachts van vensters (en andere openingen) en het ermee overeenkomend ventilatiedebiet).

⁷ In geval van overschrijding van het maximum wordt bij de berekening van de administratieve geldboete in 1^e instantie de overschrijding van de oververhittingsindicator vermenigvuldigd met het volume van de energiesector. Elke overschrijding van 1000 Khm³ wordt vervolgens gelijkgesteld met een primair energieverbruik van 2MJ/jaar. Hierop wordt de geldboete gebaseerd. In 2^e instantie worden de (eventuele) geldboeten van elk van de verschillende energiesectoren opgeteld om de totale geldboete voor de wooneenheid te bekomen.

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):

1. indien actieve koeling geplaatst is, geldt:

$$2. \quad p_{\text{cool,sec } i} = 1 \quad (-)$$

3. indien geen actieve koeling geplaatst is, geldt:

$$4. \quad p_{\text{cool,sec } i} = \max \left\{ 0, \min \left(\frac{I_{\text{overh,sec } i} - I_{\text{overh,thresh}}}{I_{\text{overh,max}} - I_{\text{overh,thresh}}}, 1 \right) \right\} \quad (-)$$

met:

$I_{\text{overh,thresh}}$ 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 8000 Kh;

$I_{\text{overh,max}}$ de maximaal toegelaten waarde, zoals hierboven vastgelegd, in Kh.

8.4 Koeling

Bepaal de netto energiebehoefte voor koeling per maand en per energiesector i als het product van de conventionele waarschijnlijkheid dat actieve koeling geplaatst wordt en de overtollige warmtewinsten t.o.v. de insteltemperatuur voor koeling:

$$Q_{\text{cool,net,sec } i,m} = p_{\text{cool,sec } i} \cdot Q_{\text{excess,cool,sec } i,m} \quad (\text{MJ})$$

met

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

$Q_{\text{excess,cool,sec } i,m}$ de overtollige warmtewinsten t.o.v. de insteltemperatuur voor koeling, in MJ, zoals hieronder bepaald.

Bepaal de overtollige warmtewinsten t.o.v. de insteltemperatuur voor koeling, $Q_{\text{excess,cool,sec } i,m}$, met:

$$Q_{\text{excess,cool,sec } i,m} = (1 - \eta_{\text{util,cool,sec } i,m}) \cdot Q_{g,\text{cool,sec } i,m} \quad (\text{MJ})$$

waarbij:

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

$$\eta_{\text{util,cool,sec } i,m} = a / (1 + a) \quad \text{voor } \gamma_{\text{cool,sec } i,m} = 1 \quad (-)$$

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

en:

$$\gamma_{\text{cool,seci,m}} = Q_{\text{g,cool,seci,m}} / Q_{\text{L,cool,seci,m}} \quad (-)$$

$$a = 1 + \frac{\tau_{\text{cool,seci,m}}}{54000} \quad (-)$$

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

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

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

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

$\eta_{\text{util,cool,sec i,m}}$	de benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten 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, waarbij de invallende bezonning (Tabel 1) evenwel verhoogd wordt met 10%;
$\gamma_{\text{cool,sec i,m}}$	de verhouding tussen de maandelijkse warmtewinsten en de maandelijkse warmteverliezen 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	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 2°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 $H_{\text{T,overh,sec i,m}}$ zoals bepaald in 8.2;
$H_{\text{V,cool,sec i}}$	de warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door ventilatie voor de bepaling van de koelbehoefte, in W/K, bepaald volgens 7.8.2;
$\tau_{\text{cool,sec i,m}}$	de 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.

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 warmtekrachtinstallaties. Bij plaatselijke verwarming gebeurt de warmteopwekking in de systemen van warmteafgifte zelf;
- Eventueel een warmteopslagsysteem;
- Een systeem van warmteverdeling. Bij een hydronische centrale verwarming zijn dat leidingen, bij luchtverwarming kanalen. Plaatselijke verwarming heeft geen systeem van warmteverdeling;
- Een systeem van warmteafgifte. Radiatoren, convectoren, vloerleidingen, plafondbleidingen, 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 6), 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 2 types: installaties met ogenblikkelijke opwarming van het warm tapwater en installaties met warmteopslag. In beide gevallen kan de warmteopwekkingsinstallatie voor ruimteverwarming de warmte leveren ofwel hebben ruimteverwarming en warm tapwater elk een eigen warmteopwekkingstoestel;
- Een verdeelsysteem. Moet dit systeem grote afstanden overbruggen, dan wordt vaak een circulatieleiding voorzien.

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 1 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:

1. De niet gerecupereerde opslag- en verdeelverliezen;
2. Een bijkomende verliesstroom doorheen de uitwendige scheidingsconstructies achter, onder of boven het verwarmingselement;
3. Een bijkomende verliesstroom als gevolg van temperatuurstratificatie, waardoor op referentiehoogte de resulterende temperatuur lager ligt dan op plafondhoogte;
4. 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;
5. Een bijkomende verliesstroom doordat de gebouwgebruikers de instelwaarde minus de differentie als gewenste temperatuur zien.

De maandelijksse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming wordt berekend als:

$$Q_{\text{heat,gross,seci,m}} = \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{\eta_{\text{sys,heat,seci,m}}} \quad (\text{MJ})$$

met:

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

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:

$$\eta_{\text{sys,heat,seci,m}} = \eta_{\text{em,heat,seci,m}} \eta_{\text{distr,heat,seci,m}} \eta_{\text{stor,heat,seci,m}} \quad (-)$$

met:

$\eta_{\text{em,heat,seci,m}}$	het maandgemiddeld afgifterendement van energiesector i, bepaald volgens 9.2.2.2;
$\eta_{\text{distr,heat,seci,m}}$	het maandgemiddeld verdeelrendement van energiesector i, bepaald volgens 9.2.2.3;
$\eta_{\text{stor,heat,seci,m}}$	het maandgemiddeld opslagrendement van energiesector i, bepaald volgens 9.2.2.4.

Het maandgemiddeld afgifterendement 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 Afgifterendement

Neem als eenvoudige benadering de waarden van tabel 6. Voor een detailberekening wordt verwezen naar bijlage D.

Indien er in geval van centrale verwarming meer dan 1 afgiftesysteem in de energiesector aanwezig is, beschouw dan het systeem met het slechtste afgifterendement uit tabel 6.

Gebruik van bijlage D 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 1 type aanwezig blijft: zie ook 5.3.2.

Tabel 6: Rekenwaarden voor het afgifterendement

Centrale verwarming		
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)
Plaatselijke verwarming		
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
elektrische weerstandsverwarming ingebed in vloer, muur of plafond		0.87
Gemeenschappelijke verwarming		
Indien meerdere wooneenheden over een gemeenschappelijke warmteopwekkingsinstallatie beschikken dienen de bovenstaande waarden (voor centrale verwarming) als volgt verminderd te worden:		
<ul style="list-style-type: none"> indien er per 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 		
<ul style="list-style-type: none"> indien er geen dergelijke geïndividualiseerde reële warmtekostenafrekening gebeurt: vermenigvuldig de van toepassing zijnde bovenstaande waarde met de factor 0.85 		

(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 verdeelsysteem⁸:

- 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.

⁸ Een variabele instelwaarde kan verwezenlijkt worden hetzij m.b.v. een glijdende keteltemperatuursregeling, hetzij m.b.v. een driewegsmengkraan onmiddellijk na de ketel mits die voorzien is van een automatische regeling met variabel setpoint.

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.

Tabel 7: Verdeelrendement

Verwarmingsinstallatie	$\eta_{\text{distr,heat,sec i,m}}$
<u>Plaatselijke verwarming</u>	1.00
<u>Centrale verwarming met warm water of lucht, gemeenschappelijke verwarming</u>	
- Alle leidingen of kanalen binnen de isolatielaag van het beschermd volume	1.00
- Een deel van de leidingen of kanalen buiten de isolatielaag van het beschermd volume	0.95

9.2.2.4 Opslagrendement

Neem als eenvoudige benadering voor het maandelijks opslagrendement de constante waarden van tabel 8. Gunstigere waarden mogen op basis van het gelijkwaardigheidsprincipe gebruikt worden.

Tabel 8: Opslagrendement

Opslag van warmte voor ruimteverwarming in een (of meerdere) buffervat(en)	$\eta_{\text{stor,heat,sec i,m}}$
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:

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

$$Q_{\text{water,sin ki,gross,m}} = r_{\text{water,sin ki,gross}} \times \frac{Q_{\text{water,sin ki,net,m}}}{\eta_{\text{sys,sin ki,m}}} \quad (\text{MJ})$$

met:

$Q_{\text{water,bath } i,\text{net},m}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i , in MJ, bepaald volgens 7.3;
$Q_{\text{water,sink } i,\text{net},m}$	de maandelijkse 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 koudwatertoevoer 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 erkende regels (-);
$r_{\text{water,sink } i,\text{gross}}$	een reductiefactor voor het effect van de voorverwarming van de koudwatertoevoer 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 erkende 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.

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-volume' (bv. een eengezinswoning of een bejaardentehuis) als op meerdere 'EPW-volumes' (bv. de verschillende 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:

$$\eta_{\text{sys,bath } i,m} = \eta_{\text{tubing,bath } i}$$

$$\eta_{\text{sys,sink } i,m} = \eta_{\text{tubing,sink } i}$$

– met circulatieleiding:

$$\eta_{\text{sys,bath } i,m} = \eta_{\text{tubing,bath } i} \eta_{\text{water,circ } k,m}$$

$$\eta_{\text{sys,sink } i,m} = \eta_{\text{tubing,sink } i} \eta_{\text{water,circ } k,m}$$

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:

- waarden bij ontstentenis:

$$\eta_{\text{tubing,bath i}} = 0.72 \qquad \eta_{\text{tubing,sink i}} = 0.24$$

- of rekening houdend met de lengte van de leidingen:

$$\eta_{\text{tubing,bath i}} = \frac{25}{25 + l_{\text{tubing,bath i}}/r_{\text{water,bath i,net}}}$$

$$\eta_{\text{tubing,sink i}} = \frac{9.5}{9.5 + l_{\text{tubing,sink i}}/r_{\text{water,sink i,net}}}$$

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 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;

$r_{\text{water,bath i,net}}$

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 erkende 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 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;

$r_{\text{water,sink i,net}}$

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 erkende regels (-).

Bepaal de bijdrage van de circulatieleiding k als:

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

met:

$$Q_{\text{water out, circ k, m}} = \sum_i \left(w_{\text{bath i, circ k}} \frac{Q_{\text{water, bath i, net, m}}}{\eta_{\text{tubing, bath i}}} + w_{\text{sink i, circ k}} \frac{Q_{\text{water, sink i, net, m}}}{\eta_{\text{tubing, sink i}}} \right) \quad (\text{MJ})$$

en:

t_m	de lengte van de betreffende maand in Ms, zie tabel 1;
$l_{\text{circ k, j}}$	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: $\theta_{\text{amb, m, j}} = 11 + 0.4 \theta_{e, m}$; - 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;
$R_{1, j}$	de lineaire warmteweerstand van leidingsegment j, in mK/W, bepaald volgens bijlage E.3;
$w_{\text{bath i, circ k}}$	een factor die inreket of douche of bad i bediend wordt door circulatieleiding k: zo ja, stel $w_{\text{bath i, circ k}} = 1$; zo nee, stel $w_{\text{bath i, circ k}} = 0$;
$Q_{\text{water, bath i, net, m}}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad i, bepaald volgens 7.3, in MJ;
$w_{\text{sink i, circ k}}$	een factor die inreket of keukenaanrecht i bediend wordt door de circulatieleiding: zo ja, stel $w_{\text{sink i, circ k}} = 1$; zo nee, stel $w_{\text{sink i, circ k}} = 0$;
$Q_{\text{water, sink i, net, m}}$	de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van keukenaanrecht i, bepaald volgens 7.3, in MJ.

Er dient gesommeerd te worden over alle segmenten j van circulatieleiding k en over alle douches, baden en keukenaanrechten i.

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 en bij warmtepompen via de seizoensprestatiefactor (SPF). In voorkomend geval wordt gelijktijdig rekening gehouden met de nuttige bijdrage van thermische zonne-energiesystemen. Voor koeling geldt een specifieke procedure.

Bij uitbreiding van een gebouw kunnen zich volgende gevallen voordoen:

- Indien de uitbreiding verwarmd wordt met nieuwe warmteopwekkingstoestellen die onafhankelijk van de bestaande toestellen werken, wordt onderstaande procedure onverminderd toegepast.
- Indien er nieuwe warmteopwekkingstoestellen geplaatst worden die in combinatie met de bestaande toestellen werken, dan dient onderstaande procedure toegepast te worden waarbij de bestaande toestellen buiten beschouwing blijven.
- Indien er geen bijkomende toestellen geplaatst worden, maar enkel gebruik gemaakt wordt van bestaande toestellen, dan mag naar keuze:
 - onderstaande procedure toegepast worden op de bestaande toestellen mits alle benodigde informatie eenduidig beschikbaar is
 - gerekend worden met volgende waarden bij ontstentenis (waarbij aangenomen wordt dat het om verschillende opwekkingstoestellen voor ruimteverwarming en warm tapwater gaat):
 - energiedrager: gasolie
 - $\eta_{\text{gen,heat}} = 0.77$ (t.o.v. de bovenste verbrandingswaarde)
 - $\eta_{\text{gen,water}} = 0.45$ (t.o.v. de bovenste verbrandingswaarde)

10.2 Maandelijks eindenergieverbruik voor ruimteverwarming

10.2.1 Principe

De energie nodig om een energiesector te verwarmen kan door 1 enkel opwekkingstoestel geleverd worden, of door een combinatie van parallel geschakelde toestellen. Omwille van dit laatste geval wordt het formalisme ingevoerd van een preferent en niet-preferent geschakeld toestel. In het (meest gebruikelijke) geval dat er geen parallel toestel is, komt dit overeen met een preferent aandeel van 100%. Onderstaande uitdrukkingen geven dan als resultaat een nulverbruik voor het niet-preferente toestel.

10.2.2 Rekenregel

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

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

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

waarin:

$f_{\text{heat,m,pref}}$	de maandgemiddelde fractie van de totale hoeveelheid warmte die door de preferent geschakelde warmteopwekker(s) wordt geleverd, ontleend aan tabel 9 (-). Indien er slechts 1 toestel is, geldt: $f_{\text{heat,m,pref}} = 1$;
$f_{\text{as,heat,sec } i,m}$	het aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens 10.4.1 (-). Indien er geen thermisch zonne-energiesysteem is dat bijdraagt tot de ruimteverwarming van energiesector i , bedraagt de waarde van $f_{\text{as,heat,sec } i,m}$ 0;
$Q_{\text{heat,gross,sec } i,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens 9.2.1, in MJ;
$\eta_{\text{gen,heat,pref}}$	het maandgemiddeld opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s), bepaald volgens 10.2.3 (-);
$\eta_{\text{gen,heat,npref}}$	het maandgemiddeld opwekkingsrendement van de niet-preferente warmte-opwekker(s), bepaald volgens 10.2.3 (-).

Voor de groepering van preferente en niet-preferente warmteopwekkers en het aandeel in het totaal geïnstalleerd vermogen, gelden dezelfde regels als gespecificeerd in 7.1 en 7.3.1 van bijlage VI bij dit besluit (Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van kantoren en scholen).

Tabel 9: Waarde van $f_{\text{heat,m,pref}}$ in functie van het aandeel van het preferente warmteopwekkingssysteem in het geïnstalleerd vermogen

Aandeel in het totaal geïnstalleerd vermogen van de preferente opwekker	J	F	M	A	M-S	O	N	D
Waterketels, warme lucht generatoren of elektrische weerstandsverwarming								
< 0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2 – 0.3	0.44	0.46	0.55	0.72	1	0.89	0.54	0.42
0.3 – 0.4	0.68	0.74	0.88	1	1	1	0.87	0.67
> 0.4	1	1	1	1	1	1	1	1
Warmtepompen of gebouwgebonden WKK								
< 0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1 – 0.2	0.42	0.44	0.53	0.70	1	0.86	0.52	0.40
0.2 – 0.3	0.69	0.73	0.86	1	1	1	0.86	0.66
0.3 – 0.4	0.81	0.86	1	1	1	1	1	0.78
0.4 – 0.6	0.85	0.90	1	1	1	1	1	0.81
0.6 – 0.8	0.86	0.91	1	1	1	1	1	0.82
> 0.8	1	1	1	1	1	1	1	1

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. Elektrisch

hulpenergieverbruik voor waterketels en warme lucht generatoren wordt ingerekend in 11.1.2. Het verbruik van een waakvlam wordt in voorkomend geval ingerekend in 11.1.3. De bepaling van het opwekkingsrendement, vermeld in dit hoofdstuk, is ook van toepassing voor de warmteopwekking ten behoeve van bevochtiging, zie paragraaf 7.4.1 van bijlage VI bij dit besluit (Bepaling van het peil van primair energieverbruik van kantoor- en schoolgebouwen).

10.2.3.2 Opwekkingsrendement van verwarmingstoestellen die geen elektrische warmtepomp zijn

Ontleen het opwekkingsrendement aan tabel 10.

Tabel 10 Opwekkingsrendement voor ruimteverwarming (met uitzondering van warmtepompen)

Warmteopwekkingstoestel	Opwekkingsrendement $\eta_{\text{gen,heat}}$
<u>Centrale verwarming</u>	
- condenserende waterketel (1)(2)	$f_{l/h}[\eta_{30\%} + 0.003(\theta_{30\%} - \theta_{\text{ave,boiler}})]$
- niet-condenserende waterketel (1)(2)	$f_{l/h} \eta_{30\%}$
- warme lucht generator (1)	$f_{l/h} \eta_{30\%}$
- gebouwgebonden WKK	$\epsilon_{\text{cogen,th}}$
- externe warmtelevering	$\eta_{\text{equiv,heat,dh}}$
- elektrische weerstandsverwarming (1)	1.00
<u>Plaatselijke verwarming (3)</u>	
- kolenkachel	$f_{l/h} 0.77$
- houtkachel	$f_{l/h} 0.77$
- oliekachel	$f_{l/h} 0.80$
- gaskachel	$f_{l/h} 0.83$
- elektrische weerstandsverwarming	1.00
<u>Speciale gevallen</u>	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 houdt⁹ (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.

⁹ Ongeacht of de keteltemperatuur constant blijft, of toch beperkt kan dalen tot een lager temperatuurniveau (maar niet helemaal tot op omgevingstemperatuur).

(3) Indien de fabrikant voor het opwekkingsrendement van een plaatselijk verwarmingstoestel een waarde kan voorleggen die bepaald werd volgens vooraf door de minister erkende 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 volgens vooraf door de minister erkende regels behandeld te worden.

De symbolen in de tabel zijn als volgt gedefinieerd:

$f_{l/h}$	is een vermenigvuldigingsfactor gelijk aan de verhouding van de onderste tot de bovenste verbrandingswaarde van de gebruikte brandstof, ontleend aan bijlage F;
$\eta_{30\%}$	het deellastrendement bij een belasting van 30%. Bij luchtverwarmers waarvoor het rendement bij 30% belasting niet gemeten kan worden, mag de waarde bij 100% belasting gehanteerd worden;
$\theta_{30\%}$	de ketelinlaattemperatuur waarbij het 30% deellastrendement bepaald is, in °C;
$\theta_{ave,boiler}$	de te hanteren seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur, zoals hieronder bepaald, in °C;
$\epsilon_{cogen,th}$	het thermisch omzettingsrendement (t.o.v. de bovenste verbrandingswaarde) voor gebouwgebonden warmtekrachtkoppeling, ontleend aan Tabel 16 van bijlage A in bijlage VI bij dit besluit (Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van kantoren en scholen);
$\eta_{equiv,heat,dh}$	het rendement voor externe warmtelevering.

Bepaal ingeval van condenserende ketels de seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur met:

$$\theta_{ave,boiler} = 6.4 + 0.63 \times \theta_{return,design}$$

waarin:

$\theta_{ave,boiler}$ de te hanteren seizoensgemiddelde ketelwatertemperatuur, in °C;

$\theta_{return,design}$ de ontwerp retourtemperatuur van het warmteafgiftesysteem, in °C.

De waarde bij ontstentenis voor de ontwerp retourtemperatuur is 45°C voor oppervlakteverwarmingssystemen (vloer-, muur- of plafondverwarming) en 70°C voor alle andere warmteafgiftesystemen. Als in één energiesector beide types systemen voorkomen, moet het systeem met de hoogste ontwerp retourtemperatuur beschouwd worden¹⁰. Betere waarden kunnen ingebracht worden overeenkomstig vooraf door de minister erkende regels.

10.2.3.3 Elektrische warmtepompen

Bij elektrische warmtepompen wordt het opwekkingsrendement gelijkgesteld aan de gemiddelde seizoensprestatiefactor (SPF). De gemiddelde seizoensprestatiefactor geeft de verhouding weer tussen de warmte die de warmtepomp in de loop van het verwarmingsseizoen aflevert en de energie die daartoe nodig is. De gemiddelde seizoensprestatiefactor hangt af van de gemiddelde temperatuur van de verdamper en de gemiddelde temperatuur van de condensor tijdens de beschouwde periode en van de energie, die nodig is om tijdens die periode de warmte aan de bron te onttrekken en de verdamper te ontdooien. De gemiddelde seizoensprestatiefactor verschilt naargelang de bron waaruit de warmtepomp warmte haalt:

¹⁰ 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.

- Bodem. 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. Alternatief kan het werkfluïdum van de warmtepomp direct in bodemleidingen circuleren en daar verdampen;
- Grondwater. Grondwater wordt opgepompt, staat zijn warmte af aan de verdamper en wordt terug de bodem ingepompt;
- 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.

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 dubbelstellingen 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.

Stel het opwekkingsrendement van warmtepompen gelijk aan de gemiddelde seizoensprestatiefactor, SPF:

$$\eta_{\text{gen,heat}} = \text{SPF}$$

met

$$\text{SPF} = f_{\theta} f_{\Delta\theta} f_{\text{pumps}} f_{\text{AHU}} \text{COP}_{\text{test}} \quad (-)$$

waarin:

f_{θ}	een correctiefactor voor het verschil tussen de ontwerpvertrektemperatuur naar het systeem van warmteafgifte (of desgevallend warmteopslag) en de uitlaattemperatuur van de condensor in de test volgens NBN EN 14511, in geval van warmtetransport met water;
$f_{\Delta\theta}$	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 NBN EN 14511, in geval van warmtetransport met water;
f_{pumps}	een correctiefactor voor het energieverbruik van een pomp op het circuit naar de verdamper;
f_{AHU}	een correctiefactor voor het verschil in luchtdebiet bij ontwerp en het luchtdebiet bij de test volgens NBN EN 14511. f_{AHU} komt enkel tussen bij de warmtepompen op ventilatielucht;
COP_{test}	de prestatiecoëfficiënt (coefficient of performance) van de warmtepomp volgens NBN EN 14511 onder de testomstandigheden omschreven als 'standard rating conditions' in deel 2 van de norm.

Correctiefactor f_{θ}

- Lucht als warmteafvoerend fluïdum: $f_{\theta}=1$
- Water als warmteafvoerend fluïdum: $f_{\theta} = 1 + 0.01(43 - \theta_{\text{supply,design}})$ met: $\theta_{\text{supply,design}}$ de vertrektemperatuur naar het systeem van warmteafgifte in °C bij de ontwerpomstandigheden. Hierbij dient niet enkel rekening gehouden te worden met het afgiftesysteem, maar ook met de dimensionering van een eventueel buffervat (maximale opslagtemperatuur). Als waarde bij ontstentenis mag voor oppervlakteverwarmingssystemen (vloer-, muur- en plafondverwarming) $\theta_{\text{supply,design}} = 55^{\circ}\text{C}$ genomen worden en voor alle andere warmteafgiftesystemen $\theta_{\text{supply,design}} = 90^{\circ}\text{C}$. Indien in één energiesector beide types systemen voorkomen, moet het systeem met de hoogste vertrektemperatuur beschouwd te worden¹¹. Betere waarden kunnen ingebracht worden overeenkomstig vooraf door de minister erkende regels.

Correctiefactor $f_{\Delta\theta}$

- Lucht als warmteafvoerend fluïdum: $f_{\Delta\theta} = 1$
- Water als warmteafvoerend fluïdum: $f_{\Delta\theta} = 1 + 0.01(\Delta\theta_{\text{design}} - \Delta\theta_{\text{test}})$ met $\Delta\theta_{\text{design}}$ het temperatuursverschil in °C tussen vertrek en retour van het afgiftesysteem (of desgevallend de warmteopslag) bij ontwerpomstandigheden en $\Delta\theta_{\text{test}}$ de temperatuurstoename van het water over de condensor in °C, bij het testen volgens NBN EN 14511. Als waarde bij ontstentenis mag $f_{\Delta\theta} = 0.93$ genomen worden.

Correctiefactor f_{pumps}

- Geen pomp voor de warmtetoever naar de verdamper: $f_{\text{pumps}}=1$ (d.w.z. lucht als warmtebron of directe verdamping in de bodem);
- Elektrisch vermogen van de pomp niet gekend: $f_{\text{pumps}} = 5/6$;

¹¹ Het is steeds toegelaten de energiesector op te delen in verschillende kleinere energiesectoren en voor elke sector apart het van toepassing zijnde warmteafgiftesysteem te beschouwen.

- Elektrisch vermogen van de pomp (P_{pumps} , in kW) wel gekend: $f_{\text{pumps}} = \frac{1}{1 + P_{\text{pumps}}/P_{\text{HP}}}$
met P_{HP} het elektrisch vermogen (in kW) van de warmtepomp volgens NBN EN 14511 bij dezelfde testomstandigheden als waarbij COP_{test} bepaald is.

Correctiefactor f_{AHU}

Deze factor komt enkel tussen wanneer de ventilatietoever en/of de ventilatieafvoer gebruikt worden.

- Afgevoerde ventilatielucht enige warmtebron (zonder voorafgaande menging met buitenlucht), toegevoerde ventilatielucht enig warmteafvoerend fluïdum (zonder recirculatie van ruimtelucht).

$$f_{\text{AHU}} = \frac{0.51 + 0.7 \min(\dot{V}_{\text{supply}}, \dot{V}_{\text{extr}})/\dot{V}_{\text{max}}}{0.51 + 0.7 \dot{V}_{\text{test}}/\dot{V}_{\text{max}}}$$

Als waarde bij ontstentenis mag genomen worden: $f_{\text{AHU}} = 0.51$

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

$$f_{\text{AHU}} = \frac{0.75 + 0.35 \dot{V}_{\text{extr}}/\dot{V}_{\text{max}}}{0.75 + 0.35 \dot{V}_{\text{test}}/\dot{V}_{\text{max}}}$$

Als waarde bij ontstentenis mag genomen worden: $f_{\text{AHU}} = 0.75$

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

$$f_{\text{AHU}} = \frac{0.75 + 0.35 \dot{V}_{\text{supply}}/\dot{V}_{\text{max}}}{0.75 + 0.35 \dot{V}_{\text{test}}/\dot{V}_{\text{max}}}$$

Als waarde bij ontstentenis mag genomen worden: $f_{\text{AHU}} = 0.75$

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

Hierbij zijn:

\dot{V}_{max}	het maximaal luchtdebiet doorheen de installatie in m^3/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 m^3/h bij de test volgens NBN EN 14511;
\dot{V}_{extr}	het ontwerpafvoerdebiet doorheen de installatie, in m^3/h ;
\dot{V}_{supply}	het ontwerpvoerdebiet doorheen de installatie, in m^3/h .

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 geschakelde toestellen. Voor de verschillende tappunten in de badkamer en de keuken kunnen eventueel verschillende toestellen (of combinatie van toestellen) gebruikt worden. Omwille van het geval met meerdere parallelle toestellen wordt, volledig analoog aan ruimteverwarming, het formalisme ingevoerd van een preferent en niet-preferent geschakeld toestel. In het (meest gebruikelijke) geval dat er geen parallel toestel is, komt dit overeen met een preferent aandeel van 100%.

Onderstaande uitdrukkingen geven dan als resultaat een nulverbruik voor het niet-preferente toestel.

10.3.2 Rekenregel

Het eindenergieverbruik voor warm tapwater wordt per maand gegeven door:

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

$$Q_{\text{water,bath } i,\text{final},m,\text{npref}} = \frac{(1 - f_{\text{water,bath } i,m,\text{pref}}) \times (1 - f_{\text{as,water,bath } i,m}) \times Q_{\text{water,bath } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,bath } i,m,\text{npref}}} \quad (\text{MJ})$$

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

$$Q_{\text{water,sink } i,\text{final},m,\text{npref}} = \frac{(1 - f_{\text{water,sink } i,m,\text{pref}}) \times (1 - f_{\text{as,water,sink } i,m}) \times Q_{\text{water,sink } i,\text{gross},m}}{\eta_{\text{gen,water,sink } i,m,\text{npref}}} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

$f_{\text{water},m,\text{pref}}$

de maandgemiddelde fractie van de totale warmtelevering welke door de preferent geschakelde warmteopwrekker(s) wordt geleverd, met index 'bath i' of 'sink i' al naar gelang het geval (-):

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

* indien er meerdere parallelle warmteopwekkers zijn en deze toestellen ook voor ruimteverwarming instaan, ontleen dan de waarde aan tabel 9;

* indien er meerdere parallelle warmteopwekkers zijn en deze toestellen enkel voor de bereiding van warm tapwater instaan, stel dan $f_{\text{water},m,\text{pref}}$ gelijk aan de verhouding tussen het geïnstalleerd vermogen van het preferente toestel en het totaal geïnstalleerd vermogen van de warmteopwekkers voor warm tapwater;

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

het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens 10.4.1 ingeval het systeem ook bijdraagt tot de ruimteverwarming en volgens 10.4.2 ingeval het systeem enkel meehelpt bij de bereiding van warm tapwater (-). Met indices 'water,bath i' en 'water,sink i' voor de warm tapwater bereiding van respectievelijk douche(s)/bad(en) en keukenaanrecht(en). Indien de beschouwde warm tapwaterstroom niet m.b.v. een thermisch zonne-energiesysteem voorverwarmd wordt, bedraagt de waarde van $f_{\text{as},m}$ 0 (en wordt ze niet bepaald volgens 10.4.1 of 10.4.2);

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

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

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

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

$\eta_{\text{gen,water,bath } i,\text{m,pref}}$	het maandgemiddeld opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad <i>i</i> , bepaald volgens 10.3.3 (-);
$\eta_{\text{gen,water,bath } i,\text{m,npref}}$	het maandgemiddeld opwekkingsrendement van de niet-preferente warmte-opwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad <i>i</i> , bepaald volgens 10.3.3 (-);
$\eta_{\text{gen,water,sink } i,\text{m,pref}}$	het maandgemiddeld opwekkingsrendement van de preferente warmteopwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht <i>i</i> , bepaald volgens 10.3.3 (-);
$\eta_{\text{gen,water,sink } i,\text{m,npref}}$	het maandgemiddeld opwekkingsrendement van de niet-preferente warmte-opwekker(s) voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht <i>i</i> , bepaald volgens 10.3.3 (-).

10.3.3 Opwekkingsrendement voor warm tapwater

10.3.3.1 *Principe*

Het opwekkingsrendement van een warmteopwekkingsinstallatie voor warm tapwater wordt gedefinieerd als de verhouding tussen de nuttige warmtelevering aan het water, gemeten aan het vertrekpunt van de warm tapwater leiding (al naar gelang het geval, vanaf het opwekkingstoestel of vanaf het opslagvat), en de energie nodig om die warmte te produceren, inbegrepen de opslagverliezen en mogelijke elektrische hulpenergie. Het verbruik van een waakvlam wordt in voorkomend geval ingerekend in 11.1.3.

10.3.3.2 *Rekenwaarden*

Neem de waarden van tabel 11. De tabel is geldig zowel voor opwekkingstoestellen die enkel het tapwater verwarmen, als voor toestellen die zowel voor de ruimteverwarming als voor de warm tapwater voorziening instaan.

Opwekkingsinstallaties die ogenblikkelijk het tapwater opwarmen, genereren slechts warmte op de ogenblikken dat er warm water getapt wordt, zonder dat er ergens in de installatie op 1 of andere manier warmteopslag plaatsvindt. Van zodra de warm water tapping ophoudt, stopt in deze installaties ook de warmteproductie volledig en het ganse systeem koelt af tot op omgevingstemperatuur.

Opwekkingsinstallaties met warmteopslag houden een hoeveelheid warmte beschikbaar in een voorraadvat, ook op ogenblikken dat er geen warm water getapt wordt. De warmteopslag kan zowel onder de vorm van het warm tapwater zelf zijn, als onder de vorm van ketelwater, waarbij in dit laatste geval 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) blijven dezelfde opwekkingsrendementen van toepassing.

Tabel 11: Rekenwaarden voor het opwekkingsrendement $\eta_{\text{gen,water}}$ voor de bereiding van warm tapwater

	ogenblikkelijke opwarming	met warmteopslag
verbrandingstoestel (1)	0.50	0.45
elektrische weerstandsverwarming	0.75	0.70
elektrische warmtepomp	1.45	1.40
gebouwegebonden WKK (1)	$\epsilon_{\text{cogen,th}} + 0.05$	$\epsilon_{\text{cogen,th}}$
externe warmtelevering	$\eta_{\text{equiv,water,dh}}$	$\eta_{\text{equiv,water,dh}} - 0.05$
andere gevallen	gelijkwaardigheid (2)	

- (1) Deze cijfers zijn reeds de rendementen t.o.v. de bovenste verbrandings-waarde.
 (2) Afwijkingen t.o.v. bovenstaande categorieën dienen o.b.v. gelijkwaardigheid volgens vooraf door de minister erkende regels behandeld te worden.

In de tabel zijn de symbolen als volgt gedefinieerd:

- $\epsilon_{\text{cogen,th}}$ het thermisch omzettingsrendement (t.o.v. de bovenste verbrandingswaarde) voor gebouwgebonden warmtekrachtkoppeling, ontleend aan Tabel 18 van bijlage A in bijlage VI bij dit besluit (Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van kantoren en scholen);
 $\eta_{\text{equiv,water,dh}}$ het in te zetten rendement voor externe warmtelevering voor de warmtapwaterbereiding.

10.4 Maandelijkse nuttige energiebijdrage van een thermisch zonne-energiesysteem

10.4.1 Ruimteverwarming en warm tapwater

10.4.1.1 Eenvoudige benadering

Bepaal de maandelijkse nuttige energiebijdrage (als aandeel van de totale warmtevraag) van een thermisch zonne-energiesysteem voor ruimteverwarming en warm tapwater als¹²:

$$f_{\text{as,heat,seci,m}} = f_{\text{as,water,bathi,m}} = f_{\text{as,water,sinki,m}} = \min\left(1, \eta_{\text{as,sh+wh,m}} Q_{\text{as,m}} / Q_{\text{demand,as,sh+wh,m}}\right) \quad (-)$$

met:

$$Q_{\text{as,m}} = \sum_j (A_{\text{as,j}} I_{\text{as,m,shad,j}}) \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{demand,as,sh+wh,m}} = Q_{\text{demand,as,water,m}} + \sum_i Q_{\text{heat,gross,seci,m}} \quad (\text{MJ})$$

$$Q_{\text{demand,as,water,m}} = \sum_i (Q_{\text{water,bathi,gross,m}} + Q_{\text{water,sinki,gross,m}}) \quad (\text{MJ})$$

waarin:

¹² De Engelse term voor f is 'solar fraction', verder vertaald als zonnefractie. Ze kan theoretisch variëren tussen de waarden 0 (helemaal geen bijdrage van de zonne-energie) en 1 (volledige dekking door zonne-energie).

$\eta_{as,sh+wh,m}$	het maandgemiddeld rendement van het thermisch zonne-energiesysteem;
$Q_{as,m}$	de maandelijkse zonne-instraling op het thermisch zonne-energiesysteem, rekening houdend met de beschaduwing, in MJ;
$Q_{demand,as,sh+wh,m}$	de totale warmtevraag waaraan het zonne-energiesysteem bijdraagt, in MJ;
$A_{as,j}$	de apertuuroppervlakte van de collectoren met oriëntatie j in het thermisch zonne-energiesysteem, in m ² ;
$I_{as,m,shad,j}$	de bezonning op het collectorvlak met oriëntatie j voor de beschouwde maand, rekening houdend met beschaduwing, in MJ/m ² , bepaald volgens bijlage C;
$Q_{demand,as,water,m}$	de maandelijkse warmtevraag voor de bereiding van warm tapwater waaraan het zonne-energiesysteem bijdraagt, in MJ;
$Q_{heat,gross,sec i,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens 9.2.1, in MJ;
$Q_{water,bath i,gross,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i, bepaald volgens 9.3.1, in MJ;
$Q_{water,sink i,gross,m}$	de bruto maandelijkse energiebehoefte voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i, bepaald volgens 9.3.1, in MJ.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i waaraan het zonne-energiesysteem warmte voor ruimteverwarming levert, en over alle douches, baden en keukenaanrechten i waaraan het zonne-energiesysteem warmte voor de bereiding van warm tapwater levert. Het constant maandgemiddeld rendement van het thermisch zonne-energiesysteem wordt berekend als:

$$\text{als } \sum_i Q_{heat,gross,sec i,m} > 0$$

$$\eta_{as,sh+wh,m} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.2 \frac{Q_{demand,as,water,a}}{Q_{as,a}} + 0.015 \frac{\sum_i Q_{heat,gross,sec i,m}}{Q_{as,m}} \right), 0.8 \right\} \quad (-)$$

$$\text{als } \sum_i Q_{heat,gross,sec i,m} = 0$$

$$\eta_{as,sh+wh,m} = \min \left\{ \max \left(0, 0.16 + 0.2 \frac{Q_{demand,as,water,a}}{Q_{as,a}} \right), 0.8 \right\} \quad (-)$$

met:

$Q_{demand,as,water,a}$	de jaarlijkse warmtevraag voor de bereiding van warm tapwater van de installatie, in MJ (gelijk aan de som van de 12 maandelijkse bruto energiebehoeften voor de bereiding van warm tapwater, $Q_{demand,as,water,m}$, in MJ);
$Q_{heat,gross,sec i,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, bepaald volgens 9.2.1, in MJ;
$Q_{as,a}$	de jaarlijkse zonne-instraling op het thermisch zonne-energiesysteem, in MJ (gelijk aan de som van de zonne-instraling van elk van de 12 maanden, in MJ).

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i waaraan het zonne-energiesysteem warmte voor ruimteverwarming levert.

10.4.1.2 Detailberekening

Zijn het ontwerp van het thermisch zonne-energiesysteem en de karakteristieken van elk van de onderdelen gekend, dan mag men de maandelijkse nuttige energiebijdrage (zonne fractie) bepalen met een daartoe geschikt rekenprogramma dat vooraf door de minister erkend is. De hulpenergie (bv. voor een circulatiepomp) dient daarbij vermenigvuldigd te worden met de primaire energie omrekenfactor voor elektriciteit en in mindering gebracht te worden bij de bepaling van de maandelijkse nuttige energiebijdrage.

10.4.2 Warm tapwater

10.4.2.1 Eenvoudige methode

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:

$$f_{as,water,bath\ i,m} = f_{as,water,sin\ k\ i,m} = \min\left(1, \eta_{as,water,m} \cdot Q_{as,m} / Q_{demand,as,water,m}\right) \quad (-)$$

met:

$\eta_{as,water,m}$ het maandgemiddeld rendement van het thermisch zonne-energiesysteem;
 $Q_{as,m}$ de maandelijkse zonne-instraling op het thermisch zonne-energiesysteem, rekening houdend met de beschaduwing, in MJ, bepaald volgens 10.4.1.1;
 $Q_{demand,as,water,m}$ de totale maandelijkse warmtevraag van de installatie, in MJ, bepaald volgens 10.4.1.1.

Het maandgemiddeld rendement van het thermisch zonne-energiesysteem wordt berekend als:

$$\eta_{as,water,m} = \min\left\{\max\left(0, 0.16 + 0.20 \frac{Q_{demand,as,water,a}}{Q_{as,a}}\right), 0.8\right\} \quad (-)$$

met:

$Q_{demand,as,water,a}$ de jaarlijkse warmtevraag voor de bereiding van warm tapwater waaraan het zonne-energiesysteem bijdraagt, in MJ (gelijk aan de som van de 12 maandelijkse bruto energiebehoeften voor de bereiding van warm tapwater, $Q_{demand,as,water,m}$, in MJ);
 $Q_{as,a}$ de jaarlijkse zonne-instraling op het thermisch zonne-energiesysteem, in MJ (gelijk aan de som van de zonne-instraling van elk van de 12 maanden, in MJ);

10.4.2.2 Detailberekening

Zijn het ontwerp van het zonne-energiesysteem en de karakteristieken van elk van de onderdelen gekend, dan mag men de maandelijkse nuttige energiebijdrage (zonne fractie) ervan bepalen met een daartoe geschikt rekenprogramma dat vooraf door de minister erkend is. De hulpenergie (bv. voor een circulatiepomp) dient daarbij vermenigvuldigd te worden met de primaire energie omrekenfactor voor elektriciteit en in mindering gebracht te worden bij de bepaling van de maandelijkse nuttige energiebijdrage.

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 hoofdstuk 8.

Bepaal het equivalent maandelijks elektriciteitsverbruik voor koeling als:

$$Q_{\text{cool,final,seci,m}} = \frac{Q_{\text{cool,net,seci,m}}}{8.1} \quad (\text{kWh})$$

met:

$Q_{\text{cool,net,sec i,m}}$ 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 Principe

In dit hoofdstuk wordt het conventioneel energieverbruik van de hulpfuncties bepaald. De omzetting naar primair energieverbruik gebeurt in 13.5.

11.1.2 Rekenregel voor elektrisch hulpenergieverbruik voor ruimteverwarming

Bepaal het maandelijks elektriciteitsverbruik voor hulpfuncties als:

$$W_{\text{aux,heat},m} = \sum_j \left(\frac{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci},m}}{\sum_i Q_{\text{heat,gross,seci},a}} \right) W_{\text{aux,heat},j} \quad (\text{kWh})$$

met:

$$Q_{\text{heat,gross,seci},a} = \sum_{m=1}^{12} Q_{\text{heat,gross,seci},m} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

- $Q_{\text{heat,gross,seci},m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ, berekend volgens 9.2;
- $W_{\text{aux,heat},j}$ het elektriciteitsverbruik van de hulpfunctie, horend bij de installatie, in kWh, ontleend aan tabel 12.

Er dient gesommeerd te worden over alle toestellen j die het 'EPW-volume' bedienen, en telkens over alle energiesectoren i van het beschouwde 'EPW-volume' die door toestel j bediend worden.

Het eventueel hulpenergieverbruik van plaatselijke verwarmingstoestellen is reeds in het opwekkingsrendement in beschouwing genomen en wordt dan ook niet meer opnieuw ingerekend.

Tabel 12: Rekenwaarden voor het elektriciteitsverbruik van de hulpfuncties bij installaties voor ruimteverwarming ($V_{\text{sec } i}$: volume van energiesector i)

Toestel/ component	Uitvoering	Hulpenergieverbruik $W_{\text{aux,heat},j}$ (kWh)
Circulatiepomp per wooneenheid	Zonder pompregeling	$0.70 \sum V_{\text{sec } i}$
	Met pompregeling	$0.35 \sum V_{\text{sec } i}$
Circulatiepomp voor meerdere wooneenheden	Bij gescheiden warm tapwatervoorziening: pomp enkel voor ruimteverwarming (enkel in werking gedurende stookseizoen)	$0.35 \sum V_{\text{sec } i}$
	Pomp dient ook voor warmtapwatervoorziening d.m.v. afleverset: ganse jaar in werking	$0.70 \sum V_{\text{sec } i}$
Andere pompen	Extra pomp bij gebruik van een buffervat voor ruimteverwarming	$0.10 \sum V_{\text{sec } i}$
	Extra pomp tussen ketel en verzamel/verdeelleidingen	$0.10 \sum V_{\text{sec } i}$
	Extra pomp voor een warmtewisselaar in een luchtbehandelingskast	$0.10 \sum V_{\text{sec } i}$
Ketel/generator	Ingebouwde ventilator	$0.30 \sum V_{\text{sec } i}$
Ketel/generator	ELEKTRONICA	$0.20 \sum V_{\text{sec } i}$

Er dient telkens gesommeerd te worden over het volume van alle energiesectoren i van het beschouwde 'EPW-volume' die door het toestel bediend worden. In geval van een lucht-behandelingskast gaat het om alle energiesectoren waarin de verwarmde lucht toegevoerd wordt.

11.1.3 Rekenregel voor het energieverbruik van waakvlammen

Het maandelijks hulpenergieverbruik van de waakvlammen wordt voor elk van de 12 maanden van het jaar¹³ bekomen als het product van de duur van de maand met de som van de vermogens van alle waakvlammen:

$$Q_{\text{pilot},m} = t_m \sum_j P_{\text{pilot},j} \quad (\text{MJ})$$

waarin:

t_m de duur van de betreffende maand, in Ms, ontleend aan tabel 1;

$P_{\text{pilot},j}$ een vaste rekenwaarde voor het vermogen van een waakvlam, nl. 80 W.

Er dient gesommeerd te worden over alle warmteopwekkingstoestellen j met een waakvlam, onafgezien of ze voor ruimteverwarming en/of voor tapwater verwarming dienen. Enige uitzondering: toestellen voor plaatselijke verwarming. Bij deze toestellen is het verbruik van de waakvlam reeds in het opwekkingsrendement in beschouwing genomen.

Indien een toestel met waakvlam meerdere 'EPW-volumes' bedient, wordt het verbruik van die waakvlam aan elk van de 'EPW-volumes' aangerekend a rato van het relatieve volume.

¹³ Er wordt bij conventie aangenomen dat de waakvlam in alle gevallen alle 12 maanden van het jaar aan blijft.

11.2 Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren

11.2.1 Principe

Het maandelijks elektriciteitsverbruik van de ventilatoren in mechanische ventilatiesystemen en/of in luchtverwarmingssystemen wordt berekend op basis van een rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van de ventilatoren, volgens:

- 11.2.2 voor de ventilator(en) die enkel dient(en) voor bewuste ventilatie;
- 11.2.3 voor de ventilator(en) die voor luchtverwarming dient(en) (al dan niet in combinatie met bewuste ventilatie).

Het totaal maandelijks elektriciteitsverbruik is de som van beiden:

$$W_{\text{aux, fans, m}} = W_{\text{aux, fans, vent, m}} + W_{\text{aux, fans, heat, m}} \quad (\text{kWh})$$

11.2.2 Ventilatoren die enkel voor bewuste ventilatie dienen

11.2.2.1 Rekenregel

Bepaal het maandelijks elektriciteitsverbruik van de ventilatoren als:

$$W_{\text{aux, fans, vent, m}} = t_m \left(\sum_j \Phi_{\text{fans, vent, j}} \right) / 3.6 \quad (\text{kWh})$$

met:

- t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie tabel 1;
 $\Phi_{\text{fans, vent, j}}$ de rekenwaarde voor het gemiddeld elektrisch vermogen van ventilator j bepaald volgens 11.2.2.2, in W.

Er dient gesommeerd te worden over alle ventilatoren j die bijdragen tot de bewuste ventilatie van het 'EPW-volume' (toevoer en/of afvoer en/of recirculatie) en die niet tevens voor luchtverwarming dienen. (Deze laatste worden beschouwd in 11.2.3.) In geval voor het gemiddeld elektrisch vermogen de waarde bij ontstentenis gebruikt wordt, geldt deze onmiddellijk voor de som van alle ventilatoren in een ventilatiezone en is er dus geen sommering binnen die ventilatiezone meer nodig.

11.2.2.2 Bepaling van de rekenwaarde voor het gemiddeld elektrisch ventilatorvermogen (voor bewuste ventilatie)

De rekenwaarde voor het gemiddeld elektrisch ventilatorvermogen voor bewuste ventilatie wordt naar keuze volgens 1 van de volgende 3 methoden bepaald:

- gebruik van een waarde bij ontstentenis (11.2.2.2.1)
- gebruik van een rekenwaarde op basis van het geïnstalleerde vermogen (11.2.2.2.2)
- gebruik van het vermogen bij een representatief werkingspunt (11.2.2.2.3)

In geval van meerdere ventilatoren in eenzelfde ventilatiezone kan de 1^e methode niet gecombineerd worden met de 2^e en 3^e methode. De 2^e en 3^e methode mogen wel samen gebruikt worden.

Indien een ventilator ook instaat voor toevoer of afvoer in ruimten buiten het beschouwde 'EPW-volume' wordt, ingeval van de 2^e of 3^e methode, van de hieronder bepaalde totale rekenwaarde voor het gemiddeld vermogen enkel die fractie beschouwd die overeenkomt met

de verhouding van het nominaal toe- of afvoerdebiet in de ruimten binnen het beschouwde 'EPW-volume' en het totaal nominaal debiet van de ventilator(en)¹⁴.

11.2.2.2.1 Rekenwaarde bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen

Neem als rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren samen die een mechanisch geventileerde ventilatiezone bedienen de waarden van tabel 13.

Tabel 13: Rekenwaarden bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen van de ventilatoren voor bewuste ventilatie ($V_{\text{sec } i}$: volume van de energiesector i)

Installatie	Type ventilator	Vermogen $\Phi_{\text{fans,vent}}$ (W)
MECHANISCHE TOEVOER OF MECHANISCHE AFVOER	wisselstroomventilator	$0.125 \sum V_{\text{sec } i}$
	gelijkstroomventilator	$0.085 \sum V_{\text{sec } i}$
Mechanische toevoer en mechanische afvoer	wisselstroomventilator	$0.235 \sum V_{\text{sec } i}$
	gelijkstroomventilator	$0.150 \sum V_{\text{sec } i}$
Mechanische afvoer met gebruik van de afvoerlucht als warmtebron voor een warmtepomp	wisselstroomventilator	$0.145 \sum V_{\text{sec } i}$
	gelijkstroomventilator	$0.100 \sum V_{\text{sec } i}$
Mechanische toevoer en mechanische afvoer met gebruik van de afvoerlucht als warmtebron voor een warmtepomp	wisselstroomventilator	$0.270 \sum V_{\text{sec } i}$
	gelijkstroomventilator	$0.185 \sum V_{\text{sec } i}$

Er dient telkens gesommeerd te worden over het volume van alle energiesectoren i van de beschouwde ventilatiezone.

11.2.2.2.2 Rekenwaarde op basis van het geïnstalleerd elektrisch vermogen

Bepaal de rekenwaarde voor het gemiddeld elektrisch vermogen op 1 van de volgende 2 manieren:

- de helft van het maximaal vermogen van de elektromotor-ventilator combinatie, desgevallend met inbegrip van alle voorschakelapparatuur, zoals opgegeven door de fabrikant, in W;
- de helft van het nominaal vermogen van de elektromotor, desgevallend met inbegrip van alle voorschakelapparatuur, bepaald volgens NBN EN 60034-1, zoals opgegeven door de fabrikant, in W;

OPMERKING:

Het nominaal vermogen van een elektromotor is gedefinieerd als het maximaal vermogen dat de motor bij continu bedrijf kan opnemen. (Dit staat dus volledig los van het vermogen dat de motor opneemt wanneer hij in een bepaalde toepassing het nominaal ventilatiedebiet levert.)

11.2.2.2.3 Het gemiddeld elektrisch vermogen bij een representatief werkingspunt

Beschouw bij conventie als representatief werkingspunt voor het tijdsgemiddeld gebruik van de ventilator een werkingspunt dat reëel gerealiseerd kan worden (i.f.v. de ventilatorstanden) en met:

¹⁴ Indien de ventilator ook niet-residentiële bestemmingen bedient, dient het ontwerpdebiet beschouwd te worden i.p.v. het nominaal debiet.

- een debiet dat ten minste 65% bedraagt van het nominale¹⁵ debiet dat door de ventilator geleverd moet worden
- een drukverschil dat ten minste 50% bedraagt van het totale drukverschil over de ventilator bij nominale stand. Dit vergt dus een drukmeting bij nominale stand in de afgewerkte installatie. (Tenzij anders aangegeven op de standenschakelaar, wordt de maximale stand als nominale stand beschouwd.)

Neem als rekenwaarde voor het gemiddeld elektrisch vermogen het opgenomen vermogen bij dit werkingpunt, desgevallend met inbegrip van alle voorschakelapparatuur, in W.

11.2.3 Ventilatoren die voor luchtverwarming dienen (al dan niet in combinatie met bewuste ventilatie)

11.2.3.1 Rekenregel

Bepaal het maandelijks elektriciteitsverbruik van deze ventilatoren als:

$$W_{\text{aux,fans,heat,m}} = t_m \sum_j (f_{\text{heat,m,j}} \Phi_{\text{fans,heat,j}} + f_{\text{vent,m,j}} \Phi_{\text{fans,vent,j}}) / 3.6$$

(kWh)

met:

t_m	de lengte van de betreffende maand in Ms, zie tabel 1;
$f_{\text{heat,m,j}}$	de maandelijks fractie van de tijd dat de ventilator j voor ruimteverwarming moet instaan, zoals hieronder bepaald (-);
$\Phi_{\text{fans,heat,j}}$	de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van ventilator j in verwarmingsmodus bepaald volgens 11.2.3.2, in W;
$f_{\text{vent,m,j}}$	de maandelijks fractie van de tijd dat de ventilator j enkel voor ventilatie moet instaan, zoals hieronder bepaald (-);
$\Phi_{\text{fans,vent,j}}$	de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van ventilator j in ventilatiemodus bepaald volgens 11.2.2.2, in W.

Er dient gesommeerd te worden over alle ventilatoren j die (mede) voor luchtverwarming dienen.

De maandelijks fractie van de tijd dat ventilator j in verwarmingsmodus draait wordt gegeven door:

$$f_{\text{heat,m,j}} = \min \left[1; \sum_i Q_{\text{heat,gross,sec i,m}} / (1000 \cdot P_{\text{nom,j}} \cdot t_m) \right]$$

met

$Q_{\text{heat,gross,sec i,m}}$	de maandelijks 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 opwekkingseenheid ¹⁶ , in kW;

¹⁵ In geval van niet-residentiële bestemming: beschouw het ontwerpdebiet.

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.

t_m de lengte van de betreffende maand in Ms, zie tabel 1.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i die door ventilator j van luchtverwarming voorzien worden.

Indien ventilator j ook ruimten buiten het beschouwde 'EPW-volume' 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 het volume van de energiesectoren i binnen het beschouwde 'EPW-volume' die verwarmd worden m.b.v. ventilator j .

De maandelijkse fractie van de tijd dat ventilator j in ventilatiemodus draait wordt gegeven door:

- indien ventilator j enkel voor verwarming dient en niet instaat voor bewuste ventilatie:

$$f_{\text{vent},m,j} = 0$$

- indien ventilator j niet enkel voor verwarming dient maar ook instaat voor bewuste ventilatie:

$$f_{\text{vent},m,j} = 1 - f_{\text{heat},m,j}$$

11.2.3.2 Bepaling van de rekenwaarde voor het elektrisch ventilatorvermogen (voor ruimteverwarming)

De rekenwaarde voor het elektrisch ventilatorvermogen voor ruimteverwarming wordt naar keuze volgens 1 van de volgende 2 methoden bepaald:

- gebruik van een waarde bij ontstentenis (11.2.3.1)
- gebruik van een rekenwaarde op basis van het geïnstalleerde vermogen (0)

In geval van meerdere ventilatoren voor luchtverwarming binnen eenzelfde energiesector kunnen de 2 methoden niet gecombineerd worden.

Indien een ventilator ook instaat voor de verwarming van ruimten buiten het beschouwde 'EPW-volume', wordt, ingeval gerekend wordt o.b.v. het geïnstalleerd elektrisch vermogen, van de hieronder bepaalde rekenwaarde voor het vermogen enkel die fractie beschouwd die overeenkomt met de verhouding van het ontwerp maximaal debiet in de ruimten binnen het beschouwde 'EPW-volume' tot het totaal ontwerp maximaal debiet van de ventilator(en).

11.2.3.2.1 Rekenwaarde bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen

Neem als rekenwaarde voor het elektrisch vermogen van alle ventilatoren samen die voor luchtverwarming ingezet worden de waarden van tabel 14.

Tabel 14: Rekenwaarden bij ontstentenis voor het elektrisch vermogen van de ventilatoren voor ruimteverwarming ($V_{\text{sec } i}$: volume van de energiesector i)

Installatie	Soort ventilatorregeling	Vermogen $\Phi_{\text{fans,heat}}$ (W)
LUCHTVERWARMING	Geen of niet-automatische regeling	$0.780 \Sigma V_{\text{sec } i}$
	Automatische regeling	$0.525 \Sigma V_{\text{sec } i}$

Er dient gesommeerd te worden over het volume van alle energiesectoren i van het 'EPW-volume' die met lucht verwarmd worden.

11.2.3.2.2 Rekenwaarde op basis van het geïnstalleerd elektrisch vermogen

Bepaal de rekenwaarde voor het elektrisch vermogen op 1 van de volgende 2 manieren:

- het maximaal vermogen van de elektromotor-ventilator combinatie, desgevallend met inbegrip van alle voorschakelapparatuur, zoals opgegeven door de fabrikant, in W;
- het nominaal vermogen van de elektromotor, desgevallend met inbegrip van alle voorschakelapparatuur, bepaald volgens NBN EN 60034-1, zoals opgegeven door de fabrikant, in W;

OPMERKING:

Het nominaal vermogen van een elektromotor is gedefinieerd als het maximaal vermogen dat de motor bij continu bedrijf kan opnemen. (Dit staat dus volledig los van het vermogen dat de motor opneemt wanneer hij in een bepaalde toepassing het nominaal ventilatiedebiet levert.)

12 Maandelijkse elektriciteitsopwekking van gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen en warmtekrachtkoppeling

12.1 Fotovoltaïsche zonne-energiesystemen

12.1.1 Principe

De maandelijkse elektriciteitsopwekking door een gebouwgebonden fotovoltaïsch zonne-energiesysteem 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 'EPW-volumes' en/of 'EPU-volumes', dan wordt de opbrengst verdeeld over de verschillende volumes a rato van hun volume V_{EPW} of V_{EPU} .

12.1.2 Rekenregel

De maandelijkse elektriciteitsopwekking, in kWh, wordt voor fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i berekend als:

$$W_{\text{pv,m,i}} = \frac{P_{\text{pv,i}} \times RF_{\text{pv,i}} \times c_{\text{pv,i}} \times I_{\text{s,m,i,shad}}}{3600} \quad (\text{kWh})$$

met:

$P_{pv,i}$ het piekvermogen van fotovoltaïsch systeem i in W, bij een bezonningsstroom van 1000 W/m^2 , bepaald volgens NBN EN 60904-1;

$RF_{pv,i}$ reductiefactor van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem, bepaald volgens 12.1.3 (-);

$c_{pv,i}$ de correctiefactor voor schaduwwerking, berekend volgens 12.1.4;

$I_{s,m,i,shad}$ 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.

12.1.3 Reductiefactor RF_{pV}

Ontleen de waarde voor de reductiefactor aan tabel 15, tenzij op basis van gelijkwaardigheid een gunstiger waarde kan bewezen worden.

Tabel 15: Reductiefactor RF_{pV} van het PV-systeem

OPSTELLING PV-MODULES	CENTRALE OMVORME R	WISSELSPANNIN GS- MODULES
Geïntegreerd in het dak, matig geventileerd	0.67	0.71
Vrijstaand, matig geventileerd	0.70	0.73

12.1.4 Correctiefactor voor beschaduwning

Bepaal de correctiefactor voor beschaduwning als:

$$c_{pv,i} = \max\left(0; 1.26 \frac{I_{s,m,i,shad}}{I_{s,m,i,horshad}} - 0.26\right)$$

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 beschaduwning van de vaste obstakels, in MJ/m², bepaald volgens bijlage C;

$I_{s,m,i,horshad}$ de bezonning op het vlak van het fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i voor de beschouwde maand, enkel rekening houdend met de beschaduwning van de horizon, in MJ/m², bepaald volgens bijlage C. De andere obstakels (equivalente verticale en zijdelingse overstekken) worden bij deze berekening dus niet in beschouwing genomen.

In afwijking van de regel die voor vensters en thermische zonne-energiesystemen geldt, kan niet gerekend worden met de waarden bij ontstentenis F_s zoals gegeven in bijlage C. Detailingave van de beschaduwning is steeds verplicht voor fotovoltaïsche zonne-energiesystemen.

(Indien er afgezien van de horizon geen extra obstakels zijn die voor beschaduwning 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.)

12.2 Warmtekrachtkoppeling

12.2.1 Principe

Gezien een deel van de energie-input in een warmtekrachtinstallatie omgezet wordt in elektriciteit, is voor een gegeven bruto warmtebehoefte het lokaal eindenergieverbruik gewoonlijk hoger dan voor gebruikelijke warmteopwekkers: zie hoofdstuk 10. De hoeveelheid elektriciteit geproduceerd door de WKK-installatie dient evenwel niet meer opgewekt te worden in conventionele elektriciteitscentrales (gescheiden productie) en daar wordt dus brandstofverbruik vermeden. Het uitgespaarde energieverbruik in de elektrische centrales wordt in de energieprestatie van het gebouw dan ook als bonus ingerekend zodat de impact op het geheel landelijk primair energieverbruik correct geëvalueerd wordt. In dit

hoofdstuk 12.2 wordt de elektriciteitsproductie door WKK bepaald. In 13.8 wordt dit omgerekend naar de uitgespaarde hoeveelheid primaire energie.

12.2.2 Elektriciteitsproductie

Bepaal de hoeveelheid elektriciteit die door de gebouwgebonden WKK-installatie geproduceerd wordt met:

$$W_{\text{cogen},m} = \frac{\epsilon_{\text{cogen},\text{elec}}}{3.6} \times Q_{\text{cogen},\text{final},m} \quad (\text{kWh})$$

met:

$\epsilon_{\text{cogen},\text{elec}}$ het elektrisch omzettingsrendement van de WKK-installatie, zijnde de fractie van de door een WKK-installatie verbruikte brandstof (gerekend t.o.v. de bovenste verbrandingswaarde) die in elektriciteit wordt omgezet;

$Q_{\text{cogen},\text{final},m}$ het maandelijks eindenergieverbruik van de WKK-installatie, zoals hieronder bepaald, in MJ.

Ontleen het omzettingsrendement $\epsilon_{\text{cogen},\text{elec}}$ aan tabel 16 van bijlage A van bijlage VI bij dit besluit (Bepalingsmethode van het peil van primair energieverbruik van kantoren en scholen).

Bepaal het maandelijks eindenergieverbruik van de WKK-installatie, overeenkomend met de hoeveelheid warmte die de installatie nuttig aan het gebouw kan leveren, met:

$$\begin{aligned} Q_{\text{cogen},\text{final},m} = & \sum_i f_{\text{heat},m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as},\text{heat},\text{seci},m}) \times Q_{\text{heat},\text{gross},\text{seci},m} / \eta_{\text{gen},\text{heat},\text{cogen}} \\ & + \sum_i f_{\text{water},\text{bathi},m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as},\text{water},\text{bathi},m}) \times Q_{\text{water},\text{bathi},\text{gross},m} / \eta_{\text{gen},\text{water},\text{bathi},m,\text{cogen}} \\ & + \sum_i f_{\text{water},\text{sin ki},m,\text{pref}} \times (1 - f_{\text{as},\text{water},\text{sin ki},m}) \times Q_{\text{water},\text{sin ki},\text{gross},m} / \eta_{\text{gen},\text{water},\text{sin ki},m,\text{cogen}} \end{aligned} \quad (\text{MJ})$$

met:

$f_{\text{heat},m,\text{pref}}$ het aandeel van WKK in de warmtelevering van energiesector i , bepaald volgens 10.2.2;

$f_{\text{as},\text{heat},\text{seci},m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens 10.4.1

(-). Indien er geen thermisch zonne-energiesysteem is dat bijdraagt tot de ruimteverwarming van energiesector i , bedraagt de waarde van $f_{\text{as},\text{heat},\text{seci},m}$ 0;

$Q_{\text{heat},\text{gross},\text{seci},m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , bepaald volgens 9.2.1, in MJ;

$\eta_{\text{gen},\text{heat},\text{cogen}}$ het maandgemiddeld opwekkingsrendement van de WKK-installatie, bepaald volgens 10.2.3 (-);

$f_{\text{water},\text{bathi},m,\text{pref}}$ het aandeel van WKK in de warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 10.3.2;

$f_{\text{as},m}$ het aandeel van de totale warmtebehoefte dat door het thermisch zonne-energiesysteem gedekt wordt, bepaald volgens 10.4.1 ingeval het systeem ook bijdraagt tot de ruimteverwarming en volgens 10.4.2 ingeval het systeem enkel meehelpt bij de bereiding van warm tapwater (-). Met indices 'water,bath i ' en 'water,sink i ' voor de warm tapwater bereiding van respectievelijk douche(s)/bad(en) en

	keukenaanrecht(en). Indien de beschouwde warm tapwaterstroom niet m.b.v. een thermisch zonne-energiesysteem voorverwarmd wordt, bedraagt de waarde van $f_{as,m}$ 0 (en wordt ze niet bepaald volgens 10.4.1 of 10.4.2);
$Q_{water,bath\ i,gross,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 9.3.1, in MJ;
$\eta_{gen,water,bath\ i,m,cogen}$	het maandgemiddeld opwekkingsrendement van de WKK-installatie voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 10.3.3 (-);
$f_{water,sink\ i,m,pref}$	het aandeel van WKK in de warmtelevering voor de bereiding van warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 10.3.2;
$Q_{water,sink\ i,gross,m}$	de maandelijkse bruto energiebehoefte voor het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 9.3.1, in MJ;
$\eta_{gen,water,sink\ i,m,cogen}$	het maandgemiddeld 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 het 'EPW-volume' die verwarmd worden m.b.v. de WKK-installatie, en over alle douches, baden en keukenaanrechten i van het 'EPW-volume' waaraan de WKK-installatie warmte voor de bereiding van warm tapwater levert.

13 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 opgewekt door gebouwgebonden fotovoltaïsche installaties of door gebouwgebonden warmtekrachtinstallaties 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 het 'EPW-volume' met:

$$E_{charannprimencons} = \sum_{m=1}^{12} (E_{p,heat,m} + E_{p,water,m} + E_{p,aux,m} + E_{p,cool,m} - E_{p,pv,m} - E_{p,cogen,m}) \quad (MJ)$$

met:

$E_{p,heat,m}$	het maandelijks primair energieverbruik voor ruimteverwarming, in MJ, bepaald volgens 13.3;
$E_{p,water,m}$	het maandelijks primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater, in MJ, bepaald volgens 13.4;
$E_{p,aux,m}$	het maandelijks primair hulpenergieverbruik, in MJ, bepaald volgens 13.5;
$E_{p,cool,m}$	het equivalent maandelijks primair energieverbruik voor koeling, in MJ, bepaald volgens 13.6;
$E_{p,pv,m}$	de maandelijkse primaire energiebesparing van de gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen, in MJ, bepaald volgens 13.7;

$E_{p,cogen,m}$ de maandelijkse primaire energiebesparing ingevolge een gebouwgebonden WKK-installatie, in MJ, bepaald volgens 13.8.

13.3 Het primair energieverbruik voor ruimteverwarming

Bepaal het maandelijks primair energieverbruik van het 'EPW-volume' voor ruimteverwarming als:

$$E_{p,heat,m} = \sum_i \left(f_p \times Q_{heat,final,seci,m,pref} + f_p \times Q_{heat,final,seci,m,npref} \right) \quad (MJ)$$

met:

f_p	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van het beschouwde opwekkingstoestel, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit;
$Q_{heat,final,seci,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor de ruimteverwarming van energiesector i , met uitzondering van de hulpenergie, bepaald volgens 10.2.2, in MJ;
$Q_{heat,final,seci,m,npref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor de ruimteverwarming van energiesector i , met uitzondering van de hulpenergie, bepaald volgens 10.2.2, in MJ.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i in het 'EPW-volume'.

13.4 Het primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater

Bepaal het maandelijks primair energieverbruik van het 'EPW-volume' voor de bereiding van warm tapwater als:

$$E_{p,water,m} = \sum_i \left(f_p \times Q_{water,bathi,final,m,pref} + f_p \times Q_{water,bathi,final,m,npref} \right) + \sum_i \left(f_p \times Q_{water,sinki,final,m,pref} + f_p \times Q_{water,sinki,final,m,npref} \right) \quad (MJ)$$

met:

f_p	de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de energiedrager van het beschouwde opwekkingstoestel, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit;
$Q_{water,bathi,final,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 10.3.2, in MJ;
$Q_{water,bathi,final,m,npref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor de bereiding van het warm tapwater voor douche of bad i , bepaald volgens 10.3.2, in MJ;
$Q_{water,sinki,final,m,pref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van het preferent opwekkingstoestel voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 10.3.2, in MJ;
$Q_{water,sinki,final,m,npref}$	het maandelijkse eindenergieverbruik van het niet-preferent opwekkingstoestel voor de bereiding van het warm tapwater voor keukenaanrecht i , bepaald volgens 10.3.2, in MJ.

Er dient gesommeerd te worden over alle douches en baden i van het 'EPW-volume' en over alle keukenaanrechten i van het 'EPW-volume'.

13.5 Het primair hulpenergieverbruik

Bereken het maandelijks primair hulpenergieverbruik:

$$E_{p,aux,m} = f_p \times 3.6 \times (W_{aux,fans,m} + W_{aux,heat,m}) + f_p \times Q_{pilot,m} \quad (MJ)$$

met:

- f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie van de betreffende energiedrager, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit;
- $W_{aux,fans,m}$ het maandelijks elektriciteitsverbruik voor ventilatoren, bepaald volgens 11.2.1, in kWh;
- $W_{aux,heat,m}$ het maandelijks elektriciteitsverbruik voor hulpfuncties voor ruimteverwarming, bepaald volgens 11.1.2, in kWh;
- $Q_{pilot,m}$ het maandelijks energieverbruik van de waakvlammen van de opwekkingstoestellen die bijdragen tot de verwarming van het 'EPW-volume' bepaald volgens 11.1.3, in MJ.

13.6 Het equivalent primair energieverbruik voor koeling

Bepaal het maandelijks equivalent primair energieverbruik voor koeling als:

$$E_{p,cool,m} = \sum_i (f_p \times 3.6 \times Q_{cool,final,seci,m}) \quad (MJ)$$

met:

- $Q_{cool,final,seci,m}$ het maandelijks equivalent eindenergieverbruik voor koeling, bepaald volgens 10.5, in kWh;
- f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit.

Er dient gesommeerd te worden over alle energiesectoren i.

13.7 De primaire energiebesparing van de gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen

Bepaal de equivalente maandelijkse primaire energiebesparing van de gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen als:

$$E_{p,pv,m} = \sum_i (f_p \times 3.6 \times W_{pv,m,i}) \quad (MJ)$$

met:

- f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit;
- $W_{pv,m,i}$ de maandelijkse elektriciteitsopwekking van het gebouwgebonden fotovoltaïsch zonne-energiesysteem i, bepaald volgens 12.1.2, in kWh.

Er dient gesommeerd te worden over alle gebouwgebonden fotovoltaïsche zonne-energiesystemen i.

13.8 De primaire energiebesparing ingevolge een gebouwgebonden warmte-krachtinstallatie

Bepaal de equivalente maandelijkse primaire energiebesparing van de gebouwgebonden WKK-installatie(s) als:

$$E_{p, \text{cogen}, m} = \sum_i f_p \times 3.6 \times W_{\text{cogen}, m, i} \quad (\text{MJ})$$

met:

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor zelfopgewekte elektriciteit d.m.v. WKK, zoals vastgelegd in de hoofdtekst van dit besluit;

$W_{\text{cogen}, m, i}$ de maandelijkse hoeveelheid elektriciteit die door de gebouwgebonden WKK-installatie i geproduceerd wordt, bepaald volgens 12.2.2, in kWh.

Er moet gesommeerd te worden over alle gebouwgebonden WKK-installaties i .

Bijlage A: Behandeling van aangrenzende onverwarmde ruimten (AOR)

M.b.t. aangrenzende onverwarmde ruimten wordt een reductiefactor b bepaald, zie NBN EN ISO 13789.

Voor de behandeling van aangrenzende onverwarmde ruimten bij de bepaling van de energieprestatie, worden standaard volgende 2 vereenvoudigde mogelijkheden voorzien.

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.

Mogelijkheid 2

- Deze mogelijkheid is enkel van toepassing indien de AOR maar aan 1 energiesector grenst en indien er geen bewuste ventilatie tussen de AOR en het beschermd volume optreedt.
- Voor de gevallen waarbij de AOR aan meerdere energiesectoren grenst, kan de minister eventueel bijkomende regels opgeven 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 (bewust 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 NBN EN ISO 13789. Voor de behandeling van de bouwknopen gelden dezelfde regels als in 7.4 (onderscheid tussen enerzijds verwarmingsberekeningen en anderzijds berekeningen voor koeling en oververhitting).

De indirecte zonnwinsten van de aangrenzende energiesector (zie 7.10.2) zijn gelijk aan de fractie $(1-b)$ van de geabsorbeerde zonnwinsten in de AOR. Zowel de reductiefactor b als de zonnwinsten 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 het venster tussen de AOR en het beschermd volume (BV) ook de buitenwand van de AOR transparant is. Bij de bepaling van de beschaduwingshoeken van het AOR-BV venster wordt rekening gehouden met de geometrie van de AOR (bv. opaak dak). De invallende

bezinning op het AOR-BV venster wordt verminderd met het product $0.95 \times F_F \times g_g$ van de tegenoverliggende transparante buitenwand. De directe doorzinning 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 bewuste ventilatiedebiet

Een beperkt volume met niet-residentiële bestemming kan deel uitmaken van een 'EPW-volume'.

Voor het gedeelte van een gebouw met woonbestemming moeten de ventilatievoorzieningen voldoen aan de eisen volgens bijlage IX bij dit besluit. Deze leggen minimale ontwerpdebieten op. Hieronder wordt met 'geëist debiet' dit minimaal ontwerpdebiet bedoeld. De ventilatievoorzieningen van niet-residentiële gedeelten van een gebouw moeten voldoen aan de eisen volgens bijlage X bij dit besluit. Hierin worden minimale ontwerpdebieten opgelegd (overeenkomend met een bepaalde minimale bezetting en een beoogde minimale luchtkwaliteit) waarvoor de ventilatievoorzieningen ontworpen moeten worden. Het bouwteam mag hogere ontwerpdebieten vastleggen, overeenkomend met een hogere bezettingsgraad, een betere gewenste luchtkwaliteit, enz. Voor niet-residentiële gedeelten zijn het de debieten zoals vastgelegd door het bouwteam die hieronder met de term 'geëist debiet' bedoeld worden.

In onderstaande tekst gebeurt de evaluatie van verschillende termen van mechanische systemen bij de zgn. 'nominale' ventilatorstand. Tenzij expliciet anders aangeduid op het bedieningspaneel, geldt de maximale stand als de nominale. Bij de nominale stand dient de mechanische toevoer of de mechanische afvoer in elke ruimte ten minste gelijk te zijn aan het geëist debiet.

De bepaling van de vermenigvuldigingsfactor m en de reductiefactor voor voorverwarming r gebeurt per ventilatiezone. Een ventilatiezone is een afgesloten deel van het 'EPW-volume' met een eigen ventilatiesysteem. Ruimten van het 'EPW-volume' waaraan geen eisen gesteld worden qua toevoer van buitenlucht, doorvoer of afvoer naar buiten, worden samen genomen met een aangrenzende ventilatiezone. In geval van meerdere aangrenzende ventilatiezones worden ze samen genomen 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-volume' in energiesectoren zoals vastgelegd in 5.3, kan 1 energiesector zich niet over meerdere ventilatiezones uitstrekken, aangezien een energiesector met hetzelfde type ventilatiesysteem moet uitgerust zijn. Wel kan 1 ventilatiesector uit verschillende energiesectoren bestaan, bv. omdat verschillende delen verschillende warmteafgiftesystemen hebben (bv. een woning met 1 enkel ventilatiesysteem, maar met radiatoren op de 1^e verdieping en vloerverwarming op het gelijkvloers).

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:

$$m_{sec\ i} = m_{zone\ z}$$

De bepaling van de vermenigvuldigingsfactor van ventilatiezone z gebeurt zoals hieronder beschreven.

Nota: toepassing van onderstaande regels leidt voor elk van de ventilatiesystemen tot de waarde bij ontstentenis $m_{zone\ z} = 1.5$

Telkens er in deze paragraaf sprake is van 'geëiste buitenluchttoevoerdebeten' wordt daarmee in voorkomend geval ook het 'geëist recirculatiedebiet' 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 met:

$$m_{zone\ z} = 1.0 + 0.5 \left(\frac{r_{nat.\ supply,\ zone\ z} + r_{nat.\ exh,\ zone\ z} + r_{leak,\ stack,\ zone\ z}}{r_{nat.\ supply,\ zone\ z,\ def} + r_{nat.\ exh,\ zone\ z,\ def} + r_{leak,\ stack,\ zone\ z,\ def}} \right)$$

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 (-).

Correctiefactor $r_{nat.\ supply,\ zone\ z}$

Natuurlijke toevoeropeningen die getest zijn conform NBN EN 13141-1 kunnen in een bepaalde klasse ingedeeld worden volgens tabel 16. 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 17. De regelbare toevoeropening (RTO) met de hoogste correctiefactor bepaalt de waarde voor de ganse ventilatiezone. De waarde bij ontstentenis is 0.20.

Tabel 16 : Klassering van de zelfregelendheid i.f.v. het drukverschil

Drukverschil P (Pa)	Debiet als functie van het nominaal debiet bij 2 Pa (q_N)				
	Klasse P ₀	Klasse P ₁	Klasse P ₂	Klasse P ₃	Klasse P ₄
0 Pa ≤ P < 2 Pa		≥ 0.8√(P/2) en ≤ 1.20q _N	≥ 0.8√(P/2) en ≤ 1.20q _N	≥ 0.8√(P/2) en ≤ 1.20q _N	≥ 0.8√(P/2) en ≤ 1.20q _N
2 Pa	q _N	q _N	q _N	q _N	q _N
2 Pa < P < 5 Pa	Voldoet niet aan klasse P ₁	≥ 0.80q _N en ≤ 1.8q _N	≥ 0.80q _N en ≤ 1.8q _N	≥ 0.80q _N en ≤ 1.5q _N	≥ 0.80q _N en ≤ 1.2q _N
5 Pa - 10 Pa		≥ 0.70q _N en ≤ 2.3q _N	≥ 0.70q _N en ≤ 2.0q _N	≥ 0.70q _N en ≤ 1.5q _N	≥ 0.80q _N en ≤ 1.2q _N
10 Pa – 25 Pa		≥ 0.50q _N en ≤ 3.0q _N	≥ 0.50q _N en ≤ 2.0q _N	≥ 0.50q _N en ≤ 1.5q _N	≥ 0.80q _N en ≤ 1.2q _N
25 Pa – 50 Pa		≥ 0.30q _N en ≤ 3.0q _N	≥ 0.30q _N en ≤ 2.0q _N	≥ 0.30q _N en ≤ 1.5q _N	≥ 0.30q _N en ≤ 1.5q _N
50 Pa - 100 Pa		≤ 3.0q _N	≤ 2.0q _N	≤ 2.0q _N	≤ 2.0q _N
100 Pa - 200 Pa		≤ 4q _N	≤ 3.0q _N	≤ 3.0q _N	≤ 3.0q _N

Tabel 17: 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

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 erkende regels.

Correctiefactor $r_{leak,stack,zone z}$

Bereken $r_{leak,stack,zone z}$ van ventilatiezone z bij conventie als:

$$r_{leak,stack,zone z} = \frac{\sum_k \dot{V}_{leak,stack,zone z,k}}{\dot{V}_{req,exh,zone z}}$$

met

$\dot{V}_{leak,stack,zone z,k}$ het conventioneel lekdebiet van natuurlijk afvoerkanaal k in ventilatiezone z, in m³/h;

$\dot{V}_{req,exh,zone z}$ het geëiste totaal afvoerdebiet van de ventilatiezone z, als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in m³/h.

Er dient gesommeerd te worden over alle natuurlijke afvoerkanalen k die in de ventilatiezone z voorkomen. Bepaal het lekdebiet $\dot{V}_{\text{leak,stack,zone } z, k}$ van een natuurlijk afvoerkanaal k via meting, conform de procedures beschreven in NBN EN 14134. De bij conventie te beschouwen werkingsdruk is 2 Pa.

Neem in geval geen meetresultaten voorgelegd worden:

$$r_{\text{leak,stack,zone } z} = 0.025$$

Dit is de waarde bij ontstentenis.

B.1.2 Mechanische toevoerventilatie

Bij de bepaling van de vermenigvuldigingsfactor $m_{\text{zone } z}$ wordt bij deze systemen met volgende aspecten rekening gehouden:

- m.b.t. de toevoer:
 - de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen
 - de luchtondichtheid van de mechanische toevoerkanalen
- m.b.t. de afvoer:
 - de mate van zelfregelendheid van de afvoeropeningen
 - de luchtondichtheid van de natuurlijke afvoerkanalen

Bepaal $m_{\text{zone } z}$ per ventilatiezone z met:

$$m_{\text{zone } z} = 1.0 + 0.5 \left(\frac{r_{\text{mech. supply, zone } z} + r_{\text{nat. exh, zone } z} + r_{\text{leak, stack, zone } z}}{r_{\text{mech. supply, zone } z, \text{def}} + r_{\text{nat. exh, zone } z, \text{def}} + r_{\text{leak, stack, zone } z, \text{def}}} \right)$$

met:

$r_{\text{mech. supply, zone } z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in elk van de ruimten en de luchtondichtheid 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 luchtondichtheid 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 (-).

Correctiefactor $r_{\text{mech. supply, zone } z}$

Bereken $r_{\text{mech. supply, zone } z}$ als:

$$r_{\text{mech. supply, zone } z} = r_{\text{adj. mech. supply, zone } z} + \frac{\sum \dot{V}_{\text{leak, supplyduct, zone } z, l}}{\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}}$$

met:

$r_{\text{adj. mech. supply, zone } z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in ventilatiezone z , zoals hieronder bepaald (-);
---	--

$\dot{V}_{\text{leak, supplyduct, zonez, l}}$ de lekverliezen van het toevoerkanaalnet l in ventilatiezone z, bij nominale ventilatorstand, in m³/h, zoals hieronder bepaald;

$\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zonez}}$ het geëiste totale toevoerdebiet van ventilatiezone z, als som van de geëiste buitenluchttoevoerdebieten van de individuele ruimten, in m³/h.

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 ventilatorstand) van de mechanische toevoeropeningen niet, of niet allemaal, gemeten zijn, geldt:

$$r_{\text{adj, mech. supply, zone z}} = 0.20$$

Dit is de waarde bij ontstentenis.

- indien in ventilatiezone z de debieten (bij nominale ventilatorstand) van alle mechanische toevoeropeningen gemeten zijn, geldt:

- indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische toevoerdebieten tussen 100% en 120% ligt van de geëiste waarde voor de betreffende ruimte, geldt:

$$r_{\text{adj, mech. supply, zone z}} = 0$$

- indien elk van de meetwaarden per ruimte van de mechanische toevoerdebieten 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:

$$r_{\text{adj, mech. supply, zonez}} = \max \left[0; \min \left\{ 0.20; \frac{\sum_j \dot{V}_{\text{meas, mech. supply, rmj}}}{\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zonez}}} - 1.20 \right\} \right]$$

- waarbij de per ruimte gemeten mechanische debieten ($\dot{V}_{\text{meas, mech. supply, rmj}}$, in m³/h) moeten gesommeerd worden over alle toevoerruimten j van ventilatiezone z.
- $\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zonez}}$ is het geëiste totaal mechanisch toevoerdebiet in de ventilatiezone z; dit is de som van de geëiste buitenluchttoevoerdebieten van de individuele ruimten, in m³/h.

- zoniet:

$$r_{\text{adj, mech. supply, zone z}} = 0.20$$

Bepaal de lekverliezen van de toevoerkanaalnetten in ventilatiezone z als volgt:

- via meting van elk van de toevoerkanaalnetten, conform de procedure beschreven in NBN EN 14134. De te beschouwen werkingsdruk is de statische overdruk gemeten onmiddellijk na de ventilator bij werking in nominale stand.
- de waarde bij ontstentenis bedraagt:

$$\sum_k \dot{V}_{\text{leak, supply duct, zonez, k}} = 0.18 \dot{V}_{\text{req, mech. supply, zonez}}$$

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 $m_{\text{zone } z}$ 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 $m_{\text{zone } z}$ per ventilatiezone z met:

$$m_{\text{zone } z} = 1.0 + 0.5 \left(\frac{r_{\text{nat. supply, zonez}} + r_{\text{mech. extr, zonez}}}{r_{\text{nat. supply, zonez, def}} + r_{\text{mech. extr, zonez, def}}} \right)$$

met:

$r_{\text{nat. supply, zone } z}$	een correctiefactor voor de mate van zelfregelendheid van de regelbare toevoeropeningen in ventilatiezone z , zoals bepaald in B.1.1 (-);
$r_{\text{mech. extr, zone } z}$	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 (-);
$r_{\text{nat. supply, zone } z, \text{def}}$	de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{nat. supply, zone } z}$, zoals bepaald in B.1.1 (-);
$r_{\text{mech. extr, zone } z, \text{def}}$	de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{mech. extr, zone } z}$, zoals hieronder bepaald (-).

Correctiefactor $r_{\text{mech. extr, zone } z}$

Bereken $r_{\text{mech. extr, zone } z}$ als:

$$r_{\text{mech. extr, zonez}} = r_{\text{adj, mech. extr, zonez}} + \frac{\sum_m \dot{V}_{\text{leak, extr. duct, zonez, m}}}{\dot{V}_{\text{req, mech. extr, zonez}}}$$

met:

$r_{adj, mech. extr, zone z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in ventilatiezone z, zoals hieronder bepaald (-);
$\dot{V}_{leak, extr. duct, zonez, m}$	de lekverliezen van het afvoerkanaalnet m bij nominale ventilatorstand in ventilatiezone z, in m ³ /h, zoals hieronder bepaald;
$\dot{V}_{req, mech. extr, zonez}$	het geëiste totale afvoerdebiet van ventilatiezone z, als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in m ³ /h.

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 ventilatorstand) van de mechanische afvoeropeningen niet, of niet allemaal, gemeten zijn, geldt:

$$r_{adj, mech. extr, zone z} = 0.20$$

Dit is de waarde bij ontstentenis.

- indien in ventilatiezone z de debieten (bij nominale ventilatorstand) 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:

$$r_{adj, mech. extr, zone z} = 0$$

- 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:

$$r_{adj, mech. extr, zonez} = \max \left[0; \min \left\{ 0.20; \frac{\sum_j \dot{V}_{meas, mech. extr, rmj}}{\dot{V}_{req, mech. extr, zonez}} - 1.20 \right\} \right]$$

waarbij de per ruimte gemeten mechanische debieten ($\dot{V}_{meas, mech. extr, rmj}$, in m³/h) moeten gesommeerd worden over alle afvoerruimten j van ventilatiezone z.

$\dot{V}_{req, mech. extr, zonez}$ 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 m³/h.

- zoniet:

$$r_{adj, mech. extr, zone z} = 0.20$$

Bepaal de lekverliezen van de afvoerkanaalnetten in ventilatiezone z als volgt:

- via meting van elk van de afvoerkanaalnetten, conform de procedure beschreven in NBN EN 14134. De te beschouwen werkingsdruk is de statische onderdruk gemeten onmiddellijk voor de ventilator bij werking in nominale stand.
- de waarde bij ontstentenis bedraagt:

$$\sum_1 \dot{V}_{\text{leak, extrduct, zonez, l}} = 0.18 \dot{V}_{\text{req, mech. extr, zonez}}$$

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 $m_{\text{zone z}}$ 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 $m_{\text{zone z}}$ per ventilatiezone z met:

$$m_{\text{zonez}} = 1.0 + 0.5 \frac{r_{\text{allmech, zonez}}}{r_{\text{allmech, zonez, def}}}$$

met:

- $r_{\text{all mech, zone z}}$ 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 (-);
- $r_{\text{all mech, zone z, def}}$ de waarde bij ontstentenis voor $r_{\text{all mech, zone z}}$, zoals hieronder bepaald (-).

Correctiefactor $r_{\text{all mech, zone z}}$

Bereken $r_{\text{all mech, zone z}}$ als

$$r_{\text{allmech, zonez}} = \frac{\max(\dot{V}_{\text{calc, mech. supply, zonez}}; \dot{V}_{\text{calc, mech. extr, zonez}})}{\max(\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zonez}}; \dot{V}_{\text{req, mech. extr, zonez}})}$$

waarin:

$$\dot{V}_{\text{calc, mech. supply, zone } z} = r_{\text{adj, mech. supply, zone } z} \times \dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z} + \sum_l \dot{V}_{\text{leak, supplyduct, zone } z, l}$$

$$\dot{V}_{\text{calc, mech. extr, zone } z} = r_{\text{adj, mech. extr, zone } z} \times \dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z} + \sum_m \dot{V}_{\text{leak, extrduct, zone } z, m}$$

met:

$r_{\text{adj, mech. supply, zone } z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de toevoeropeningen in ventilatiezone z, zoals bepaald in B.1.2 (-);
$\dot{V}_{\text{leak, supplyduct, zone } z, l}$	de lekverliezen van het toevoerkanaalnet l bij nominale ventilatorstand in ventilatiezone z, in m ³ /h, zoals bepaald in B.1.2 (-);
$\dot{V}_{\text{req, mech. supply, zone } z}$	het geëiste totale toevoerdebiet van ventilatiezone z, als som van de geëiste buitenluchttoevoerdebieten van de individuele ruimten, in m ³ /h (-);
$r_{\text{adj, mech. extr, zone } z}$	een correctiefactor voor de eventueel gebrekkige afstelling van de afvoeropeningen in ventilatiezone z, zoals bepaald in B.1.3 (-);
$\dot{V}_{\text{leak, extrduct, zone } z, m}$	de lekverliezen van het afvoerkanaalnet m bij nominale ventilatorstand in ventilatiezone z, in m ³ /h, zoals bepaald in B.1.3;
$\dot{V}_{\text{req, mech. extr, zone } z}$	het geëiste totale afvoerdebiet van ventilatiezone z, als som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten van de individuele ruimten, in m ³ /h.

Er dient gesommeerd te worden over alle toevoerkanaalnetten l en alle afvoerkanaalnetten m in ventilatiezone z.

B.2 Reductiefactor voor voorverwarming

De reductiefactor voor voorverwarming r van een energiesector i is gelijk aan de reductiefactor voor voorverwarming van de ventilatiezone z waarvan de energiesector deel uitmaakt:

$$r_{\text{preh, heat, sec } i} = r_{\text{preh, heat, zone } z}$$

$$r_{\text{preh, cool, sec } i} = r_{\text{preh, cool, zone } z}$$

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 op basis van het gelijkwaardigheidsprincipe behandeld te worden.

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 10.3.3.2.

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.

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:

$$r_{\text{preh,heat,zonez}} = \frac{\sum_p \{ \dot{V}_{\text{in,p}} - e_{\text{heat,hr,p}} \min(\dot{V}_{\text{in,p}}, \dot{V}_{\text{out,p}}) \} + \max\left\{0, \sum_p (\dot{V}_{\text{out,p}} - \dot{V}_{\text{in,p}})\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{\text{in,p}}, \sum_p \dot{V}_{\text{out,p}}\right)}$$

met:

$e_{\text{heat,hr,p}}$ een dimensieloze factor die de mate van warmteterugwinning op plaats p aangeeft, als volgt bepaald:
 * indien de buitenlucht toevoerstrom p niet voorverwarmd wordt, geldt $e_{\text{heat,hr,p}} = 0$

* indien de buitenlucht toevoerstrom 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 en $\eta_{\text{test,p}}$ is het thermisch rendement van warmteterugwinapparaat p, gemeten volgens NBN EN 308 bij debieten die niet kleiner zijn dan respectievelijk $\dot{V}_{\text{in,p}}$ en $\dot{V}_{\text{out,p}}$. De warmte-isolatie van het apparaat moet minstens even goed zijn als in de test;

$\dot{V}_{\text{in,p}}$ 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.

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:

- gebeurt op plaats p een continue meting van het ingaand debiet en vindt op basis daarvan een continue en automatische aanpassing aan de instelwaarde plaats zodat het ingaand debiet bij geen enkele ventilatorstand meer dan 5% van de instelwaarde afwijkt, dan geldt:

$$\dot{V}_{\text{in,p}} = \dot{V}_{\text{supply,setpoint,nom,p}}$$

waarbij de instelwaarde van het debiet op plaats p bij nominale ventilatorstand beschouwd wordt, in m³/h;

- in alle andere gevallen geldt:

$$\dot{V}_{\text{in,p}} = \dot{V}_{\text{mech supply,p}} + \dot{V}_{\text{leak, supplyduct,p}}$$

¹⁷ Omwille van de eenvoud wordt net zoals in 0 bij conventie de mogelijke interactie tussen de in/exfiltratieterm en de term voor bewuste ventilatie buiten beschouwing gelaten.

Voor de bepaling van de lekverliezen van het toevoerkanaalnet ($\dot{V}_{leak,supplyduct,p}$, in m³/h) gelden dezelfde regels als bij mechanische toevoerventilatie (zie B1.2). Ligt geen meetwaarde van de lekverliezen voor, dan wordt de waarde ervan nul gesteld. Worden de toevoerdebieten bij de nominale ventilatorstand effectief gemeten in alle ruimten die via plaats p van buitenlucht voorzien worden, dan gebruikt men voor $\dot{V}_{mech\ sup\ ply,p}$ de som van deze meetwaarden. In het andere geval wordt $\dot{V}_{mech\ sup\ ply,p}$ gelijk gesteld aan de som van de geëiste buitenluchttoevoerdebeten per ruimte.

Bepaal het afvoerdebiet naar buiten op plaats p als volgt:

- gebeurt op plaats p een continue meting van het uitgaand debiet en vindt op basis daarvan een continue en automatische aanpassing aan de instelwaarde plaats zodat het uitgaand debiet bij geen enkele ventilatorstand meer dan 5% van de instelwaarde afwijkt, dan geldt:

$$\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{extr,setpoint,nom,p}$$

waarbij de instelwaarde van het debiet op plaats p bij nominale ventilatorstand beschouwd wordt, in m³/h;

- in alle andere gevallen geldt:

$$\dot{V}_{out,p} = \dot{V}_{mech\ extr,p} + \dot{V}_{leak,extrduct,p}$$

Voor de bepaling van de lekverliezen van het afvoerkanaalnet ($\dot{V}_{leak,extrduct,p}$, in m³/h) gelden dezelfde regels als bij mechanische afvoerventilatie (zie B1.3). Ligt geen meetwaarde van de lekverliezen voor, dan wordt de waarde ervan nul gesteld. Worden de afvoerdebieten bij nominale ventilatorstand effectief gemeten in alle ruimten van waaruit via plaats p naar buiten afgezogen wordt, dan gebruikt men voor $\dot{V}_{mech\ extr,p}$ de som van deze meetwaarden. In het andere geval wordt $\dot{V}_{mech\ extr,p}$ gelijk gesteld aan de som van de geëiste afvoerdebieten naar buiten.

Bepaal in geval er warmteterugwinning plaatsvindt op plaats p r_p als volgt:

- gebeurt in het warmteterugwinapparaat een continue meting van zowel het ingaand als het uitgaand debiet en vindt op basis daarvan een continue en automatische aanpassing aan de instelwaarden plaats zodat in- en uitgaand debiet bij geen enkele ventilatorstand meer dan 5% van hun respectievelijke instelwaarde afwijken, 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 ruimteteoeling als volgt:

$$r_{preh,cool,zonez} = \frac{\sum_p \{ \dot{V}_{in,p} - e_{cool,hr,p} \min(\dot{V}_{in,p}, \dot{V}_{out,p}) \} + \max\left\{0, \sum_p (\dot{V}_{out,p} - \dot{V}_{in,p})\right\}}{\max\left(\sum_p \dot{V}_{in,p}, \sum_p \dot{V}_{out,p}\right)}$$

waarbij de verschillende termen dezelfde zijn als hierboven, met uitzondering van $e_{cool,hr,p}$, 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:

$$e_{cool,hr,p} = 0$$

- 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:

$$e_{cool,hr,p} = 0.5 \times e_{heat,hr,p}$$

- in alle andere gevallen geldt:

$$e_{cool,hr,p} = e_{heat,hr,p}$$

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 vensters, passieve zonne-energiesystemen, thermische zonnecollectoren en fotovoltaïsche installaties. Voor de gebruiker is enkel C.2 van belang waarin gedefinieerd wordt hoe beschaduwing 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

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.

Waarden bij ontstentenis

Indien de beschaduwing op een vlak niet in detail geanalyseerd wordt, geldt voor verwarmingsberekeningen en voor zonnecollectoren voor F_S de waarde 0.6. Bij de bepaling van de oververhittingsindicator en voor koelberekeningen geldt voor F_S de waarde 0.8. Hierin is F_S de verhouding tussen de bezonning op het beschaduwd vlak en de bezonning op het onbeschaduwd vlak.

Voor fotovoltaïsche installaties gelden deze waarden bij ontstentenis niet en is het verplicht de beschaduwing steeds in detail in te geven.

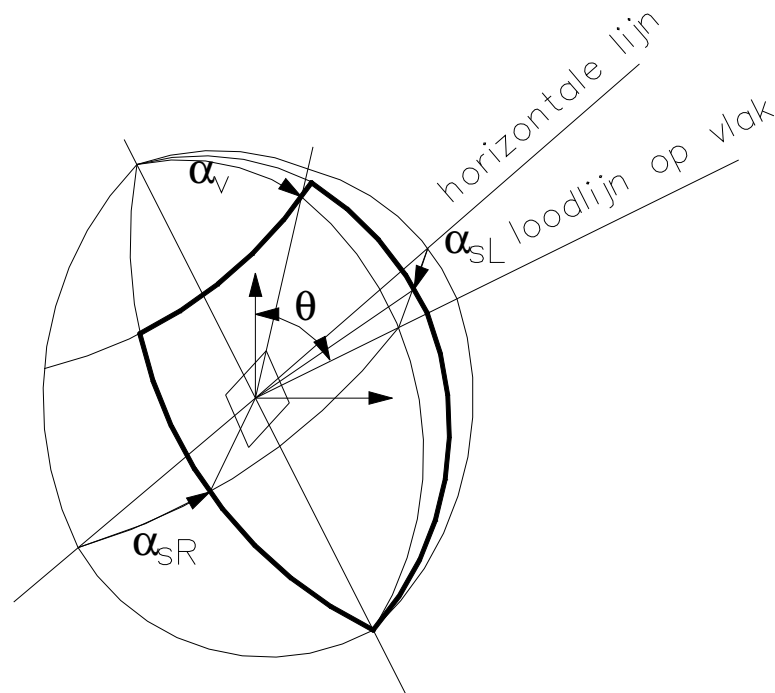
Geometrie van een belemmering

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.

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 onderstaande figuur.

Toelichting: de overstekgrenzen vormen een rechthoek op een zogenaamde visoofoto 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.



C.3 Maandelijks bezonning op een onbeschadwd vlak

Totale bezonning

Stel de maandelijks bezonning op een willekeurig, onbeschadwd vlak j gelijk aan de som van de maandelijks directe, diffuse en gereflecteerde bezonningen:

$$I_{s,m,j,\text{unshad}} = I_{s,\text{dir},m,j,\text{unshad}} + I_{s,\text{dif},m,j,\text{unshad}} + I_{s,\text{refl},m,j,\text{unshad}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

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;
 $I_{s,\text{refl},m,j,\text{unshad}}$ de gereflecteerde bezonning voor de beschouwde maand op vlak j , in MJ /m².

De verschillende termen worden in de volgende paragrafen berekend.

Directe bezonning

De berekening van de maandelijks 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 maandelijks directe bezonning op een onbeschadwd vlak als:

$$I_{s,\text{dir},m,j,\text{unshad}} = \left[I_{s,\text{tot},m,\text{hor}} - I_{s,\text{dif},m,\text{hor}} \right] \frac{Q_{s,\text{dir},\text{char},j}}{Q_{s,\text{dir},\text{char},\text{hor}}} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s,\text{tot},m,\text{hor}}$ de maandelijks bezonning op een onbeschadwd 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:

$$Q_{s,dir,char,j} = 240 \sum_{\omega_1}^{\omega_2} \max\{0, [q_{s,dir,n} \cos \chi_{s,j} \Delta\omega]\} \quad (J/(m^2.dag))$$

$$Q_{s,dir,char,hor} = 240 \sum_{\omega_3}^{\omega_4} \max\{0, [q_{s,dir,n} \cos \chi_{s,hor} \Delta\omega]\} \quad (J/(m^2.dag))$$

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;
- 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;
- ω_3 de uurhoek 's morgens waarbij $\cos\chi_{s,hor}$ groter wordt dan nul;
- ω_4 de uurhoek 's avonds waarbij $\cos\chi_{s,hor}$ nog net groter is dan nul;
- $\chi_{s,j}$ de invalshoek per stap $\Delta\omega$ van de zon op vlak j, in °, zoals hieronder berekend;
- $\chi_{s,hor}$ de invalshoek per stap $\Delta\omega$ van de zon op het horizontaal vlak, in °, zoals hieronder berekend;
- 240 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 zonnerichting als:

$$q_{s,dir,n} = \max[0, 1353[1 + 0.033 \cos[360d/365]] \exp(-m d_R T_L)] (W/m^2)$$

met:

- d het dagnummer van elk van de karakteristieke dagen, zie tabel 1;
- m 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:

$$m = \frac{0.992}{\sin(\beta) + 0.15(\pi\beta/180 + 3.885)^{-1.253}} \quad (\text{m}^{-1})$$

$$d_R = 1.4899 - 2.1099 \cos(\beta) + 0.6322 \cos(2\beta) + 0.0253 \cos(3\beta) - 1.0022 \sin(\beta) + 1.0077 \sin(2\beta) - 0.2606 \sin(3\beta) \quad (\text{m})$$

$$T_L = 3.372 + 0.053(\pi\beta/180) - 0.296 \cos(30\text{m}) \quad (-)$$

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:

$$\beta = \max\left[0, 90 - \text{bg} \cos[\cos \varphi \cos \delta \cos \omega + \sin \varphi \sin \delta]\right] \quad (^\circ)$$

met:

φ de breedtelegging, voor Ukkel +50.8 $^\circ$

δ de declinatiehoek voor elk van de karakteristieke dagen, in $^\circ$, gelijk aan

$$\delta = \text{bg} \sin\left[-\sin(23.45) \cos\left(\frac{360}{365} (d + 10)\right)\right] \quad (^\circ)$$

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:

$$\begin{aligned} \cos \chi_{s,j} = & 0.775[\sin \delta \cos \theta_j + \cos \delta \sin \theta_j \cos \phi_j \cos \omega] \\ & - 0.632[\sin \delta \sin \theta_j \cos \phi_j - \cos \delta \cos \theta_j \cos \omega] \\ & + \cos \delta \sin \theta_j \sin \phi_j \sin \omega \end{aligned}$$

$$\chi_{s,\text{hor}} = 90 - \beta$$

Diffuse bezonning

Bepaal de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwd vlak als:

$$I_{s,\text{dif},m,j,\text{unshad}} = I_{s,\text{dif},m,\text{hor}} c_m \left(\frac{1 + \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met

$I_{s,\text{dif},m,\text{hor}}$ de maandelijkse diffuse bezonning op een onbeschaduwd 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 onderstaande tabel.

		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.

Gereflecteerde bezonning

Bereken de maandelijkse gereflecteerde bezonning op een onbeschaduwd vlak als:

$$I_{s,refl,m,j,unshad} = 0.2I_{s,tot,m,hor} \left(\frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met

$I_{s,tot,m,hor}$ de maandelijkse totale bezonning op een onbeschaduwd horizontaal vlak voor het referentiejaar te Ukkel, in MJ/m², zie tabel 1.

C.4 Maandelijkse bezonning op een beschaduwd vlak

Totale bezonning

Stel de maandelijkse bezonning op een willekeurig, beschaduwd vlak j gelijk aan de som van de maandelijkse directe, diffuse en gereflecteerde bezonningen:

$$I_{s,m,j,shad} = I_{s,dir,m,j,shad} + I_{s,dif,m,j,shad} + I_{s,refl,m,j,shad} \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s,dir,m,j,shad}$ de directe bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m²;
 $I_{s,dif,m,j,shad}$ de diffuse bezonning voor de beschouwde maand op vlak j, in MJ/m²;
 $I_{s,refl,m,j,shad}$ de gereflecteerde bezonning voor de beschouwde maand op vlak j in MJ/m².

De verschillende termen worden in de volgende paragrafen berekend.

Directe bezonning

Bepaal de maandelijkse directe bezonning op het beschaduwd vlak ($I_{s,dir,m,j,shad}$) op dezelfde wijze als op een niet beschaduwd 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:

$$\gamma_s = -\text{teken}(\omega) \text{bg} \cos \left(\frac{\cos \chi_{s,\text{hor}} \sin \varphi - \sin \delta}{\sin \chi_{s,\text{hor}} \cos \varphi} \right)$$

Diffuse bezonning

Bepaal de maandelijkse diffuse bezonning op het beschaduwde vlak als:

$$I_{s,\text{dif},m,j,\text{shad}} = I_{s,\text{dif},m,\text{hor}} \left(\frac{1 + \cos \theta_j}{2} \right) c_m c_n \quad (\text{MJ/m}^2)$$

$$c_n = \frac{\left(\frac{180 - \theta_j}{90} (1 - \sin \alpha_h) - (1 - \cos \alpha_v) \right) (180 - \alpha_{sL} - \alpha_{sR})}{2(180 - \theta_j)}$$

met

$I_{s,\text{dif},m,\text{hor}}$ 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 $c_n = 0$.

Gereflecteerde bezonning

Bereken de maandelijkse gereflecteerde bezonning op een willekeurig vlak als:

$$I_{s,\text{refl},m,j,\text{shad}} = 0.2 I_{s,\text{tot},m,\text{hor}} \left(\frac{1 - \cos \theta_j}{2} \right) \quad (\text{MJ/m}^2)$$

met:

$I_{s,\text{tot},m,\text{hor}}$ de maandelijkse totale bezonning op een onbeschaduwde horizontaal vlak te Ukkel, in MJ/m², zie tabel 1.

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:

–

$$t_{\text{heat,seci,m}} = \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{\left[29(H_{T,\text{seci,m}} + 0.27V_{\text{seci}}) + 10V_{\text{seci}}\right](18 - \theta_{e,m})/29} \quad (\text{Ms})$$

– Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater constant is, geldt :

–

$$t_{\text{heat,seci,m}} = \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{29(H_{T,\text{seci,m}} + 0.27V_{\text{seci}}) + 10V_{\text{seci}}} \quad (\text{Ms})$$

In beide formules zijn:

$Q_{\text{heat,net,seci,m}}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i , in MJ, bepaald volgens 7.2;

$H_{T,\text{heat,seci}}$ de warmteoverdrachtscoëfficiënt door transmissie van energiesector i bij basis buitentemperatuur, in W/K;

V_{seci} het volume van energiesector i , in m^3 ;

$\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie tabel 1.

D.2 Gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring

Bepaal voor elke maand van het stookseizoen de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekring van energiesector i tijdens de werkingstijd als volgt:

– Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater variabel is, geldt:

–

$$\theta_{c,\text{seci,m}} = 21 + (\theta_{c,\text{seci},\theta_{eb}} - 21) \left[\frac{21 - \theta_{e,m}}{29} \right]^{0.75} \quad (^\circ\text{C})$$

– Indien de instelwaarde van de vertrektemperatuur van het kringwater constant is, geldt :

$$\theta_{c,\text{seci,m}} = \theta_{c,\text{seci},\theta_{eb}} \quad (^\circ\text{C})$$

maar bij een standaardketel zonder namenging m.b.v. een driewegmengkraan moet steeds gerekend worden met $\theta_{c,sec\ i,m} = 80^{\circ}\text{C}$, onafgezien van de ontwerptemperaturen van de afgiftekering.

waarin:

- $\theta_{c,sec\ i,\theta eb}$ de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering bij basis buitentemperatuur, zoals hieronder bepaald, in $^{\circ}\text{C}$;
- $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie tabel 1.

Bepaal de gemiddelde watertemperatuur in de afgiftekering bij basis buitentemperatuur (d.w.z. bij ontwerpomstandigheden), als volgt:

$$\theta_{c,sec\ i,\theta eb} = 0.5 (\theta_{design, supply, sec\ i} + \theta_{design, return, sec\ i})$$

met

- $\theta_{design, supply, sec\ i}$ de ontwerpvertrektemperatuur van het water in de afgiftekering van energiesector i (bij basisbuitentemperatuur), in $^{\circ}\text{C}$;
- $\theta_{design, return, sec\ i}$ de ontwerpretourtemperatuur van het water in de afgiftekering van energiesector i (bij basisbuitentemperatuur), in $^{\circ}\text{C}$.

Als waarden bij ontstentenis mogen gehanteerd worden:

– voor vloer- en muurverwarming:

$$\theta_{design, supply, sec\ i} = 55^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{design, return, sec\ i} = 45^{\circ}\text{C}$$

– voor radiatoren:

$$\theta_{design, supply, sec\ i} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{design, return, sec\ i} = 70^{\circ}\text{C}$$

Betere waarden kunnen ingebracht worden overeenkomstig vooraf door de minister erkende 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:

$$\Delta Q_{rad,sec\ i,m} = t_{heat,sec\ i,m} \sum_j \{U_j A_{rad,j} \max(0, w\theta_{c,sec\ i,m} + (1 - w)\theta_{e,m} - 18)\} \quad (\text{MJ})$$

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 $^{\circ}\text{C}$;
- $\theta_{e,m}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, zie tabel 1;
- $t_{heat,sec\ i,m}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte in energiesector i , bepaald volgens D.1, in Ms;

- w een weefactor. 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/m^2K ;
- $A_{rad,j}$ de geprojecteerde radiatoroppervlakte van radiator j, in m^2 .

Er dient gesommeerd te worden over alle radiatoren j van energiesector i, die geplaatst zijn tegen een uitwendige scheidingsconstructie.

- Stel het maandelijks afgifrenderement voor energiesector i ($\eta_{em,heat,seci,m}$) gelijk aan:

$$\eta_{em,heat,seci,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,seci,m}}{Q_{heat,net,seci,m} + \Delta Q_{rad,seci,m}} \quad (-)$$

met:

- η de vermenigvuldiger uit tabel 18. Deze vermenigvuldiger houdt rekening met extra regelingsverliezen en de verliezen als gevolg van temperatuurstratificatie;
- $Q_{heat,net,sec i,m}$ de maandelijks netto energiebehoefte voor ruimteverwarming van energiesector i, in MJ, bepaald volgens 7.2;
- $\Delta Q_{rad,sec i,m}$ het maandelijks extra warmteverlies achter de radiatoren van energiesector i, in MJ.

Tabel 18: 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 maandelijks extra warmteverlies doorheen de vloeren van energiesector i ($\Delta Q_{fl,h,sec i,m}$) als:

$$\Delta Q_{fl,h,seci,m} = (\theta_{c,seci,m} - 18) \cdot t_{heat,seci,m} \sum_j (U_{f,j}^* A_{f,j}) \quad (MJ)$$

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 $^{\circ}C$;
- $t_{heat,sec i,m}$ de conventionele maandelijks 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 m^2 ;

$U_{f,j}^*$

de equivalente U-waarde van de vloer onder de vloerverwarming j, gelijk aan:

- in geval van vloeren op volle grond:

$$\frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} + 0.75 \quad (\text{m}^2\text{K/W})$$

met:

$U_{f,j}$ de U-waarde van de vloer gerekend vanaf de binnenomgeving tot aan het scheidingsvlak met de grond, in W/m²K.

- in geval van vloeren boven een kelder of kruipkelder:

$$\frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0.25 + \frac{1}{U_{g,j} + U_{x,j}} \quad (\text{m}^2\text{K/W})$$

waarbij $U_{f,j}$, $U_{g,j}$ en $U_{x,j}$ berekend worden volgens nadere specificaties vanwege de minister

- in geval van vloeren in contact met de buitenlucht:

$$\frac{1}{U_{f,j}^*} = \frac{1}{U_{f,j}} - 0.25 \quad (\text{m}^2\text{K/W})$$

met $U_{f,j}$ de warmtedoorgangscoefficiënt van de vloer van binnenomgeving tot buitenlucht, berekend volgens nadere specificaties vanwege de minister, in W/(m²K).

Er dient gesommeerd te worden over alle vloerverwarmingen j van energiesector i, die ingebed zijn in uitwendige scheidingsconstructies.

- Stel het maandelijkse afgifterendement voor energiesector i ($\eta_{em,heat,sec i,m}$) gelijk aan:

$$\eta_{em,heat,sec i,m} = \eta \frac{Q_{heat,net,sec i,m}}{Q_{heat,net,sec i,m} + \Delta Q_{fl,h,sec i,m}} \quad (-)$$

met:

η de vermenigvuldiger uit tabel 18;

$Q_{heat,net,sec i,m}$ 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

$$\Delta Q_{wall,h,sec i,m} = (\theta_{c,sec i,m} - 18) \cdot t_{heat,sec i,m} \sum_j (U_{wall,j}^* A_{wall,j}) \quad (\text{MJ})$$

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;

$t_{\text{heat,seci,m}}$ de conventionele maandelijkse werkingstijd van het systeem van warmteafgifte in energiesector i, bepaald volgens D.1, in Ms;
 $A_{\text{wall,j}}$ de oppervlakte van de uitwendige verticale scheidingsconstructie j, achter het vlak met de muurverwarming, in m²;
 $U^*_{\text{wall,j}}$ de equivalente warmtedoorgangscoefficiënt van de uitwendige verticale scheidingsconstructie j achter het vlak met de muurverwarming, gegeven door:

$$U^*_{\text{wall,j}} = \frac{1}{1/U_{\text{wall,j}} - 0.175} \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

met:

$U_{\text{wall,j}}$ 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 afgifterendement voor energiesector i ($\eta_{\text{em,heat,sec i,m}}$) gelijk aan:

$$\eta_{\text{em,heat,seci,m}} = \eta \frac{Q_{\text{heat,net,seci,m}}}{Q_{\text{heat,net,seci,m}} + \Delta Q_{\text{wall,h,seci,m}}} \quad (-)$$

met:

η de vermenigvuldiger uit tabel 18;
 $Q_{\text{heat,net,sec i,m}}$ 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 verdelverliezen

Deze bijlage is enkel van toepassing op energiesectoren die slechts door 1 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 verdelrendement, $\eta_{\text{distr,heat,sec } i,m}$, van een energiesector i is gelijk aan het maandgemiddeld verdelrendement van het warmteverdelingsnetwerk n dat de energiesector van warmte voorziet:

$$\eta_{\text{distr,heat,sec } i,m} = \eta_{\text{distr,heat,netw } n,m} \quad (-)$$

met:

$$\eta_{\text{distr,heat,netw } n,m} = \frac{Q_{\text{out,heat,netw } n,m}}{Q_{\text{in,heat,netw } n,m}} \quad (-)$$

waarin:

$$Q_{\text{in,heat,netw } n,m} = Q_{\text{out,heat,netw } n,m} + Q_{\text{distr,heat,netw } n,m} \quad (\text{MJ})$$

en

$$Q_{\text{out,heat,netw } n,m} = \sum_i \frac{Q_{\text{heat,net,sec } i,m}}{\eta_{\text{em,heat,sec } i,m}} \quad (\text{MJ})$$

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 afgifrendement van energiesector i , bepaald volgens 9.2.2.2 of bijlage D, (-);

$Q_{\text{heat,net,sec } i,m}$ 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 bedient worden. Als het warmteverdelingsnetwerk ook energie aflevert aan gebouwdelen waarvoor geen EP-berekening 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:

$$Q_{\text{distr,heat,netwn,m}} = t_{\text{heat,netwn,m}} \cdot \sum_j (\theta_{\text{c,netwn,m}} - \theta_{\text{amb,m,j}}) \left(\frac{l_j}{R_{l,j}} \right) \quad (\text{MJ})$$

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 bijlage D.1, zowel voor water- als voor luchtverwarmingssystemen) van de energiesectoren i die door het netwerk bediend worden;

$\theta_{\text{c,netw n,m}}$ de maandgemiddelde temperatuur van het fluïdum in warmteverdelingsnet n, in °C. Neem de waarde ervan gelijk aan het maximum van de maandgemiddelde fluïdumtemperaturen 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 fluïdum: het betreft de temperatuur $\theta_{\text{c,sec i,m}}$, bepaald volgens bijlage D.2 (ook indien het een ander verwarmingssysteem betreft dan radiatoren, of vloer- of muurverwarming; bv. convectoren)
- in geval van lucht als warmtetransporterend fluïdum: gebruik voor elke maand met de gemiddelde waarde gedurende het stookseizoen, gegeven door:

$$\theta_{\text{c,sec i}} = 8 + 0.6 \theta_{\text{design,supply,sec i}}$$
 met $\theta_{\text{design,supply,sec i}}$ 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: $\theta_{\text{amb,m,j}} = 11 + 0.4 \theta_{\text{e,m}}$;
- indien het segment buiten ligt, geldt: $\theta_{\text{amb,m,j}} = \theta_{\text{e,m}}$;

waarin:

$\theta_{\text{e,m}}$ de maandgemiddelde buitentemperatuur, in °C, volgens Tabel 1;

l_j de lengte van segment j, in m;

$R_{l,j}$ de lineaire warmteweerstand van segment j, in mK/W, bepaald volgens bijlage E.3.

Er dient gesommeerd te worden over alle segmenten j van warmteverdelingsnet 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.

Ze kan in detail berekend worden als invoer voor bovenstaande berekeningen. Daarbij dient rekening gehouden te worden met het koudebruggeffect van ophangingen, afstandshouders, flenzen, enz. Ook alle speciale en/of niet geïsoleerde segmenten dienen in dit geval als aparte segmenten ingerekend te worden: afsluitkranen, regelaars, ev. ongeïsoleerde bochten, enz.

Indien geen detailberekening uitgevoerd wordt, dienen onderstaande vergelijkingen gebruikt te worden. Deze zijn gebaseerd op NBN EN ISO 12241. Voor meerschilige isolatiemantels wordt direct naar deze norm verwezen, waarbij rekening moet gehouden worden met dezelfde reductiefactor van 0.6 als hieronder gebruikt is.

E.3.1 Ronde leidingen en kanalen

Bereken de lineaire warmteweerstand $R_{l,j}$ van segment j als:

$$R_{l,j} = \frac{0.6}{2\pi\lambda_{\text{insul},j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) + \frac{1}{h_{\text{se},j}\pi D_{e,j}} \quad (\text{mK/W})$$

met:

- $\lambda_{\text{insul},j}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment j , in $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;
- $D_{e,j}$ 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 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$, gelijk te nemen aan:
 - binnen het beschermd volume: $h_{\text{se},j} = 8$;
 - in aangrenzende onverwarmde ruimte: $h_{\text{se},j} = 10$;
 - buiten: $h_{\text{se},j} = 25$.

De vermenigvuldiger 0.6 houdt er rekening mee dat, als gevolg van koudebruggen en van het niet isoleren van kranen, ev. bochten, enz. de reële verliezen hoger zijn dan ingeval van perfecte isolatie. De interne warmteovergangswaarde en de eigen weerstand van de leiding of het kanaal zijn in de formule als verwaarloosbaar klein verondersteld.

E.3.2 Rechthoekige kanalen

Bereken de lineaire warmteweerstand $R_{l,j}$ van segment j als:

$$R_{l,j} = \frac{0.6 \times d_{\text{insul},j}}{2\lambda_{\text{insul},j}(H_j + B_j - 2d_{\text{insul},j})} + \frac{1}{2h_{\text{se},j}(H_j + B_j)} \quad (\text{mK/W})$$

met:

- $\lambda_{\text{insul},j}$ de warmtegeleidingscoëfficiënt van de warmte-isolatie rond segment j , in $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;
- $d_{\text{insul},j}$ 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 ;

$h_{se,j}$ de totale (convectieve + radiatieve) externe warmteoverdrachtscoëfficiënt van het segment j , in W/m^2K , zoals vastgelegd in E.3.1.

De vermenigvuldiger 0.6 houdt er rekening mee dat, als gevolg van uitvoeringslordigheden en koudebruggen, de reële verliezen hoger zijn dan ingeval van perfecte isolatie. De interne warmteovergangswaerstand en de eigen waerstand van het kanaal zijn in de formule als verwaarloosbaar klein verondersteld.

E.3.3 Ondergrondse leidingen

Bereken de lineaire waerstawaerstand $R_{l,j}$ van segment j als:

$$R_{l,j} = R'_{l,j} + R_E \quad (\text{mK/W})$$

met:

$$R'_{l,j} = \frac{0.6}{2\pi\lambda_{\text{insul},j}} \ln\left(\frac{D_{e,j}}{D_{i,j}}\right) \quad (\text{mK/W})$$

en

$$R_E = \frac{1}{2\pi\lambda_E} \ar \cosh\left(\frac{2H_{E,j}}{D_{e,j}}\right) \quad (\text{mK/W})$$

waarin:

$\lambda_{\text{insul},j}$ de waerstawaerleidingscoëfficiënt van de waerstawaer-isolatie rond segment j , in $W/(m.K)$;

$D_{e,j}$ de buitendiameter van de geïsoleerde leiding, in m;

$D_{i,j}$ de buitendiameter van de ongeïsoleerde leiding, in m;

λ_E de waerstawaerleidingscoëfficiënt van de omgevende bodem. Neem als waarde: $\lambda_E = 2 W/(m.K)$;

$H_{E,j}$ de afstand tussen het middelpunt van de leiding en het grondoppervlak, in m.

De vermenigvuldiger 0.6 houdt er rekening mee dat, als gevolg van uitvoeringslordigheden en koudebruggen, de reële verliezen hoger zijn dan ingeval van perfecte isolatie. De interne waerstawaerovergangswaerstand en de eigen waerstawaerstand van de leiding zijn in de formule als verwaarloosbaar klein verondersteld.

Bijlage F: Verhouding van de onderste tot de bovenste verbrandingswaarde van verschillende brandstoffen

Brandstof	$f_{1/h}$
aardgas	0.90
gasolie	0.94
propaan/butaan/LPG	0.92
kolen	0.96
hout	0.93
andere brandstoffen (1)	gelijkwaardigheid

(1) Voor brandstoffen die nog niet expliciet in de tabel vermeld zijn, dient vooraf bij de minister de toe te passen waarde opgevraagd te worden.

Brussel,

De minister-president van de Vlaamse Regering,

Kris PEETERS

De Vlaamse minister van Energie, Wonen, Steden en Sociale Economie

Freya VAN DEN BOSSCHE