

Gevolgen nieuwe referentieklimaatjaren volgens NEN 5060

Voor de beoordeling van het thermische comfort in gebouwen wordt gebruik gemaakt van simulatieprogramma's waarmee het gebouw op vertrekniveau, inclusief de aanwezige klimaatinstallaties, wordt gesimuleerd om van uur tot uur de warmtehuishouding en ruimtetemperatuur te bepalen. Deze programma's maken gebruik van klimaatbestanden, die representatief zijn voor een langere periode. Sinds lange tijd worden hiervoor de klimaatgegevens van De Bilt van 1964 / 1965 gebruikt als standaard invoer voor computerberekeningen.



Ir. E.N. 't Hooft

- door ir. E.N. 't Hooft*

Vanwege de klimaatveranderingen, die een duidelijke trend naar warmere jaren laat zien, zijn voor Nederland nieuwe referentieklimaatjaren ontwikkeld voor temperatuur- en energieberekeningen, op basis van NEN-EN-ISO 15927-2 en 15927-5 [1, 2]. De nieuw ontwikkelde referentieklimaatjaren zijn samengesteld uit een bestand van klimaatge-

gevens van twintig aaneengesloten jaren van het KNMI-station De Bilt, waarvoor de periode 1986 t/m 2005 is gebruikt. Deze referentieklimaatgegevens zijn opgenomen in NEN 5060, die als definitieve versie is verschenen [3].

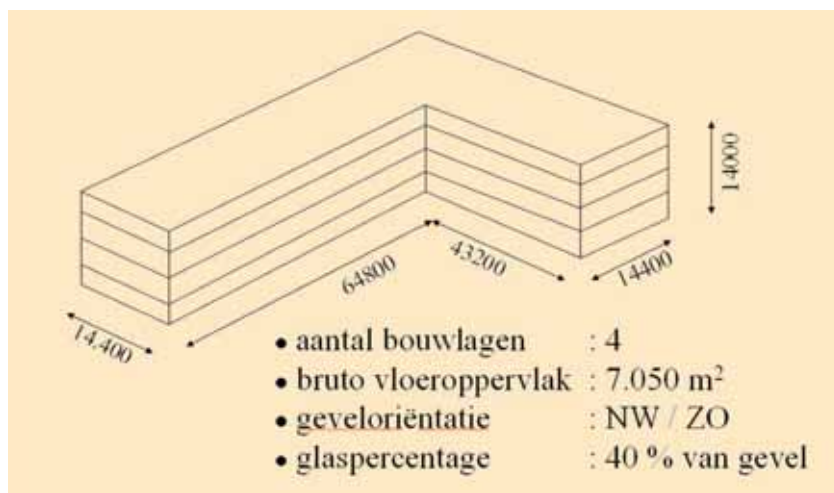
Dit artikel laat aan de hand van een rekenstudie aan een referentiegebouw in de gezondheidszorg (verpleeghuis)

zien wat de consequenties van de nieuw ontwikkelde referentieklimaatjaren zijn op het ontwerp, het energiegebruik en de energiekosten van de klimaatinstallatie.

REFERENTIEGEBOUW

Als referentiegebouw is een verpleeghuis met een bruto vloeroppervlakte van 7.050 m² gekozen. In het L-vormige gebouw, dat vier bouwlagen omvat, bevinden zich 240 éénpersoons verpleegkamers voor aan bed gebonden patiënten. De lange gevels van het gebouw zijn op het NW en het ZO georiënteerd (zie figuur 1). Voor dit onderzoek worden twee verschillende raam/zonweringsystemen beschouwd, te weten:

- heldere HR⁺⁺-beglazing, voorzien van automatische buitenzonwering;
- zonwerende HR⁺⁺-beglazing met lichtwering.



Referentiegebouw - verpleeghuis.

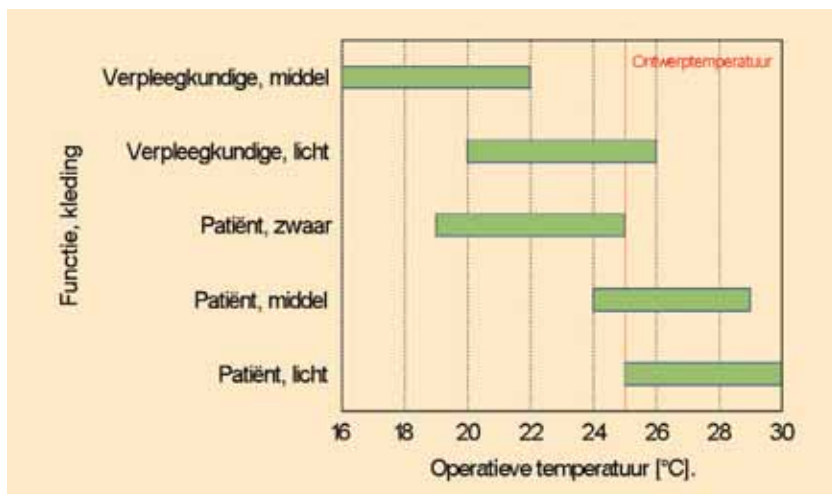
- FIGUUR 1 -

* Grontmij | Technical Management te Amersfoort

Gezondheidszorgfunctie	EPC-eis	
	Voor 01-01-2009	Na 01-01-2009
niet-klinisch	1,5	1,0
klinisch	3,6	2,6

EPC in de gezondheidszorg.

- TABEL 1 -



Comfortgebied verpleegkundige en patiënt.

- FIGUUR 2 -

Referentieklimaatjaar	Oriëntatie			
	NO	ZO	ZW	NW
1964 / 1965	•	•	•	•
1995 ¹⁾	•	•	•	•
TEMPREF ²⁾	•	•	•	•
RA2008T1 ³⁾	•	•	•	•
RA2008T2 ³⁾	•	•	•	•
RA2008T5 ³⁾	•	•	•	•

¹⁾ Betreft warm jaar
²⁾ TEMPREF is een tijdelijk referentiejaar dat is ontwikkeld als overbrugging naar de in de NEN 5060 gepresenteerde referentieklimaatjaren
³⁾ Betreft referentieklimaatjaren voor simulatieberekeningen volgens NEN 5060

Beschouwde varianten rekenstudie.

- TABEL 2 -

Voor de bouwaanvraag dient de energieprestatiecoëfficiënt, bepaald conform NEN 2916 en de bijbehorende praktijkrichtlijn NPR 2917 met rekenprogramma, voor een gebouw met een gezondheidszorgfunctie - klinisch, inclusief de gebouwgebonden installaties, niet groter te zijn dan 2,6. Dit is

de verzwaarde eis die 1 januari 2009 van kracht wordt (zie tabel 1).

De consequentie van de aanscherping is dat slechts aan die eis kan worden voldaan als voor de warmte- en koudeopwekking hoogwaardige systemen worden ingezet (warmtepomp in com-

binatie koudeopslag in de bodem). Voor de gehanteerde bouwkundige en installatietechnische uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 1.

THERMISCH BINNENKLIMAAT

Het thermische comfort in een verpleeghuis vraagt enige aandacht omdat men te maken heeft met aan bed gebonden patiënten en verplegend personeel, die elk hun eigen comfort vragen. Gestreefd moet worden naar een ruimtetemperatuur die valt binnen het comfortgebied van zowel de patiënt als de verpleegkundige. Dit is in figuur 2 in beeld gebracht, waarin voor verschillende kledingweerstand het comfortgebied is aangegeven.

De verpleegkundige is vanwege het hogere metabolisme licht gekleed. De optimale temperatuur voor een verpleegkundige bedraagt in de zomer ongeveer 23 °C. Deze temperatuur is voor patiënten met een lage stofwisseling te laag. Daarom wordt voor deze rekenstudie een maximale ruimtetemperatuur van 25 °C aangehouden als compromis. Hierbij geldt als overweging dat een patiënt gemakkelijk zijn kleding- en dekenpakket kan aanpassen, en dat de ruimtetemperatuur door individuele regeling aan persoonlijke wensen is aan te passen. Aan de hand van temperatuuroverschrijdingsberekeningen wordt het benodigde lokale koelvermogen bepaald en het comfort beoordeeld (zie tabel 5).

REKENSTUDIE

Om het effect van de nieuw ontwikkelde referentieklimaatjaren voor simulatieberekeningen op het ontwerp, het energiegebruik en de energiekosten van de klimaatinstallatie te onderzoeken heeft Grontmij | Technical Management uit Amersfoort een rekenstudie uitgevoerd voor het referentiegebouw (verpleeghuis). Bij nieuwbouw van verpleeghuizen wordt tegenwoordig voorzien in klimaatinstallaties met koeling voor een aangenaam klimaat. Hiermee wordt in de zomer een comfortabele situatie bereikt en worden onnodige sterftegevallen door hoge binnentemperaturen in de zomer voorkomen. Als installatieconcept is hier gekozen voor een mechanisch toe- en afvoersysteem met koeling, dat een 2,5-vou-

Maand	Referentieklimaatjaar			
	RA2008T1 ¹⁾	RA2008T2 ¹⁾	RA2008T5 ¹⁾	RA2008EN ²⁾
1	1987	1997	2003	2003
2	1986	1991	1994	2004
3	1991	1990	1989	1992
4	2003	1987	1991	2002
5	1992	1989	1988	1986
6	2005	1995	1989	2000
7	1995	2001	2003	2002
8	2004	2003	1995	2000
9	1991	1999	2004	1992
10	1995	1990	2001	2004
11	1996	1999	2005	2001
12	1996	2002	1989	2003

¹⁾ Voornoemde referentieklimaatjaren zijn geselecteerd op basis van de frequentieverdeling van vijfdaagsgemiddelde temperaturen, waarbij voor het stookseizoen (november t/m maart) een onderschrijdingskans en voor het koelseizoen (april t/m oktober) een overschrijdingskans geldt van:
- referentieklimaatjaar RA2008T1: 1 %
- referentieklimaatjaar RA2008T2: 2 %
- referentieklimaatjaar RA2008T5: 5 %
²⁾ Betreft referentieklimaatjaar voor energieberekeningen (zonder temperatuurextremen)

Referentieklimaatjaren voor simulatie(TO-) en energieberekeningen volgens NEN 5060.

- TABEL 3 -

dige luchtwisseling onderhoudt. In de winter wordt de temperatuur in de ruimte geregeld door middel van radiatoren. Gedurende de zomerperiode vindt lokaal aanvullende koeling plaats door middel van passieve koelconvectoren in het plafond. De verschillen met 1964 / 1965 en het huidige (tijdelijke) referentiejaar (TEMPREF) worden in beeld gebracht door voor de verschillend georiënteerde standaard éénpersoonskamers in het verpleeghuis de volgende varianten te beschouwen (tabel 2).

De in tabel 3 aangegeven referentieklimaatjaren RA2008T1, T2 en T5 voor simulatieberekeningen en RA2008EN voor energieberekeningen zijn, conform NEN 5060, samengesteld uit de maanden van de periode 1986 t/m 2005 als aangegeven.

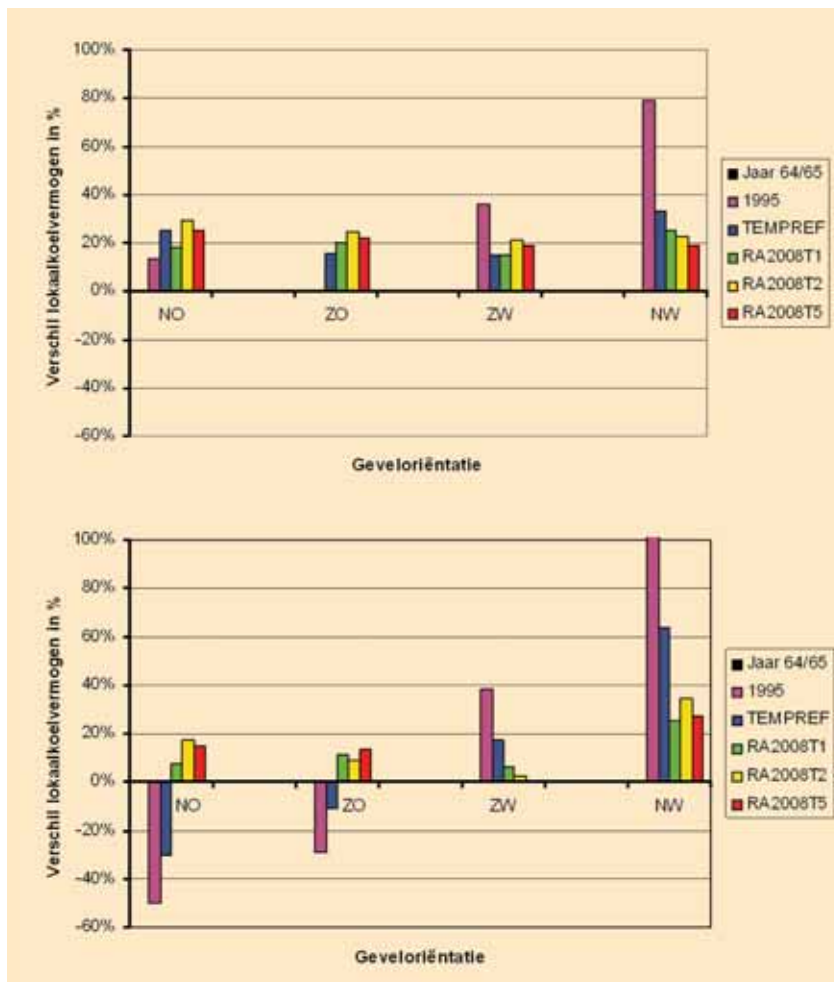
Alle referentieklimaatjaren beginnen met een maandag en tellen 365 dagen. Het koelseizoen is door middel van een arcering aangegeven. De keuze voor het referentieklimaatjaar als basis voor simulatie(TO-)berekeningen dient in overleg met de opdrachtgever

Raam/ zonwerings- systeem	Referentie- klimaatjaar	Ventilatie- voud m ³ /(h.m ³)	T-inblaas °C	Benodigde lokale koelcapaciteit W			
				NO	ZO	ZW	NW
Helder HR ⁺⁺ -glas met automatische buitenzonwering	1964 / 1965	2,5	18	220	225	235	240
	1995	2,5	18	250	225	320	430
	TEMPREF	2,5	18	275	260	270	320
	RA2008T1	2,5	18	260	270	270	300
	RA2008T2	2,5	18	285	280	285	295
	RA2008T5	2,5	18	275	275	280	285
Zonwerend HR ⁺⁺ -glas met lichtwering	1964 / 1965	2,5	18	200	450	470	275
	1995	2,5	18	100	320	650	890
	TEMPREF	2,5	18	140	400	550	450
	RA2008T1	2,5	18	215	500	500	345
	RA2008T2	2,5	18	235	490	480	370
	RA2008T5	2,5	18	230	510	470	350

¹⁾ Betreft lokaal koelvermogen (ontwerpvermogen, exclusief ventilatielucht) bij:
- ruimtetemperatuur = 25 °C
- gemiddelde watertemperatuur = 17 °C

Overzicht benodigde lokale koelvermogens ¹⁾ voor verpleegkamer.

- TABEL 4 -



Vershil in lokaal koelvermogen t.o.v. referentiejaar 1964 / 1965.

- FIGUUR 3 -

Raam/ zon- wering- systeem	Oriën- tatie	Aantal overschrijdingen van ruimtetemperatuur [in % van de bedrijfstijd]				T _{max} °C
		T ≥ 22 °C	T ≥ 23 °C	T ≥ 24 °C	T ≥ 25 °C	
Helder HR ⁺⁺ - glas met automatische buitenzonwe- ring	NO	59,4	18,0	3,4	0	25,0
	ZO	62,0	17,7	3,3	0	25,0
	ZW	62,2	17,3	3,1	0	25,0
	NW	59,6	17,7	3,1	0	25,0
Zonwerend HR ⁺⁺ -glas met lichtwering	NO	52,7	13,1	1,9	0	25,0
	ZO	60,9	9,8	1,9	0	25,0
	ZW	62,6	10,5	3,0	0	25,0
	NW	52,9	6,1	0,6	0	25,0

Overzicht temperatuuroverschrijdingen voor RA2008T2.

- TABEL 5 -

plaats te vinden. Elke vijf jaar worden de referentieklimaatjaren opnieuw vastgesteld uitgaande van de klimaatgegevens van de voorafgaande periode van 20 jaar, zodat deze actueel blijven. Voor het bepalen van het vermogen

van de koelbatterij in de luchtbehandelingskast (voor koeling en ontvochtiging) dient, conform NEN 5060, van de volgende ontwerpvoorwaarden voor de zomer te worden uitgegaan:

- buitentemperatuur: 30 °C / 60 % RV;
- absolute luchtvochtigheid: 16 g/kg;
- enthalpie: 71 kJ/kg.

Dit betekent dat, ten opzichte van de gebruikelijke ontwerpvoorwaarde voor de zomer van 28 °C/50 % RV, een ca. 20 % grotere koelcapaciteit van de koelbatterij nodig is.

REKENRESULTATEN

Met behulp van het VABI-programma VA114 zijn op basis van voornoemde referentieklimaatjaren voor een verpleegkamer de installatiecapaciteiten bepaald bij een maximale ruimtetemperatuur van 25 °C.

De resultaten van de temperatuurberekeningen voor een éénpersoons verpleegkamer zijn in tabel 4 samengevat.

De verschillen in benodigde koelvermogens op ruimteniveau ten opzichte van het referentieklimaatjaar 1964/1965 zijn grafisch weergegeven in figuur 3. De resultaten laten zien dat, ongeacht het raam/zonweringsysteem, een hoger lokaal koelvermogen nodig is als de nieuw ontwikkelde referentieklimaatjaren worden gebruikt om de klimaatinstallatie te ontwerpen. Over alle oriëntaties gemiddeld dient te worden gerekend op een ca. 20 % grotere lokale koelcapaciteit. De verschillen kunnen, afhankelijk van de oriëntatie en de wijze van zonwering oplopen tot ca. 35 %.

Het tijdelijke referentieklimaatjaar TEMPREF geeft bij het gebruik van automatische buitenzonwering vergelijkbare resultaten als de nieuwe referentiejaren, maar wijkt af als zonwerende beglazing wordt toegepast. Het jaar 1995 wijkt voor de beschouwde raamsystemen en oriëntaties duidelijk af en geeft extreme waarden aan voor de NW-gevel.

Het comfort kan worden beoordeeld aan de hand temperatuuroverschrijdingen. In tabel 5 zijn voor de verschillend georiënteerde verpleegkamers de temperatuuroverschrijdingen aangegeven voor het referentieklimaatjaar RA2008T2.

De tabel laat zien dat de voor het verplegende personeel optimale ruimtetemperatuur van ca. 23 °C in beperkte

Raam/ zonwering- systeem	Referentie- klimaatjaar	Energiegebruik			
		Aardgas ²⁾ m ³ /(m ² .j)	Elektriciteit ³⁾ kW.h/(m ² .j)	Primair MJ/(m ² .j)	Vershil t.o.v. 1964/1965
Helder HR ⁺⁺ -glas met automatische buitenzonwering	1964 / 1965	4,8	58,8	712	-
	1995	4,8	59,6	719	1,0 %
	TEMPREF	4,8	58,1	705	-1,0 %
	RA2008T1	4,8	62,0	741	4,1 %
	RA2008T2	4,8	60,1	724	1,7 %
	RA2008T5	4,8	58,5	709	-0,4 %
	RA2008EN ⁶⁾	4,8	58,6	710	-0,3 %
Zonwerend HR ⁺⁺ -glas met lichtwering	1964 / 1965	4,8	58,9	713	-
	1995	4,8	59,6	719	0,8 %
	TEMPREF	4,8	58,2	706	-1,0 %
	RA2008T1	4,8	61,8	739	3,6 %
	RA2008T2	4,8	60,1	724	1,5 %
	RA2008T5	4,8	58,7	711	-0,3 %
	RA2008EN ⁶⁾	4,8	57,2	697	-2,2 %

Overzicht jaarlijks energiegebruik klimaatinstallatie ¹⁾ per bruto m² gebouw.

- TABEL 6 -

Raam/ zonwering- systeem	Referentie- klimaatjaar	Energiekosten			Vershil t.o.v. 1964/1965
		Aardgas ⁴⁾ €/m ³	Elektriciteit ⁵⁾ €/m ² .j	Totaal €/m ² .j	
Helder HR ⁺⁺ -glas met automatische buitenzonwering	1964 / 1965	2,64	5,88	8,52	-
	1995	2,64	5,96	8,60	0,9 %
	TEMPREF	2,64	5,81	8,45	-0,8 %
	RA2008T1	2,64	6,20	8,84	3,7 %
	RA2008T2	2,64	6,01	8,65	1,5 %
	RA2008T5	2,64	5,85	8,49	-0,4 %
	RA2008EN ⁶⁾	2,64	5,86	8,50	-0,2 %
Zonwerend HR ⁺⁺ -glas met lichtwering	1964 / 1965	2,64	5,89	8,53	-
	1995	2,64	5,96	8,60	0,8 %
	TEMPREF	2,64	5,82	8,46	-0,8 %
	RA2008T1	2,64	6,18	8,82	3,4 %
	RA2008T2	2,64	6,01	8,65	1,4 %
	RA2008T5	2,64	5,87	8,51	-0,2 %
	RA2008EN ⁶⁾	2,64	5,72	8,36	-2,0 %

¹⁾ Exclusief verlichting

²⁾ Betreft energiegebruik voor bereiding van warm tapwater (warmtepomp verzorgt ruimteverwarming)

³⁾ Betreft energiegebruik voor ruimtekoeling en transport (ventilator- en pompenergie)

⁴⁾ Gebaseerd op prijs voor aardgas: € 0,55/m³ (incl. energiebelasting, excl. BTW)

⁵⁾ Gebaseerd op prijs voor elektriciteit: € 0,10/kW.h (incl. energiebelasting, excl. BTW)

⁶⁾ Referentieklimaatjaar voor energieberekeningen volgens NEN 5060 (toegepast op installaties ontworpen op basis van RA2008T2).

Overzicht jaarlijkse energiekosten klimaatinstallatie ¹⁾ per bruto m² gebouw

- TABEL 7 -

mate wordt overschreden als een maximale ruimtetemperatuur van 25 °C als ontwerptemperatuur voor de zomer wordt aangehouden. De patiënten kunnen onder deze omstandigheden hun comfort door hun kleding- en dekenpakket, en instelling op de kamerthermostaat aan individuele wensen aanpassen. Zonwerende beglazing geeft een gunstiger beeld dan heldere beglazing met automatische buitenzonwering.

ENERGIEGEBRUIK EN ENERGIEKOSTEN KLIMAATINSTALLATIE

Voor het beschouwde referentieverpleeghuis zijn het energiegebruik en de energiekosten op jaarbasis voor de verschillende raam/zonweringsystemen en referentieklimaatjaren als volgt bepaald (tabellen 6 en 7).

De rekenresultaten voor het verpleeghuis tonen aan dat, afhankelijk van het gekozen referentieklimaatjaar en raam/zonweringsysteem, het energiegebruik en de energiekosten van de klimaatinstallatie als gevolg van de grotere koelbehoefte slechts marginaal toenemen met maximaal 4,1 %, respectievelijk 3,7 %.

De geringe kostentoeename is het gevolg van het raam/zonweringsysteem die de invloed van de zon beperkt, en de verzwaarde energieprestatie-eis, die maakt dat alleen opwekkingssystemen voor warmte en koude met een hoog rendement voldoen. In deze rekenstudie is dat een elektrische warmtepomp in combinatie met koudeopslag in de bodem. Dit betekent dat de nieuwe referentieklimaatjaren voor simulatieberekeningen volgens NEN 5060 maar een geringe invloed hebben op de jaarlijkse kosten van de klimaatinstallatie.

Als het jaarlijkse energiegebruik voor de klimaatinstallatie wordt bepaald met behulp van de referentieklimaatjaren voor simulatieberekeningen in plaats van het referentieklimaatjaar voor energieberekeningen wordt een te hoog energiegebruik berekend.

CONCLUSIES

Uit de rekenresultaten voor het beschouwde verpleeghuis blijkt dat:

- de referentieklimaatjaren voor simu-

latieberekeningen volgens NEN 5060, ongeacht het raam/zonweringsysteem, voor alle oriëntaties "zwaarder" zijn dan 1964/65;

- het strengste referentieklimaatjaar (RA2008T1) niet in alle situaties leidt tot het hoogste lokale koelvermogen;
- de onderlinge verschillen tussen de nieuw ontwikkelde referentieklimaatjaren voor simulatieberekeningen beperkt zijn;
- het benodigde lokale koelvermogen over alle oriëntaties gemiddeld ca. 20 % hoger is dan bij toepassing

van 1964/65, met uitschieters naar 35 %;

- de energiekosten van de klimaatinstallatie als gevolg van de grotere koelbehoefte voor het strengste referentieklimaatjaar (RA2008T1) slechts marginaal toenemen met maximaal 3,7 %;
- het met de referentieklimaatjaren voor simulatieberekeningen berekende jaarlijkse energiegebruik van de klimaatinstallaties is hoger dan bij toepassing van het referentiejaar voor energieberekeningen.

BIJLAGE 1

BOUWKUNDIGE EN INSTALLATIETECHNISCHE UITGANGSPUNTEN REFERENTIEGEBOUW

Algemeen

Gebouwworm	: L-vormig
Aantal bouwlagen	: 4
Bruto verdiepingshoogte	: 3,5 m
Vrije verdiepingshoogte	: 2,8 m
Bruto vloeroppervlakte	: 7.050 m ²
Aantal verpleegkamers	: 240
Afmetingen verpleegkamer	: 3,6 x 6,0 x 2,8 m (b x d x h)
Gebruiksfunctie	: gezondheidszorg - klinisch (100 %)

Bouwkundige uitvoering

Rc-waarde	: 3,0 m ² .K/W
Beglazing:	
- Type 1	: helder HR ⁺⁺ -glas met aut. buitenzonwering
- Type 2	: zonwerend HR ⁺⁺ -glas met lichtwering
U-waarden:	
- HR ⁺⁺ -beglazing	: 1,1 W/(m ² .K)
- Beglazing inclusief kozijnen	: 1,7 W/(m ² .K)
ZTA-waarde glas:	
- Type 1	: 0,60
- Type 2	: 0,32
Glaspercentage	: 40 %, betrokken op buitengeveloppervlak
Te openen ramen	: ja, met kierdichting
Infiltratie	: 0,2 dm ³ /(s.m ²)
Thermische capaciteit:	
- Massa vloeren	: ≥ 400 kg/m ²
- Plafond	: gesloten.


Werktuigkundige installaties

Klimaatstelsel	: mechanische toe- en afvoer met koeling
Ventilatievoud	: 2,5 m ³ /(h.m ³)
Inblaastemperatuur	: minimaal 18 °C
Debietregeling ventilatoren	: geen
Recirculatie	: geen (100 % verse buitenlucht)
Warmteterugwinning	: HR-warmtewisselaar (η _t = 0,9)
Ruimteverwarming	: LT-verwarming met radiatoren
Ruimtekoeling	: passieve koeling in plafond
Bevochtiging ventilatielucht	: geen
Warmteopwekking	: elektr. warmtepomp met aquifer als bron
Koudeopwekking	: koudeopslag in de bodem
Warmtapwater	: gasboiler met circulatieleiding

Elektrotechnische installaties

Geïnstall. verlichtingsvermogen	: 8,5 W/m ²
Schakeling verlichting	: daglichtafhankelijk geregeld.

De voornoemde conclusies gelden ook voor gebouwen buiten de gezondheidszorg.


Het is raadzaam het ontwerp van de klimaatinstallatie vanaf nu te baseren op de nieuwe referentieklimaatjaren volgens NEN 5060 omdat deze beter zijn afgestemd op klimaatveranderingen. Hierbij dient men bij voorkeur uit te gaan van het referentieklimaatjaar met de laagste over/ onderschrijdingskans. 

LITERATUUR

1. *Ontwerp NEN-EN-ISO 15927-2 (2007)*
Hygro-thermische eigenschappen van gebouwen – Berekening en weergave van klimatologische gegevens – Deel 2: Uurlijkse gegevens voor de ontwerpberekening van de koelbehoefte.
2. *NEN-EN-ISO 15927-5 (2004)*
Hygro-thermische eigenschappen van gebouwen – Berekening en weergave van klimatologische gegevens – Deel 5: Uurlijkse gegevens

voor de ontwerpberekening van warmtevermogen voor ruimteverwarming.


3. *NEN 5060 (2008)*
Hygro-thermische eigenschappen van gebouwen – Referentieklimaatgegevens.
4. *NEN-EN-ISO 7730 (2005)*
Klimaatomstandigheden – Analytische bepaling en interpretatie van thermische behaaglijkheid door berekeningen van de PMV- en PPD-waarden en lokale thermische behaaglijkheid.
5. *NPR-CR 1752 (1999)*
Ventilatie van gebouwen – Ontwerpcriteria voor de binnenomstandigheden.
6. *NEN-EN-15251 (2007)*
Binnenmilieu gerelateerde input parameters voor ontwerp en beoordeling van energieprestatie van gebouwen voor de kwaliteit van binnenlucht, het thermische comfort, de verlichting en akoestiek.



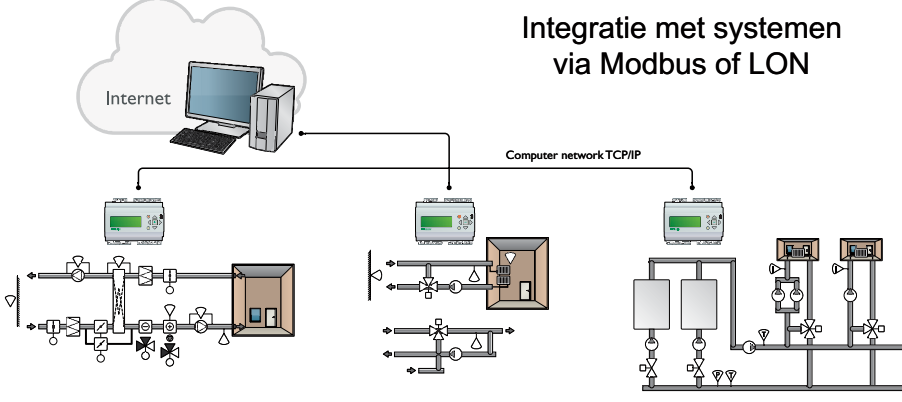
THE CHALLENGER IN BUILDING AUTOMATION

Corrigo TCP/IP

met geïntegreerde Web pagina's



Integratie met systemen via Modbus of LON




Internet

Computer netwerk TCP/IP

Luchtbehandeling

Stadsverwarming

Ketelregeling



Koeweistraat 7-b
4181 CD Waardenburg
T: (0418) 55 60 05
F: (0418) 55 60 04
I: www.reteg.nl
E: info@retég.nl