

2016•2017  
FACULTEIT INDUSTRIËLE INGENIEURSWETENSCHAPPEN  
*master in de industriële wetenschappen: bouwkunde*

## Masterproef

Thermisch comfort in relatie met energieverbruik in woonzorgcentra

Promotor :  
Prof.dr.ir.arch. Griet VERBEECK

Jeroen Stessens , Jochem Vanuytsel

*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: bouwkunde*

Gezamenlijke opleiding Universiteit Hasselt en KU Leuven

2016•2017  
Faculteit Industriële  
ingenieurswetenschappen  
*master in de industriële wetenschappen: bouwkunde*

## Masterproef

Thermisch comfort in relatie met energieverbruik in  
woonzorgcentra

Promotor :  
Prof.dr.ir.arch. Griet VERBEECK

Jeroen Stessens , Jochem Vanuytsel  
*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële  
wetenschappen: bouwkunde*

## **WOORD VOORAF**

Deze masterproef is het sluitstuk van onze master in de industriële wetenschappen met afstudeerrichting bouwkunde. Bij aanvang van deze masterproef zouden wij graag enkele personen bedanken die tijdens het uitwerken van dit werk een welgekomen steun en hulp hebben geboden. Vooreerst willen wij WZC Demerhof, WZC Den Akker en Seniorie Hortensia bedanken voor hun medewerking aan dit onderzoek. Vervolgens willen wij graag onze promotor, Prof.dr.ir.arch. Griet Verbeeck, bedanken voor de begeleiding en de raad die ons gegeven werd tijdens het maken van deze masterproef. Als volgend willen we ook medestudent Simon Defoin bedanken voor de samenwerking bij het afnemen van de enquêtes en het uitlezen van de meettoestellen. Verder gaat er ook een woord van dank uit naar onze ouders en vrienden die zich steeds bereid vonden om dit werk keer op keer na te lezen, op zoek naar verbeterpunten. Ook voor de oprechte steun en de bemoedigende woorden tijdens de afgelopen maanden, is een welgemeende dankuwel aan de orde. Het proces van het maken van een masterproef is een proces van vallen en opstaan – zo is gebleken –, maar dankzij hun steun en medewerking hebben wij de eindmeet bereikt en stellen wij met trots onze masterproef voor.



# INHOUDSTAFEL

<b>LIJST VAN TABELLEN</b> .....	<b>5</b>
<b>LIJST VAN FIGUREN</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>11</b>
<b>ABSTRACT IN ENGLISH</b> .....	<b>13</b>
<b>INLEIDING</b> .....	<b>15</b>
<b>DEEL I: LITERATUURSTUDIE</b> .....	<b>17</b>
<b>1 THERMISCH COMFORT</b> .....	<b>17</b>
<b>2 BINNENLUCHTKWALITEIT</b> .....	<b>17</b>
<b>3 EVALUATIEMODEL VOOR THERMISCH COMFORT</b> .....	<b>19</b>
3.1 FANGER-MODEL .....	19
3.1.1 <i>Persoonsgebonden parameters</i> .....	19
3.1.2 <i>Omgevingsgebonden parameters</i> .....	20
3.1.3 <i>PMV</i> .....	20
3.1.4 <i>PPD</i> .....	21
3.2 PARAMETER OUDERDOM .....	22
<b>4 VOORGAANDE STUDIES</b> .....	<b>23</b>
<b>5 EISEN WOONZORGCENTRUM</b> .....	<b>27</b>
5.1 ENERGIEBEHEERSING .....	27
5.2 GEBRUIKERSCOMFORT .....	28
<b>6 ENERGIEVERBRUIK</b> .....	<b>31</b>
6.1 ENERGIEVERBRUIK WARMTEVERLIESBEREKENING .....	31
6.2 WERKELIJK ENERGIEVERBRUIK .....	32
<b>DEEL II: EIGEN ONDERZOEK</b> .....	<b>33</b>
<b>7 METHODOLOGIE</b> .....	<b>33</b>
<b>8 ANALYSE WZC</b> .....	<b>35</b>
8.1 WOONZORGCENTRUM DEMERHOF .....	35
8.1.1 <i>Analyse gebouw</i> .....	35
8.1.1.1 Opbouw woonzorgcentrum .....	36
8.1.1.2 Installaties .....	39
8.1.2 <i>Metingen</i> .....	43
8.1.2.1 Locatie meetapparatuur .....	43
8.1.2.2 Meetresultaten .....	45
8.1.3 <i>Energieverbruik</i> .....	58
8.1.4 <i>Enquêtes</i> .....	62
8.1.4.1 Temperatuur .....	62
8.1.4.2 Ventilatie .....	65
8.1.4.3 Besluit enquêtes .....	67
8.1.5 <i>Thermisch comfort</i> .....	68
8.1.6 <i>Conclusie Demerhof</i> .....	71
8.2 WOONZORGCENTRUM SENIORIE HORTENSIA .....	73
8.2.1 <i>Analyse gebouw</i> .....	73
8.2.1.1 Opbouw woonzorgcentrum .....	73
8.2.1.2 Installaties .....	75
8.2.2 <i>Metingen</i> .....	75
8.2.2.1 Locatie meetapparatuur .....	75

8.2.2.2	Meetresultaten.....	77
8.2.3	<i>Energieverbruik</i> .....	89
8.2.4	<i>Enquêtes</i> .....	91
8.2.4.1	Temperatuur .....	91
8.2.4.2	Ventilatie .....	92
8.2.4.3	Besluit enquêtes.....	92
8.2.5	<i>Thermisch comfort</i> .....	93
8.2.6	<i>Conclusie woonzorgcentrum Hortensia</i> .....	94
8.3	WOONZORGCENTRUM DEN AKKER .....	95
8.3.1	<i>Analyse gebouw</i> .....	95
8.3.1.1	Opbouw woonzorgcentrum .....	95
8.3.1.2	Installaties .....	99
8.3.2	<i>Metingen</i> .....	101
8.3.2.1	Locatie meetapparatuur.....	101
8.3.2.2	Meetresultaten.....	104
8.3.3	<i>Energieverbruik</i> .....	116
8.3.4	<i>Enquêtes</i> .....	119
8.3.4.1	Temperatuur .....	119
8.3.4.2	Ventilatie .....	122
8.3.4.3	Besluit enquêtes.....	125
8.3.5	<i>Thermisch comfort</i> .....	127
8.3.6	<i>Conclusie woonzorgcentrum Den Akker</i> .....	129
<b>9</b>	<b>VERGELIJKENDE ANALYSE</b> .....	<b>131</b>
9.1	ANALYSE METINGEN .....	131
9.2	VERGELIJKING ENERGIEVERBRUIK .....	137
9.3	VERGELIJKING THERMISCH COMFORT.....	139
<b>10</b>	<b>CONCLUSIE</b> .....	<b>143</b>
	<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....	<b>145</b>
	<b>BIJLAGENLIJST</b> .....	<b>147</b>

## LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1 CO <sub>2</sub> -niveau in ruimten .....	17
Tabel 2 U- en R-waarden VIPA [17] .....	27
Tabel 3 U-waarden EPB 2016 .....	28
Tabel 4 Oriëntatie buitenmuur .....	32
Tabel 5 Verhouding beglazing per gevel Demerhof .....	37
Tabel 6 Venster-vloer verhouding Demerhof .....	37
Tabel 7 Demerhof opbouw buitenmuur .....	37
Tabel 8 Demerhof opbouw vloeren .....	38
Tabel 9 Demerhof opbouw plat dak.....	38
Tabel 10 Demerhof opbouw venster .....	39
Tabel 11 Demerhof overzicht constructiedelen .....	39
Tabel 12 Temperatuur Demerhof 22/10 - 22/01 .....	45
Tabel 13 Temperatuur Demerhof 22/01 - 02/05 .....	47
Tabel 14 Relatieve vochtigheid Demerhof 22/10 - 22/01 .....	49
Tabel 15 Relatieve vochtigheid Demerhof 22/01 - 02/05 .....	51
Tabel 16 Gemiddeldes koudste week Demerhof .....	53
Tabel 17 Gemiddeldes warmste week Demerhof .....	54
Tabel 18 Temperatuur Demerhof volledige periode .....	57
Tabel 19 Relatieve vochtigheid Demerhof volledige periode .....	57
Tabel 20 Demerhof energieverliesberekening gegevens ruimtes .....	58
Tabel 21 Demerhof energieverliesberekening resultaten ruimtes .....	58
Tabel 22 Demerhof primair gasverbruik exclusief sanitair warmwater .....	59
Tabel 23 Demerhof primair gasverbruik inclusief sanitair warmwater .....	60
Tabel 24 Werkelijk en berekend energieverbruik van januari en februari overzicht Demerhof .....	61
Tabel 25 Aandeel buitenwanden en vensters die het beschermd volume omhullen t.o.v. totaal oppervlakte van kamer per kamer .....	61
Tabel 26 Berekend thermisch comfort bewoners Demerhof .....	69
Tabel 27 Berekend thermisch comfort personeel Demerhof .....	69
Tabel 28 Resultaten PMV-enquêtes Demerhof.....	70
Tabel 29 Verhouding beglazing per gevel Hortensia.....	74
Tabel 30 Venster-vloer verhouding Hortensia .....	74
Tabel 31 Hortensia overzicht constructiedelen .....	74
Tabel 32 Temperatuur Hortensia 22/10 - 22/01 .....	77
Tabel 33 Temperatuur Hortensia 22/01 - 02/05 .....	79
Tabel 34 Relatieve vochtigheid Hortensia 22/10 - 22/01.....	81
Tabel 35 Relatieve vochtigheid Hortensia 22/01 - 02/05.....	83
Tabel 36 Gemiddeldes koudste week Hortensia.....	85
Tabel 37 Gemiddeldes warmste week Hortensia.....	85
Tabel 38 Temperatuur Hortensia volledige periode .....	88
Tabel 39 Relatieve vochtigheid Hortensia volledige periode.....	88
Tabel 40 Hortensia energieverliesberekening gegevens ruimtes .....	89
Tabel 41 Hortensia energieverliesberekening resultaten ruimtes.....	89
Tabel 42 Hortensia primair gasverbruik .....	89
Tabel 43 Berekend thermisch comfort bewoners Hortensia .....	93
Tabel 44 Resultaten PMV-enquêtes Hortensia .....	93
Tabel 45 Verhouding beglazing per gevel oude gebouw Den Akker.....	96
Tabel 46 Venster-vloer verhouding oude gebouw Den Akker .....	96
Tabel 47 Den Akker oud gedeelte opbouw buitenmuur .....	96
Tabel 48 Den Akker oud gedeelte overzicht constructiedelen .....	97
Tabel 49 Verhouding beglazing per gevel nieuwe gebouw Den Akker .....	97
Tabel 50 Venster-vloer verhouding nieuwe gebouw Den Akker .....	98

Tabel 51 Totale verhouding beglazing per gevel Den Akker .....	98
Tabel 52 Totale venster-vloer verhouding Den Akker.....	98
Tabel 53 Den Akker nieuw gedeelte opbouw buitenmuur .....	98
Tabel 54 Den Akker nieuw gedeelte opbouw vloer .....	98
Tabel 55 Den Akker nieuw gedeelte opbouw plat dak .....	99
Tabel 56 Den Akker nieuw gedeelte opbouw venster .....	99
Tabel 57 Den Akker nieuw gedeelte overzicht constructiedelen.....	99
Tabel 58 Temperatuur Den Akker 22/10 - 22/01 .....	104
Tabel 59 Temperatuur Den Akker 22/01 - 02/05 .....	106
Tabel 60 Temperatuur Den Akker 22/10 - 22/01 .....	108
Tabel 61 Relatieve vochtigheid Den Akker 22/01 - 02/05.....	110
Tabel 62 Gemiddeldes koudste week Den Akker.....	112
Tabel 63 Gemiddeldes warmste week Den Akker.....	112
Tabel 64 Temperatuur Den Akker volledige periode .....	115
Tabel 65 Relatieve vochtigheid Den Akker volledige periode.....	115
Tabel 66 Den Akker energieverliesberekening gegevens ruimtes .....	116
Tabel 67 Den Akker energieverliesberekening resultaten ruimtes.....	116
Tabel 68 Den Akker werkelijk gasverbruik .....	116
Tabel 69 Den Akker werkelijk jaarlijks gasverbruik.....	117
Tabel 70 Den Akker schatting energieverbruik oude en nieuwe gebouw Den Akker.....	117
Tabel 71 Werkelijk en berekend energieverbruik van januari en februari overzicht Den Akker.....	118
Tabel 72 Berekend thermisch comfort bewoners Den Akker .....	127
Tabel 73 Berekend thermisch comfort personeel Den Akker .....	128
Tabel 74 Resultaten PMV-enquêtes.....	128
Tabel 75 Samenvattende tabel metingen .....	135
Tabel 76 Minimum & maximumwaarden totale periode .....	135
Tabel 77 Overzicht jaarlijks energieverbruik per woonzorgcentra .....	137
Tabel 78 Samenvattende tabel werkelijk thermisch comfort.....	140
Tabel 79 Samenvattende tabel berekend thermisch comfort .....	140



## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1 PMV-formule [11].....	21
Figuur 2 PPD in functie van PMV.....	22
Figuur 3 PPD-formule [11].....	22
Figuur 4 Resultaten onderzoek Wong e.a. [14, p. 341].....	23
Figuur 5 Resultaten onderzoek Yang e.a. [15] .....	24
Figuur 6 Vereenvoudigde resultaten onderzoek Yang e.a. [15].....	24
Figuur 7 Eisen zomercomfort volgens VIPA [17] .....	29
Figuur 8 Eisen regeling thermisch comfort [17].....	29
Figuur 9 VIPA Criteria duurzaamheid [17].....	30
Figuur 10 Open ruimte blok B Demerhof.....	36
Figuur 11 Gevel woonzorgcentrum Demerhof [23] .....	36
Figuur 12 Luchtgroep Demerhof.....	39
Figuur 13 Demerhof blok B (links) en De Wissel serviceflats (rechts).....	40
Figuur 14 WKK Demerhof.....	40
Figuur 15 Condenserende gasketels in cascade Demerhof.....	40
Figuur 16 SWW boiler Demerhof blok B .....	41
Figuur 17 Verdeelsysteem verwarming Demerhof .....	41
Figuur 18 Afgiftesysteem radiator Demerhof .....	41
Figuur 19 Ijswatermachine Demerhof.....	42
Figuur 20 Locatie meting verpleegpost B2.....	43
Figuur 21 Locatie meting blok A Demerhof.....	44
Figuur 22 Locatie meting kamer B120 Demerhof .....	44
Figuur 23 Meetresultaten (22/10-22/01) temperatuur Demerhof.....	46
Figuur 24 Meetresultaten (22/01-02/05) temperatuur Demerhof.....	48
Figuur 25 Meetresultaten (22/10-22/01) relatieve vochtigheid Demerhof .....	50
Figuur 26 Meetresultaten (22/01-02/05) relatieve vochtigheid Demerhof .....	52
Figuur 27 Demerhof koudste week.....	55
Figuur 28 Demerhof warmste week.....	56
Figuur 29 Demerhof primair gasverbruik exclusief sanitair warmwater .....	59
Figuur 30 Demerhof primair gasverbruik inclusief sanitair warmwater .....	60
Figuur 31 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof personeel gemeenschappelijke ruimte (winter) .....	63
Figuur 32 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof personeel gemeenschappelijke ruimte (zomer) .....	63
Figuur 33 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof bewoners gemeenschappelijke ruimte (winter) .....	63
Figuur 34 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof bewoners gemeenschappelijke ruimte (zomer) .....	63
Figuur 35 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof personeel kamers (winter).....	64
Figuur 36 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof personeel kamers (zomer) .....	64
Figuur 37 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof bewoners kamers (winter).....	64
Figuur 38 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof bewoners kamers (zomer) .....	64
Figuur 39 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof verpleegpost B2 (winter).....	65
Figuur 40 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof verpleegpost B2 (zomer).....	65
Figuur 41 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof personeel gemeenschappelijke ruimte (winter) .....	65
Figuur 42 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof personeel gemeenschappelijke ruimte (zomer) .....	65
Figuur 43 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof bewoners gemeenschappelijke ruimte (winter) .....	66
Figuur 44 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof bewoners gemeenschappelijke ruimte (zomer) .....	66
Figuur 45 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof personeel kamers (winter).....	66
Figuur 46 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof personeel kamers (zomer).....	66
Figuur 47 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof bewoners kamers (winter).....	67

Figuur 48 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof bewoners kamers (zomer).....	67
Figuur 49 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof verpleegpost B2 (zomer) .....	67
Figuur 50 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof verpleegpost B2 (winter) .....	67
Figuur 51 Gevel woonzorgcentrum Hortensia .....	73
Figuur 52 Vitodens 200-W condenserende gasketel Hortensia.....	75
Figuur 53 Locatie meting gemeenschappelijke ruimte Hortensia .....	76
Figuur 54 Locatie meting wooneenheid verdieping Hortensia .....	76
Figuur 55 Locatie meting wooneenheid gelijkvloers Hortensia .....	76
Figuur 56 Meetresultaten (22/10-22/01) temperatuur Hortensia .....	78
Figuur 57 Meetresultaten (22/01-02/05) temperatuur Hortensia .....	80
Figuur 58 Meetresultaten (22/10-22/01) relatieve vochtigheid Hortensia .....	82
Figuur 59 Meetresultaten (22/01-02/05) relatieve vochtigheid Hortensia .....	84
Figuur 60 Hortensia koudste week.....	86
Figuur 61 Hortensia warmste week .....	87
Figuur 62 Enquêteresultaten temperatuur Hortensia - bewoners gemeenschappelijk (winter) .....	91
Figuur 63 Enquêteresultaten temperatuur Hortensia - bewoners gemeenschappelijk (zomer).....	91
Figuur 64 Enquêteresultaten temperatuur Hortensia - bewoners kamers (winter).....	92
Figuur 65 Enquêteresultaten temperatuur Hortensia - bewoners kamers (zomer).....	92
Figuur 66 Gevel woonzorgcentrum Den Akker .....	97
Figuur 67 Technische ruimte (oud gebouw) Den Akker.....	100
Figuur 68 Technische ruimte (nieuwe gebouw) Den Akker .....	100
Figuur 69 Locatie meting gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw .....	101
Figuur 70 Locatie meting gemeenschappelijke ruimte oude gebouw .....	102
Figuur 71 Locatie meting Kamer 41.....	103
Figuur 72 Meetresultaten (22/10-22/01) temperatuur Den Akker .....	105
Figuur 73 Meetresultaten (22/01-02/05) temperatuur Den Akker .....	107
Figuur 74 Meetresultaten (22/10-22/01) relatieve vochtigheid Den Akker .....	109
Figuur 75 Meetresultaten (22/01-02/05) relatieve vochtigheid Den Akker .....	111
Figuur 76 Den Akker koudste week.....	113
Figuur 77 Den Akker warmste week .....	114
Figuur 78 Den Akker werkelijk gasverbruik.....	117
Figuur 79 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker – personeel gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (winter) .....	119
Figuur 80 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker – personeel gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (zomer).....	119
Figuur 81 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - bewoners gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (winter) .....	120
Figuur 82 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - bewoners gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (zomer).....	120
Figuur 83 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker – personeel gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (winter) .....	120
Figuur 84 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker – personeel gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (zomer).....	120
Figuur 85 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - bewoners gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (winter) .....	121
Figuur 86 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - bewoners gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (zomer).....	121
Figuur 87 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - personeel kamers oude gebouw (winter) ..	121
Figuur 88 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - personeel kamers oude gebouw (zomer)...	121
Figuur 89 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - bewoners kamers oude gebouw (winter)...	122
Figuur 90 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - bewoners kamers oude gebouw (zomer)...	122
Figuur 91 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker personeel gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (winter) .....	123

Figuur 92 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker personeel gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (zomer).....	123
Figuur 93 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker bewoners gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (winter) .....	123
Figuur 94 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker bewoners gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (zomer).....	123
Figuur 95 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker personeel gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (zomer).....	124
Figuur 96 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker personeel gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (winter) .....	124
Figuur 97 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker bewoners gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (zomer).....	124
Figuur 98 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker bewoners gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (winter) .....	124
Figuur 99 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker personeel kamers oude gebouw (winter) .....	125
Figuur 100 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker personeel kamers oude gebouw (zomer) .....	125
Figuur 101 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker bewoners kamers oude gebouw (winter) .....	125
Figuur 102 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker bewoners kamers oude gebouw (zomer) .....	125
Figuur 103 Samenvattende grafieken temperatuur .....	133
Figuur 104 Samenvattende grafieken relatieve vochtigheid .....	134
Figuur 105 Overzicht jaarlijks energieverbruik per woonzorgcentra.....	137
Figuur 106 Samenvattende grafiek werkelijk thermisch comfort winter en zomer .....	141



## **ABSTRACT**

Thermisch comfort is een begrip dat al uitgebreid bestudeerd werd in omgevingen zoals woningen, kantoorgebouwen... Ook voor woonzorgcentra zijn er reeds studies uitgevoerd naar thermisch comfort. Dit onderzoek heeft als doel het analyseren van het thermisch comfort in relatie met het energieverbruik in drie verschillende woonzorgcentra.

De analyse wordt uitgevoerd a.d.h.v. metingen, berekeningen en enquêtes voor thermisch comfort. De metingen van de periode van 22 oktober 2016 t.e.m. 2 mei 2017 zijn uitgevoerd in drie verschillende woonzorgcentra waarvan telkens drie ruimtes gemeten zijn. Voor de berekeningen is er gebruik gemaakt van een statisch comfortmodel. Tevens wordt het energieverbruik van de verschillende woonzorgcentra in kaart gebracht door de verbruiksgegevens van het jaar 2016 te bekijken en een warmteverliesberekening uit te voeren.

Uit onderzoek is gebleken dat het thermisch comfort van de personeelsleden minder goed is dan dit van de bewoners. Bij het vergelijken van het thermisch comfort met het energieverbruik is ook gebleken dat het woonzorgcentrum met het laagste energieverbruik het beste thermisch comfort levert. Andersom geeft het woonzorgcentrum met het hoogste energieverbruik het minst goede thermisch comfort. Echter kan een direct verband tussen het energieverbruik en PMV-waarde niet afgeleid worden uit de resultaten van deze studie. Wanneer het onderzoek verder uitgebreid zou worden naar meerdere woonzorgcentra is deze relatie mogelijk wel aan te tonen.



## **ABSTRACT IN ENGLISH**

Thermal comfort is a subject that has been studied extensively in environments such as homes, office buildings ... Studies on thermal comfort have already been carried out for residential care centers. The purpose of this research is to analyze the thermal comfort in relation to the energy consumption in three different residential care centers.

The analysis is performed by the use of measurements, calculations and surveys of thermal comfort. The measurements of the period between 22<sup>nd</sup> October 2016 and 2<sup>nd</sup> May 2017 were performed in three different residential care centers, each of which has been measured in three different rooms. A static comfort model is used for the thermal comfort calculations. In addition, the energy consumption of the different residential care centers is analyzed by viewing the consumption data of the year 2016 and performing a heat loss calculation.

The research has shown that the staff's thermal comfort is worse than that of the residents. When comparing thermal comfort with energy consumption, it has also been found that the lowest energy consumption residential care center provides the best thermal comfort. Vice versa, the residential care center with the highest energy consumption provides the least good thermal comfort. However, a direct connection between the energy consumption and the PMV-value cannot be deduced from the results of this study. If the research is to be extended to more residential care centers, this link may be demonstrated.





## INLEIDING

De eisen om tegenwoordig te bouwen en verbouwen worden steeds strenger. Enerzijds dient het energieverbruik gering te zijn, anderzijds dient het wooncomfort verbeterd te worden. Deze verbetering kan gerealiseerd worden door gebruik te maken van de nieuwste bouwmaterialen en technieken omtrent verwarming, ventilatie en energieopwekking. Energiezuinig bouwen en wooncomfort gaan dus parallel samen. Het onderwerp omtrent thermisch comfort in woonzorgcentra werd ons aangereikt door de onderzoeksgroep ArcK, die zich richt op maatschappelijk essentiële thema's met een multidisciplinaire aanpak en met het bekijken van de mens als een centraal element [1].

Thermisch comfort kan beïnvloed worden door verscheidene factoren. Naast omgevingsgebonden factoren zoals luchttemperatuur, stralingstemperatuur, luchtsnelheid en luchtvochtigheid zijn tevens persoonsafhankelijke factoren zoals fysieke activiteiten en thermische weerstand van kleding hierbij van essentieel belang [2]. Doordat in woonzorgcentra personen van zeer verschillende leeftijden en in zeer verschillende fysische omstandigheden qua gezondheid en activiteit samenleven, is het realiseren van een goed thermisch comfort doorheen het hele jaar geen evidentie. Deze afhankelijkheden en ervaringen van comfort zullen nader onderzocht worden in deze scriptie. Ook de gebouweigenschappen hebben hierbij een invloed en zijn daarnaast maatgevend voor het energieverbruik binnen deze woonzorgcentra. Om deze reden zal eveneens de relatie bekeken worden tussen het energieverbruik en het thermisch comfort binnen de onderzochte instellingen. Zowel de zorgsectoren in het algemeen, de bewoners van woonzorgcentra, alsook de werknemers van woonzorgcentra kunnen baat hebben bij deze analyse.

Om de relevantie van het onderzoek zo groot mogelijk te maken, werden door ons verscheidene woonzorgcentra gecontacteerd. WZC Demerhof en Seniorie Hortensia in Bilzen en WZC Den Akker in Sint-Truiden, zijn door ons verscheidene maanden nader onderzocht op het gebied van thermisch comfort en energieverbruik.



# DEEL I: LITERATUURSTUDIE

## 1 THERMISCH COMFORT

Thermisch comfort kan omschreven worden als: “Die toestand waarin de mens tevreden is over zijn thermische omgeving en geen voorkeur heeft voor een warmere of koudere omgeving” [2, p. 6].

Tevens is het mogelijk thermisch comfort te omschrijven als het thermisch gevoel van een lichaam van een bepaalde persoon. Ter verduidelijking kan men stellen dat wanneer het menselijk thermisch gevoel neutraal is, het thermisch comfort dat eveneens is. Naderhand wordt dit nog uitgebreid besproken. Het thermisch gevoel is individueel verschillend. Wanneer voor een willekeurige persoon een situatie thermisch comfortabel is, kan dit voor een ander persoon eventueel thermisch oncomfortabel zijn [3]. Het thermisch comfort zal dus zeker ook afhankelijk zijn van de periode van het jaar. In de winter kan een bepaalde temperatuur aangenaam aanvoelen, maar in de zomer kan dezelfde temperatuur voor dezelfde persoon ook onaangenaam aanvoelen. De factoren waarvan dit thermisch comfort afhankelijk is, worden verder in deze literatuurstudie nog besproken.

## 2 BINNENLUCHTKWALITEIT

De binnenluchtkwaliteit is volgens de NBN EN 13779 norm onderverdeeld in verschillende klassen [4]. De kwaliteit van deze lucht is afhankelijk van het aantal verontreinigde stoffen die hierin aanwezig zijn. Deze verontreinigde stoffen zijn ingedeeld in twee verschillende categorieën, namelijk deze die verband houden met de menselijke bezetting en deze die in verband worden gebracht met het gebouw en haar gebruik. Wat de menselijke bezetting betreft, is volgens de NBN EN 13779 het CO<sub>2</sub>-peil een goede indicator [5]. Onderstaande Tabel 1 geeft een weergave van de verschillende klassen die ontworpen zijn voor het CO<sub>2</sub>-niveau in een ruimte. Per klasse zijn de waarden van het CO<sub>2</sub>-peil vastgelegd volgens de NBN EN 13779.

Tabel 1 CO<sub>2</sub>-niveau in ruimten

Klasse	CO <sub>2</sub> -niveau boven niveau van buitenlucht in ppm	
	Typische waarden	Standaardwaarde
IDA 1	≤ 400	350
IDA 2	400 – 600	500
IDA 3	600 – 1,000	800
IDA 4	> 1,000	1,200

Buiten CO<sub>2</sub> is er nog een andere belangrijke parameter voor de binnenluchtkwaliteit, namelijk de relatieve vochtigheid. Deze relatieve vochtigheid kan men definiëren als de verhouding tussen de hoeveelheid waterdamp die de lucht bevat en de hoeveelheid waterdamp die de lucht zou kunnen bevatten bij een gelijke temperatuur. Hoe warmer de temperatuur, hoe meer damp deze kan bevatten vooraleer zijn verzadigingspunt bereikt is.

Op deze manier kan bijgevolg een verband aangetoond worden tussen de luchttemperatuur enerzijds en de relatieve luchtvochtigheid anderzijds. Wanneer de relatieve vochtigheid een waarde tussen de 40 % en de 60 % bevat, wordt gesproken van een optimaal comfort. De waarden tussen 30 % en 70 % worden tevens als algemeen aanvaardbaar beschouwd [3]. Indien de waarden 70 % overstijgen en er ook hoge temperaturen in de ruimte zijn, zal een drukkend klimaat ervaren worden. Als gevolg hiervan kunnen wellicht schimmels optreden aan de muren, alsook muffe lucht binnenshuis. Deze kunnen gezondheidsklachten teweegbrengen. Indien de waarden lager zijn dan 30 % zal een te droge lucht

ervaren worden. Als gevolg hiervan kunnen eventueel klachten optreden zoals een droge neus, keel, ogen alsook een te droge huid [3].

Voor verdere studie van het de binnenluchtkwaliteit in een ruimte wordt verwezen naar 'Binnenklimaat in een woon- en zorgcentra voor ouderen' geschreven door collega-student Simon Defoin.

## 3 EVALUATIEMODEL VOOR THERMISCH COMFORT

Het thermisch comfort van een persoon is moeilijk te evalueren vanwege het subjectieve karakter. Er zijn twee grote groepen van modellen die kunnen gebruikt worden om het thermisch comfort van een persoon te evalueren, namelijk een statisch en een dynamisch model. Een statisch model is gebaseerd op het feit dat het model ontwikkeld is onder gecontroleerde omstandigheden van de thermische omgeving. De personen waarop dit model ontwikkeld is, hadden geen invloed op de thermische omgeving van de kamer [6] [7]. Met het dynamisch model is het mogelijk om een groter bereik van parameters te testen, dit model wordt niet verder besproken. Het vergelijken van het berekend en werkelijk thermisch comfort is beter te realiseren door gebruik te maken van het statische model.

### 3.1 Fanger-model

Een zeer bekend en vaak toegepast statisch model is het model van Fanger. Dit model maakt gebruik van de warmtebalans tussen een constante thermische omgeving en het menselijk metabolisme. Hierop werd later de norm ISO 7730 gebaseerd. Er zijn twee varianten van dit model, namelijk het PMV en het PPD-model [2] [6].

Voor het bespreken van deze verschillende modellen is het belangrijk om te weten dat het thermisch comfort afhankelijk is van verscheidene parameters die opgedeeld kunnen worden in twee verschillende categorieën. Een eerste categorie omvat persoonsgebonden parameters:

- Metabolisme;
- kledij.

De tweede categorie omvat omgeving gebonden parameters:

- Luchttemperatuur;
- relatieve vochtigheid;
- gemiddelde stralingstemperatuur;
- luchtsnelheid [2].

Met uitzondering van bovenstaande parameters is het thermisch comfort tevens afhankelijk van andere factoren zoals: geslacht, ouderdom, gezondheid... [2]. In de meeste berekeningen en comfortmodellen is de factor ouderdom van minder belang. Daarom wordt er naar deze factor nog een specifieke literatuurstudie gedaan zodat dit verder kan onderzocht worden in deze thesis.

In een volgend hoofdstuk zullen de parameters die het thermisch comfort beïnvloeden meer in detail besproken worden.

#### 3.1.1 Persoonsgebonden parameters

Een eerste persoonsgebonden parameter, met name het metabolisme, aangaande de productie van de intrinsieke warmte in het lichaam waardoor een temperatuur van 36,7° Celsius wordt behouden. Deze intrinsieke warmte wordt ook het basismetabolisme genoemd. Ook is een werkmetsmetabolisme mogelijk, dat naast het basismetabolisme, overeenkomt met de specifieke activiteit op dat bepaald moment. De warmte die geproduceerd wordt door een persoon, wordt dus zowel intrinsiek als extrinsiek bepaald [3].

De andere, tweede persoonsgebonden parameter, met name kledij, is van essentieel belang bij het ondervinden van thermisch comfort. Hoe warmer een persoon gekleed is, hoe lager de luchttemperatuur kan zijn die men als comfortabel ervaart. Men kan dus concluderen dat kledij een thermische weerstand vormt wat betreft de warmteverschillen tussen de omgeving en het huidoppervlak [2] [3].

### 3.1.2 Omgevingsgebonden parameters

De luchttemperatuur wordt volgens Parsons [8] gedefinieerd als de temperatuur van de lucht in de omgeving van het menselijk lichaam. Deze is representatief voor het gedeelte van de omgeving dat de warmte-uitwisseling bepaalt tussen het menselijk lichaam en de lucht in de omgeving. De temperatuur van de lucht zal wel variëren aangezien warmte-uitwisseling tussen instanties een continu proces is.

Ook de relatieve vochtigheid is een onmisbare parameter voor de beschrijving van het thermisch comfort. Deze parameter is eerder al toegelicht onder het hoofdstuk binnenluchtkwaliteit.

Volgens Thorsson [9] wordt de gemiddelde stralingstemperatuur gedefinieerd als de som van al de lange en korte golfstralen waar het menselijk lichaam aan wordt blootgesteld. Bij een ideale situatie zal de gemiddelde stralingstemperatuur gelijk zijn aan de luchttemperatuur. Wanneer de gemiddelde stralingstemperatuur lager is, zal deze gecompenseerd worden met een hogere luchttemperatuur voor een ideale situatie te behouden.

Een laatste omgevingsgebonden parameter, met name de luchtsnelheid, beïnvloedt de warmte-uitwisseling door middel van convectie. In de praktijk mag deze luchtsnelheid niet meer dan 0,2 m/s bedragen. Indien deze waarde toch hoger ligt, zal een persoon bewegingen van de lucht gewaarworden.

Hoe groter de snelheid van de aanwezige tocht is, hoe hoger de gewenste temperatuur zal zijn.

### 3.1.3 PMV

De Predicted Mean Vote gebruikt een schaal van 7 stappen van koud (-3) naar heet (+3) waar het ervaren van een ideaal thermisch comfort overeenkomt met de waarde 0:

- +3: heet;
- +2: warm;
- +1: lichtjes warm;
- 0: neutraal;
- -1: lichtjes koel;
- -2 koel;
- -3 koud.

Volgens de Amerikaanse norm ASHRAE 55 moet de PMV-waarde van personen in een ruimte tussen -0.5 en 0.5 liggen om een acceptabele leefomgeving te hebben. [10]

Door gebruik te maken van de volgende formule, weergegeven in Figuur 1, uit de norm ISO 7730 kan een waarde van PMV berekend worden van een grote groep personen voor eenzelfde ruimte [11].

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028] \cdot \left\{ \begin{aligned} &(M - W) - 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot [5\,733 - 6,99 \cdot (M - W) - p_a] - 0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] \\ &- 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5\,867 - p_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) \\ &- 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$t_{cl} = 35,7 - 0,028 \cdot (M - W) - I_{cl} \cdot \left\{ 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \right\} \quad (2)$$

$$h_c = \begin{cases} 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} > 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \\ 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} & \text{for } 2,38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0,25} < 12,1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \end{cases} \quad (3)$$

$$f_{cl} = \begin{cases} 1,00 + 1,290 I_{cl} & \text{for } I_{cl} \leq 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \\ 1,05 + 0,645 I_{cl} & \text{for } I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \end{cases} \quad (4)$$

Figuur 1 PMV-formule [11]

Met:

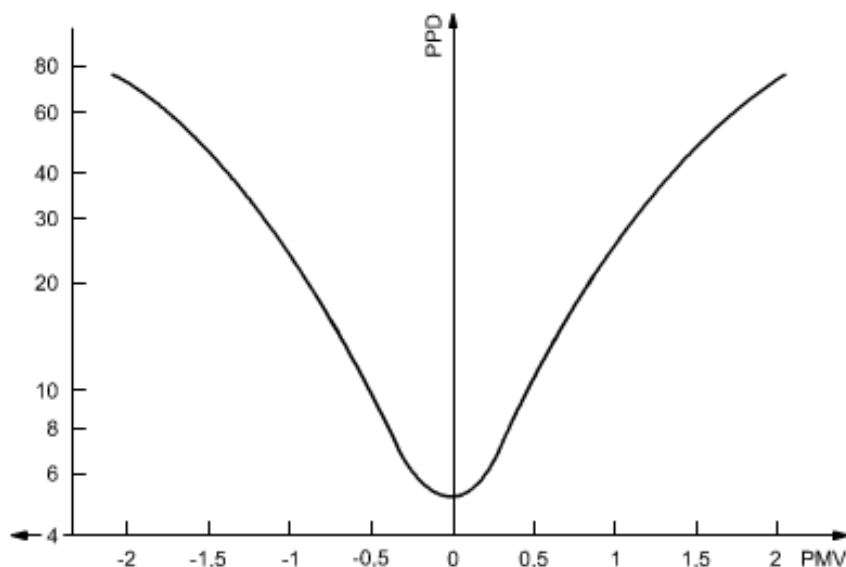
- M: het metabolisme van de persoon (W/m<sup>2</sup>)
- W: het uitwendig vermogen (W/m<sup>2</sup>)
- I<sub>cl</sub>: de isolatie van de kledij (m<sup>2</sup>\*K/W)
- f<sub>cl</sub>: de verhouding van de oppervlaktetemperatuur van een gekleed lichaam op de oppervlaktetemperatuur van een naakt lichaam (-)
- t<sub>a</sub>: de binnenluchttemperatuur (°C)
- t<sub>r</sub>: de gemiddelde stralingstemperatuur van de kamer (°C)
- v<sub>ar</sub>: de relatieve lichtsnelheid (m/s)
- p<sub>a</sub>: de partiële druk van de waterdamp (Pa)
- h<sub>c</sub>: de warmteoverdrachtscoëfficiënt (W/[m<sup>2</sup>\*K])
- t<sub>cl</sub>: de oppervlakte temperatuur van de kledij (°C)

Deze formule is enkel geldig voor een toepassing tussen volgende parameterwaarden:

- PMV-waarden van -2 tot +2
- M van 46 tot 232W/m<sup>2</sup> (0.8 tot 4met)
- I<sub>cl</sub> van 0 tot 0.310m<sup>2</sup>\*K/W
- t<sub>a</sub> van 10 tot 30°C
- t<sub>r</sub> van 10 tot 40°C
- v<sub>ar</sub> van 0 tot 1m/s
- p<sub>a</sub> van 0 tot 2700Pa

### 3.1.4 PPD

De Predicted Percentage of Dissatisfied is een functie van de PMV. Het geeft het percentage van de ontevreden aanwezige personen in de ruimte weer op basis van de resultaten van het PMV. Hoe meer de waarde van PMV verschilt van nul, hoe groter PPD wordt. Volgens ASHRAE 55 moet deze waarde onder de 10% liggen om een acceptabele leefomgeving te hebben. Figuur 2 toont PPD in functie van PMD.



Figuur 2 PPD in functie van PMV

Een waarde van PPD kan met de formule in Figuur 3 in functie van PMV berekend worden.

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2) \quad (5)$$

Figuur 3 PPD-formule [11]

Deze berekeningen van PMV en PPD zullen later in het eigen onderzoek van deze scriptie ook berekend worden voor de verschillende onderzochte woon- en zorgcentra.

### 3.2 Parameter ouderdom

In verschillende studies werd reeds dieper ingegaan op de voorgaande besproken persoonsgebonden parameters. Schellen e.a. [12] hebben een onderzoek uitgevoerd naar de verschillen in het thermisch comfort tussen jongeren tussen 18-30 jaar enerzijds en ouderen tussen 65-75 jaar anderzijds. Uit het onderzoek is gebleken dat ouderen met eenzelfde kledingniveau als jongeren zich bij een temperatuurbereik tussen 17-25°C met variaties van  $\pm 2K/h$  minder comfortabel voelen. Wanneer dit op de thermische 7-puntsschaal bekeken wordt, is het resultaat van de ouderen 0.5 lager dan dit van de jongeren.

Havenith G. [13] is met zijn studie dieper ingegaan op de factor metabolisme. Er werd met dit onderzoek opgemerkt dat oudere mensen minder bewegen dan jongeren. Dit heeft als gevolg dat ze een lager metabolisme hebben. Dit lager metabolisme zorgt ervoor dat oudere mensen een hogere omgevingstemperatuur zullen prefereren. De mogelijkheid om de lichaamstemperatuur te regelen vermindert dus met de leeftijd van een persoon. Daarom is het voor oudere mensen moeilijker om hun kerntemperatuur constant te houden bij zeer koude of zeer warme temperaturen. Oudere mensen zijn dus veel meer gevoelig voor discomfort.

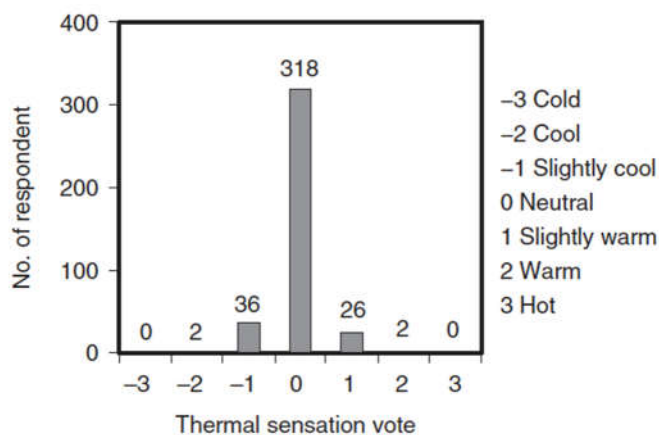
Als men bouwkundig hiervoor oplossingen wil zoeken, moet men bij de opzet van de woongelegenheden voor ouderen hiermee rekening houden. Omdat ook bij de ouderen verschillen zijn van persoon tot persoon, is het een mogelijke oplossing om individuele regelingsmogelijkheden voor de binnentemperatuur toe te passen. Het is wel van belang dat de regeling van de temperatuur zo eenvoudig mogelijk moet uitgevoerd worden zodat de ouderen dit zelf kunnen hanteren. Ook de relatieve vochtigheid moet onder controle gehouden worden door middel van een goed gedimensioneerd ventilatiesysteem, dit heeft zoals eerder besproken een invloed op gezondheid van de bewoners. [6]



## 4 VOORGAANDE STUDIES

Voor het starten van het onderzoek is er eerst een studie uitgevoerd naar voorgaande onderzoeken. In onderstaande alinea's worden voorgaande onderzoeken besproken. De onderzoeken die hier besproken worden hebben wel een grotere omvang dan het onderzoek dat door onszelf is uitgevoerd.

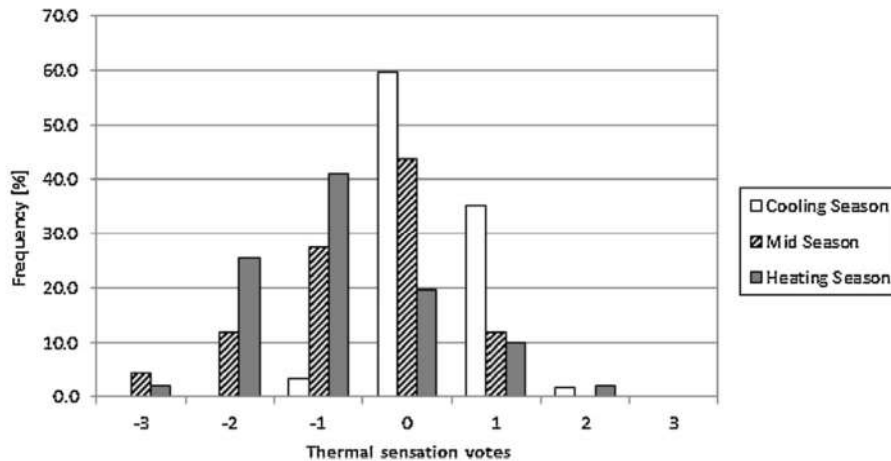
Wong e.a. [14] hebben een onderzoek uitgevoerd naar het thermisch comfort voor oudere mensen. Het betreft een onderzoek met 384 mensen van een leeftijd variërend tussen de 60 en de 97 jaar. De uitvoering van het onderzoek is gebeurd onder verschillende thermische omstandigheden in 19 verschillende woonzorgcentra in Hong Kong. De resultaten van deze studie zijn vergeleken met deze van de jongere inwoners in Hong Kong. In dit onderzoek is er gebruik gemaakt van de ASHRAE 7-puntsschaal. Deze schaal zal ook gebruikt worden in de analyse van het onderzoek van deze masterproef. Onderstaande Figuur 4 geeft de resultaten van het onderzoek van Wong e.a. weer.



Figuur 4 Resultaten onderzoek Wong e.a. [14, p. 341]

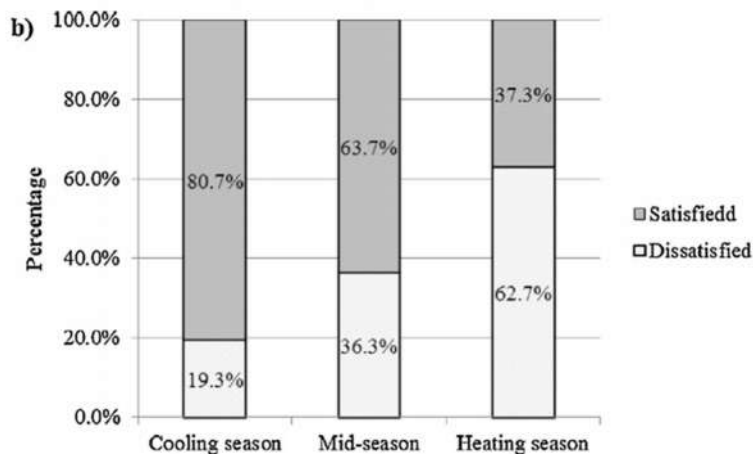
Uit de resultaten is gebleken dat de meeste mensen tevreden zijn met de huidige toestand onder de welbepaalde thermische omstandigheden. Ook is gebleken dat de PMW-waarde voor oudere vrouwen schijnbaar hoger is dan deze van de oudere mannen van dezelfde leeftijdsgroep.

Yang e.a. [15] hebben een onderzoek uitgevoerd naar het thermisch comfort in 26 verschillende woonzorgcentra voor oudere mensen in Korea. Het doel van het onderzoek was voornamelijk om onderscheid te maken van het thermisch comfort in de drie verschillende 'seizoenstoestanden'. Om het onderzoek uit te voeren is er gebruik gemaakt van de PMV-schaal [11], de resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in onderstaande Figuur 5. In de resultaten valt er duidelijk op te merken dat het resultaat van de PMV-waarde in het niet-stookseizoen beter is dan in de twee andere weergegeven seizoenen.



Figuur 5 Resultaten onderzoek Yang e.a. [15]

Om een duidelijk overzicht te krijgen van het aantal tevreden en ontevreden personen wat het thermisch comfort betreft in de verschillende woonzorgcentra hebben Yang e.a. de resultaten ook in een extra diagram verwerkt. Onderstaande Figuur 6 geeft deze resultaten weer. Hierbij is ook duidelijk op te merken dat in het niet-stookseizoen de mensen meer tevreden zijn dan in het tussenseizoen en stookseizoen.



Figuur 6 Vereenvoudigde resultaten onderzoek Yang e.a. [15]

Walker e.a. [16] hebben d.m.v. enquêtes ook een onderzoek uitgevoerd naar het thermisch comfort in woonzorgcentra. De uitvoering heeft plaatsgevonden in zes verschillende woonzorgcentra verspreid over het gehele Verenigd Koninkrijk. Dit onderzoek betreft het afnemen van enquêtes bij personeelsleden van deze instellingen, dit in twee verschillende periodes (zomer- en winterperiode). In totaal zijn er 27 verschillende personeelsleden ondervraagd over de verschillende woonzorgcentra, de functies van de personeelsleden waren ook zeer uiteenlopend, van manager tot onderhoudspersoneel. In de enquêtes zijn er vragen gesteld naar verwarming, ventilatie en structurele organisatie toe. Maar, de nadruk van de enquêtes ging uit van zwakheid en kwetsbaarheid van de bewoners voor thermisch comfort. Uit de enquêtes is ook duidelijk geworden dat de gemeenschappelijke ruimte een zeer moeilijke ruimte is voor een goed thermisch comfort voor al de personen te voorzien. Een temperatuur die voor de ene persoon als comfortabel aanvoelt, kan voor een andere persoon al koud aanvoelen. Voor de personeelsleden is de temperatuur in deze ruimtes meestal te warm, zij kunnen daarom best lichte kleding dragen om een koeler gevoel te hebben.

Ook is er ingegaan op de aanpassing van het thermisch comfort door de bewoners zelf. In de meeste onderzochte woonzorgcentra werd de regeling van de temperatuur in de kamers uitgevoerd door het personeel. In sommige instellingen waar afdelingen met dementie aanwezig zijn, is de regeling voor de temperatuur door de bewoners zelf verhinderd omdat sommige personen geen besef hadden van het nut van deze temperatuurregeling. Het openen van een raam of deur door de personeelsleden was ook niet altijd mogelijk, dit voor de veiligheid van de bewoners, vooral in gesloten afdelingen was dit een probleem [16]. Omdat erdoor ons ook enquêtes werden afgenomen, was de studie van dit onderzoek zeer nuttig en leerrijk.



## 5 EISEN WOONZORGCENTRUM

Het “Vlaams Infrastructuur voor Persoonsgebonden Aangelegenheden” of kortweg het VIPA heeft voor de woonzorgcentra in Vlaanderen verschillende eisen, qua duurzaamheid opgelegd waaraan deze moeten voldoen. Deze eisen zijn opgedeeld in verplichte en vrije criteria. Aan de verplichte criteria zal het woonzorgcentra steeds moeten voldoen. Wat de vrije criteria betreft, moet men een minimumaantal criteria kiezen die gerealiseerd kunnen worden. De eisen die opgesteld zijn van het VIPA zijn van toepassing op dossiers die ingediend zijn vanaf 22 januari 2010. Wanneer de woonzorgcentra voldoen aan het aantal opgelegde verplichte- en vrije criteria, hebben deze recht op subsidies die door het VIPA worden verleend [17]. Onderstaande alinea’s geven een beschrijving weer van de voornaamste criteria die van toepassing zijn voor het VIPA.

### 5.1 Energiebeheersing

Eén van de aspecten waarvoor VIPA eisen stelt, is de energiebeheersing in een woonzorgcentrum. Belangrijk om te weten voor de energiebeheersing is dat een woonzorgcentrum onder de categorie van gebouwen met andere specifieke bestemming (ASB) valt, meer specifiek onder de subcategorie gebouwen met gezondheidsfunctie. Voor deze categorie van bouwprojecten was voor 2017 nog geen sprake van een E-peileis. Daarom zijn er door het VIPA gelijkwaardige verplichte criteria opgelegd naar energieprestatie [17].

Vanaf 2017 is er verandering in dit verhaal. Door de nieuwe EPN-eisen die Vlaanderen heeft opgelegd, is er ook voor de ASB-projecten een verplicht E-peil te behalen. Dit E-peil is voor de gezondheidszorg met verblijf vastgesteld op een waarde van E80. Deze waarde is geldig vanaf het jaar 2017, de normen voor de komende jaren zijn nog niet bekend gemaakt [18].

Wanneer er gesproken wordt over de energieprestatie van een gebouw, is ook het globaal isolatiepeil zeer belangrijk. VIPA heeft hiervoor ook eisen opgelegd wat betreft de isolatie van de bouwschil van het gebouw voor nieuwbouwprojecten. De globale-warmte isolatie van het gebouw wordt weergegeven als een K-peil. Voor een nieuwbouw woonzorgcentrum is de K-peileis op een maximumwaarde van K35 vastgelegd. Om tot deze waarde te komen, zijn er voor de constructieonderdelen maximum U-waardes en R-waardes vastgelegd in het VIPA. Onderstaande Tabel 2 toont deze eisen [17] [19].

Tabel 2 U- en R-waarden VIPA [17]

<b>Tabel U- en R-waarden</b>	<b>U-max. (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>R-min. (W/m<sup>2</sup>K)</b>
<b>1. scheidingsconstructies die het beschermde volume omhullen</b>		
1.1 transparante scheidingsconstructies	<b>2,1</b>	
	<b>Ug max = 1,1</b>	
1.2 opake constructies		
1.2.1 daken en plafonds	<b>0,25</b>	
1.2.2 muren, niet in contact met grond	<b>0,4</b>	
1.2.3 muren, in contact met grond		<b>1</b>
1.2.4 verticale en hellende scheidingsconstructies, in contact met een kruipruimte of met een kelder buiten het beschermd volume		<b>1</b>
1.2.5 vloeren, in contact met de buitenomgeving	<b>0,4</b>	
1.2.6 andere vloeren (vloeren op volle grond, boven kruipruimte of boven een kelder buiten het beschermd volume, ingegraven keldervloeren)	<b>0,4</b>	<b>1</b>
<b>2. scheidingsconstructies tussen 2 beschermde volumes op aangrenzende percelen</b>		<b>1</b>
<b>3. scheidingsconstructies binnen het beschermde volume of palend aan een bestaand beschermd volume op eigen perceel</b>		<b>1</b>

De eisen in bovenstaande Tabel 2 zijn gedateerde eisen van het jaar 2010. Voor de daaropvolgende jaren wordt er telkens verwezen naar de eisen die het Vlaams Energieagentschap heeft opgesteld. Vanaf 2016 zijn er geen R-waarden meer van toepassing, men heeft enkel een eis voor de maximale U-waarde opgesteld [20]. Onderstaande Tabel 3 geeft de eisen vanaf 2016 weer, deze eisen zijn momenteel ook nog geldig voor projecten van de categorie ASB.

Tabel 3 U-waarden EPB 2016

<b>Tabel U-waarden</b>	<b>U-max. (W/m<sup>2</sup> K)</b>
1. scheidingsconstructies die het beschermde volume omhullen	
1.1 transparante scheidingsconstructies	1,5
	<b>U<sub>g,max</sub> = 1,1</b>
1.2 opake constructies	
1.2.1 daken en plafonds	<b>0.24</b>
1.2.2 muren, niet in contact met grond	
1.2.3 muren, in contact met grond	
1.2.4 verticale en hellende scheidingsconstructies, in contact met een kruipruimte of met een kelder buiten het beschermd volume	
1.2.5 vloeren, in contact met de buitenomgeving	
1.2.6 andere vloeren (vloeren op volle grond, boven kruipruimte of boven een kelder buiten het beschermd volume, ingegraven keldervloeren)	
2. scheidingsconstructies tussen 2 beschermde volumes op aangrenzende percelen	0.6
3. scheidingsconstructies binnen het beschermde volume of palend aan een bestaand beschermd volume op eigen perceel	1.0

Het toepassen van een goede verwarmingsinstallatie zal het comfort van de bewoners ten goede komen, zeker wanneer de installatie zorgt voor een goede warmteverdeling, minder tocht en minder koude vloeren. Het VIPA legt daarom specifieke eisen op voor de verwarmingsinstallatie van de woonzorgcentra, namelijk een condensatieketel met een rendement van 107% of een systeem dat minstens gelijkwaardig hieraan is. Een andere eis is dat er een weersafhankelijke ketel-en kringsturing met start/stop-optimalisering en regelbare thermostatische kranen geïnstalleerd zijn. Ook moet er voor de distributie een verlaagd temperatuurregime toegepast worden (70°/50°). Een laatste eis om de warmteverliezen van de leidingen te beperken, is de toevoer- en de afvoerleiding te isoleren alsook de afsluiters hiervan. Ventilatie-eisen maken ook deel uit van deze energiebeheersing. Wanneer men over een goed ventilatiesysteem beschikt, zal de binnenluchtkwaliteit veel beter zijn. Daarom worden er voor ventilatie van een nieuwbouw woonzorgcentra met een oppervlakte groter dan 1.000 m<sup>2</sup> ook verschillende eisen opgesteld. De eisen zijn als volgt: "Een ventilatiesysteem D wordt als basissysteem toegepast. Warmterecuperatie met bypass is verplicht: het rendement van de warmtewisselaars is minstens 50%. Het rendement van de ventilatoren is SFP 3 (specific fan power)." [17, p. 6]

## 5.2 Gebruikerscomfort

Ook zijn er van VIPA uit eisen voor het gebruikerscomfort. Deze kunnen we nog opdelen in verschillende items, waaronder zomercomfort, openen van ramen, daglichttoetreding en regeling thermisch comfort.

Voor de bewoners van het woonzorgcentrum moet er gezorgd worden dat er een goed zomercomfort is. Omwille van de gezondheid van de bewoners, krijgt dit voorrang op de energiezuinigheid van het gebouw. Om een goed zomercomfort te garanderen zal een correcte opbouw van de gebouwschil van groot belang zijn. Onderstaande Figuur 7 geeft een weergave van de gedetailleerde eisen voor het zomercomfort weer [17].

**criterium 1.2.1:**  
*Op de noordoriëntatie (tussen NO en NW over noord) volstaat zónwerende beglazing. Een zontoetredingsfactor  $g < 0,45$  is vereist. Op de andere oriëntaties (NO en NW over zuid) wordt minstens regelbare buitenzonwering voorzien. Een zontoetredingsfactor  $g < 0,15$  is vereist voor het geheel van de beglazing en de zonwering samen.*

**criterium 1.2.2:**  
*In de individuele kamers van voorzieningen wordt, uitgaande van een gemiddelde oppervlakte van  $20\text{m}^2$ , bovendien het volgende criterium gehanteerd ( $A = \text{glasoppervlak}$ ,  $g = \text{zontoetredingsfactor}$ ):*  
 - op de noordoriëntatie (tussen NO en NW over noord):  $g \cdot A < 1,8 \text{ m}^2$   
 - op de andere oriëntaties (NO en NW over zuid):  $g \cdot A < 0,6 \text{ m}^2$   
**OF**  
*Er wordt aangetoond dat het zomercomfort gegarandeerd is. De beoordeling van het thermisch comfort is gebaseerd op NBN EN ISO 7730 2005; de beoordeling van de comfortklasse is gebaseerd op NBN EN 15251. Het aantal overschrijdingsuren van de operationele temperatuur voor klasse B mag maximaal 260 uur bedragen (3% van de gebruikstijd).*

Figuur 7 Eisen zomercomfort volgens VIPA [17]

Een overige belangrijke eis betreft de ramen die moeten zorgen voor voldoende daglichttoetreding. Wanneer er gezorgd wordt voor voldoende daglichttoetreding, zal er een besparing van energie mogelijk zijn op het gebruik van de verlichting in de ruimtes. Het VIPA stelt voor de daglichttoetreding volgende eis: "Het realiseren van een daglichtfactor 3 % in het midden van de ruimte op een hoogte van 0,8 m is voor de verblijfsruimtes een minimumeis [17, p. 3]." Deze daglichtfactor is vastgesteld door een berekeningsnota.

Een andere functie van de ramen is ventilatie. Wanneer de gewone basisventilatie niet meer voldoende is voor de bewoner en hij het thermisch niet meer comfortabel vindt, moet er de mogelijkheid zijn voor opengaande ramen. Voor het openen van deze ramen stelt het VIPA volgende eisen: "De nuttige opening van de opengaande ramen in verblijfsruimtes die maar in één gevel openingen hebben (enkelzijdige ventilatie), moet ten minste 1/16 van de vloeroppervlakte bedragen [17, p. 2]." Wanneer er geen rekening is gehouden met voorgaande eis, heeft het VIPA nog een andere eis waar de voorziening wel aan moet voldoen: "De nuttige opening van de opengaande ramen in verblijfsruimtes in verschillende gevels (dwarsventilatie) moet ten minste 1/30 bedragen, waarbij die openingen gelijkmatig verdeeld moeten zijn over beide gevels [17, p. 2]."

Om het thermisch comfort van de bewoners te verbeteren is er ook de eis gesteld dat de bewoners een individuele controle over de regeling van dit thermisch comfort hebben. Dit betreft opengaande ramen, maar ook een regelbare binnentemperatuur per verblijfsruimte [17]. Onderstaande Figuur 8 geeft de eisen van het VIPA weer wat betreft de regeling van het thermisch comfort in een woonzorgcentra.

**criterium 1.5:**  
*De bediening van de opengaande raamdelen is mogelijk (voor zover verenigbaar met veiligheid)*  
**EN**  
*De binnentemperatuur is regelbaar per verblijfsruimte.*

Figuur 8 Eisen regeling thermisch comfort [17]

Buiten de twee parameters (energiebeheersing en gebruikerscomfort) die al reeds besproken zijn, zijn er nog drie andere parameters. Namelijk duurzaam materiaal en grondstoffengebruik, geïntegreerde benadering en ten slotte ook het gebouwbeheer. Onderstaande Figuur 9 geeft een verduidelijking welk van bovenstaande besproken criteria verplicht zijn en welke vrij. De criteria die niet besproken zijn, worden ook niet in de figuur weergegeven.

## VIPA CRITERIA DUURZAAMHEID

## Afvinklijst

1 gebruikerscomfort		ASB
1.1	<i>fysieke toegankelijkheid</i>	
1.1.1	globale toegankelijkheid	vrij <input type="checkbox"/>
1.1.2	individuele toegankelijkheid	vrij <input type="checkbox"/>
1.2	<i>zomercomfort</i>	
1.2.1	zomercomfort algemeen	verplicht <input type="checkbox"/>
1.2.2	zomercomfort zorg	vrij <input type="checkbox"/>
1.3	openen van ramen	verplicht <input type="checkbox"/>
1.4	daglichttoetreding	vrij <input type="checkbox"/>
1.5	regeling thermisch comfort	vrij <input type="checkbox"/>
1.6	akoestisch comfort	
1.6.1	normaal akoestisch comfort rust- en verzorgingstellingen	nvt <input type="checkbox"/>
1.6.2	normaal akoestisch comfort woningen	vrij <input type="checkbox"/>
1.6.3	normaal akoestisch comfort kantoren	nvt <input type="checkbox"/>
1.7	<i>contact met buitenomgeving</i>	
1.7.1	verblijfsruimten	vrij <input type="checkbox"/>
1.7.2	personeelsruimten	vrij <input type="checkbox"/>
1.8	<i>gebruik buitenomgeving</i>	vrij <input type="checkbox"/>
	minimum	2
	maximum	11
	score	<input type="checkbox"/>

2 energiebeheersing		ASB
2.1	E80-peil	nvt <input type="checkbox"/>
2.2	globaal isolatiepeil K35 & U-waarden	verplicht <input type="checkbox"/>
2.3	productie en distributiesysteem verwarming	verplicht <input type="checkbox"/>
2.4	<i>eisen ventilatie</i>	
2.4.1	systeemeisen	verplicht <input type="checkbox"/>
2.4.2	luchtdichtheid	vrij <input type="checkbox"/>
2.5	distributie warm water	verplicht <input type="checkbox"/>
2.6	koeling	verplicht <input type="checkbox"/>
2.7	<i>energiezuinige binnenverlichting</i>	
2.7.1	eis vermogen en regeling	verplicht <input type="checkbox"/>
2.7.2	eis niet verblijfsruimten	vrij <input type="checkbox"/>
2.8	<i>energiezuinige toestellen</i>	
2.8.1	liften	verplicht <input type="checkbox"/>
2.8.2	energielabel (A+)	vrij <input type="checkbox"/>
2.8.3	medische apparatuur	vrij <input type="checkbox"/>
2.9	verbetering globale energieprestatie 20%	vrij <input type="checkbox"/>
	minimum	7
	maximum	12
	score	<input type="checkbox"/>

Figuur 9 VIPA Criteria duurzaamheid [17]



## 6 ENERGIEVERBRUIK

Het energieverbruik van een gebouw omvat het elektriciteits- en gasverbruik van verwarming, koeling, ventilatie, andere technische installaties en huishoudelijke apparaten. De energie die in dit onderzoek vergeleken wordt met het thermisch comfort is het energieverbruik van de technische installaties die instaan voor het creëren van het gewenste binnenklimaat.

Er zijn verschillende factoren die invloed hebben op het energieverbruik van een gebouw. Deze factoren werken gelijktijdig op het gebouw in waardoor de effecten van het gebruikersgedrag niet precies bepaald kunnen worden. Het effect op het totale energieverbruik van een gebouw kan opgedeeld worden in zeven categorieën:

1. klimaat (buitenluchttemperatuur, zonnestraling, windsnelheid...);
2. gebouwkarakteristieken (gebouwtype, oppervlakte, oriëntatie...);
3. gebruiker gebonden kenmerken, behalve sociaal en economische kenmerken (aanwezigheid van de gebruiker...);
4. technische installaties en bediening (ruimteverwarming en -koeling, sanitair warm water...);
5. gedrag en activiteiten van bewoners;
6. sociale en economische factoren (opleidingsniveau bewoners, energiekosten...);
7. gewenste binnenklimaat.

Parameters van de eerste vier hierboven genoemde categorieën kunnen gesimuleerd worden in een statisch warmtebalansmodel. Het is mogelijk om gedragspatronen van bewoners te simuleren in een adaptief thermisch comfortmodel, maar de hedendaagse modellen laten dit maar beperkt toe [21].

Het energieverbruik van een gebouw is afhankelijk van de bouwfysische karakteristieken van dat gebouw (de warmtegeleidingscoëfficiënten van de gebruikte bouwmaterialen, de oriëntatie van het gebouw...) alsook de technische installaties die instaan voor het gewenste binnenklimaat. De analyse van het energieverbruik van de onderzochte woon- en zorgcentra gebeurt aan de hand van een energieverliesberekening en het werkelijk gasverbruik van de van de installaties.

### 6.1 Energieverbruik warmteverliesberekening

Ter bepaling van de warmteverliezen van de vertrekken in de woon- en zorgcentra wordt de norm NBN B 62-003 [22] gebruikt. Het genormaliseerde warmteverlies van een kamer wordt berekend met de volgende formule:

$$\Phi_n = (\Phi_t + \Phi_v) \cdot (1 + M_o + M_{cw}) \text{ [W]}$$

Met:

- $\Phi_t$ : de transmissieverliezen [W];
- $\Phi_v$ : de ventilatieverliezen [W];
- $M_o$ : de toeslagfactor voor oriëntatie [-];
- $M_{cw}$ : de toeslagfactor voor niet-gecompenseerde koude wanden [-].

De transmissieverliezen via de scheidingsconstructies van het vertrek worden berekend met de volgende formule:

$$\Phi_t = \sum U \cdot A \cdot (T_i - T_e) \text{ [W]}$$

Met:

- U: warmtedoorgangscoefficient [ $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ];
- A: het oppervlakte [ $\text{m}^2$ ];
- $T_i$ : de binnentemperatuur [ $^{\circ}\text{C}$ ];

- $T_e$ : de buitentemperatuur [°C].

De verluchting- of infiltratieverliezen zijn te berekenen met de volgende formule:

$$\Phi_v = 0,34 \cdot \beta \cdot V \cdot (T_i - T_e) [W]$$

Met:

- $\beta$ : het ventilatievoud [ $h^{-1}$ ];
- $V$ : het volume van de ruimte [ $m^3$ ];
- $T_i$ : de binnentemperatuur [°C];
- $T_e$ : de buitentemperatuur [°C].

Het ventilatievoud van de kamer is afhankelijk van het toegepaste verluchttingsdebiet en de luchtdichtheid van de scheidingsconstructies. De transmissie- en infiltratieverliezen worden voor intervallen van 15 minuten berekend door gebruik te maken van de gemeten binnen- en buitentemperaturen. De metingen hebben plaatsgevonden van november tot en met april, dit komt grotendeels overeen met de verwarmingsperiode in België. Door het berekende vermogen [W] te vermenigvuldigen met het tijdsinterval [h] wordt een waarde van arbeid [Wh] of energie bekomen.

De waarde van de toeslagfactor  $M_o$  is afhankelijk van hoe nadelig de oriëntatie van het vertrek is, deze factor staat in voor de zonnewinsten. De factor (Tabel 4) wordt bepaald door de oriëntatie van de meest benadeelde buitenmuur:

Tabel 4 Oriëntatie buitenmuur

Oriëntatie	N	O	Z	W
$M_o$	0,05	0,025	0	0,025

De toeslagfactor  $M_{cw}$  wordt enkel berekend als een scheidingsconstructie in aanraking is met de buitenomgeving groter is dan  $1m^2$ , een U-waarde groter dan  $1 W/m^2K$  heeft en er geen verwarmingslichaam tegen die wand staat. De toeslagfactor voor koude wanden is te berekenen met de volgende formule:

$$M_{cw} = 0,00185 \cdot l_{cw} \cdot k_{cw} [ ]$$

Met:

- $l_{cw}$ : de diepte van het vertrek [m];
- $k_{cw}$ : de U-waarde van de koude wand [ $W/m^2K$ ].

## 6.2 Werkelijk energieverbruik

Een overzicht van het werkelijk gasverbruik van de gebouwen wordt achterhaald door deze op te vragen bij de verantwoordelijke persoon van de technische dienst van elk woonzorgcentrum. Hierdoor is het jaarlijkse primair energieverbruik per vierkante meter van het gebouw te berekenen van de woonzorgcentra op basis van het bruto-vloeroppervlakte van het beschermd volume.

Met de verkregen waarden van deze twee methoden voor het bepalen van de energiebehoefte kan een vergelijking gemaakt worden van het energieverbruik van de verschillende vertrekken t.o.v. het werkelijk energieverbruik van het volledige gebouw.

## DEEL II: EIGEN ONDERZOEK

### 7 METHODOLOGIE

Om de analyse uit te voeren van de drie woonzorgcentra zijn we in verschillende stappen te werk gegaan. In deze methodologie worden de verschillende stappen kort beschreven.

Een eerste stap was het beschrijven van het gebouw, de opbouw van de bouwschil en de gebruikte technieken in het woonzorgcentrum. Bij woonzorgcentra Demerhof en Hortensia is de opbouw van de bouwschil beschreven aan de hand van een verkregen EPB-rapport. Omdat bij woonzorgcentrum Den Akker het EPB-rapport niet beschikbaar was, is hierbij gebruik gemaakt van het lastenboek om de opbouw van de bouwschil te bestuderen. Voor de technieken van de woonzorgcentra is er gebruik gemaakt van de verkregen technische fiches en een studie van de installaties in de verschillende woonzorgcentra. Deze studie van de opbouw en de installaties geeft al een betere inschatting over de kwaliteit van het comfort en een basis voor mogelijke afwijkingen van de meetresultaten.

Ook zijn er de voorbije maanden verscheidene metingen uitgevoerd en geanalyseerd. Deze metingen omvatten het opmeten van de luchttemperatuur, de relatieve vochtigheid, alsook het CO<sub>2</sub>-gehalte. In elke instelling die wij geanalyseerd hebben zijn op drie verschillende plaatsen meetapparatuur geïnstalleerd in overleg met onze promotor alsook het woonzorgcentrum. Zowel de oudere als de nieuwere instanties waarbij verscheidene technieken gebruikt worden in verband met de HVAC, zijn gemeten. Voor het uitvoeren van deze metingen is er gebruik gemaakt van twee verschillende meettoestellen, namelijk de Telaire 7001 CO<sub>2</sub> Sensor en de HOBO U12 datalogger. Met het eerste toestel, de Telaire 7001, was het mogelijk om het CO<sub>2</sub>-gehalte in de ruimte te meten. In deze scriptie zal er minder diepgang zijn op dit onderdeel, voor de gedetailleerde resultaten van de CO<sub>2</sub> metingen in de verschillende ruimtes wordt verwezen naar 'Binnenklimaat in een woon- en zorgcentra voor ouderen' geschreven door collega-student Simon Defoin.

De HOBO U12 datalogger is voor deze thesis meer van belang. Deze logger meet de temperatuur, relatieve vochtigheid en de lichtintensiteit in een ruimte. Wat deze laatste parameter betreft, is er geen verdere studie naar dit onderdeel uitgevoerd. Wel worden de metingen van de andere twee parameters uitgebreid geanalyseerd in dit hoofdstuk. Aan de hand van de software HOBOWare kunnen beide meettoestellen uitgelezen worden. De software geeft daarna de data zowel digitaal als grafisch weer. De metingen zijn gestart op 22 oktober 2016 en vonden plaats tot 2 mei 2017. Door deze lange periode was er de mogelijkheid om metingen uit te voeren bij een koudere en een warmere periode, zo kunnen deze met elkaar vergeleken worden. Een opmerking bij de metingen is dat er in de eerste meetperiode enkele technische problemen geweest zijn met de batterijen van enkele meettoestellen. Door een communicatiefout met de promotor ontbreken er ook in de tweede periode ruim één week aan meetresultaten.

Een ander onderdeel van deze masterproef was het berekenen van het thermisch comfort. Aan de hand van de meetresultaten van de verschillende toestellen en buitentemperatuur is de PMV-waarde berekend voor de verschillende ruimtes. Om een inschatting te maken voor het thermisch comfort in de koudste en warmste situatie is er gebruik gemaakt van de gemeten temperaturen gedurende de koudste en warmste week van de gemeten periode. Voor het berekenen van deze PMV-waarde zijn er aannames gedaan voor de kledingsisolatie, relatieve lichtsnelheid, alsook het metabolisme van de personen. Buiten deze aannames was ook de gemiddelde stralingstemperatuur een parameter die het thermisch comfort kan beïnvloeden. Deze gemiddelde stralingstemperatuur is berekend a.d.h.v. de metingen van de binnen- en buitentemperatuur in combinatie met het in rekening brengen van de verschillende bouwmaterialen.

Ook is er van de verschillende vertrekken waarin metingen zijn uitgevoerd, een energieverliesberekening gemaakt. Dit geeft de mogelijkheid de verschillende gemeenschappelijke ruimtes en slaapkamers van ieder woonzorgcentrum te vergelijken voor het energieverbruik en het thermisch comfort. Het energieverlies aan warmte wordt berekend voor de maanden januari en februari in 2017 vermits het temperatuurverschil van binnen en buiten groot is, wat leidt tot hoge transmissie- en ventilatieverliezen. Naast deze energieverliesberekening wordt ook per woonzorgcentrum het werkelijk jaarlijks energieverbruik opgevraagd bij de verantwoordelijke van de technische dienst van elke instelling. Het jaarlijks energieverbruik van de verschillende woonzorgcentra wordt geanalyseerd van november 2015 tot november 2016. Met deze verkregen waardes is het mogelijk om het jaarlijks primair energieverbruik van het gebouw per vierkante meter te berekenen.

Naast de metingen en berekeningen zijn er tevens enquêtes opgemaakt en afgenomen bij zowel inwonenden als personeel, om zo een divers mogelijke doelgroep te creëren. Hierbij is de fysieke activiteit, leeftijd, geslacht, enzovoort een belangrijk aandachtspunt. De functie van het afnemen van deze enquêtes is een referentie te krijgen voor het ervaren comfort dat als vergelijkingsbasis voor het gemeten en berekende comfort kan gebruikt worden. Ook zijn op basis van deze enquêtes berekeningen uitgevoerd naar de PMV-waarde van de bewoners en personeelsleden. In bijlage A is een lege enquête terug te vinden.

Uiteindelijk worden de resultaten van de metingen, berekeningen en enquêtes met elkaar vergeleken en conclusies getrokken tussen de gelijkenissen en verschillen.

Bijgevolg kunnen eventuele oplossingen gezocht worden om zo een verbetering van het binnenklimaat te verkrijgen om een gezonder en gelukkiger persoon in het woonzorgcentrum te verwezenlijken.

## 8 ANALYSE WZC

De metingen die door ons zijn uitgevoerd, hebben plaatsgevonden in drie verschillende woonzorgcentra, met name WZC Demerhof te Bilzen, WZC Den Akker te Sint-Truiden alsook WZC Seniorie Hortensia te Schoonbeek. In dit hoofdstuk zal een analyse van deze gebouwen worden uitgevoerd. Deze analyse betreft zowel de opbouw van het woonzorgcentrum (bouwfysische eigenschappen, gevelontwerp...) alsook de gebruikte installaties (verwarming, ventilatie...). Wat het gedeelte van ventilatie betreft, zal dit enkel de essentie bevatten. Voor meer gedetailleerde informatie over de ventilatie van de woonzorgcentra wordt verwezen naar 'Binnenklimaat in een woon- en zorgcentra voor ouderen' geschreven door collega-student Simon Defoin.

Ook worden de resultaten van de metingen, de berekeningen van het thermisch comfort, energieverbruik en de resultaten van de enquêtes besproken per woonzorgcentra.

### 8.1 Woonzorgcentrum Demerhof

Woon- en zorgcentrum Demerhof is een vrij recent gebouw dat in 2010 gebouwd is en toebehoort aan het OCMW van Bilzen. Het woon- en zorgcentrum heeft een capaciteit van 110 woongelegenheden en 10 wooneenheden voor kortverblijf. Al deze wooneenheden zijn van eenzelfde grootte en beschikken over een slaapkamer en badkamer. Bij het bespreken van het onderwerp van onze masterproef heeft de verantwoordelijke aangehaald dat ze gedurende een lange periode problemen hadden met één ruimte naar ventilatie toe. Deze ruimte wordt in een latere fase nog uitgebreid besproken.

#### 8.1.1 Analyse gebouw

Het woonzorgcentra is ingedeeld in twee blokken, blok A en blok B. Blok A beschikt over 30 wooneenheden op het gelijkvloers, deze kamers bevinden zich in de gesloten afdeling van het gebouw. Oudere mensen kunnen in deze afdeling niet binnen en buiten wandelen. Blok A heeft ook nog een verdieping waar er zich ook 30 wooneenheden bevinden.

Blok B is een groter gebouw, er bevindt zich hier ook een extra verdieping. Op de eerste en tweede verdieping zijn er net zoals in de andere blok 30 wooneenheden aanwezig. Op het gelijkvloers van deze blok bevinden zich de multifunctionele ruimtes zoals receptie, cafetaria, kinesist, cafetaria, kapper... Op de plannen in Bijlage B: Plannen woonzorgcentrum Demerhof kan je een overzicht vinden van deze ruimtes.

Aan gebouw B is ook aangrenzend een open ruimte met terras, hier kunnen bewoners bij mooi weer buiten zitten. Op de gelijkvloerse verdieping van dit gebouw zijn veel grote schuiframen aanwezig. In de zomer kan dit voor problemen zorgen voor de oververhitting van het gebouw, daarom is er door woonzorgcentrum externe zonnewering voorzien aan deze schuiframen. Onderstaande Figuur 10 geeft een weergave van deze open ruimte weer.



*Figuur 10 Open ruimte blok B Demerhof*

### 8.1.1.1 Opbouw woonzorgcentrum

De bouwfysische eigenschappen van de schildelen hebben een invloed op het thermisch comfort van de bewoners en de personeelsleden. Zo heeft een goede thermische isolatie van het beschermd volume een gunstige invloed op het binnenklimaat en het energieverbruik van het gebouw. Daarom volgt er een analyse van de bouwschillen van de verschillende woonzorgcentra. Onderstaande gegevens zijn zoals vermeld op de EPB-aangifte en plannen. De aanvraag van de stedenbouwkundige vergunning heeft plaatsgevonden in het jaar 2008. Voor gebouwen onder de categorie ASB zijn de eisen volgens EPB een maximaal K-peil te behalen van K45. Een E-peil was voor ASB-gebouwen in deze periode niet van toepassing. Uit het EPB-rapport dat verkregen is van het woonzorgcentrum is er af te leiden dat woonzorgcentrum Demerhof een K-peil heeft van K34. Het woonzorgcentrum heeft dus voldaan aan de EPB-eisen betreft het K-peil.

Om een visueel overzicht te hebben van de buitenkant van woonzorgcentrum Demerhof is onderstaande Figuur 11 toegevoegd.



*Figuur 11 Gevel woonzorgcentrum Demerhof [23]*

Een belangrijk onderdeel voor de verwarming en oververhitting is de beglazing in de gevels. Wanneer er meer ramen in de gevels aanwezig zijn, en er geen zonnewering aanwezig is, kan er snel oververhitting optreden in het woonzorgcentrum. Daarom is het aangewezen om bij grote oppervlaktes aan ramen zonnewering te voorzien. In het woonzorgcentrum is er daarom in de open ruimte in blok B gebruik gemaakt van externe zonnewering. Deze zorgt ervoor dat de temperatuur in de zonnige periodes niet te hoog gaat oplopen. Ook voor de winterperiode is de beglazing een belangrijk onderdeel. Een hoog percentage aan beglazing van de zuidgevel is zeer positief voor de wintersituatie, de straling van de zon aan de zuidkant zorgt voor al een gedeeltelijke opwarming van het gebouw. De beglazing aan de andere gevelzijdes daarentegen hebben hierbij weinig invloed in de winter, wel zijn deze enigszins belangrijk voor de natuurlijke lichtinval in het woonzorgcentrum.

Onderstaande Tabel 5 geeft een overzicht weer van de beglazing per gevel in woonzorgcentrum Demerhof. De totale oppervlakte aan gevels van het gebouw bedraagt 4344 m<sup>2</sup>. Van deze totale geveloppervlakte bestaat maar liefst 40,7 % uit glas. Deze 40,7 % is verdeeld in de vier verschillende richtingen. De richtingen met het grootste oppervlakte aan beglazing zijn de gevels aan de oost- en westkant van het gebouw.

Tabel 5 Verhouding beglazing per gevel Demerhof

WZC	Gevel oriëntatie	Totale opp. gevel [m <sup>2</sup> ]	Opp. glas [m <sup>2</sup> ]	Verhouding glas/gevel [%]	Verdeling beglazing per gevel [%]
Demerhof	N	976	358,1	36,7	20,2
	O	1279	503,8	39,4	28,5
	Z	746	353,3	47,3	20,0
	W	1342	554,5	41,3	31,3
	<b>Totaal:</b>	<b>4344</b>	<b>1769,7</b>	<b>40,7</b>	<b>100,0</b>

Een andere manier om de glasoppervlakte weer te geven is de verhouding met de bruto-vloeroppervlakte. Onderstaande Tabel 6 geeft het resultaat hiervan weer. De venster-vloeroppervlakte van woonzorgcentrum Demerhof bedraagt ± 20,7%.

Tabel 6 Venster-vloer verhouding Demerhof

Bruto vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	Venster-vloer verhouding [%]
8568,4	20,7

De buitenmuren van blok A en blok B van het woonzorgcentrum Demerhof hebben beide dezelfde opbouw, zoals beschreven in Tabel 7. Voor isolatiemateriaal is er geopteerd op minerale wol met een warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,030 W/mK en een dikte van 8 cm. Volgens de EPB-software behaalt deze buitenmuur een U-waarde van 0,32 W/m<sup>2</sup>K. De opbouw van de constructieonderdelen is weergegeven van buiten naar binnen.

Tabel 7 Demerhof opbouw buitenmuur

Buitenmuur	λ-waarde [W/mK]	dikte [m]
Gevelmetselwerk		0,09
Matig geventileerde spouwmuur		0,03
Spouwisolatie: minerale wol	0,030	0,08
Snelbouwmetselwerk		0,14
Pleisterwerk		0,01
<b>U-waarde [W/m<sup>2</sup>K]:</b>	<b>0,32</b>	

De opbouw van de vloeren wordt weergegeven in Tabel 8. De gebruikte isolatie en uitgevoerde opbouw van de constructie is afhankelijk van zijn aangrenzende omgeving. Zo behaalt de vloer op volle grond een U-waarde van 0,39 W/m<sup>2</sup>K, de vloer op kruipruimte 0,33 W/m<sup>2</sup>K en de vloer aan de buitenomgeving 0,4 W/m<sup>2</sup>K volgens de EPB-software.

Tabel 8 Demerhof opbouw vloeren

<b>Vloer op volle grond</b>	<b>λ-waarde [W/mK]</b>	<b>dikte [m]</b>
Betonnen vloerplaat		0,25
Isolatie: in situ gespoten PUR	0,038	0,05
Gewapende chape laag		0,07
Vloerafwerking		0,01
<b>U-waarde [W/m<sup>2</sup>K]:</b>	<b>0,39</b>	
<b>Vloer op kruipruimte</b>	<b>λ-waarde [W/mK]</b>	<b>dikte [m]</b>
Welfsels		0,12
Druklaag		0,05
Isolatie: in situ gespoten PUR	0,026	0,05
Gewapende chape laag		0,07
Vloerafwerking		0,01
<b>U-waarde [W/m<sup>2</sup>K]:</b>	<b>0,33</b>	
<b>Vloer aan buitenomgeving</b>	<b>λ-waarde [W/mK]</b>	<b>dikte [m]</b>
Buiten afwerking		0,01
Isolatie: minerale wol	0,040	0,08
Welfsels		0,12
Druklaag		0,05
Gewapende chape laag		0,07
Vloerafwerking		0,01
<b>U-waarde [W/m<sup>2</sup>K]:</b>	<b>0,4</b>	

Voor het plat dak is er gebruik gemaakt van PUR-platen met een λ -waarde van 0,023 W/mK en een dikte van 12 cm. Deze scheidingsconstructie behaalt een U-waarde van 0,18 W/m<sup>2</sup>K (Tabel 9).

Tabel 9 Demerhof opbouw plat dak

<b>Plat dak</b>	<b>λ-waarde [W/mK]</b>	<b>dikte [m]</b>
Dakdichting		0,002
Dakisolatie: PUR-platen	0,023	0,12
Hellingsbeton		0,04
Druklaag		0,05
Welfsels		0,12
Beploistering		0,01
<b>U-waarde [W/m<sup>2</sup>K]:</b>	<b>0,18</b>	

In de EPB-aangifte staat de beglazing beschreven als hoogrendementsglas met een U<sub>g</sub>-waarde van 1,1 W/m<sup>2</sup>K. De gemiddelde U-waarde van alle vensters in het gebouw bedraagt 1,7 W/m<sup>2</sup>K volgens de EPB-aangifte. Hieruit kan afgeleid worden dat de aluminium raamprofielen een U<sub>f</sub>-waarde van 2,0 W/m<sup>2</sup>K hebben (Tabel 10).



Tabel 10 Demerhof opbouw venster

Venster	U-waarde [W/m <sup>2</sup> K]
Glas	1,1
Profiel	2,0
<b>Totaal venster</b>	<b>1,7</b>

Uit analyse van de gebruikte bouwmaterialen blijkt dat alle constructiedelen voldoen aan de EPB-eisen van 2010 (Tabel 11).

Tabel 11 Demerhof overzicht constructiedelen

Constructiedeel	U-waarde [W/m <sup>2</sup> K]	Maximale U-waarde 2010 [W/m <sup>2</sup> K]	Voldoet
Buitenmuur	0,32	0,6	Ja
Vloer op volle grond	0,39	0,4	Ja
Vloer op kelder	0,33	0,4	Ja
Vloer aan buitenomgeving	0,4	0,6	Ja
Plat dak	0,18	0,4	Ja
Vensters gem.	1,7	2,5	Ja

### 8.1.1.2 Installaties

#### Ventilatie

In woonzorgcentrum Demerhof wordt er gebruik gemaakt van een ventilatiesysteem D met warmteterugwinning, namelijk een ventilatiegroep van het merk GEA Happel. Bij dit systeem gebeurt zowel de aanvoer als de afvoer van de lucht volledig automatisch. De warmteterugwinning gebeurt door gebruik te maken van een warmtewisselaar. Deze zorgt ervoor dat de verse lucht die wordt ingeblazen, opgewarmd wordt met de warme lucht van het extractiekanaal, dit zal gebeuren zonder het vermengen van beide luchtstromen. Onderstaande Figuur 12 geeft een voorstelling weer van één van de luchtgroepen die op het dak van het woonzorgcentrum geplaatst zijn.



Figuur 12 Luchtgroep Demerhof

Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk al reeds besproken is, zijn er in dit woonzorgcentrum op sommige plaatsen problemen met de ventilatie. Het grootste probleem betreft de ventilatie in verpleegpost B2. Het merendeel van het verpleegkundig personeel heeft verschillende gezondheidsklachten door deze slechte ventilatie. In deze ruimte zijn er ook metingen uitgevoerd, de resultaten hiervan worden in hoofdstuk 0 besproken. Een ander probleem van ventilatie vindt plaats in de gemeenschappelijke ruimte van blok A op het gelijkvloers. Op sommige plaatsen zijn de

pulsieroosters in deze ruimte afgeplakt met karton omdat er klachten zijn van de bewoners dat er via deze roosters tocht gecreëerd wordt.

### Verwarming/Koeling

Bij woonzorgcentrum Demerhof wordt er gebruik gemaakt van een WKK-module op aardgas. Deze module staat in voor de verwarming van blok A en blok B van het woonzorgcentrum Demerhof alsook de naastliggende serviceflats van De Wissel (Figuur 13), een foto van de installatie is weergegeven in Figuur 14. Wanneer de WKK niet voldoende energie kan leveren, zal er gebruik gemaakt worden van twee in cascade werkende condenserende gasketels (Figuur 15). Het type gasketel dat gebruikt wordt is een Vitocrossal 200 van het merk Viessmann. Blok A en blok B zijn beiden voorzien met een gasboiler die instaat voor de productie van het sanitair warm water, zie Figuur 16.



Figuur 13 Demerhof blok B (links) en De Wissel serviceflats (rechts)



Figuur 14 WKK Demerhof



Figuur 15 Condenserende gasketels in cascade Demerhof



*Figuur 16 SWW boiler Demerhof blok B*

Het verdeelsysteem van de verwarming is weergegeven in Figuur 17. De verwarming van blok A, blok B en de aanliggende serviceflats wordt onderverdeeld in dertien kringen door de verdeelcollectoren. De kringen transporteren het water van en naar het afgiftesysteem in de verschillende delen van het gebouw alsook naar de verwarmingsbatterijen in de luchtgroepen. De kamers van blok A en blok B zijn beiden opgedeeld in een noord- en zuid kant, ook zijn er aparte kringen voor de cafetaria in blok A en blok B. De aanliggende serviceflats van De Wissel zijn op een gelijkaardige manier opgedeeld in kringen. Het afgiftesysteem in de kamers van de gebouwen bestaan uit radiatoren, zoals weergegeven in Figuur 18. Er is geen thermostaat aanwezig in de kamers, enkel een thermostatische radiatorkraan.



*Figuur 17 Verdeelsysteem verwarming Demerhof*



*Figuur 18 Afgiftesysteem radiator Demerhof*

Wat koeling betreft wordt er bij woonzorgcentrum Demerhof gebruik gemaakt van een luchtgekoelde ijswatermachine. Het type installatie dat gebruikt wordt is een YLCA-80 C van het merk York. Onderstaande Figuur 19 geeft een voorstelling van deze ijswatermachine op het dak van het gebouw.



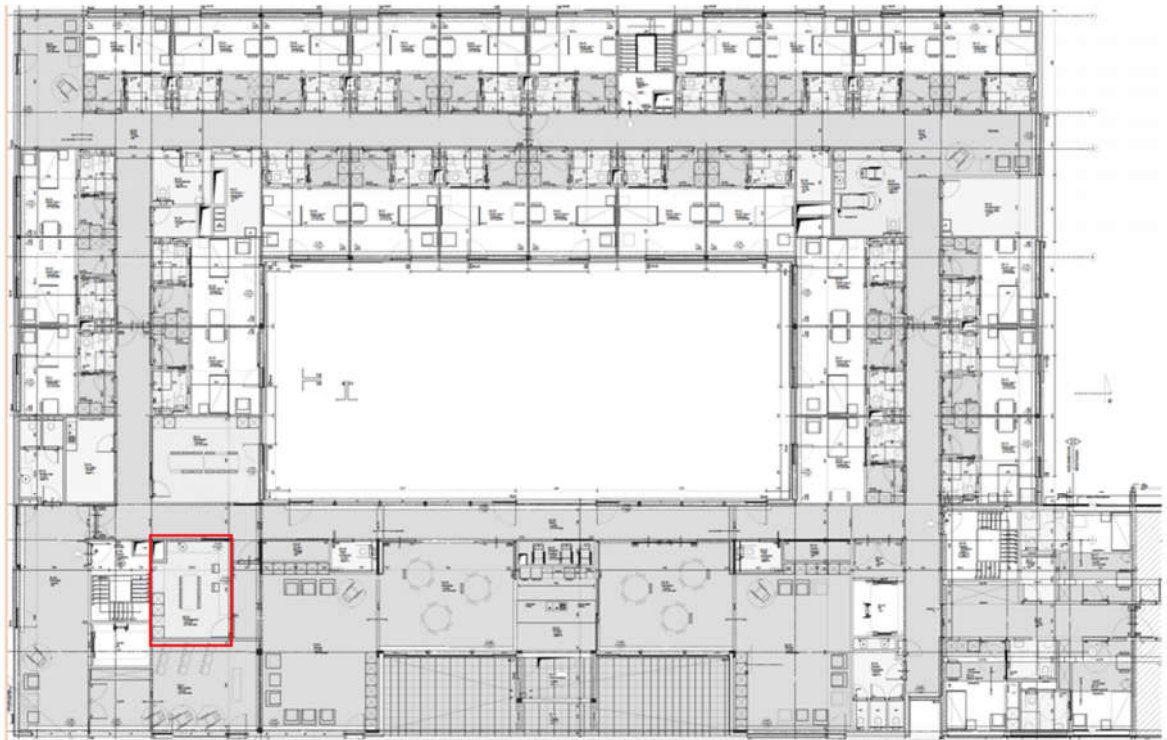
*Figuur 19 Ijswatermachine Demerhof*

## 8.1.2 Metingen

### 8.1.2.1 Locatie meetapparatuur

Zoals eerder besproken in deze scriptie zijn er in woonzorgcentrum Demerhof problemen met de ventilatie in bepaalde ruimte. De ruimte met de meeste problemen was verpleegpost B2. De verpleegpost bevindt zich op het einde van het ventilatiekanaal en heeft vermoedelijk daardoor ook een lager debiet.

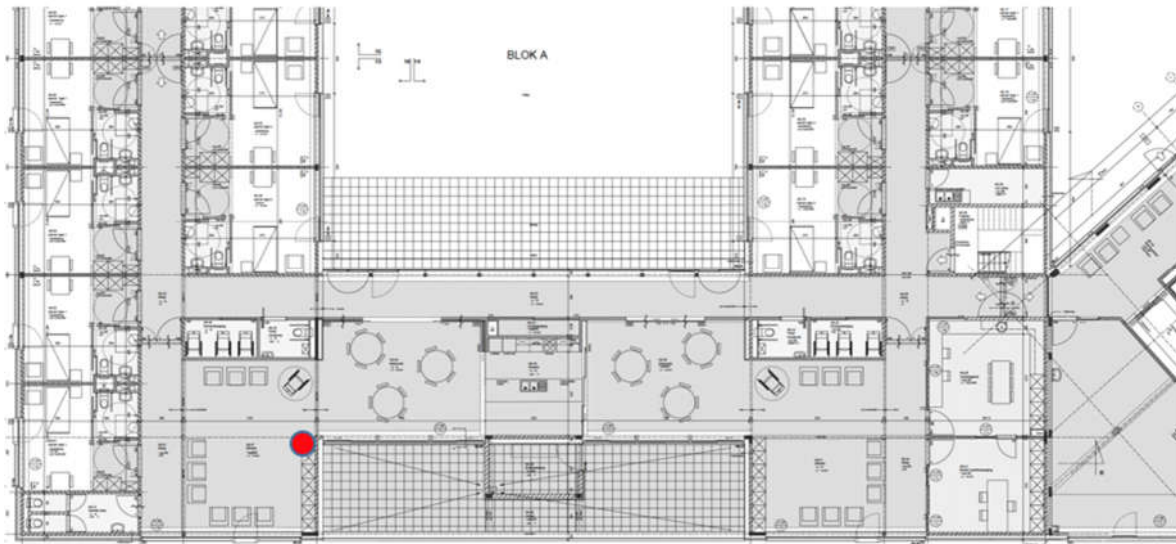
De verpleegpost is een ruimte met een oppervlakte van 20,94 m<sup>2</sup>. Deze ruimte is enkel met een deur verbonden naar de gemeenschappelijke ruimte en heeft ook ramen die uitzicht hebben op deze gemeenschappelijke ruimte. Er is dus op geen enkele manier een mogelijkheid om deze ruimte rechtstreeks te verluchten met opengaande ramen of deuren met de buitenomgeving. Op vraag van de verantwoordelijke van de technische dienst zijn er in deze ruimte dan ook metingen uitgevoerd. Onderstaande Figuur 20 geeft de locatie van het meetapparatuur weer op de plannen van woonzorgcentrum Demerhof. Voor een ruimer overzicht van onderstaand plan wordt er verwezen naar Bijlage B: Plannen woonzorgcentrum Demerhof.



Figuur 20 Locatie meting verpleegpost B2

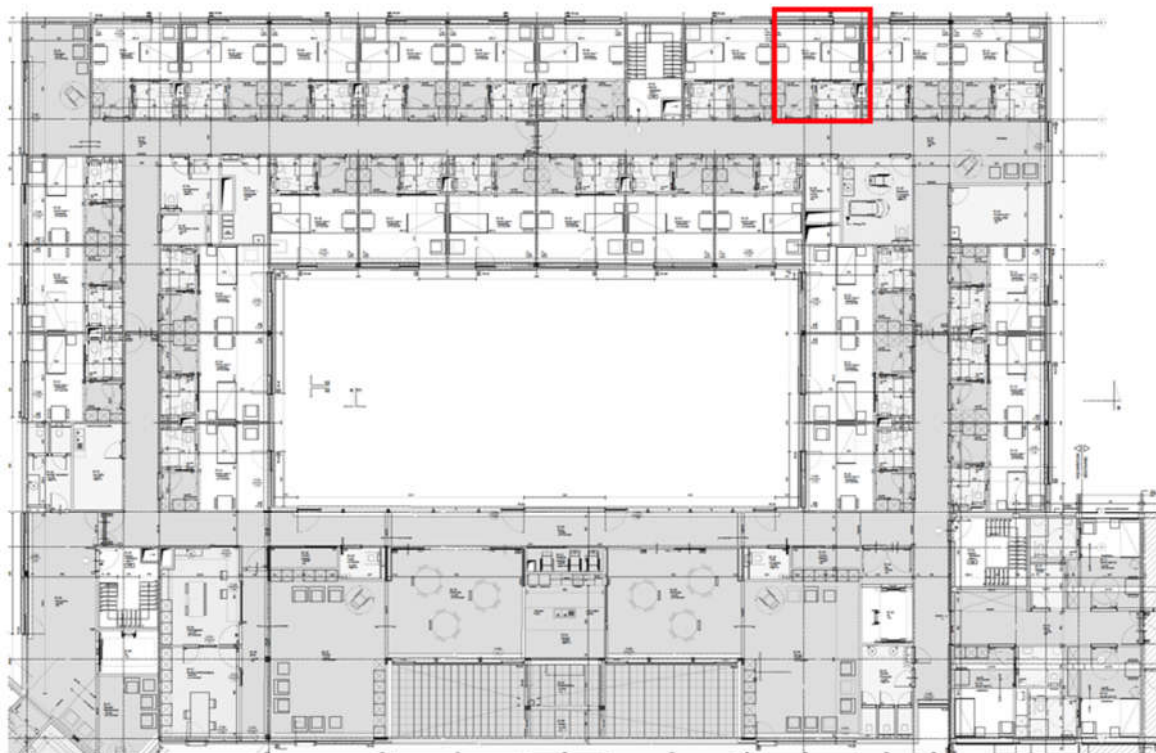
Een tweede locatie waar het meettoestel geplaatst is, is de gemeenschappelijke ruimte op het gelijkvloers van blok A. In deze gemeenschappelijke ruimte zitten de bewoners van de benedenverdieping samen om te eten, tv kijken of andere activiteiten. In de ruimte bevindt er zich ook een open keuken en een aangrenzende verpleegpost. In deze ruimte zijn er pulsieroosters afgeplakt met karton zoals eerder besproken bij de ventilatie.

Het meettoestel bevindt zich in deze ruimte boven op een kast zodat er geen bewoners aan dit toestel konden aankomen. Onderstaande Figuur 21 geeft de locatie van de meettoestellen in deze ruimte weer. Ook voor deze figuur wordt er verwezen naar Bijlage B: Plannen woonzorgcentrum Demerhof voor een ruimer overzicht van deze ruimte.



*Figuur 21 Locatie meting blok A Demerhof*

Het derde en laatste toestel is in een kamer van een bewoonster geplaatst. Belangrijk was dat ze hiervan op de hoogte was en niet aan het toestel zou aankomen. De kamer van deze bewoonster heeft een oppervlakte van 22,27 m<sup>2</sup> en bevat zoals de andere kamers in woonzorgcentrum Demerhof een slaapkamer met een badkamer met verschuifbare wanden die meestal opengeschoven zijn. In de kamer is langs één kant een raam die men op kipstand kan zetten of helemaal open. Onderstaande Figuur 22 geeft de locatie van de kamer ongeveer weer in het gebouw. In Bijlage B: Plannen woonzorgcentrum Demerhof is een grotere weergave van het plan beschikbaar voor meer details.



*Figuur 22 Locatie meting kamer B120 Demerhof*

### 8.1.2.2 Meetresultaten

In onderstaande alinea's worden de resultaten van de metingen van de temperatuur en de relatieve vochtigheid toegelicht. De meetresultaten van de drie verschillende ruimtes die eerder zijn besproken, zijn opgedeeld in twee verschillende periodes. Door de indeling in deze twee periodes is er een duidelijk overzicht verkregen in de grafieken. De periodes zijn ingedeeld van 22/10/2016 t.e.m. 22/01/2017 en 22/01/2017 t.e.m. 02/05/2017. Ook is er van de week met de koudste- en de warmste buitentemperatuur een gedetailleerder overzicht gemaakt.

#### **Temperatuur periode 22/10 – 22/01**

Figuur 23 geeft de resultaten weer van de temperatuurmetingen in de periode van 22 oktober 2016 tot en met 22 januari 2017. Om een idee te verkrijgen over wat de buitentemperatuur bedraagt bij de desbetreffende gemeten binnentemperatuur is ook deze weergegeven op de grafiek. De gegevens voor deze buitentemperatuur zijn afkomstig van het weerstation dat aanwezig is bovenop het PXL-Tech gebouw in Diepenbeek. [24]

In artikel 45 van het VIPA wordt voor de temperatuur in een woonzorgcentra het volgende beschreven: "In de kamers van de bewoners en de gemeenschappelijke ruimten moet de temperatuur overdag minstens 22°C bedragen." [17, p. 10] Tevens moeten de woonzorgcentra volgens het VIPA een hitteplan hebben, dat in werking zal treden wanneer de temperatuur van 29°C wordt overschreden in de kamers of gemeenschappelijke ruimtes [17]. Omdat het VIPA deze eisen oplegt is er bij het analyseren van de metingen ook een onderscheid gemaakt tussen verschillende temperaturen in de ruimtes. De temperatuur gelegen tussen 22°C en 26°C wordt algemeen als comfortabel beschouwd voor de bewoners. De temperatuur lager dan 22°C of hoger dan 26°C wordt daarentegen als onaangenaam waargenomen.

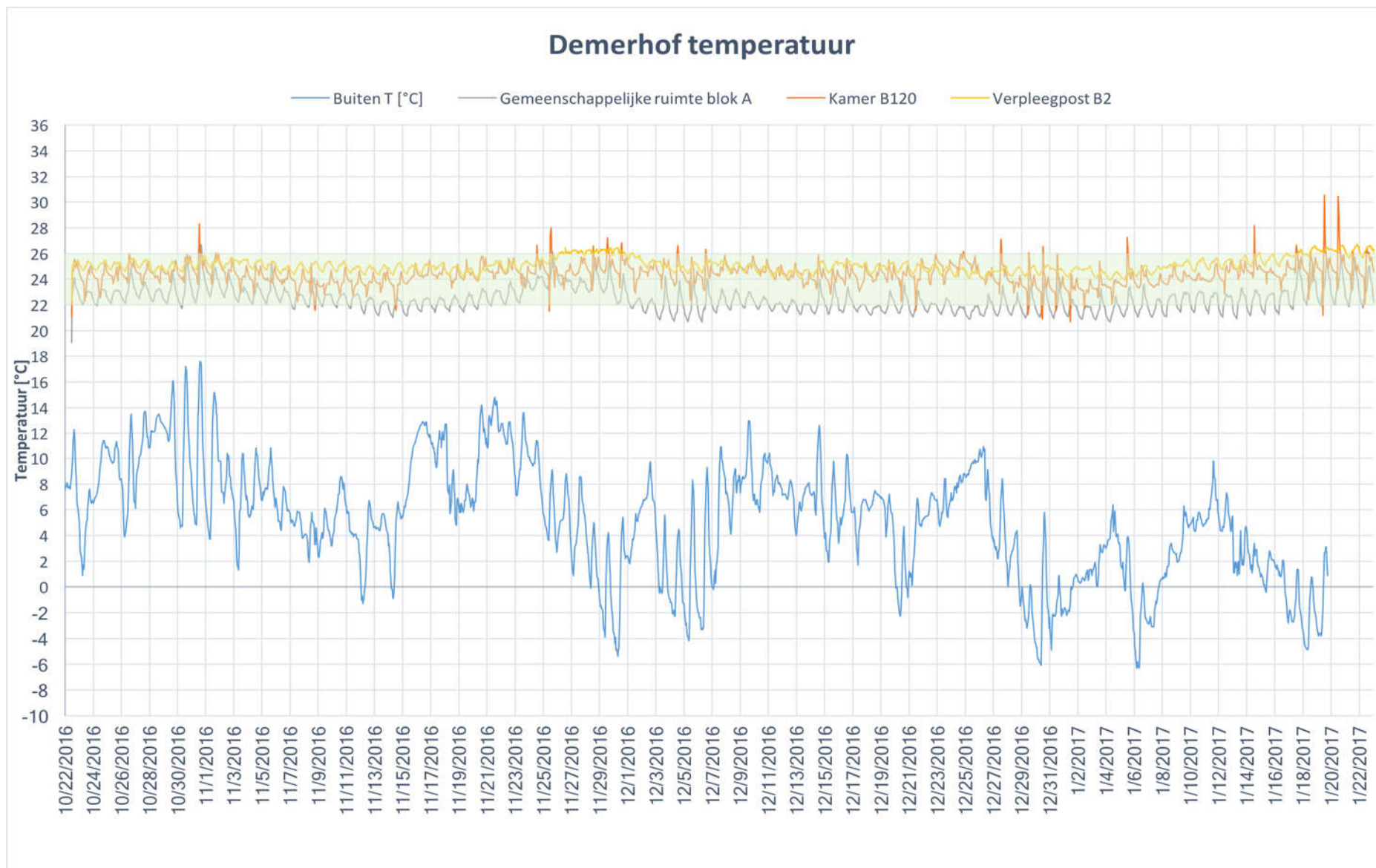
De gemeten kamer en verpleegpost B2 vertonen op Figuur 23 weinig afwijkingen qua temperatuur t.o.v. elkaar. In de gemeenschappelijke ruimte daarentegen is de temperatuur bijna altijd lager dan de andere twee gemeten ruimtes. Onderstaande Tabel 12 geeft een gedetailleerder overzicht weer van de meetresultaten van de desbetreffende periode van 22 oktober 2016 tot en met 22 januari 2017. Ook is de gemiddelde, minimum- en maximumtemperatuur in deze tabel weergegeven voor de drie verschillende ruimtes. De gemiddelde temperatuur in de gemeenschappelijke ruimte is  $\pm 2^\circ\text{C}$  lager dan deze in de andere twee gemeten ruimtes. Volgens de normen kan de gemiddelde temperatuur in de gemeenschappelijke ruimte wel nog als aanvaardbaar beschouwd worden.

Tabel 12 Temperatuur Demerhof 22/10 - 22/01

<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>	
T < 22°C	34,1%
22°C ≤ T < 26°C	65,8%
≥ 26°C	0,1%
Gemiddelde	22,5 °C
Minimum	19,1 °C
Maximum	26,7 °C

<b>Kamer B120</b>	
T < 22°C	0,8%
22°C ≤ T < 26°C	97,2%
≥ 26°C	2,0%
Gemiddelde	24,4 °C
Minimum	20,7 °C
Maximum	30,5 °C

<b>Verpleegpost B2</b>	
T < 22°C	0,0%
22°C ≤ T < 26°C	90,6%
≥ 26°C	9,4%
Gemiddelde	25,1 °C
Minimum	22,3 °C
Maximum	26,7 °C



Figuur 23 Meetresultaten (22/10-22/01) temperatuur Demerhof



## **Temperatuur periode 22/01 – 02/05**

In Figuur 24 is de periode van temperatuurmetingen van woonzorgcentrum Demerhof tussen 22 januari 2017 en 2 mei 2017 weergegeven. Over het algemeen is er weinig verschil met vorige gemeten periode. Voor de gemeenschappelijke ruimte en verpleegpost B2 is de gemiddelde temperatuur in deze periode met 0,3 °C gestegen t.o.v. vorige gemeten periode. Voor kamer B120 is dit verschil groter, hierbij is de gemiddelde temperatuur met 0,7°C gestegen in de tweede periode.

Opvallend is wel de regelmatige piekresultaten die bij de oranje curve voorkomen, deze curve stelt de metingen van kamer B120 voor. De piekresultaten situeren zich vooral in de maand maart. Op de blauwe curve van de buitentemperatuur is ook op te merken dat er gedurende deze periode regelmatige temperatuurstijgingen geweest zijn. De grotere verschillen bij de buitentemperatuur gedurende deze periode is dus al een mogelijke verklaring. De pieken in deze curven zijn meestal gedurende een korte periode, verklaring hiervan is dat deze meestal op het warmste moment van de dag plaatsvinden.

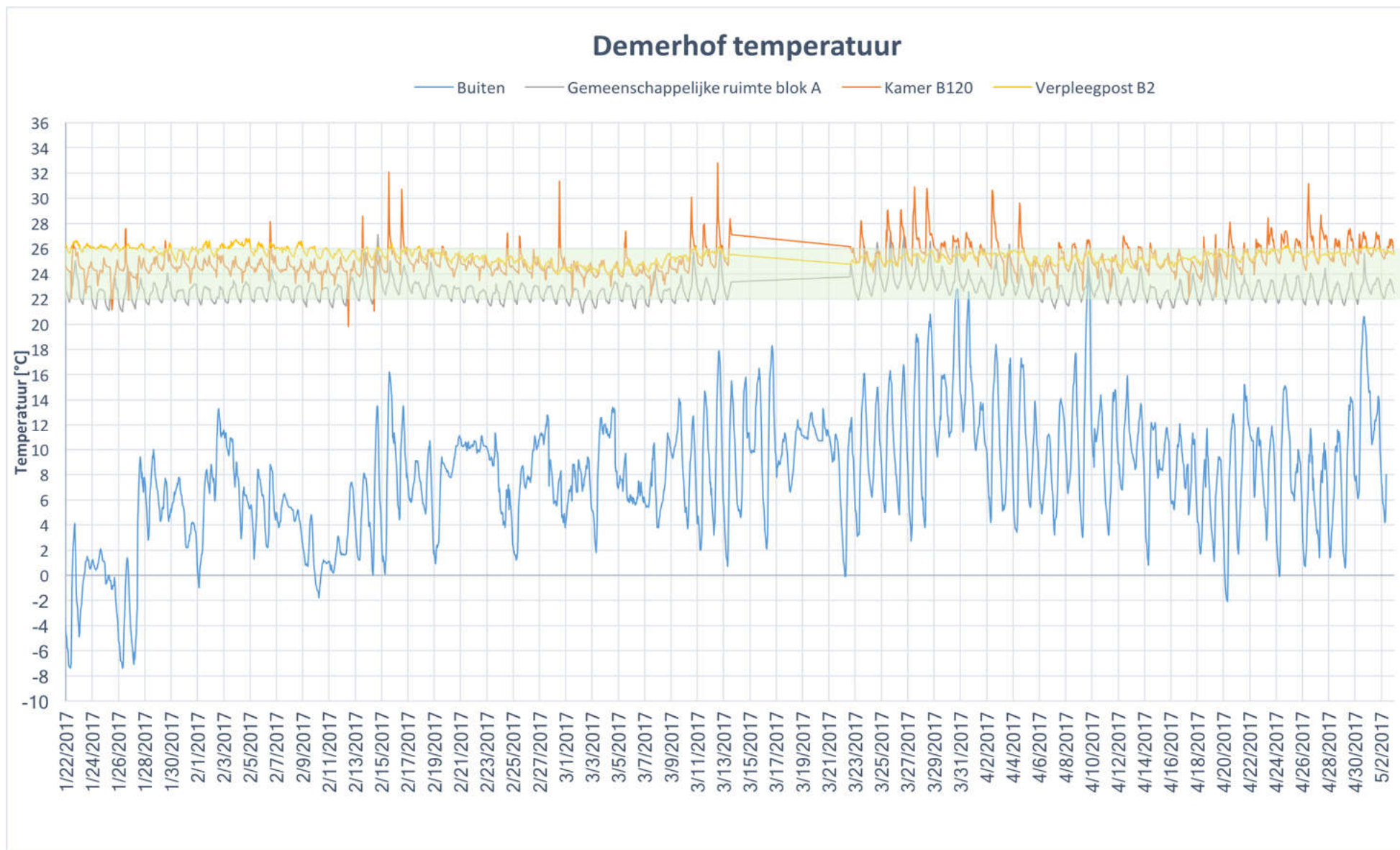
Voor de gemeenschappelijke ruimte zijn er in de resultaten in deze tweede periode beter dan in de eerste. In de tweede periode is  $\pm 81\%$  van de resultaten gelegen tussen de comfortgrens van 22°C-26°C. Voor de eerste periode was dit 15% minder, namelijk  $\pm 66\%$ .

Tabel 13 Temperatuur Demerhof 22/01 - 02/05

<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>	
T < 22°C	18,3%
22°C ≤ T < 26°C	80,8%
≥ 26°C	0,9%
Gemiddelde	22,8 °C
Minimum	20,9 °C
Maximum	27,2 °C

<b>Kamer B120</b>	
T < 22°C	0,3%
22°C ≤ T < 26°C	82,5%
≥ 26°C	17,2%
Gemiddelde	25,1 °C
Minimum	19,8 °C
Maximum	32,8 °C

<b>Verpleegpost B2</b>	
T < 22°C	0,0%
22°C ≤ T < 26°C	86,9%
≥ 26°C	13,1%
Gemiddelde	25,4 °C
Minimum	21,0 °C
Maximum	26,8 °C



Figuur 24 Meetresultaten (22/01-02/05) temperatuur Demerhof

## Relatieve vochtigheid periode 22/10 – 22/01

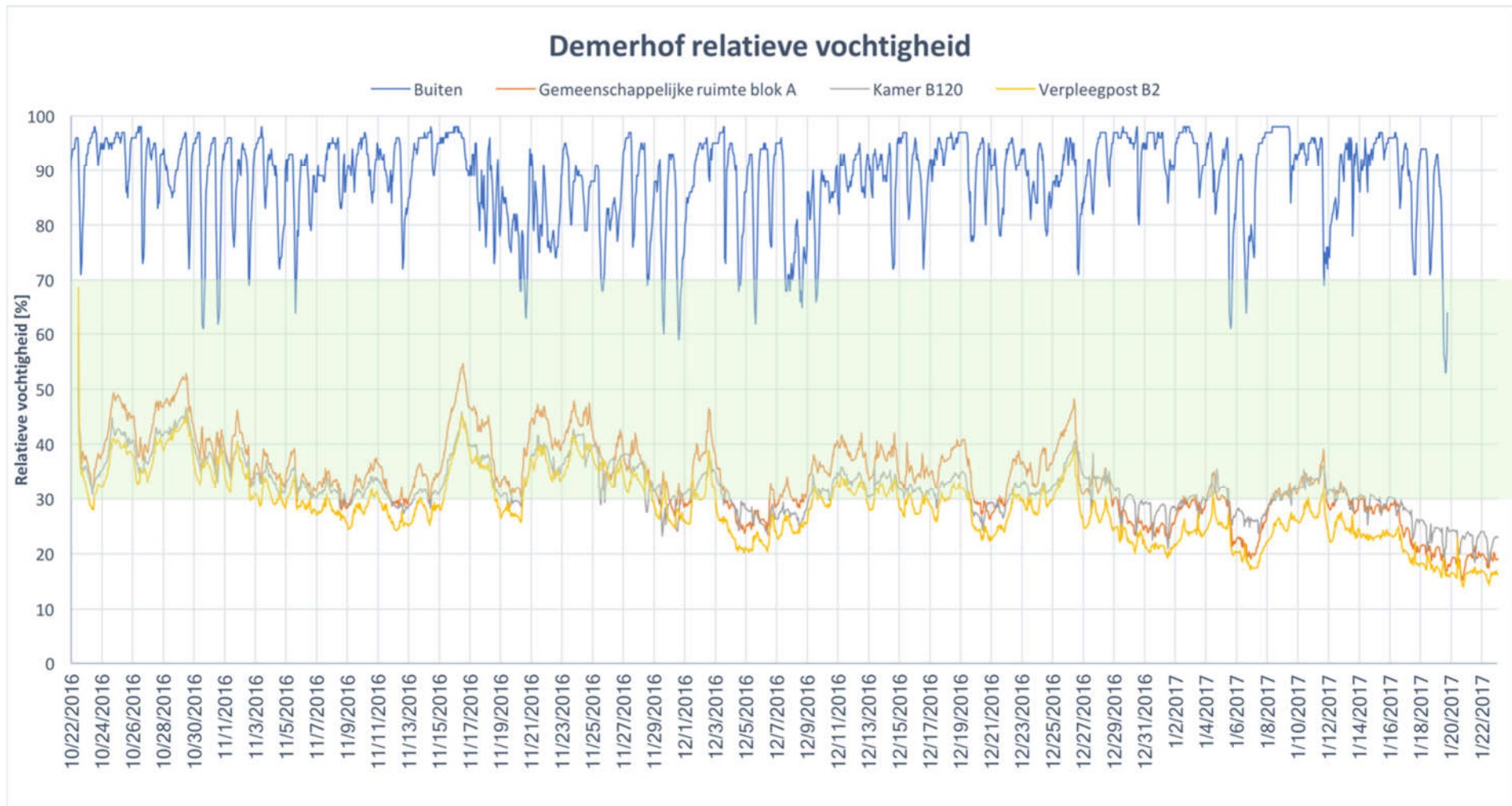
Voor de relatieve vochtigheid zijn er zoals in de literatuurstudie besproken bepaalde grenzen die een aanvaardbaar comfort weergeven. Zo zal er tussen de 30% en de 70% sprake zijn van een aanvaardbaar comfort. Wanneer dit lager is dan 30%, is er sprake van droge lucht in de ruimte. Figuur 25 geeft de resultaten weer van de metingen van de relatieve vochtigheid. Ook deze metingen zijn voor de periode van 22 oktober 2016 tot en met 22 januari 2017.

In de groene kader in Figuur 25 is het gebied met een aanvaardbaar comfort verduidelijkt. Hieruit kan duidelijk geconcludeerd worden dat de relatieve vochtigheid in verpleegpost B2 het meest buiten deze zone valt. Zo kan gesteld worden dat deze ruimte de slechtste resultaten qua metingen van relatieve vochtigheid oplevert. Een ander opvallend resultaat is dat de relatieve vochtigheid in de ruimte vanaf de koudere periodes (vanaf januari) niet veel meer boven de 30% ondergrens van aanvaardbaar comfort bovengit stijgt. Reden hiervan is dat de lucht die via de ventilatie toegevoerd wordt minder vocht bevat in koudere periodes. Merkbaar is wel dat de curves van de drie verschillende ruimtes bijna steeds dezelfde vorm hebben.

Onderstaande Tabel 14 geeft een overzicht weer van hoeveel procent van de onderzochte periode binnen het aanvaardbare comfortgebied ligt. Ook is de gemiddelde, minimum- en maximumwaarde van de relatieve vochtigheid van elke ruimte weergegeven in deze tabel. De gemeenschappelijke ruimte en de onderzochte kamer zitten beide rond dezelfde waarden.  $\pm 30\%$  van de metingen gedurende deze periode zijn buiten het aanvaardbare comfortgebied. De overige  $\pm 70\%$  van de metingen is wel gelegen binnen dit gebied. Bij alle drie de ruimtes is er geen sprake van een  $RV > 70\%$ , dit wil zeggen dat er in geen enkele ruimte vochtige lucht aanwezig is. De meetresultaten van de eerste periode bevestigen ook de klachten die personeelsleden hadden bij verpleegpost B2. Er valt duidelijk op te merken in Tabel 14 dat de lucht veel te droog is in deze ruimte, voor  $\pm 61\%$  van de metingen is de relatieve vochtigheid lager dan 30%. Dit was niet zoals bij de andere twee ruimtes alleen in de koudere periode maar ook op andere regelmatige tijdstippen zakt de waarde van de relatieve vochtigheid onder deze minimumgrens. Verpleegpost B2 is gelegen op het einde van het ventilatiekanaal, hierdoor is het mogelijk dat de debieten hier kleiner zijn dan in het begin van het ventilatiekanaal. Deze te kleine debieten zijn ook bevestigd door metingen die uitgevoerd zijn door de technische dienst van het woonzorgcentrum Demerhof.

Tabel 14 Relatieve vochtigheid Demerhof 22/10 - 22/01

<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Kamer B120</b>		<b>Verpleegpost B2</b>	
< 30%	30,1%	< 30%	31,4%	< 30%	60,8%
30% ≤ RV < 70%	69,9%	30% ≤ RV < 70%	68,6%	30% ≤ RV < 70%	39,2%
≥ 70 %	0,0%	≥ 70 %	0,0%	≥ 70 %	0,0%
Gemiddelde	33,8%	Gemiddelde	32,2%	Gemiddelde	28,6%
Minimum	15,3%	Minimum	18,2%	Minimum	13,9%
Maximum	61,6%	Maximum	51,9%	Maximum	68,6%



Figuur 25 Meetresultaten (22/10-22/01) relatieve vochtigheid Demerhof

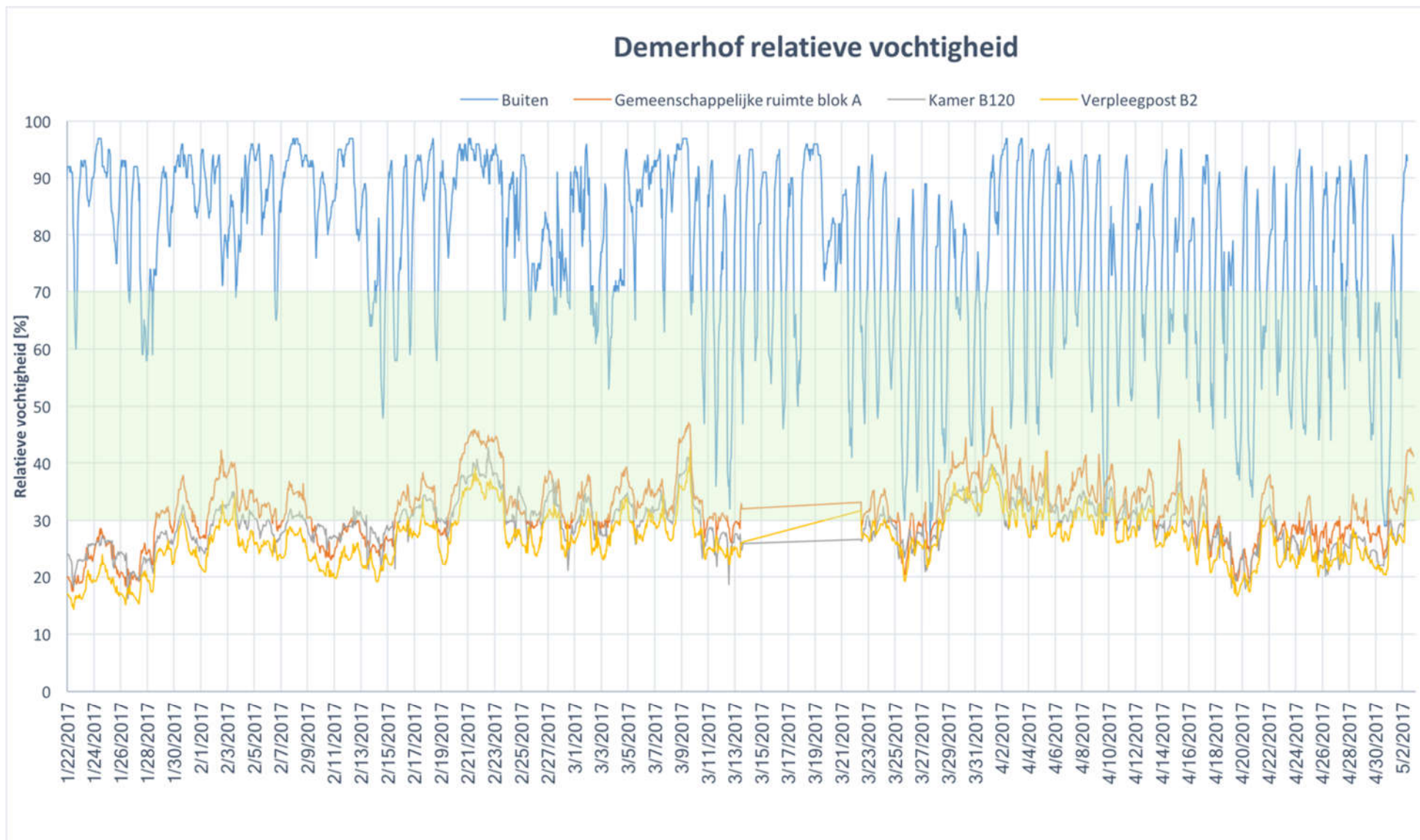
## Relatieve vochtigheid periode 22/01 – 02/05

Figuur 26 geeft de resultaten weer van de relatieve vochtigheid in woonzorgcentrum Demerhof gedurende de periode van 22 januari 2017 t.e.m. 2 mei 2017. Op het eerste zicht is meteen op te merken dat de drie verschillende curves ook hier weer hetzelfde verloop hebben. Net zoals bij vorige periode is er geen enkele meting die boven het maximumpercentage van 70% uitstijgt. De lucht in de verschillende gemeten ruimtes is dus nooit te vochtig volgens de meetresultaten. Over het algemeen is op te merken dat merendeel van de meetresultaten buiten de comfortgrenzen aangewezen grens van 30%-70% valt. Dit vooral weer voor de verpleegpost B2. Maar, ook de meetresultaten van kamer B120 geven een groot verschil in tegenstelling tot vorige periode.

In Tabel 15 zijn de resultaten van de tweede periode samengevat. Zoals in vorige alinea besproken is op te vallen dat de gemiddelde waarde van de relatieve vochtigheid buiten de comfortgrens ligt. De waargenomen lucht in deze twee ruimtes zal dus duidelijk te droog zijn. Deze droge lucht is vooral nog te wijten aan de koude buitentemperaturen in de maand februari. Zoals eerder besproken is de reden van deze koude lucht vooral dat de lucht die via de ventilatie toegevoerd wordt minder vocht bevat in koudere periodes.

Tabel 15 Relatieve vochtigheid Demerhof 22/01 - 02/05

<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Kamer B120</b>		<b>Verpleegpost B2</b>	
< 30%	36,4%	< 30%	56,4%	< 30%	77,0%
30% ≤ RV < 70%	63,6%	30% ≤ RV < 70%	43,6%	30% ≤ RV < 70%	23,0%
≥ 70 %	0,0%	≥ 70 %	0,0%	≥ 70 %	0,0%
Gemiddelde	32,2%	Gemiddelde	29,4%	Gemiddelde	26,9%
Minimum	18,4%	Minimum	16,2%	Minimum	15,1%
Maximum	53,8%	Maximum	52,4%	Maximum	53,0%



Figuur 26 Meetresultaten (22/01-02/05) relatieve vochtigheid Demerhof

## Koudste & warmste week

Om het verschil in temperatuur en relatieve vochtigheid tussen de koudste en de warmste week van de gemeten periode te analyseren, zijn er grafieken opgemaakt van deze periodes. Tevens wordt er ook gekeken naar de evolutie van de binnentemperatuur en de snelheid van opwarmen of afkoelen van het gebouw gedurende deze twee weken. De week met de koudste buitentemperatuur is gelegen tussen 21/01 – 27/01. Voor de warmste week is deze periode gelegen tussen 27/03 – 02/04.

### Koudste week

Figuur 27 geeft een overzicht weer van de meetresultaten gedurende de koudste week van de meetperiode. Tijdens deze koudste week situeert er zich bij de binnentemperatuur van de gemeenschappelijke ruimte blok A en de kamer B120 ook telkens een stijging wanneer de buitentemperatuur stijgt. Wanneer de snelheid van het aanpassen van de temperatuur bekeken wordt, gebeurt dit bij de gemeenschappelijke ruimte veel gelijkmatiger dan bij kamer B120 waar de temperatuur veel sneller verandert bij een temperatuurstijging. Voor de verpleegpost heeft een verandering van de buitentemperatuur weinig invloed op de binnentemperatuur van deze ruimte.

In de koudste week van de meetperiode is er vrij weinig verandering in de relatieve vochtigheid wanneer de temperatuur zich aanpast. Wel is de relatieve vochtigheid steeds onder de comfortgrens van 30% gelegen. In de koudere periodes is er dus zoals eerder al besproken bij de metingen van de twee verschillende periodes meer last van droge lucht. Dit is ook op te merken in Tabel 16, die de gemiddelde waarden van de temperatuur en de relatieve vochtigheid weergeeft gedurende deze koudste week.

Tabel 16 Gemiddeldes koudste week Demerhof

	<b>Gemiddelde temp.</b>	<b>Gemiddelde RV</b>
<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>	22,6 °C	21,9%
<b>Kamer B120</b>	24,4 °C	23,2%
<b>Verpleegpost B2</b>	26,1 °C	18,0%

### Warmste week

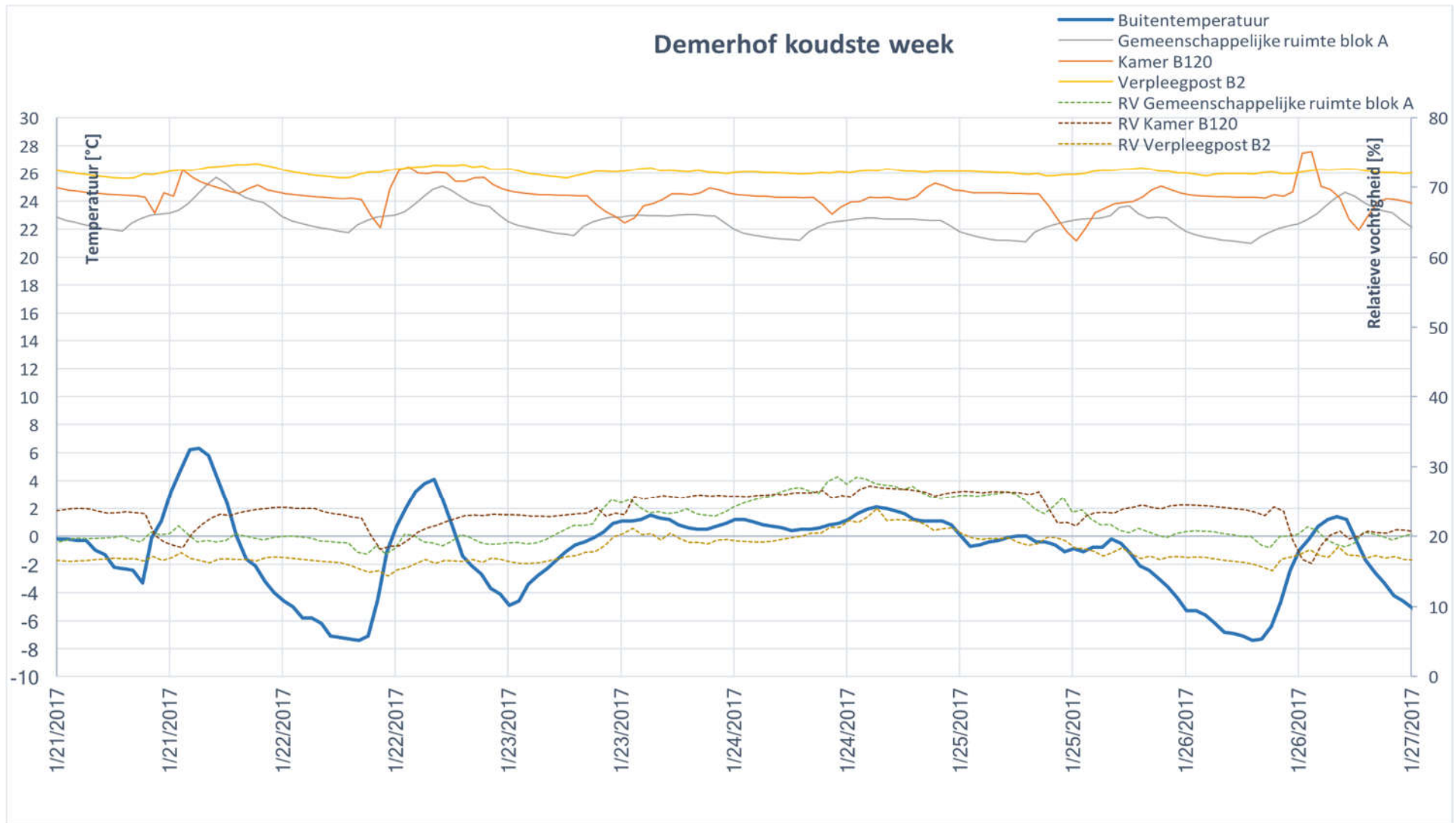
In de warmste week van de gemeten periode is er een maximum buitentemperatuur gemeten van  $\pm 23^{\circ}\text{C}$ . De blauwe curve van de temperatuur geeft duidelijk telkens pieken weer. De piek situeert zich in de dagsituatie, de daling van de buitentemperatuur gebeurt 's nachts. In Figuur 28 is duidelijk op te merken dat wanneer de buitentemperatuur stijgt, dit ook een invloed heeft op de binnentemperaturen van kamer B120 en de gemeenschappelijke ruimte in blok A. De temperatuurcurves voor deze ruimtes hebben ongeveer dezelfde vorm als deze van de buitentemperatuur. Net zoals bij de koudste week gaat de aanpassing van de gemeenschappelijke ruimte gelijkmatiger dan deze van kamer B120 waar de binnentemperatuur sneller aanpast bij een stijging van de buitentemperatuur. Voor verpleegpost B2 heeft een wijziging in buitentemperatuur weinig invloed, de temperatuur in deze ruimte blijft gedurende de hele tijd nagenoeg constant.

Als men kijkt naar de relatieve vochtigheid in deze warme week is er niet opmerkelijk een groot verschil bij een piek van de buitentemperatuur. Wel stijgt de relatieve vochtigheid langzaam met enkele percentages na enkele dagen van warmere buitentemperaturen. Gedurende de warmere periode is de relatieve vochtigheid wel duidelijk hoger gelegen dan in de koudste week.

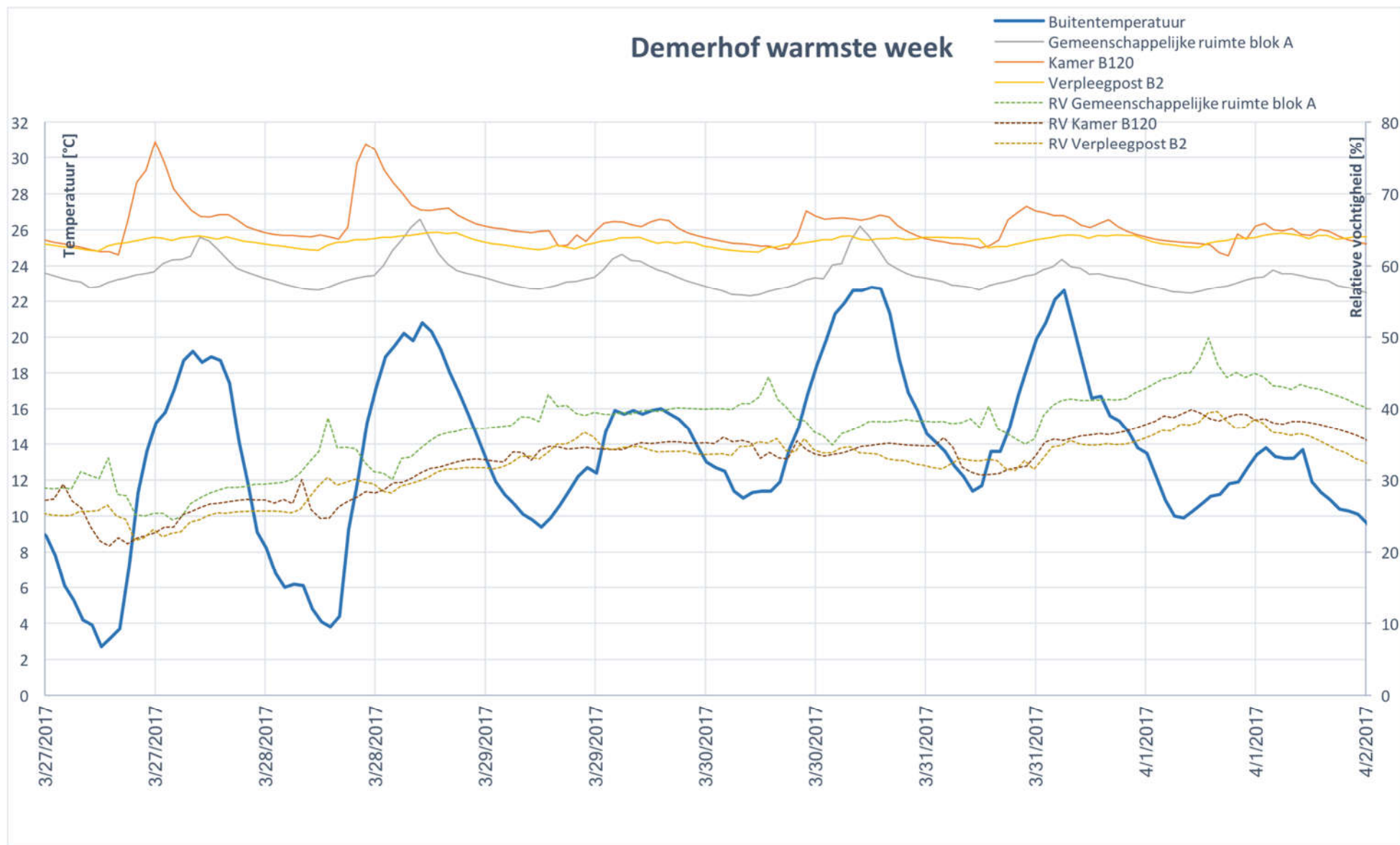
Tabel 17 Gemiddeldes warmste week Demerhof

	<b>Gemiddelde temp.</b>	<b>Gemiddelde RV</b>
<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>	23,4 °C	37,0%
<b>Kamer B120</b>	26,3 °C	32,2%
<b>Verpleegpost B2</b>	25,4 °C	31,8%





Figuur 27 Demerhof koudste week



Figuur 28 Demerhof warmste week

## Besluit metingen:

Onderstaande Tabel 18 en Tabel 19 geven de resultaten weer van de temperatuur en de relatieve vochtigheid in woonzorgcentrum Demerhof gedurende de gemeten periode. Wanneer de temperatuur van de hele periode bekeken wordt, is de gemeenschappelijke ruimte de koudste van de drie. Reden hiervan is de grootte van deze ruimte, hierdoor zal een lagere temperatuur nodig zijn dan bijvoorbeeld in een kamer. Tabel 18 geeft ook duidelijk weer dat de gemiddelde temperatuur in de twee kleinere ruimtes (kamer B120 en verpleegpost B2) minstens 2°C hoger gelegen is dan de gemeenschappelijke ruimte. De gemiddelde waarden van deze laatste twee ruimtes liggen al vrij hoog, maar zijn nog wel binnen het aanvaardbaar comfortgebied.

Tabel 18 Temperatuur Demerhof volledige periode

<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Kamer B120</b>		<b>Verpleegpost B2</b>	
T < 22°C	26,3%	T < 22°C	0,5%	T < 22°C	0,0%
22°C ≤ T < 26°C	73,2%	22°C ≤ T < 26°C	89,9%	22°C ≤ T < 26°C	88,8%
≥ 26°C	0,5%	≥ 26°C	9,6%	≥ 26°C	11,2%
Gemiddelde	22,6 °C	Gemiddelde	24,7 °C	Gemiddelde	25,2 °C
Minimum	19,1 °C	Minimum	19,8 °C	Minimum	21,0 °C
Maximum	27,2 °C	Maximum	32,8 °C	Maximum	26,8 °C

Omdat vooraf door de technische dienst en de directie van woonzorgcentrum Demerhof al vermeld is dat er problemen met de ventilatie zijn, waren al de betrokkenen zeer benieuwd naar de resultaten van de relatieve vochtigheid. In de gemeenschappelijke ruimte zijn de resultaten grotendeels nog aanvaardbaar, de gemiddelde waarde bevindt zich met een resultaat van 33 % in het comfortabele gebied. Ook voor kamer B120 is een gemiddelde waarde gemeten van 30,8 %, t.o.v. de gemeenschappelijke ruimte zijn hier wel meer metingen die buiten de comfortzone vallen. De laatste ruimte, de verpleegpost B2, was vooraf bekend als de ruimte met de meeste problemen. De meetresultaten van de periode geven dit ook duidelijk weer, het gemiddelde percentage van de relatieve vochtigheid bedraagt 27,8 %. Dit resultaat is gelegen buiten het comfortgebied, ook valt op te merken dat bijna 69% van de resultaten lager is dan 30%. Uit de meetresultaten wordt dus duidelijk de conclusie getrokken dat er problemen zijn van droge lucht in deze ruimtes. In de enquêtes, die later besproken worden, zal bij de personeelsleden ook gevraagd worden of zij hiervan hinder ondervinden.

<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Kamer B120</b>		<b>Verpleegpost B2</b>	
< 30%	33,3%	< 30%	43,8%	< 30%	68,8%
30% ≤ RV < 70%	66,7%	30% ≤ RV < 70%	56,2%	30% ≤ RV < 70%	31,2%
≥ 70 %	0	≥ 70 %	0,0%	≥ 70 %	0,0%
Gemiddelde	33,0%	Gemiddelde	30,8%	Gemiddelde	27,8%
Minimum	15,3%	Minimum	16,2%	Minimum	13,9%
Maximum	61,6%	Maximum	52,4%	Maximum	68,6%

Tabel 19 Relatieve vochtigheid Demerhof volledige periode

### 8.1.3 Energieverbruik

#### Berekening energieverlies

Om een beter beeld te vormen van de impact van de verschillende constructiedelen op het energieverbruik wordt een energieverliesberekening gemaakt van de vertrekken. Het warmteverlies wordt berekend van de ruimtes waar de meters geplaatst zijn waardoor het temperatuurverschil van de binnen- en buitenlucht gekend is. In Demerhof is dit de gemeenschappelijke ruimte op de benedenverdieping in blok A, de kamer B120 en de verpleegpost B2. De transmissieverliezen worden berekend op basis van de bouwmaterialen die eerder besproken zijn in hoofdstuk 8.1.1.1.

In Tabel 20 staan de gegevens van de verschillende ruimtes. Het ventilatievoud is berekend op basis van het mechanische afvoer- en toevoerdebiet volgens de EPB-aangifte.

Tabel 20 Demerhof energieverliesberekening gegevens ruimtes

Ruimte	Bruto vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Oriëntatie
Gemeenschappelijke ruimte	255,03	688,58	W
Kamer B120	23,54	63,55	O
Verpleegpost B2	22,02	59,46	n.v.t.

Het berekende energieverlies van de vertrekken gedurende de maand januari en februari van 2017 zijn weergegeven in Tabel 21. Dit is de energie die verloren gaat ten gevolge van het warmteverlies in de verschillende ruimtes gedurende januari en februari, het rendement van de installatie niet meegerekend. Het energieverlies aan warmte wordt tevens per vierkante meter bruto-vloeroppervlakte weergegeven.

Tabel 21 Demerhof energieverliesberekening resultaten ruimtes

Ruimte	E [kWh]	E/m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gemeenschappelijke ruimte	7135	28,0
Kamer B120	507	21,5
Verpleegpost B2	311	14,1

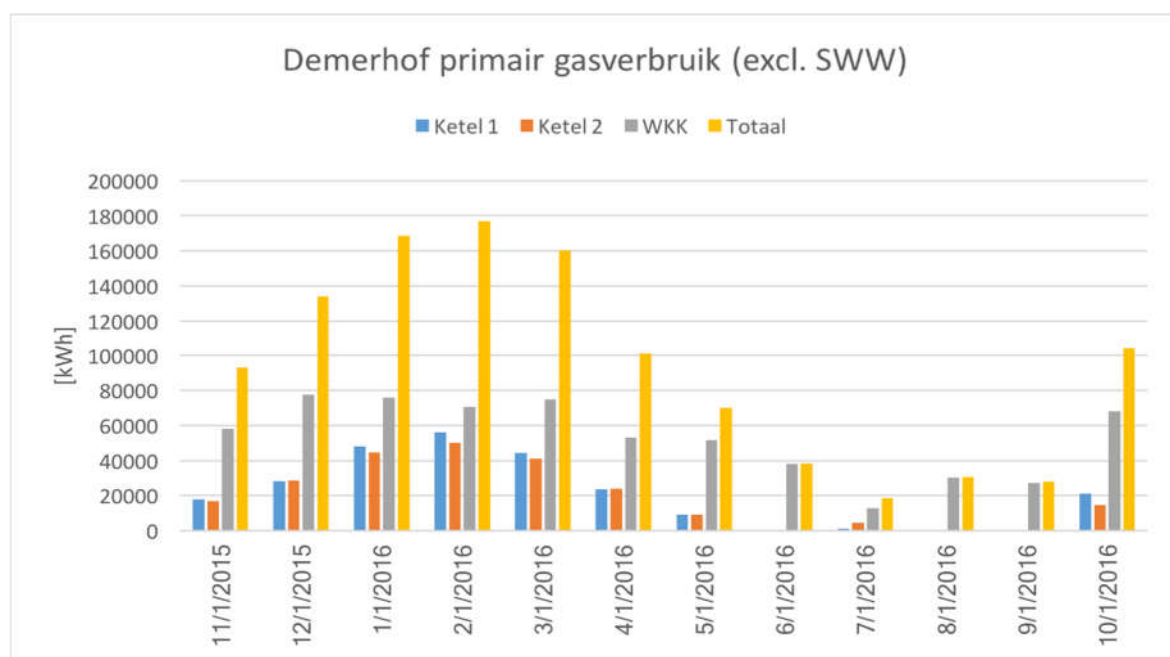
#### Werkelijk energieverbruik

Het verwarmen van de gebouwen van het woonzorgcentrum gebeurt door middel van een WKK-module en twee condenserende gasketels. De op aardgas aangedreven WKK-module produceert naast warmte ook elektriciteit. Het rendement van deze WKK-installatie bedraagt respectievelijk 55,9% voor centrale verwarming en 34,5% voor elektriciteitsopwekking. Voor de analyse van het energieverbruik van de technische installaties die instaan voor het creëren van het gewenste binnenklimaat wordt het energieverbruik van de WKK-module voor de opwekking van elektriciteit niet in beschouwing genomen. Rekening houdend met het rendement van de installatie staat 61,8% van het primair energieverbruik van de WKK-module in voor de centrale verwarming.

Tabel 22 en Figuur 29 geven het werkelijk gasverbruik weer, zowel van de verschillende installaties als het totaal maandelijks gasverbruik. Deze informatie is ter beschikking gesteld door de verantwoordelijke van de technische dienst. Uit Figuur 29 blijkt dat tijdens de zomermaanden het verbruik van het cascadesysteem quasi nihil is. De technische verwarmingsinstallaties staan in voor het verwarmen van de gebouwen van Demerhof alsook voor de aanliggende serviceflats van De Wissel.

Tabel 22 Demerhof primair gasverbruik exclusief sanitair warmwater

Maand	Gasketel 1 [MWh]	Gasketel 2 [MWh]	WKK thermisch [MWh]	Energieverbruik excl. SWW [MWh]
11/2015	17,9	16,8	58,3	93,0
12/2015	28,2	28,7	77,4	134,3
01/2016	48,0	44,7	75,9	168,6
02/2016	56,2	50,2	70,6	177,0
03/2016	44,5	41,1	74,8	160,3
04/2016	23,8	24,1	53,0	100,9
05/2016	9,2	9,2	51,9	70,3
06/2016	0,1	0,1	38,2	38,5
07/2016	1,4	4,4	12,8	18,5
08/2016	0,3	0,4	30,2	30,8
09/2016	0,4	0,4	27,3	28,1
10/2016	21,4	14,5	68,1	104,0
<b>Totaal</b>	<b>251,4</b>	<b>234,5</b>	<b>638,3</b>	<b>1124,2</b>



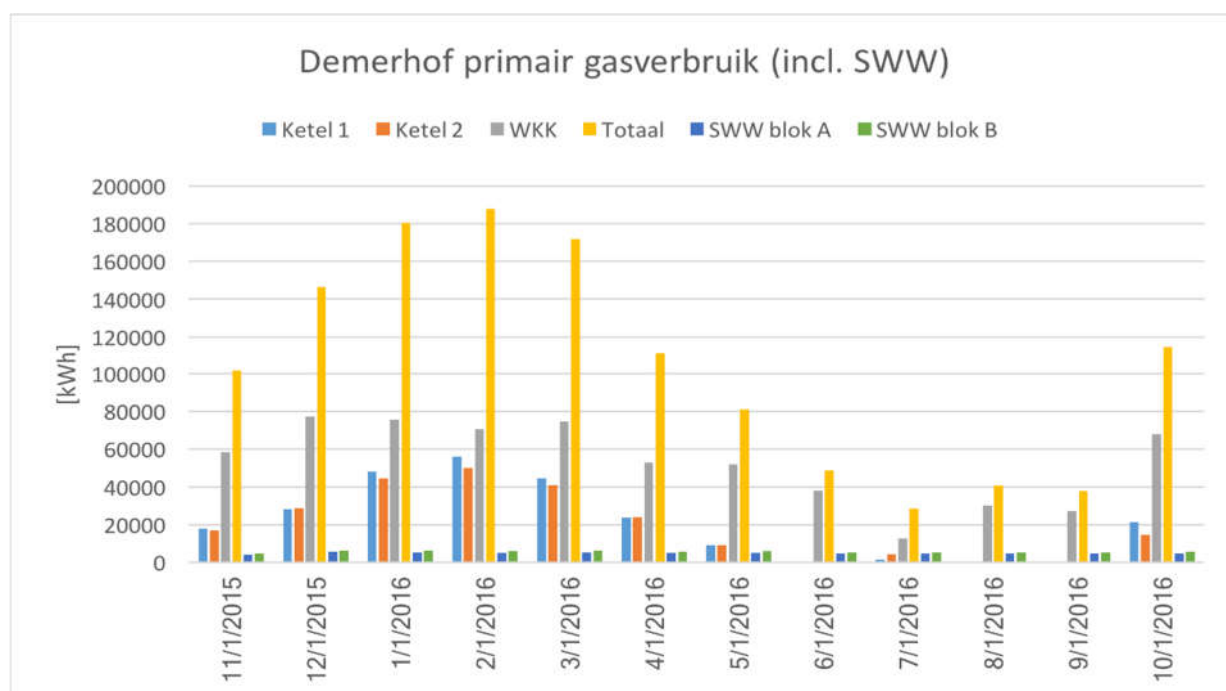
Figuur 29 Demerhof primair gasverbruik exclusief sanitair warmwater

Het jaarlijks gasverbruik exclusief het sanitair warmwater bedraagt 1124,2 MWh. De bruto-vloeroppervlakte van het beschermd volume van de gebouwen van Demerhof bedraagt 12 258 m<sup>2</sup>. Dit geeft een jaarlijks primair energieverbruik per bruto-vloeroppervlakte van 91,7 kWh/m<sup>2</sup>.

De gegevens van het werkelijk energieverbruik van de overige woonzorgcentra zijn inclusief het energieverbruik van de productie van het sanitair warmwater. Vermits er een vergelijkende studie wordt uitgevoerd, wordt het sanitair warmwater van Demerhof ook besproken. Blok A en blok B zijn beide voorzien van een gasboiler voor de productie van warmwater. Tabel 23 en Figuur 30 geven een overzicht van het werkelijk gasverbruik van de verschillende installaties en het totale maandelijkse energieverbruik inclusief het sanitair warmwater. Het jaarlijks gasverbruik inclusief het sanitair warmwater bedraagt 1251 MWh. Dit geeft een jaarlijks primair energieverbruik per bruto-vloeroppervlakte van 102,1 kWh/m<sup>2</sup>.

Tabel 23 Demerhof primair gasverbruik inclusief sanitair warmwater

Maand	Gasketel 1 [MWh]	Gasketel 2 [MWh]	WKK thermisch [MWh]	Boiler blok A [MWh]	Boiler blok B [MWh]	Energieverbruik incl. SWW [MWh]
11/2015	17,9	16,8	58,3	4,1	4,7	101,8
12/2015	28,2	28,7	77,4	5,6	6,5	146,3
01/2016	48,0	44,7	75,9	5,4	6,4	180,3
02/2016	56,2	50,2	70,6	5,0	6,0	187,9
03/2016	44,5	41,1	74,8	5,2	6,2	171,7
04/2016	23,8	24,1	53,0	4,9	5,7	111,5
05/2016	9,2	9,2	51,9	5,0	5,9	81,2
06/2016	0,1	0,1	38,2	4,7	5,4	48,6
07/2016	1,4	4,4	12,8	4,6	5,4	28,5
08/2016	0,3	0,4	30,2	4,7	5,2	40,7
09/2016	0,4	0,4	27,3	4,5	5,3	37,9
10/2016	21,4	14,5	68,1	4,8	5,7	114,6
<b>Totaal</b>	<b>251,4</b>	<b>234,5</b>	<b>638,3</b>	<b>58,4</b>	<b>68,4</b>	<b>1251,0</b>



Figuur 30 Demerhof primair gasverbruik inclusief sanitair warmwater

### **Besluit energieverbruik**

Uit Tabel 23 blijkt dat het aandeel van het energieverbruik van het sanitair warmwater 10,1% bedraagt van het totale gasverbruik op jaarbasis.

Tabel 24 geeft het berekende en werkelijke energieverbruik per vierkante meter weer van de maanden januari en februari van 2017. In het berekende energieverlies is het rendement van de installaties niet meegerekend. Het werkelijk gasverbruik van woonzorgcentrum Demerhof en serviceflats De Wissel van de maanden januari en februari bedraagt 363,8 MWh. Dit resulteert in 29,7 kWh/m<sup>2</sup>. Uit Tabel 24 blijkt dat het berekende warmteverlies per vierkante meter van de gemeenschappelijke ruimte kort bij het werkelijk verbruik per vierkante meter ligt, terwijl de verbruiken van kamer B120 en

verpleegpost B2 hier aanzienlijk onder liggen. Tabel 25 geeft een overzicht van de verschillende ruimtes met hun aandeel aan opake en transparante scheidingsconstructies die het beschermd volume omhullen t.o.v. de totale oppervlakte van wanden van de ruimte. 17,6% van de oppervlakte van de wanden van de gemeenschappelijke ruimte bestaat uit vensters, terwijl voor kamer B120 en verpleegpost B2 dit respectievelijk 7,3% en 0% bedraagt. Het relatief grote vensteroppervlak van de gemeenschappelijke ruimte leidt tot een groter energieverbruik dan de overige ruimtes.

Tabel 24 Werkelijk en berekend energieverbruik van januari en februari overzicht Demerhof

	Volume	Energieverbruik [kWh]	Bruto vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	E/m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]
<b>Werkelijk</b>	Demerhof en De Wissel	363762	12257,8	29,7
<b>Berekend</b>	Gemeenschappelijke ruimte	7135	255,0	28,0
	Kamer B120	507	23,5	21,5
	Verpleegpost B2	311	22,0	14,1

Tabel 25 Aandeel buitenwanden en vensters die het beschermd volume omhullen t.o.v. totaal oppervlakte van kamer per kamer

Ruimte	Opp. buitenwanden/totale opp. scheidingsconstructie ruimte [%]	Opp. vensters/totale opp. scheidingsconstructie ruimte [%]
Gemeenschappelijke ruimte	3,7	17,6
Kamer B120	5,3	7,3
Verpleegpost B2	23,2	0,0

#### **8.1.4 Enquêtes**

Via enquêtes wordt de tevredenheid van bewoners en personeel in drie verschillende woonzorgcentra onderzocht. Van elke bewoner is er door één van ons beide een individuele enquête afgenomen, voor de personeelsleden is dit anders. Op vraag van de personeelsleden zelf zijn de enquêtes bij hun in groepjes afgenomen, de reden hiervan was dat dit minder tijd in beslag neemt. In een latere fase van dit onderzoek zullen deze enquêtes met elkaar vergeleken worden. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk dat er waardes gemeten zijn die volgens de normen niet aanvaardbaar zijn. Maar, dat volgens de enquêtes de personeelsleden en/of bewoners hier toch geen hinder van ondervinden.

In totaal zijn er in woonzorgcentrum Demerhof 20 enquêtes afgenomen waarvan 10 van bewoners met een leeftijd tussen de 60-95 jaar en 10 van personeelsleden met een leeftijd tussen de 23-52 jaar. Een opmerking hierbij is dat de verhouding van ondervraagde mannen en vrouwen niet gelijk verdeeld is. Wat bewoners betreft zijn er bij de ondervraagde drie mannen en zeven vrouwen. Voor de personeelsleden is er maar één man ondervraagd, de overige ondervraagde personeelsleden zijn allemaal vrouwen. Deze ongelijke verhouding kan ook een invloed gehad hebben op de resultaten. Het onderzoek van Wang e.a. heeft ook aangetoond dat de gemiddelde PMV-waarde van oudere vrouwen schijnbaar hoger ligt dan deze van de oudere mannen. [14] Om een verschil tussen zomer- en wintersituatie te vergelijken is er van beide situaties een enquête afgenomen.

Om de enquêtes van woonzorgcentrum Demerhof te analyseren werd dit opgedeeld in drie verschillende ruimtes. De ruimtes zijn opgedeeld naargelang de plaats waar de meting uitgevoerd zal worden. Voor WZC Demerhof is dit de gemeenschappelijke ruimte, de kamers en de verpleegpost B2. Uiteraard zijn er voor verpleegpost B2 enkel resultaten van de personeelsleden beschikbaar omdat de bevraagde bewoners niet in deze ruimte komen.

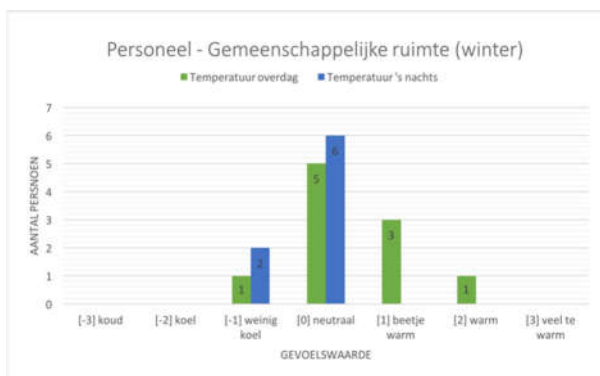
##### **8.1.4.1 Temperatuur**

Een eerste factor die via de enquêtes bevraagd is, is de temperatuur overdag en 's nachts in de verschillende ruimtes. Onderstaande grafieken zullen de resultaten van de enquêtes grafisch weergeven. Op het einde van dit hoofdstuk wordt er een besluit gemaakt over beide parameters, zowel temperatuur als ventilatie.

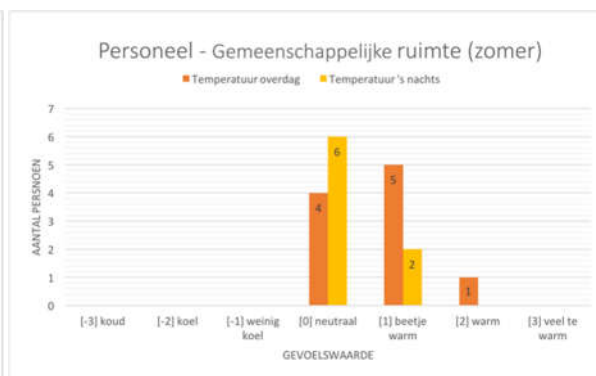
##### **Gemeenschappelijke ruimte**

Onderstaande Figuur 31 en Figuur 32 geven de resultaten van het personeel weer voor de temperatuur in de gemeenschappelijke ruimte. Meer dan de helft van het personeel heeft in de winter een neutraal gevoel in deze ruimte. Dit geldt zowel overdag als 's nachts. Wat de overige personeelsleden in de wintersituatie betreft, neigen deze meer naar een warme gevoelstemperatuur. Één enkel personeelslid heeft een weinig koel gevoel in deze ruimte. Wanneer er wordt gekeken naar de zomersituatie merken we op dat de temperatuur overdag warmer wordt waargenomen dan in de winter. De overige personeelsleden hebben een neutraal gevoel bij de temperatuur in de zomer in deze ruimte. Een enkeling heeft een warm gevoel overdag en is niet tevreden over de huidige toestand in de zomer.



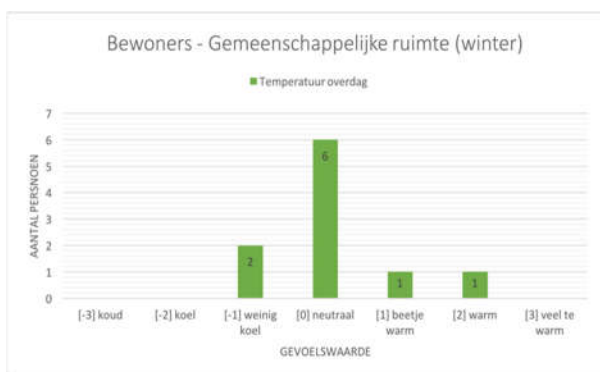


Figuur 31 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof personeel gemeenschappelijke ruimte (winter)

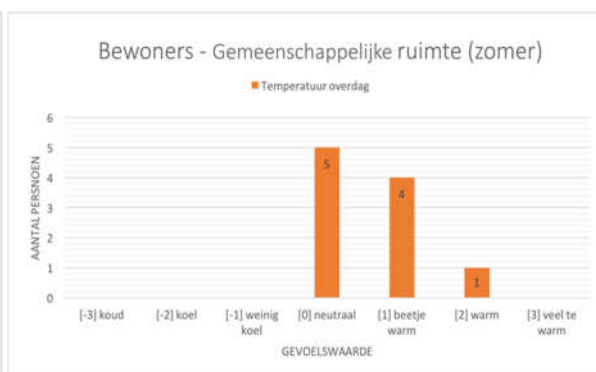


Figuur 32 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof personeel gemeenschappelijke ruimte (zomer)

Bij de bewoners zijn er geen resultaten van de temperatuur 's nachts weergegeven. Dit omdat de bewoners nooit aanwezig zijn in deze ruimte tijdens die periode. Uit Figuur 33 kunnen we in het algemeen opmerken dat er niet veel verschil is met Figuur 31 dat de resultaten van het personeel weergeeft. Het enige verschil zijn de 2 personen minder met een gevoelswaarde van een beetje warm. Deze komen extra bij de neutrale gevoelswaarde en de gevoelswaarde van weinig koel. Figuur 34 geeft de resultaten weer van de temperatuur voor de bewoners in de gemeenschappelijke ruimte voor de zomer. Deze resultaten zijn vergelijkbaar met deze van het personeel. Een opmerking is dat er bij de neutrale gevoelswaarde één persoon minder is bij de resultaten, bij de gevoelswaarde een beetje warm daarentegen is het resultaat één persoon meer.



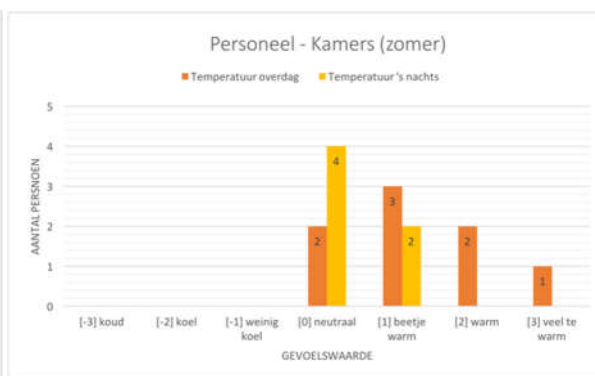
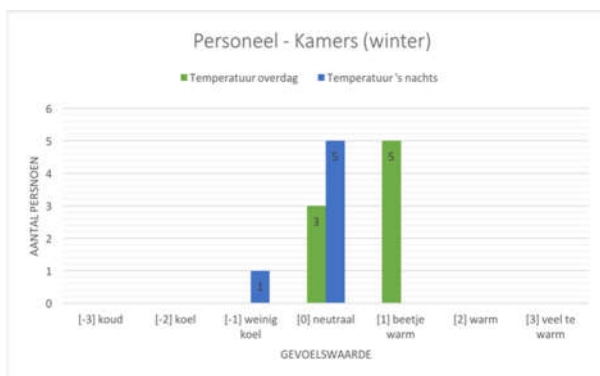
Figuur 33 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof bewoners gemeenschappelijke ruimte (winter)



Figuur 34 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof bewoners gemeenschappelijke ruimte (zomer)

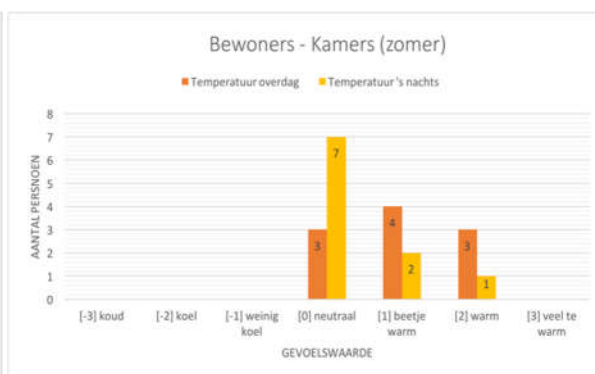
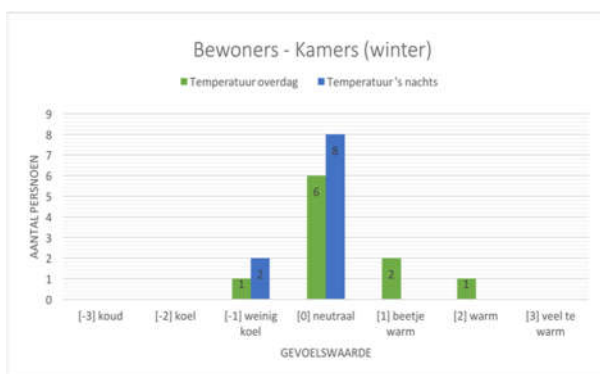
## Kamers

Figuur 35 en Figuur 36 geven de enquêteresultaten van het personeel weer voor de temperatuur in de kamers van woonzorgcentrum Demerhof. In vergelijking tot de gemeenschappelijke ruimte hebben de meeste personeelsleden een warmer gevoel in deze ruimte, zowel voor de winter als voor de zomerperiode. Uit de enquêtes blijkt dat de personeelsleden in de zomerperiode wel overduidelijk meer problemen hebben met een te warm gevoel in deze ruimte t.o.v. de winterperiode.



Figuur 35 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof personeel kamers (winter) Figuur 36 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof personeel kamers (zomer)

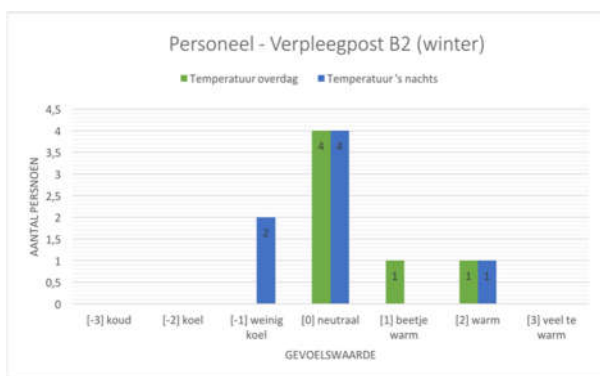
Figuur 37 en Figuur 38 geven de enquêteresultaten van de bewoners weer voor de temperatuur in de kamers van woonzorgcentrum Demerhof. Tijdens de winterperiode hebben de bewoners volgens de enquêtes duidelijk minder problemen met warme temperaturen dan de personeelsleden. Wat de zomerperiode betreft is dit anders. Hier hebben ook meer dan de helft van de bewoners een onaangenaam warmer gevoel in de kamers. Bij het afnemen van de enquêtes is ook duidelijk gebleken dat de bewoners in de zomerperiode vaker in de gemeenschappelijke ruimte verblijven. Reden hiervan is dat deze ruimte in deze periode aangeneramer blijkt te zijn dan de kamers van de bewoners zelf.



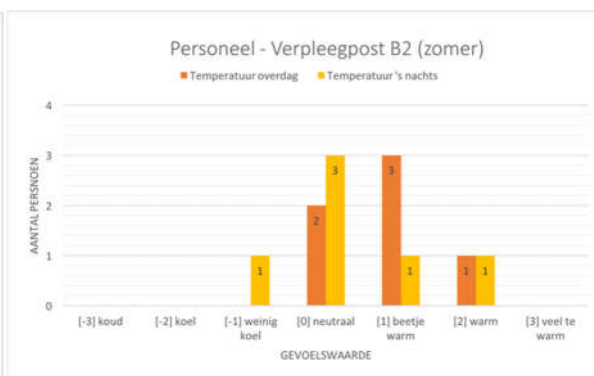
Figuur 37 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof bewoners kamers (winter) Figuur 38 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof bewoners kamers (zomer)

## Verpleegpost B2

Voor verpleegpost B2 zijn er enkel enquêtes afgenomen van de personeelsleden, dit omdat deze ruimte niet toegankelijk is voor de bewoners. Onderstaande Figuur 39 en Figuur 40 geven de resultaten weer van deze enquête voor winter- en zomersituatie. Voor de wintersituatie hebben 2/3 van de ondervraagde personeelsleden een neutraal gevoel zowel overdag al 's nachts. De overige personeelsleden hebben voor 's nachts een weinig koel gevoel voor deze ruimte. Voor de temperatuur overdag zijn deze verdeeld over de gevoelswaarde van een beetje warm en warm. Bij de zomersituatie zijn de resultaten van de enquêtes meer verdeeld. Bij de temperatuur overdag heeft de helft van het personeel een gevoel van +1 wat overeenkomt met een beetje warm. 's Nachts daarentegen heeft de helft een neutraal gevoel in de verpleegpost. De overige resultaten zijn zeer verdeeld, de resultaten zijn voorgesteld in Figuur 40.



Figuur 39 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof verpleegpost B2 (winter)



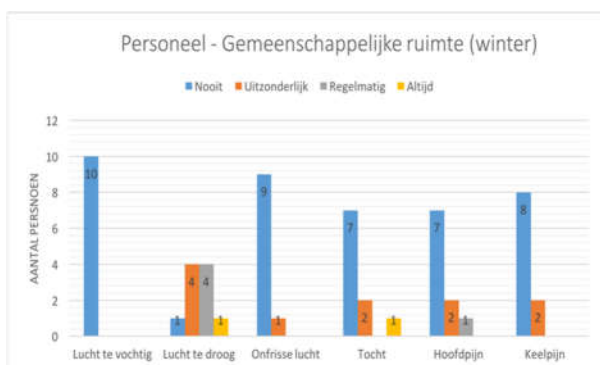
Figuur 40 Enquêteresultaten temperatuur - Demerhof verpleegpost B2 (zomer)

### 8.1.4.2 Ventilatie

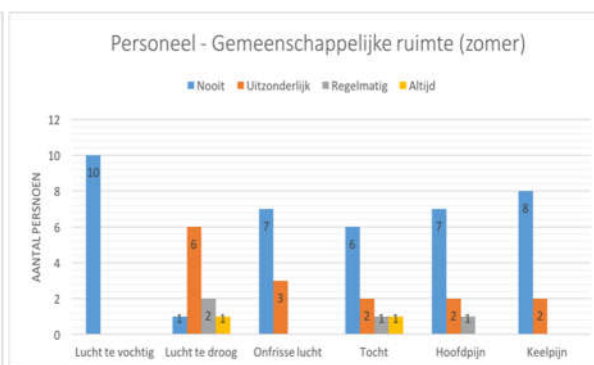
Buiten de temperatuur zijn er in de enquête ook vragen opgesteld over verschillende aspecten van de ventilatie van de verschillende woonzorgcentra. De aspecten die bij de personeelsleden en de bewoners zijn ondervraagd zijn de perceptie van vochtige lucht, droge lucht, onfrisse lucht en tocht. Daarnaast zijn ook de twee ventilatie-gerelateerde gezondheidsparameters bevraagd in de enquêtes, nl. hoofdpijn en keelpijn. We zijn er ons wel van bewust dat dergelijke klachten ook nog andere oorzaken kunnen hebben dan de luchtkwaliteit. Onderstaande grafieken zijn tevens verdeeld in vier verschillende kleuren. Elke kleur staat voor een bepaalde keuze die de personeelsleden of bewoners konden aanduiden. De vier mogelijke opties voor aanduiden waren nooit, uitzonderlijk (1-5 dagen per maand), regelmatig (5-15 dagen per maand) of altijd.

#### Gemeenschappelijke ruimte

Onderstaande Figuur 41 en Figuur 42 geven de resultaten weer van het personeel voor de verschillende factoren met betrekking tot ventilatie in de gemeenschappelijke ruimte. De grootste probleemfactor bij de personeelsleden is een te droge lucht, dit fenomeen is het grootste probleem in de winter, maar ook in de zomer zijn er problemen volgens de ondervraagden. Voor onfrisse lucht zijn er over het algemeen weinig opmerkingen. In de zomer zou er af en toe wel een onfrisse geur zijn volgens bepaalde personeelsleden, maar dit is eerder uitzonderlijk. Wat tochtproblemen betreft, zijn er in beide periodes ongeveer 6 à 7 van de 10 ondervraagde personeelsleden tevreden in deze ruimte. De oorzaak van de ontevreden is te vinden bij de ventilatie. Deze blaast op sommige plaatsen te hard waardoor er een gevoel van tocht gecreëerd wordt. Voor de twee gezondheidsfactoren zijn er niet al te veel klachten. Hoofdpijn is over het algemeen een groter probleem dan keelpijn.

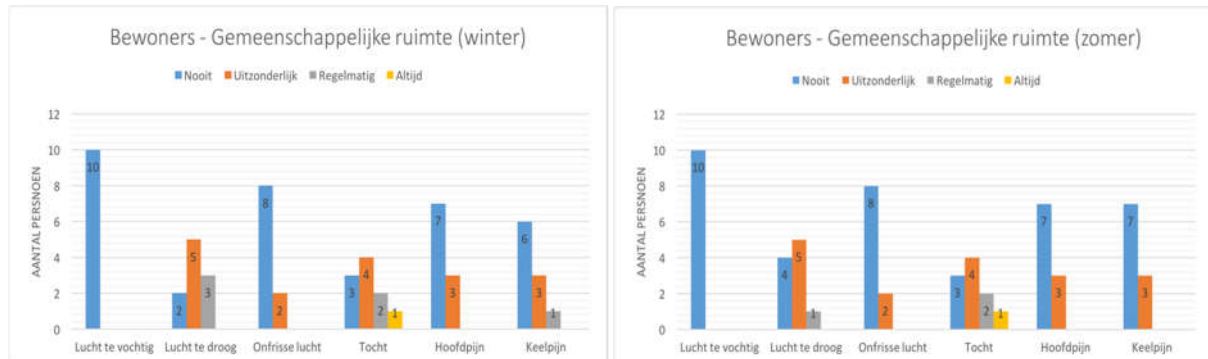


Figuur 41 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof personeel gemeenschappelijke ruimte (winter)



Figuur 42 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof personeel gemeenschappelijke ruimte (zomer)

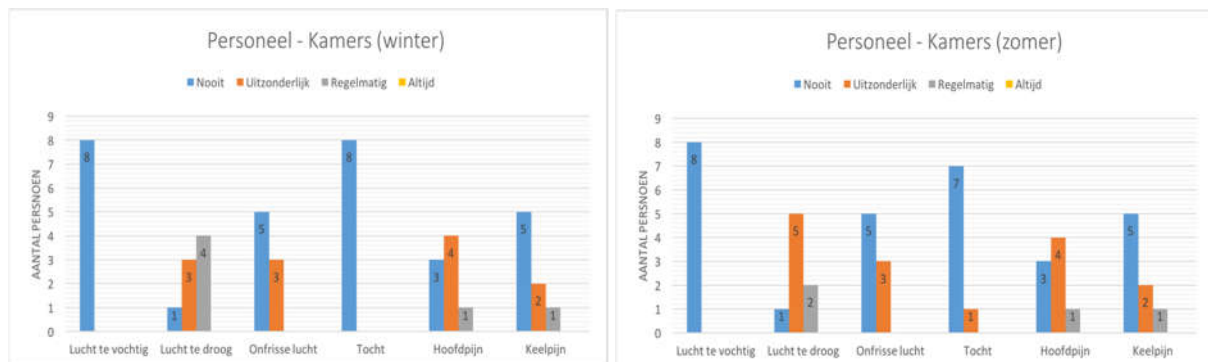
Op onderstaande Figuur 43 en Figuur 44 worden de resultaten van de gemeenschappelijke ruimte voor de bewoners weergegeven. De bewoners hebben ook redelijk wat problemen met droge lucht in de gemeenschappelijke ruimte. Ook hebben de bewoners een groter probleem met tocht dan de personeelsleden. De hoofdreden hiervan zijn de pulsieroosters in de gemeenschappelijke ruimte. Deze pulsieroosters blazen te hard waardoor de bewoners een sterk gevoel van tocht waarnemen.



Figuur 43 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof bewoners gemeenschappelijke ruimte (winter) Figuur 44 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof bewoners gemeenschappelijke ruimte (zomer)

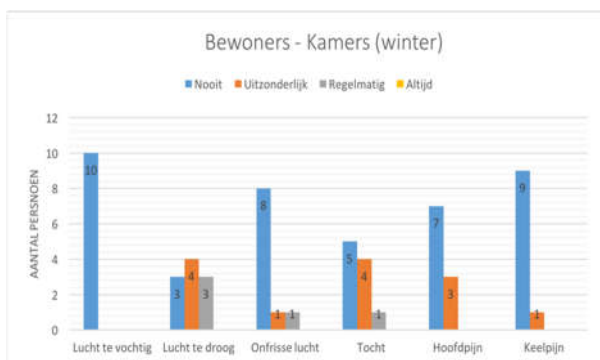
### Kamers

Ook in de kamers van woonzorgcentrum Demerhof is ervoor zowel de personeelsleden als de bewoners geen enkel probleem voor de vochtige ruimtes. Voor deze ruimte zijn er acht personeelsleden ondervraagd. Uit de enquêtes is gebleken dat de helft van de ondervraagde personeelsleden regelmatig problemen heeft van droge lucht in de kamers tijdens de wintersituatie. Tijdens de zomer zijn deze problemen iets minder. Wat de aspecten hoofdpijn en keelpijn betreft zijn deze volgens de enquêtes in de kamer ook iets erger dan in de gemeenschappelijke ruimte. Onderstaande Figuur 45 Figuur 46 geven hiervan de resultaten weer.

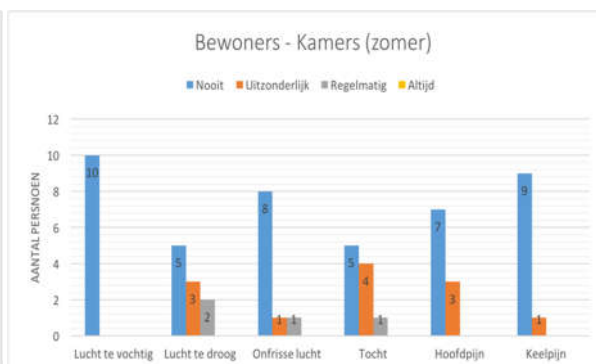


Figuur 45 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof personeel kamers (winter) Figuur 46 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof personeel kamers (zomer)

Uit Figuur 47 kan er afgeleid worden dat ook de bewoners in de kamers nog regelmatig last hebben van droge lucht. In de wintersituatie is dit zoals bij de vorige resultaten ook meer als in de zomersituatie. Opmerkelijk is wel dat de bewoners veel meer problemen hebben met tocht in deze ruimte. De reden hiervoor is de deur van de kamer die bij veel bewoners overdag openstaat. Zelf hebben de bewoners wel graag dat de deur van de kamer openstaat, maar daardoor zijn er wel tochtproblemen in deze ruimte. Wat de gezondheidsklachten betreft, zijn er bij de bewoners minder op te merken dan bij de resultaten van de personeelsleden.



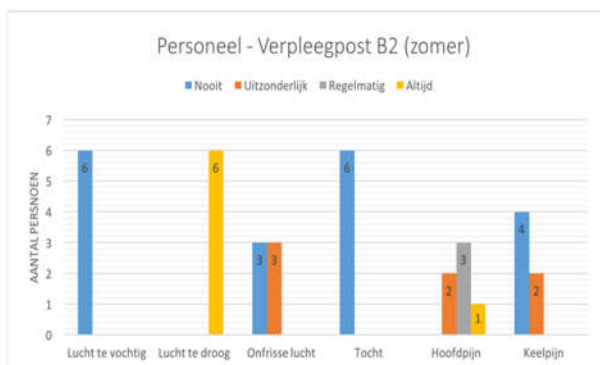
Figuur 47 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof bewoners kamers (winter)



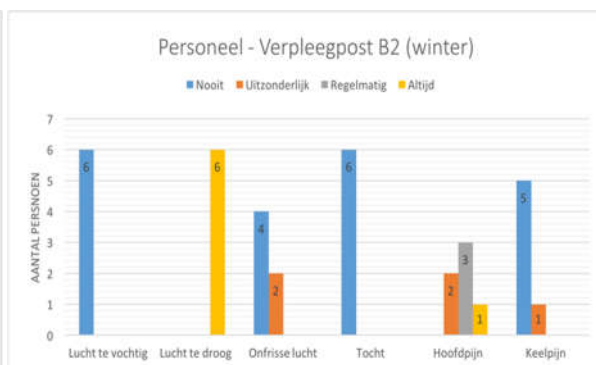
Figuur 48 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof bewoners kamers (zomer)

## Verpleegpost B2

De grootste probleemruimte voor ventilatie is verpleegpost B2. De personeelsleden verblijven hier een deel van de tijd van hun dag. Meestal is dit ongeveer twee uur per dag per personeelslid. Voor sommige personeelsleden die meer administratieve taken moeten voldoen kan dit langer oplopen. Onderstaande Figuur 49 en Figuur 50 geven dit weer. Er is duidelijk op te merken dat elk personeelslid altijd problemen heeft met de droge lucht in de ruimte. Dit heeft gevolgen voor de gezondheid. Al de personeelsleden hebben klachten van hoofdpijn in deze omgeving. Bij de helft van de ondervraagde is dit regelmatig, zowel in wintersituatie als zomersituatie. Eén van de ondervraagde personen heeft zelfs altijd last van hoofdpijn in deze ruimte. Ook is er tijdens de enquête de vraag geweest of er nog mogelijke andere gezondheidsklachten zijn. Verscheidene personen hebben door de droge lucht ook last van een droge ogen, lipkloven, maar ook een droge huid waardoor verscheidene personen jeuk hebben. Een slechte ventilatie, maar ook het niet kunnen verluchten d.m.v. het openen van ramen is de grootste oorzaak van deze gezondheidsklachten.



Figuur 49 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof verpleegpost B2 (zomer)



Figuur 50 Enquêteresultaten ventilatie - Demerhof verpleegpost B2 (winter)

### 8.1.4.3 Besluit enquêtes

Wat verwarming betreft, kan in het algemeen besloten worden dat de personeelsleden de temperatuur in het woonzorgcentrum op alle plaatsen warmer ervaren dan de bewoners. Uit de enquêtes is gebleken dat dit vooral komt door de activiteit van het personeel. Veel personeelsleden zijn constant in beweging en hebben het daardoor al veel warmer dan de bewoners. Van de drie ruimtes waar de personen ondervraagd zijn, worden de kamers van woonzorgcentrum Demerhof over het algemeen door de personeelsleden en bewoners als warmste ruimte ervaren. Ook worden, zoals verwacht, de drie ruimtes in de zomer warmer ervaren dan in de winter.

Als we naar het gedeelte ventilatie kijken van de enquêtes is er één ruimte die opvalt uit de analyse, namelijk de verpleegpost B2. Verpleegpost B2 is met een deur verbonden naar de gemeenschappelijke ruimte. Dit is de enige vorm van verluchting die de personeelsleden manueel kunnen uitvoeren, er zijn dus geen ramen aanwezig in deze ruimte. Op voorhand werd door de technische dienst al aangehaald dat er problemen zijn met het ventilatiedebiet in deze ruimte, hiervan zien we ook de gevolgen in de afgenomen enquêtes bij de personeelsleden. Al de personeelsleden hebben in deze ruimte last van droge lucht, het gevolg daarvan zijn redelijk wat gezondheidsklachten bij verschillende personeelsleden. De lage RV-gehalten zijn ook zoals eerder besproken in deze scriptie bevestigd door de metingen in deze ruimte.

Ook in de gemeenschappelijke ruimte zijn er voor de ventilatie problemen die opgedoken zijn a.d.h.v. de enquêtes. In de winter zijn er zowel door personeelsleden als bewoners klachten door droge lucht. De oorzaak van deze droge lucht is het opwarmen van de binnentemperatuur door de verwarming, ook door deze verwarming zal de lucht in de ruimte minder relatieve vochtigheid gaan bevatten. Ten slotte is er ook nog het tochtprobleem in deze ruimtes. Door de bewoners wordt er in deze ruimte regelmatig een gevoel van tocht waargenomen door de pulsieroosters in deze ruimte. Sommige roosters zijn daardoor al afgeplakt met een karton waardoor het probleem 'deels' opgelost is.

### 8.1.5 Thermisch comfort

In onderstaande alinea's wordt de berekening van het thermisch comfort van de bewoners en personeelsleden uitgevoerd. Ook wordt het werkelijk thermisch comfort berekend a.d.h.v. de eerder besproken enquêtes. Zoals eerder in de literatuurstudie besproken, spreekt men van een comfortabel thermisch comfort tussen de -0,5 en 0,5. Een score van 0 betekent dus een neutrale waarde, de persoon heeft het hierbij noch koud noch warm in een bepaalde omgeving.

#### Berekend thermisch comfort

Door de metingen van de binnentemperatuur en de relatieve vochtigheid in het woonzorgcentrum is er de mogelijkheid om de PMV- en PPD-waarde van de bewoners te berekenen in de verschillende gemeten ruimtes. Buiten de binnen- en buitentemperatuur zijn er nog andere factoren die het thermisch comfort beïnvloeden. De gemiddelde stralingstemperatuur van de ruimtes is berekend door de gemeten temperaturen en het in rekening brengen van de gebruikte bouwmaterialen met behulp van volgende formule:

$$t_r = \frac{\sum(T_i \cdot A_i)}{\sum(A_i)} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Met:

- $t_r$ : gemiddelde stralingstemperatuur [ $^\circ\text{C}$ ];
- $T_i$ : oppervlaktetemperatuur [ $^\circ\text{C}$ ];
- $A_i$ : oppervlakte wand [ $\text{m}^2$ ].

Voor de andere parameters zoals relatieve luchtsnelheid, metabolisme en kledingisolatie zijn zoals eerder in de methodologie besproken aannames toegepast voor de berekening van dit thermisch comfort. Voor de effectieve berekening van de PMV- en PPD-waarden is er gebruik gemaakt van de formules die weergegeven zijn in Figuur 1 en Figuur 3 in de literatuurstudie over dit onderdeel.

De kledingisolatie en het metabolisme zijn verschillend voor de bewoners en personeelsleden. Voor de bewoners is er uitgegaan van een metabolisme van  $58 \text{ W/m}^2$  en een kledingisolatie van 1,3 clo voor de koudste week en 1,1 clo voor de warmste week. Bij de personeelsleden daarentegen is er gebruik gemaakt van een metabolisme van  $116 \text{ W/m}^2$  en een kledingisolatie van 0,9 clo voor zowel koudste-

als warmste week. Er wordt aangenomen dat de relatieve luchtsnelheid in de gebouwen 0,1 m/s is. De aannames van deze parameters zijn gebaseerd op de ISO 7730 norm voor de ergonomie van de thermisch omgeving [11]. Onderstaande Tabel 26 en Tabel 27 geven de resultaten weer van de PMV-PPD waarden van de bewoners en personeelsleden in woonzorgcentrum Demerhof voor de verschillende ruimtes.

Voor de bewoners geven de berekeningen steeds een PMV-waarde die binnen de comfortgrenzen van -0,5 en 0,5 gelegen is, uitgezonderd tijdens de warmste week bij kamer B120. Hierbij is een PMV-waarde van 0,74 bekomen waardoor bewoners het thermisch comfort in deze ruimte als iets te warm zullen ervaren. Tijdens de warmste week zijn er in deze ruimte zeer hoge temperaturen gemeten van de binnenlucht, dit heeft een negatieve invloed op het thermisch comfort met als gevolg een hogere PMV-waarde. Wanneer de temperatuur in een andere kamer of op een andere locatie werd gemeten, was het mogelijk geweest dat de PMV-waarde nog wel binnen de comfortgrenzen gelegen was. De resultaten zijn dus enkel geldig voor de kamer B120 van dit woonzorgcentrum.

De resultaten voor het thermisch comfort van de personeelsleden daarentegen zijn veel minder positief dan deze van de bewoners. Hierbij is geen enkel resultaat gelegen binnen de comfortgrenzen van -0,5 en 0,5. Reden hiervan is het veel hogere metabolisme van de personeelsleden, dit geeft een zeer negatieve invloed op de berekening van het thermisch comfort.

Tabel 26 Berekend thermisch comfort bewoners Demerhof

	Periode	Ruimte	Binnenlucht temperatuur [°C]	Gemiddelde stralingstemperatuur [°C]	Relatieve luchtsnelheid [m/s]	RV [%]	Metabolisme [W/m <sup>2</sup> ]	Kleding isolatie [clo]	PMV	PPD [%]
Bewoners Demerhof	Koudste week	Gemeenschappelijke ruimte	22,63	21,54	0,1	21,9	58	1,3	-0,09	5
		Kamer B120	24,39	23,93	0,1	23,2	58	1,3	0,38	8
		Verpleegpost B2								
	Warmste week	Gemeenschappelijke ruimte	23,44	22,86	0,1	37,0	58	1,1	0,02	5
		Kamer B120	26,28	26,04	0,1	32,2	58	1,1	0,74	17
		Verpleegpost B2								

Tabel 27 Berekend thermisch comfort personeel Demerhof

	Periode	Ruimte	Binnenlucht temperatuur [°C]	Gemiddelde stralingstemperatuur [°C]	Relatieve luchtsnelheid [m/s]	RV [%]	Metabolisme [W/m <sup>2</sup> ]	Kleding isolatie [clo]	PMV	PPD [%]
Personeel Demerhof	Koudste week	Gemeenschappelijke ruimte	22,63	21,54	0,1	21,9	116	0,9	0,81	19
		Kamer B120	24,39	23,93	0,1	23,2	116	0,9	1,11	31
		Verpleegpost B2	26,12	26,00	0,1	18,0	116	0,9	1,35	43
	Warmste week	Gemeenschappelijke ruimte	23,44	22,86	0,1	37,0	116	0,9	1,03	27
		Kamer B120	26,28	26,04	0,1	32,2	116	0,9	1,44	48
		Verpleegpost B2	25,39	25,34	0,1	31,8	116	0,9	1,32	41

## Werkelijk thermisch comfort

Na het berekend thermisch comfort aan de hand van de metingen wordt het werkelijk thermisch comfort bekeken. De PMV- en PPD-waardes bij het werkelijk thermisch comfort zijn berekend aan de hand van eerder besproken enquêtes. De bewoners en personeelsleden hebben tijdens het afnemen van de enquêtes voor de temperatuur overdag een gevoelswaarde tussen de -3 en +3 gegeven. Door de gemiddelde waarde hiervan te berekenen is de PMV-waarde voor de bewoners en het personeel in een bepaalde ruimte bekomen. Voor de PPD-waarde wordt de formule uit Figuur 3 toegepast die eerder in de literatuurstudie besproken is.

Onderstaande Tabel 28 geeft de resultaten van deze berekening weer. De groene kaders in de tabel duiden op een comfortabele PMV-waarde. Voor de rode kaders zijn de waardes gelegen buiten het comfortabele gebied. In de wintersituatie is het resultaat voor zowel de bewoners als de personeelsleden steeds binnen het comfortabel gebied, uitgezonderd in de kamers. Hierbij is een waarde van 0,6 bekomen wat net buiten de grens gelegen is.

Voor de zomersituatie zijn de resultaten zeer verschillend t.o.v. de wintersituatie. In de wintersituatie liggen al de resultaten buiten de comfortzone. Vooral de resultaten van de kamers in woonzorgcentrum Demerhof leveren hoge resultaten op. De PMV-waarde die voor de bewoners bekomen is bedraagt 1,0. Dit betekent dat de gemiddelde bewoners een gevoel hebben van een beetje warm in deze ruimte. Voor de personeelsleden ligt het resultaat nog hoger, namelijk een PMV-waarde van 1,3 voor de kamers.

Tabel 28 Resultaten PMV-enquêtes Demerhof

			Kamers		Gemeenschappelijk		Verpleegpost B2	
			Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer
Demerhof	Bewoners	PMV	0,3	1,0	0,1	0,6		
		PPD	6,9	26,1	5,2	12,5		
	Personeel	PMV	0,6	1,3	0,4	0,7	0,5	0,8
		PPD	13,2	37,7	8,3	15,3	10,2	19,7

## Besluit thermisch comfort

Een vergelijking maken tussen het berekend thermisch comfort a.d.h.v. de meetresultaten en het werkelijk thermisch comfort d.m.v. enquêtes is niet eenvoudig. Omdat de meetperiode van deze masterproef niet in de zomer plaats heeft gevonden is het vergelijken van de resultaten voor de zomer niet mogelijk, de temperaturen die in de zomer gemeten zouden worden, geven andere resultaten weer dan deze van de warmste week in de gemeten periode.

Wel kunnen de resultaten van de koudste week van het berekend thermisch comfort en wintersituatie van het werkelijk thermisch comfort vergeleken worden. Voor de bewoners zijn de berekende waarden bijna hetzelfde als de werkelijke resultaten van het thermisch comfort. Voor de personeelsleden is er meer afwijking. Het werkelijke thermisch comfort dat bekomen is door het afnemen van de enquêtes geeft hiervoor steeds een meer positieve waarde dan het berekend comfort. Personeelsleden hebben dus minder problemen dan verwacht met het thermisch comfort.



### **8.1.6 Conclusie Demerhof**

Vooraf zijn er bij woonzorgcentrum Demerhof meerdere problemen aangehaald door de verantwoordelijke, namelijk de droge lucht bij de verpleegpost B2 en tochtproblemen in de gemeenschappelijke ruimtes. Uit de enquêtes is dit ook duidelijk naar voor gekomen, veel van de bewoners ondervonden deze tochtproblemen in de gemeenschappelijke ruimtes.

Ook de droge lucht is in deze enquêtes opvallend naar boven gekomen door het personeel van verpleegpost B2. Metingen van deze ruimte bevestigen de droge lucht die hier aanwezig is. Uit de metingen resulteert een gemiddelde relatieve vochtigheid van 29 % voor de verpleegpost B2, waardoor deze ruimte niet voldoet om tussen de comfortabele grens van 30 % – 70% te zitten. Uit de metingen is ook gebleken dat er een vrij hoge gemiddelde temperatuur in deze ruimte aanwezig is. Opvallend hierbij is dat de werkelijke PMV-waarde van de personeelsleden in deze ruimte nog net als aanvaardbaar wordt beschouwd door een 0,5 waarde. Het berekende thermisch comfort in deze ruimte ligt veel hoger met een PMV-waarde van 1,35. De personeelsleden ondervinden dus niet al te veel hinder van de hoge gemiddelde temperatuur in deze ruimte.



## 8.2 Woonzorgcentrum Seniorie Hortensia

Woonzorgcentrum Seniorie Hortensia is het recentste, maar ook het kleinste gebouw van de drie onderzochte woonzorgcentra. Seniorie Hortensia is gelegen te Schoonbeek, het project is gebouwd in het jaar 2012. Dit recente woonzorgcentrum is geschikt voor mensen die niet al te veel hulpverlening nodig hebben en nog zelfstandig kunnen leven. Het project beschikt over 10 wooneenheden met een oppervlakte van  $\pm 75,00 \text{ m}^2$ . Deze wooneenheden hebben verschillende ruimtes ter beschikking zoals een slaapkamer, keuken, badkamer, leefruimte en een beperkte bergruimte. De aanwezigheid van een keuken in de wooneenheden is er zodat mensen zelf hun eigen eten kunnen bereiden indien zij dit wensen.

In dit woonzorgcentrum is er ook een gemeenschappelijke ruimte aanwezig waar de bewoners samen kunnen zitten. Op sommige momenten worden in deze ruimte ook activiteiten voorzien waar de bewoners dan vrijwillig aan kunnen deelnemen. De 10 wooneenheden die aanwezig zijn in het woonzorgcentrum zijn vrijwel identiek qua oppervlakte, enkel de ruimtelijke ordening van deze wooneenheden kunnen verschillen. Op de plannen van het woonzorgcentrum zijn 19 wooneenheden getekend, de negen resterende wooneenheden zijn nog gepland om in de toekomst te bouwen voor een uitbreiding.

### 8.2.1 Analyse gebouw

#### 8.2.1.1 Opbouw woonzorgcentrum

Woonzorgcentrum Hortensia is niet een traditioneel woonzorgcentrum met kleinere kamers. De indeling van dit woonzorgcentrum is meer berust op basis van serviceflats. De verschillende appartementen in het woonzorgcentrum worden beschouwd als wooneenheden volgens het EPB omdat deze een verblijfsruimte, een toilet, een douche of bad en een keuken bevatten. De wooneenheden die bij Hortensia beschikbaar zijn, hebben volgens het verkregen EPB-rapport een K-peil van K36, voor de gemeenschappelijke ruimte is deze waarde identiek. Omdat de appartementen volgens het EPB beschouwd worden als wooneenheden is er ook een eis voor het E-peil. Voor de wooneenheden is het resultaat een E-peil van E69, voor de gemeenschappelijke ruimte bedraagt deze waarde E62. Deze vallen dus beide ook binnen de EPB-eisen van het jaar 2012. Onderstaande Figuur 51 geeft de achtergevel van woonzorgcentrum Hortensia weer vanop de aanliggende parking.



Figuur 51 Gevel woonzorgcentrum Hortensia

Voor de belangrijkheid van de beglazing in de gevels wordt er verwezen naar hoofdstuk 8.1.1.1. Hierin is al uitgebreid beschreven wat de invloed van de beglazing kan zijn in zowel winter- als zomersituatie.

Onderstaande Tabel 29 geeft de resultaten weer van de verhouding glas per gevel in woonzorgcentrum Hortensia. Woonzorgcentrum Demerhof is veel compacter dan de andere twee onderzochte woonzorgcentra. De verhouding van de glasoppervlakte per gevel is hierdoor ook het laagste van de drie woonzorgcentra, namelijk 22% van de geveloppervlakte bestaat uit vensters in woonzorgcentrum Hortensia. Wel opmerkelijk is de verdeling van de beglazing per gevel, voor woonzorgcentrum Hortensia is maar liefst 40% van de beglazing zuidelijk georiënteerd. Dit wil zeggen dat er in de winter wordt gebruik gemaakt van opwarming door zonnestraling uit het zuiden, hierdoor kan er minder gebruik worden gemaakt van de verwarming.

Tabel 29 Verhouding beglazing per gevel Hortensia

WZC	Gevel oriëntatie	Totale opp. gevel [m <sup>2</sup> ]	Opp. glas [m <sup>2</sup> ]	Verhouding glas/gevel [%]	Verdeling beglazing per gevel [%]
Hortensia	N	195	11,1	5,7	6,9
	O	168	41,8	24,9	26,2
	Z	195	64,0	32,8	40,0
	W	168	43,0	25,6	26,9
	<b>Totaal:</b>	<b>726</b>	<b>159,9</b>	<b>22,0</b>	<b>100,0</b>

Ook is hierbij de verhouding tussen vensters en bruto-vloeroppervlakte berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in Tabel 30, de verhouding bedraagt 13,2% voor woonzorgcentrum Hortensia.

Tabel 30 Venster-vloer verhouding Hortensia

Bruto vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	Venster-vloer verhouding [%]
1215,3	13,2

In de EPB-aangifte van het woonzorgcentrum Hortensia zijn enkel de U-waardes van de constructiedelen gegeven. Verdere informatie van de gebruikte isolatiematerialen en diktes van de verschillende elementen in de constructiedelen zijn niet gegeven. De U-waardes van de constructiedelen volgens de EPB-aangifte worden in Tabel 31 weergegeven. Er is een onderscheid gemaakt tussen de gemiddelde U-waarde van de vensters in de wooneenheden op het gelijkvloers en het verdiep. Uit analyse van de gebruikte bouwmaterialen blijkt dat alle constructiedelen voldoen aan de EPB-eisen van 2012 voor residentiële eenheden.

Tabel 31 Hortensia overzicht constructiedelen

Constructiedeel	U-waarde [W/m <sup>2</sup> K]	Maximale U-waarde 2012 [W/m <sup>2</sup> K]	Voldoet
Buitenmuur	0,27	0,4	Ja
Binnenmuur	0,61	1	Ja
Vloer op volle grond	0,32	0,4	Ja
Vloer overkraging (app. naar buiten)	0,29	0,3	Ja
Plafond (tussen appartement)	0,71	1	Ja
Plat dak	0,19	0,3	Ja
Venster gem. (gelijkvloers)	2,03	2,5	Ja
Venster gem. (verdiep)	2	2,5	Ja

## 8.2.1.2 Installaties

### Ventilatie

Ook in woonzorgcentrum Hortensia wordt er gebruik gemaakt van een ventilatiesysteem D met warmteterugwinning. Per wooneenheid zijn er 2 toevoer- en 3 afvoerkanalen aanwezig. De toevoerkanalen zijn aanwezig in de woonkamer en de slaapkamer van de wooneenheid. De afvoerkanalen bevinden zich in de keuken, badkamer en de bergruimte. Wat de gemeenschappelijke ruimte van woonzorgcentrum Hortensia betreft zijn er zowel 4 toevoer- als afvoerkanalen aanwezig.

### Verwarming/Koeling

In woonzorgcentrum Hortensia is elke wooneenheid voorzien van een aparte condenserende gasketel en een bijhorende gasmeter. Het type gasketel waar gebruik van wordt gemaakt is een Vitodens 200-W condenserende gasketel van het merk Viessmann. De ketel zorgt voor de verwarming van het sanitair warmwater in de ruimte alsook voor de verwarming van de ruimte. Als afgiftesysteem wordt er in woonzorgcentrum Hortensia in elke wooneenheid gebruik gemaakt van vloerverwarming. Onderstaande Figuur 52 geeft een voorstelling weer van de toegepaste gasketel in woonzorgcentrum Hortensia.

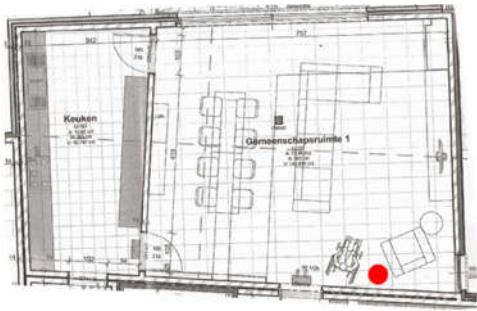


Figuur 52 Vitodens 200-W condenserende gasketel Hortensia

## 8.2.2 Metingen

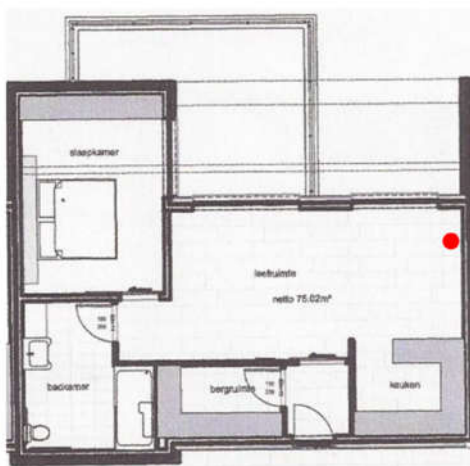
### 8.2.2.1 Locatie meetapparatuur

Een eerste locatie waar er metingen uitgevoerd zijn, is de gemeenschappelijke ruimte. In deze ruimte is er voor de bewoners de gelegenheid om tv te kijken of om deel te nemen aan activiteiten. Aan de gemeenschappelijke ruimte is ook een keuken aanwezig, deze keuken is door middel van een deur afgesloten van deze ruimte. Hier houden we dus geen rekening mee met de resultaten van de metingen. De gemeenschappelijke ruimte is ook voorzien van ramen aan één zijde. Om oververhitting in de zomer tegen te gaan is er hiervoor interne zonnewering voorzien. Op onderstaande Figuur 53 is de locatie van het meettoestel met een rode cirkel aangeduid op het plan van de gemeenschappelijke ruimte. Het meettoestel staat in deze ruimte op een kast tegen de muur op een hoogte van  $\pm 1,0$  m.



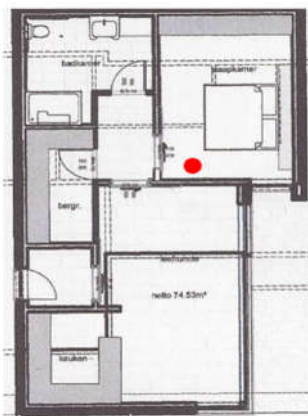
Figuur 53 Locatie meting gemeenschappelijke ruimte Hortensia

Een tweede toestel is in een wooneenheid op de eerste verdieping geplaatst. Zoals eerder vermeld heeft de wooneenheid een oppervlakte van  $\pm 75,00 \text{ m}^2$ . In deze wooneenheid is het meettoestel in de leefruimte op een kast met een hoogte van  $\pm 1,0 \text{ m}$  geplaatst. Op onderstaande Figuur 54 is de locatie van het meettoestel met een rode cirkel aangeduid op het plan van de wooneenheid. Op het plan is het ook zichtbaar dat er ramen zijn aan één kant in de leefruimte. Het grootste raam is een schuifraam met toegang tot een terras.



Figuur 54 Locatie meting wooneenheid verdieping Hortensia

Ook het laatste meettoestel is in een wooneenheid geplaatst, deze wooneenheid bevindt zich op de gelijkvloerse verdieping. Bij het plaatsen van de meettoestellen in deze wooneenheid merkten we al duidelijk op dat er een groot temperatuurverschil was met deze wooneenheid en de andere op de eerste verdieping. Hierbij is het meettoestel niet in de leefruimte, maar in de slaapkamer geplaatst zoals weergegeven op onderstaande Figuur 55.



Figuur 55 Locatie meting wooneenheid gelijkvloers Hortensia

## 8.2.2.2 Meetresultaten

In onderstaande alinea's worden de resultaten van de metingen van de temperatuur en relatieve vochtigheid toegelicht. Ook bij dit woonzorgcentrum zijn de meetresultaten opgedeeld in twee verschillende periodes, dit om een duidelijker overzicht te krijgen in de grafieken. De periodes zijn ingedeeld van 22/10/2016 t.e.m. 22/01/2017 en 22/01/2017 t.e.m. 02/05/2017. Ook is er van de week met de koudste en de warmste buitentemperatuur een gedetailleerder overzicht gemaakt.

### Temperatuur periode 22/10 – 22/01

Voor de eerste periode van de metingen is er een opmerking bij de meetresultaten van wooneenheid 13. Met het meettoestel op deze locatie hebben er zich onverwachte batterijproblemen voorgedaan waardoor er gedurende twee periodes metingen ontbreken van het meettoestel in wooneenheid 13.

Figuur 56 geeft de resultaten weer voor de temperatuurmetingen van woonzorgcentrum Hortensia gedurende de periode van 22/10/2016 t.e.m. 22/01/2017. Bij het installeren van de meettoestellen was er al duidelijk op te merken dat de temperatuur in wooneenheid 2 veel hoger aanvoelde dan in de andere opgemeten ruimtes. De metingen van de eerste periode bevestigen dit. De gemiddelde temperatuur in deze ruimte is  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  warmer dan in de andere ruimtes waar meettoestellen geplaatst zijn. Een andere opmerking bij de meetresultaten is dat de temperaturen van beide wooneenheden vrij vlak verlopen t.o.v. deze van de gemeenschappelijke ruimte. De gemeenschappelijke ruimte, de koudste ruimte van de drie, past zich redelijk hard aan in functie van de buitentemperatuur die ook voorgesteld is op Figuur 56.

In Tabel 32 is wel op te merken dat  $\pm 68\%$  van de metingen bij deze ruimte gedurende deze gemeten periode lager zijn dan de gewenste comforttemperatuur van  $22^{\circ}\text{C}$ . Een opmerking hierbij is dat de bewoners van woonzorgcentrum Hortensia niet al te veel gebruik maken van de gemeenschappelijke ruimte. De ruimte wordt tijdens de middagperiode gebruikt om samen te eten, nadien gaan de bewoners meestal terug naar hun eigen wooneenheid toe.

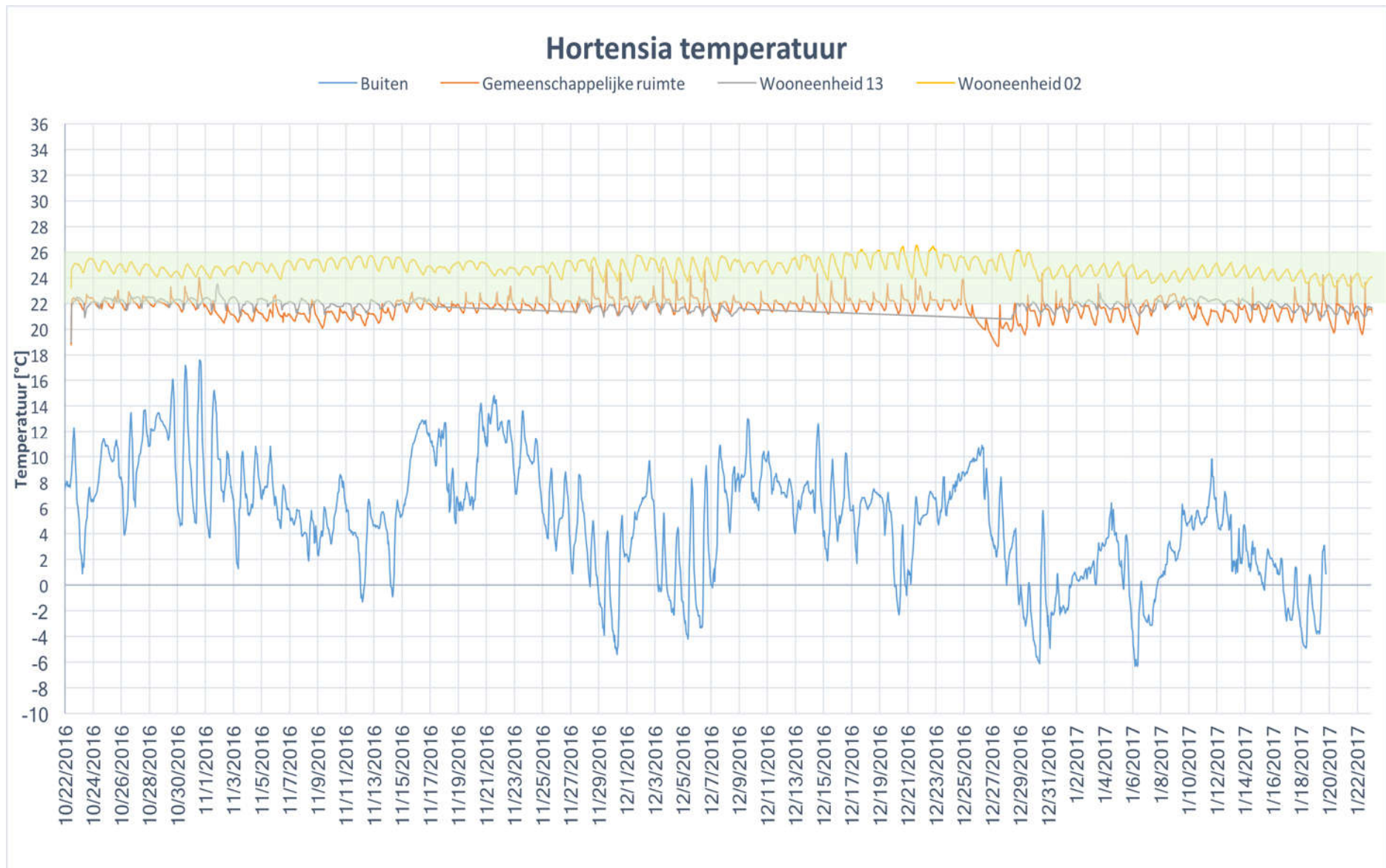
Ook voor wooneenheid 13 wordt de gemiddelde temperatuur vrij laag bevonden. Tijdens het afnemen van enquêtes is er bij de bewoners nagevraagd of ze tevreden zijn over de temperatuur in de verschillende ruimtes en dit was over het algemeen zeer goed, dit zal later in de enquêtes nog uitgebreid besproken worden. Ook voor de bewoonster van wooneenheid 13. Zij is zelf in een goede fysieke toestand om de temperatuur zelf te regelen en had als opmerking bij de enquêtes dat ze steeds zeer zuinig heeft geleefd naar verbruik van energie toe, vandaar ook de lage gemiddelde temperatuur voor deze ruimte.

Tabel 32 Temperatuur Hortensia 22/10 - 22/01

<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>	
T < 22°C	67,7%
22°C ≤ T < 26°C	32,3%
≥ 26°C	0,0%
Gemiddelde	21,6 °C
Minimum	18,7 °C
Maximum	25,2 °C

<b>Wooneenheid 13</b>	
T < 22°C	57,8%
22°C ≤ T < 26°C	42,3%
≥ 26°C	0,0%
Gemiddelde	21,9 °C
Minimum	19,0 °C
Maximum	23,5 °C

<b>Wooneenheid 02</b>	
T < 22°C	0,0%
22°C ≤ T < 26°C	98,0%
≥ 26°C	2,0%
Gemiddelde	24,8 °C
Minimum	23,2 °C
Maximum	26,5 °C



Figuur 56 Meetresultaten (22/10-22/01) temperatuur Hortensia



## Temperatuur periode 22/01 – 02/05

Figuur 57 geeft de resultaten weer van de temperatuurmetingen in woonzorgcentrum Hortensia gedurende deze tweede periode. De curves hebben grotendeels dezelfde vorm als de eerste periode. Het opvallendste verschil met de eerste periode is de lagere temperatuur van de gemeenschappelijke ruimte. Deze wordt duidelijk gemaakt in Tabel 33,  $\pm 98\%$  van de metingen zijn onder de comfortgrens van  $22^{\circ}\text{C}$ . Zoals eerder vermeld is dit grotendeels te wijten aan de afwezigheid van personen in deze ruimte. Op bepaalde dagen is het zelfs mogelijk dat er zelfs niemand in deze gemeenschappelijke ruimte aanwezig is.

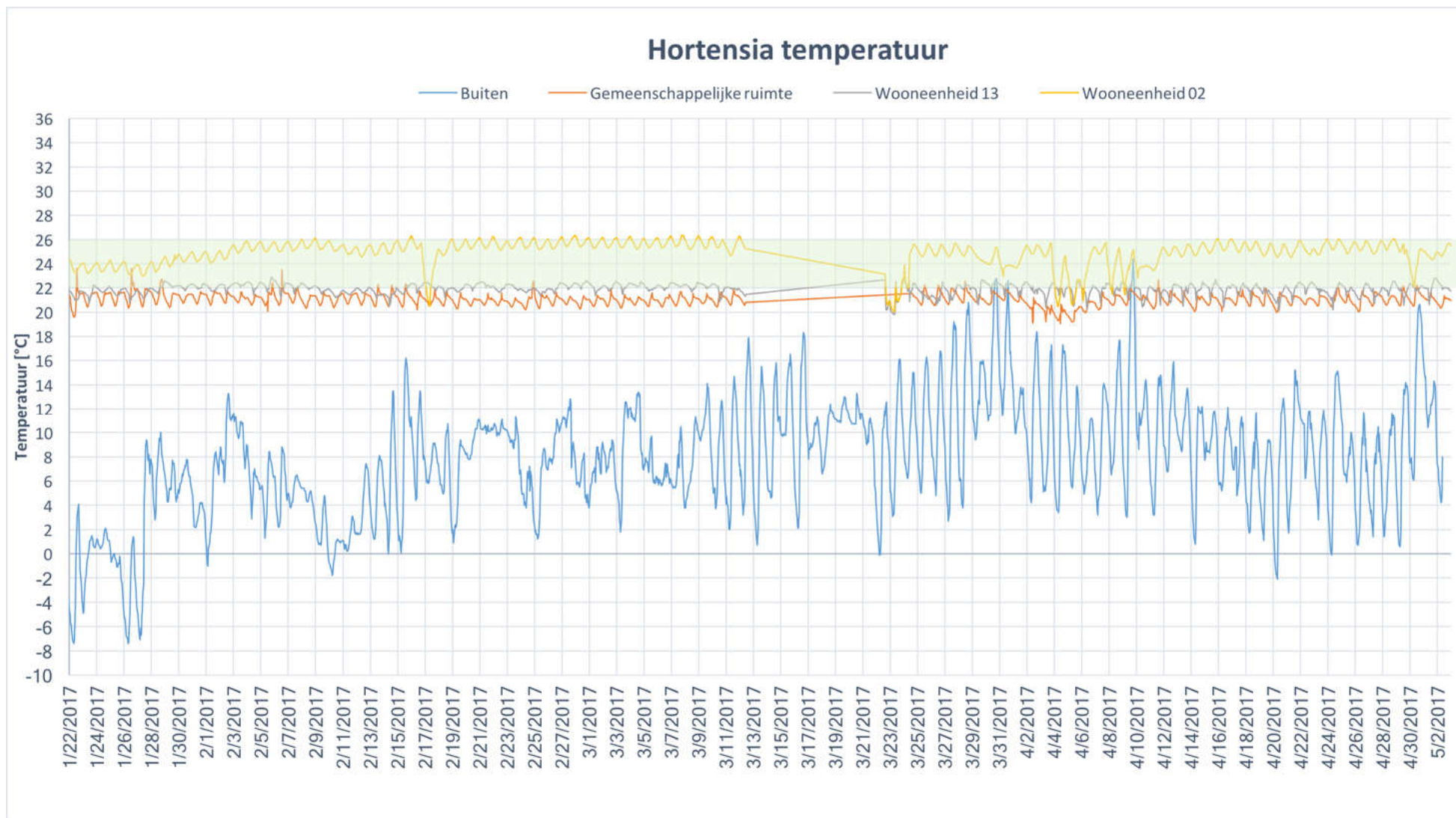
De resultaten van de wooneenheden zijn op enkele details na grotendeels hetzelfde als in de eerste periode. Ook hier is duidelijk waar te nemen dat wooneenheid 2, die gelegen is op het gelijkvloers, veel hogere temperaturen heeft dan wooneenheid 13.

Tabel 33 Temperatuur Hortensia 22/01 - 02/05

<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>	
$T < 22^{\circ}\text{C}$	98,3%
$22^{\circ}\text{C} \leq T < 26^{\circ}\text{C}$	1,7%
$\geq 26^{\circ}\text{C}$	0%
Gemiddelde	21,0 °C
Minimum	19,1 °C
Maximum	23,6 °C

<b>Wooneenheid 13</b>	
$T < 22^{\circ}\text{C}$	53,0%
$22^{\circ}\text{C} \leq T < 26^{\circ}\text{C}$	47,0%
$\geq 26^{\circ}\text{C}$	0,0%
Gemiddelde	21,9 °C
Minimum	19,8 °C
Maximum	23,5 °C

<b>Wooneenheid 02</b>	
$T < 22^{\circ}\text{C}$	3,1%
$22^{\circ}\text{C} \leq T < 26^{\circ}\text{C}$	90,8%
$\geq 26^{\circ}\text{C}$	6,1%
Gemiddelde	24,9 °C
Minimum	20,0 °C
Maximum	26,4 °C



Figuur 57 Meetresultaten (22/01-02/05) temperatuur Hortensia

### **Relatieve vochtigheid periode 22/10 – 22/01**

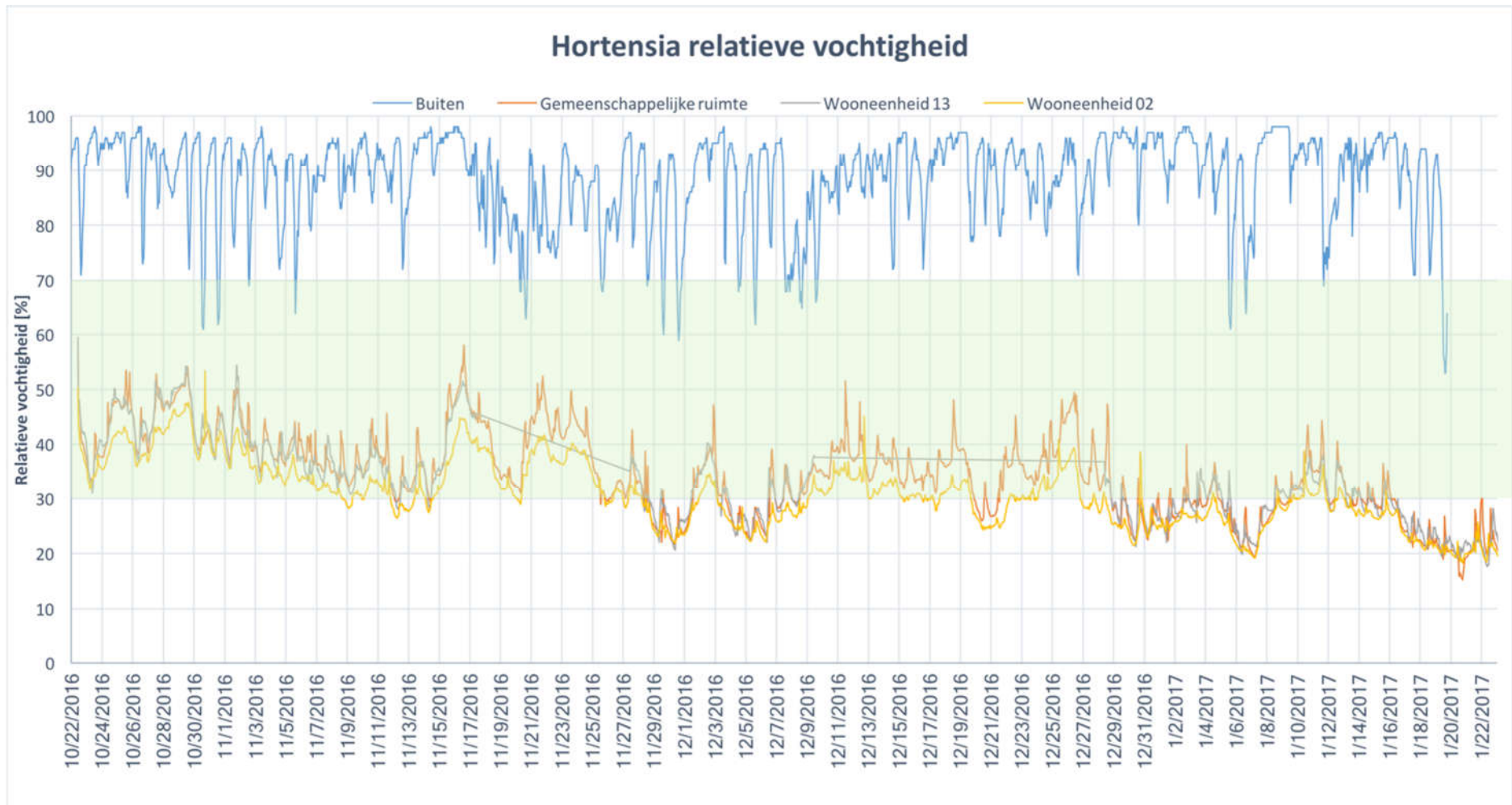
Tegen de verwachtingen in zijn de resultaten van de relatieve vochtigheid niet al te goed. Voor wooneenheid 02, gelegen op het gelijkvloers, ligt  $\pm$  45% van de meetresultaten onder de minimumgrens van een relatieve vochtigheid van 30%. Ook bij de andere twee ruimtes zijn deze waardes relatief hoog. Een opmerking bij wooneenheid 13 is dat er door het missen van een deel van de metingen het percentage van de metingen onder 30% hoger is dan normaal. Dit zal terug te zien zijn in de metingen van de tweede periode.

In Figuur 58 is wel op te merken dat de temperatuur in de ruimtes relatief constant wordt gehouden d.m.v. verwarming wanneer er een koudere periode is. Door meer te verwarmen in deze koudere periodes zal men ook de lucht verwarmen, waardoor de relatieve vochtigheid in deze lucht zal dalen. Een andere reden hiervan is dat de lucht die via de ventilatie toegevoerd wordt minder vocht bevat in koudere periodes. Omdat er in wooneenheid 02 steeds veel verwarmd wordt, kan deze lage RV-waarde zeker hierdoor verklaard worden.

Over het algemeen is de gemiddelde RV nog wel als aanvaardbaar te beschouwen in de drie verschillende ruimtes, dit omdat de gemiddelde RV boven de 30% gelegen is. Ook is er bij geen enkele van de drie gemeten ruimtes sprake van te vochtige ruimtes.

Tabel 34 Relatieve vochtigheid Hortensia 22/10 - 22/01

<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Wooneenheid 13</b>		<b>Wooneenheid 02</b>	
< 30%	29,8%	< 30%	39,4%	< 30%	45,5%
30% ≤ RV < 70%	70,2%	30% ≤ RV < 70%	60,6%	30% ≤ RV < 70%	54,5%
≥ 70 %	0,0%	≥ 70 %	0,0%	≥ 70 %	0,0%
Gemiddelde	34,6%	Gemiddelde	33,1%	Gemiddelde	30,9%
Minimum	15,3%	Minimum	17,6%	Minimum	18,2%
Maximum	58,4%	Maximum	59,5%	Maximum	53,4%



Figuur 58 Meetresultaten (22/10-22/01) relatieve vochtigheid Hortensia

## **Relatieve vochtigheid periode 22/01 – 02/05**

Figuur 59 geeft de meetresultaten weer van de relatieve vochtigheid in woonzorgcentrum Hortensia gedurende de tweede periode. Net zoals bij de eerste periode is de gele curve die wooneenheid 2 voorstelt bijna altijd lager gelegen dan de andere twee. De gemiddelde relatieve vochtigheid voor deze ruimte is nog net binnen de comfortgrens, namelijk 30% zoals te zien in Tabel 35.

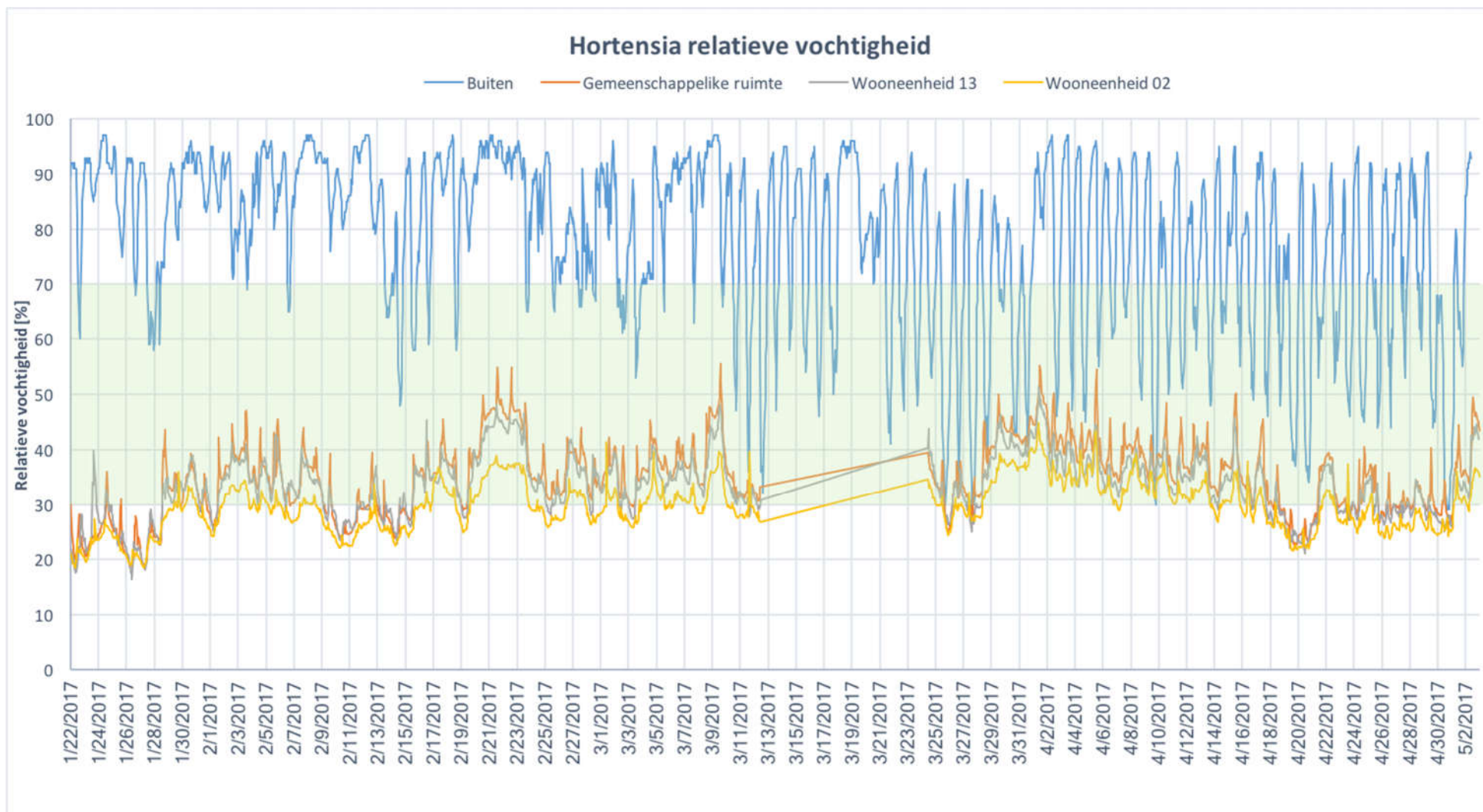
Wanneer er vergeleken wordt met de eerste periode zijn er niet al te veel wijzigingen, de verschillen tussen de gemiddelde relatieve vochtigheid zijn niet groter dan 1%. Wat wel duidelijk op te merken is, is dat de relatieve vochtigheid meestal onder de comfortgrens daalt bij de koudere periodes. Dit valt duidelijk op als men de buitentemperatuur van Figuur 58 vergelijkt met de curves op Figuur 59.

Tabel 35 Relatieve vochtigheid Hortensia 22/01 - 02/05

<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>	
< 30%	30,8%
30% ≤ RV < 70%	69,2%
≥ 70 %	0,0%
Gemiddelde	35,1%
Minimum	18,6%
Maximum	55,5%

<b>Wooneenheid 13</b>	
< 30%	28,3%
30% ≤ RV < 70%	71,7%
≥ 70 %	0,0%
Gemiddelde	33,6%
Minimum	16,4%
Maximum	52,3%

<b>Wooneenheid 02</b>	
< 30%	53,28%
30% ≤ RV < 70%	46,72%
≥ 70 %	0,00%
Gemiddelde	30,0%
Minimum	18,5%
Maximum	51,2%



Figuur 59 Meetresultaten (22/01-02/05) relatieve vochtigheid Hortensia

## Koudste & warmste week

Ook voor woonzorgcentrum Hortensia zijn er grafieken gemaakt van de koudste en de warmste week van de gemeten periode. Een korte analyse van deze twee grafieken wordt in onderstaande alinea's beschreven.

### Koudste week

Figuur 60 geeft de meetresultaten weer van woonzorgcentrum Hortensia gedurende de koudste week. In de grafiek is duidelijk op te merken dat bij een grote temperatuursverandering de binnentemperatuur van de gemeenschappelijke ruimte zich zeer snel aanpast aan de buitentemperatuur. Een reden hiervan kan zijn dat de temperatuur in deze ruimte steeds lager is, hierdoor zal deze sneller aanpassen aan de buitentemperatuur. Een andere reden is het grote glasoppervlak dat zich in deze ruimte bevindt, de warmte en koude kan snel in- en uittreden via dit glasoppervlak. Bij de overige twee ruimtes (de wooneenheden) is er geen opmerkelijk verschil met de temperatuur gedurende deze periode.

Voor de relatieve vochtigheid is er niet specifiek een verschil op te merken door de koude temperatuursveranderingen. Wel is de relatieve vochtigheid in deze periode zeer laag, de reden hiervan is de koude buitentemperaturen wat eerder al uitgelegd is bij de bespreking van de twee verschillende periodes. Onderstaande Tabel 36 geeft de gemiddelde waarden weer van de temperatuur en de relatieve vochtigheid gedurende deze koudste week. Hierbij is ook duidelijk dat de gemiddelde relatieve vochtigheid van elke ruimte onder de comfortgrens van 30% gelegen is.

Tabel 36 Gemiddeldes koudste week Hortensia

	<b>Gemiddelde temp.</b>	<b>Gemiddelde RV</b>
<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>	21,3 °C	23,5%
<b>Wooneenheid 02</b>	23,7 °C	22,0%
<b>Wooneenheid 13</b>	21,6 °C	23,8%

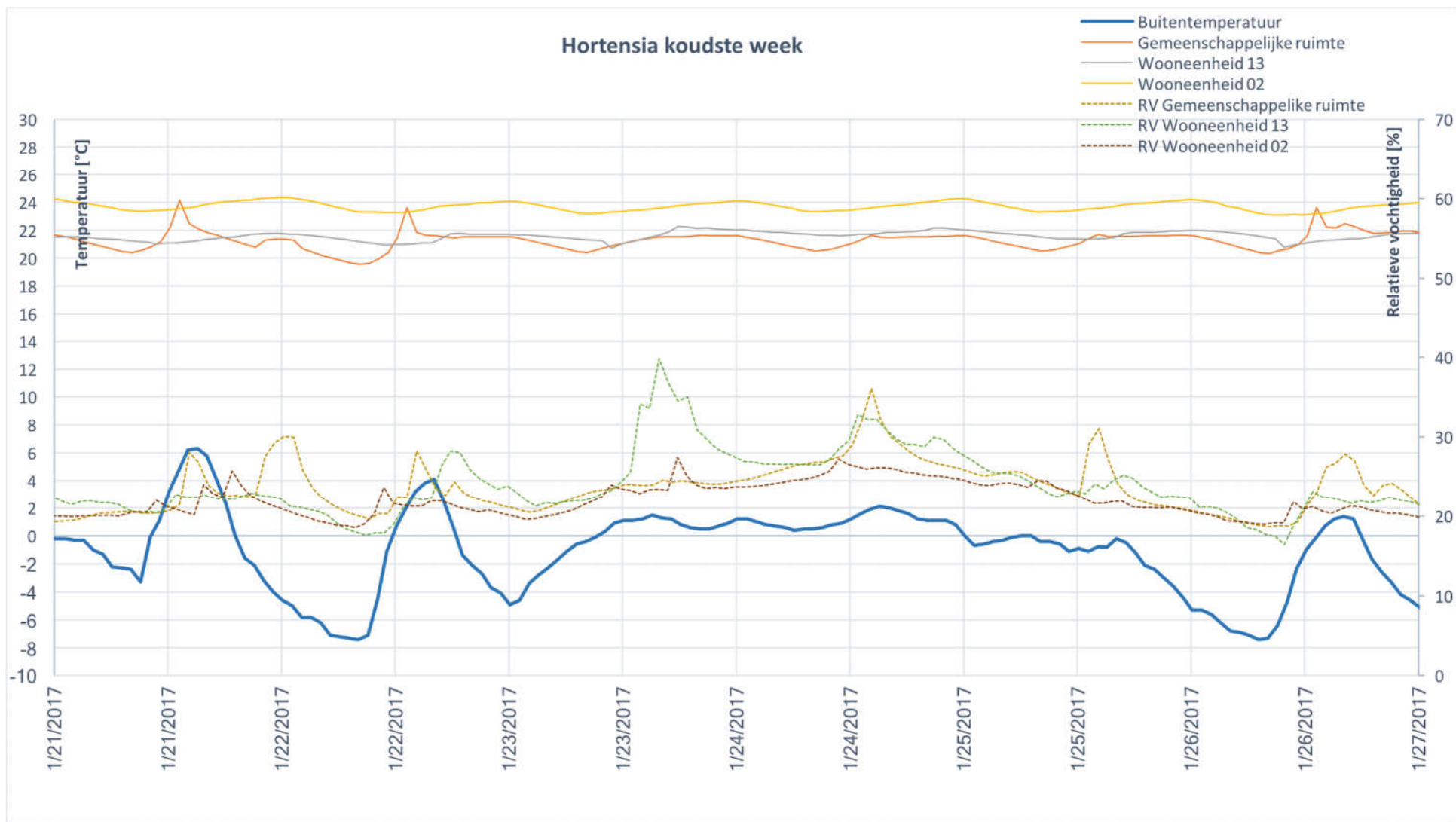
### Warmste week

Figuur 61 geeft de meetresultaten weer voor de warmste week van woonzorgcentrum Hortensia. Bij een grote stijging van de buitentemperatuur is de aanpassing van de binnentemperatuur in de drie gemeten ruimtes vrij gering. De curves volgen alle drie wel ongeveer dezelfde curve als deze van de buitentemperatuur, maar er is geen grote stijging of daling op te merken. De temperatuur in de ruimtes stijgt maximum  $\pm 1^\circ\text{C}$  wanneer de buitentemperatuur op zijn maximale temperatuur zit.

Bij de relatieve vochtigheid lopen de curves gedeeltelijk gelijkmatig. Opvallend is wanneer een warmere temperatuur zich een week vasthoudt, de relatieve vochtigheid tegen het einde van deze week in elke ruimte gestegen is met  $\pm 15\%$ . De relatieve vochtigheid in de warmste week ligt dus beduidend hoger dan in de koudste week, wat ook weergegeven is in Tabel 37.

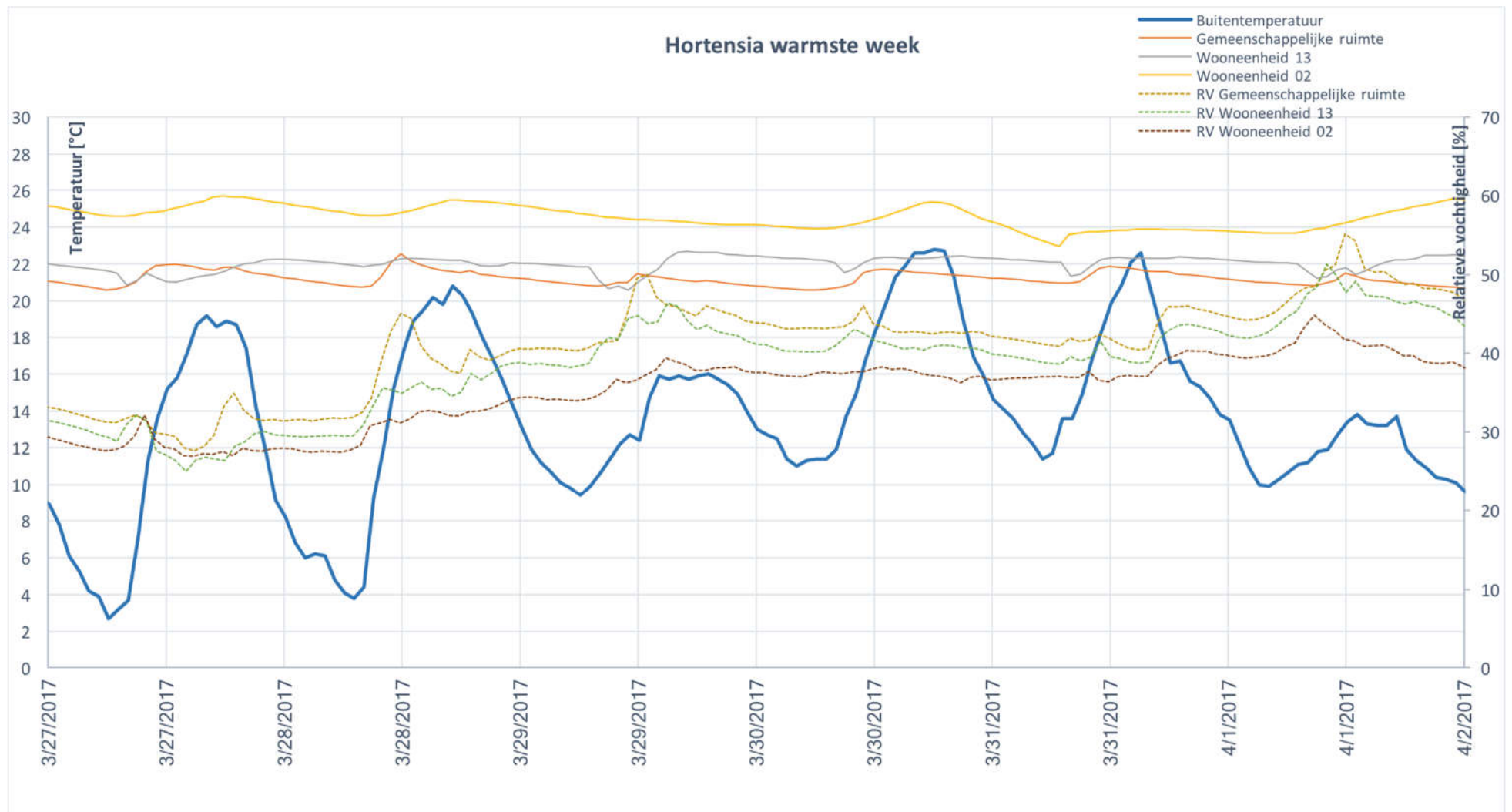
Tabel 37 Gemiddeldes warmste week Hortensia

	<b>Gemiddelde temp.</b>	<b>Gemiddelde RV</b>
<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>	21,1 °C	41,4%
<b>Wooneenheid 02</b>	24,1 °C	34,4%
<b>Wooneenheid 13</b>	22,0 °C	38,7%



Figuur 60 Hortensia koudste week





Figuur 61 Hortensia warmste week

## Besluit metingen:

Onderstaande Tabel 38 en Tabel 39 geven de resultaten weer van de temperatuur en de relatieve vochtigheid in woonzorgcentrum Hortensia gedurende heel de gemeten periode. Wanneer we de temperatuur in de verschillende ruimtes bekijken over de hele periode is er één toestel dat een veel hogere gemiddelde temperatuur meet dan de andere twee.

Het toestel in wooneenheid 2, gelegen op het gelijkvloers, meet over de hele periode een gemiddelde temperatuur van 24,8°C. In de andere wooneenheid is de gemiddelde temperatuur  $\pm 3^\circ\text{C}$  lager. Deze grote verschillen in temperaturen zijn vooral te wijten aan het gebruikersgedrag. De meeste bewoners van woonzorgcentrum Hortensia hebben slechts een geringe zorgbehoefte. De bewoonster van wooneenheid 2 is steeds een energiebewuste bewoonster geweest en zal de verwarming nooit te hoog zetten. De twee bewoners die in wooneenheid 2 wonen zijn het tegenovergestelde van deze bewoonster. Zij hebben steeds graag een warme temperatuur in de kamer, ook 's nachts zijn de temperaturen nog vrij hoog. Deze parameters verklaren dus de grote verschillen in temperatuur van beide wooneenheden.

Tabel 38 Temperatuur Hortensia volledige periode

<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Wooneenheid 13</b>		<b>Wooneenheid 02</b>	
T < 22°C	83,4%	T < 22°C	54,9%	T < 22°C	1,5%
22°C ≤ T < 26°C	16,6%	22°C ≤ T < 26°C	45,1%	22°C ≤ T < 26°C	94,4%
≥ 26°C	0%	≥ 26°C	0,0%	≥ 26°C	4,0%
Gemiddelde	21,35 °C	Gemiddelde	21,9 °C	Gemiddelde	24,8 °C
Minimum	18,65 °C	Minimum	19,0 °C	Minimum	20,0 °C
Maximum	25,16 °C	Maximum	23,5 °C	Maximum	26,5 °C

In de drie ruimtes, waar de meettoestellen bij woonzorgcentrum Hortensia geplaatst zijn, is overal een gemiddelde relatieve vochtigheid gemeten die tussen de comfortgrenzen ligt. Wel leunen de drie ruimtes dicht aan bij de ondergrens hiervan. Van deze drie ruimtes is wooneenheid 2 de ruimte met de laagste gemiddelde relatieve vochtigheid. Dit is te verklaren door de hoge gemiddelde temperatuur die in deze ruimte aanwezig is.

Tabel 39 Relatieve vochtigheid Hortensia volledige periode

<b>Gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Wooneenheid 13</b>		<b>Wooneenheid 02</b>	
< 30%	30,3%	< 30%	32,9%	< 30%	49,34%
30% ≤ RV < 70%	69,7%	30% ≤ RV < 70%	67,1%	30% ≤ RV < 70%	50,66%
≥ 70 %	0,0%	≥ 70 %	0,0%	≥ 70 %	0,00%
Gemiddelde	34,8%	Gemiddelde	33,4%	Gemiddelde	30,49%
Minimum	15,3%	Minimum	16,4%	Minimum	18,23%
Maximum	58,4%	Maximum	59,5%	Maximum	53,42%

## 8.2.3 Energieverbruik

### Berekening energieverlies

De transmissieverliezen worden berekend op basis van de bouwmaterialen besproken in hoofdstuk 8.2.1.1. In Tabel 40 zijn de gegevens van de onderzochte ruimtes van Hortensia weergegeven. Het berekende energieverlies van de vertrekken gedurende de maand januari en februari van 2017 zijn weergegeven in Tabel 41.

Tabel 40 Hortensia energieverliesberekening gegevens ruimtes

Ruimte	Bruto vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Oriëntatie
Gemeenschappelijke ruimte	99,1	262,6	O
Appartement 13	95,6	253,3	O
Appartement 02	95,1	252,0	W

Tabel 41 Hortensia energieverliesberekening resultaten ruimtes

Ruimte	E totaal [kWh]	E totaal/m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gemeenschappelijke ruimte	2336	23,6
Appartement 13	2185	22,9
Appartement 02	2319	24,4

### Werkelijk energiegebruik

Appartementen 02 en 13 zijn beide voorzien van een condenserende gasketel die instaat voor de productie van het sanitair warmwater en de verwarming van het appartement. De condenserende gasketel in de gemeenschappelijke ruimte verwarmt naast de ruimte zelf ook de gang en voorziet de gemeenschappelijke ruimte ook van sanitair warmwater. Het werkelijk energieverbruik wordt enkel van de onderzochte appartementen geanalyseerd vermits niet ieder appartement van het woonzorgcentrum tijdens de periode van november 2015 tot november 2016 bezet was. Tabel 42 geeft het werkelijk jaarlijks primair gasverbruik weer voor de verschillende ruimtes. Enkel het jaarlijks energieverbruik is ter beschikking gesteld, er zijn geen maandelijkse gegevens over het energieverbruik. Het jaarlijks verbruik per bruto-vloeroppervlakte bedraagt 53,1 kWh/m<sup>2</sup>. Het jaarlijks energieverbruik van appartement 02 is bijna het tweevoudig van het energieverbruik van appartement 13. Bij de analyse van de metingen in hoofdstuk 8.2.2.2 blijkt dat de gemiddelde temperaturen in appartementen 02 en 13 respectievelijk 21,9 °C en 24,8 °C bedragen gedurende de periode van 22/10 tot 02/05, dit is een oorzaak van het hoger energieverbruik van appartement 02. De lage waarde van de gemeenschappelijke ruimte is deels te wijten aan het grote vloeroppervlakte van de gang die ingesloten is door de warmere appartementen waardoor het energieverbruik van de gang relatief laag is t.o.v. de appartementen.

Tabel 42 Hortensia primair gasverbruik

Ruimte	Jaarlijks verbruik [kWh]	Brute vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	Jaarlijks verbruik per bruto vloer opp. [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gemeenschappelijke ruimte en gang	10617	279,4	38,0
Appartement 13	4975	91,3	54,5
Appartement 02	8928	91,1	98,0
<b>Totaal:</b>	<b>24520</b>	<b>503,1</b>	<b>53,1</b>

### **Besluit energieverbruik**

Het berekende energieverlies is uitgevoerd voor de maanden januari en februari van 2017, echter is er niets gekend van het werkelijk maandelijks energieverbruik van de gasketels van Hortensia. Dit maakt het niet mogelijk een goede vergelijking van de twee te maken. Er valt wel op te merken dat de berekende warmteverliezen per bruto-vloeroppervlakte kort bij elkaar liggen terwijl dit voor het werkelijk energieverbruik niet het geval is. Het ongekende verbruik van het sanitair warmwater is een mogelijke reden van het verschil in energieverbruik.

## 8.2.4 Enquêtes

In vorig hoofdstuk van woonzorgcentrum Hortensia is al besproken hoe de enquêtes gestructureerd zijn. Voor woonzorgcentrum Hortensia is er een uitzondering. Omdat dit niet echt een woonzorgcentrum is, maar meer het concept van assistentiewoningen, is er hier geen personeel beschikbaar voor de bewoners. Bewoners van dit woonzorgcentrum hebben ook nog niet de zorg nodig zoals deze van de andere twee besproken woonzorgcentra. Daarom zijn er van dit woonzorgcentrum enkel enquêtes van de bewoners beschikbaar. Bij de ondervraagde bewoners is er naar twee verschillende ruimtes gevraagd. Namelijk de kamers (wooneenheden) van de bewoners zelf en de gemeenschappelijke ruimte. In deze gemeenschappelijke ruimte zijn de bewoners wel niet zo veel aanwezig zoals in de andere twee woonzorgcentra.

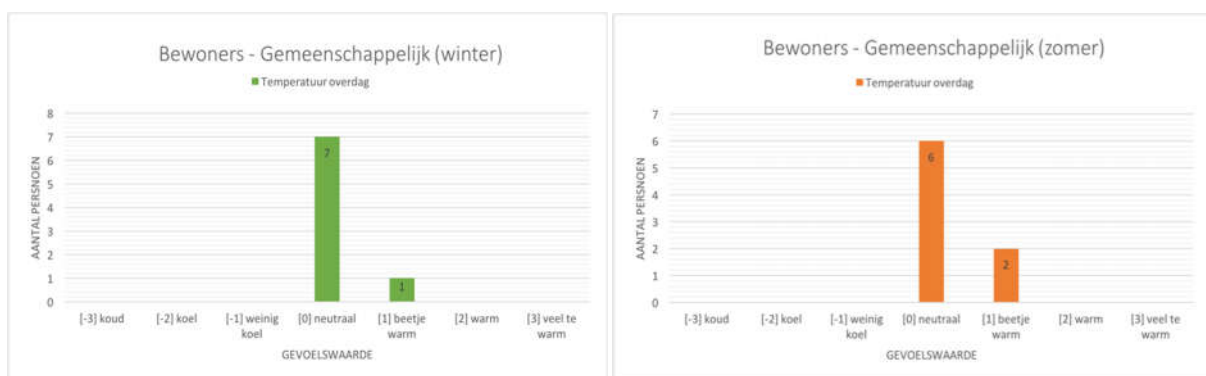
Er zijn voor dit woonzorgcentrum acht enquêtes afgenomen van personen met een leeftijd gelegen tussen de 64-85 jaar. Ook bij dit woonzorgcentrum is de verhouding van ondervraagde mannen en vrouwen niet gelijk verdeeld. Van de afgenomen enquêtes zijn er twee mannen ondervraagd en zes vrouwen. Een opmerking bij de afgenomen enquêtes is dat de directrice van dit woonzorgcentrum telkens aanwezig was bij het afnemen van de enquêtes. Deze aanwezigheid kan een positieve invloed hebben op de resultaten.

### 8.2.4.1 Temperatuur

In volgende alinea's wordt een analyse uitgevoerd van de resultaten van de enquêtes wat betreft de dag- en nachttemperatuur in de verschillende ruimtes. Onderstaande grafieken zullen de resultaten van de enquêtes grafisch weergeven. Op het einde van dit hoofdstuk wordt er een besluit gemaakt rond beide parameters, zowel temperatuur als ventilatie.

#### Gemeenschappelijke ruimte

Figuur 62 en Figuur 63 geven de resultaten weer van de gemeenschappelijke ruimte in woonzorgcentrum Hortensia. Omdat de bewoners enkel overdag in deze ruimte komen, zijn enkel de temperaturen van overdag zichtbaar in de grafieken. Het merendeel van de ondervraagde bewoners hebben een neutraal gevoel, dit zowel voor winter- als zomersituatie. In de wintersituatie is er één bewoner die de ruimte aanvoelt als "een beetje warm". Voor de zomersituatie zijn dit twee bewoners.

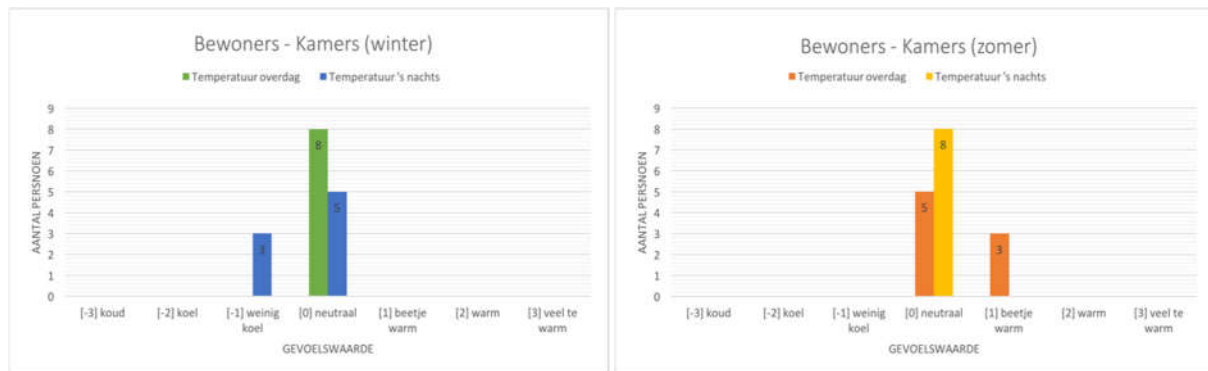


Figuur 62 Enquêteresultaten temperatuur Hortensia - bewoners gemeenschappelijk (winter)      Figuur 63 Enquêteresultaten temperatuur Hortensia - bewoners gemeenschappelijk (zomer)

## Kamers

Figuur 64 en Figuur 65 geven de enquêteresultaten weer van het temperatuurgevoel in de kamers van de bewoners. Voor de wintersituatie geven al de bewoners voor de temperatuur overdag een neutraal gevoel voor deze ruimte. Voor de nachttemperatuur in de wintersituatie zijn de resultaten verdeeld. De meeste bewoners geven hier nog een neutraal gevoel als gevoelswaarde, maar 3 van de 8 bewoners ervaren de temperatuur in deze ruimte meer als “weinig koel”.

Voor de nachttemperatuur tijdens de zomersituatie zijn de bewoners allemaal zeer tevreden. Wat de temperatuur overdag betreft geven 3 van de 8 bevroagden een +1 gevoelswaarde aan deze ruimte, wat overeenkomt met een gevoel van “een beetje warm”.



Figuur 64 Enquêteresultaten temperatuur Hortensia - bewoners kamers (winter)      Figuur 65 Enquêteresultaten temperatuur Hortensia - bewoners kamers (zomer)

### 8.2.4.2 Ventilatie

Ook voor het onderdeel ventilatie zijn er in woonzorgcentrum Hortensia enquêtes afgenomen. Hortensia is een vrij recent woonzorgcentrum met een zeer goed werkend ventilatiesysteem. Bij het analyseren van de enquêtes is ook gebleken dat dit ook zo waargenomen wordt door de verschillende bewoners. Niemand van de bewoners had klachten naar vocht, droge lucht, onfrisse lucht of tocht toe. Daarnaast had geen enkele van de ondervraagde bewoner een probleem van hoofd- of keelpijn als gevolg van de luchtkwaliteit. Omdat deze resultaten zeer goed zijn, worden deze niet verder meer geanalyseerd d.m.v. grafieken.

### 8.2.4.3 Besluit enquêtes

De enquêtes die afgenomen zijn in woonzorgcentrum Hortensia zijn de meest positieve van de drie verschillende woonzorgcentra. Dit komt grotendeels omdat deze gebouwen nog het recentst gebouwd zijn, maar ook door de zelfstandigheid van de bewoners hier. Al de mensen in woonzorgcentrum Hortensia zijn zelf nog in staat om ramen te openen of de verwarming aan te passen op hun kamer.

Over het onderwerp ventilatie van dit woonzorgcentrum is er geen verdere analyse gemaakt omdat er van al de ondervraagde bewoners geen enkel negatief punt was aan te merken. In vorig hoofdstuk waar de metingen besproken zijn, was wel op te merken dat relatieve vochtigheid in bepaalde koudere periodes vrij laag was in de drie ruimtes. Dit is wel opvallend dat niemand van de bewoners daardoor klachten heeft van droge lucht of dergelijke.

## 8.2.5 Thermisch comfort

Ook voor woonzorgcentrum Hortensia is een berekening van het thermisch comfort voor de bewoners uitgevoerd. Dit ook weer op de twee verschillende manieren a.d.h.v. de metingen en de enquêtes die uitgevoerd zijn. Omdat in woonzorgcentrum Hortensia geen personeel aanwezig is, is dit enkel voor de bewoners uitgevoerd.

### Berekend thermisch comfort

Net zoals bij woonzorgcentrum Demerhof is er gebruik gemaakt van de binnen- en buitentemperatuur, maar ook van de andere aannames en berekeningen zoals gemiddelde stralingstemperatuur, metabolisme... voor de berekening van het thermisch comfort. Voor meer uitleg over de aannames en berekening wordt er verwezen naar hoofdstuk 0 en de methodologie van dit onderzoek.

Tabel 43 geeft de resultaten weer van het berekend thermisch comfort voor de bewoners van woonzorgcentrum Hortensia. Ook voor dit woonzorgcentrum zijn de resultaten van thermisch comfort zeer goed, al de berekende waardes liggen binnen het comfortgebied van -0,5 en 0,5.

Tabel 43 Berekend thermisch comfort bewoners Hortensia

	Periode	Ruimte	Binnenlucht temperatuur [°C]	Gemiddelde stralingstemperatuur [°C]	Relatieve luchtsnelheid [m/s]	RV [%]	Metabolisme [W/m <sup>2</sup> ]	Kleding isolatie [clo]	PMV	PPD [%]
Bewoners Hortensia	Koudste week	Gemeenschappelijke ruimte	21,28	20,57	0,1	23,5	70	1	-0,28	7
		Kamers	22,63	21,86	0,1	22,9	70	1	-0,01	5
	Warmste week	Gemeenschappelijke ruimte	21,11	20,86	0,1	41,4	70	1	-0,17	6
		Kamers	23,07	22,62	0,1	36,6	70	1	0,2	6

### Werkelijk thermisch comfort

Onderstaande Tabel 44 geeft de resultaten weer van het werkelijk thermisch comfort van woonzorgcentrum Hortensia. Deze resultaten zijn berekend aan de hand van de enquêtes die afgenomen zijn bij de bewoners. Tijdens deze enquête hebben de bewoners een vraag moeten beantwoorden over de gevoelswaarde van de temperatuur overdag. Op deze vraag was een antwoord met een gevoelswaarde tussen de -3 en 3 van toepassing. De gemiddelde waardes die bekomen zijn staan in onderstaande Tabel 44. De PPD-waarde in de tabel is hierbij ook berekend volgens de formule in Figuur 3 die eerder in de literatuurstudie besproken is.

Voor zowel de gemeenschappelijke ruimte als de wooneenheden zijn de PMV-waardes binnen het comforttabel gebied gelegen. Dit was vooraf zeer voorspelbaar omdat de enquêtes die afgenomen zijn bij woonzorgcentrum Hortensia zeer positief werden bevonden. De PMV-waarde voor de bewoners in de wooneenheden (winter) bedraagt zelfs 0, dit wil zeggen dat het gevoel zeer comfortabel is en dus een perfecte neutrale waarde.

Tabel 44 Resultaten PMV-enquêtes Hortensia

			<i>Kamers</i>		<i>Gemeenschappelijk</i>	
			<i>Winter</i>	<i>Zomer</i>	<i>Winter</i>	<i>Zomer</i>
Hortensia	Bewoners	PMV	0,0	0,4	0,1	0,3
		PPD	5,0	7,9	5,3	6,3

### **Besluit thermisch comfort**

Het besluit wat thermisch comfort betreft is vrij kort voor woonzorgcentrum Hortensia. Net zoals bij woonzorgcentrum Demerhof is het maken van een vergelijking tussen het berekend thermisch comfort en het werkelijk thermisch comfort voor de zomerperiode niet mogelijk. De berekende PMV-waarden van het thermisch comfort liggen allemaal binnen de comfortgrens van -0,5 en 0,5. Dit is ook zo voor het werkelijke comfort dat bekomen is a.d.h.v. de enquêtes. De afwijkingen tussen het werkelijk en berekend comfort zijn ook vrij klein, er zit een maximaal verschil van 0,3 en dit voor de gemeenschappelijke ruimte.

#### **8.2.6 Conclusie woonzorgcentrum Hortensia**

Uit voorgaand onderzoek kan geconcludeerd worden dat woonzorgcentrum Hortensia een zeer aangename instelling vormt voor het thermisch comfort van de bewoners. Personeelsleden zijn in dit woonzorgcentrum niet aanwezig omdat het meer de structuur heeft van serviceflats. Bewoners hebben hier een geringe zorgbehoefte nodig en zijn zich allemaal voldoende bewust van de werking van de regeling van de verwarming in hun wooneenheden. Dit is ook de voornaamste reden van de zeer goede resultaten van het thermisch comfort voor Hortensia.



## 8.3 Woonzorgcentrum Den Akker

Woon-en zorgcentrum Den Akker bevindt zich in Sint-Truiden en bestaat uit twee verschillende delen, namelijk een oud deel van het gebouw en het nieuwe deel. De aanwezigheid van deze twee verschillende delen in het woonzorgcentrum maakte het zeer interessant om de metingen van deze twee te vergelijken met elkaar.

### 8.3.1 Analyse gebouw

Het oude gedeelte van het gebouw is verwezenlijkt in 1996. Het gebouw bestaat uit een gelijkvloerse verdieping en een eerste verdieping, op het gelijkvloerse niveau zijn er 14 wooneenheden ter beschikking, op de verdieping is dit één kamer meer dus 15 wooneenheden. Ook is er op beide verdiepingen een gemeenschappelijke ruimte waar de bewoners kunnen eten of samenzitten. De kamers in het oude gedeelte zijn ongeveer allemaal identiek en hebben een oppervlakte van ongeveer 20 tot 25 m<sup>2</sup> per wooneenheid.

In 2014 is er een groot deel bijgebouwd zodat er een uitbreiding was van 60 wooneenheden. De inkomhal van het nieuwe deel maakt een verbinding met het oude gebouw. De 60 wooneenheden in het nieuwe gebouw zijn opgedeeld in 4 leefgroepen. Per leefgroep is er een gemeenschappelijke ruimte voorzien met 15 kamers die hieraan grenzen. De kamers van het nieuwe gedeelte zijn qua oppervlakte identiek aan deze van het oude gebouw en bedragen ook 20 tot 25 m<sup>2</sup>.

#### 8.3.1.1 Opbouw woonzorgcentrum

Informatie over de opbouw van de constructiedelen van de nieuwbouw uitbreiding van het jaar 2014 wordt achterhaald via het lastenboek dat verkregen is via het woonzorgcentrum. De opbouw van de scheidingsconstructies van het oude gedeelte van het woonzorgcentrum zijn niet gekend, hiervoor zullen aannames gemaakt worden.

#### Oude gedeelte

Net zoals bij woonzorgcentrum Hortensia wordt er voor de belangrijkheid van de beglazing in de gevels verwezen naar hoofdstuk 8.1.1.1. Hierin is voor woonzorgcentrum Demerhof al uitgebreid beschreven wat de invloed van de beglazing kan zijn in zowel winter- als zomersituatie.

Onderstaande Tabel 29 geeft de resultaten weer van de verhouding glas per gevel in woonzorgcentrum Den Akker. Voor dit woonzorgcentrum is de verhouding van de beglazing per geveloppervlak opgedeeld in het oude gebouw en het nieuwe gebouw. Op het einde van dit hoofdstuk wordt dit ook voor het gehele woonzorgcentrum berekend. De totale geveloppervlakte van het oude gedeelte van woonzorgcentrum Den Akker bedraagt 1266 m<sup>2</sup>, 25,5% van deze oppervlakte bestaat uit een glazen oppervlak. Wanneer de verdeling per oppervlakte bekeken wordt, is net zoals bij woonzorgcentrum Hortensia het grootste aandeel aan ramen zuidelijk georiënteerd.

Tabel 45 Verhouding beglazing per gevel oude gebouw Den Akker

WZC	Gevel oriëntatie	Totale opp. gevel [m <sup>2</sup> ]	Opp. glas [m <sup>2</sup> ]	Verhouding glas/gevel [%]	Verdeling beglazing per gevel [%]
Den Akker (oud)	N	342	93,3	27,3	28,9
	O	294	35,0	11,9	10,8
	Z	343	163,8	47,8	50,7
	W	287	31,2	10,9	9,7
	<b>Totaal:</b>	<b>1266</b>	<b>323,2</b>	<b>25,5</b>	<b>100,0</b>

Net zoals bij de twee andere woonzorgcentra is de verhouding tussen het oppervlakte aan glas en bruto-vloeroppervlakte berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in Tabel 46, de verhouding bedraagt 19,2% voor het oude gedeelte van woonzorgcentrum Den Akker.

Tabel 46 Venster-vloer verhouding oude gebouw Den Akker

Bruto vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	Venster-vloer verhouding [%]
1687,4	19,2

De plannen van het oude gedeelte van het woonzorgcentrum geven aan dat de totale dikte van de buitenmuur 30 cm bedraagt. Het gevelmetselwerk heeft een dikte van 10 cm, de spouw 6 cm en het binnenmetselwerk 14 cm. In het lastenboek is gegeven dat het gebruikte isolatiemateriaal gestudeerde polystyreen is met een dikte van 4 cm. Via tabel A.14a bis van het transmissiereferentiedocument [25] blijkt dat kan aangenomen worden dat het XPS-materiaal een  $\lambda$ -waarde van 0,040 W/mK heeft (Tabel 47). De EPB-software geeft een U-waarde van 0,59 W/m<sup>2</sup>K.

Tabel 47 Den Akker oud gedeelte opbouw buitenmuur

Buitenmuur	$\lambda$ -waarde [W/mK]	dikte [m]
Gevelmetselwerk		0,10
Matig geventileerde spouwmuur		0,02
Spouwisolatie: XPS	0,040	0,04
Snelbouwmetselwerk		0,14
Pleisterwerk		0,01
<b>U-waarde [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>0,59</b>	

Over de vloer op kelder is niets gekend, noch de dikte noch de gebruikte materialen. Volgens de bijlage H.4.2 [25] mag er aangenomen worden dat de isolatiedikte 10 cm bedraagt. Mits het isolatiemateriaal onbekend is, wordt er gerekend met een  $\lambda$ -waarde van 0,050 W/mK voor de isolatie. De totale warmteweerstand van de vloer met uitzondering van de isolatie kan berekend worden met een dikte van 20 cm en een  $\lambda$ -waarde van 1,33 W/mK. Met deze gegevens wordt een U-waarde van 0,71 W/m<sup>2</sup>K verkregen voor de vloer.

De dikte en de gebruikte materialen van het plat dak zijn ook niet bekend. Volgens de bijlage H.3.2 [25] mag er aangenomen worden dat de isolatiedikte 7 cm bedraagt. Mits het isolatiemateriaal onbekend is, wordt er gerekend met een  $\lambda$ -waarde van 0,050 W/mK voor de isolatie. De warmteweerstand van het dak, met uitzondering van de isolatie, kan berekend worden met een dikte van 20 cm en een  $\lambda$ -waarde van 1,80 W/mK. Met deze gegevens wordt een U-waarde van 0,60 W/m<sup>2</sup>K verkregen voor het plat dak.

Over de vensters is enkel gekend dat er gebruik gemaakt is van dubbel glas en een profiel van kunststof. Uit de bijlage H.5.1 en H.5.2 [25] volgt een  $U_f$ -waarde van 2,9 W/m<sup>2</sup>K en een  $U_g$ -waarde van 2,8 W/m<sup>2</sup>K. Dit maakt dat de vensters een gemiddelde U-waarde van 3,01 W/m<sup>2</sup>K hebben.

De volledige weergaven van de constructiedelen van het oude gedeelte van Den Akker wordt in Tabel 48 weergegeven.

Tabel 48 Den Akker oud gedeelte overzicht constructiedelen

Constructiedeel	U-waarde [W/m <sup>2</sup> K]
Buitenmuur	0,59
Vloer op kelder	0,71
Plat dak	0,60
Venster gem.	3,01

### Nieuwe gedeelte

Onderstaande Figuur 66 geeft een voorstelling van woonzorgcentrum den Akker. Op deze afbeelding is het nieuwe gedeelte van het woonzorgcentrum voorgesteld.



Figuur 66 Gevel woonzorgcentrum Den Akker

Als er een vergelijking gemaakt wordt tussen de verhouding beglazing per gevel van het oude en het nieuwe gebouw valt er op te merken dat de verhouding quasi gelijk is voor beide gebouwen. Het nieuwe gebouw heeft  $\pm 1\%$  meer oppervlakte aan ramen dan het oude gebouw. Een opvallend item in onderstaande Tabel 49 is de verdeling beglazing per gevel. De verdeling is zeer verschillend verdeeld t.o.v. het oude gebouw, de geveloriëntatie met het grootste aandeel beglazing is namelijk het oosten voor het nieuwe gebouw.

Tabel 49 Verhouding beglazing per gevel nieuwe gebouw Den Akker

WZC	Gevel oriëntatie	Totale opp. gevel [m <sup>2</sup> ]	Opp. glas [m <sup>2</sup> ]	Verhouding glas/gevel [%]	Verdeling beglazing per gevel [%]
Den Akker (nieuw)	N	770	143,1	18,6	24,9
	O	335	171,1	51,0	29,7
	Z	724	130,6	18,0	22,7
	W	335	130,9	39,0	22,7
	<b>Totaal:</b>	<b>2165</b>	<b>575,6</b>	<b>26,6</b>	<b>100,0</b>

Ook is voor het nieuwe gedeelte de verhouding tussen het oppervlakte aan glas en bruto-vloeroppervlakte berekend. Onderstaande Tabel 50 geeft hiervan het resultaat weer.

Tabel 50 Venster-vloer verhouding nieuwe gebouw Den Akker

Bruto vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	Venster-vloer verhouding [%]
4027,6	14,3

Om een overzicht te krijgen van de verhouding glas per gevel van het totale woonzorgcentrum zijn vorige gegevens in één tabel samengevat. Onderstaande Tabel 51 en Tabel 52 geven de resultaten weer van de totale verhouding beglazing per gevel en de totale venster-vloerverhouding per gevel voor woonzorgcentrum Den Akker.

Tabel 51 Totale verhouding beglazing per gevel Den Akker

WZC	Gevel oriëntatie	Totale opp. gevel [m <sup>2</sup> ]	Opp. glas [m <sup>2</sup> ]	Verhouding glas/gevel [%]	Verdeling beglazing per gevel [%]
Den Akker (totaal)	N	1111	236,4	21,3	26,3
	O	629	206,1	32,8	22,9
	Z	1067	294,3	27,6	32,7
	W	623	162,1	26,0	18,0
	<b>Totaal:</b>	<b>3430</b>	<b>898,8</b>	<b>26,2</b>	<b>100,0</b>

Tabel 52 Totale venster-vloer verhouding Den Akker

Bruto vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	Venster-vloer verhouding [%]
5715,0	15,7

Uit de EPB-aangifte blijkt dat de buitenmuren van het nieuwe gedeelte 10 cm XPS bevatten met een  $\lambda$ -waarde van 0,023 W/mK. De volledige opbouw van de buitenmuur is weergegeven in Tabel 53. Deze opbouw heeft een U-waarde van 0,16 W/m<sup>2</sup>K.

Tabel 53 Den Akker nieuw gedeelte opbouw buitenmuur

Buitenmuur	$\lambda$ -waarde [W/mK]	dikte [m]
Gevelmetselwerk		0,09
Matig geventileerde spouwmuur		0,02
Spouwisolatie: XPS	0,023	0,1
Snelbouwmetselwerk		0,19
Pleisterwerk		0,01
<b>U-waarde [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>0,16</b>	

De vloer op kelder bevat ook XPS, maar met een  $\lambda$ -waarde van 0,037 W/mK en een dikte van 8 cm. Ook wordt er gebruik gemaakt van een isolerende hellingsbeton met een  $\lambda$ -waarde van 0,15 W/mK. De volledige opbouw is weergegeven in Tabel 54. De vloer heeft een U-waarde van 0,26 W/m<sup>2</sup>K.

Tabel 54 Den Akker nieuw gedeelte opbouw vloer

Vloer op kelder	$\lambda$ -waarde [W/mK]	dikte [m]
Betonnen vloerplaat		0,25
Hellingsbeton	0,15	0,05
Isolatie: XPS	0,037	0,08
Chapelaag		0,07
Vloerafwerking		0,01
<b>U-waarde [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>0,26</b>	

Er wordt ook gebruik gemaakt van hellingsbeton voor het plat dak. Hier zijn PIR-platen voorzien als isolatiemateriaal met een dikte van 14 cm. De volledige opbouw is weergegeven in Tabel 55. Deze opbouw heeft een U-waarde van 0,16 W/m<sup>2</sup>K.

Tabel 55 Den Akker nieuw gedeelte opbouw plat dak

Plat dak	$\lambda$ -waarde [W/mK]	dikte [m]
Dakdichting		0,002
Dakisolatie: PIR	0,025	0,14
Dampscherm		0,002
Hellingsbeton	0,15	0,05
Betonplaat		0,25
Beploistering		0,01
<b>U-waarde [W/m<sup>2</sup>K]</b>	<b>0,16</b>	

In de EPB-aangifte staat de beglazing vermeld met een U<sub>g</sub>-waarde van 1,1 W/m<sup>2</sup>K en de raamprofielen een U<sub>f</sub>-waarde van 1,9 W/m<sup>2</sup>K. De gemiddelde U-waarde van de vensters bedraagt 1,67 W/m<sup>2</sup>K volgens de EPB-aangifte (Tabel 56).

Tabel 56 Den Akker nieuw gedeelte opbouw venster

Venster	U-waarde [W/m <sup>2</sup> K]
Glas	1,1
Profiel	1,9
<b>Venster totaal</b>	<b>1,67</b>

Uit analyse van de gebruikte bouwmaterialen blijkt dat alle constructiedelen voldoen aan de EPB-eisen van 2012 (Tabel 57).

Tabel 57 Den Akker nieuw gedeelte overzicht constructiedelen

Constructiedeel	U-waarde [W/m <sup>2</sup> K]	Maximale U-waarde 2012 [W/m <sup>2</sup> K]	Voldaan
Buitenmuur	0,16	0,32	Ja
Vloer op kelder	0,26	0,35	Ja
Plat dak	0,16	0,27	Ja
Venster gem.	1,67	2,2	Ja

### 8.3.1.2 Installaties

Wat de installaties van verwarming en ventilatie betreft zijn deze gescheiden van beide gedeeltes. In onderstaande alinea's wordt een overzicht gegeven van de installaties die bij het woonzorgcentrum aanwezig zijn.

#### Ventilatie

In woonzorgcentrum Den Akker wordt voor zowel het nieuwe als het oude gedeelte gebruik gemaakt van een ventilatiesysteem D met warmteterugwinning. De werking van dit systeem is eerder al kort toegelicht bij de andere woonzorgcentra. Wel is er een verschil wat ventilatie betreft op de kamers van het oude en het nieuwe gedeelte. Bij het oude gedeelte zijn er geen toevoerkanalen aanwezig, wel zijn er in de deuren van de kamers van het oude gedeelte ventilatieroosters aanwezig. Deze zorgen ervoor dat de verse lucht die in de gemeenschappelijke ruimte wordt ingeblazen via deze roosters in de kamers terechtkomt. Wel is er op elke kamer een extractiekanaal aanwezig op de badkamer van de bewoners die de "vervuilde lucht" zal afvoeren. In het nieuwe gedeelte van het gebouw is er per kamer

wel een apart toevoer- en afvoerkanal aanwezig waardoor er meer verse lucht in de kamers kan komen.

## Verwarming

In het oude gedeelte maakt men gebruik van twee in cascade werkende Viessmann ketels. Het type van ketel waar men gebruik van maakt is een Paromat-Duplex-TR040 ketel. De ketels van het oude gebouw staan ook in voor de verwarming van de serviceflats die aan het woonzorgcentrum grenzen. Op onderstaande Figuur 67 zijn de twee ketels weergegeven die in de technische ruimte van het oude gedeelte geplaatst zijn.



Figuur 67 Technische ruimte (oud gebouw) Den Akker

Voor het nieuwe gedeelte is er net zoals bij woonzorgcentrum Demerhof gebruik gemaakt van twee in cascade geplaatste Viessmann Vitocrossal 200 condenserende gasketels. Bij de bouw van het nieuwe deel is er ook gebruik gemaakt van hernieuwbare energie in het woonzorgcentrum, daarom is er thermische zonne-energie toegepast. Deze thermische zonne-energie kan d.m.v. een zonneboiler gebruikt worden voor de productie van warm water. Maar, deze kan ook gebruikt worden om warmte bij te leveren aan de verwarming. Het warmwaterbuffervat waarvan men gebruik maakt is een Viessmann Vitocell 140-E buffervat. Al deze toestellen bevinden zich allemaal in de technische ruimte van het nieuwe gebouw, deze is weergegeven op onderstaande Figuur 68.



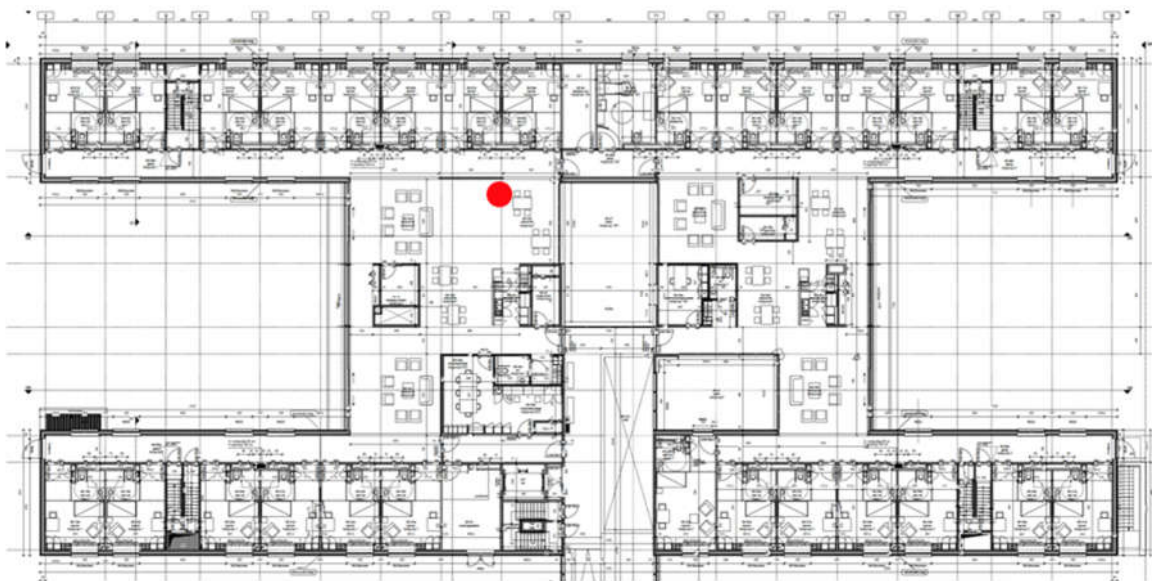
Figuur 68 Technische ruimte (nieuw gebouw) Den Akker

## 8.3.2 Metingen

### 8.3.2.1 Locatie meetapparatuur

Eerder in dit hoofdstuk is al besproken dat woonzorgcentrum Den Akker bestaat uit twee verschillende gebouwen, namelijk het oude deel en het nieuwe gebouw. Ieder gebouw heeft ook hun eigen verwarmingsinstallatie en ventilatiesysteem. Daarom zijn de metingen ook in beide delen uitgevoerd zodanig dat we hiervan ook een vergelijking kunnen maken.

Een eerste locatie waar er metingen zijn uitgevoerd, is een gemeenschappelijke ruimte in het nieuwe deel van het gebouw. Deze gemeenschappelijke ruimte heeft samen met de aanliggende gangdelen een oppervlakte van  $\pm 280 \text{ m}^2$ . De twee gangen die aan deze gemeenschappelijke ruimte grenzen zorgen voor de verbinding naar de 14 aanwezige wooneenheden van leefgroep 1. In deze ruimte is er ook een open keuken aanwezig die wel voorzien is van een aparte afzuiging om hoge vochtgehalten in de ruimtes te voorkomen. De ruimte wordt gebruikt om de maaltijden van de bewoners te serveren. Onder normale omstandigheden zijn dit 14 bewoners. Tussen de maaltijden door worden deze ruimtes ook gebruikt voor bepaalde activiteiten en zullen er meerdere bewoners en personeelsleden aanwezig zijn in deze ruimte. Onderstaande Figuur 69 geeft de locatie van de meettoestellen in deze ruimte weer. In Bijlage C: Plannen woonzorgcentrum Den Akker is er ook een gedetailleerdere weergave van deze gemeenschappelijke ruimte ter beschikking.

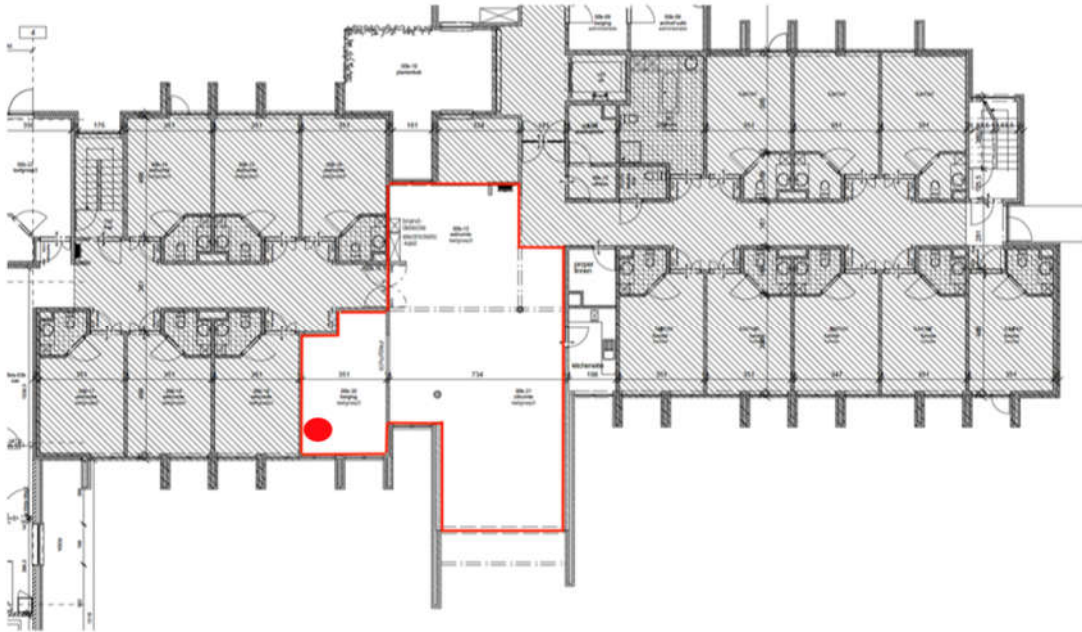


Figuur 69 Locatie meting gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw

Omdat de andere twee woonzorgcentra ook vrij recente gebouwen zijn, zijn de overige twee meettoestellen in het oude gebouw geplaatst. Een tweede meting is dus uitgevoerd in een gemeenschappelijke ruimte op het gelijkvloers van het oude gebouw van het woonzorgcentrum. Op deze afdeling van het gebouw bevinden zich de bewoners met dementie. Groot verschil met het nieuwe gebouw is dat er hierbij geen keuken aanwezig is in de gemeenschappelijke ruimte, het geserveerde eten wordt elders bereid en daarna hier geleverd. De oppervlakte van de totale gemeenschappelijke ruimte (zitruimte, eetruimte en gangen) heeft een oppervlakte van  $\pm 175 \text{ m}^2$ . De gangen worden hierbij meegerekend omdat deze in verbinding staan met de eet- en zitruimte.

Onderstaande Figuur 70 geeft de gemeenschappelijke ruimte weer. Belangrijke opmerking hierbij is dat er op de plannen een schuifdeur aanwezig is tussen de "berging" en de zitruimte. Deze schuifdeur is in werkelijkheid niet aanwezig, de ruimte "berging" is rechtstreeks verbonden met de andere ruimte.

De benaming van de ruimte is ook incorrect omdat deze “berging” gebruikt wordt als zitruimte. De zitruimte op de plannen kan daarentegen beter beschreven worden als eet- en zitruimte. De meettoestellen zijn op deze afdeling geplaatst in de hoek van de zitruimte zoals aangeduid op onderstaande Figuur 70. Op deze figuur is de gemeenschappelijke ruimte aangeduid, de gangen van deze ruimte lopen zowel aan de rechter- als linkerkant door. Links van dit gebouw bevindt zich het dagverzorgingscentrum.

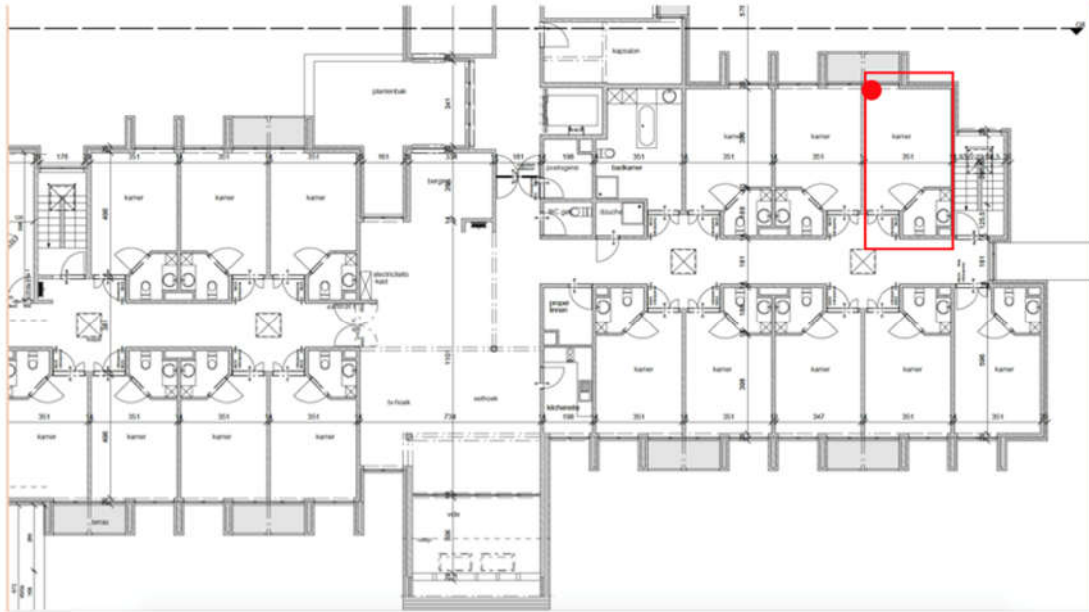


*Figuur 70 Locatie meting gemeenschappelijke ruimte oude gebouw*

Zoals bij elk woonzorgcentrum is er dan ook een kamer van een bewoner waar metingen zijn uitgevoerd. Deze kamer bestaat ook uit een standaard slaapkamer met aangrenzende badkamer. Ten opzichte van woonzorgcentrum Demerhof is de badkamer hierbij wel volledig afgesloten van de slaapkamer. In deze ruimte is er tevens alleen een extractiekanaal in de badkamer voorzien waardoor de doorstroming van de slaapkamer naar de badkamer vrij belangrijk is voor de afvoer van de lucht.

Onderstaande Figuur 71 geeft een verduidelijking van de locatie van de kamer in het gebouw en de meettoestellen. In Bijlage C: Plannen woonzorgcentrum Den Akker is er een gedetailleerdere weergave aanwezig van deze plannen.





Figuur 71 Locatie meting Kamer 41

### 8.3.2.2 Meetresultaten

Om voor woonzorgcentrum den Akker ook een vergelijking te kunnen maken tussen metingen en berekening of enquêtes zijn in volgende alinea's de resultaten van de metingen weergegeven. Net zoals bij de andere twee woonzorgcentra zijn de meetresultaten opgedeeld in twee verschillende periodes, dit ook om een duidelijker overzicht te krijgen in de grafieken. De periodes zijn ingedeeld van 22/10/2016 t.e.m. 22/01/2017 en 22/01/2017 t.e.m. 02/05/2017. Ook is er van de week met de koudste en de warmste buitentemperatuur een gedetailleerder overzicht gemaakt.

#### **Temperatuur periode 22/10 – 22/01**

Een opmerking bij de metingen van deze eerste periode is de locatie van het meettoestel in de oude gemeenschappelijke ruimte. Omdat de gemeenschappelijke ruimte gelegen is in de afdeling waar personen met dementie leven was het vinden van een geschikte locatie niet eenvoudig. Het toestel is daarom in de hoek van de ruimte achter een gordijn geplaatst. Omdat het toestel hierdoor zeer dicht bij het raam geplaatst was, zijn de metingen van de relatieve vochtigheid en temperatuur niet perfect verlopen in deze periode.

Ook ontbreken er metingen van ongeveer twee maanden door een onverwacht technisch probleem met het uitlezen van het toestel in de kamer van het oude gebouw. Hierdoor zijn de meetresultaten van deze kamer over een kortere periode dan de andere twee ruimtes. Dit probleem loopt deels door in de tweede periode.

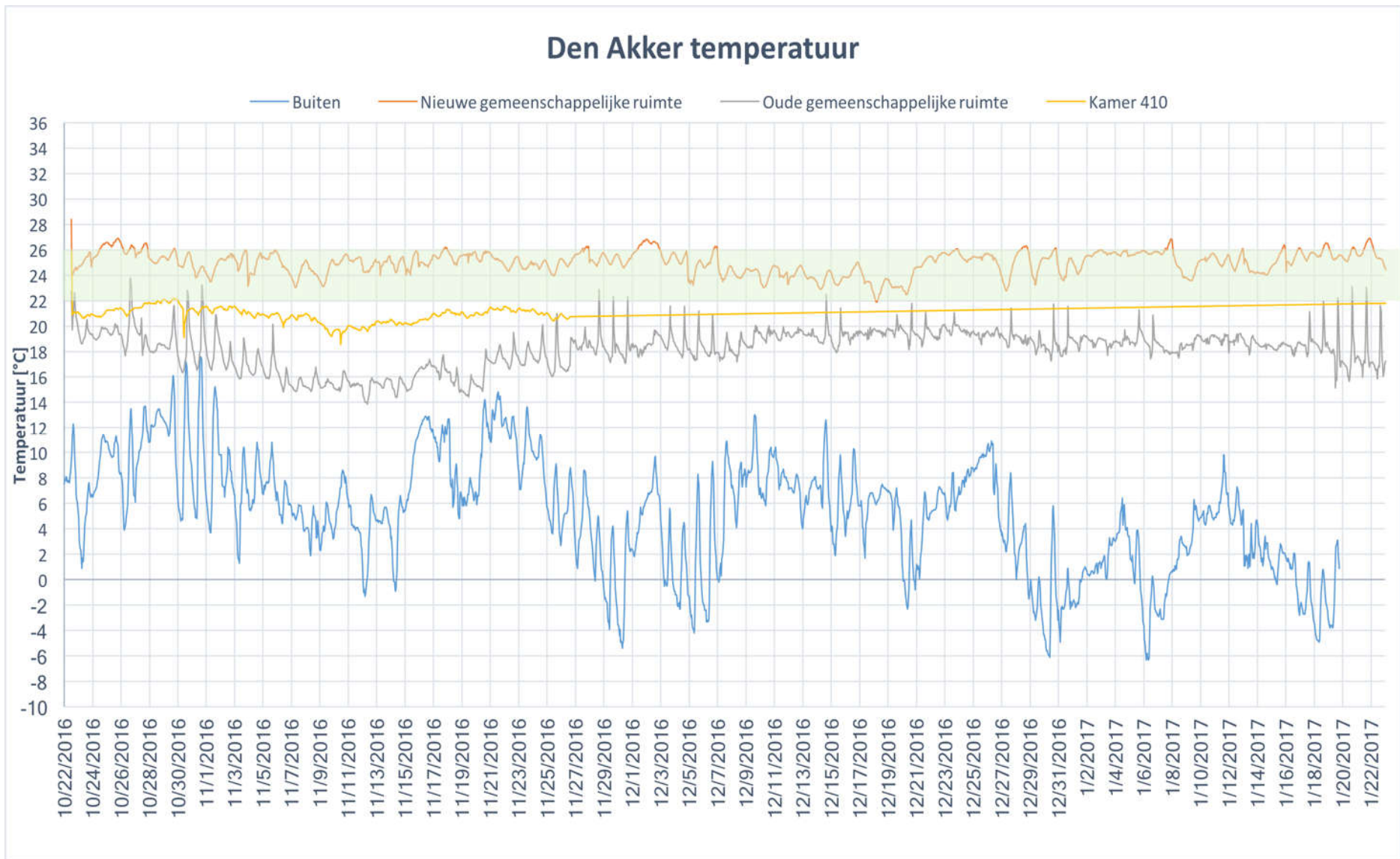
Figuur 72 geeft de resultaten weer van de temperatuur in de drie verschillende ruimtes gedurende de eerste meetperiode. Opvallend is dat de temperatuur in de nieuwe gemeenschappelijke ruimte veel hoger ligt dan deze in de andere twee ruimtes. Een reden hiervan is vooral de locatie en plaatsing van de meettoestellen. In de nieuwe gemeenschappelijke ruimte is het toestel op een kast van  $\pm 1$  m hoogte geplaatst. De twee andere toestellen daarentegen zijn beiden op de grond geplaatst, op een korte afstand van het raam. De minder goede plaatsing van deze twee toestellen heeft de resultaten van zowel de temperatuur als de relatieve vochtigheid beïnvloed. In de oude gemeenschappelijke ruimte bedraagt de gemiddelde temperatuur van de metingen maar 18,15 °C. Deze lage temperatuur is ook de oorzaak van het dicht tegen het raam plaatsen van het toestel zoals eerder besproken. In periode 2 is de plaats van het meettoestel veranderd en zullen er duidelijke verschillen op te merken zijn in de grafieken.

Tabel 58 Temperatuur Den Akker 22/10 - 22/01

<b>Nieuwe gemeenschappelijke ruimte</b>	
T < 22°C	0,1%
22°C ≤ T < 26°C	90,6%
≥ 26°C	9,3%
Gemiddelde	25,0 °C
Minimum	21,9 °C
Maximum	28,4 °C

<b>Oude gemeenschappelijke ruimte</b>	
T < 22°C	99,2%
22°C ≤ T < 26°C	0,8%
≥ 26°C	0,0%
Gemiddelde	18,2 °C
Minimum	13,9 °C
Maximum	23,8 °C

<b>Kamer 410</b>	
T < 22°C	97,7%
22°C ≤ T < 26°C	2,3%
≥ 26°C	0,0%
Gemiddelde	20,9 °C
Minimum	18,5 °C
Maximum	25,8 °C



Figuur 72 Meetresultaten (22/10-22/01) temperatuur Den Akker

## Temperatuur periode 22/01 – 02/05

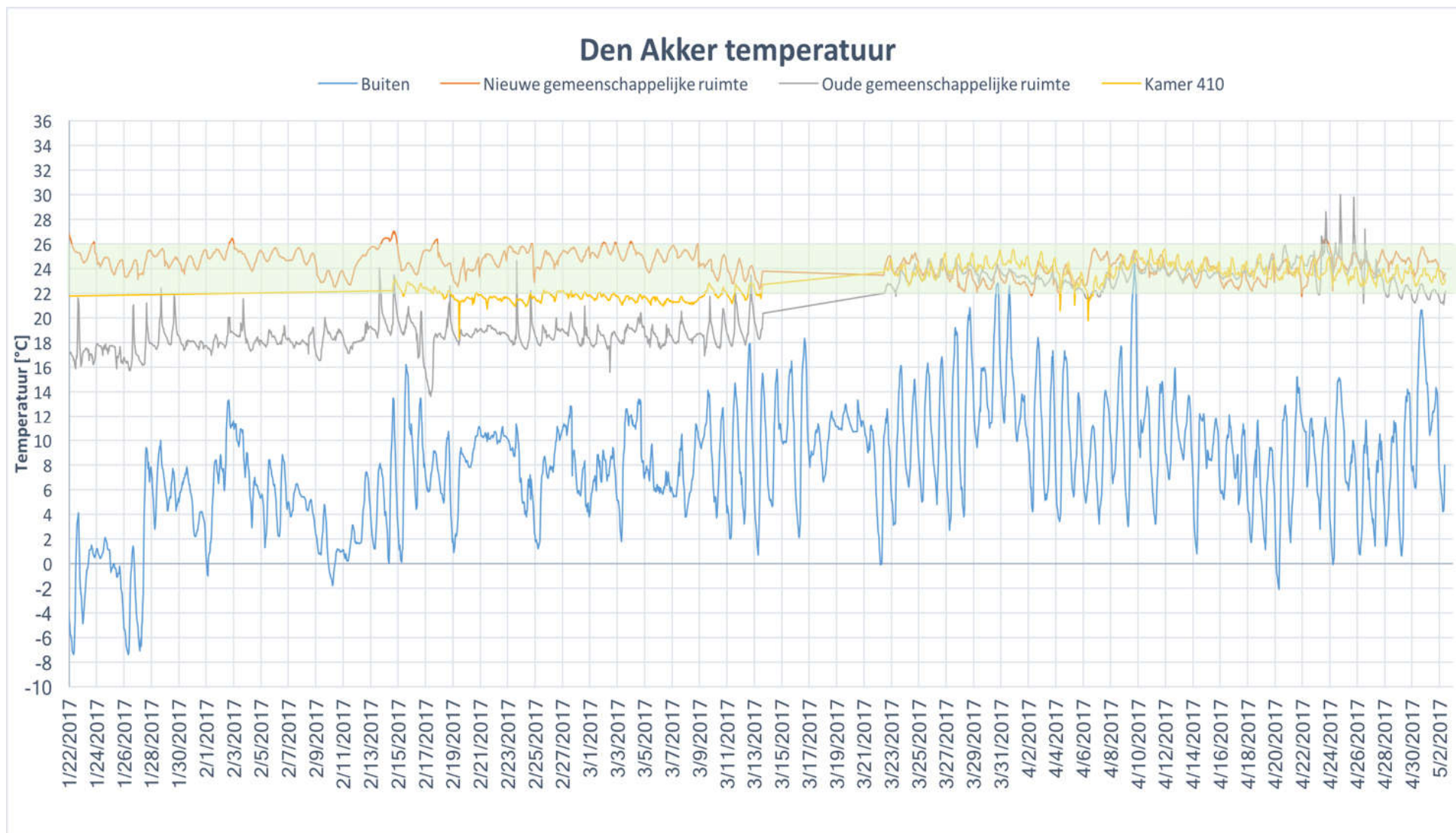
Alvast een belangrijke opmerking bij het bespreken van de gegevens is het verplaatsen van de meettoestellen. Voor de oude gemeenschappelijke ruimte en kamer 410 zijn de meettoestellen vanaf 22 maart in dezelfde ruimte, maar verder van het raam geplaatst. Deze verplaatsing van de toestellen heeft een positieve invloed gehad op de meetresultaten. Figuur 73 geeft hiervan de resultaten weer, na de korte stop van metingen is er een duidelijke temperatuurstijging van de twee ruimtes waar de toestellen verplaatst zijn.

Vooraf is al reeds vermeld dat het toestel in de oude gemeenschappelijke ruimte op de afdeling voor personen met dementie gelegen was. Nadat het toestel op 22 maart verplaatst is naar een tafeltje van  $\pm 50$  cm hoog zijn de metingen vanaf 21 april niet meer geldig. De reden hiervan is dat een bewoner het toestel verplaatst heeft door het mee te nemen naar haar kamer. De hoofdverpleegkundige heeft dit na enkele dagen opgemerkt, het toestel is niet meer terug op de meetlocatie geplaatst, maar op een veilige locatie opgeborgen. De waardes in onderstaande Tabel 59 voor de oude gemeenschappelijke ruimte zijn dus t.e.m. 20 april 2017 i.p.v. 2 mei zoals de andere locaties. Voor de overige waardes in Tabel 59 is er ook de opmerking dat dit een combinatie is van “de oude locatie” en “de nieuwe locatie” van het meettoestel. De resultaten gaan hierdoor al positiever zijn dan in de eerste periode, maar deze zouden nog beter zijn wanneer gedurende de hele periode op de nieuwe locatie was gemeten.

Een groot verschil bij de oude gemeenschappelijke ruimte en kamer 410 is de gemiddelde temperatuur. Deze is bij beide ruimtes met  $\pm 2^\circ\text{C}$  gestegen, dit omwille van het verplaatsen van het toestel (verder van het raam weg). De nieuwe gemeenschappelijke ruimte blijft nog wel de ruimte met de hoogste gemiddelde temperatuur in het woonzorgcentrum. Wanneer bij de andere twee toestellen meteen een goede locatie was toegepast, hadden deze waarden veel korter bij elkaar gelegen.

Tabel 59 Temperatuur Den Akker 22/01 - 02/05

<b>Nieuwe gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Oude gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Kamer 410</b>	
T < 22°C	0,41%	T < 22°C	63,4%	T < 22°C	37,9%
22°C ≤ T < 26°C	96,39%	22°C ≤ T < 26°C	36,6%	22°C ≤ T < 26°C	62,1%
≥ 26°C	3,20%	≥ 26°C	0,0%	≥ 26°C	0,0%
Gemiddelde	24,3 °C	Gemiddelde	20,3 °C	Gemiddelde	22,8 °C
Minimum	21,7 °C	Minimum	13,6 °C	Minimum	16,4 °C
Maximum	27,0 °C	Maximum	25,9 °C	Maximum	25,6 °C



Figuur 73 Meetresultaten (22/01-02/05) temperatuur Den Akker

### Relatieve vochtigheid periode 22/10 – 22/01

Figuur 74 geeft de resultaten van de relatieve vochtigheid weer voor de eerste periode. Ook hierbij merken we dat de plaatsing van de toestellen voor minder betrouwbare resultaten heeft gezorgd. Opmerkelijk bij de grijze curve, die de relatieve vochtigheid van de oude gemeenschappelijke ruimte voorstelt, is de plotse daling op 27/11. Deze grootte verandering van RV komt door het verplaatsen van het toestel. Het toestel was bij het starten van de metingen achter een gordijn tegen het raam geplaatst, bij het uitlezen op 27/11 is het toestel voor het gordijn geplaatst en dat heeft veel verschil in metingen opgeleverd. De gemiddelde en maximumwaarde die het toestel voor deze periode aangeeft, zijn dan ook minder goede aanduidingen voor deze ruimte. Een maximum relatief vochtgehalte van  $\pm 91\%$  zal in normale omstandigheden op een betere meetlocatie nooit behaald zijn in deze ruimte.

Voor de onderzochte kamer in het oude gedeelte zit 100 % van de metingen binnen het aanvaardbare comfortgebied. Omdat er metingen ontbreken, is deze waarde enkel geldig voor de periode van 22/10 t.e.m. 27/11. Doordat bij koudere temperaturen de relatieve vochtigheid binnen in de kamer normaal zou dalen, is het mogelijk dat dit toch onder de comfortgrens van 30% zou gedaald zijn. In de metingen van periode 2 wordt hiernaar teruggekeken. Een opmerking bij de relatieve vochtigheid van deze kamer is dat er geen sprake is van mechanische toevoer. De toevoer van verse lucht wordt hier voorzien door een doorstroom van de gemeenschappelijke ruimte naar de kamer en door natuurlijke verluchting via het openen van het raam in deze kamer.

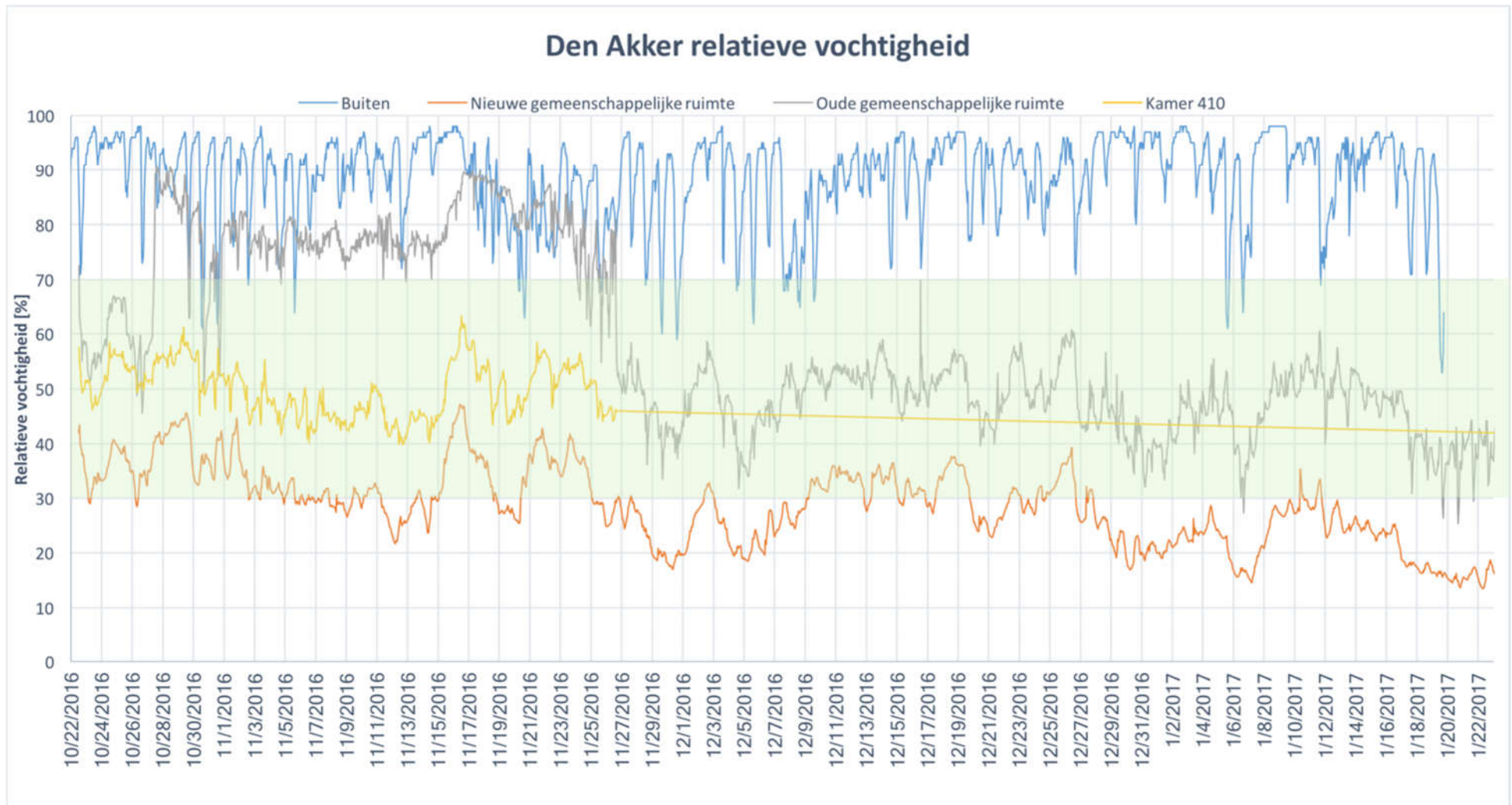
Een laatst opvallend verschijnsel in Figuur 74 zijn de lage waardes voor de nieuwe gemeenschappelijke ruimte. Deze lage waardes zijn het gevolg van de hogere temperaturen in deze ruimte, ook bij een koudere buitentemperatuur blijft de binnentemperatuur in deze ruimte vrij hoog. Deze koudere buitentemperaturen zorgen ervoor dat de buitenlucht minder watergehalte bevat. De buitenlucht wordt door het ventilatiesysteem gebruikt als toevoer, hierdoor zal ook de binnenlucht minder water gaan bevatten. Als gevolg hiervan zijn de waardes van de relatieve vochtigheid in de koudere periodes lager dan bij de andere periodes.

Tabel 60 Temperatuur Den Akker 22/10 - 22/01

<b>Nieuwe gemeenschappelijke ruimte</b>	
< 30%	58,2%
30% ≤ RV < 70%	41,8%
≥ 70 %	0,0%
Gemiddelde	28,8%
Minimum	13,6%
Maximum	47,1%

<b>Oude gemeenschappelijke ruimte</b>	
< 30%	0,3%
30% ≤ RV < 70%	69,2%
≥ 70 %	30,4%
Gemiddelde	58,2%
Minimum	25,4%
Maximum	90,5%

<b>Kamer 410</b>	
< 30%	0,0%
30% ≤ RV < 70%	100,0%
≥ 70 %	0,0%
Gemiddelde	49,8%
Minimum	39,9%
Maximum	63,5%



Figuur 74 Meetresultaten (22/10-22/01) relatieve vochtigheid Den Akker

## **Relatieve vochtigheid periode 22/01 – 02/05**

Figuur 79 geeft de resultaten weer van de metingen van de relatieve vochtigheid voor de tweede periode in woonzorgcentrum Den Akker. Ook hierbij is er de opmerking van de verplaatsing van de twee meettoestellen van de oude gemeenschappelijke ruimte en kamer 410. Deze verplaatsing van de toestellen heeft hier ook een positieve invloed gehad op de meetresultaten. Wanneer de metingen gedurende de gehele periode op deze nieuwe locatie werden uitgevoerd, hadden de resultaten nog veranderd in positieve zin.

Net zoals tijdens de eerste periode blijft de oranje curve, die de nieuwe gemeenschappelijke ruimte voorstelt regelmatig onder de comfortgrens van 30%. In deze ruimte zal er dus regelmatig een gevoel zijn van droge lucht. Of de bewoners en personeelsleden hier ook hinder van ondervinden wordt later in de enquêtes besproken. In de eerste periode was er bij de oude gemeenschappelijke ruimte regelmatig sprake van een vochtige ruimte. Omdat het toestel verplaatst is, is er bij deze tweede periode geen probleem meer met de vochtigheid. De twee opvallende grote pieken die er wel te zien zijn, zijn mogelijke meetfouten. Ook voor kamer 410 ligt de gemiddelde relatieve vochtigheid al behoorlijk lager dan in de eerste periode.

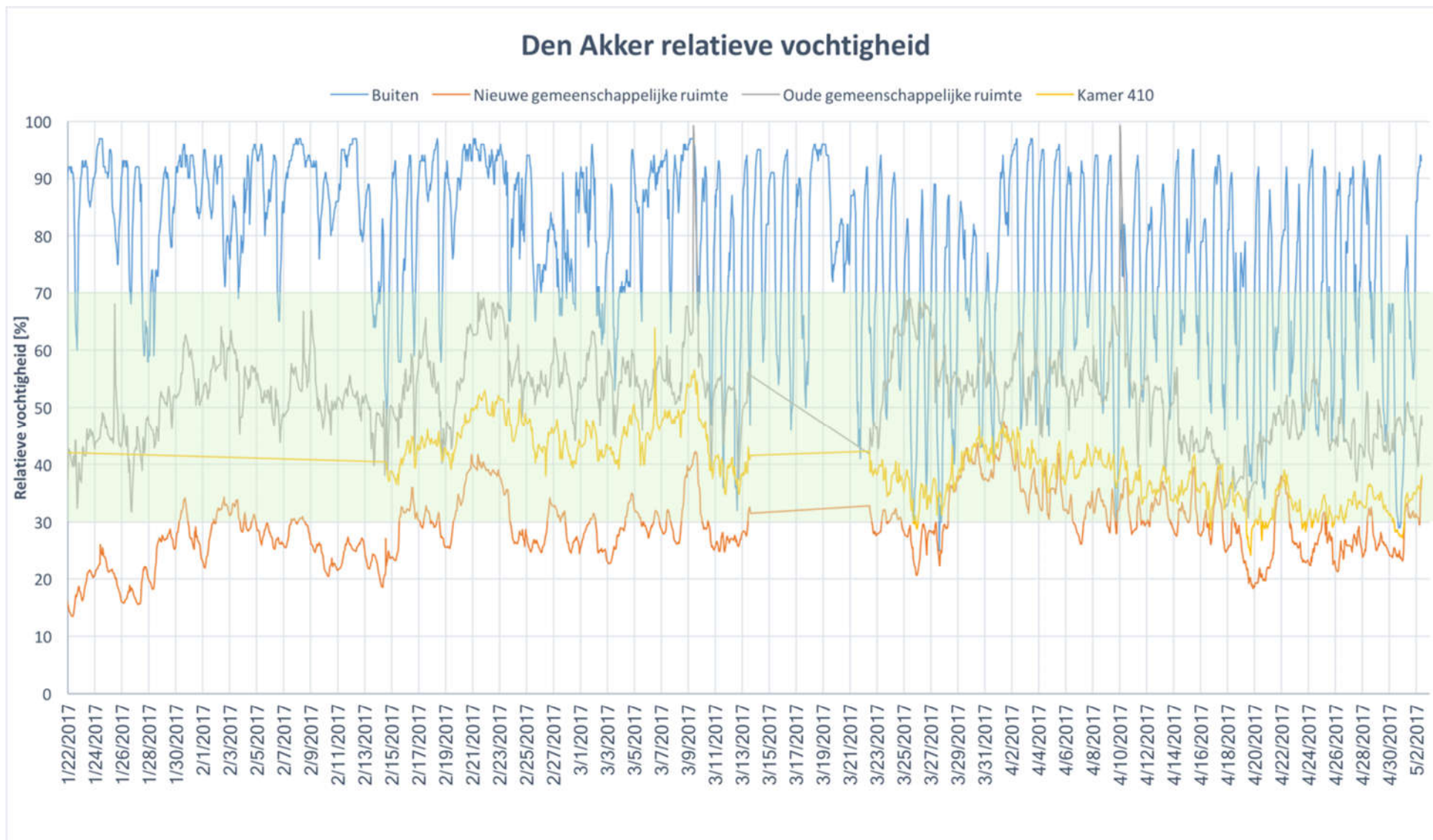
Tabel 61 Relatieve vochtigheid Den Akker 22/01 - 02/05

<b>Nieuwe gemeenschappelijke ruimte</b>	
< 30%	59,1%
30% ≤ RV < 70%	40,9%
≥ 70 %	0,0%
Gemiddelde	28,8%
Minimum	13,6%
Maximum	47,1%

<b>Oude gemeenschappelijke ruimte</b>	
< 30%	0,8%
30% ≤ RV < 70%	98,7%
≥ 70 %	0,5%
Gemiddelde	49,2%
Minimum	27,4%
Maximum	99,3%

<b>Kamer 410</b>	
< 30%	4,6%
30% ≤ RV < 70%	95,4%
≥ 70 %	0,0%
Gemiddelde	41,1%
Minimum	24,2%
Maximum	63,8%





Figuur 75 Meetresultaten (22/01-02/05) relatieve vochtigheid Den Akker

## Koudste & warmste week

Net zoals voor de twee andere woonzorgcentra zijn er voor woonzorgcentrum Den Akker ook twee grafieken opgesteld van de koudste en de warmste week van de gemeten periode. Een korte analyse van deze twee grafieken wordt in onderstaande alinea's beschreven. Een opmerking bij Figuur 76 is het ontbreken van de temperatuur en relatieve vochtigheid van kamer 410. Door technische problemen zijn er geen metingen van dit toestel in deze periode.

### Koudste week

Figuur 76 geeft de meetresultaten weer voor woonzorgcentrum Den Akker in de koudste week. Zeer opvallend is de bijna identieke curve van de buitentemperatuur en de binnentemperatuur van de oude gemeenschappelijke ruimte. De reden hiervan is de plaatsing van het meettoestel. Omdat het meettoestel in deze periode nog op een slechte meetlocatie staat (vlakbij het raam), past de binnentemperatuur zich zeer vlot aan, aan de buitentemperatuur. Voor de nieuwe gemeenschappelijke ruimte is er geen rechtstreekse invloed van de buitentemperatuur, de binnentemperatuur in deze ruimte blijft vrij constant gedurende deze koude periode.

Voor de relatieve vochtigheid is dezelfde opmerking van toepassing. De RV van de oude gemeenschappelijke ruimte zal vlot wijzigen bij een aanpassing van de buitentemperatuur, dit dus ook omwille van de slechte meetlocatie. De RV van de nieuwe gemeenschappelijke ruimte blijft opnieuw vrij constant, de waarde van deze RV is wel zeer laag. De reden hiervan is al eerder besproken bij de eerste meetperiode.

Tabel 62 Gemiddeldes koudste week Den Akker

	<b>Gemiddelde temp.</b>	<b>Gemiddelde RV</b>
<b>Nieuwe gemeenschappelijke ruimte</b>	24,8 °C	18,6%
<b>Oude gemeenschappelijke ruimte</b>	17,3 °C	43,0%
<b>Kamer B120</b>	n.v.t.	

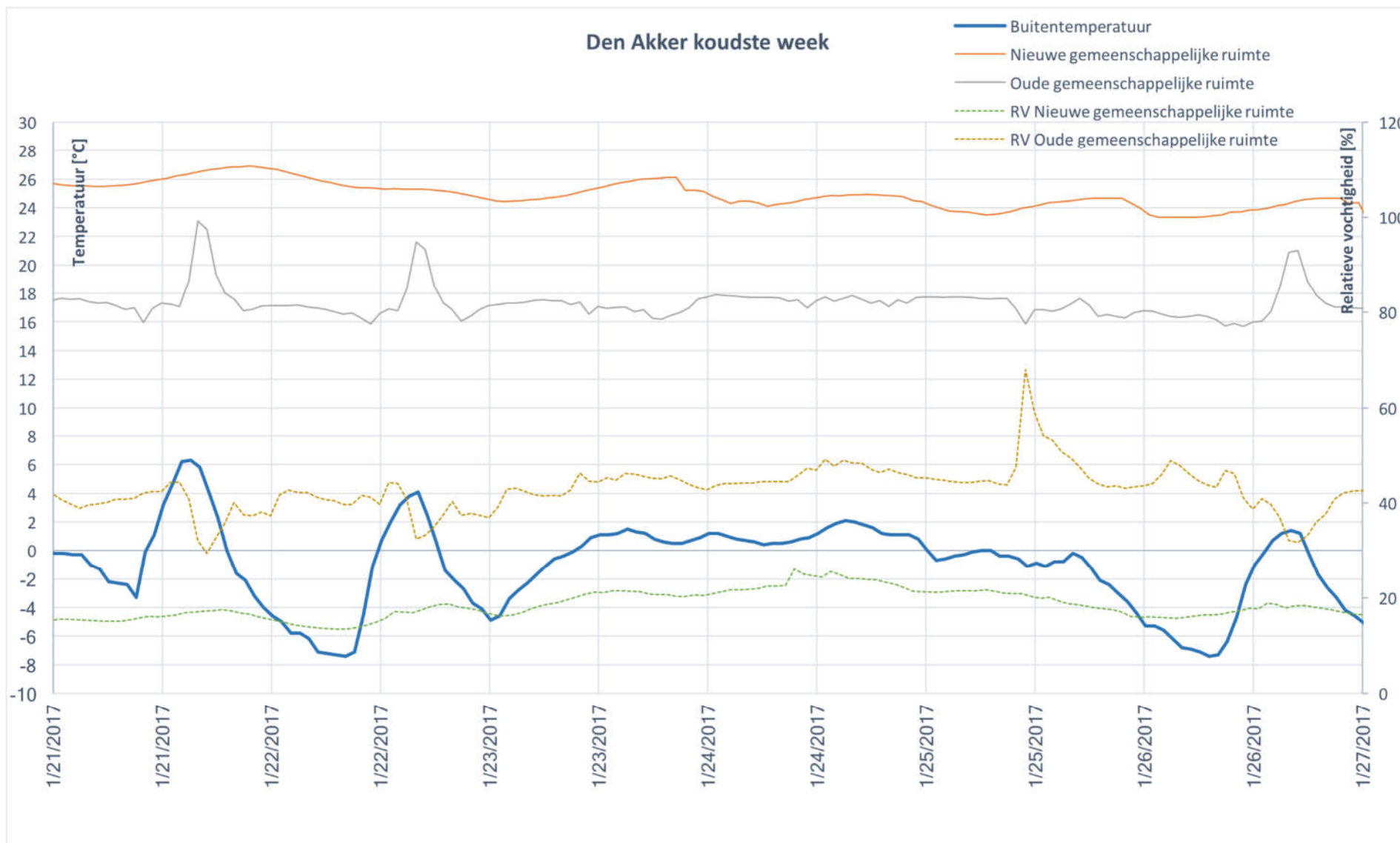
### Warmste week

Figuur 77 geeft de meetresultaten weer voor woonzorgcentrum Den Akker in de warmste week. Bij de warmste week volgen de curves van de binnentemperaturen van de drie gemeten ruimtes deze van de buitentemperatuur, de drie curves gaan steeds zeer gelijkmatig naar een hogere binnentemperatuur. De varianties van de binnentemperatuur zijn wel niet groter dan 2°C.

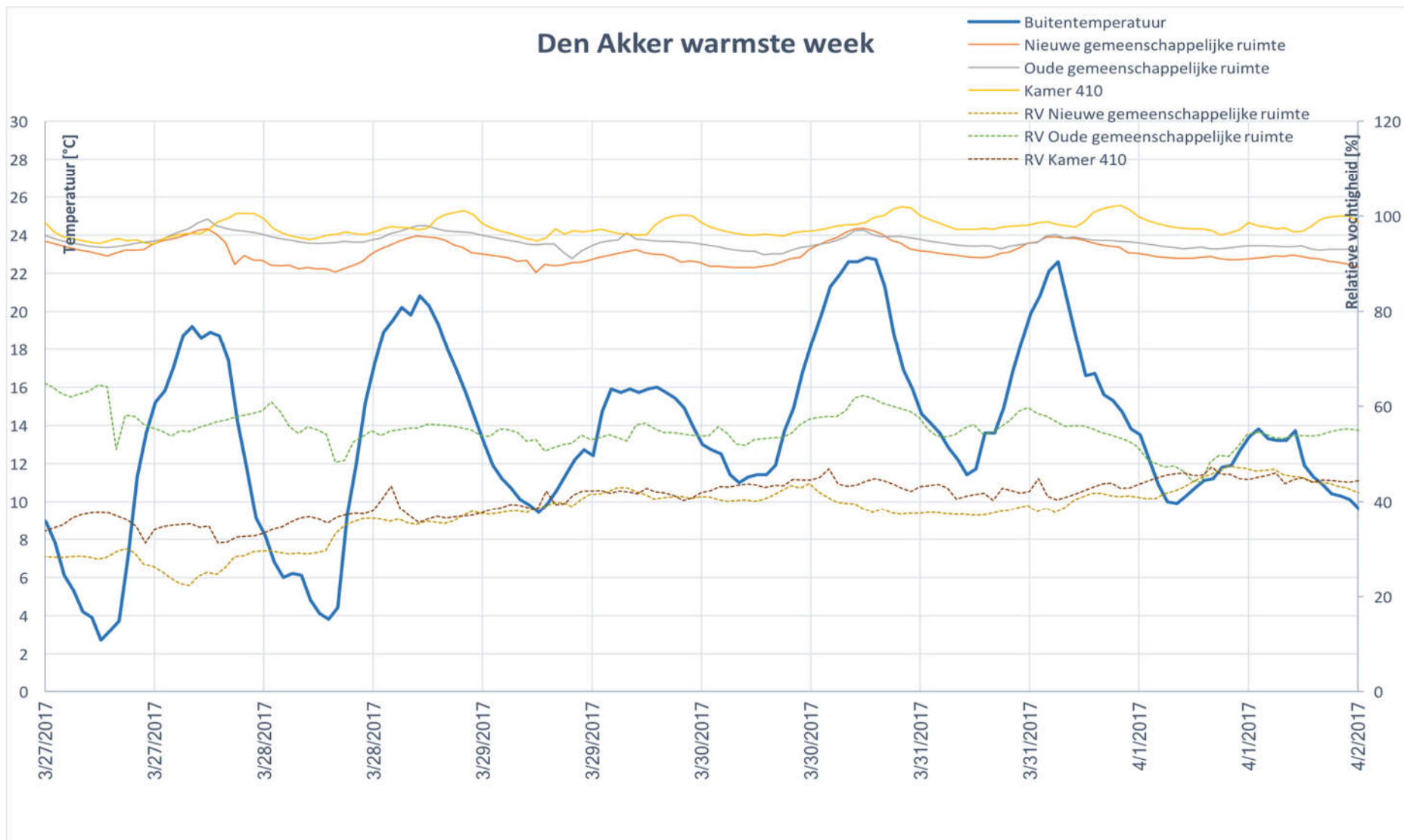
Voor de relatieve vochtigheid komt hetzelfde fenomeen voor als voor de overige twee woonzorgcentra. Tegen het einde van de week is de relatieve vochtigheid met  $\pm 10\%$  gestegen t.o.v. deze in het begin van de week. Dit is wel enkel geldig voor de nieuwe gemeenschappelijke ruimte en kamer 410. De RV in de oude gemeenschappelijke ruimte is steeds hoger gelegen dan deze van de andere ruimtes. Dit is niet alleen in deze warme periode, maar geldt ook voor een langere periode zoals periode twee die eerder besproken is weergeeft.

Tabel 63 Gemiddeldes warmste week Den Akker

	<b>Gemiddelde temp.</b>	<b>Gemiddelde RV</b>
<b>Nieuwe gemeenschappelijke ruimte</b>	23,1 °C	37,5%
<b>Oude gemeenschappelijke ruimte</b>	23,5 °C	39,8%
<b>Kamer B120</b>	24,4 °C	40,8%



Figuur 76 Den Akker koudste week



Figuur 77 Den Akker warmste week

## **Besluit metingen:**

Onderstaande Tabel 64 en Tabel 65 geven de resultaten weer van de temperatuur en de relatieve vochtigheid in woonzorgcentrum Den Akker gedurende de gemeten periode. Belangrijke opmerking hierbij is dat ook de meettoestellen verplaatst zijn op 23 maart 2017. De resultaten zijn dus niet helemaal correct voor de gemeten periode.

Voor de oude gemeenschappelijke ruimte is een gemiddelde temperatuur van 19,1°C bekomen door de metingen over de gehele periode te bekijken. In de tweede periode van de metingen was deze temperatuur ruim 1°C hoger. De reden van deze lage gemiddelde temperatuur is dus vooral te wijten aan een foute meetlocatie. Wel zou een temperatuur van 20°C nog niet als aanvaardbaar beschouwd worden door het VIPA. De comforteisen wensen minstens een temperatuur van 22°C te voorzien in deze ruimte voor de bewoners. De resultaten voor kamer 410 geven wel een voldoende hoge gemiddelde temperatuur weer. Voor dit meettoestel ontbreken er wel twee maanden aan metingen, wat het resultaat enigszins heeft beïnvloed.

Tabel 64 Temperatuur Den Akker volledige periode

<b>Nieuwe gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Oude gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Kamer 410</b>	
T < 22°C	0,27%	T < 22°C	82,6%	T < 22°C	58,3%
22°C ≤ T < 26°C	93,47%	22°C ≤ T < 26°C	17,4%	22°C ≤ T < 26°C	41,7%
≥ 26°C	6,26%	≥ 26°C	0,0%	≥ 26°C	0,0%
Gemiddelde	24,67 °C	Gemiddelde	19,1 °C	Gemiddelde	22,2 °C
Minimum	21,75 °C	Minimum	13,6 °C	Minimum	16,4 °C
Maximum	28,39 °C	Maximum	25,9 °C	Maximum	25,8 °C

De nieuwe gemeenschappelijke ruimte is tijdens het analyseren van de metingen duidelijk als “de droogste ruimte” van de drie bevonden. Een gemiddelde relatieve vochtigheid van 29% gedurende de hele meetperiode is voor een goed comfort van de bewoners en personeelsleden iets te weinig. De hoge gemiddelde temperatuur die voor deze ruimte gemeten is, is de hoofdreden hiervan. Ook wanneer de buitentemperatuur daalt, blijft de temperatuur in de gemeenschappelijke ruimte vrij hoog door de verwarming aan te passen. Zoals eerder besproken zorgen deze koudere buitentemperaturen ervoor dat de buitenlucht minder watergehalte bevat. Deze buitenlucht wordt als toevoer gebruikt voor het ventilatiesysteem, met als gevolg dat de relatieve vochtigheid van de binnenlucht ook lager gaat zijn.

Tabel 65 Relatieve vochtigheid Den Akker volledige periode

<b>Nieuwe gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Oude gemeenschappelijke ruimte</b>		<b>Kamer 410</b>	
< 30%	58,7%	< 30%	0,5%	< 30%	3,03%
30% ≤ RV < 70%	41,3%	30% ≤ RV < 70%	82,9%	30% ≤ RV < 70%	96,97%
≥ 70 %	0,0%	≥ 70 %	16,5%	≥ 70 %	0,00%
Gemiddelde	29,0%	Gemiddelde	54,0%	Gemiddelde	43,91%
Minimum	13,6%	Minimum	25,4%	Minimum	24,21%
Maximum	47,5%	Maximum	99,3%	Maximum	63,80%

### 8.3.3 Energieverbruik

#### Berekening energieverlies

Tabel 66 geeft de gegevens van de vertrekken weer waarvan het energieverlies is berekend. De bouwmaterialen beschreven in hoofdstuk 8.3.1.1 zijn gebruikt voor het berekenen van de transmissieverliezen. Het berekende energieverlies van de vertrekken gedurende de maand januari en februari van 2017 zijn weergegeven in Tabel 67. Tabel 66

Tabel 66 Den Akker energieverliesberekening gegevens ruimtes

Ruimte	Bruto vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Oriëntatie
Nieuwe gemeenschappelijke ruimte	282,0	761,3	W
Oude gemeenschappelijke ruimte	175,0	455,0	Z
Kamer 410	16,0	41,6	N

Tabel 67 Den Akker energieverliesberekening resultaten ruimtes

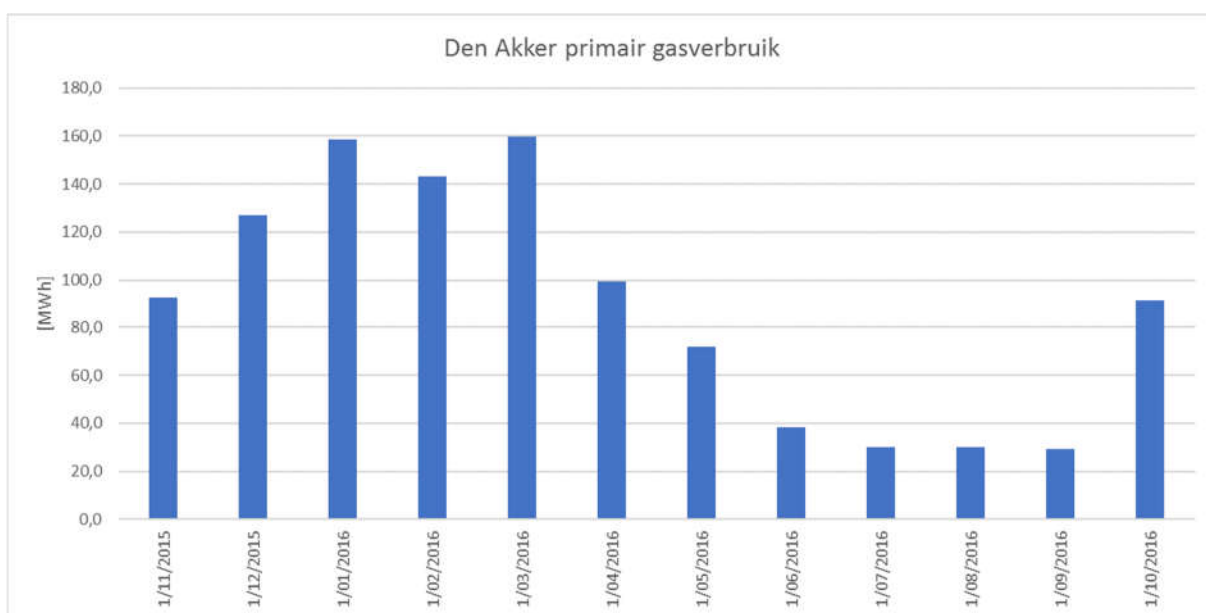
Ruimte	E totaal [kWh]	E totaal/m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]
Nieuwe gemeenschappelijke ruimte	5895	20,9
Oude gemeenschappelijke ruimte	8379	47,9
Kamer 410	1147	71,7

#### Werkelijk energieverbruik

Het werkelijk maandelijks energieverbruik van de gasketels die zowel instaan voor de verwarming van het oude gebouw van Den Akker, de naastliggende serviceflats en het nieuwe gebouw van Den Akker als de sanitair warmwater productie van beide gebouwen van Den Akker staat weergegeven in Tabel 68 en Figuur 78. Het werkelijk gasverbruik van 11/2015 tot 11/2016 bedraagt 1071,4 MWh. Het bruto-vloeroppervlakte van het oude en nieuwe gebouw van Den Akker en de naastliggende serviceflats bedraagt 9407,2 m<sup>2</sup>. Dit geeft een jaarlijks energieverbruik per bruto-vloeroppervlakte van 113,9 kWh/m<sup>2</sup>.

Tabel 68 Den Akker werkelijk gasverbruik

Maand	Energieverbruik [MWh]		
11/2015	92,6		
12/2015	126,9		
01/2016	158,5		
02/2016	143,2		
03/2016	159,9		
04/2016	99,4		
05/2016	71,9		
06/2016	38,2		
07/2016	30,0		
08/2016	30,0		
09/2016	29,3		
10/2016	91,4	Bruto vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	E totaal/m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]
<b>Totaal</b>	<b>1071,4</b>	<b>9407,2</b>	<b>113,9</b>



Figuur 78 Den Akker werkelijk gasverbruik

Tot en met het jaar 2012 omvat het gasverbruik van de gasketels de verwarming van het oude gebouw van Den Akker en de naastliggende serviceflats alsook de productie van het sanitair warmwater van het oude gebouw. Het gemiddeld jaarlijks gasverbruik van 2004 t.e.m. 2012 is 666,6 MWh, zoals weergegeven in Tabel 69. Door het verschil te maken van het totale gasverbruik van 11/2015 tot 11/2016 kan een schatting gemaakt worden van het jaarlijks gasverbruik voor het nieuwe gebouw van Den Akker, deze schatting bedraagt 404,8 MWh. Met deze gegevens wordt een schatting van het jaarlijks energieverbruik per bruto-vloeroppervlakte gemaakt, voor het oude gebouw is dit 145,4 kWh en voor het nieuwe gebouw 84 kWh/m<sup>2</sup>.

Tabel 69 Den Akker werkelijk jaarlijks gasverbruik

Gemiddeld jaarlijks gasverbruik 2004-2012 [MWh]	Gasverbruik 11/2015-11/2016 [MWh]	Verskil [MWh]
666,6	1071,4	404,8

Tabel 70 Den Akker schatting energieverbruik oude en nieuwe gebouw Den Akker

Volume	Jaarlijks gasverbruik [MWh]	Bruto vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	E/m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]
Nieuw gebouw Den Akker	404,8	4817,4	84
Oud gebouw Den Akker en serviceflats	666,6	4586	145,4

### Besluit energieverbruik

Tabel 71 geeft het berekend en werkelijk energieverbruik per vierkante meter weer van de maanden januari en februari van 2017. In het berekende energieverlies is het rendement van de installaties niet meegerekend. Het werkelijk gasverbruik van het nieuwe gebouw van Den Akker van de maanden januari en februari bedraagt 23,7 kWh/m<sup>2</sup>. Uit Tabel 71 blijkt dat het berekend warmteverlies per vierkante meter van de gemeenschappelijke ruimte van het nieuwe gebouw kort bij het werkelijk

verbruik per vierkante meter ligt. Dit geldt ook voor de oude gemeenschappelijke ruimte en kamer 410 gelegen in het oude gebouw van Den Akker.

Tabel 71 *Werkelijk en berekend energieverbruik van januari en februari overzicht Den Akker*

	<b>Volume</b>	<b>Energieverbruik [kWh]</b>	<b>Bruto vloer opp. [m<sup>2</sup>]</b>	<b>E/m<sup>2</sup> [kWh/m<sup>2</sup>]</b>
<b>Werkelijk</b>	Nieuw gebouw Den Akker	114022,7	4817,4	23,7
	Oud gebouw Den Akker	218,7	4586,0	47,7
<b>Berekend</b>	Nieuwe gemeenschappelijke ruime	5894,6	282,0	20,9
	Oude gemeenschappelijke ruimte	8378,9	175,0	47,9
	Kamer 410	1260,3	22,7	55,5



### 8.3.4 Enquêtes

Ook de analyse van de enquêtes van woonzorgcentrum Den Akker zijn opgedeeld over drie verschillende ruimtes. Voor Den Akker zijn er enquêtes uitgevoerd over twee gemeenschappelijke ruimtes, één in het oude gebouw en één in het nieuwe gebouw. De derde ruimte waar personen over ondervraagd zijn, zijn de kamers in het oude gebouw. Deze ruimtes zijn gekozen omdat de metingen hier hebben plaatsgevonden.

Voor de manier van het bevragen van de bewoners is dezelfde manier toegepast zoals bij woonzorgcentrum Demerhof. Elke bewoner is door één van ons beide individueel ondervraagd. Ook voor de personeelsleden is bij woonzorgcentrum Den Akker dezelfde manier toegepast als de bewoners. Omdat woonzorgcentrum Den Akker opgesplitst is in een nieuw en een oud gedeelte zijn er 20 enquêtes afgenomen van de bewoners, 10 van het oude gedeelte en 10 van het nieuwe. Net zoals bij de andere twee woonzorgcentra is de verdeling van bevroagde mannen en vrouwen niet gelijk. Zes van de ondervraagde bewoners zijn mannen, de overige ondervraagden zijn vrouwelijke bewoners. De leeftijd van de bevroagde bewoners varieert tussen de 68 en de 87 jaar.

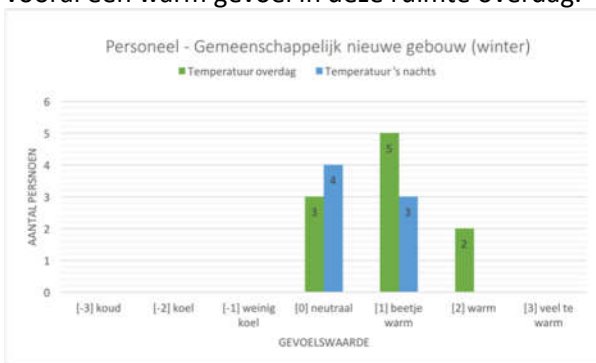
Voor de personeelsleden is er geen opsplitsing gemaakt. De personeelsleden die ondervraagd zijn, komen zowel in het oude als in het nieuwe gedeelte van het gebouw. Omdat er veel minder mannelijke personeelsleden werken is hier ook slechts één van de ondervraagde personeelsleden een man, de overige negen ondervraagde personeelsleden zijn vrouwen. De leeftijd van de ondervraagde personeelsleden varieert tussen 19 en 55 jaar.

#### 8.3.4.1 Temperatuur

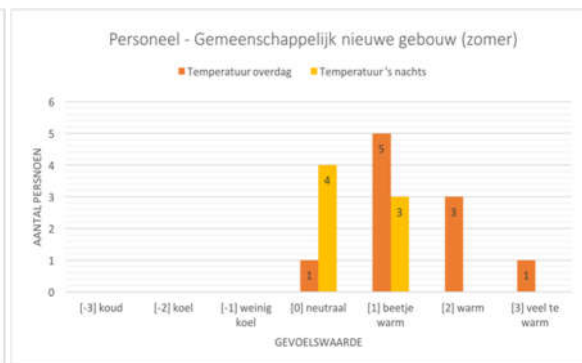
Net zoals bij de twee andere woonzorgcentra zijn er enquêtes uitgevoerd over het gedeelte van temperatuur. Onderstaande alinea's geven deze resultaten grafisch weer. Op het einde van dit hoofdstuk wordt er ook een besluit getrokken uit de verschillende enquêtes. Zowel voor het gedeelte verwarming als ventilatie.

##### Gemeenschappelijke ruimte (nieuwe gebouw)

Een eerste ruimte waar een enquête over afgenomen is bij 10 verschillende personen is de gemeenschappelijke ruimte in het nieuwe gebouw. Voor de temperatuur 's nachts zijn er 3 personen minder omdat de ondervraagde personen 's nachts nooit aanwezig zijn, in het woonzorgcentrum. Van de personeelsleden die over deze gemeenschappelijke ruimte ondervraagd zijn geeft de helft van de ondervraagde een gevoelswaarde van "een beetje warm" aan deze ruimte, zowel bij zomer als wintersituatie. Wat de overige ondervraagde betreft in de wintersituatie zijn deze verdeeld over een neutrale en een warme gevoelswaarde. Voor de zomersituatie ondervinden de overige personen vooral een warm gevoel in deze ruimte overdag.

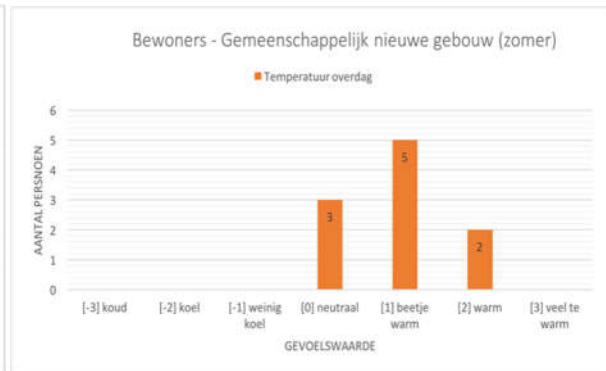
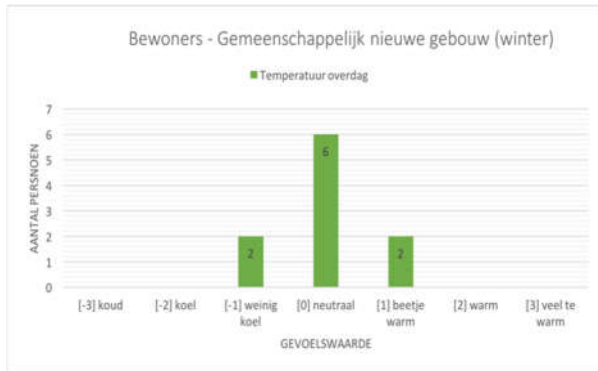


Figuur 79 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker – personeel gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (winter)



Figuur 80 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker – personeel gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (zomer)

Zes van de tien ondervraagde bewoners ondervinden deze ruimte als neutraal in de winterperiode. De overige personen zijn verdeeld over weinig koel en een beetje warm. Voor de zomersituatie verschuift dit in de “warmere richting” van de as. Vijf van de ondervraagde personen ervaren de dagtemperatuur als een beetje warm. De overige personen zijn verdeeld over de neutrale en de warme situatie waarbij de neutrale nog één persoon meer bevat. Voor de bewoners zijn er geen resultaten van de nachttemperatuur aanwezig omdat deze nooit aanwezig zullen zijn in deze ruimte 's nachts.



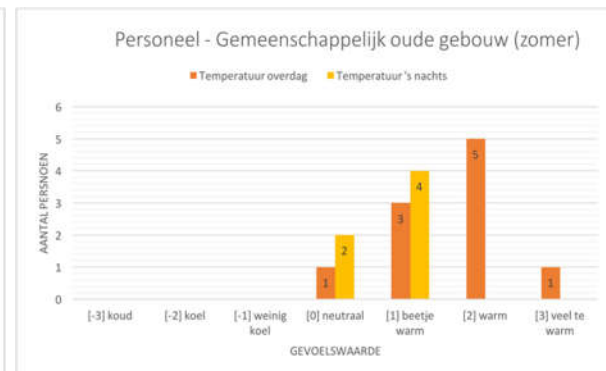
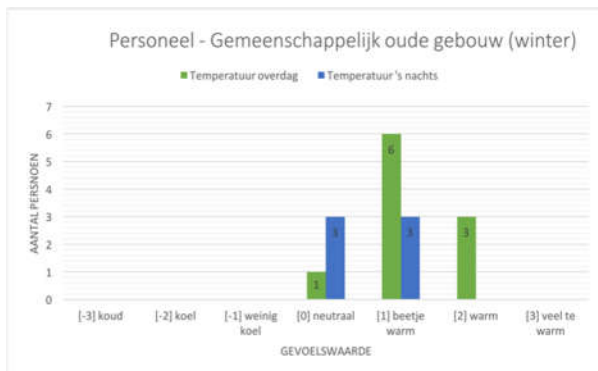
Figuur 81 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - bewoners gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (winter)

Figuur 82 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - bewoners gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (zomer)

### Gemeenschappelijke ruimte (oude gebouw)

Door enquêtes uit te voeren in de gemeenschappelijke ruimtes van het oude en het nieuwe gedeelte van het gebouw, is er de mogelijkheid om deze te vergelijken met elkaar. Bij het analyseren van de resultaten van de enquêtes is opgevallen dat het personeel in het ouder gedeelte van het gebouw over het algemeen een iets warmer gevoel waarneemt dat in het nieuwere deel. Dit zowel voor de dag- als nachttemperatuur.

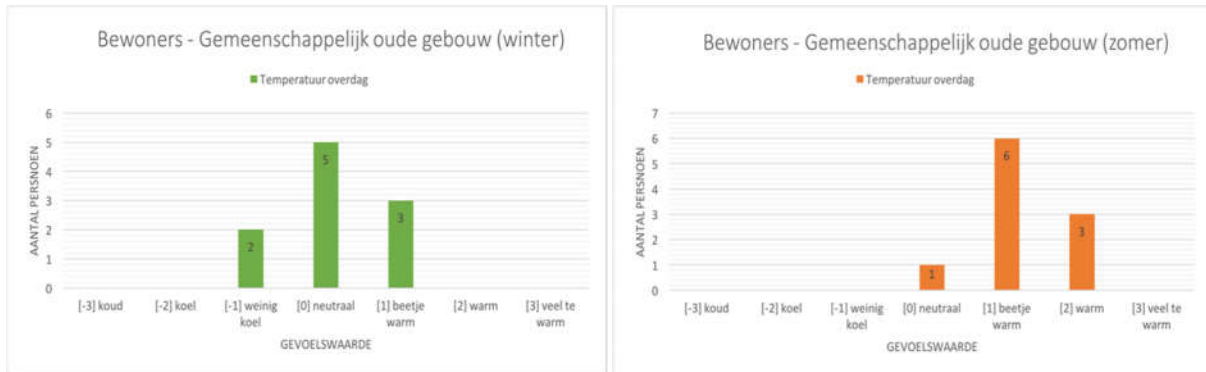
Voor de zomersituatie geven 9 van de 10 ondervraagde personen de ruimte een meer dan neutraal gevoel. Namelijk 6 personen ondervinden deze ruimte als een beetje warm en 3 personen als warm. Voor de zomersituatie is dit extremer, de helft van de personen ondervinden de situatie als warm. Drie van de ondervraagde personen geven een +1 waarde wat overeenkomt met een gevoel van een beetje warm. Van de overige twee personen is er één persoon met een veel te warm gevoel en één met een neutrale gevoelswaarde.



Figuur 83 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker – personeel gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (winter)

Figuur 84 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker – personeel gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (zomer)

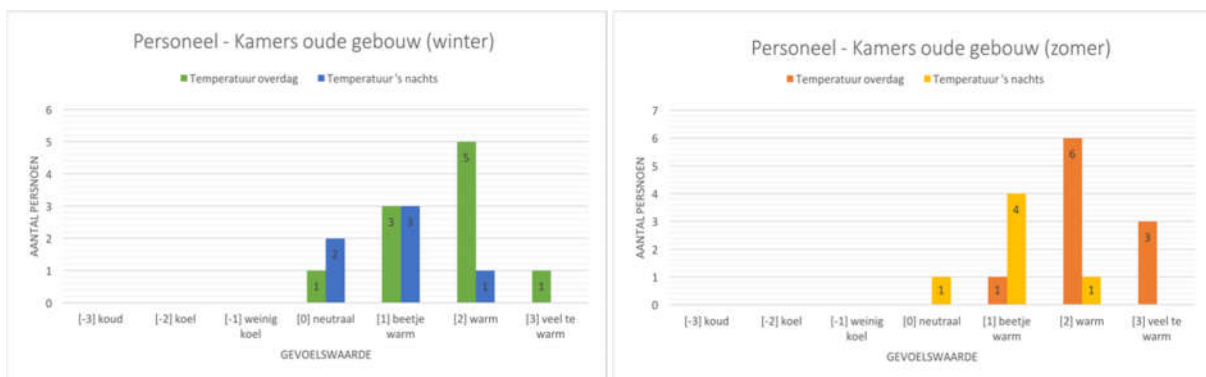
Als we een vergelijking maken tussen de bewoners in de gemeenschappelijke ruimte in het nieuwe gebouw en het oude gebouw zijn er bijna geen verschillen. Beide situaties zijn op één persoon na hetzelfde. Voor de wintersituatie geven de meeste personen hier dus ook een neutraal gevoel aan de ruimte. Ook voor de zomersituatie is dit identiek als de gemeenschappelijke ruimte van het nieuwe gebouw, de meeste personen geven hebben dus een gevoel van +1 wat overeenkomt met een beetje warm.



Figuur 85 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - bewoners Gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (winter)      Figuur 86 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - bewoners Gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (zomer)

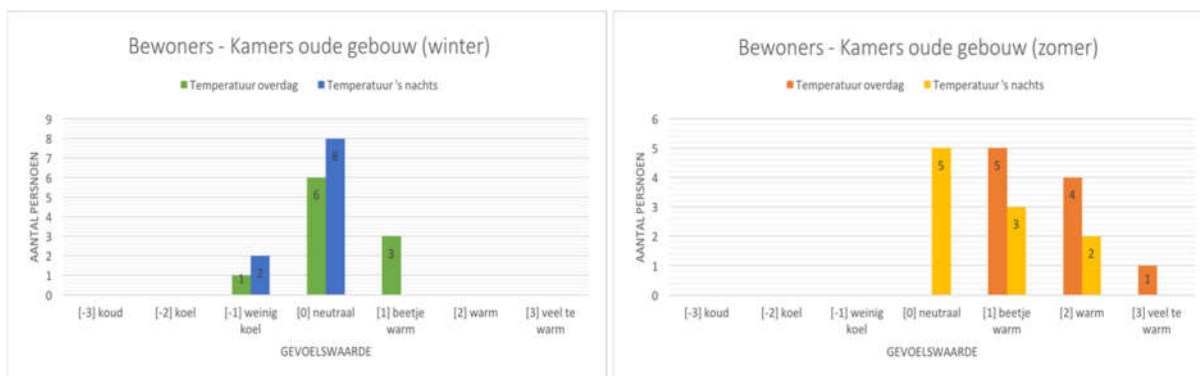
### Kamers (oude gebouw)

Een laatste ruimte die besproken wordt zijn de kamers van het oude gebouw. Deze worden over het algemeen door het personeel als warm ervaren. Dit is ook duidelijk te merken bij onderstaande Figuur 87 en Figuur 88. De helft van de personeelsleden die in de kamers in het oude gebouw komen, ervaren deze ruimte als te warm in de winter. Voor de zomersituatie is dit zelfs 6 van de 10 personen, van de overige enquêtes ervaren drie personen de ruimte als zeer warm en één persoon als een beetje warm.



Figuur 87 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - personeel Kamers oude gebouw (winter)      Figuur 88 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - personeel Kamers oude gebouw (zomer)

Onderstaande Figuur 89 en Figuur 90 geven de enquêteresultaten weer van de bewoners voor de kamers in de oude gebouwen. Opvallend resultaat in onderstaande grafieken is dat er een groot verschil is tussen de zomer en de wintersituatie. Voor de wintersituatie geven merendeel van de bewoners een neutraal gevoel aan deze ruimte voor de temperatuur overdag. Uit de enquêtes van de zomersituatie is op te merken dat de helft van de ondervraagde bewoners een gevoelswaarde van “een beetje warm” aan deze ruimte geeft. De overige resultaten liggen nog hoger dan deze, namelijk vier personen geven een warm gevoel aan deze ruimte en één persoon heeft een veel te warm gevoel.



Figuur 89 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - bewoners kamers oude gebouw (winter)      Figuur 90 Enquêteresultaten temperatuur Den Akker - bewoners kamers oude gebouw (zomer)

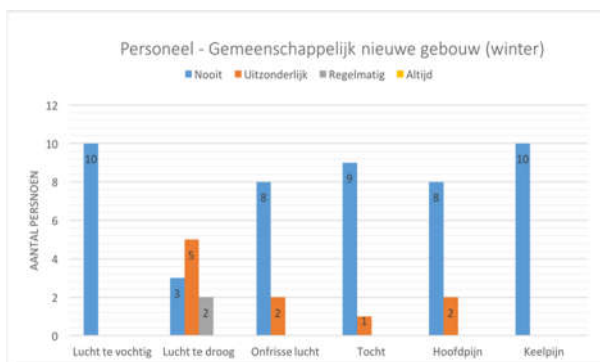
### 8.3.4.2 Ventilatie

In een voorgaand hoofdstuk van ventilatie omtrent het woonzorgcentrum Demerhof is al toegelicht hoe de enquêtes omtrent ventilatie geanalyseerd zijn. In dit hoofdstuk is een analyse uitgevoerd van drie verschillende ruimtes in het gebouw. Om te analyseren of er een verschil is tussen het oude en het nieuwe gebouw is er gekozen om van beide gebouwen een gemeenschappelijke ruimte te analyseren. Van elke ruimte die geanalyseerd is, zijn er tien personen waarbij een enquête afgenomen is. Soms is de enquête van de drie verschillende ruimtes bij dezelfde persoon afgenomen omdat deze in al deze ruimtes van het woonzorgcentrum kwam, maar meestal was dit niet het geval.

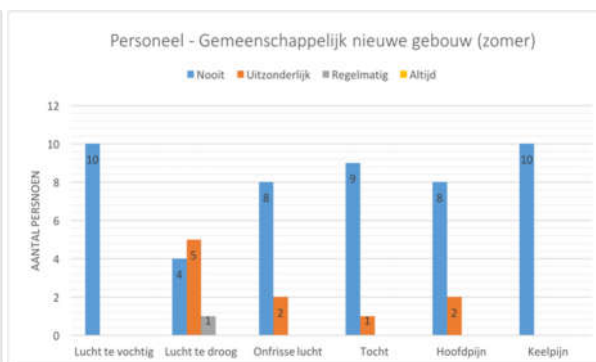
#### Gemeenschappelijke ruimte (nieuwe gebouw)

De eerste ruimte waarvan de enquêtes geanalyseerd zijn, is een gemeenschappelijke ruimte in het nieuwe gedeelte van het woonzorgcentrum. Zoals bij woonzorgcentrum Demerhof is er ook hier ook op geen enkele plaats problemen met vochtige lucht. Wat droge lucht betreft zijn er toch enkele klachten van het personeel voor zowel de winter- als zomerperiode. In de winterperiode ondervinden de helft van de ondervraagde personeelsleden toch uitzonderlijk (1-5 dagen in de maand) problemen van droge lucht. Twee van de tien ondervraagde personeelsleden ondervindt zelfs regelmatig een probleem van deze droge lucht. De overige drie personen ondervinden hier geen hinder van volgens de enquêtes. Voor de zomerperiode is dit bijna hetzelfde, hierbij zal er een extra persoon geen probleem hebben met de droge lucht en ook één iemand minder regelmatige problemen.

Als we kijken naar de parameter 'onfrisse lucht' zijn er in deze ruimte vrij weinig problemen. Maar twee van de ondervraagde personeelsleden heeft uitzonderlijk eens een hinder van onfrisse lucht, voor de parameter 'tocht' is dit probleem zelfs maar voor één persoon. Wat de onderwerpen over gezondheid betreft (hoofdpijn en keelpijn) zijn er geen klachten wat betreft keelpijn. Twee van de ondervraagde personeelsleden heeft uitzonderlijk eens last van hoofdpijn als gevolg van de binnenluchtkwaliteit. Deze laatste drie parameters zijn idem voor winter- en zomersituatie. Figuur 84 en Figuur 85 geven de besproken resultaten grafisch weer.

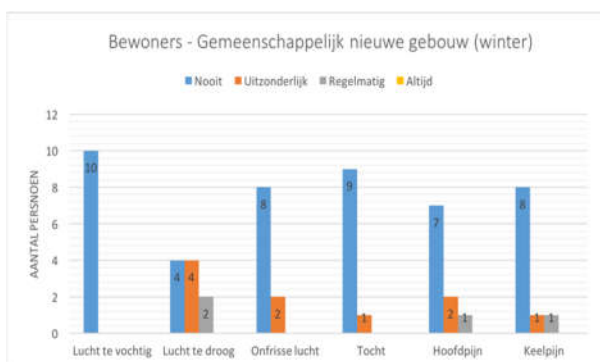


Figuur 91 Enquête resultaten ventilatie - Den Akker personeel gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (winter)

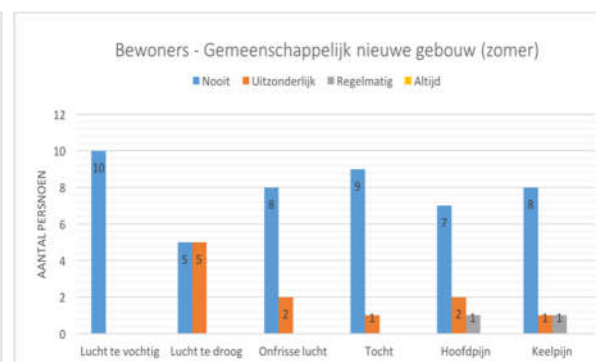


Figuur 92 Enquête resultaten ventilatie - Den Akker personeel gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (zomer)

Figuur 93 en Figuur 94 geven de resultaten weer van de enquêtes van de gemeenschappelijke ruimte van het nieuwe gebouw bij de bewoners. Als deze resultaten vergeleken worden met deze van de personeelsleden zijn er niet al te veel verschillen op te merken. Voor de droge lucht hebben de bewoners over het algemeen minder last dan de personeelsleden, zowel in de zomer- als wintersituatie. Wat de gezondheidsparameters betreft is er bij de parameter 'hoofdpijn' één persoon meer met regelmatige problemen. Voor de parameter 'keelpijn' is het verschil dat er één persoon uitzonderlijk eens problemen heeft van keelpijn als gevolg van de binnenluchtkwaliteit in deze ruimte en één persoon regelmatig problemen ervaart in deze ruimte.



Figuur 93 Enquête resultaten ventilatie - Den Akker bewoners gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (winter)

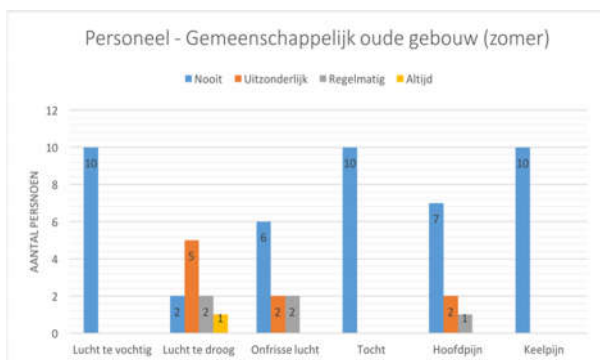


Figuur 94 Enquête resultaten ventilatie - Den Akker bewoners gemeenschappelijke ruimte nieuwe gebouw (zomer)

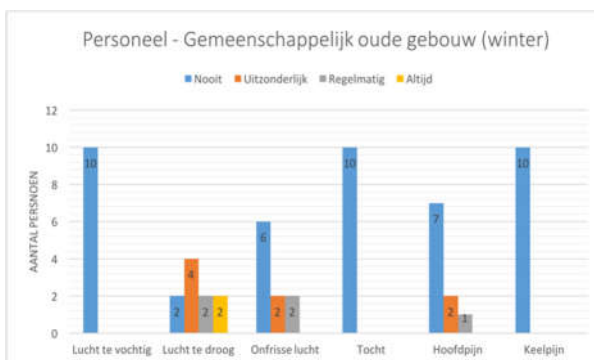
### Gemeenschappelijke ruimte (oude gebouw)

Om een goede vergelijking te kunnen maken tussen de gemeenschappelijke ruimte van het nieuwe en oude gedeelte hebben we ook enquêtes afgenomen van personeelsleden en bewoners in een oude gemeenschappelijke ruimte. Figuur 95 en Figuur 96 geven de resultaten weer van deze ruimte voor de personeelsleden. Verschillen met het nieuwe gebouw zijn vooral op te merken aan de droge en onfrisse lucht. In het oude gebouw hebben personeelsleden meer last van droge lucht dan in het nieuwe gebouw. Om concreet te zijn hebben in de wintersituatie twee personen geen last van droge lucht. Daarentegen hebben 4 personen uitzonderlijk problemen met de droge lucht, 2 personeelsleden regelmatig en ten slotte ook nog 2 personeelsleden die steeds last hebben van deze droge lucht. De zomersituatie is in deze ruimte ook iets beter qua resultaten voor droge lucht.

Wat onfrisse lucht betreft zijn er in het nieuwe gebouw twee personen minder die de lucht aangenaam vinden en geen klachten hebben. Deze twee personen zijn toegevoegd bij personeelsleden die regelmatig last hebben van de onfrisse lucht in deze ruimte. Dit is zowel voor winter- als zomersituatie. Voor gezondheid is er bij de parameter 'hoofdpijn' ook een kleine verandering in negatieve zin, één persoon heeft volgens de enquêtes op regelmatig basis last van hoofdpijn in deze ruimte.

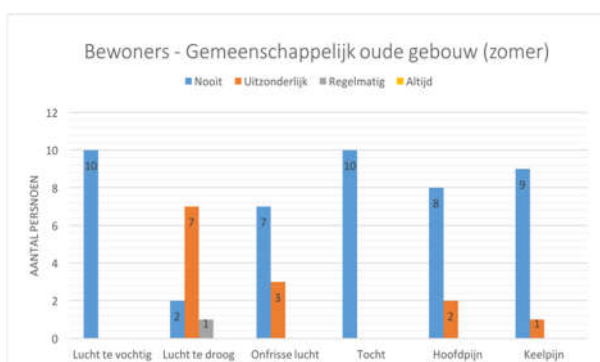


Figuur 95 Enquête resultaten ventilatie - Den Akker personeel gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (zomer)

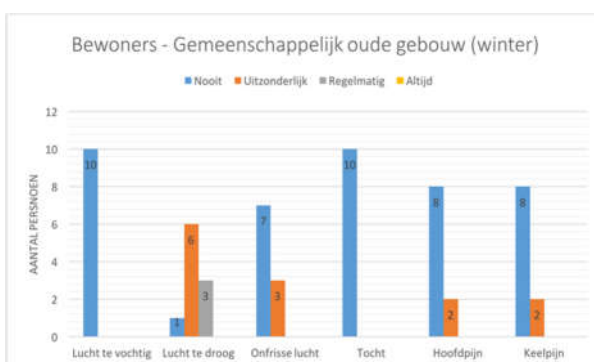


Figuur 96 Enquête resultaten ventilatie - Den Akker personeel gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (winter)

De resultaten in onderstaande Figuur 97 en Figuur 98 geven de resultaten weer van de bewoners voor deze gemeenschappelijke ruimte in het oude gebouw. De meeste parameters zijn ongeveer evenwaardig met elkaar, uitgezonderd de droge lucht en de onfrisse lucht. In het oude gebouw is het verschil tussen bewoners en personeelsleden van droge lucht groter dan in het nieuwe deel. Het grootste aandeel van de ondervraagde bewoners ondervinden op uitzonderlijke periode hinder van de droge lucht in deze ruimte, dit is vooral in de zomersituatie. In de wintersituatie zijn er nog wel 3 bewoners die op regelmatige basis hinder ondervinden van de droge lucht in deze ruimte.



Figuur 97 Enquête resultaten ventilatie - Den Akker bewoners gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (zomer)



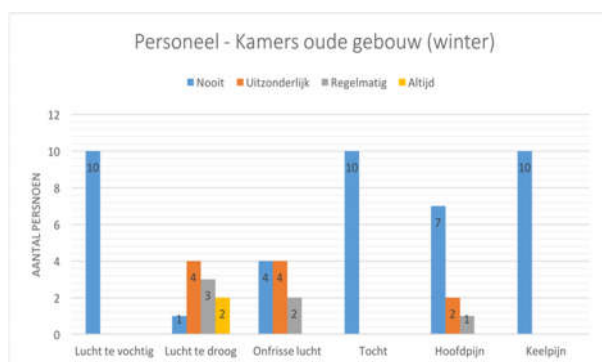
Figuur 98 Enquête resultaten ventilatie - Den Akker bewoners gemeenschappelijke ruimte oude gebouw (winter)

### Kamers (oude gebouw)

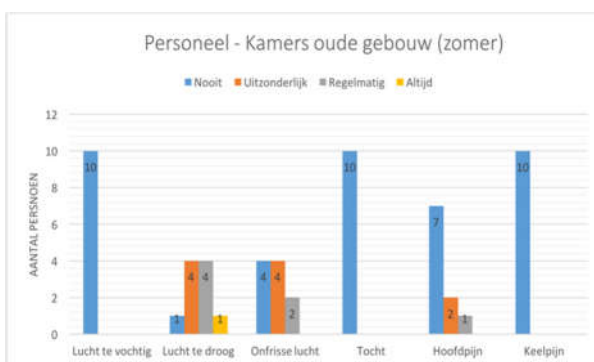
Een derde en laatste ruimte waar personeelsleden en bewoners over ondervraagd zijn, zijn de kamers in het oude gebouw. Deze kamers zijn uitgekozen omdat men zo een verschil kan merken met de nieuwere kamers van de andere twee woonzorgcentra.

Zoals bij de overige ruimtes is er vooral een verschil op de twee parameters droge- en onfrisse lucht. Uit Figuur 99 en Figuur 100 valt op te merken dat voor de kamers de resultaten van deze twee parameters het slechtst zijn van de drie. Van de tien ondervraagde personen heeft maar één persoon nooit last van droge lucht in de kamers van de bewoners. In de winter hebben vier personen uitzonderlijk problemen met de droge lucht in deze ruimtes, drie personen regelmatig en twee personen zelfs altijd in deze ruimtes. In de zomer is dit bijna hetzelfde, het kleine verschil is dat één van de personen die altijd last heeft in de winter in de zomer er op regelmatige tijdstippen last van heeft.

Ook met de parameter 'onfrisse lucht' zijn er zowel in de zomer- als wintersituatie meer problemen in de kamers dan in de gemeenschappelijke ruimtes. Vier van de ondervraagde personeelsleden hebben nooit problemen van onfrisse lucht in de kamers. Vier andere ondervraagden hebben uitzonderlijk last van deze onfrisse lucht en ten slotte hebben twee personeelsleden hiervan regelmatig last.

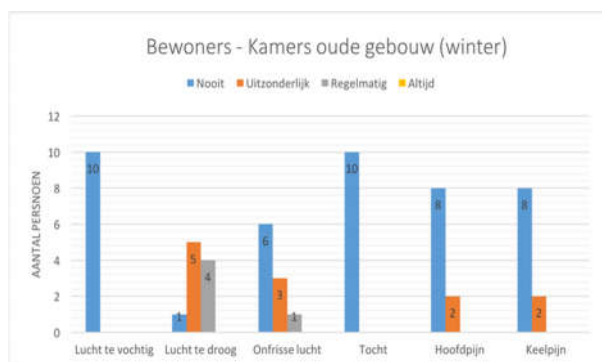


Figuur 99 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker personeel kamers oude gebouw (winter)

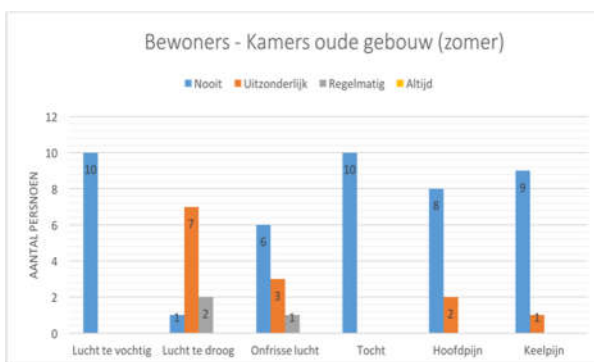


Figuur 100 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker personeel kamers oude gebouw (zomer)

Ten slotte is er nog de analyse van de enquêtes van de bewoners over de kamers waar zij slapen. Figuur 101 en Figuur 102 geven de resultaten hiervan weer. Ook bij deze ruimte zijn er dezelfde opmerkingen als bij de andere twee. De bewoners hebben in tegenstelling tot de personeelsleden minder klachten over de droge lucht en de onfrisse lucht.



Figuur 101 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker bewoners kamers oude gebouw (winter)



Figuur 102 Enquêteresultaten ventilatie - Den Akker bewoners kamers oude gebouw (zomer)

### 8.3.4.3 Besluit enquêtes

Voor woonzorgcentrum Den Akker kunnen we op het gebied van temperatuur besluiten dat de kamers in het oude gedeelte het onaangenaamste worden ervaren op dit vlak, zowel voor personeelsleden als voor bewoners. Afhankelijk van de oriëntatie van de kamer loopt voor sommige bewoners de temperatuur veel te hoog op in de zomer dat het zelfs oncomfortabel warm wordt. De bewoners verblijven dan het grootste deel van de dag in de gemeenschappelijke ruimte waar het over het algemeen nog iets frisser aanvoelt dan de kamers. Ook is er in woonzorgcentrum Den Akker dezelfde conclusie als in Demerhof dat de personeelsleden de verschillende ruimtes over het algemeen warmer ervaren dan de bewoners.

In tegenstelling tot woonzorgcentrum Demerhof waren er bij Den Akker op voorhand geen problemen gekend met de ventilatie door de verantwoordelijke van het woonzorgcentrum. Uit de enquêtes zijn wel bepaalde klachten naar boven gekomen. De meeste klachten die door de personeelsleden en de bewoners opgegeven zijn, zijn droge en onfrisse lucht in de ruimtes. De droge lucht is voornamelijk een probleem in de winter, de personeelsleden hebben hier ook meer last van dan de bewoners. Ook

blijkt uit de enquêtes dat er regelmatig last is van onfrisse lucht. De reden hiervan is volgens verschillende personeelsleden dat er geen ramen mogen worden opgezet in de gemeenschappelijke ruimte wanneer er bewoners aanwezig zijn. Wanneer de bewoners allemaal op de kamers zijn, zal er af en toe wel een raam worden opgezet. In de kamers is dit ook dezelfde reden van de onfrisse lucht.



### 8.3.5 Thermisch comfort

Net zoals voor de andere twee woonzorgcentra is een berekening van het thermisch comfort voor de bewoners en het personeel uitgevoerd. Deze berekening is ook weer op de twee verschillende manieren a.d.h.v. de metingen en de enquêtes.

#### Berekend thermisch comfort

Voor het berekend thermisch comfort van woonzorgcentrum Den Akker zijn er net zoals voor de andere twee woonzorgcentra aannames en berekeningen uitgevoerd. Voor meer uitleg over de aannames en berekening wordt er verwezen naar hoofdstuk 0 en de methodologie van dit onderzoek.

Tabel 72 en Tabel 73 geven de resultaten weer van de berekening van het thermisch comfort voor de bewoners en personeelsleden van woonzorgcentrum Den Akker. De PMV-waardes voor de bewoners liggen zowel voor de warmste als de koudste week binnen de grenzen van -0,5 en 0,5. Het berekend thermisch comfort voor de bewoners is dus zeer positief. In tegenstelling voor de personeelsleden, net zoals bij woonzorgcentrum Demerhof, is het thermisch comfort voor de personeelsleden niet al te positief. De berekende PMV-waardes liggen allemaal boven de grens van 0,5 met een maximum van 1,13 voor kamer 410 in de warmste week. Dit betekent dat de personeelsleden een ‘weinig warm’ gevoel hebben in deze ruimte.

Tabel 72 Berekend thermisch comfort bewoners Den Akker

	Periode	Ruimte	Binnenlucht temperatuur [°C]	Gemiddelde stralingstemperatuur [°C]	Relatieve luchtsnelheid [m/s]	RV [%]	Metabolisme [W/m <sup>2</sup> ]	Kleding isolatie [clo]	PMV	PPD [%]
Bewoners Den Akker	Koudste week	Nieuwe gemeenschappelijke ruimte	24,84	24,01	0,1	18,6	58	1,3	0,41	8
		Oude gemeenschappelijke ruimte	22,53	21,73	0,1	19,7	58	1,3	-0,1	5
		Kamer 410	23,35	21,50	0,1	20,2	58	1,3	-0,02	5
	Warmste week	Nieuwe gemeenschappelijke ruimte	23,07	22,69	0,1	37,5	58	1,1	-0,05	5
		Oude gemeenschappelijke ruimte	23,53	23,07	0,1	39,8	58	1,1	0,07	5
		Kamer 410	24,35	23,05	0,1	40,8	58	1,1	0,19	6

Tabel 73 Berekend thermisch comfort personeel Den Akker

	Periode	Ruimte	Binnenlucht temperatuur [°C]	Gemiddelde stralingstemperatuur [°C]	Relatieve luchtsnelheid [m/s]	RV [%]	Metabolisme [W/m <sup>2</sup> ]	Kleding isolatie [clo]	PMV	PPD [%]
Personeel Den Akker	Koudste week	Nieuwe gemeenschappelijke ruimte	24,84	24,01	0,1	18,6	116	0,9	1,12	31
		Oude gemeenschappelijke ruimte	22,53	21,73	0,1	19,7	116	0,9	0,91	22
		Kamer 410	23,35	21,50	0,1	20,2	116	0,9	0,97	25
	Warmste week	Nieuwe gemeenschappelijke ruimte	23,07	22,69	0,1	37,5	116	0,9	0,99	26
		Oude gemeenschappelijke ruimte	23,53	23,07	0,1	39,8	116	0,9	1,06	29
		Kamer 410	24,35	23,05	0,1	40,8	116	0,9	1,13	32

### Werkelijk thermisch comfort

Tabel 74 geeft de resultaten weer van het werkelijk thermisch comfort van woonzorgcentrum Den Akker. De resultaten die in deze tabel zijn weergegeven zijn berekend a.d.h.v. de resultaten van de enquêtes, zoals eerder besproken bij de andere woonzorgcentra.

De bewoners van woonzorgcentrum Den Akker zijn voor de drie ruimtes, waar metingen verricht zijn, tevreden in de winterperiode. In de zomerperiode daarentegen zijn de PMV-waarden van de verschillende ruimtes veel hoger dan de grens van 0,5 voor het comfortabele niveau. Voor de personeelsleden van woonzorgcentrum Den Akker is zowel bij winter- als zomersituatie de PMV-waarde bij elke ruimte te hoog. De ruimtes waar de metingen uitgevoerd zijn, worden door de personeelsleden dus als te warm ervaren.

Tabel 74 Resultaten PMV-enquêtes

			Kamers		Gemeenschappelijk (nieuw)		Gemeenschappelijk (oud)	
			Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer
Den Akker	Bewoners	PMV	0,2	1,6	0,0	0,9	0,1	1,2
		PPD	5,8	56,3	5,0	22,1	5,2	35,2
	Personeel	PMV	1,6	2,2	0,9	1,4	1,2	1,6
		PPD	56,3	84,9	22,1	45,5	35,2	56,3

### Besluit thermisch comfort

Ook voor woonzorgcentrum Den Akker is het niet mogelijk om de berekeningen van het thermisch comfort van de warmste week te vergelijken met het werkelijke thermisch comfort in de zomer, dit door de meetperiode van dit onderzoek.

Als er een vergelijking gemaakt wordt van het thermisch comfort van de koudste week merken we dat bij de bewoners de PMV-waarde voor de drie ruimtes niet al te ver van elkaar liggen. Voor de personeelsleden is dit niet het geval. Hierbij zijn er grotere afwijkingen merkbaar, voor kamer 410 in het oude gedeelte van het gebouw bedraagt de PMV-waarde voor het berekend thermisch comfort 0,97 voor het werkelijk thermisch comfort daarentegen is er een PMV-waarde van 1,6 vastgesteld waardoor er een verschil van ruim 0,6 is bevonden. Ook voor de oude gemeenschappelijke ruimte ligt het werkelijk resultaat 0,3 hoger dan het berekend resultaat. Reden hiervan is dat de resultaten van

de enquêtes voor het onderdeel temperatuur zeer negatief zijn bevonden voor de personeelsleden in het oude gebouw.

### **8.3.6 Conclusie woonzorgcentrum Den Akker**

Uit de enquêtes blijkt dat door zowel de personeelsleden als de bewoners een droge- en onfrisse lucht ondervonden wordt. De droge lucht is voornamelijk een probleem in de winter, de personeelsleden hebben hiervan meer last van dan de bewoners. Over het algemeen is er weinig verschil tussen de oude en nieuwe gemeenschappelijke ruimtes volgens de enquêtes, de klachten doen zich in beide delen van het gebouw voor.

Uit de analyse van de metingen blijkt dat gedurende de gemeten periode ongeveer 60% van de tijd de relatieve vochtigheid in het nieuwe deel van het gebouw te laag is, terwijl bijna de relatieve vochtigheid in het oude deel van het gebouw bijna 100% van de tijd in de aanvaarde zone ligt. De binnenluchttemperatuur in het nieuwe deel is 96% van de tijd acceptabel, terwijl in de oude gemeenschappelijke ruimte en kamer 410 dit respectievelijk slechts 20 en 40% is. Belangrijke opmerking is dat ook hierbij de meettoestellen in de oude gemeenschappelijke ruimte en kamer 410 verplaatst zijn op 23 maart 2017. De resultaten zijn dus niet helemaal correct voor de gemeten periode.

Het thermisch comfort berekend op basis van de meetresultaten is voor de bewoners gedurende de volledige meetperiode acceptabel, dit blijkt ook uit de enquêtes over de winter. Echter gedurende de zomer vinden de bewoners het in het algemeen onaangenaam warm, blijkt uit de enquêtes. Zowel het berekend thermisch comfort als het afgeleid thermisch comfort van de enquêtes wijst op een te warme binnenomgeving voor het personeel, ook in de winter.

Het verschil van het jaarlijks energieverbruik van het oude en nieuwe gebouw van Den Akker is aanzienlijk, namelijk 84 kWh/m<sup>2</sup> en 145 kWh/m<sup>2</sup>. Echter is er weinig verschil van het thermisch comfort van de bewoners en personeelsleden tussen het oude en nieuwe deel van het gebouw.



## 9 VERGELIJKENDE ANALYSE

In deze vergelijkende analyse worden de verschillende onderdelen van de woonzorgcentra met elkaar vergeleken. Door deze vergelijking kan er worden nagegaan of er grote verschillen in temperatuur of relatieve vochtigheid zijn in de woonzorgcentra. Ook het energieverbruik en het thermisch comfort van de drie woonzorgcentra worden met elkaar vergeleken in deze analyse.

### 9.1 Analyse metingen

Figuur 103 en Figuur 104 geven een samenvattende grafiek weer van de temperatuurmetingen en de metingen van de relatieve vochtigheid gedurende de hele meetperiode. Door deze samenvattende grafiek zijn eventuele grote afwijkingen van temperatuur en relatieve vochtigheid zeer snel merkbaar.

Zoals voorheen besproken zijn de metingen niet allemaal foutloos verlopen. Meetlocaties die gewijzigd zijn, technische problemen met de toestellen... De foute meetlocaties geven zich meteen duidelijk weer in Figuur 103 van de temperatuur op de volgende bladzijde. De meeste meettoestellen hebben ongeveer dezelfde temperatuurcurve, uitgezonderd de meetlocaties waar de meettoestellen verplaatst zijn. De opvallendste curve is deze van het meettoestel in de oude gemeenschappelijke ruimte van woonzorgcentrum Den Akker. Zoals al reeds vermeld bij de analyse van de metingen van dit woonzorgcentrum is de reden een foute plaatsing van het meettoestel. Het meettoestel heeft de hele periode t.e.m.  $\pm 15$  maart 2017 te dicht tegen het raam gestaan, waardoor de binnentemperatuur op deze locatie veel lager is dan de andere meettoestellen.

Vanaf de periode 22 maart 2017 tot het einde van de meetperiode plaatst deze curve zich wel tussen de anderen. Dit omwille van de verplaatsing van ongeveer 2 meter verder van het raam van het meettoestel. Ook bij het meettoestel van kamer 410 in woonzorgcentrum Den Akker heeft hetzelfde fenomeen zich voorgedaan, het toestel heeft hier ook na het verplaatsen hogere temperaturen waargenomen.

Tabel 75 en Tabel 76 geven de samenvattende resultaten weer van de temperatuur en de relatieve vochtigheid. Bij het bekijken van deze tabellen valt wel op dat er toch een redelijke variatie ligt tussen de gemiddelde temperatuur van de verschillende ruimtes. Zoals in de vorige alinea's besproken, zijn meetfouten hiervan een reden, maar er zijn ook andere oorzaken die deze waardes beïnvloeden. Uit het onderzoek is bevonden dat ook het gebruiksgedrag een belangrijke invloed heeft op de temperatuur in de ruimte. Sommige bewoners zijn zeer zuinig naar energieverbruik toe waardoor ook de temperatuur in de ruimte lager zal liggen dan bewoners die niet zo bewust met energie omgaan. Ook de leeftijd van het gebouw heeft een invloed op de binnentemperatuur. Het oude gebouw van woonzorgcentrum Den Akker is een gebouw dat dateert van 1996. De normen voor isolatie zijn veel strenger geworden in de laatste jaren waardoor de andere gebouwen veel beter geïsoleerd zijn. Door deze betere isolatie zal er in de wintermaanden minder warmte verloren gaan en zal er minder energie nodig zijn om de gewenste temperatuur te behalen.

Op Figuur 104 valt ook het gelijklopen van de curves van de relatieve vochtigheid op. Deze lopen nog veel evenwijdiger dan het temperatuursverloop. Reden hiervan is het verband tussen de relatieve vochtigheid en de buitentemperatuur. Net zoals bij de temperatuurmetingen vallen de twee curves van oude gemeenschappelijke ruimte en kamer 410 van woonzorgcentrum Den Akker duidelijk op. Een reden hiervan is de slechte plaatsing van de meettoestellen. De metingen van beide toestellen schommelen hierdoor zeer hard met als gevolg dat ze een veel andere curve volgen. In de laatste maand bij het verplaatsen van het toestel voor kamer 410 volgt ook deze ongeveer hetzelfde patroon als de andere curves.

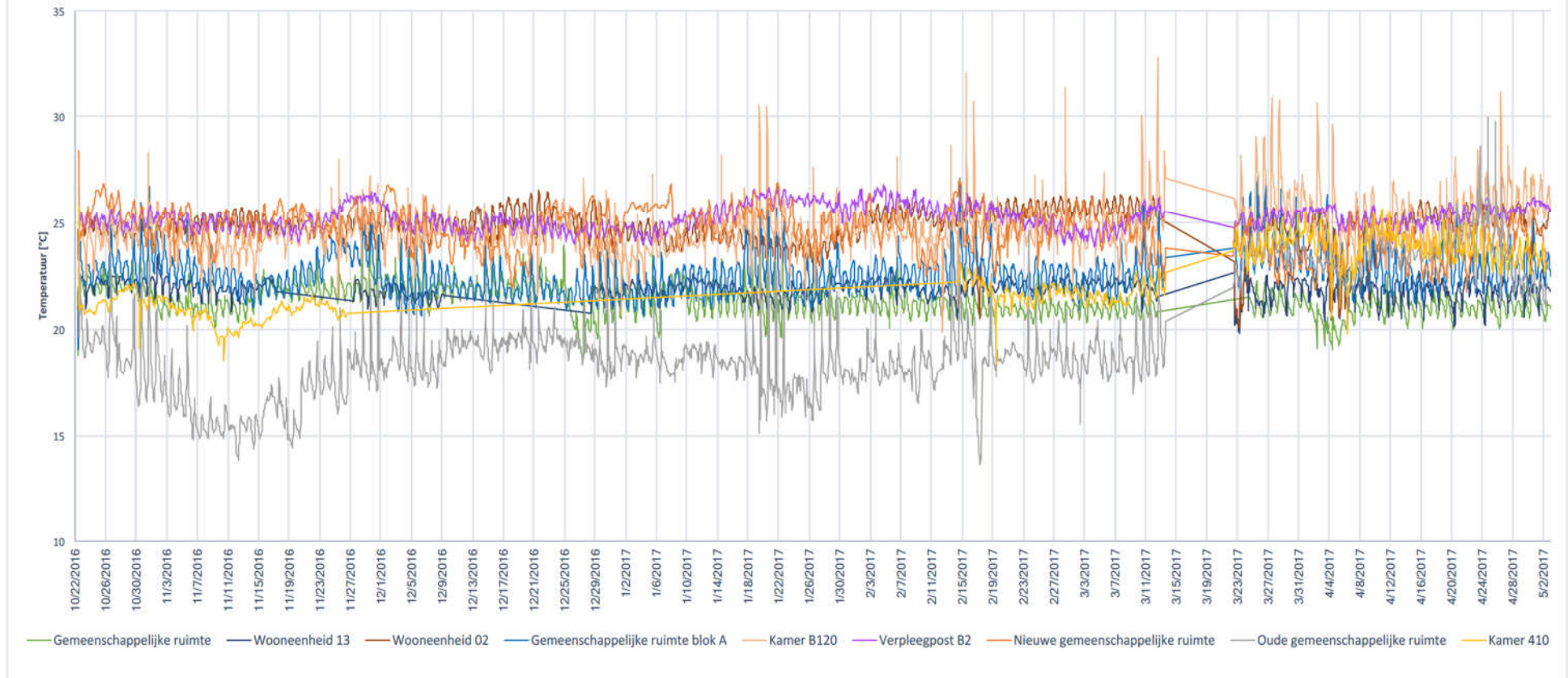
In kamer 410 is er geen sprake van mechanische toevoer en is er enkel een doorstroom van de gemeenschappelijke ruimte naar deze kamer toe. De afvoer van deze kamer is in de badkamer voorzien. Toevoer van 'verse lucht' in deze kamer gebeurt vooral door het openen van een raam en deels door de doorstroom van de gemeenschappelijke ruimte. Wanneer het toestel van bij de start van de metingen op een betere plaats gelegd was, konden er betere vergelijkingen uitgevoerd worden of dit oudere ventilatiesysteem een invloed heeft op de relatieve vochtigheid in de kamer. Na het verplaatsen van het meettoestel in de oude gemeenschappelijke ruimte blijft de relatieve vochtigheid vrij grote schommelingen maken en opvallend veel hoger dan bij de andere meettoestellen.

De curves die bijna allemaal hetzelfde patroon volgen, hebben het probleem dat ze een vrij lage relatieve vochtigheid hebben, wel zijn ze nog binnen de comfortgrenzen gelegen, met uitzondering van twee ruimtes. Het opvallendste geval van een te lage relatieve vochtigheid is zoals voorheen besproken bij de metingen van woonzorgcentrum Demerhof, verpleegpost B2. De locatie van deze verpleegpost is op het einde van het ventilatiekanaal, het debiet van de toevoer op het einde van dit ventilatiekanaal is veel kleiner dan op andere plaatsen waardoor er veel minder toevoer is van verse lucht. Ook was het manueel verluchten van de ruimte door openen van ramen niet mogelijk.

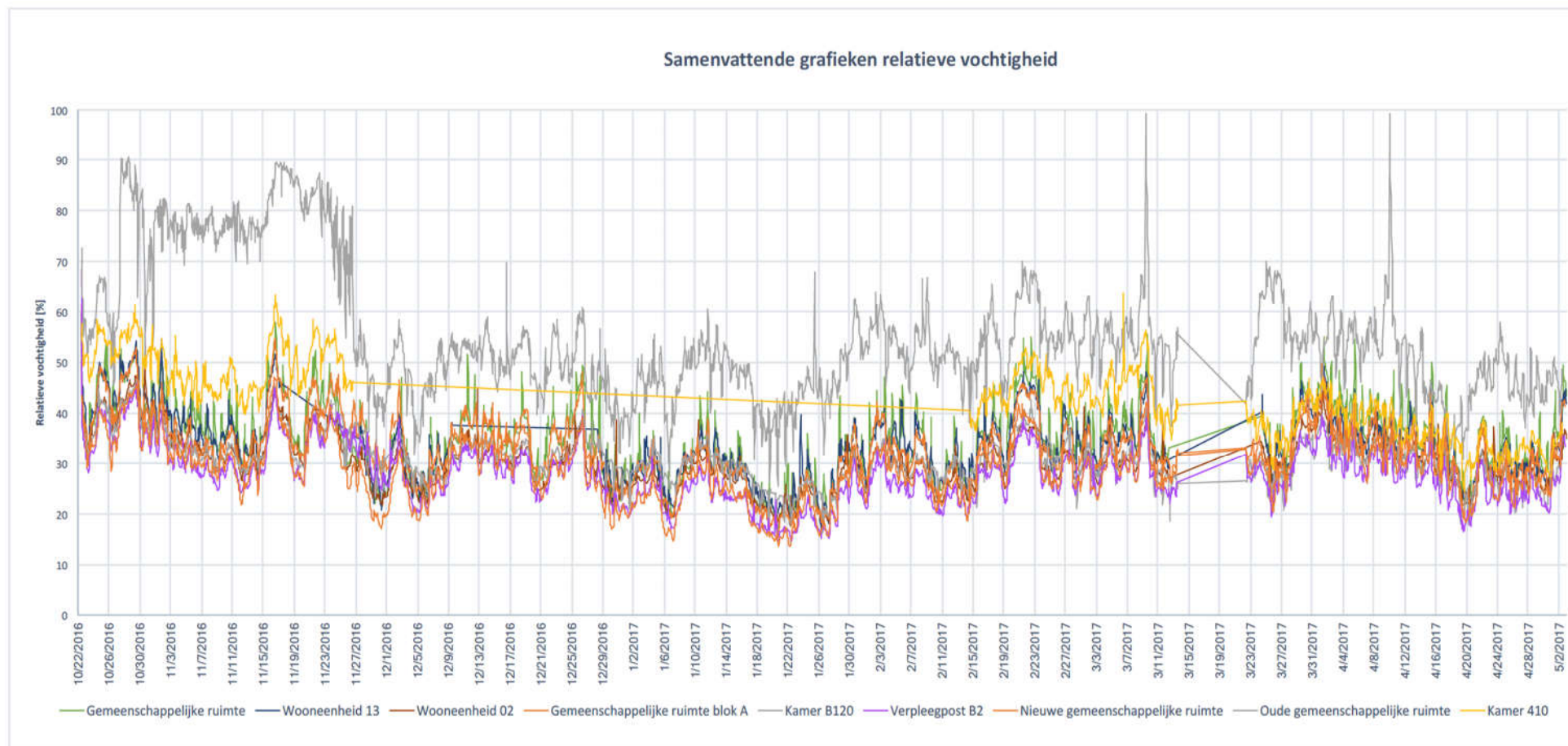
Een andere ruimte die onder de comfortgrens van relatieve vochtigheid gelegen was, is de nieuwe gemeenschappelijke ruimte in woonzorgcentrum Den Akker. Een hoge temperatuur in deze twee ruimtes komt de relatieve vochtigheid niet ten goede. Door deze hogere temperaturen in koudere periodes zal men de lucht verwarmen, waardoor de relatieve vochtigheid in deze lucht zal dalen.

Conclusie hiervan is dat de ventilatie een zeer belangrijke factor speelt bij de relatieve vochtigheid in de gemeten woonzorgcentra. Een goed werkende ventilatie zorgt voor een relatieve vochtigheid die binnen de comfortzone gelegen is. Omdat bij sommige ruimtes de lucht te droog is door een te lage relatieve vochtigheid is het soms aangewezen om luchtbevochtigers te gaan gebruiken zodat de relatieve vochtigheid meer in het comfortabel gebied gelegen is.

### Samenvattende grafieken temperatuur



Figuur 103 Samenvattende grafieken temperatuur



Figuur 104 Samenvattende grafieken relatieve vochtigheid



Tabel 75 Samenvattende tabel metingen

		Totale periode (22/10 - 02/05)		Koudste week (21/01 - 27/01)		Warmste week (27/03 - 02/04)	
		Gemiddelde temp. [°C]	Gemiddelde RV [%]	Gemiddelde temp. [°C]	Gemiddelde RV [%]	Gemiddelde temp. [°C]	Gemiddelde RV [%]
Demerhof	Gemeenschappelijke ruimte	22,6 °C	33,0%	22,6 °C	21,9%	23,4 °C	37,0%
	Kamer B120	24,7 °C	30,8%	24,4 °C	23,2%	26,3 °C	32,2%
	Verpleegpost B2	25,2 °C	27,8%	26,1 °C	18,0%	25,4 °C	31,8%
Hortensia	Gemeenschappelijke ruimte	21,35 °C	34,8%	21,3 °C	23,5%	21,1 °C	41,4%
	Wooneenheid 13	21,9 °C	33,4%	21,6 °C	23,8%	22,0 °C	38,7%
	Wooneenheid 02	24,8 °C	30,49%	23,7 °C	22,0%	24,1 °C	34,4%
Den Akker	Nieuwe gemeenschappelijke ruimte	24,67 °C	29,0%	24,8 °C	18,6%	23,1 °C	37,5%
	Oude gemeenschappelijke ruimte	19,1 °C	54,0%	17,3 °C	43,0%	23,5 °C	39,8%
	Kamer 410	22,2 °C	43,91%			24,4 °C	40,8%

Tabel 76 Minimum & maximumwaarden totale periode

		Totale periode (22/10 - 02/05)			
		Min. temp. /Max. temp		Min. RV/ Max. RV	
Demerhof	Gemeenschappelijke ruimte	19,1 °C	27,2 °C	15,3%	61,6%
	Kamer B120	19,8 °C	32,8 °C	16,2%	52,4%
	Verpleegpost B2	21,0 °C	26,8 °C	13,9%	68,8%
Hortensia	Gemeenschappelijke ruimte	18,7 °C	25,2 °C	15,3%	58,4%
	Wooneenheid 13	19,0 °C	23,5 °C	16,4%	59,5%
	Wooneenheid 02	20,0 °C	26,5 °C	18,2%	53,4%
Den Akker	Nieuwe gemeenschappelijke ruimte	21,8 °C	28,4 °C	13,6%	47,5%
	Oude gemeenschappelijke ruimte	13,6 °C	25,9 °C	25,4%	99,3%
	Kamer 410	16,4 °C	25,8 °C	24,2%	63,8%



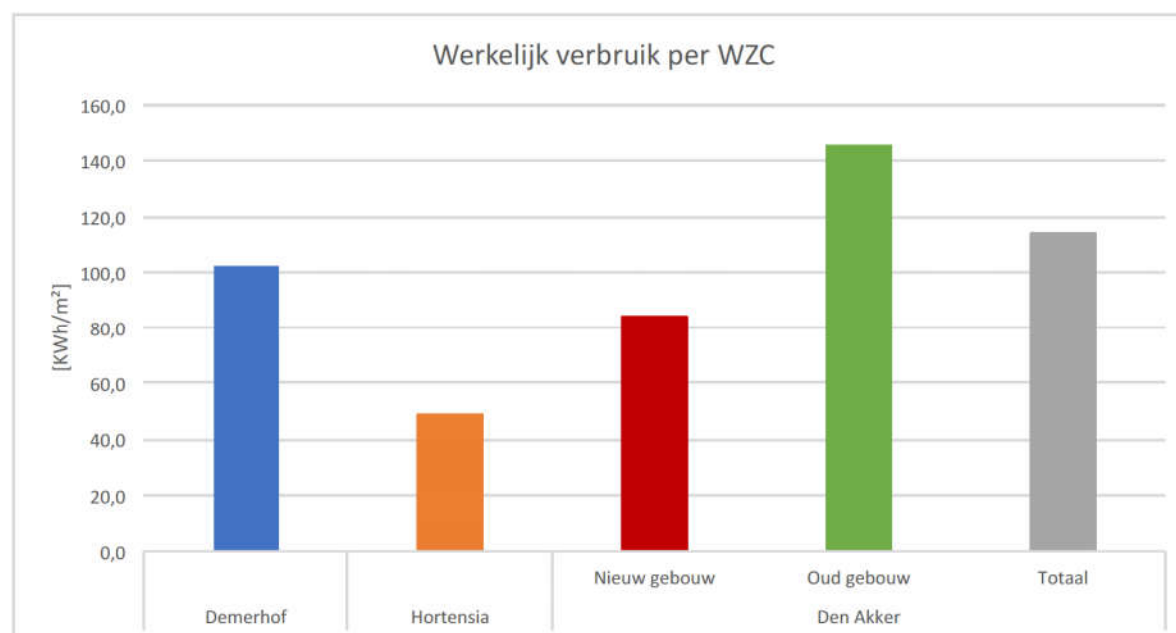
## 9.2 Vergelijking energieverbruik

Tabel 77 en Figuur 105 geven het werkelijk gasverbruik van de woonzorgcentra weer van 11/2015 tot 11/2016. De gebouwen van het woonzorgcentrum Demerhof worden verwarmd met een WKK-module op aardgas, wanneer deze module niet voldoende energie kan leveren, zal er gebruik gemaakt worden van twee in cascade werkende condenserende gasketels. De gebouwen van Hortensia en Den Akker worden verwarmd door condenserende gasketels. Het energieverbruik van de productie van het sanitair warmwater is meegerekend in het jaarlijks energieverbruik.

In het gebouw van Hortensia is het energieverbruik het laagste met een waarde van 48,7 kWh/m<sup>2</sup>. Volgens de EPB-regelgeving worden de appartementen als wooneenheden beschouwd waarop een eis is gesteld van 69,93 kWh/m<sup>2</sup> voor het jaarlijks netto-energiebehoefte waaraan voldaan wordt. De gebouwen van Demerhof en Den Akker worden echter niet beschouwd als wooneenheden, maar als niet-residentiële gebouwen waar er geen eis werd opgelegd aangaande het jaarlijks netto-energiebehoefte. Vanaf 2017 is er verandering in dit verhaal. Door de nieuwe EPN-eisen (energieprestatie van niet-residentiële gebouwen) die Vlaanderen heeft opgelegd, is er ook voor de ASB-projecten een verplicht E-peil te behalen. Dit E-peil is voor de gezondheidszorg met verblijf vastgesteld op een waarde van E80. Het oude gebouw van Den Akker heeft het hoogste jaarlijks energieverbruik van 145,4 kWh/m<sup>2</sup>.

Tabel 77 Overzicht jaarlijks energieverbruik per woonzorgcentra

WZC		Werkelijk jaarlijks energieverbruik [MWh]	Bruto vloer opp. [m <sup>2</sup> ]	E/m <sup>2</sup> [kWh/m <sup>2</sup> ]
Demerhof		1251	12257,8	102,1
Hortensia		24,5	503,1	48,7
Den Akker	Nieuw gebouw	404,8	4817,4	84,0
	Oud gebouw	666,6	4586,0	145,4
	Totaal	1071,4	9403,4	113,9



Figuur 105 Overzicht jaarlijks energieverbruik per woonzorgcentra



### 9.3 Vergelijking thermisch comfort

In voorgaande hoofdstukken is er telkens een vergelijking gemaakt tussen het berekend thermisch comfort en het werkelijk thermisch comfort van elk woonzorgcentra. Als we van deze drie woonzorgcentra het globale resultaat bekijken is er één duidelijk element wat hierin opvalt. Namelijk de hogere PMV-waarde voor de personeelsleden t.o.v. de bewoners dat steeds terugkeert, dit zowel voor het berekend als het werkelijk resultaat.

De reden hiervan is de hogere activiteitsgraad van de personeelsleden. Omdat ze veel meer in beweging zijn, is er voor de berekening een andere aanname gedaan voor het metabolisme van de personeelsleden t.o.v. de bewoners. Deze aanname zorgde ervoor dat de PMV-waarde voor de personeelsleden steeds hoger gelegen was dan deze van de bewoners. Deze hogere waarden zijn ook merkbaar bij het werkelijk thermisch comfort dat berekend is aan de hand van de enquêtes. Vooral bij woonzorgcentrum Den Akker hebben de personeelsleden last van een onaangenaam thermisch comfort, wat ook is opgevallen tijdens het afnemen van de enquêtes.

Wat het thermisch comfort van de bewoners voor de verschillende woonzorgcentra betreft zijn er niet al te veel opmerkingen. Een berekend thermisch comfort voor de zomerperiode was niet mogelijk aangezien er in deze periode geen metingen zijn uitgevoerd. Wel is er een PMV-waarde berekend voor de warmste week in de gemeten periode.

Voor woonzorgcentrum Hortensia is het berekend en werkelijk thermisch comfort steeds ideaal tussen de -0,5 en 0,5 voor de bewoners van dit woonzorgcentrum, zowel voor winter- als zomersituatie. Bij de andere twee woonzorgcentra is dit niet het geval, het berekend thermisch comfort is in de koudste week wel steeds binnen de grenzen gelegen. Tevens is dit ook het geval voor het werkelijk thermisch comfort in de wintersituatie. De zomersituatie geeft veel mindere resultaten weer volgens de enquêtes, hierbij is het thermisch comfort bijna nooit tussen de comfortabele grenzen gelegen. Hoe dit in de berekende situatie is, kan niet aangetoond worden door het ontbreken van metingen in de zomer. Met verder onderzoek in de zomerperiode zou dit wel vergeleken kunnen worden.

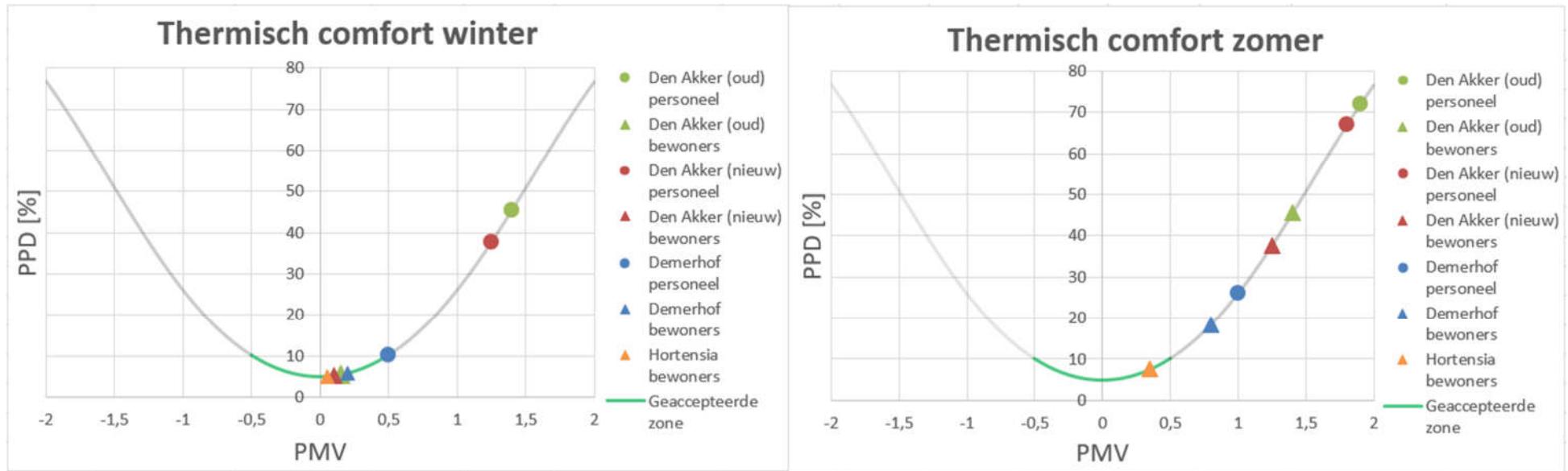
Figuur 106 geeft een algemeen overzicht weer van het thermisch comfort in de drie woonzorgcentra. De waardes die in deze grafiek worden toegepast, zijn gebaseerd op de resultaten van de enquêtes. Voor dit overzicht weer te geven zijn de PMV en PPD-waardes van de gemeenschappelijke ruimte en de kamers samengenomen zodat men een gemiddelde waarde heeft voor elk woonzorgcentra.

Tabel 78 Samenvattende tabel werkelijk thermisch comfort

			Gemeenschappelijk		Kamers		Gemeenschappelijk (nieuw)		Gemeenschappelijk (oud)		Verpleegpost B2	
			Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer
Den Akker	Bewoners	PMV			0,2	1,6	0,0	0,9	0,1	1,2		
		PPD			5,8	56,3	5,0	22,1	5,2	35,2		
	Personeel	PMV			1,6	2,2	0,9	1,4	1,2	1,6		
		PPD			56,3	84,9	22,1	45,5	35,2	56,3		
Demerhof	Bewoners	PMV	0,1	0,6	0,3	1,0						
		PPD	5,2	12,5	6,9	26,1						
	Personeel	PMV	0,4	0,7	0,6	1,3					0,5	0,8
		PPD	8,3	15,3	13,2	37,7					10,2	19,7
Hortensia	Bewoners	PMV	0,1	0,3	0,0	0,4						
		PPD	5,3	6,3	5,0	7,9						

Tabel 79 Samenvattende tabel berekend thermisch comfort

			Gemeenschappelijk		Kamers		Gemeenschappelijk (nieuw)		Gemeenschappelijk (oud)		Verpleegpost B2	
			Koudste week	Warmste week	Koudste week	Warmste week	Koudste week	Warmste week	Koudste week	Warmste week	Koudste week	Warmste week
Den Akker	Bewoners	PMV			0,0	0,2	0,4	-0,1	-0,1	0,1		
		PPD			5,0	6,0	8,0	5,0	5,0	5,0		
	Personeel	PMV			1,0	1,1	1,1	1,0	0,9	1,1		
		PPD			25,0	32,0	31,0	26,0	22,0	29,0		
Demerhof	Bewoners	PMV	-0,1	0,0	1,3	1,1						
		PPD	5,0	5,0	8,0	17,0						
	Personeel	PMV	0,8	1,0	1,1	1,4					0,7	1,3
		PPD	19,0	27,0	31,0	48,0					17,0	41,0
Hortensia	Bewoners	PMV	-0,3	-0,2	0,0	0,2						
		PPD	7,0	6,0	5,0	6,0						



Figuur 106 Samenvattende grafiek werkelijk thermisch comfort winter en zomer





## 10 CONCLUSIE

Thermisch comfort is een belangrijk aspect in de beleving en werkomgeving van een woonzorgcentrum voor zowel ouderen als personeelsleden. De mate waarin de personen tevreden zijn met het binnenklimaat is sterk afhankelijk van zowel de bouwfysische als installatietechnische eigenschappen van het gebouw. Deze hebben ook een invloed op het energieverbruik van de installaties die instaan voor het creëren van het gewenste binnenklimaat.

Zowel het berekend thermisch comfort dat gebaseerd is op de uitgevoerde metingen als het werkelijk thermisch comfort dat tot stand gekomen is door enquêtes, geven een hogere PMV-waarde voor de personeelsleden t.o.v. de bewoners in de woonzorgcentra. Een reden hiervoor is de hogere activiteitsgraad van de personeelsleden met een hoger metabolisme als gevolg.

Tijdens de winter ligt het thermisch comfort van de bewoners in de woonzorgcentra in de acceptabele zone, met een PMV-waarde gelegen in het interval  $[-0,5;0,5]$ . Voor de personeelsleden daarentegen wordt het thermisch comfort gedurende de winterperiode als oncomfortabel warm ervaren. Een PMV-waarde boven 0,5 is hiervan toepassing, met uitzondering van één van de drie onderzochte woonzorgcentrum dat een PMV-waarde van 0,5 behaald.

De PMV-waarde van het personeel ligt in de zomerperiode gemiddeld 0,5 hoger dan in de winterperiode terwijl de bewoners gemiddeld 0,8 hoger scoren. Hieruit blijkt dat ouderen het verschil tussen winter en zomer meer aanvoelen ten opzichte van personeelsleden. Dit leidt ertoe dat zowel de bewoners als de personeelsleden het binnenklimaat als te warm ervaren tijdens de zomer. Desalniettemin zijn de bewoners van één woonzorgcentrum hier een uitzondering op. De PMV-waarde van de winter en de zomer is respectievelijk 0,05 en 0,35. Elke wooneenheid van dit woonzorgcentrum beschikt over een thermostaat waarmee de gewenste binnenluchttemperatuur kan worden ingesteld, wat tot een hoger thermisch comfort leidt.

Uit de analyse van het werkelijk en berekend energieverbruik blijkt een gering verschil tussen beide te zijn. Een oorzaak hiervan is dat het rendement van de installatie niet in de theoretische berekening wordt meegerekend. Het gebruikersgedrag heeft echter ook een grote invloed op het energieverbruik, zoals bijvoorbeeld het openen van ramen.

Bij het vergelijken van het thermisch comfort met het energieverbruik blijkt dat het woonzorgcentrum met het laagste energieverbruik het beste thermisch comfort levert. Andersom geeft het woonzorgcentrum met het hoogste energieverbruik het minst goede thermisch comfort. Echter kan een direct verband tussen het energieverbruik per bruto vloeroppervlakte en PMV-waarde niet afgeleid worden uit de resultaten van deze studie. Wanneer het onderzoek verder uitgebreid zou worden naar meerdere woonzorgcentra is deze relatie mogelijk wel aan te tonen.

Als besluit van dit onderzoek kan aangegeven worden dat meerdere factoren een invloed hebben op het thermisch comfort en het energieverbruik van een gebouw. Zowel de bouwfysische karakteristieken van het woonzorgcentrum, de toegepaste technische installaties als het gebruikersgedrag van de aanwezige personen zullen een bepaalde invloed hebben op het ervaren thermisch comfort van de bewoners en personeelsleden als het energieverbruik van de technische installaties.



## BIBLIOGRAFIE

- [1] U Hasselt, „<http://www.uhasselt.be/UH/Onderzoeksgroepen/DetOndgr.html?oid=2234>,” Onderzoek U Hasselt, [Online]. Available: <http://www.uhasselt.be/UH/Onderzoeksgroepen/DetOndgr.html?oid=2234>. [Geopend Oktober 2016].
- [2] F. Descamps en J. Verheyen, „Nieuwe technieken in de klimatisatie,” 27 September 2007. [Online]. Available: <http://www.daidalospeutz.be/nl/referenties/publicaties/VTDV02.pdf>. [Geopend 8 Februari 2017].
- [3] Leefmilieu Brussel, „Een nieuwe definitie geven aan het thermisch comfort,” Februari 2007. [Online]. Available: [http://app.leefmilieubrussel.be/handleiding\\_duurzaam\\_gebouw/\(S\(k4wc2i45xdxnae45out31s2q\)\)/docs\\_NL/CSS13\\_NL.pdf](http://app.leefmilieubrussel.be/handleiding_duurzaam_gebouw/(S(k4wc2i45xdxnae45out31s2q))/docs_NL/CSS13_NL.pdf).
- [4] Bureau voor Normalisatie, „Ventilatie voor niet-residentiële gebouwen NBN EN 13779,” 2010.
- [5] Vlaamse overheid, „NBN EN 13779 principes en eisen,” Vlaanderen, 2006.
- [6] J. Van Hoof, „Het verpleeghuis van de toekomst is (een) thuis,” Houten: Bohn Stafleu van Loghum, 2014, pp. 95-97.
- [7] H. Djamila, „Indoor thermal comfort predictions: Selected issues and trends,” in *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 74, 2017, pp. 569-580.
- [8] K. Parsons, „The effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and performance,” in *Human Thermal Environments*, Londen , Taylor & Francis , 2003, pp. 2-5.
- [9] S. Thorsson, F. Lindberg, I. Eliasson en B. Holmer, „Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting,” in *International Journal of Climatology* vol. 27, 2007, pp. 1983-1993.
- [10] ASHRAE, „Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy,” ASHRAE, Atlanta, 2010.
- [11] International Organization for Standardization, „Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria (ISO 7730),” 2005.
- [12] L. Schellen, W. D. van Marken Lichtenbelt, M. G. L. C. Loomans, J. Toftum en M. H. de Wit, „Differences between young adults and elderly in thermal comfort, productivity and thermal physiology in response to a moderate temperature drift and a steady-state condition,” in *Indoor Air*, 2010, pp. 273-283.
- [13] G. Havenith, „Temperature regulation and technology,” in *Gerontechnology*, 2001, pp. 41-49.
- [14] L. Wong, K. Fong, K. Mui, W. Wong en L. Lee, in *Indoor and Built Environment*, Hong Kong, 2009, pp. 336-345.
- [15] J. Yang, I. Nam en J.-R. Sohn, „The influence of seasonal characteristics in elderly thermal comfort in Korea,” in *Energy and Buildings*, 2016, pp. 583-591.
- [16] G. Walker, S. Brown en L. Neven, „Thermal comfort in care homes: vulnerability, responsibility and 'thermal care',” in *Building Research & Information*, Routledge, 2016, pp. 135-146.
- [17] Vlaamse overheid, „Vipa Criteria Duurzaamheid Bijlage 7”.
- [18] Vlaamse overheid, „EPB-eisen voor EPN-eenheden,” [Online]. Available: <http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/epb/doc/epeileisnietresidentieel.pdf>. [Geopend April 2017].
- [19] Energiesparen, „K-peil,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/kpeileis>.
- [20] Vlaamse overheid, „U- en R-waarden,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/eisentransmissie>.

- [21] „A systematic procedure to study the influence of occupant behavior on building energy consumption,” *Energy and Buildings*, vol. 43, nr. 6, pp. 1175-1510, 2011.
- [22] „NBN N 62-003,” Brussel, 1986.
- [23] OCMW Bilzen, „Woonzorgcentrum Demerhof,” [Online]. Available: <http://www.ocmwbilzen.be/index.php?ID=284>. [Geopend April 2017].
- [24] PXL-Tech, „Weerstation PXL-Tech,” 29 December 2015. [Online]. Available: <https://app.weathercloud.net/d0349019543#profile>.
- [25] B. Staatsblad, „Transmissie en referentie document,” 2010.

## **BIJLAGENLIJST**

Bijlage A: Enquête i.v.m. klimatisatie en luchtkwaliteit in woon- en zorgcentra .....	149
Bijlage B: Plannen woonzorgcentrum Demerhof .....	155
Bijlage C: Plannen woonzorgcentrum Den Akker .....	159



# BIJLAGE A: ENQUÊTE I.V.M. KLIMATISATIE EN LUCHTKWALITEIT IN WOON- EN ZORGCENTRA

## Algemene gegevens

Naam WZG + locatie:

Datum enquête:

Naam:

Leeftijd:

Geslacht:

Opleidingsniveau:

- Lager onderwijs
- Lager middelbaar onderwijs
- Hoger middelbaar onderwijs
- Hoger of universitair onderwijs

Type ruimte:

Oriëntatie ruimte:

## Andere gegevens

### Verwarming

Soort verwarmingsafgifte systeem: radiatoren – vloerwarming – wandverwarming – via ventilatie

Soort warmteopwekking systeem: condenserende gasketel –stookolieketel – warmtepomp

Binnentemperatuurregelbaar? Ja – nee

### Winter

Gewenste binnentemperatuur in de winter: ..... °C

Hoe ervaart u overdag de temperatuur in deze ruimte in de winter:

[-3] Koud - [-2] koel - [-1] een weinig koel - [0] neutraal - [1] een beetje warm - [2] warm - [3] veel te warm

Hoe ervaart u 's nachts de temperatuur in deze ruimte in de winter:

[-3] Koud - [-2] koel - [-1] een weinig koel - [0] neutraal - [1] een beetje warm - [2] warm - [3] veel te warm

Hebt u een thermostaat in uw kamer? Ja – nee

Indien ja, draait u soms aan de thermostaat om de temperatuur aan te passen? Ja – nee

Indien ja, vooral om het warmer te krijgen of om het frisser te krijgen? Warmer - frisser

Indien ja, past het verwarmings- en koelsysteem zich snel aan bij een verandering van de gewenste binnentemperatuur:

[ ] Onvoldoende snel - [ ] traag - [ ] normaal - [ ] matig snel – [ ] snel – [ ] onmiddellijk

Wordt het soms oncomfortabel warm in de ruimte in de winter? Ja – nee

**Indien ja, op welk tijdstip wordt het oncomfortabel warm in de ruimte:**

's Morgens –  's middags –  namiddag –  's avonds –  's nachts

**Indien ja, kunt u dit verhinderen?** Ja - nee

**Indien ja, op welke manier kunt u dit verhinderen?**

**Wordt het soms oncomfortabel koud in de ruimte in de winter?** Ja – nee

**Indien ja, op welk tijdstip wordt het oncomfortabel koud in de ruimte:**

's Morgens –  's middags –  namiddag –  's avonds –  's nachts

**Indien ja, kunt u dit verhinderen?** Ja - nee

**Indien ja, op welke manier kunt u dit verhinderen?**

## **Zomer**

**Gewenste binnentemperatuur in de zomer:** ..... °C

**Hoe ervaart u overdag de temperatuur in deze ruimte in de zomer:**

[-3] Koud -  [-2] koel -  [-1] een weinig koel -  [0] neutraal -  [1] een beetje warm -  [2] warm -  [3] veel te warm

**Hoe ervaart u 's nachts de temperatuur in deze ruimte in de zomer:**

[-3] Koud -  [-2] koel -  [-1] een weinig koel -  [0] neutraal -  [1] een beetje warm -  [2] warm -  [3] veel te warm

**Hebt u een thermostaat in uw kamer? => zie eerdere vraag:** Ja – nee

**Indien ja, draait u soms aan de thermostaat om de temperatuur aan te passen?** Ja – nee

**Indien ja, vooral om het warmer te krijgen of om het frisser te krijgen?** Warmer - frisser

**Indien ja, past het verwarmings- en koelsysteem zich snel aan bij een verandering van de gewenste binnentemperatuur:**

[ ] Onvoldoende snel -  [ ] traag -  [ ] normaal -  [ ] matig snel –  [ ] snel –  [ ] onmiddellijk

**Wordt het soms oncomfortabel warm in de ruimte in de zomer?** Ja – nee

**Indien ja, op welk tijdstip wordt het oncomfortabel warm in de ruimte:**

's Morgens –  's middags –  namiddag –  's avonds –  's nachts

**Indien ja, kunt u dit verhinderen?** Ja - nee

**Indien ja, op welke manier kunt u dit verhinderen?**

**Wordt het soms oncomfortabel koud in de ruimte in de zomer?** Ja – nee

**Indien ja, op welk tijdstip wordt het oncomfortabel warm in de ruimte:**

's Morgens –  's middags –  namiddag –  's avonds –  's nachts

**Indien ja, kunt u dit verhinderen?** Ja - nee



**Indien ja, op welke manier kunt u dit verhinderen?**

## Ventilatie

**Soort ventilatiesysteem:** A - B - C - C+ - D

**Ventilatie regelbaar:** Ja – nee

**Indien ja, ventilatie regelbaar per kamer?** Ja – nee

**Indien ja, wordt er gebruik gemaakt van deze regeling?** Ja – nee

**Indien ja, hoe vaak maakt u gebruik van deze regeling?**

Uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Indien u gebruik maakt van de regeling, heeft u het gevoel dat deze effect heeft?** Ja - nee

**Wordt er gebruik gemaakt van koeling in de zomer?**

## Winter

**Opent u ramen in de winter?** Ja - nee

**Indien ja, hoe vaak opent u een raam?**

Uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Indien ja, op welk tijdstip opent u een raam en in welke ruimte:**

Slaapkamer: 's morgens – 's middags – namiddag – 's avonds – 's nachts

Leefruimte: 's morgens – 's middags – namiddag – 's avonds – 's nachts

**Reden voor het openen van een raam:**

**Hoelang opent u het raam dan?**

Minder dan een half uur - een half uur tot één uur - meer dan één uur

**Hoe regelmatig ervaart u de lucht als zijnde te vochtig?**

Nooit -  uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Wat is hiervan de oorzaak?**

**Kan u hieraan zelf iets veranderen of wordt dit automatisch geregeld?**

Manueel - automatisch

**Hoe regelmatig ervaart u de lucht als zijnde te droog?**

Nooit -  uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Wat is hiervan de oorzaak?**

**Kan u hieraan zelf iets veranderen of wordt dit automatisch geregeld?**

Manueel - automatisch

**Hoe vaak doen zich klachten voor over onfrisse lucht ?**

Nooit -  uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Op welke manier ervaart u de lucht als onfris? Wat is hiervan de oorzaak?**

**Kan u hieraan zelf iets veranderen of wordt dit automatisch geregeld?**

Manueel - automatisch

**Hoe vaak doen klachten over tocht (koude luchtstromen) zich voor?**

Nooit -  uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Wat is hiervan de oorzaak?**

**Kan u hieraan zelf iets veranderen of wordt dit automatisch geregeld?**

Manueel - automatisch

**Heeft u wel eens last van hoofdpijn omwille van de binnenluchtkwaliteit? Zo ja hoe vaak?**

Nooit -  uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Heeft u wel eens last van keelpijn of hoesten omwille van de binnenluchtkwaliteit? Zo ja hoe vaak?**

Nooit -  uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Heeft u andere gezondheidsklachten die mogelijk gerelateerd kunnen zijn aan de binnenluchtkwaliteit?**

## **Zomer**

**Opent u ramen in de zomer? Ja - nee**

**Indien ja, hoe vaak opent u een raam?**

Uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Indien ja, op welk tijdstip opent u een raam en in welke ruimte:**

Slaapkamer: 's morgens – 's middags – namiddag – 's avonds – 's nachts

Leefruimte: 's morgens – 's middags – namiddag – 's avonds – 's nachts

**Reden voor het openen van een raam:**

**Hoelang opent u het raam dan?**

Minder dan een half uur - een half uur tot één uur - meer dan één uur

**Hoe regelmatig ervaart u de lucht als zijnde te vochtig?**

Nooit -  uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Wat is hiervan de oorzaak?**

**Kan u hieraan zelf iets veranderen of wordt dit automatisch geregeld?**

Manueel – automatisch

**Hoe regelmatig ervaart u de lucht als zijnde te droog?**

Nooit -  uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Wat is hiervan de oorzaak?**

**Kan u hieraan zelf iets veranderen of wordt dit automatisch geregeld?**

Manueel - automatisch

**Hoe vaak doen zich klachten voor over onfrisse lucht ?**

Nooit -  uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Op welke manier ervaart u de lucht als onfris? Wat is hiervan de oorzaak?**

**Kan u hieraan zelf iets veranderen of wordt dit automatisch geregeld?**

Manueel - automatisch

**Hoe vaak doen klachten over tocht (koude luchtstromen) zich voor?**

Nooit -  uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Wat is hiervan de oorzaak?**

**Kan u hieraan zelf iets veranderen of wordt dit automatisch geregeld?**

Manueel - automatisch

**Heeft u wel eens last van hoofdpijn omwille van de binnenluchtkwaliteit? Zo ja hoe vaak?**

Nooit -  uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Heeft u wel eens last van keelpijn of hoesten omwille van de binnenluchtkwaliteit? Zo ja hoe vaak?**

Nooit -  uitzonderlijk (1-5 dagen per maand) -  regelmatig (5-15 dagen) -  altijd

**Heeft u andere gezondheidsklachten die mogelijk gerelateerd kunnen zijn aan de binnenluchtkwaliteit?**

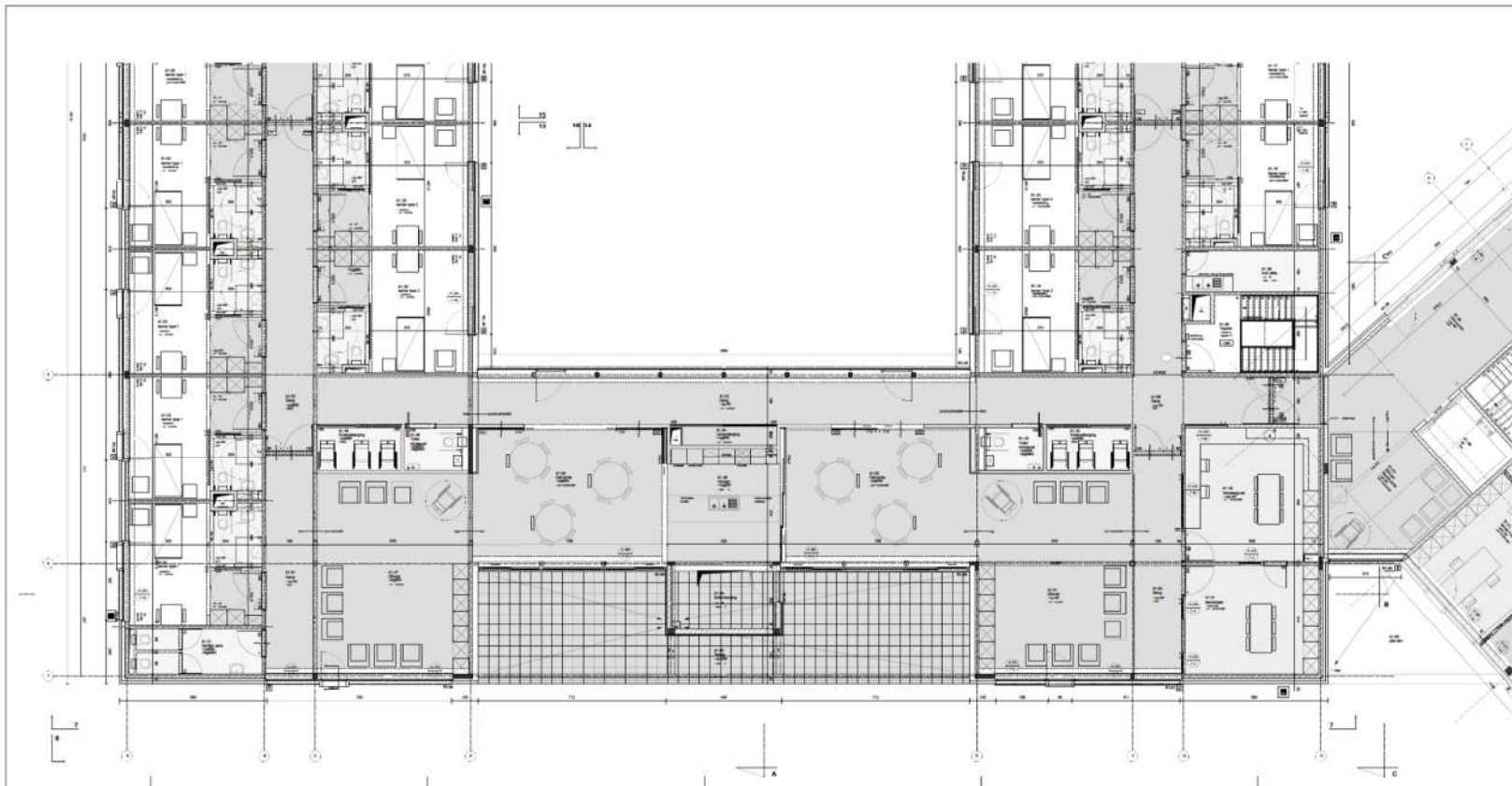
**Afsluitende vraag: zijn er nog bepaalde comfortaspecten waar u heel tevreden of net heel ontevreden over bent?**











**LEUNING ALUMINIUM BUIJS** technische tekening

- aluminium joint
- aluminium connection
- aluminium connection with keyway
- aluminium connection with keyway and groove
- aluminium connection with keyway and groove, technical drawing
- aluminium connection with keyway and groove, technical drawing, technical drawing
- aluminium connection with keyway and groove, technical drawing, technical drawing, technical drawing
- aluminium connection with keyway and groove, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing
- aluminium connection with keyway and groove, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing
- aluminium connection with keyway and groove, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing
- aluminium connection with keyway and groove, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing
- aluminium connection with keyway and groove, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing
- aluminium connection with keyway and groove, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing
- aluminium connection with keyway and groove, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing, technical drawing

\* Alle afmetingen in millimeter (mm), tenzij anders vermeld.  
 1:250 A2 - 4200 op vorm A4 (bij afmeting 1000x1400 mm)

**Uitleg**  
 B-2740 vloer  
 met afdekking en verhoging van niveau DEMOTOP  
 Chassis 20 x 20 x 20 mm met een dikte van 10 mm  
 02000 vloer  
 Hoofdwand 10 x 2740 vloer  
 T + 02 0 301 00 00  
 F + 02 0 301 00 00

**ARCHITECTEN** **ROBBAN ARCHITECTENBUREAU** T + 02 0 300 00 00  
 2018 Antwerpen  
 Project: **Project Loois**

**LEGENDA**

VERVOLG	BLAD	NO
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10

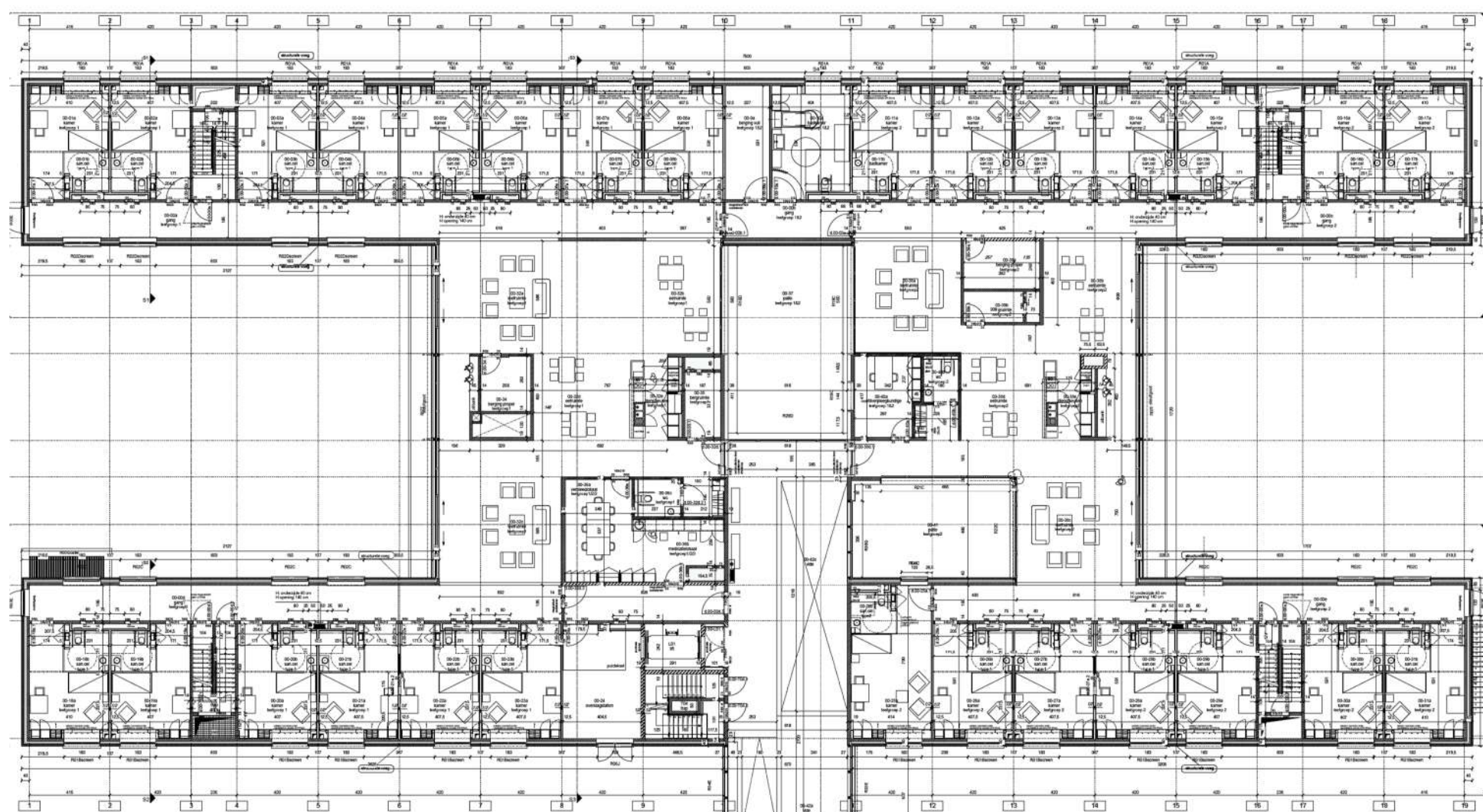
REVISIONS

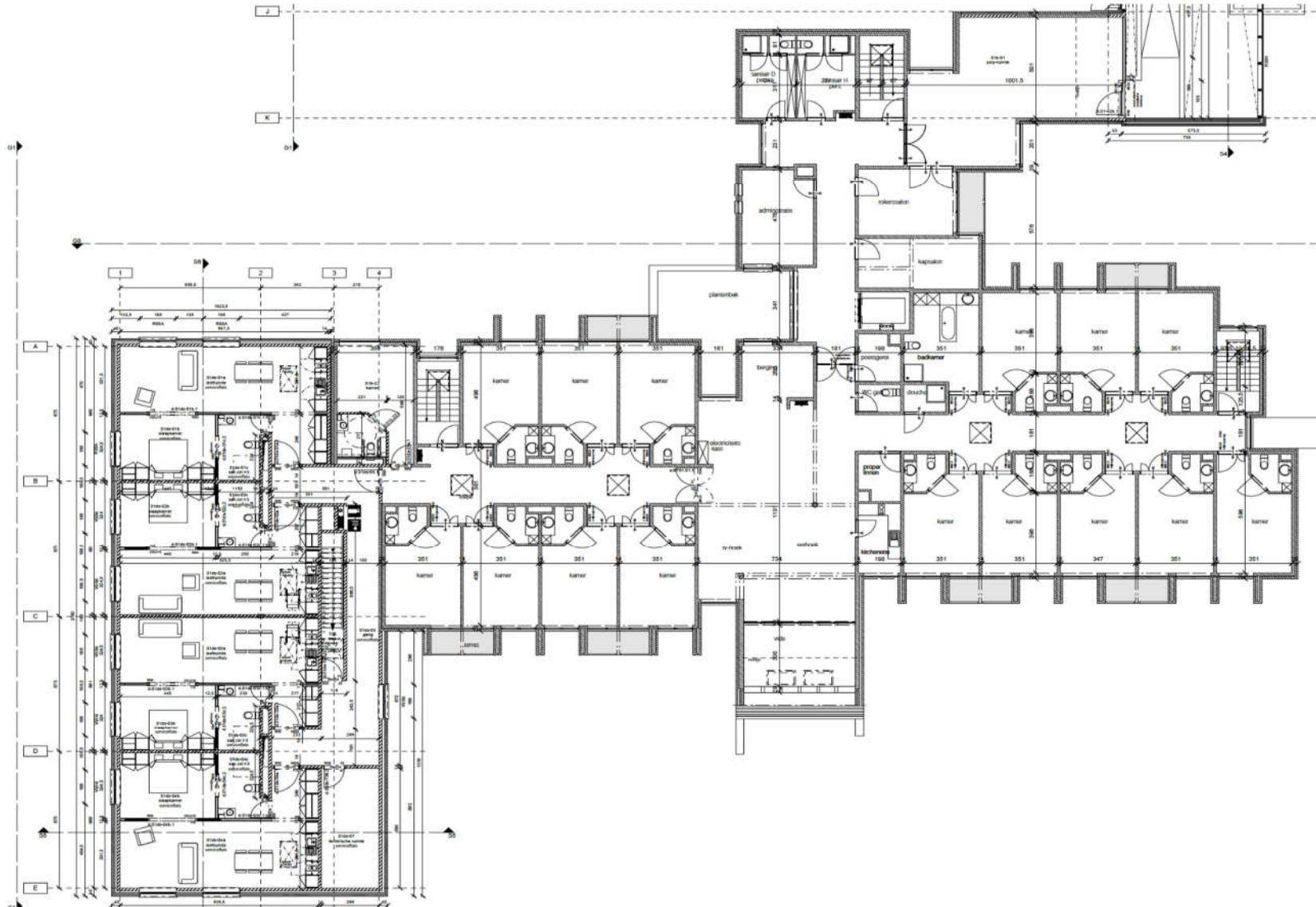
NO	VERANDERING	DOEL
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

**REVISIONS** **verdieping 1 BLOK A2** **A-1220A-020**



## BIJLAGE C: PLANNEN WOONZORGCENTRUM DEN AKKER







# Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:  
**Thermisch comfort in relatie met energieverbruik in woonzorgcentra**

Richting: **master in de industriële wetenschappen: bouwkunde**  
Jaar: **2017**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

**Stessens, Jeroen**

**Vanuytsel, Jochem**

Datum: **6/06/2017**