



Vlaamse Overheid Departement welzijn, volksgezondheid en gezin
Koning Albert II laan 35 bus 34, 1030 Brussel

ir. Ann Beusen,
adviseur-ingenieur (VIPA),
02 553 75 10,

ann.beusen@wvg.vlaanderen.be

dr. Kathleen Verreth (Kenniscentrum),
wetenschappelijk attaché expert,
kathleen.verreth@wvg.vlaanderen.be

Project: **Studieopdracht voor de ontwikkeling van specifieke energieprestatie - indicatoren voor woonzorgcentra - II**
Datum: Woensdag 31 maart 2010
Opdrachtgever: Vlaamse Overheid Departement welzijn, volksgezondheid en gezin
Bestand: DAIDALOS.RVT2.08
Bladzijden: 1 .. 70
Document: Eindrapport EPI-II

1	Inleiding.....	4
2	Rekenmethode	6
	2.1 <i>Sanitair warm water</i>	<i>7</i>
	2.1.1 Warm tapwaterbehoefte.....	7
	2.1.2 Distributieverliezen.....	7
	2.1.3 Productierendement	8
	2.1.4 Budgetterm warm tapwater.....	8
	2.1.5 Decentrale energieopwekking	9
	2.2 <i>Verlichting</i>	<i>11</i>
	2.2.1 Berekening EPI-I.....	11
	2.2.2 Parameters.....	12
	2.2.3 Berekeningsmethode EPI-II	14
	2.2.4 Maatregelenpakketten	15
	2.3 <i>Maatregelenpakketten</i>	<i>16</i>
	2.4 <i>Referentie-energieverbruik</i>	<i>17</i>
	2.5 <i>Piekventilatie.....</i>	<i>20</i>
	2.6 <i>Varia</i>	<i>20</i>
3	Zomercomfortanalyse	22
	3.1 <i>Comfortkarakteristieken rusthuisbewoner.....</i>	<i>22</i>
	3.2 <i>Bouwkundige maatregelen</i>	<i>23</i>
	3.3 <i>Interne warmtewinsten</i>	<i>23</i>
	3.4 <i>Klimaatinstallatie.....</i>	<i>23</i>
4	Aftoetsing van de methodiek en maatregelenpakketten.....	25
	4.1 <i>Gevalstudies.....</i>	<i>25</i>
	4.2 <i>Toetsing E-peil.....</i>	<i>25</i>
	4.2.1 Home Vijvens Zingem	26
	4.2.2 Albrecht-Elisabeth Sint-Niklaas	29
	4.2.3 Riethove Oudenburg	33
	4.2.4 De Zathe Nieuwpoort.....	37
	4.2.5 De groene linde St.- Genesius Rode.....	42
	4.2.6 Mayerhof Mortsel.....	45
	4.2.7 Vincentius Diksmuide	49
	4.3 <i>Voorgestelde maatregelen.....</i>	<i>53</i>
	4.4 <i>Uitgangspunten zomercomfortanalyse</i>	<i>54</i>
	4.4.1 Bouwkundige maatregelen.....	54
	4.4.2 Klimaatinstallatie.....	54
	4.5 <i>Resultaten</i>	<i>55</i>
	4.5.1 Resultaten zomercomfortanalyse	56
	4.6 <i>Zomercomfortindicator</i>	<i>57</i>
5	Afbakening van het toepassingsgebied.....	59
	5.1 <i>Analyse type ruimtes in een ziekenhuis</i>	<i>59</i>
	5.1.1 ZOL Genk.....	59
	5.1.2 St. Maarten Mechelen	62
	5.1.3 Besluit	63
	5.2 <i>Analyse specificiteit type zones.....</i>	<i>63</i>

5.3	<i>E-peil berekening</i>	65
5.4	<i>Bezetting</i>	67
6	Besluit	68
7	Literatuur	70

1 Inleiding

Het energieverbruik in gebouwen is verantwoordelijk voor grosso modo 40% van het totale energieverbruik in Vlaanderen. Het is duidelijk dat de bouwsector bijzondere aandacht verdient, wil men de opgelegde vermindering in CO₂-uitstoot in Vlaanderen realiseren. Vandaar dat het VIPA (Vlaams Investeringsfonds voor Persoonsgebonden Aangelegenheden) al in 2003 verfijnde en vooruitstrevende eisen rond energie, binnenklimaat & materiaalgebruik vooropstelde in zijn evaluatiecriteria voor het bekomen van investeringssteun (omzendbrief 29/04/2003). Hiermee nam het VIPA een voortrekkersrol op zich in de evolutie naar een energiezuiniger gebouwenpark in de gezondheidssector.

Met de in 2006 ingevoerde energieprestatie-regelgeving richt de Vlaamse overheid zich op het verzekeren van de energie-efficiëntie van alle soorten nieuwbouwprojecten. De methodologie werd echter in eerste plaats uitgewerkt voor woongebouwen en kantoren/scholen. Voor woonzorgcentra geven beide rekenmodellen minder realistische resultaten gezien hun specifieke typologie, gebouwgebruik en comforteisen. Om deze tekortkomingen te verhelpen, schreef het Departement Welzijn, Volksgezondheid en Gezin een studie uit om het primair energieverbruik van deze specifieke groep van gebouwen onder de loep te nemen. Deze onderzoeksstudie liep van januari 2008 tot mei 2008 en de resultaten werden gepresenteerd voor een ruimer publiek op 3 juni 2008. Het resultaat van deze studie is een rekenblad dat het E-peil berekent voor woonzorgcentra. Hierbij werd gestreefd naar een maximale compatibiliteit met de bestaande energieprestatie-rekenmethodes om de administratieve impact van de regelgeving zoveel mogelijk te beperken en om correcte vergelijkingsmogelijkheden tussen verschillende bouwtypologieën te behouden. Er werden een aantal maatregelenpakketten opgesteld voor een hedendaagse kwaliteit E100, een goede kwaliteit maar haalbaar met courante technieken E80, een laag energie woonzorgcentrum (E60) en een zeer laag energie WZC (E40).

Om het ruimere karakter van de toenmalige VIPA-richtlijnen niet uit het oog te verliezen, werd de eerste hand gelegd aan een duurzaamheidsbeoordelingskader dat meer aspecten van duurzaamheid aan bod brengt dan de energieprestatie-regelgeving.

De Minister heeft 19 november 2009 het Ministerieel Besluit ondertekend met de VIPA duurzaamheidscriteria. Dat betekent ondermeer een E-peil 80 voor woonzorgcentra met gesubsidiëerde infrastructuur. Aangezien het Vlaams Energie Agentschap (VEA) niet kon volgen met de integratie van de rekenmethodiek voor woonzorgcentra opgesteld in EPI-I in de bestaande epb-regelgeving, geeft VIPA het maatregelenpakket E80 op zoals vooropgesteld tijdens EPI-I. Dit maatregelenpakket was toen bedoeld als toetsing van de ontwikkelde rekenmethode. De bedoeling van EPI-I was net om af te stappen van een vast maatregelenpakket en de energieprestatieberekening voor zorgvoorzieningen te integreren in de EPB-regelgeving.

Deze opdracht volgt op EPI-I en heeft als doel de ontwikkeling van een globaal aanvaard beoordelingskader van het energieprestatieniveau voor een laag-energie woonzorgcentrum (E60). Het maatregelenpakket E60 uit EPI-I wordt afgetoetst op een aantal actuele bouwdoosiers waarbij de initiatiefnemer een niveau E60 ambiëert of althans een niveau dat verder reikt dan de huidige VIPA-norm, wat overeenstemt met een energieprestatiepeil E80.

Een belangrijk aandachtspunt is hierbij de aftoetsing van het effectief te realiseren zomercomfort.

Met het oog op een eventuele verruiming van de typologie van het 'woonzorgcentrum' naar een voorziening met een uitgesproken zorgprofiel wordt een afbakening van het toepassingsgebied van de methodiek geformuleerd.

Het onderzoek werd uitgevoerd door een multidisciplinair team samengesteld uit leden van het laboratorium Bouwfysica (K.U.Leuven), Vakgroep Architectuur & Stedenbouw (Ugent), ingenieursbureaus Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau en ingenieursbureau Ingenium. De verschillende onderzoekspartners zijn daarbij complementair (zowel academisch als praktijkgericht) en bestrijken een breed veld van de bouwsector met zowel onderzoekers, ontwerpers van gebouwen en installaties als adviseurs duurzaam bouwen, wat het draagvlak van de studie ten goede komt.

Het laboratorium Bouwfysica en Vakgroep Architectuur & Stedebouw hebben een uitgebreide achtergrond wat betreft de hele energieproblematiek: enerzijds via het doceren van de theoretische kennis i.v.m. warmtetransport, energie en installaties in gebouwen, anderzijds via de ervaringen uit de praktijk en metingen in situ.

Met het EPIGOON-project, waarvan ook Daidalos Peutz deel uitmaakte, stond het laboratorium aan de wieg van de berekeningsmethode voor de bepaling van het E-peil van woon- en kantoorgebouwen. Met dit project gebruiken het laboratorium Bouwfysica, de Vakgroep Stedebouw & Architectuur en het ingenieursbureau Daidalos Peutz hun opgedane ervaring en kennis voor het ontwikkelen van een aangepaste rekenprocedure voor woonzorgcentra.

Ingenium is een multidisciplinair ingenieursbureau gespecialiseerd in de studie en het ontwerp van technische uitrusting in gebouwen. Naast het adviseren en ontwerpen van technische uitrusting in een gebouw, biedt Ingenium ook onafhankelijk advies op het vlak van energetische optimalisaties binnen de gebouwde omgeving. Daarbij heeft Ingenium talrijke referenties opgebouwd binnen de zorgsector (ziekenhuizen en woon- en zorgcentra) en verschillende energieaudits uitgevoerd op diverse types gebouwen.

Daidalos Peutz Bouwfysisch Ingenieursbureau

Friedl Decock
Filip Descamps

Laboratorium Bouwfysica, K.U.Leuven

Leen Teblick
Staf Roels

Vakgroep Architectuur & Stedenbouw, UGent

Marijke Steeman
Arnold Janssens

Ingenium nv

Wouter Dossche
Pedro Pattijn

2 Rekenmethode

In EPI-I werd er een rekenmethode opgesteld voor de berekening van het E-peil van woonzorgcentra. Daarbij werden zoveel mogelijk elementen van de bestaande EPW- en EPU-methodes (epb-regelgeving voor woningen en kantoren) gebruikt om te vermijden dat een volledig losstaande rekenmethode voor de zorgsector het eindresultaat zou zijn.

Volgende tabel geeft een overzicht van de aanpassingen van de rekenmethode voor woonzorgcentra. Het eindrapport van EPI-I bevat de argumentatie voor de aanpassingen van deze grootheden.

	EPW	EPU	EPI-I
binnentemperatuur	18 °C	19 °C	23 °C
ventilatie			75 m ³ /h/kamer
tijdsfractie ventilatie $f_{\text{vent,heat}}$	0.3	0.3	1
interne warmtewinsten	afh. van volume	3 W/m ²	afh. van ruimte
sanitair warm water	methode EPW	/	methode EPI
verlichting branduren	/	2200 + 150	3066
koeling	/ (oververhittings-indicator)	koeling	koeling + oververhittingsind.

Tabel 1. Verschil parameters in de verschillende rekenmethodes.

Het E-peil van een woonzorgcentrum wordt berekend aan de hand van de epb-software voor kantoren en een afzonderlijk rekenblad voor de omzetting van de resultaten van EPU naar die voor woonzorgcentra.

Het woonzorgcentrum wordt onderverdeeld in twee soorten ventilatiezones (in zoverre ook in de installaties deze opdeling gebeurt):

- ventilatiezone voor kamers en ruimtes bediend door hetzelfde ventilatiesysteem van de kamers (vaak ook de leefruimtes): de ventilatie in deze zone werkt continu.
- ventilatiezone voor secundaire functies (cafeteria, keuken, kineruimtes, kantoren, ...) in zoverre deze beschikken over een ventilatiesysteem dat onafhankelijk werkt van dat van de kamers. Hier wordt gerekend met de EPU-methode.

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de wijzigingen die gebeurd zijn aan de rekenmethode tijdens het verloop van deze studie t.o.v. EPI-I.

De berekening van het E-peil van de verschillende gevalsstudies brengt enkele pijnpunten van de rekenmethode aan het licht die we kunnen bijsturen. De aanpassingen van de rekenmethode van sanitair warm water (SWW) en verlichting resulteren op hun beurt in een aanpassing van de berekening van het referentie primair energieverbruik (budgetterm) met name de aanpassing van de b-coëfficiënten specifiek voor woonzorgcentra.

2.1 Sanitair warm water

De berekeningsmethode voor het sanitair warm water is aangepast naar de methode beschreven in EPB. De budgetterm is afhankelijk van de rekenmethode en is eveneens aangepast.

Het energieverbruik voor sanitair warm water hangt af van de warmwaterbehoefte (aantal liter warm water per persoon), de distributieverliezen (lengte leiding, isolatie leiding) en het rendement van de verwarmingsinstallatie.

2.1.1 Warm tapwaterbehoefte

In het eindrapport EPI-I staat vermeld dat er per bed gerekend wordt met een warm tapwatergebruik van:

- 25 l/dag voor een douche of bad;
- 10 l/dag voor de keuken;

waarbij de watertemperatuur 60°C bedraagt.

Het warm waterverbruik voor de keuken staat eerder los van de energieprestatie van het gebouw. Dat geldt eveneens voor het waterverbruik voor de wasserij en het onderhoud. De waarde van 25 l/dag is gebaseerd op meetgegevens van enkele woonzorgcentra in EPI-I^a.

Lagere temperatuurdistributiesystemen resulteren in lagere leidingsverliezen. Om deze systemen te stimuleren is het mogelijk het temperatuursverschil warm-koud op te geven in het rekenblad. Het verbruik (l/dag/bed) is afhankelijk van de temperatuur van het warme water.

Besluit: De warm waterbehoefte bedraagt 25 l/dag/bed voor een watertemperatuur van 60°C.

2.1.2 Distributieverliezen

Het transport van het water van de warmteopwekker naar de gebruiker levert warmteverliezen op. Deze zijn onder andere afhankelijk van leidinglengtes, de isolatie van de leidingen, de water- en ruimtetemperatuur en het debiet dat doorheen deze leidingen stroomt.

2.1.2.1 Lengte warm waterleiding

De referentielengte van de warm waterleiding in EPI-I bedraagt 4.5 m/kamer, wat overeenkomt met ongeveer de breedte van een kamer.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de leidinglengte/bed voor de verschillende projecten. De exacte leidinglengte is echter niet gekend en wordt bijgevolg geschat. Daarom is ook de gemiddelde leidinglengte berekend van drie andere woonzorgcentra. Deze bedraagt 33 m/kamer (incl. werkelijke lengte naar tappunt). Een kanttekening hierbij is dat het om weinig compacte gebouwen gaat.

project	lengte circulatieleiding/bed [m/bed]
A1	7.3
A2	17
A3	11.5
A4	13.5
A5	8.2
A6	8.0
A7	9.0
X1	13.7
gemiddelde	11

Tabel 2. Overzicht geschatte lengte van de circulatieleiding van de verschillende projecten.

De projecten A7 en A6 zijn heel compact met een kleine lengte van de leiding tot gevolg. Deze lengtes kunnen we als heel goed beschouwen. Als referentiewaarde (E100) lijkt 15 m/bed realistisch.

^a In literatuur hebben we een warm water verbruik in woonzorgcentra teruggevonden van 40 l/dag/bed aan 45°C, wat overeenkomt met 28 l aan 60°C. Dat sluit nauw aan bij 25 l.

In het kader van de legionellawetgeving (Legionellabesluit van 9 februari 2007) moet het water bij het vertrek van het verdeelsysteem minimum een temperatuur hebben van 60°C. In geen enkel punt van het systeem mag de temperatuur lager zijn dan 55°C. Praktisch vereist dit dat de verdeelinstallatie hetzij met circulatie is, hetzij uitgerust met een verwarmend lint. [Kreps et. al, 2007]

Een afwijking van deze continue temperatuureisen is mogelijk onder de voorwaarde van een beperking van de lengte van de leiding tot 5 meter zonder dat daarbij het watervolume meer bedraagt dan 3 liter.

Tappuntverliezen worden in EPW als een rendementsverlies in rekening gebracht. Voor een aansluitleiding van 5 m betekent dat een rendement van 83%.

Een rekenmethode voor een verwarmend lint wordt niet uitgewerkt in deze studie omdat deze niet techniek niet thuishoort in een E80-gebouw of lager.

Besluit: De standaardlengte voor de circulatieleiding van het sanitair warm water bedraagt 15 m/bed en de lengte van de tapleiding 5 m per bed.

2.1.2.2 Warmteverlies circulatieleiding

In EPI-I bedraagt het referentie leidingsverlies 15 W/m.

Het systeemrendement voor het referentieverbruik bedraagt in EPI-II 70% waarbij

- het verbruik 25 l/dag bedraagt,
- de circulatieleiding een lengte heeft van 15 m/bed,
- de circulatieleiding binnen in het beschermd volume ligt ($\theta_{amb,j,m} = \theta_i = 23^\circ\text{C}$),
- de lineaire weerstand van de leiding 3.0 mK/W bedraagt (12W/m, 5 cm MW ($\lambda = 0.036 \text{ W/mK}$));
- de watertemperatuur 60°C bedraagt,
- er één douchetappunt per bed is
- en er geen voorverwarming van de leiding met afvalwater gebeurt.

In de berekening van de lineaire warmteweerstand van de leidingen staat een factor die rekening houdt met het koudebruggeffect van ophangingen, afstandshouders, flenzen enz. Deze factor bedraagt momenteel 0.6 en is vast. We stellen deze als invoerparameter voor zodat koudebrugvrije ophangingen e.d. gestimuleerd worden.

2.1.3 *Productierendement*

Het opwekkingsrendement bedraagt 45% (verbrandingstoestel met warmte-opslag, bijlage I EPB). We stellen voor deze waarde als invoerparameter te kunnen ingeven, zodat gestimuleerd wordt om hoger rendementstoestellen te gebruiken en de opslagvaten beter te isoleren. Een rekenmethode om het opwekkingsrendement te bepalen aan de hand van rendement toestel en de stilstandsverliezen (watertemperatuur, isolatiedikte opslagvat, volume) moet nog bepaald worden.

Het referentie productierendement blijft 45% omdat er geen mogelijkheid is om dit in de huidige epb-regelgeving in te geven. Dit is echter geen realistisch rendement voor grote installaties en stimuleert het gebruik van een centrale productie zeker niet.

2.1.4 *Budgetterm warm tapwater*

In EPI-I werd de budgetterm (9000 MJ/bed/jaar) voor warm tapwater bepaald aan de hand van een warmtebehoefte van

- 25 l/dag/kamer,
- een temperatuursverschil van 50°,
- een leidinglengte van 4.5 m (breedte kamer) en
- leidingsverliezen van 15 W/m.

Een woonzorgcentrum beschikt soms over enkele kamers waar twee personen kunnen verblijven. Het sanitair warm waterverbruik is functie van het aantal bewoners en niet van het aantal kamers. Daarom wordt in de budgetterm het aantal kamers vervangen door het aantal bedden.

De aannames uit paragraaf 'distributieverliezen' samen met een productierendement van 45% levert een budgetterm op van 17600 MJ/bed/jaar.

De **budgetterm sanitair warm water bedraagt 18 000 MJ/bed/jaar.**

De rekenmethode van EPW voor zonneboilers is eveneens geïmplementeerd in het rekenblad.

Tabel 3 toont de verschillende maatregelen voor sanitair warm water om aan de verschillende E-peilen te voldoen. De thermische weerstand R wordt gegeven. De nodige isolatiedikte hangt af van de dikte van de leiding, de plaats van de leiding en de factor die de koudebruggen bij ophanging e.d. in rekening brengt. Deze laatste factor bedraagt 0.6 in de EPB-rekenmethode. Er is echter geen rekenmethode ter beschikking om deze factor te bepalen. Bijgevolg hanteren we deze vaste waarde 0.6 in deze studie. De berekening van de gemiddelde thermische weerstand van de volledige circulatieleiding is arbeidsintensief. De laagste thermische weerstand over het volledige net mag ingegeven worden als vereenvoudiging.

	T _{water} [°C]	lengte circulatieleiding [m]	lengte tapleiding [m]	R [W/m]	productie- rendement	zonnecollector [m ² /bed]	primair/ budgetterm
E100	60	15	5	12	45 %	0	0.98
E80	60	11	5	12	45 %	0	0.80
E60	60	9	5	9.5	45 %	0	0.62
E40	60	9	5	9.5	70 %	0	0.40
E40	60	9	5	9.5	45 %	2	0.40

Tabel 3. Overzicht maatregelen sanitair warm water voor de verschillende maatregelenpakketten.

2.1.5 Decentrale energieopwekking

Het sanitair warm water kan ook decentraal geproduceerd worden door in iedere rusthuiskamer een satellietboiler te voorzien die aangesloten is op het cv-verwarmingsnet.

We beschouwen twee types satellietboilers:

- CV-boiler: het sanitair warm water wordt geproduceerd door warmte-uitwisseling met het cv-water via een spiraal. Het sanitair warm water wordt gestockeerd (inhoud typisch 50 à 100 liter).
- Doorstroomboiler: het sanitair warm water wordt direct geproduceerd door warmte-uitwisseling met cv-water via een warmtewisselaar

Voor de ingave van satellietboilers in het rekenblad wordt de lengte van de circulatieleiding op 0 gezet. De tapleidinglengte blijft op 5m/bed.

Afhankelijk van het type satellietboiler kan ook het opwekkingsrendement voor warm tapwater aangepast worden:

- CV-boiler: opslag van warm tapwater met bijhorende stilstandsverliezen
→ $\eta=45\%$ (warmteopwekking met verbrandingstoestel met opslag)
- Doorstroomboiler: geen opslag van warm tapwater en ook geen bijhorende stilstandsverliezen
→ $\eta=50\%$ (warmteopwekking met verbrandingstoestel zonder opslag)

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de energieverbruiken en bijhorende E-peilen voor deze verschillende sanitair warm watersystemen.

		centrale SWW productie	decentrale SWW productie (met satellietboilers)	
			CV-boiler	doorstroomboiler
lengte circulatieleiding	m/bed	9	0	0
rendement (opw+opslag)	%	45	45	50
netto behoefte SWW	MJ/jaar	182.980	182.980	182.980
distributieverliezen	W	8.230	0	0
bruto verbruik SWW	MJ/jaar	479.008	219.576	219.576
Eindverbruik SWW	MJ/jaar	1.064.462	487.947	439.152
Primair verbruik SWW	MJ/jaar	1.064.462	487.947	439.152
Primair verbruik per bed	MJ/jaar/bed	11.088	5.083	4.575
E-peil (totaal)	E	64	59	58

Tabel 4. Overzicht energieverbruiken voor de verschillende sanitair warm watersystemen in een WZC.

Het E-peil zakt dus met 5 à 6 punten indien gebruik wordt gemaakt van satellietboilers voor de productie van sanitair warm water.

Er kan opgemerkt worden of deze grote impact op het E-peil wel realistisch is. Voor de centrale productie wordt bijvoorbeeld hetzelfde opwekkingsrendement voor warm tapwater toegepast als bij decentrale productie met een cv-boiler. Echter bij een centrale productie met een aparte ketel voor sanitair warm water, zouden de cv-ketels van juni tot september kunnen uitgeschakeld worden en zijn er geen distributieverliezen. Bij decentrale productie moeten de cv-ketels blijven draaien gedurende de zomer voor de productie van sanitair warm water. In de EPB-berekening wordt hier geen onderscheid in gemaakt.

Gezien enerzijds het productie- en distributierendement van sanitair warm water op een rudimentaire en mogelijks niet volledig reële manier in rekening wordt gebracht en gezien anderzijds de SWW-energiebehoefte een belangrijk aandeel heeft in de totale energiebehoefte van een goed geïsoleerde collectieve woonvoorziening of WZC, adviseren we om de sanitair warm water productie- en distributierendementen binnen de EPB-berekeningsmethode voor EPW te herbekijken.

2.2 Verlichting

Bij het doorrekenen van enkele projecten met de rekenmethode ontwikkeld in EPI-I, blijkt het moeilijk om de eisen voor het verlichtingsverbruik opgenomen in het maatregelenpakket E60 te realiseren. In dit hoofdstuk sturen we de methode bij. Eerst wordt de berekeningsmethode verlichting toegelicht. Daarna worden de verschillende parameters overlopen die in rekening worden gebracht om het energieverbruik voor verlichting te bepalen. Vervolgens wordt een kort overzicht gegeven van de nieuwe berekeningsmethode EPI-II met een verduidelijking aan de hand van een concreet voorbeeld. Tenslotte volgt de nieuwe samenstelling van de maatregelenpakketten om de beoogde resultaten te bekomen.

2.2.1 Berekening EPI-I

De berekeningsmethode uit EPU is integraal overgenomen voor EPI-I.

Het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik voor verlichting voor kantoren en woonzorgcentra (volgens berekeningsmethode EPI-I) wordt als volgt bepaald:

$$W_{light,seci} = \sum A_{f,rm,r} \cdot P_{light,def} \cdot (t_{day} + t_{night})$$

met:

- $A_{f,rm,r}$ = de gebruiksoppervlakte van de ruimte r in m²;
- $P_{light,def}$ = de forfaitaire waarde van het specifiek vermogen voor verlichting in kW/m²;
- $t_{day} + t_{night}$ = het conventioneel vastgelegd aantal gebruiksuren van de verlichting per jaar van de energiesector waarin de ruimte gelegen is gedurende de dag- en nachtperiode (bij woonzorgcentra: 3066 branduren).

De referentiewaarde voor het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik (de budgetterm) voor verlichting wordt als volgt bepaald:

$$W_{light,seci} = b_5 \cdot 10^{-3} \cdot \sum [L_{rm,r}^{0.8} \cdot (t_{day} + t_{night}) \cdot A_{f,rm,r}]$$

met:

- $b_5 = 0.70$;
- $L_{rm,r}$ = een hulpvariabele voor ruimte r;
- $t_{day} + t_{night}$ = het conventioneel vastgelegd aantal gebruiksuren van de verlichting per jaar van de energiesector waarin de ruimte gelegen is gedurende de dag- en nachtperiode (bij woonzorgcentra: 3066 branduren);
- $A_{f,rm,r}$ = de gebruiksoppervlakte van ruimte r in m².

De verhouding van bovenstaande getallen geeft het E-peil voor verlichting. Deze is hoofdzakelijk afhankelijk van het specifiek vermogen (kW/m²) en de hulpvariabele (het verlichtingsniveau in lux)

Volgende tabel geeft voor de verschillende E-peilen de voorgestelde maatregelen op gebied van verlichting weer en de daarbij horende verhouding primair energieverbruik t.o.v. de budgetterm voor verlichting.

	gemiddeld verlichtingsniveau [lux]	vermogen [W/m ² /100]	vermogen [W/m ²]	branduren	b-factor	karakteristiek/ budgetterm
E100	300	4.0	12	3066	0.7	1.61
E80	300	3.3	10	3066	0.7	1.33
E60	300	2.7	8	3066	0.7	1.09
E40	300	2.0	6	3066	0.7	0.80

Tabel 5. Overzicht maatregelenpakket verlichting EPI-I met de bijhorende verhouding karakteristiek primair energieverbruik/budgetterm.

De verhoudingen primair energieverbruik verlichting t.o.v. de budgetterm voor verlichting zijn niet in verhouding met de gewenste E-peilen. Wat een E-peil 100 zou moeten opleveren leidt tot E161, en de maatregelen voor E40 tot E80. Als 300 lux vooropgesteld wordt, moet het specifiek vermogen lager zijn 2,7 W/(m².100lux) om een positief effect te verkrijgen op het E-peil. De rekenmethode of parameters moeten bijgestuurd worden.

Om een idee te krijgen van de verlichtingskarakteristieken van een typekamer in een woonzorgcentrum, geeft onderstaande tabel een overzicht van deze karakteristieken in een typekamer van enkele nieuwbouwwoonzorgcentra. De vermogens en het gemiddeld verlichtingsniveau gerealiseerd met de toegepaste armaturen werden berekend aan de hand van Dialux (zie bijlage).

	gemiddeld verlichtingsniveau [lux]	vermogen [W/m ² /100 lux]	vermogen [W/m ²]	branduren	b-factor	karakteristiek/ budgetterm
WZC1	166	4.51	7.49	3066	0.7	1.61
WZC2	216	3.02	6.52	3066	0.7	1.14
WZC3	285	4.12	11.75	3066	0.7	1.64
De Zathe	256	6.29	16.10	3066	0.7	2.45

Tabel 6. Overzicht van de verlichting in enkele typekamers met de bijhorende verhouding karakteristiek primair energieverbruik/budgetterm.

De verhouding karakteristiek primair energieverbruik/budgetterm ligt in de realiteit een stuk hoger dan 100. Dat is vooral te wijten aan de geometrie van de kamers en de toepassing van wandarmaturen die vaak door (interieur)architecten gekozen worden omwille van de indirecte verlichting en huiselijke sfeer. De specificiteit van deze armaturen levert lagere specifieke vermogens (W/m².100lux) op dan kantoorarmaturen. Toch gaat het over een heel laag energiegebouw en moet rekening gehouden worden met de efficiëntie van de armaturen. Dezelfde eisen als een kantoorgebouw E60 zijn weliswaar niet realiseerbaar in deze kleine ruimtes waar een ander type verlichting gevraagd wordt en aandacht geschonken wordt aan huiselijke sfeer (wandarmaturen).

2.2.2 Parameters

2.2.2.1 Verlichtingsniveau

In EPI-I bedraagt het verlichtingsniveau 300 lux. EN 12464-1 schrijft minimaal 300 lux voor op het bed en minimaal 100 lux elders in ziekenhuiskamers. De norm EN 13779 hanteert 200 lux als gemiddelde defaultwaarde. Daarnaast behoren nog andere ruimtes tot de ventilatiezone kamers zoals circulatie, leefruimtes, berging, lokaal personeel, Enkele ruimtes zoals de leefruimte, de apotheek, de keuken vragen hogere verlichtingsniveaus. Voor twee ventilatiezones kamers is het oppervlaktegewogen gemiddelde genomen van de vereiste verlichtingsniveaus volgens EN 12464-1 van alle ruimtes in die zone. Deze gemiddeldes bedragen respectievelijk 248 en 239 lux.

Daarom gaan we uit van **gemiddeld 250 lux** in de ventilatiezone kamers.

2.2.2.2 Branduren

In EPI-I is de rekenmethode voor verlichting van EPU overgenomen waarbij enkel het aantal branduren aangepast is. Een woonzorgcentrum is continu in gebruik in tegenstelling tot een kantoor wat enkel tijdens de kantooruren in gebruik is. 3066 branduren houdt in dat de dag 12 uur duurt en de verlichting 70% van die tijd brandt. Daarnaast is er een kleine tegenstrijdigheid in de methode. Enerzijds wordt gestimuleerd om een goede daglichttoetreding in de kamers te realiseren via de duurzaamheidstoets, maar anderzijds heeft dit geen positief effect op het E-peil. Nochtans vermindert een goede daglichttoetreding het aantal branduren. Volgende tabel toont voor een kamer met een bepaalde daglichtfactor (1, 3 of 5%) het aantal uur dat er geen 250 lux in het midden van de kamer bereikt wordt tussen 8 en 20 uur voor een volledig jaar (4380 uur) berekend met het klimaatjaar van Ukkel van Meeuwnorm.

Daglichtfactor (DF)	Branduren verlichting (250 lux)
1 %	3069 (70%)
3 %	1818 (42%)
5 %	1415 (32%)

Tabel 7. Het aantal branduren tussen 8 en 20 uur van de verlichting in een kamer afhankelijk van de daglichtfactor om 250 lux te realiseren in het midden van deze kamer.

We stellen voor om het aantal branduren aan te passen aan de hand van de behaalde daglichtfactor (DF). Deze factor wordt naar beneden afgerond naar 1, 3 of 5%. De berekening gebeurt onder een standaard bewolkte hemelkoepel (CIE standard overcast sky met een horizontale verlichtingssterkte van 10 000 lux). De daglichtfactor is het gemiddelde van de daglichtfactoren op de middellijn van de ruimte op 80 cm hoogte. Bijvoorbeeld wanneer de kamer 4 meter diep is, dan wordt de daglichtfactor berekend als het gemiddelde van de daglichtfactoren op 2 m van de gevel.

Onderstaande tabellen geven de daglichtonafhankelijkheid voor een ruimte waarin de daglichtfactor 1, 3 of 5% bedraagt. De stuurfactor daglicht f_{daglicht} is gelijk aan de daglichtonafhankelijkheid. Afhankelijk van de verdeling van het netto vloeroppervlak van ruimtes met een goede daglichttoetreding ten opzichte van de totale netto oppervlakte wordt de stuurfactor aangepast. In één van de gevalsstudies liggen de kamers langs een gevel en de circulatie langs de andere. Hierdoor bedraagt de verhouding daglicht/totaal 67%. In een andere vleugel ligt de circulatie tussen twee kamers, waardoor deze verhouding 50% wordt. Deze laatste situatie is de meest voorkomende. Daarom beschouwen we deze verhouding als het vertrekpunt voor het bepalen van de maatregelenpakketten.

Daglichtonafhankelijkheid:

- Met daglichtdimming of daglichtsturing:

Daglichtfactor	Vloeropp daglicht/ totaal		
	100%	70%	50%
1 %	0.70	0.79	0.85
3 %	0.40	0.58	0.70
5 %	0.30	0.51	0.65

Tabel 8. Daglichtonafhankelijkheid in functie van de daglichtfactor in een bepaald percentage van het gebouw.

- Zonder daglichtdimming of daglichtsturing:

Daglichtfactor	Vloeropp daglicht/ totaal		
	100%	70%	50%
1 %	0.85	0.90	0.93
3 %	0.70	0.79	0.85
5 %	0.65	0.76	0.83

Tabel 9. Daglichtonafhankelijkheid in functie van de daglichtfactor in een bepaald percentage van het gebouw.

Wanneer er geen daglichtfactor gekend is of deze minder dan 1% bedraagt, brandt de verlichting 3066 uur. Afhankelijk van de daglichtfactor met de aanwezigheid van daglichtsturing/dimming is er een stuurparameter f_{daglicht} die het aantal branduren vermindert in verhouding met de daglichtonafhankelijkheid.

Volgende paragraaf toont de haalbaarheid van daglichttoetreding in een kamer van een woonzorgcentrum.

2.2.2.3 Haalbaarheid daglichttoetreding

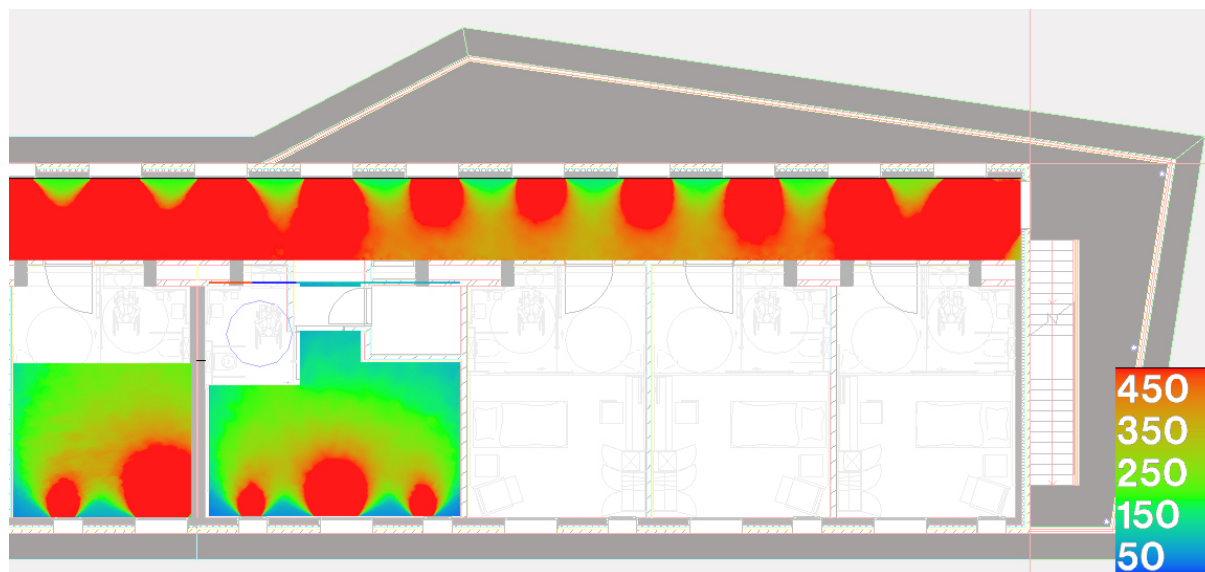
Het onderzoek naar de haalbaarheid van daglichttoetreding in een WZCkamer gebeurt aan de hand van de gevalsstudie woonzorgcentrum Vincentius.

In dat woonzorgcentrum is er in blok A daglichttoetreding in zowel de kamers als de gang. In deze vleugel bevinden zich drie type kamers: een serviceflat met twee brede ramen en een smal, een serviceflat met 2 smalle en een breed raam en een gewone kamer met een smal en een breed raam. Onderstaande tabel geeft de totale glasoppervlakte voor deze kamers en het resultaat van de eenvoudige daglicht- en oververhittingsindicator van de VIPA duurzaamheidstoets. In de serviceflat met twee smalle ramen en de eenpersoonskamer geeft de daglichtindicator aan dat er iets te weinig glas aanwezig is. Deze kamers vereisen een gedetailleerdere daglichtberekening. In de serviceflat met twee brede ramen zal er waarschijnlijk genoeg licht zijn, maar moet het zomercomfort nader bekeken worden.

	serviceflat: 2 brede	serviceflat: 2 smalle	kamer blok A
glasoppervlakte	5.54	4.78	3.44
<u>daglichtindicator:</u> $\tau_v \cdot A_{\text{glas}} > 0.10 A_{\text{vloer}}$	3.32 > 3.20	2.87 > 3.20	2.06 > 2.20
<u>oververhittingsindicator:</u> $g \cdot A_{\text{glas}} < 0.6 \text{ m}^2$	0.66 < 0.6	0.57 < 0.6	0.41 < 0.6

Tabel 10: Overzicht glasoppervlakte, daglicht- en oververhittingsindicator van drie typekamers in het WZC Vincentius blok A.

Figuur 1 toont de daglichttoetreding op het einde van de vleugel op de eerste verdieping bij een standaard bewolkte hemelkoepel (horizontale verlichtingssterkte buiten bedraagt 10 000 lux). Enerzijds wordt de verlichtingssterkte weergegeven in de gang, en anderzijds in een gewone kamer en in een tweepersoonskamer. De kleurschaal toont de variatie in verlichtingssterkte op 80 cm hoogte en varieert van rood (500 lux) tot blauw (50 lux).



Figuur 1: daglichttoetreding in blok A op de eerste verdieping in de gang, een eenpersoonskamer en een tweepersoonskamer.

Het verlichtingsniveau in de gang moet overdag volgens EN 12464 200 lux bedragen, wat hier ruim gehaald wordt via daglicht (590 lux). De daglichtfactor in deze ruimte bedraagt bijgevolg 5.9%. In de eenpersoonskamer bedraagt de daglichtfactor in het midden van de ruimte 3% en de gemiddelde daglichtfactor in het leefgedeelte bedraagt 3.3%. In de tweepersoonskamer met twee smalle ramen en één breed raam bedraagt de daglichtfactor gemiddeld over het midden 2.7% en over de volledige oppervlakte van de leefruimte gemiddeld 2.9%.

Tabel 11 toont een overzicht van de daglichttoetreding in de ruimtes en de eisen die gelden.

	daglichtfactor middenlijn ruimte	daglichtfactor gemiddeld	eis
serviceflat (2 smalle ramen + 1 breed)	2.7 % (leefruimte)	2.9 % (leefruimte)	3 % (VIPA)
kamer	1.6 % (volledige ruimte)	2.0 % (volledige ruimte)	3 % (VIPA)
gang	3.0%	3.3 %	3 % (VIPA)
	5.9 % (uniformiteit 37%)		200 lux (EN 12464)

Tabel 11: Overzicht daglichttoetreding in een serviceflat, een kamer en in de gang.

De daglichttoetreding is voldoende in deze kamers.

2.2.2.4 b-factor

De b-factor is een manier om meer of minder gewicht te geven aan de budgetterm. Bij kantoren staat deze factor op 0.7 en overgenomen bij EPI-I voor woonzorgcentra. We stellen voor om de b-factor in de budgetterm te wijzigen naar 1 omdat de geometrie van rusthuiskamers en het type van de ruimte (gezellige huiselijke verlichting) aanleiding geeft tot minder efficiënte verlichting dan in kantoren.

2.2.3 *Berekeningsmethode EPI-II*

In de berekeningsmethode verlichting passen we volgende zaken aan:

- b-factor: 1 (i.p.v. 0.7);
- gemiddeld verlichtingsniveau 250 lux (ipv 300);
- invoer stuurfactor f_{daglicht} i.f.v. daglichtfactor en sturing met behulp van daglichtsensor.

$$W_{\text{light,seci}} = \sum A_{f,rm,r} \cdot p_{\text{light,def}} \cdot (t_{\text{day}} + t_{\text{night}}) \cdot f_{\text{daglicht}}$$

Aan de hand van onderstaand voorbeeld wordt getoond hoe het energieverbruik voor verlichting moet bepaald worden. Wanneer de daglichtfactor niet gekend is, bedraagt die 0. Indien er geen gedetailleerde berekening gebeurt, moet met de slechtste situatie gerekend worden.

blok A	Opp [m ²]	Verlichtings -niveau [lux]	Vermogen [W/m ² / 100 lux]	DF [%]	dimming	f-factor	b-factor	karakteristiek /budget
leefruimte	145.6	300	2.5	1	ja	0.7	1	0.49
badkamer	43.6	200	2.5	0	/	1	1	0.65
apotheker	35.3	500	2.5	0	/	1	1	0.78
keuken	36.3	500	2.5	0	/	1	1	0.78
berging	77.1	200	2.5	0	/	1	1	0.65
toilet	33	200	2.5	0	/	1	1	0.65
kantoor	93.9	500	2.5	0	/	1	1	0.78
circulatie	687.9	200	3.5	5	ja	0.3	1	0.27
kamers	1128.4	250	3.5	3	/	0.7	1	0.67
badkamer	248	200	3.5	0	/	1	1	0.91
	2529	248	3.32					0.58

Tabel 12. Voorbeeld berekening energieverbruik verlichting in een ventilatiezone WZC.

De stuurfactor f_{daglicht} is afhankelijk van de daglichtfactor en de al dan niet aanwezigheid van daglichtsturing:

Daglichtfactor	Met daglichtsturing	Zonder daglichtsturing
1 %	0.70	0.85
3 %	0.40	0.70
5 %	0.30	0.65

Tabel 13. Daglichtonafhankelijkheid in functie van de daglichtfactor in een bepaald percentage van het gebouw.

De verhouding karakteristiek energieverbruik/ budgetterm bedraagt voor deze ventilatiezone 58.

2.2.4 Maatregelenpakketten

Tabel 14 stelt de nieuwe maatregelen voor verlichting voor om de verschillende E-peilen te behalen enkel voor de ventilatiezone woonzorgcentrum.

	gemiddeld verlichtingsniveau [lux]	vermogen W/m ² /100 [lux]	vermogen [W/m ²]	DF midden ruimte [%]	sturing	b-factor	primair/ budgetterm
E100	250	3.7	9.25		1	1	1.00
E80	250	3.0	7.5		1	1	0.81
E80	250	4.0	10	3	0.70	1	0.76
E60	250	3.0	7.5	3	0.70	1	0.57
E40	250	2.5	6.25	5	0.65	1	0.41

Tabel 14. Verlichtingsmaatregelen om de prestatie-eisen te behalen.

2.3 Maatregelenpakketten

De aanpassingen van de rekenmethode resulteert in een aanpassing van de maatregelenpakketten op het gebied van sanitair warm water en verlichting. Volgende tabel geeft een overzicht van de maatregelenpakketten EPI-II.

Het **maatregelenpakket E80** houdt twee scenario's in op het gebied van de verlichting. Enerzijds gebeurt er geen daglichtberekening en zijn armaturen vereist met een gemiddeld specifiek vermogen van maximum 3.0 W/m²/100 lux. Anderzijds is er een goede daglichttoetreding in de kamers (daglichtfactor minimum 3%) en is er een daglichtsturing op de armaturen voorzien. Hierdoor bedraagt het gemiddeld specifiek vermogen maximum 4.0 W/m²/100 lux.

Naast de optie in de verlichting voor E80, kan ook gekozen worden tussen 9 m³/h/m² en de defaultwaarde voor de luchtdichtheid, m.n. 12 m³/h/m². In principe hoort 9 m³/h/m² bij een E80, maar omdat dit een blowerdoortest vereist, bieden we de mogelijkheid om E80 ook op een andere manier te bereiken; m.n. het rendement van de wartewisselaar bedraagt 60% i.p.v. 50%. Hierbij willen we opmerken dat om maximaal te genieten van een mechanisch ventilatiesysteem met warmteterugwinning, de schil zo luchtdichtheid mogelijk moet zijn.

Voor het **maatregelenpakket E40** is het mogelijk om op twee manieren de sanitair warm waterproductie te voorzien. Met name enerzijds met 2 m² zonnecollectoren/bed en een opwekkingssysteem met standaardrendement in epb van 45%. Anderzijds kan het sanitair warm water worden opgewekt met een productierendement van 70% en zijn geen bijkomende zonnecollectoren nodig.

	E40	E60	E80	E100
bouwkundig				
globaal isolatiepeil	K25	K30	K35	K40
buitenzonwering	g _{glas} = 0.4 g _{totaal} = 0.12	g _{glas} = 0.7 g _{totaal} = 0.12	g _{glas} = 0.4 g _{totaal} = 0.15	g _{glas} = 0.7 g _{totaal} = 0.15
luchtdichtheid (v ₅₀)	1.5 m ³ /h.m ²	4.5 m ³ /h.m ²	9 (12) m ³ /h.m ²	12 m ³ /h.m ²
installatietechnisch				
<u>verwarming:</u>				
- productie	warmtepomp	Condensatieketel 107%	Condensatieketel 107%	Niet-condenserende ketel 94%
- afgifte	Radiatoren 40/30°	Radiatoren 50/40°	Radiatoren 70/50°	radiatoren 90/70°
- regeling	Buitenvoeler Thermostaatkraan	Buitenvoeler Thermostaatkraan	Buitenvoeler Thermostaatkraan	Thermostaatkraan
<u>koeling:</u>				
- productie	Geen actieve koeling	Geen actieve koeling	Geen actieve koeling	Geen actieve koeling
- afgifte				
- regeling				
<u>sanitair warm water:</u>				
- productie (η _{opw} en η _{opslag})	A. η = 45 % 2 m ² zonne- collector/bed of B. η = 70 %	η=45%(default)	η=45%(default)	η=45%(default)
- distributie	kringleiding 9m/bed	kringleiding 9 m/bed	kringleiding 11 m/bed	kringleiding 15 m/bed
- leidingsverliezen ^b	9.5 W/m	9.5 W/m	12 W/m	12 W/m
<u>ventilatie:</u>				
- wtw:	80 %	70%	50% (60%)	Geen wtw
- SFP	2	3	3	3
<u>verlichting:</u>				
- vermogen	2.5 W/m ² /100 lux	3.0 W/m ² /100 lux	A.3.0 W/m ² /100 lux B. 4.0 W/m ² /100 lux	3.7 W/m ² /100 lux
- daglichtfactor	5 %	3 %	B. 3%	
- sturing	daglichtregeling	daglichtregeling	A. / B. daglichtregeling	

Tabel 15. Overzicht maatregelen voor de prestatieniveaus E100, E80, E60 en E40.

^b Inclusief koudebrugfactor 0.6.

2.4 Referentie-energieverbruik

Het referentieverbruik voor de ventilatiezone kamers wordt bepaald met dezelfde formule als de bepaling van het referentieverbruik voor kantoren waarbij een extra term wordt toegevoegd voor het sanitair warm water. De formule ziet er als volgt uit waarbij we verwijzen naar de bijlages van het EPB-besluit voor de verklaring van de symbolen:

$$E_{charanprimencons,ref} = b_1 \cdot A_f + b_2 \cdot A_{T,E} + b_3 \cdot \sum \dot{V}_{sup ply min,rmr} + b_4 \cdot \sum (\dot{V}_{sup ply,rmr} - \dot{V}_{sup ply,min,rmr}) + b_5 \cdot 10^{-3} \cdot \sum_r [L_{rmr}^{0.8} \cdot (t_{day} + t_{night}) \cdot A_f] + b_6 \cdot n_{bedden}$$

De vorm van de formule is dezelfde gebleven, maar omdat enkele essentiële parameters zijn aangepast (zoals binnentemperatuur en de tijdsfractie ventilatie) werden de b-coëfficiënten in deze vergelijking naar rusthuseigen coëfficiënten veranderd. De coëfficiënten b_1 en b_2 slaan voornamelijk op transmissieverliezen en werden in EPI-I verschaald rekening houdende met een temperatuursverhoging van 19°C (EPU) naar 23°C (EPI). Analoog werden b_3 en b_4 (ventilatie) op hun beurt verschaald aan de hand van de temperatuursverhoging en de stijging van de tijdsfractie van 0,3 naar 1,0. De coëfficiënt b_5 , die de term voor de verlichting beschrijft, bleef onveranderd. Enkel voor het sanitair warm water, dat niet opgenomen is in de EPU-module, maar dat een belangrijk aandeel uitmaakt van het totale energieverbruik van rusthuizen, werd een extra term voorzien, gedefinieerd als: $b_6 \times n_{bedden}$. Waarbij n het aantal bedden in het project is. (In EPI-I ging het over n_{kamers} maar omdat er soms 2 personen op een zelfde kamer verblijven, is het representatiever om over het aantal bedden te spreken.)

In voorliggende studie zijn enkele zaken aangepast in de rekenmethode zoals de berekening voor het sanitair warm water dat meer conform de EPW-methode is uitgewerkt en de verlichting die is bijgestuurd. Dat resulteert in gewijzigde b_5 en b_6 -coëfficiënten. De bijsturing van de rekenmethode en bijhorende b-coëfficiënten levert lagere E-peilen op dan beoogd, waardoor de andere b-coëfficiënten (b_1 t.e.m. b_4) voor woonzorgcentra gelijkmatig verschaald worden. Volgende tabel toont het overzicht van de verschillende b-coëfficiënten.

		EPU	EPI-I	EPI-II
b_1	volume	105	184	134
b_2	verliesoppervlakte	175	289	211
b_3	ventilatie	50	210	164
b_4	ventilatie	35	147	114
b_5	verlichting	0.7	0.7	1
b_6	SWW	-	9000	18 000

Tabel 16. De waardes van de b-coëfficiënten in de verschillende rekenmethodes.

Volgende tabellen geven een overzicht van de E-peilen van de ventilatiezones kamers voor de verschillende woonzorgcentra met de maatregelen uit de verschillende pakketten. De nieuwe b-coëfficiënten zijn bepaald aan de hand van de maatregelenpakketten E80 en E60.

Maatregelenpakket E100/K40

Nr.	Gevalstudie	E-peil (EPI-II) : kamers
A1	Home Vijvens Huise	122
A2	WZC Albrecht-Elisabeth	104
A3	WZC Riethove	113
A4	De Zathe	113
A5	De Groene Linde	106
A6	Sint Carolus Mayerhof	104
A7	COZ St-Jozef (Vincentius)	100
	Gemiddelde	108.3

Tabel 17. Overzicht E-peilen voor het maatregelenpakket E100/K40 voor de verschillende gevalstudies.

Maatregelenpakket E80/K35

Nr.	Gevalstudie	E-peil (EPI-II): kamers
A1	Home Vijvens Huise	85
A2	WZC Albrecht-Elisabeth	77
A3	WZC Riethove	87
A4	De Zathe	81
A5	De Groene Linde	83
A6	Sint Carolus Mayerhof	81
A7	COZ St-Jozef (Vincentius)	77
	Gemiddelde	81.1

Tabel 18. Overzicht E-peilen voor het maatregelenpakket E80/K35 voor de verschillende gevalsstudies.

Maatregelenpakket E60/K30

Nr.	Gevalstudie	E-peil (EPI-II): kamers
A1	Home Vijvens Huise	66
A2	WZC Albrecht-Elisabeth	59
A3	WZC Riethove	68
A4	De Zathe	62
A5	De Groene Linde	62
A6	Sint Carolus Mayerhof	62
A7	COZ St-Jozef (Vincentius)	59
	Gemiddelde	62.1

Tabel 19. Overzicht E-peilen voor het maatregelenpakket E60/K30 voor de verschillende gevalsstudies.

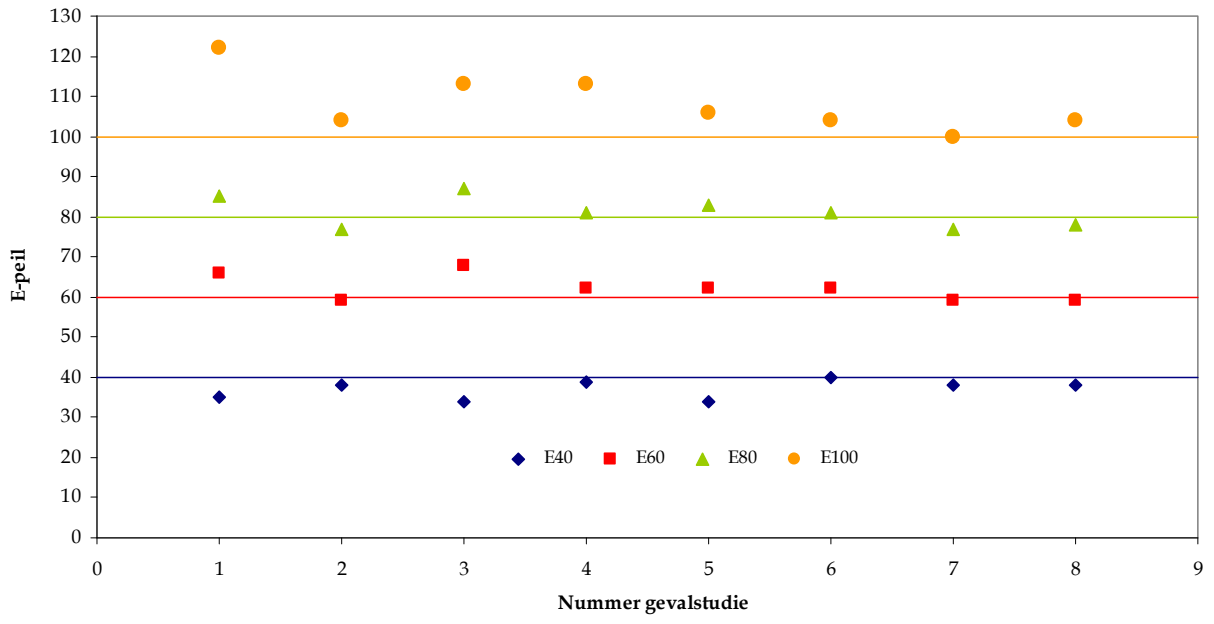
Maatregelenpakket E40/K25

Nr.	Gevalstudie	E-peil (EPI-II): kamers
A1	Home Vijvens Huise	35
A2	WZC Albrecht-Elisabeth	38
A3	WZC Riethove	34
A4	De Zathe	39
A5	De Groene Linde	34
A6	Sint Carolus Mayerhof	40
A7	COZ St-Jozef (Vincentius)	38
	Gemiddelde	37.0

Tabel 20. Overzicht E-peilen voor het maatregelenpakket E40/K25 voor de verschillende gevalsstudies: enerzijds met een productierendement van 70% voor sanitair warm water en anderzijds met een productierendement van 45% + 2 m² zonnepanelen voor de productie van sanitair warm water.

Het gemiddelde E-peil met de nieuwe b-coëfficiënten ligt iets onder E40 en boven E100 maar liggen rond E60 en E80. Omdat de nieuwe standaard voor VIPA een E80 is, lijkt het weinig zinvol een afstemming van het E-peil op E100 te maken. Voor een heel laag energie woonzorgcentrum (E40) is er een kleine onderschatting van het E-peil.

Onderstaande grafiek toont het E-peil horende bij de verschillende maatregelenpakketten:



2.5 Piekventilatie

Naar voorbeeld van de Nederlandse EPU-methode (NEN 2916) laten we toe om piekventilatie in de zomer in rekening te brengen. Deze aanpak heeft voordelen voor ventilatiesystemen die een grotere capaciteit voorzien om in de zomer vrije koeling mogelijk te maken en over een terugregelvoorziening beschikken om het debiet in de winter te beperken. In de huidige EPB-methode rekent men in de winterperiode echter ook met deze maximale ontwerpcapaciteit, waardoor de warmteverliezen door ventilatie worden overschat.

De waarde van de terugregelfactor f_{regel} in het Excel blad is default gelijk aan 1. Door deze terugregelfactor te verlagen kan piekventilatie in rekening gebracht worden. Het verbruik van de ventilatoren tijdens de winterperiode ($W_{fans,seci,m,heat}$) wordt overeenkomstig met de terugregelfactor gereduceerd.

$$W_{fans,seci,m,heat} = C \cdot f_{fans,seci,m} \cdot tm \cdot f_{regel} / 3.6$$

$$W_{fans,seci,m,cool} = C \cdot f_{fans,seci,m} \cdot tm / 3.6$$

Met:

$W_{fans,seci,m,heat}$:	vermogen ventilator tijdens de winterperiode in kWh
$W_{fans,seci,m,cool}$:	vermogen ventilator tijdens de zomerperiode in kWh
C:	effectieve thermische capaciteit in kJ/K
tm:	lengte van de maand in Ms
$f_{fans,seci,m}$:	tijdsfractie ventilatoren (=1)
f_{regel} :	terugregelfactor voor ventilatie tijdens de winterperiode

2.6 Varia

- De interne warmtewinsten door personen wordt aangepast: de bezetting bedraagt 1.3 personen overdag i.p.v. 1.5. Het verplegend personeel is ongeveer 1 à 2 uur aanwezig in de kamer afhankelijk van de hulpbehoefte. Daarnaast blijkt 2 uur bezoek per dag een 'maximum'.
- Het hitteplan vraagt dat er in elk WZC een gekoelde ruimte aanwezig is. Indien er geen koeling aanwezig is in het project, veronderstellen we koeling in de cafetaria. Hiervoor nemen we een luchtgekoelde ijswatermachine met een energie-efficiëntieverhouding volgens EN 14511 van 2.9 (Eurovent klasse B). De deellastfactor (PLV) bedraagt 1.48 (tabel 7 p.65 in eindrapport).
 - Carrier 30 RB 182A 15
 - EER 2.92
 - ESEER 3.71
 - P 173 kW
 - scrollcompressor
 - modulerende regeling
 - transport: lucht
 - geen bevochtiging
 - geen warmteterugwinning.

De deellastfactor is functie van het benuttingsprofiel (er zijn 33 profielen gedefinieerd in de Duitse norm DIN V 18599 7:2007) waaronder rusthuiskamer, kantine en restaurant. Cafetaria staat er niet tussen. We rekenen met de deellastfactor van een rusthuiskamer.

- Bij energiesectoren zonder koeling wordt een fictieve koellast in rekening gebracht om sterk beglaasde gebouwen af te straffen op een correcte manier.
- PV-installatie: de geproduceerde energie door de PV-installatie wordt berekend via de epb-software en wordt afgetrokken van het karakteristiek primair energieverbruik.
- Bij een combinatie van warmte-opwekkingstoestellen met een verschillend rendement wordt het rekenblad van het VEA gebruikt voor de berekening van een gemiddeld rendement.
- In het rekenblad worden gangen ingegeven als 'ruimten niet voor menselijke bezetting'. Het ventilatiedebiet wordt berekend volgens tabel 12 in de norm 13779. Het ventilatiedebiet bedraagt minimaal 1.3 m³/h/m² i.p.v. 15 m²/persoon met minimaal debiet van 22 m³/h.

- In het rekenblad EPI-I op het tabblad gebouwgegevens, verwijst de formule in cel C31 ($H_{v,cool,sec,i}$) naar cel C40 i.p.v. C41 ($V_{inf/exfilt,cool,sec,i}$).
- Bevochtiging is niet in rekening gebracht in het rekenblad. Hiervoor bedraagt de tijdsfractie ook 1.
- De aanpassing van de rekenmethode voor verlichting betekent dat in het rekenblad bij de berekening van de interne warmtewinsten deze afhangen van het vermogen en de branduren van de projectverlichting.

3 Zomercomfortanalyse

In de duurzaamheidstoets zijn drie zaken opgenomen om een goed zomercomfort in een rusthuis te waarborgen:

- Er is zonwerende beglazing nodig op de noordoriëntatie (tussen NW en NO) ($g < 0.45$) en op de andere oriëntaties is minstens een regelbare zonwering voorzien ($g < 0.15$).
- $g.A < 0.6 \text{ m}^2$: indien niet aan dat criterium voldaan wordt, moet een zomercomfortanalyse gebeuren om aan te tonen dat er toch een voldoende zomercomfort gerealiseerd wordt. In dit hoofdstuk leggen we de uitgangspunten vast voor deze analyse.
- De nuttige opening van de opengaande ramen in verblijfruimtes die maar in één gevel openingen hebben (enkelzijdige ventilatie), moet ten minste 1/16 van de vloeroppervlakte bedragen.

OF

De nuttige opening van de opengaande ramen in verblijfruimtes in verschillende gevels (dwarsventilatie) moet ten minste 1/30 bedragen, waarbij die openingen gelijkmatig verdeeld moeten zijn over de beide gevels.

In dit hoofdstuk leggen we de uitgangspunten vast voor de zomercomfortanalyse van een woonzorgcentrum in het algemeen.

De simulaties gebeuren met een dynamische energiesimulatieprogramma (Capsol, EnergyPlus, TRNSYS,...) voor een gemiddeld klimaatjaar in Brussel (EPICOOOL klimaatjaar).

3.1 Comfortkarakteristieken rusthuisbewoner

Voor de analyse van het zomercomfort gaan we overdag uit van bejaarden zittend op een stoel met lichte zomerkledij (metabolisme 1.0 met, 105 Watt (90 % voelbare warmte), 0.5 clo) en 's nachts liggend in hun bed met een laken (metabolisme 0.8 met, 85 Watt, 1.8 clo).

Deze getallen komen uit de volgende tabel. Deze is opgesteld volgens de huidige internationale normen met betrekking tot thermische behaaglijkheid, zoals ISO 7730 en de uitgave van ASHRAE 55 gebaseerd op de theorie en het rekenmodel van Fanger. Uit diverse studies [Rutten, Hensen, 2002] is gebleken dat de theorie van Fanger in principe ook geldig is voor mensen met fysieke gebreken zoals in het geval van bewoners van een woonzorgcentrum.

		Zomer		Winter		Voor- en najaar	
patient in bed laken + deken	clo	2.0	2.5	2.4	3.2	2.0	3.2
	met	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9
	To (PMV=0)	23.0	21.0	21.5	18.5	23.0	18.5
	To (PMV= -0.5)	21.0	18.5	19.0	15.5	21.0	15.5
	To (PMV= +0.5)	25.0	23.5	24.0	25.0	25.0	21.5
patient in bed alleen laken	clo	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9
	met	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9
	To (PMV=0)	23.5	22.0	23.5	22.0	23.5	22.0
	To (PMV= -0.5)	21.5	19.5	21.5	19.5	21.5	19.5
	To (PMV=+0.5)	25.5	24.0	25.5	24.0	25.5	24.0
patient uit bed zittend in stoel	clo	0.5	0.7	0.6	1.0	0.5	1.0
	met	1.0	1.2	1.0	1.2	1.0	1.2
	To (PMV=0)	27.0	24.0	26.0	22.5	27.0	22.5
	To (PMV= -0.5)	25.5	22.5	25.0	20.0	25.5	20.0
	To (PMV= +0.5)	28.0	26.0	27.5	24.5	28.0	24.5
patient uit bed bewegend	clo	0.4	0.7	0.5	0.8	0.4	0.8
	met	1.4	1.6	1.4	1.6	1.4	1.6
	To (PMV=0)	24.5	22.0	24.0	20.5	24.5	20.5
	To (PMV= -0.5)	22.5	19.5	22.0	18.0	22.5	18.0
	To (PMV= +0.5)	26.0	24.5	26.0	23.0	26.0	23.0

Tabel 21. Operatieve temperatuur (To) op basis van kledingweerstand (clo) en metabolisme (met)[Rutten, Hensen, 2002].

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de neutrale temperatuur van personen die 's nachts in hun bed liggen met een laken (metabolisme 0.8 met, 85 Watt, 1.8 clo) 23.5°C bedraagt. In een recent onderzoek werd het model van Fanger echter aangepast voor personen die in bed liggen [Zhongping en Deng 2008a, 2008b]. De auteurs tonen aan dat bij een Clo-waarde van 1.8, de neutrale temperatuur in dat geval 25.5 à 26°C bedraagt. Door een andere schikking van het laken, kan de Clo-waarde afnemen tot 1.4, wat overeenkomt met een neutrale temperatuur van 27°C (PMV = 0). We stellen daarom voor om deze waarde van 27°C te gebruiken als grenswaarde voor de dynamische zomercomfortberekeningen. Hierbij gaan we uit van het feit dat een afwijking van deze neutrale situatie als hinderlijk kan worden ervaren, aangezien de personen hun 'isolatiegraad' niet kunnen verlagen.

Overdag veronderstellen we dat personen kunnen ageren indien ze zich in een situatie van thermisch discomfort bevinden. Daarom gaan we overdag uit van een grenswaarde van 28°C (PMV = 0.5) voor zomercomfortberekeningen.

3.2 Bouwkundige maatregelen

Wanneer de sanitaire cel een afgesloten ruimte betreft, moet deze niet in rekening gebracht worden. De kamer wordt ingegeven zoals ze in werkelijkheid gebouwd wordt (isolatiedikte, zonwering, type beglazing, ...). De simulatie gebeurt voor een typekamer die het meest ingesloten is (kamers langs beide zijden en boven en onder) en waarvoor de oriëntatie de meest nadelige is (in orde van prioriteit: zuidwest, west, zuid, oost).

3.3 Interne warmtewinsten

Er wordt aangenomen dat de rusthuisbewoner 12 uur slaapt (of in bed ligt). Overdag zitten de personen, komt er bezoek langs of gaan ze naar de gemeenschappelijke leefruimtes. Een goede aanname blijkt dat de bezetting van een kamer overdag gemiddeld 1 persoon bedraagt. De bezetting is 7 dagen op 7 waarbij dag en nacht allebei 12 uur duren (8 - 20 uur).

Voor de interne warmtelast van apparatuur gaan we uit van een televisietoestel en een energiezuinige tafelkoelkast. Voor de koelkast rekenen we met een inbouw tafelmodel (netto inhoud 150 l, geen vriesvak) met energielabel A++, overeenkomend met een maximaal jaarverbruik van 288 kWh/jaar (maximaal continu verbruik 33 W). Voor het televisietoestel gaan we uit van een 32" LCD scherm, met een maximaal vermogen van 150 W (continu vermogen 100 W). Het maximale opgestelde vermogen bedraagt dus 133 W. Inclusief een veiligheidsfactor van 1.1 bedraagt de rekenwaarde voor de interne warmtewinsten 150 W. Voor de koelkast wordt uitgegaan van continue werking, voor het televisietoestel van een werking gedurende 9 uur per dag.

Het aandeel convectief en straling is voor de interne warmtewinsten 70% - 30%.

3.4 Klimaatinstallatie

De klimaatinstallatie wordt ingegeven zoals ze geplaatst wordt. Het ventilatievoud van de kamer bedraagt minimaal 75 m³/h/kamer. De warmtelast van de pulsieventilator moet in rekening gebracht worden. Wanneer de ventilatielucht gekoeld wordt, moet de extra warmtelast van de ventilator niet in rekening gebracht worden indien de lucht gekoeld wordt nadat hij de ventilatoren is gepasseerd. De extra warmtewinsten doordat de 'kouder' buitenlucht in het gebouw door de kanalen opgewarmd wordt, wordt niet in rekening gebracht doordat we veronderstellen dat de kanalen goed geïsoleerd zijn.

Wanneer er in de rusthuiskamers mogelijkheid is om via natuurlijke piekventilatie (opengaande ramen) een goed zomercomfort te realiseren, mag voor de zomercomfortanalyse gerekend worden met een ventilatievoud 1.5 wanneer aan het criterium van opengaande ramen in de duurzaamheidstoets voldaan is. Bij afwijkende raamoppervlaktes kan het debiet wanneer de ramen geopend zijn, benaderd worden aan de hand van onderstaande formule (prEN 15242):

$$Q_v = 3,6 \cdot 500 \cdot A_{o,win} \sqrt{C_t + C_w \cdot v_{met}^2 + C_{st} \cdot H_{win} \cdot abs(\theta_i - \theta_e)} \quad (1)$$

Met:

Q_{win}	het debiet door het open raam (m ³ /h)
C_t	een coefficient die rekening houdt met de windturbulentie, =0.01
C_w	een coefficient die rekening houdt met de windsnelheid, =0.001
C_{st}	een coefficient die rekening houdt met het schouweffect, =0.035
v_{met}	de meteorologische windsnelheid op 10m (m/s)
H_{win}	de vrije hoogte van het raam (m)
$abs(\theta_i - \theta_e)$	de absolute waarde van het verschil tussen de kamertemperatuur θ_i (°C) en de buitentemperatuur θ_e (°C)

In de bovenstaande vergelijking is verder $A_{o,win}$ de effectieve raamopening in m^2 . Deze hangt enkel af van de openingshoek α ($^\circ$) van het oppervlak van het raam wanneer het volledig geopend is A_{win} (m^2). De effectieve raamopening $A_{o,win}$ kan dan als volgt worden bepaald (prEN 15242):

$$A_{o,win} = \left(2,6 \cdot 10^{-7} \alpha^3 - 1,19 \cdot 10^{-4} \alpha^2 + 1,86 \cdot 10^{-2} \alpha\right) \cdot A_{win} \quad (2)$$

Als voorbeeld wordt het gemiddelde ventilatievoud door het openen van ramen voor een typekamer over een zomerperiode (1 mei tot 30 september) berekend. Een gemiddelde WZC-kamer met vloeroppervlakte $20m^2$ en hoogte 2.7 m, geventileerd via eenzijdige ventilatie, beschikt volgens de duurzaamheidstoets over een raam met een minimale oppervlakte van 1.25 m^2 (hoogte 1 m, breedte 1.25 m, $1/16$ van de vloeroppervlakte). We gaan ervan uit dat de helft van het raam effectief kan worden geopend (kipraam), de volledige opening bedraagt in dat geval $0.625m^2$. Via formule (2) berekenen we een effectieve raamopening van $0.11m^2$ als de openingshoek van het raam 10° bedraagt. Het gemiddelde ventilatievoud door het openen van ramen over de zomerperiode (1 mei tot 30 september) bedraagt dan 2.2 ventilatievouden.

Om tot dit resultaat te komen werd formule (1) toegepast voor alle uren van een EPICOOOL klimaatjaar. Hierbij is de meteorologische windsnelheid gedurende elk uur diegene uit het klimaatjaar. De vrije hoogte van het raam bedraagt 1 m. Het absoluut temperatuursverschil $abs(\theta_i - \theta_e)$ gedurende elk uur wordt gegeven door het verschil tussen de buitentemperatuur uit het klimaatjaar enerzijds, en de binnentemperatuur anderzijds. Deze laatste wordt gelijkgesteld aan de toegelaten grenswaarde: $27^\circ C$'s nachts (20-08u, PMV = 0) en $28^\circ C$ overdag (08-20u, PMV = 0.5). Op deze manier wordt gerekend met een minimaal temperatuursverschil tussen buiten en binnen wat tot een veilige berekening leidt.

Hieruit blijkt dat het hierboven aangenomen ventilatievoud 1.5 een veilige en correcte aanname is.

Er mag verondersteld worden dat er voldoende daglicht aanwezig is tijdens hele warme periodes waardoor de extra warmtelast door de verlichting niet in rekening gebracht wordt.

Volgende tabel geeft een overzicht van de aannames voor de zomercomfortanalyse op gebruikers- en gebouwniveau.

	overdag	's nachts
Activiteit	zittend op stoel (1.0 met)	liggend in bed (0.8 met)
Warmteproductie	105 W (90% voelbaar)	85 W (90 % voelbaar)
Bezetting	1 persoon (ipv 1.3)	1 persoon
Kledij	0.5 clo (lichte zomerkledij)	1.8 clo (lichte zomerpyama + licht laken)
comforttemperatuur		
PMV = -0.5	25.5	
PMV = 0	27	27
PMV = 0.5	28	
Apparatuur	150 W (10 - 19 u)	38 W
Verlichting		/
Koeling		
Ventilator		vermogen aan de hand van SFP-klasse (niet bij topkoeling indien koelunit zich na de ventilator bevindt)
Ventilatie		minimaal 75 $m^3/h/kamer$

Tabel 22: aannames zomercomfortanalyse gebruik.

4 Aftoetsing van de methodiek en maatregelenpakketten

De in EPI-I voorgestelde methodiek voor een laag energie woonzorgcentrum (E60) wordt afgetoetst door:

- na te kijken of het in EPI-I geformuleerd maatregelenpakket E60 wel degelijk leidt tot het E60-peil in de geanalyseerde concrete ontwerpen ;
- dynamische simulatie van het zomercomfort uit te voeren in een reële typekamer om zo na te gaan of de voorgestelde eisen wel degelijk leiden tot een aanvaardbaar zomercomfort in de kamers en gemeenschappelijke leefruimtes (indien aanwezig);
- alternatieve maatregelenpakketten voor te stellen.

Een E60-woonzorgcentrum kan met verschillende maatregelenpakketten gerealiseerd worden. In de EPI-I studie wordt slechts één maatregelenpakket vooropgesteld. In deze studie worden voor elke gevalstudie minstens drie verschillende alternatieve maatregelenpakketten voorgesteld. Deze maatregelenpakketten worden opgebouwd op basis van een energetische rechtvaardiging. De keuze voor een bepaalde set van maatregelen, en de technische en economische motivatie daarvan in de concrete gevalstudies maakt geen deel uit van dit project en valt onder de verantwoordelijkheid van de bouwheer en zijn ontwerpteam.

Omdat uit de eerste berekeningen bleek dat de rekenmethode bijgestuurd moest worden, geeft dit hoofdstuk enkel de resultaten volgens de nieuwe rekenmethode en de nieuwe maatregelenpakketten.

4.1 Gevalstudies

Volgende tabel geeft een overzicht van de gevalstudies.

Nr.	Gevalstudie		
A1	Home Vijvens Huise	Zingem	woonzorgcentrum
A2	WZC Albrecht-Elisabeth	Sint-Niklaas	
A3	WZC Riethove	Oudenburg	
A4	De Zathe	Nieuwpoort	
A5	De Groene Linde	St Genesiusrode	
A6	Sint Carolus Mayerhof	Mortsel	
A7	COZ St-Jozef (Vincentius)	Diksmuide	
B1	ZOL Genk	Genk	ziekenhuis
B2	Sint-Maarten	Mechelen	

Tabel 23: Overzicht gevalstudies.

4.2 Toetsing E-peil

De projectfiches geven een overzicht van de berekeningsresultaten van het E-peil. Eerst wordt een overzicht gegeven van enkele algemene gegevens van het project en vervolgens worden de resultaten van de E-peil berekening gegeven.

Volgende E-peil berekeningen worden uitgevoerd aan de hand van het EPI-II-rekenblad:

1. met de gegevens zoals aangeleverd. Voor de maatregelen waarvoor geen gegevens beschikbaar zijn wordt gerekend met defaultwaarden, met name de maatregelen uit het pakket K30/E60 uit EPI-I. In het rapport wordt duidelijk aangegeven met welke gegevens gerekend wordt;
2. met de maatregelen uit pakket K30/E60;
3. met twee alternatieve maatregelenpakketten om een E60 te behalen.

Enkele aannames bij het doorrekenen van de gevalstudies:

- In woonzorgcentra waar geen gekoelde ruimtes aanwezig zijn, wordt aangenomen dat de cafetaria de gekoelde ruimte is.
- Verlichtingsgegevens ontbreken voor de meeste gevalstudies. Omdat bij het maatregelenpakket E60 een daglichtfactor 3% hoort voor ongeveer 50 % van de ruimtes uit de ventilatiezone kamers en bijhorende daglichtdimming, wordt hiervan uitgegaan in deze studie zonder effectief de daglichtberekening te hebben uitgevoerd.
- De opgegeven warmteweerstand van de leiding is inclusief de koudebrugfactor 0.6. Wanneer een rekenmethode voorhanden is om deze koudebrugfactor te berekenen, kan deze waarde bij een 'koudebrugvrije' ophanging van de leidingen gerealiseerd worden met een veel kleinere isolatiedikte.

4.2.1 Home Vijvens Zingem

Het gebouw is een aaneenschakeling van drie prismatische blokken elk bestaand uit vier bouwlagen. De inkomhal is gesitueerd in het linkse deel van het gebouw. Het woon-en zorgcentrum heeft een capaciteit van 88 bedden, bestaande uit 79 rusthuiskamers en 9 serviceflats. Deze laatste bevinden zich tussen de rusthuiskamers. Het grootste deel van de kamers en de serviceflats zijn gegroepeerd rond twee patio's, gesitueerd in het linkse en het rechtse deel van het gebouw. In het centrale blok zijn voornamelijk technieken, bergruimte, ondersteunende functies en circulatie gegroepeerd. De leefruimtes per verdiep zijn in het centraal blok gesitueerd en vormen een verbreding van de gang. De rusthuiskamers beschikken over een kleine sanitaire cel. De serviceflats hebben een grotere oppervlakte, 45m², en beschikken over een gelijkaardige sanitaire cel en een keuken/kitchenette. De kelder is quasi volledig ingegraven en bevat een grote keuken, ruimtes voor personeel, bergruimte en technische ruimtes.

Het woon- en zorgcentrum is opgedeeld in drie ventilatiezones. Een eerste ventilatiezone 'kamers' bevat alle kamers, gangen en ondersteunende functies op het gelijkvloers, de eerste en tweede verdieping (zie figuur1). De polyvalente ruimte op de gelijkvloerse verdieping vormt een tweede ventilatiezone (gekoelde ruimte - eis oververhitting) en de kelderverdieping vormt de derde ventilatiezone.

project	Home Vijvens
Plaats	Huise, Zingem
architect	Sergion Bates architects
aantal bedden	79 rusthuiskamers 9 serviceflats
oppervlakte per kamer	RVT kamer: 22-25.4m ² Serviceflat: 45m ²
compactheid	3.1 (incl.serviceflats BB) 2.4 (excl. Serviceflats RVT)
totale vloeropp. (incl.buitenmuren)	7724m ²

Tabel 24: algemene gegevens project.



Figuur 1: opdeling in verschillende ventilatiezones (ventilatiezone 1: kamer (oranje), gangen, ondersteunende functies en leefruimte (geel) – ventilatiezone 2: kelder (rood) – ventilatiezone 3 polyvalente ruimte (cyan). Serviceflats (paars)).

4.2.1.1 E-peil

Het E-peil zoals aangeleverd waarbij voor de ontbrekende gegevens met 'default' waardes gerekend wordt. Het E-peil bedraagt 66. Hierbij zijn we ervan uitgegaan de de daglichtfactor 3% bedraagt in het midden van de kamers en er een daglichtsturing aanwezig is.

	gekend	default
bouwkundig		
globaal isolatiepeil	K30	K30
buitenzonwering	$g_{\text{glas}}(\text{O-Z-W}) = 0.6$ $g_{\text{glas}}(\text{N}) = 0.4$ $g_{\text{zonw}}(\text{O-Z-W}) = 0.23$ $g_{\text{totaal}}(\text{O-Z-W}) = 0.14$ $g_{\text{totaal,gem}} = 0.24$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$
luchtdichtheid (v_{50})	default	4.5 m ³ /hm ²
installatietechnisch		
verwarming:		
- productie	condensatieketel 103%	condensatieketel 107%
- afgifte	Radiatoren 70/50°	Radiatoren 70/50°
- regeling	default	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:	/	/
- productie		
- afgifte		
- regeling		
sanitair warm water:		
- productie	condensatieketel 103%, individuele opwekking voor serviceflats	condensatieketel 107%
- distributie	default	Kringleiding 9 m/bed 9.5 W/m
ventilatie		
- warmteterugwinning	60%	70%
- SFP	default	3
- debiet kamer	75m ³ /h	
- IDA-klasse andere ruimtes	IDA 2	
- totaal debiet	17600m ³ /h (kamers) 8330m ³ /h (polyruimte) 4240m ³ /h (kelder) totaal: 30170m ³ /h	
- totale omspoeling	1.64 ach (volledig gebouw) 1.43 ach (ventilatiezone kamers) 11.82 ach (ventilatiezone polyvalente ruimte) 0.78 ach (ventilatiezone kelder)	
verlichting		
- vermogen	default	3.0 W/m ² /100 lux
- daglichtfactor	default	3 %

Tabel 25: Maatregelen voor E-peilberekening zoals aangeleverd.

Volgende drie maatregelenpakketten worden voorgesteld om E60 te halen. Het eerste maatregelenpakket is het 'default' maatregelenpakket K30/E60. Als alternatief worden er nog twee maatregelenpakketten voorgesteld. In maatregelenpakket 2 worden alle parameters uit het oorspronkelijke E-peil behouden, enkel klasse SFP3 gaat naar SFP2. In maatregelenpakket 3 wordt de luchtdichtheid verbeterd, en is er een warmtewisselaar aanwezig met een hoog rendement (80%).

	1	2	3
bouwkundig			
globaal isolatiepeil	K30	K30	K30
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{totaal}} = 0.24$	$g_{\text{totaal}} = 0.24$
luchtdichtheid (v_{50})	4.5 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²	1.5m³/hm²
installatietechnisch			
verwarming:			
- productie	condensatieketel 107%	condensatieketel 103%	condensatieketel 103%
- afgifte	radiatoren 50/40°	radiatoren 50/40°	radiatoren 50/40°
- regeling	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:			
- productie	/	/	/
- afgifte			
- regeling			
sanitair warm water:			
- productie	condensatieketel 107%	condensatieketel 103%	condensatieketel 103%
- distributie	Kringleiding 9 m/bed	Kringleiding 9 m/bed	Kringleiding 9 m/bed
- leidingsverliezen ^c	9.5 W/m	9.5 W/m	9.5 W/m
ventilatie:			
- warmteterugwinning	70%	60%	80%
- SFP	3	2	3
verlichting:			
- vermogen	3.0 W/m ² /100 lux	3.0 W/m ² /100 lux	3.0 W/m ² /100 lux
- daglichtfactor	3%	3%	3%
E-peil totaal	63	63	60
E-peil kamers	70	69	66

Tabel 26: *Overzicht maatregelenpakketten E60.*

Opmerking: het rendement voor de productie van sanitair warm water blijft in de berekening op 45% (defaultwaarde).

^c Inclusief koudebrugfactor 0.6

4.2.2 Albrecht-Elisabeth Sint-Niklaas

Het project is een gebouw van vijf niveaus bovengronds rond een centraal binnenplein. Het gebouw heeft een capaciteit van 128 bedden. De vier verdiepingen tellen elk 32 kamers, gelegen aan de vier buitengevels. Op het gelijkvloers bevinden zich het administratieve gedeelte (bureaus, vergaderzalen, ...) en de cafetaria. De twee ondergrondse lagen bevatten de parkeergarage, een centrale technische ruimte en alle logistieke lokalen. De centrale technische ruimte en de logistieke lokalen worden binnen het beschermd volume beschouwd.

Alle kamers zijn gewone rusthuiskamers met één bed en een sanitaire cel met lavabo, wc en douche. De sanitaire cel kan afgesloten worden met een schuifdeur. De kamers zijn op de vier verdiepingen telkens gelegen aan de buitengevels.

Project	OCMW Sint Niklaas
Plaats	Sint Niklaas
Architect	LLOX architecten bvba
aantal bedden	128
oppervlakte per kamer	24,5 m ²
Compactheid	3,3

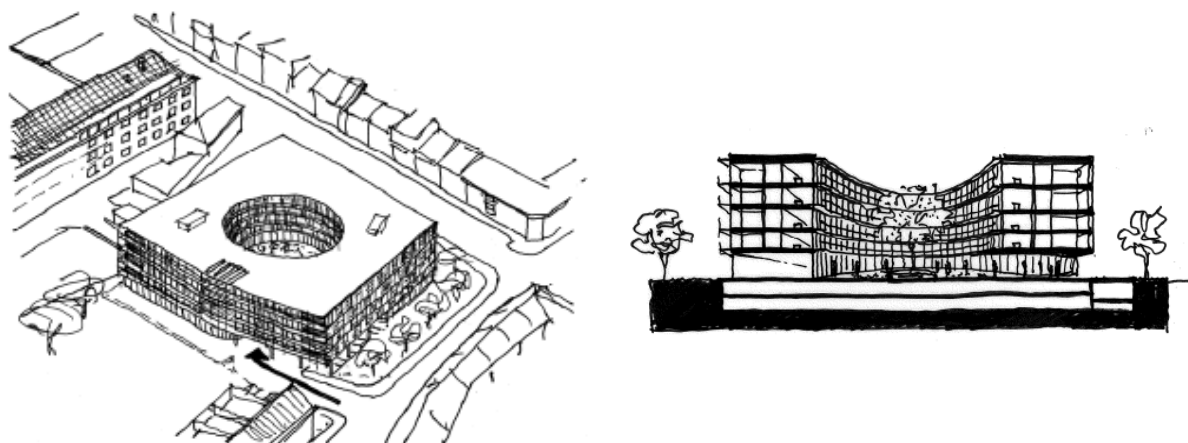
Tabel 27: algemene gegevens project.

Het EPB-bestand werd ingevuld met bestemming 'kantoor'. Het project werd opgedeeld in 2 ventilatiezones:

- ventilatiezone "rusthuis": kamers, leef- en eetruimtes, ... (= de vier verdiepingen)
- ventilatiezone "kantoren": secundaire functies (= gelijkvloers+verdiepen -1 en -2)
 - energiezone "kantoren": onthaal, bureaus, vergaderzalen, personeelsruimtes en technische ruimtes in de kelder,...
 - energiezone "cafetaria": cafetaria

De parkeergarages in de twee kelderverdiepingen werden buiten het beschermd volume beschouwd.

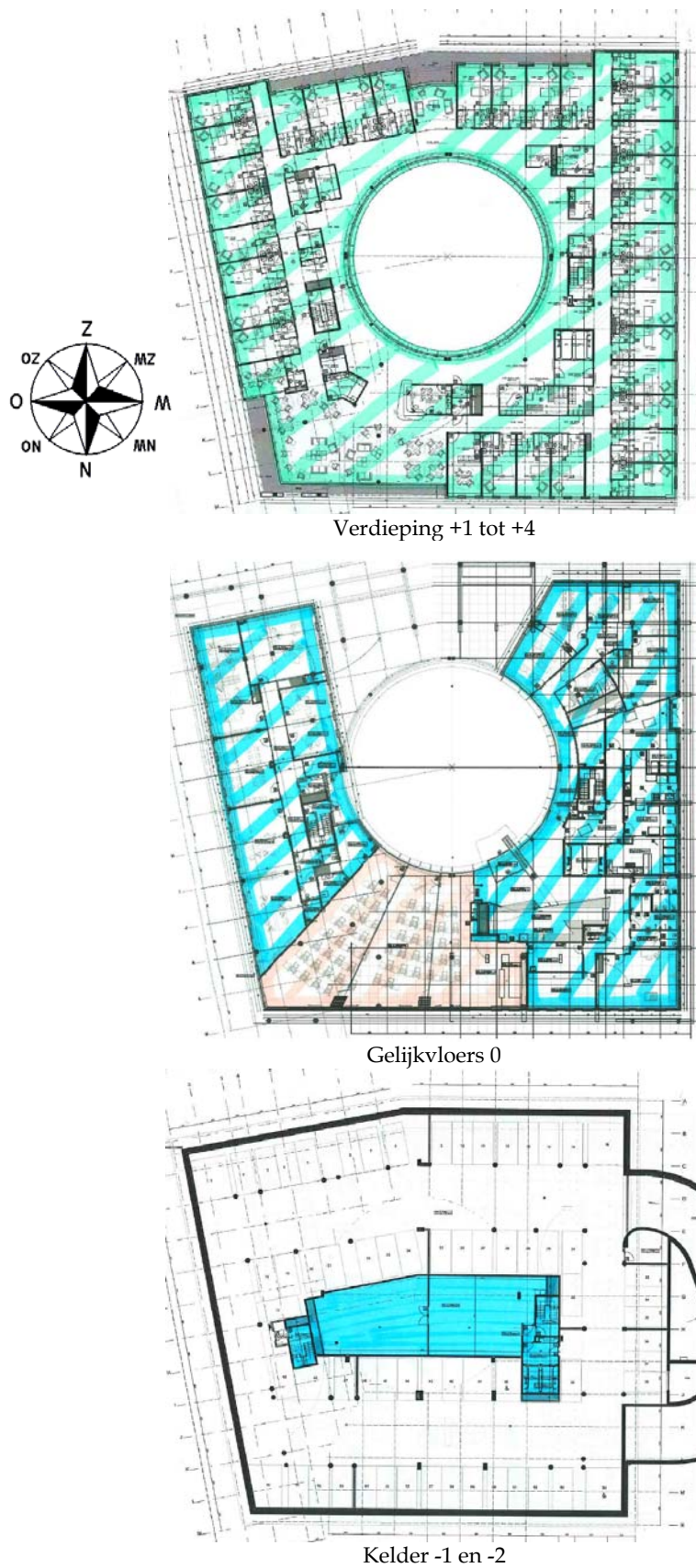
De stookplaats bevindt zich op het verdieping -2 en wordt binnen het beschermd volume beschouwd.



Figuur 2: Ontwerpbeeld.

Totale vloeroppervlakte (inclusief buitenmuren): 9526,61 m²

- woonzorgcentrum: 7920 m²
- kantoren: 1288 m²
- cafetaria: 318 m²



Figuur 3: opdeling in verschillende ventilatiezones (groen: kamers, blauw: kantoren, oranje: cafetaria).

4.2.2.1 E-peil

Het E-peil werd berekend met de gegevens zoals aangeleverd. Voor de ontbrekende gegevens werd met 'default' waarden gerekend. Het E-peil bedraagt 75.

	gekend	default
bouwkundig		
globaal isolatiepeil	K31	K30
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.6$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$
luchtdichtheid (v_{50})	12 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²
installatietechnisch		
verwarming:		
- productie	condensatieketel + hoog rendementsketel 94,2%	condensatieketel 107%
- afgifte	radiatoren 70/50°	radiatoren 50/40°
- regeling	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:		
- productie	/	/
- afgifte		
- regeling		
sanitair warm water:		
- productie	condensatieketel + hoog rendementsketel 94,2%	condensatieketel 107%
- distributie	Kringleiding 9 m/bed	Kringleiding 9 m/bed
- leidingsverliezen ^d	9.5 W/m	9.5 W/m
ventilatie		
- warmteterugwinning	60%	70%
- SFP	3	3
- debiet kamer	75 m ³ /h	
- IDA-klasse	IDA3	
- totaal debiet	27.050	
- totale omspoeling	27.050/25.478 = 1,06 /h	
verlichting		
- vermogen	default	3.0 W/m ² /100 lux
- DF	default	3% + daglichtsturing
E-peil	75	

Tabel 28: Maatregelen voor E-peilberekening zoals aangeleverd.

Opmerkingen:

- De warmteproductie voor CV en SWW gebeurt in de stookplaats met twee ketels waarvan telkens de helft van het vermogen geproduceerd wordt door een condensatieketel en de andere helft door een hoog rendementsketel. Het gemiddelde rendement werd berekend aan de hand van het rekenblad van VEA voor preferente en niet-preferente warmte-opwekkingstoestellen met volgende gegevens:
 - o Preferente opwekker: condensatieketel (400 kWth – rendement 107% – retourtemperatuur 50°C)
 - o Niet-preferente opwekker: hoog rendementsketel (400 kWth – rendement 96%)
- De koeling van de cafetaria gebeurt via een luchtgekoelde ijswatermachine met een EER van 2,92. Er is geen koeling voorzien in de rusthuiskamers.
- Er werd gerekend dat de verwarming van ventilatiezone "kantoor" ook gebeurt met de combinatie condensatieketel + hoog rendementsketel.
- Lengte van de circulatieleiding SWW = 1.480 m (vertrek+retour) of 11,6m/bed.

^d Inclusief koudebrugfactor 0.6

Volgende drie maatregelenpakketten worden voorgesteld om E60 te halen. Het eerste maatregelenpakket is het 'default' maatregelenpakket K30/E60. Als alternatief worden er nog twee maatregelenpakketten voorgesteld.

	1	2	3
bouwkundig			
globaal isolatiepeil	K30	K30	K30
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.4$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$
luchtdichtheid (v_{50})	4.5 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²	12 m ³ /hm ²
installatietechnisch			
verwarming:			
- productie	condensatieketel 107%	Wkk + condensatieketel	Warmtepomp
- afgifte	radiatoren 50/40°	radiatoren 50/40°	radiatoren 40/30°
- regeling	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:			
- productie	/	/	/
- afgifte			
- regeling			
sanitair warm water:			
- productie	condensatieketel 107%	Wkk + condensatieketel	Warmtepomp
	$\eta_{\text{opw+opslag}} = 45\%$	$\eta_{\text{opw+opslag}} = 45\%$	$\eta_{\text{opw+opslag}} = 70\%$
- distributie	Kringleiding 9 m/bed	Kringleiding 9 m/bed	Kringleiding 9 m/bed
- leidingsverliezen ^e	9.5 W/m	9.5 W/m	9.5 W/m
ventilatie:			
- warmteterugwinning	Systeem D 70%	Systeem D 70%	Systeem C /
- SFP	3	3	3
verlichting:			
- vermogen	3.0 W/m ² /100 lux	3.0 W/m ² /100 lux	2.5 W/m ² /100 lux
- daglichtfactor	3% + sturing	3% + sturing	3% + sturing
E-peil kamers	58	58	57
E-peil totaal	58	58	57

Tabel 29: Overzicht maatregelenpakketten E60.

Opmerkingen:

- Het gemiddelde rendement van de combinatie WKK en condensatieketel werd opnieuw berekend aan de hand van het rekenblad van VEA voor preferente en niet-preferente warmte-opwekkingstoestellen met volgende gegevens:
 - Preferente opwekker: WKK (80 kWth)
 - Niet-preferente opwekker: condensatieketel (720 kWth - rendement 107% - retourtemperatuur 40°C - binnen beschermd volume)
- Het productierendement voor SWW werd voorlopig niet aangepast. Er zijn nog geen richtlijnen vastgelegd voor dit rendement.
- Lengte van de circulatieleiding SWW = 1.480 m.

^e Inclusief koudebrugfactor 0.6

4.2.3 Riethove Oudenburg

De nieuwbouwafdeling van het woon- en zorgcentrum Riethove in Oudenburg bestaat uit 2 bouwlagen en heeft een capaciteit van 81 bedden. Op de kelderverdieping bevinden zich de centrale keuken, kleedkamers voor het personeel, enkele bergplaatsen, een wasserij en de technische ruimtes. De rest van de kelderverdieping is opgevat als overdekte buitenruimte. Op het gelijkvloers zijn, naast enkele kantoren, de collectieve functies zoals het cafetaria, het kiné- en ergolokaal en een kapperszaak ondergebracht. De overige ruimte op de gelijkvloerse verdieping en de volledige eerste verdieping bieden plaats aan de woon- en zorgfunctie. Elke verdieping is opgevat als een aparte afdeling met respectievelijk 32 en 49 bedden. Per afdeling zijn er, naast de bewonerskamers, gemeenschappelijke functies voorzien zoals een leef- en eetruimte, een afdelingskeuken, een collectieve badkamer, een verplegingslokaal en het kantoor van de hoofdverpleegkundige. De bewonerskamers bevatten elk hun eigen sanitaire cel, die van de kamer gescheiden kan worden m.b.v. een schuifdeur. In de sanitaire cel is geen douche voorzien.

Het WZC is opgedeeld in twee ventilatiezones: een zone met de kamers, leefruimtes, verpleegsterlokalen,... die permanent in gebruik is en een zone met kantoren, keuken, kiné- en ergolokaal, cafetaria,... die volgens een dag-nachtritme wordt bezet. De tweede ventilatiezone wordt verder opgedeeld in twee energiesectoren zodat het WZC voldoet aan de eis die stelt dat er tenminste één ruimte gekoeld moet kunnen worden om de bewoners voldoende comfort te bieden tijdens een hittegolf. De gekoelde ruimte is in deze situatie het cafetaria.

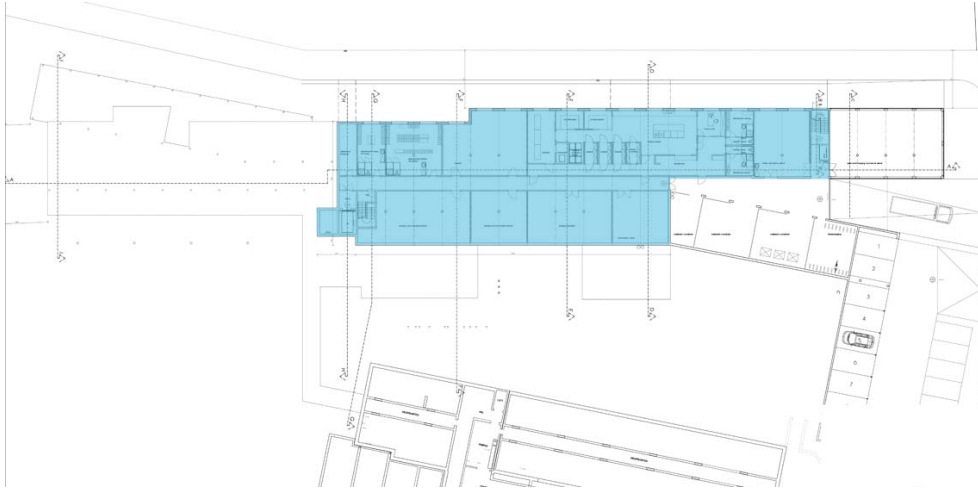
project	W.Z.C. Riethove
Plaats	Oudenburg
architect	Boeckx&Partners
aantal bedden	81
oppervlakte per kamer	Gemiddeld 25m ²
compactheid	2.23

Tabel 30: Algemene gegevens project.



Figuur 4: Ontwerpbeeld.





Kelderverdieping



Gelijkvloers



Eerste verdieping

Figuur 5: Opdeling in verschillende ventilatiezones (ventilatiezone 1: continu bezet: kamers (oranje), gangen, ondersteunende functies en leefruimtes (geel) – ventilatiezone 2: dag- en nachtritme: kantoren, kiné- en ergolokaal, keuken, technische ruimtes,... (blauw), cafetaria (paars))

4.2.3.1 E-peil

Het E-peil zoals aangeleverd waarbij voor de ontbrekende gegevens met 'default' waardes gerekend wordt. Het E-peil van het volledige gebouw bedraagt 62. Het E-peil van de ventilatiezone waarin de kamers gelegen zijn is 61.

	gekend	Default (EPI-II)
bouwkundig		
globaal isolatiepeil	K24	K30
buitenzonwering	default	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$
luchtdichtheid (v_{50})	default	4.5 m ³ /hm ²
installatietechnisch		
verwarming:		
- productie	Condensatieketel (default rendement)	condensatieketel 107%
- afgifte	Radiatoren 70/50°	radiatoren 50/40°
- regeling	default	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:		
- productie	default	Enkel in cafetaria
- afgifte	default	EER 2.92
- regeling	default	Luchtkoeling Plaatselijk
sanitair warm water:		
- productie	default	condensatieketel 107%
- distributie	default	kringleiding met leidingverliezen 9.5W/m leidinglengte: 9m/bed
ventilatie		
- warmteterugwinning	80%	70%
- SFP	default	3
- debiet kamer	default	75 m ³ /h
- IDA-klasse andere ruimtes	IDA 3	
- totaal debiet	19000 m ³ /h	
- totale omspoeling	1.03 ACH	
verlichting		
- vermogen	default	3 W/m ² /100 lux
- niveau	default	250 lux
- sturing	default	ja (DF 3%)
E-peil totaal	62	
E-peil kamers	61	

Tabel 31: Maatregelen voor E-peilberekening zoals aangeleverd.

Volgende maatregelenpakketten worden voorgesteld om E60 te halen en om de invloed van een ventilatiesysteem C op het E-peil te tonen. Het eerste maatregelenpakket is het 'default' maatregelenpakket K30/E60. Als alternatief worden er volgende maatregelenpakketten voorgesteld.

In maatregelenpakket 2 worden alle parameters uit de oorspronkelijke situatie behouden. De enige aanpassingen zijn het gebruik van een warmtewisselaar met een rendement van 85% (in plaats van de defaultwaarde van 70%) en convectoren met een temperatuursregime 40/30°C.

In maatregelenpakket 3 wordt ten opzichte van de oorspronkelijke toestand enkel het vermogen van de verlichting in de ventilatiezone met de kamers aangepast van 2,7W/m²/100lux naar 2 W/m²/100lux.

Maatregelenpakket 4 houdt de oorspronkelijke situatie in met een ventilatiesysteem C.

Maatregelenpakket 5 toont de oorspronkelijke situatie met lagere watertemperatuur voor sanitair warm water (zonder zonthermische productie sanitair warm water).

	1 (EPI-II)	2	3	4	5
bouwkundig					
globaal isolatiepeil	K30	K24	K24	K24	K24
buitenzonwering	g _{glas} = 0.7 g _{totaal} = 0.12	g _{glas} = 0.7 g _{totaal} = 0.12	g _{glas} = 0.7 g _{totaal} = 0.12	g _{glas} = 0.7 g _{totaal} = 0.12	g _{glas} = 0.7 g _{totaal} = 0.12
luchtdichtheid (v ₅₀)	4.5 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²
Installatietechnisch					
verwarming:					
- productie	condensatieketel 107%	Condensatieketel 107%	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%
- afgifte	radiatoren 50/40°	Convectoren 40/30°	radiatoren 50/40°	radiatoren 50/40°	radiatoren 50/40°
- regeling	buitenvoeler thermostaatkranen	Buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:					
- productie	Enkel in cafetaria	Enkel in cafetaria	Enkel in cafetaria	Enkel in cafetaria	Enkel in cafetaria
- afgifte					
- regeling					
sanitair warm water:					
- productie	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%	1. ΔT=40°C (31l/dag) 2. ΔT=30° (42l/dag)C condensatieketel 107%
- distributie	kringleiding 9m/bed	kringleiding 9m/bed	kringleiding 9m/bed	kringleiding 9m/bed	kringleiding 9m/bed
- leidingsverliezen ^f	9.5 W/m	9.5 W/m	9.5 W/m	9.5 W/m	9.5 W/m
ventilatie:					
- warmte-terugwinning	Systeem D 70%	Systeem D 85%	Systeem D 80%	Systeem C	Systeem D 80%
- SFP	3	3	3	3	3
verlichting:					
- vermogen	3 W/m ² /100 lux 250 lux	3 W/m ² /100lux 250 lux	2 W/m²/100lux 250 lux	3 W/m ² 250 lux	3 W/m ² /100lux 250 lux
- niveau	Ja (DF 3% ^g)	Ja (DF 3%)	Ja (DF 3%)	Ja (DF 3%)	Ja (DF 3%)
- sturing					
E-peil	69 (68)	61 (60)	62(61)	72(74)	1. 61(60) 2. 60(58)

Tabel 32: Overzicht maatregelenpakketten E60 (tussen de haakjes het E-peil van enkel de ventilatiezone kamers).

^f Inclusief koudebrugfactor 0.6

^g Er is gerekend met een globale stuurfactor daglicht van 0.7.

4.2.4 De Zathe Nieuwpoort

Het project bestaat uit drie bouwlagen met telkens een gang en kamers en heeft een capaciteit van 96 bedden (93 kamers + 3 kortverblijf). In de N-vleugel van het eerste en tweede verdiep bevinden zich de leef- en eetruimtes. Op het gelijkvloers bevinden de leef- en eetruimtes zich in de Z-vleugel. De leef- en eetruimtes zijn voorzien van een distributiekeuken met afwasbak en fornuis.

Alle kamers zijn gewone rusthuiskamers met één bed en een sanitaire cel (met lavabo, wc en douche) die kan afgesloten worden via een schuifdeur. Op het eerste en tweede verdiep bevinden de kamers zich in de W- en O-vleugel, op het gelijkvloers in de N- en O-vleugel. De bergingen, technische ruimtes, badkamers,... bevinden zich tussen de kamers.

Op het gelijkvloers is een vleugel aanwezig met ondersteunende functies zoals onthaal, kantoren, vergaderzalen en een cafetaria (W-vleugel).

De W-vleugel van de kelder bevat de keuken en de personeelskleedruimtes. De N-vleugel van de kelder bevat de technische ruimtes met de luchtgroepen en de stookplaats. In de Z-vleugel en de O-vleugel van de kelder is er een parkeergarage.

Project	De Zathe
Plaats	Nieuwpoort
Architect	Osar architects nv
aantal bedden	96
oppervlakte per kamer	22,5 m ²
Compactheid	2.7

Tabel 33: algemene gegevens project.

Het EPB-bestand werd ingevuld met bestemming 'kantoor'. Het project werd opgedeeld in 2 ventilatiezones:

- ventilatiezone "woonzorgcentrum": kamers, leef- en eetruimtes, ...
- ventilatiezone "kantoren": secundaire functies
 - energiezone "kantoren": onthaal, kantoren, personeelsruimtes en keuken in kelder,...
 - energiezone "cafetaria": cafetaria

De parkeergarage en de technische ruimtes met de luchtgroepen in de kelder werd buiten het beschermd volume beschouwd.

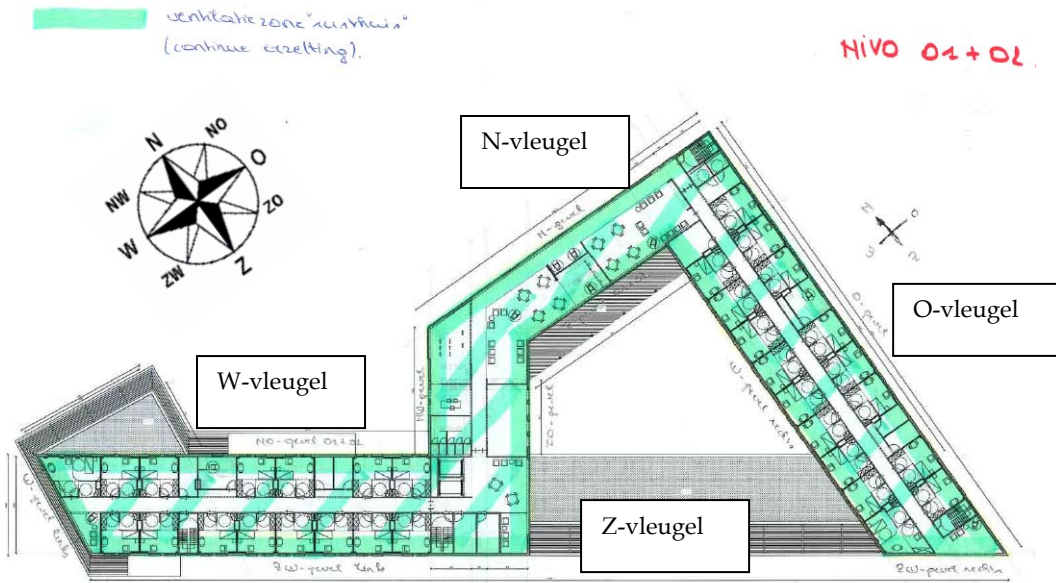
De stookplaats is opgesteld in de kelder en bevindt zich buiten het beschermd volume.



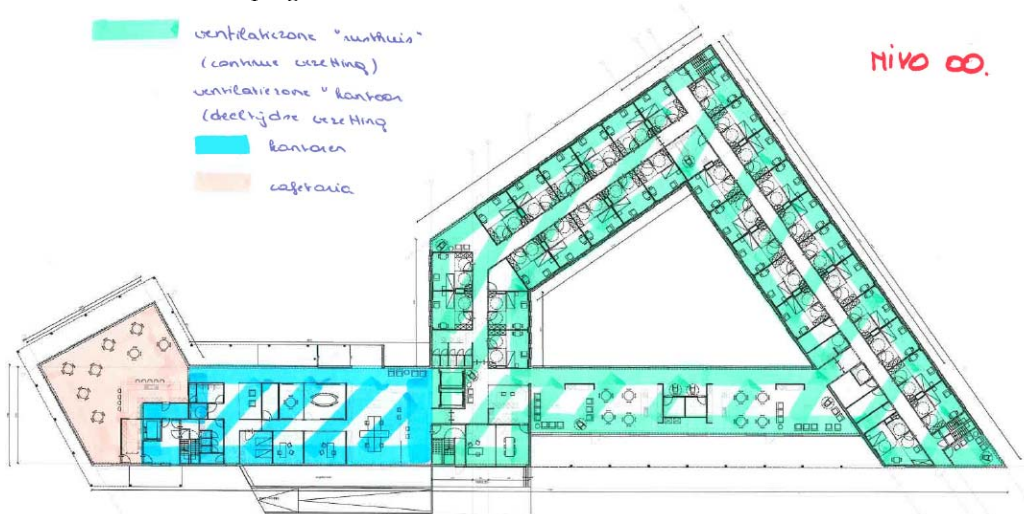
Figuur 6: Ontwerpbeeld.

Totale vloeroppervlakte (inclusief buitenmuren): 6847,5 m²

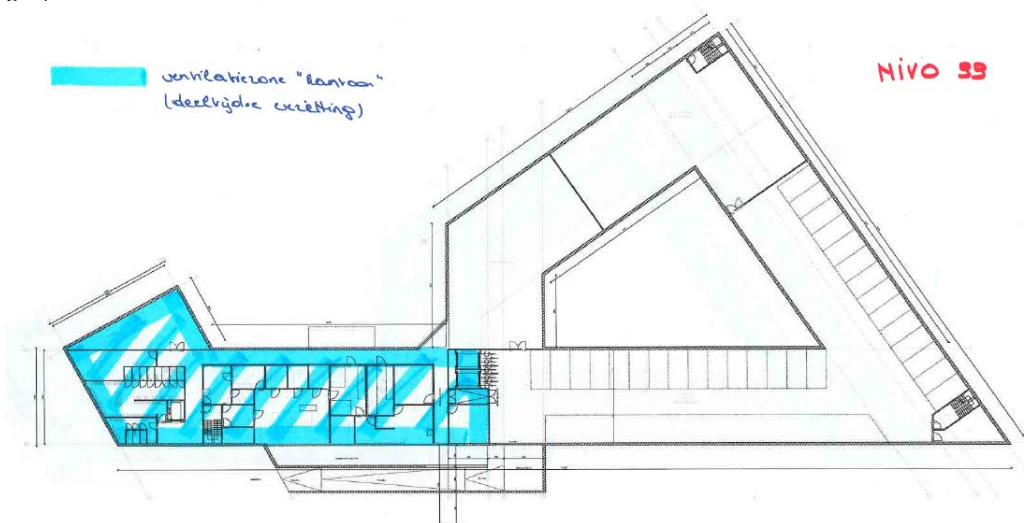
- woonzorgcentrum: 5.477 m²
- kantoren: 1.151 m²
- cafetaria: 218 m²



eerste + tweede verdieping



gelijkvloers



kelder

Figuur 7: opdeling in verschillende ventilatiezones (groen: kamers, blauw: kantoren, oranje: cafetaria).

4.2.4.1 E-peil

Het E-peil werd berekend met de gegevens zoals aangeleverd. Voor de ontbrekende gegevens werd met 'default' waardes gerekend. Het E-peil bedraagt 76.

	gekend	default
bouwkundig		
globaal isolatiepeil	K31	K30
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.64$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$
luchtdichtheid (v_{50})	4.5 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²
installatietechnisch		
verwarming:		
- productie	warmtepomp + condensatieketel 108,2%	condensatieketel 107%
- afgifte	radiatoren 70/50°	radiatoren 50/40°
- regeling	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:		
- productie	koudeopslag EER=12	/
- afgifte		
- regeling		
sanitair warm water:		
- productie	warmtepomp + condensatieketel 108,2%	condensatieketel 107%
- distributie	kringleiding (23m/bed) leidingsverliezen 8 W/m	kringleiding 9 m/bed leidingsverliezen 9.5 W/m
ventilatie		
- warmteterugwinning	60%	70%
- SFP	3	3
- debiet kamer	75 m ³ /h	
- IDA-klasse	IDA2	
- totaal debiet	43.800	
- totale omspoeling	43.800/19.800 = 2,2 /h	
verlichting		
- vermogen	4 W/m ² /100 lux	3.0 W/m ² /100 lux
- niveau	280	250
E-peil kamers	77	
E-peil totaal	76	

Tabel 34: Maatregelen voor E-peilberekening zoals aangeleverd.

Opmerkingen:

- Er zijn verschillende types buitenzonneweringen voorzien. De overwegende buitenzonnewering is screens. Er werd gerekend met een g-waarde van 0,12.
- De warmteproductie voor CV en SWW gebeurt met een combinatie van een warmtepomp en een condensatieketel. Het gemiddelde rendement voor ruimteverwarming werd berekend aan de hand van het rekenblad van VEA voor preferente en niet-preferente warmte-opwekkingstoestellen met volgende gegevens:
 - Preferente opwekker: warmtepomp (80 kWth - COP = 4,3 → SPF = 3,33)
 - Niet-preferente opwekker: condensatieketel (600 kWth - rendement 107% - retourtemperatuur 50°C - buiten beschermd volume)
- Er werd gerekend dat de verwarming van ventilatiezone "kantoor" ook gebeurt met de combinatie warmtepomp + condensatieketel.
- De koeling van de cafetaria gebeurt via koudeopslag. Ook in de rusthuiskamers en in de leefruimtes is koeling voorzien via koudeopslag
- Lengte van de circulatieleiding SWW = 2.210,5 m (depart+retour) of 23m/bed.
- In het ontwerp werden nog een aantal aanpassingen gedaan om het E-peil te verbeteren:
 - Betere isolatie van SWW-leiding: van 10 W/m naar 8 W/m;

- Energiezuinigere verlichting: 14 W/m² (5 W/m².100lux) → 11 W/m² (4 W/m².100lux); Door deze verbeteringen kwam het E-peil op E64.

Volgende drie maatregelenpakketten worden voorgesteld om E60 te halen. Het eerste maatregelenpakket is het 'default' maatregelenpakket K30/E60. Als alternatief worden er nog twee maatregelenpakketten voorgesteld.

	1	2	3
bouwkundig			
globaal isolatiepeil	K30	K30	K30
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$
luchtdichtheid (v_{50})	4.5 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²
installatietechnisch			
verwarming:			
- productie	condensatieketel 107%	WKK + condensatieketel 98,6%	warmtepomp
- afgifte	radiatoren 50/40°	radiatoren 50/40°	radiatoren 40/30°
- regeling	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:			
- productie	/	/	/
- afgifte			
- regeling			
sanitair warm water:			
- productie	condensatieketel 107%	WKK + condensatieketel 98,6%	Warmtepomp $\eta_{\text{opw+opslag}}=70\%$
- distributie	kringleiding (9m/bed) leidingsverl. 9.5 W/m	kringleiding (9m/bed) leidingsverl. 9.5 W/m	kringleiding (9m/bed) leidingsverl. 8 W/m
ventilatie:			
- warmteterugwinning	Systeem D 70%	Systeem D 70%	Systeem C Geen wtw
- SFP	3	3	3
verlichting:			
- vermogen	3.0 W/m ² /100 lux	3.0 W/m ² /100 lux	3.0 W/m ² /100 lux
- niveau	250	250	250
E-peil kamers	62	60	64
E-peil totaal	65	63	67

Tabel 35: *Overzicht maatregelenpakketten E60.*

Opmerkingen:

- Het gemiddelde productierendement voor verwarming van de combinatie WKK en condensatieketel werd opnieuw berekend aan de hand van het rekenblad van VEA voor preferente en niet-preferente warmte-opwekkingstoestellen met volgende gegevens:
 - Preferente opwekker: WKK (80 kWth);
 - Niet-preferente opwekker: condensatieketel (600 kWth – rendement 107% – retourtemperatuur 40°C – buiten beschermd volume);
- Het productierendement voor SWW: 45% (verbrandingstoestel met warmteopslag)
- Lengte van de circulatieleiding SWW = **2.210,5 m** (depart+retour).

Vervolgens werden nog een aantal maatregelen bekeken i.v.m. de productie van sanitair warm water (SWW)
Het eerste maatregelenpakket in de tabel is opnieuw het 'default' maatregelenpakket K30/E60.

Volgende alternatieven voor sanitair warm water productie worden bekeken:

- Alternatief 4: circulatie van sanitair warm water op lagere temperatuur (45°C)
- Alternatief 5: productie sanitair warm water via satellietboilers

	1	4	5
bouwkundig			
globaal isolatiepeil	K30	K30	K30
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$
luchtdichtheid (v_{50})	4.5 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²
installatietechnisch			
verwarming:			
- productie	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%
- afgifte	radiatoren 50/40°	radiatoren 50/40°	radiatoren 50/40°
- regeling	Buitenvoeler Thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:			
- productie	/	/	/
- afgifte			
- regeling			
sanitair warm water:			
- productie	condensatieketel 107% $\eta_{\text{opw+opslag}}=45\%$	condensatieketel 107% $\eta_{\text{opw+opslag}}=45\%$	satellietboilers (a) cv-boiler $\eta_{\text{opw+opslag}}=45\%$ (b) doorstroomboiler $\eta_{\text{opw+opslag}}=50\%$
- distributie	kringleiding (9m/bed)	kringleiding (9m/bed)	Geen circulatieleiding
- leidingsverliezen	9.5 W/m	5.7 W/m	
ventilatie:			
- warmteterugwinning	Systeem D 70%	Systeem D 70%	Systeem D 70%
- SFP	3	3	3
verlichting:			
- vermogen	3.0 W/m ² /100 lux	3.0 W/m ² /100 lux	3.0 W/m ² /100 lux
- niveau	250	250	250
E-peil kamers	62	59	(a) 55 (b) 55
E-peil totaal	64	62	(a) 59 (b) 58

Tabel 36: Overzicht maatregelenpakketten E60 met varianten voor het sanitair warm water.

4.2.5 De groene linde St.- Genesius Rode

Het ontwerp bestaat uit een nieuwbouwwitbreiding als aanvulling voor het bestaande woonzorgcentrum. De nieuwbouw heeft twee symmetrische vleugels, respectievelijk oost en west georiënteerd en bestaat uit vier bouwlagen. Op de deels ingegraven gelijkvloerse verdieping bevinden zich in de westvleugel een ontvangstruimte en een grote centrale keuken. In de oostvleugel is er plaats voorzien voor kantoren, een kiné- en ergolokaal en een cafetaria. Ook de technische ruimtes bevinden zich op deze verdieping. De drie bovenste bouwlagen bieden plaats aan 84 wooneenheden waarvan 76 eenheden voorzien zijn voor langdurig verblijf en 8 eenheden voor kortverblijf. In elke vleugel van het gebouw bevindt zich centraal op deze niveaus een leefruimte en een verpleegsterlokaal.

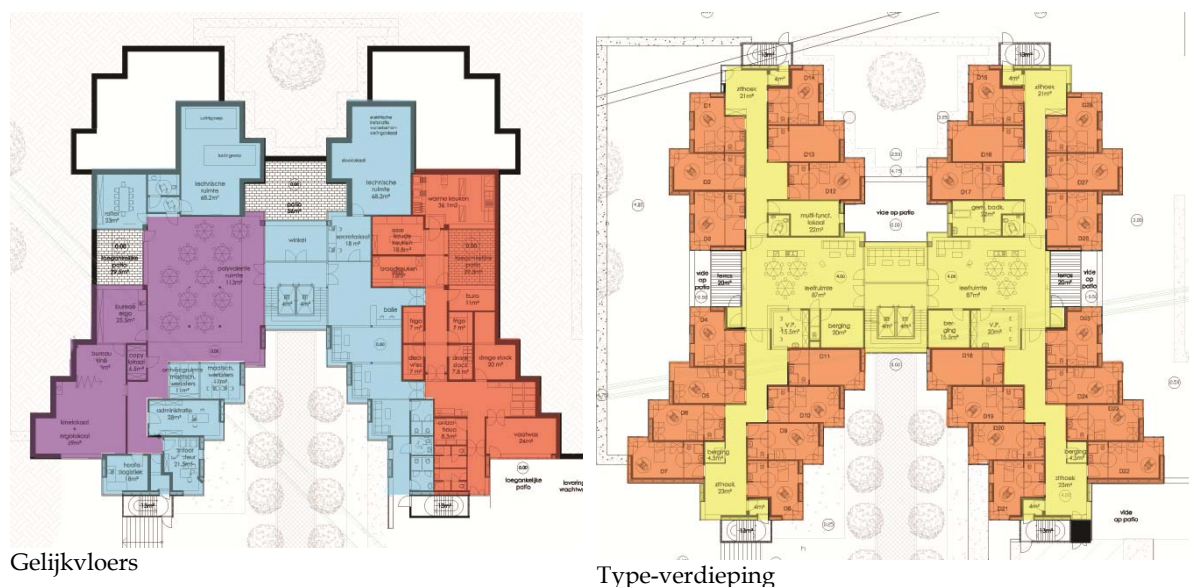
Het WZC is opgedeeld in twee ventilatiezones: een zone met de kamers, leefruimtes, verpleegsterlokalen,... die permanent in gebruik is en een zone met kantoren, keuken, kiné- en ergolokaal,... die volgens een dag-nachtritme wordt bezet. Voor de ingave in epb wordt de tweede ventilatiezone verder opgedeeld in energiesectoren omdat in deze zone verschillende systemen voor warmteafgifte voorkomen. In de kantoren gebeurt dit met radiatoren en convectoren, in het cafetaria en het kiné- en ergolokaal is een vloerverwarmingssysteem voorzien en de keuken wordt verwarmd d.m.v. lucht.

project	De groene linde
Plaats	Sint-Genesius-Rode
architect	Samyn and Partners
aantal bedden	84
oppervlakte per kamer	Gemiddeld 23,4m ²
compactheid	2.7

Tabel 1: Algemene gegevens project.



Figuur 8: Ontwerpbeeld.



Figuur 9: Opdeling in verschillende ventilatiezones (ventilatiezone 1: continu bezet: kamers (oranje), gangen, ondersteunende functies en leefruimtes (geel) – ventilatiezone 2: dag- en nachtritme: kantoren (blauw), keuken (rood), kiné- en ergolokaal en polyvalente ruimte (paars))

4.2.5.1 E-peil

Het E-peil zoals aangeleverd waarbij voor de ontbrekende gegevens met 'default' waardes gerekend wordt. Het E-peil van het volledige gebouw bedraagt 67. Wanneer enkel de ventilatiezone met de kamers beschouwd wordt is dit 64.

	gekend	Default (EPI-II)
bouwkundig		
globaal isolatiepeil	K29	K30
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.4$ $g_{\text{totaal}} = 0.2$ $g_{\text{gem}} = 0.27$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$
luchtdichtheid (v_{50})	3.6 m ³ /h.m ²	4.5 m ³ /hm ²
installatietechnisch		
verwarming:		
- productie	Condensatieketel (107% = preferente ketel)	condensatieketel 107%
- afgifte	Radiatoren 50/40°C (kamer, kantoren,...) Luchtverwarming 60/40°C (keuken) Vloerverwarming 50/40°C (kiné, ergo, cafetaria)	radiatoren 50/40°
- regeling	Thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:		
- productie	Volledige gebouw default	Enkel in cafetaria EER 2.92
- afgifte	default	Luchtkoeling
- regeling	Plaatselijk	Plaatselijk
sanitair warm water:		
- productie	Zonnecollector (60m ²) en -boiler; bijverwarmen en legionellabestrijding m.b.v. hoogrendementsketel (96%)	condensatieketel 107%
- distributie	default	kringleiding met leidingverliezen 9.5W/m leidinglengte: 9m/bed
ventilatie		
- warmteterugwinning	65%	70%
- SFP	default	3
- debiet kamer	75 m ³ /h	75 m ³ /h
- IDA-klasse andere ruimtes	IDA 3	
- totaal debiet	12000 m ³ /h (ventilatiezone 1) 6000 m ³ /h (ventilatiezone 2) totaal: 18000 m ³ /h	
- totale omspoeling	1 ACH	
verlichting		
- vermogen	default (kamers, leefruimtes, extractiezones) 2.5 W/m ² /100 lux (verpleegsterunit, technische ruimtes, kantoren) 3.5 W/m ² /100 lux (gangen)	3 W/m ² /100 lux
- niveau	225 lux (kamers) 500 lux (leefruimtes, verpleegsterunit, extractiezones) 150 lux (gangen)	250 lux
- daglichtregeling	Daglichtdimming in kamers	daglichtsturing
E-peil totaal	67	
E-peil WZC	64	

Tabel 2: Maatregelen voor E-peilberekening zoals aangeleverd.

In het EPB-programma is het momenteel (nog) niet mogelijk om topkoeling te berekenen. Wanneer (regeling) en hoe (luchttemperatuur) de installatie werkt, wordt intern in het programma berekend. In het gehele gebouw werd in het programma dus koeling ingegeven (met de default-waarden voor de koelinstallatie omdat verdere informatie ontbrak), maar dat het gaat om topkoeling, weet het programma niet.

Hier volgen enkele alternatieve maatregelenpakketten.

1. Oorspronkelijk maatregelenpakket K30/E60
2. Oorspronkelijke situatie met verbetering warmtewisselaar en verlaging temperatuursregime van de warmteafgifte (zonder zonthermische productie sanitair warm water)
3. Oorspronkelijke situatie met verlaging vermogen voor verlichting (zonder zonthermische productie sanitair warm water)
4. Oorspronkelijke situatie met ventilatiesysteem C (zonder zonthermische productie sanitair warm water)
5. Oorspronkelijke situatie met lagere watertemperatuur voor sanitair warm water (zonder zonthermische productie sanitair warm water)

	1 (EPI-II)	2	3	4	5
bouwkundig					
globaal isolatiepeil	K30	K29	K29	K29	K29
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.4$ $g_{\text{totaal}} = 0.2$	$g_{\text{glas}} = 0.4$ $g_{\text{totaal}} = 0.2$	$g_{\text{glas}} = 0.4$ $g_{\text{totaal}} = 0.2$	$g_{\text{glas}} = 0.4$ $g_{\text{totaal}} = 0.2$
luchtdichtheid (v_{50})	4.5 m ³ /h.m ²	3.6 m ³ /h.m ²	3.6 m ³ /h.m ²	3.6 m ³ /h.m ²	3.6 m ³ /h.m ²
Installatietechnisch					
verwarming:					
- productie	condensatieketel 107%	Condensatieketel 107%	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%
- afgifte	radiatoren 50/40°	Convectoren 40/30°	radiatoren 50/40°	radiatoren 50/40°	radiatoren 50/40°
- regeling	buitenvoeler thermostaatkranen	Buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:					
- productie	1. Volledige gebouw 2. Enkel in cafetaria	Volledige gebouw	Volledige gebouw	Volledige gebouw	Volledige gebouw
- afgifte	COP = 2.9	COP = 2.9	COP = 2.9	COP = 2.9	COP = 2.9
- regeling	Luchtkoeling Plaatselijk	Luchtkoeling Plaatselijk	Luchtkoeling Plaatselijk	Luchtkoeling Plaatselijk	Luchtkoeling Plaatselijk
sanitair warm water:					
- productie	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%	1. $\Delta T = 40^\circ\text{C}$ (31 l/dag) 2. $\Delta T = 30^\circ$ (42 l/dag)C condensatieketel 107%
- distributie	kringleiding 9m/bed	(geen zonnecollector) kringleiding 9m/bed	(geen zonnecollector) kringleiding 9m/bed	(geen zonnecollector) kringleiding 9m/bed	(geen zonnecollector) kringleiding 9m/bed
- leidingsverliezen	9.5 W/m	9.5 W/m	9.5 W/m	9.5 W/m	9.5 W/m
ventilatie:					
- warmte-terugwinning	Systeem D 70%	Systeem D 85%	Systeem D 65%	Systeem C	Systeem D 65%
- SFP	3	3	3	3	3
verlichting:					
- vermogen	3 W/m ² /100 lux	3 W/m ² /100lux	2 W/m²/100lux	3 W/m ²	3 W/m ² /100lux
- niveau	250 lux	250 lux	250 lux	250 lux	250 lux
- sturing	Ja (DF 3%)	Ja (DF 3%)	Ja (DF 3%)	Ja (DF 3%)	Ja (DF 3%)
E-peil	1. 67 (65)	62 (60)	67 (64)	78 (77)	1. 59 (56)
Totaal (kamers)	2. 64 (62)				2. 57 (54)

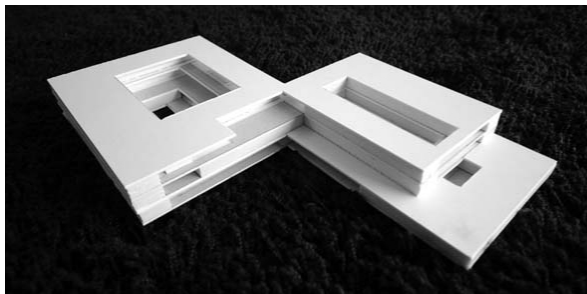
Tabel 37: Overzicht E-peil maatregelenpakket E60 + enkele alternatieve scenario's.

4.2.6 Mayerhof Mortsel

Een woon-en zorgcentrum in Mortsel wordt gesloopt en maakt plaats voor een nieuwbouw WZC met enkele assistentiewoningen. Het project bestaat uit twee patiëgebouwen die met elkaar verbonden zijn. In de kelder bevindt zich de grote centrale keuken en bergruimtes. Het gelijkvloers biedt plaats voor kantoren, het onthaal, een cafetaria, een polyvalente zaal, een eetkamer/ergoruimte en verschillende kamers met leefruimtes en verpleegposten. De twee bovenste verdiepingen bieden plaats aan kamers, leefruimtes, ergoruimtes en of eetruimtes en verpleegposten.

project	Mayerhof
Plaats	Mortsel
architect	Areal architecten
aantal bedden	148
oppervlakte per kamer	28, 35, 56
compactheid	2.78

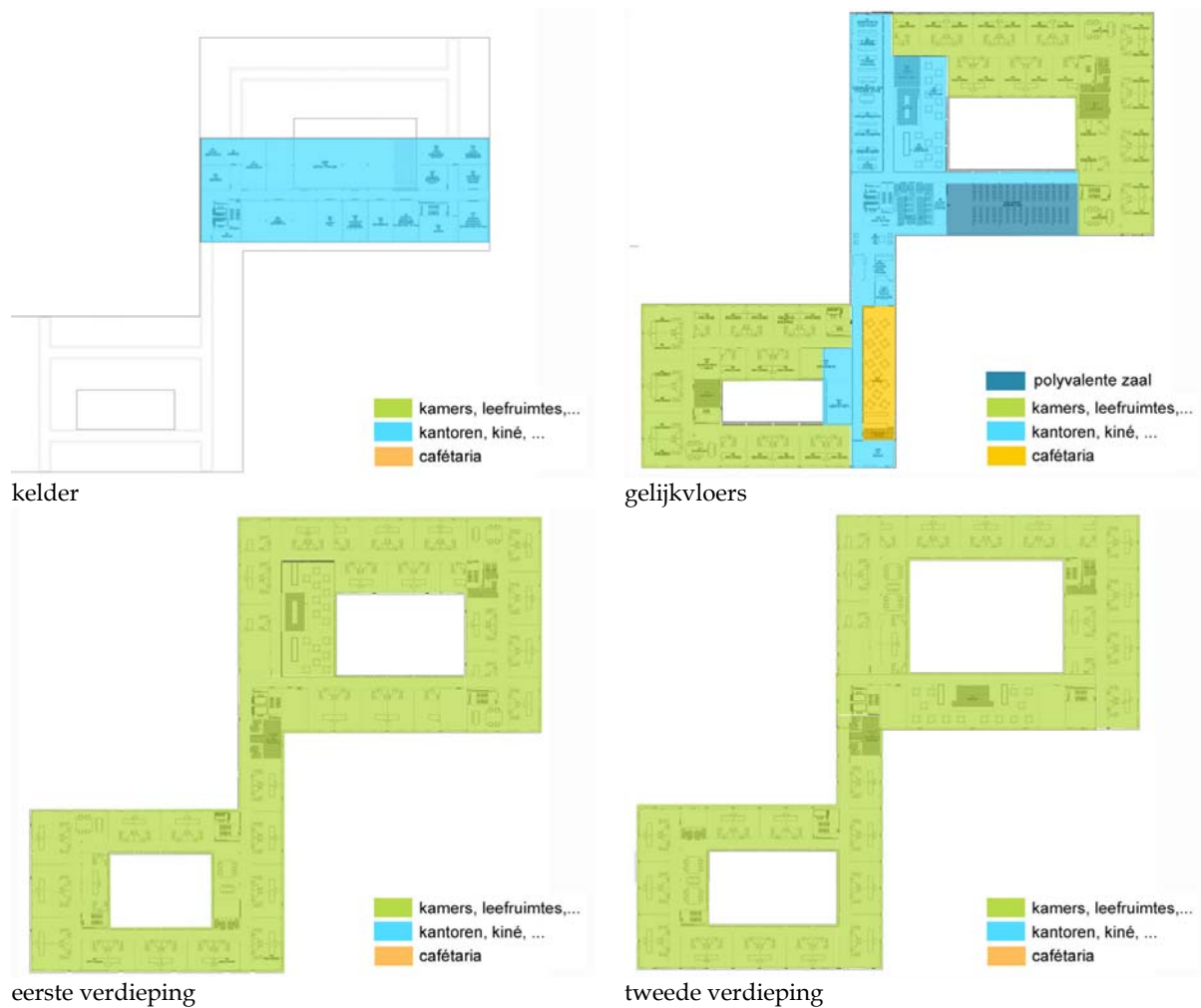
Tabel 38: algemene gegevens project.



Figuur 10: Ontwerpbeeld (eerste ontwerp).



Onderstaande figuren tonen de opdeling in verschillende ventilatiezones. Een eerste ventilatiezone 'kamers' bevat alle kamers, gangen en ondersteunende functies op het gelijkvloers, de eerste en tweede verdieping. De cafetaria met de polyvalente zaal op de gelijkvloerse verdieping vormen een tweede ventilatiezone, de kelderverdieping en de kantoorvleugel vormen de derde ventilatiezone (geen continu gebruik). Het hitteplan legt op dat er in elke verzorgingsinstelling een 'koele' kamer moet aanwezig zijn. Indien er geen koeling aanwezig is in de kamers, wordt voor de E-peilberekening beschouwd dat de ventilatiezone van de cafetaria gekoeld wordt. Alle afschermhoeken voor de bezonning zijn in rekening gebracht.



Figuur 11: opdeling in verschillende ventilatiezones (groen: kamers, blauw: kantoren, kiné ..., geel: cafetaria).

4.2.6.1 E-peil

Het E-peil zoals aangeleverd waarbij voor de ontbrekende gegevens met 'default' waardes gerekend wordt. Het E-peil bedraagt 60.

	gekend	default
bouwkundig		
globaal isolatiepeil	K34	K30
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.4$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$
luchtdichtheid (v_{50})	6 m ³ /hm ²	4.5 m ³ /hm ²
installatietechnisch		
verwarming:		
- productie	wkk condensatieketel 107%	condensatieketel 107%
- afgifte	radiatoren 70/50°	radiatoren 50/40°
- regeling	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:		
- productie	/	/
- afgifte		
- regeling		
sanitair warm water:		
- productie	condensatieketel 107% zonnecollector 129 m ²	condensatieketel 107%
- distributie	6 cm MW	
ventilatie		
- warmteterugwinning	warmtewiel 70%	70%
- SFP	3	3
- debiet per kamer	100 m ³ /h/kamer	75 m ³ /h/kamer
- IDA-klasse andere	IDA 3	IDA 3
verlichting		
- vermogen	2.5	3 W/m ² /100 lux
- niveau	300 in kamers 500 in burelen en keuken	250
- daglichtfactor	3 % (niet nagerekend)	2 %
E-peil		
- kamers	62	
- totaal	63	

Tabel 39: Maatregelen voor E-peilberekening zoals aangeleverd.

- Voor de productie van het sanitair warm water wordt gerekend met een rendement van 45% (vaste waarde in epb: een rekenmethode om die te bepalen die rekening houdt met rendement productie, isolatie opslagvat e.d. is nog niet bepaald).
- Bevochtiging wordt niet beschouwd in de ventilatiezone kamers;
- Geen toerenregeling van de ventilatoren in de ventilatiezone waar de ventilator continu draait, wel in de andere ruimtes.
- Debieten geregeld binnen 5 % van de instelwaarde.
- Pompen voor verwarming 75 % toerental geregeld.

Volgende drie maatregelenpakketten worden voorgesteld om E60 te halen. Het eerste maatregelenpakket is het 'default' maatregelenpakket K30/E60. Als alternatief worden er nog twee maatregelenpakketten voorgesteld.

	1	2	3
bouwkundig			
globaal isolatiepeil	K30	K30	K30
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$
luchtdichtheid (v_{50})	4.5 m ³ /hm ²	2.8 m ³ /hm ²	6 m³/hm²
installatietechnisch			
verwarming:			
- productie	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%	condensatieketel 107%
- afgifte	radiatoren 50/40°	radiatoren 50/40°	radiatoren 50/40°
- regeling	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen	buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:			
- productie	/ (enkel in cafetaria)	/ (enkel in cafetaria)	/ (enkel in cafetaria)
- afgifte			
- regeling			
sanitair warm water:			
- productie	condensatieketel 107%	(129 m ² zonnecollectoren) condensatieketel 107%	condensatieketel 107%
- distributie	kringleiding 60°C 9 m / bed	kringleiding 60°C 9 m / bed	kringleiding 45°C 9 m/bed
leidingverliezen	9.5 W/m	8.7 W/m (10 cm MW)	11 W/m (6 cm MW)
ventilatie:			
- warmteterugwinning	70%	70%	70%
- SFP	3	3	3
verlichting:			
- vermogen	3.0 W/m ² /100 lux	2.5 W/m ² /100 lux	3.0 W/m²/100 lux
- niveau	250	250	250
- DF	3 %	3 %	3 %
- daglichtdimming	ja	ja	nee
E-peil			
- ventilatiezone EPI	62	62 (56)	60
- totaal	64	64 (59)	62

Tabel 40: Overzicht maatregelenpakketten E60.

Opmerkingen:

- Wanneer het sanitair warm water aan een lagere temperatuur verspreid wordt dan de standaard 60°C ten gevolge van een alternatief systeem voor legionellabestrijding, is de isolatiedikte van de leiding kleiner om tot dezelfde leidingsverliezen te komen. De isolatiedikte is afhankelijk van de plaats van de circulatieleiding (binnen beschermd volume, in aangrenzende onverwarmde ruimte of buiten) en de dikte van de circulatieleiding. De opgegeven dikte tussen de haakjes als referentie is voor een leiding binnen het beschermd volume met een binnendiameter van 54 mm.

4.2.7 Vincentius Diksmuide

Het ontwerp bestaat uit twee blokken, blok A bovenaan (Z-vorm) en blok B onderaan. Het complex wordt in twee fases opgetrokken. Blok A bestaat uit drie bouwlagen met telkens een gang en kamers en heeft een capaciteit van 62 bedden. In de oksel van het gebouw bevinden zich de leefruimtes, kleine keuken, berging e.d. Centraal op het terrein bevindt zich de cafetaria. In de linkervleugel op het gelijkvloers bevinden zich kamers met een kleine kitchenette (afwasbak, microgolf, geen fornuis). De andere kamers zijn gewone rusthuiskamers met één bed (sommige met twee) en een sanitaire cel.

Blok B bevat de kamers voor de dementerenden en heeft een capaciteit van 47 bedden. Deze kamers zijn iets kleiner omdat deze mensen overdag in de leefruimtes zitten. Op het gelijkvloers is er een vleugel aanwezig met ondersteunende functies zoals kantoren, kinéruimtes, wellness, ...

project	Vincentius
Plaats	Diksmuide
architect	Buro II
aantal bedden	A: 62 B: 47
oppervlakte per kamer	A: 32, 21.2 B: 18.9, 23.4
compactheid	A: 2.44 B: 2.15
vloeropp (incl buitenmuren)	7062 m ²

Tabel 41: Algemene gegevens project.



Figuur 12: Ontwerpbeeld.

Onderstaande figuren tonen de opdeling in verschillende ventilatiezones.

Een eerste ventilatiezone 'kamers' bevat alle kamers, gangen en ondersteunende functies op het gelijkvloers, de eerste en tweede verdieping. De cafetaria op de gelijkvloerse verdieping vormt een tweede ventilatiezone, de kelder verdieping en de kantoorvleugel met wellness vormen de derde ventilatiezone (geen continu gebruik). Het hitteplan legt op dat er in elke verzorgingsinstelling een 'koele' kamer moet aanwezig zijn. Indien er geen koeling aanwezig is in de kamers, wordt voor de E-peilberekening beschouwd dat de cafetaria gekoeld wordt.



Figuur 13: opdeling in verschillende ventilatiezones (groen: kamers, blauw: kantoren, kiné ..., oranje: cafetaria).

4.2.7.1 E-peil

Het E-peil van het voorgestelde gebouw en technieken voor het VIPA dossiers bedraagt 58.

De ventilatiezones kamers worden verwarmd en gekoeld met betonkernactivering. De verwarming gebeurt hoofdzakelijk aan de hand van een warmtepomp en bij heel koude periodes springt een condensatieketel bij. Het gemiddelde rendement voor ruimteverwarming wordt berekend aan de hand van het rekenblad van VEA voor preferente en niet-preferente warmte-opwekkingstoestellen. De kelder en de cafetaria worden niet gekoeld. De debieten in de kamers is afhankelijk van de grootte van de kamer en varieert tussen 75 - 100 - 125 m³/h.

	gekend	default
bouwkundig		
globaal isolatiepeil	K30	K30
buitenzonwering	NO-NW: $g_{\text{glas}} = 0.6$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$ N: $g_{\text{glas}} = 0.4$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$
luchtdichtheid (v_{50})	2.5	4.5 m ³ /hm ²
installatietechnisch		
verwarming:		
- productie	warmtepomp + condensatieketel 107%	condensatieketel 107%
- afgifte	betonkernactivering 30/25	radiatoren 50/40°
- regeling		buitenvoeler thermostaatkranen
koeling:		
- productie	warmtepomp	/ (in cafetaria)
- afgifte	betonkernactivering	
- regeling		
sanitair warm water:		
- productie	condensatieketel 55 m ² collectoren	condensatieketel 107%
- distributie	kringleiding 9 m/bed (geschat)	kringleiding 9 m/bed
leidingsverliezen	9.5 W/m	9.5 W/m
ventilatie		
- warmteterugwinning	65%	70%
- SFP	2	3
- debiet per kamer	100 m ³ /h/kamer	75 m ³ /h/kamer
- IDA-klasse andere	IDA 3	IDA 3
- totaal debiet	21 900	
- totale omspoeling	A: 1.0 B : 1.2	
verlichting		
- vermogen	A: 3.32 W/m ² /100 lux, 248 lux B: 3.16 W/m ² /100 lux, 239 lux	3 W/m ² /100 lux, 250 lux
- daglichtfactor	3 % in kamers en 5% in circulatie (A) 1 % in leefruimtes	3%
- daglichtsturing	nee	ja
E-peil		
- totaal	58	
- kamers A	59	
- kamers B	55	

Tabel 42: Maatregelen voor E-peilberekening zoals aangeleverd.

Volgende drie maatregelenpakketten worden voorgesteld om E60 te halen. Het eerste maatregelenpakket is het 'default' maatregelenpakket K30/E60. Als alternatief worden er nog twee maatregelenpakketten voorgesteld. In het 'default' maatregelenpakket is er geen koeling aanwezig in de kamers, enkel in de cafetaria.

	1	2	3
bouwkundig			
globaal isolatiepeil	K30	K30	K30
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	NO-NW: $g_{\text{glas}} = 0.6$ $g_{\text{totaal}} = 0.15$ N: $g_{\text{glas}} = 0.4$	NO-NW: $g_{\text{glas}} = 0.6$ $g_{\text{totaal}} = 0.15$ N: $g_{\text{glas}} = 0.4$
luchtdichtheid (v_{50})	4.5 m ³ /hm ²	2.5	2.5
installatietechnisch			
verwarming:			
- productie	condensatieketel 107%	warmtepomp + condensatieketel 107%	warmtepomp + condensatieketel 107%
- afgifte	radiatoren 50/40°	betonkernactivering 30/25	betonkernactivering 30/25
- regeling	buitenvoeler thermostaatkranen		
koeling:			
	/ (enkel in cafetaria)	enkel in ventilatiezone kamers	enkel in ventilatiezone kamers
- productie	(luchtgekoelde ijswatermachine 2.9)	warmtepomp	warmtepomp
- afgifte		betonkernactivering	betonkernactivering
- regeling			
sanitair warm water:			
- productie	condensatieketel 107%	zonnecollectoren	condensatieketel 107%
- distributie	kringleiding 9 m/bed	condensatieketel 107% kringleiding 9 m/bed	condensatieketel 107% kringleiding 10 m/bed
leidingsverliezen	9.5 W/m	9.5 W/m	9.5 W/m
ventilatie:			
- warmteterugwinning	70%	75 %	65 %
- SFP	3	3	2
- debiet per kamer	75 m ³ /h/kamer	100 m ³ /h/kamer	100 m ³ /h/kamer
- IDA-klasse andere	IDA 3	IDA 3	IDA 3
verlichting:			
- vermogen (W/m ² /100 lux)	3	A: 3.32, 248 lux B: 3.16, 239 lux	A: 3.32, 248 lux B: 3.16, 239 lux
- niveau	250		
- daglichtfactor	3 %	3%	3%
- daglichtdimming	ja	ja	nee
E-peil			
- kamers blok A	59	56	62
- kamers blok B	58	56	58
- totaal	59	55	60

Tabel 43: *Overzicht maatregelenpakketten E60.*

- In het ontwerp behoren de ventilatoren tot SFP-klasse 2 en is het rendement van de warmteterugwinning op de ventilatie 65%. Naar primair energieverbruik komt dit overeen met een SFP-klasse 3 en een warmteterugwinning van 75%.

4.3 Voorgestelde maatregelen

Onderstaande tabel geeft het E-peil van de verschillende gevalstudies met de voorgestelde maatregelen van de ontwerpteams. Daar waar de nodige informatie ontbrak, is die aangevuld met de maatregelen uit het default maatregelenpakket E60. Dit verklaart voor een deel waarom de resultaten dicht bij E60 liggen.

gevalstudie	E-peil	K-peil		
1	66	30	Zingem	Home Vijvens
2	75	31	Sint-Niklaas	Albrecht-Elisabeth
3	68	24	Oudenburg	Riethove
4	76	32	Nieuwpoort	De Zathe
5	67	29	St. Genesius Rode	De groene linde
6	63	34	Mortsel	Mayerhof
7	58	30	Diksmuide	Vincentius
gemiddeld	67.6	30.1		

Tabel 44. Overzicht E en K-peil van de verschillende gevalstudies met de voorgestelde maatregelen van het ontwerpteam aangevuld met de maatregelen van het pakket E60. De waarde tussen de haakjes geeft het E-peil enkel van de ventilatiezone kamers.

Het K-peil van de verschillende gevalstudies varieert tussen 24 en 35, het E-peil tussen 58 en 76. Het hoge E-peil van gevalstudie 4 is vermoedelijk te wijten aan de berekening van de verlichtingsniveaus en verlichtingsvermogens volgens de voorziene verlichting in de rusthuiskamers. De verlichting van dit project werd bepaald door de interieurarchitect. Voor de andere woonzorgcentra is nog niets gekend over de verlichting en wordt er gerekend met een veronderstelde energie-efficiënte verlichting.

4.4 Uitgangspunten zomercomfortanalyse

Het doel van dit hoofdstuk is de aftoetsing van het effectief te realiseren zomercomfort in woonzorgcentra. De uitgangspunten voor deze analyse uit hoofdstuk 3 zijn van toepassing en worden aangevuld met enkele specifiekere randvoorwaarden voor deze studie. Met name de mogelijkheid om een goed zomercomfort te realiseren aan de hand van 'passieve technieken' zoals opengaande ramen en piekventilatie worden onderzocht.

4.4.1 Bouwkundige maatregelen

Het gebouw van het rusthuis voldoet aan een K-peil 30. Er is een mobiele buitenzonnewering voorzien met een totale g-waarde van 0.12 (glas + zonwering) die naar beneden gaat wanneer de zonnebelasting op de gevel meer dan 150 W/m² bedraagt.

Het glas heeft een U-waarde 1.1 W/(m²K) en de raamprofielen mogen ingegeven worden als gevel.

De zomercomfortanalyse gebeurt in een typekamer. Wanneer de sanitaire cel een afgesloten ruimte betreft, moet deze niet in rekening gebracht worden.

4.4.2 Klimaatinstallatie

Radiatoren verwarmen de ruimte.

Een ventilatiesysteem D zorgt voor het hygiënisch debiet van 75 m³/h/kamer. De temperatuur van de inblaaslucht bedraagt minimaal 18°C. De ventilatoren horen tot een SFP-klasse 3. De warmtelast van de pulsieventilator moet in rekening gebracht worden. Dat betekent een extra warmtelast van 26 W gedurende 24 uur. Wanneer de ventilatielucht gekoeld wordt, moet de extra warmtelast van de ventilator niet in rekening gebracht worden indien de koelunit zich na de ventilator bevindt. (Indien een berekening voor de energieverbruiken uitgevoerd wordt, is dit uiteraard niet van toepassing, enkel voor het bepalen van het zomercomfort in de ruimte.)

Voor de zomercomfortanalyse beschouwen we twee verschillende koelmethodes:

1. opengaande ramen met een effectieve opening > 1/16 vloeroppervlakte (enkelzijdige ventilatie). Deze opening resulteert gemiddeld in 1.5 ventilatievouden per uur. De ramen gaan open overdag wanneer de operationele temperatuur meer dan 28°C (PMV = 0.5) bedraagt en 's nachts zodra de operationele temperatuur 27 °C bedraagt (PMV = 0). De ramen blijven open tot een omschakeling dag-nacht of nachtdag. M.a.w. gaan de ramen open om 16 uur in de namiddag dan blijven ze open tot 20 uur 's avonds. Indien het dan nog te warm is, blijven de ramen open tot 's morgens 8 uur. Indien het niet meer te warm is blijven ze dicht tot het terug te warm is. Bij ramen in kipstand bedraagt de effectieve opening de oppervlakte van de zijdelingse driehoeken en de oppervlakte van de rechthoek.
2. mechanische piekventilatie. Het ventilatievoud wordt verhoogd tot 2/h wanneer de operationele temperatuur overdag meer dan 28°C (PMV = 0.5) bedraagt en 's nachts meer dan 27°C (PMV = 0).

We veronderstellen dat er voldoende daglicht aanwezig is tijdens hele warme periodes waardoor de extra warmtelast door de verlichting niet in rekening gebracht wordt.

Volgende twee tabellen geven een overzicht van de aannames voor de zomercomfortanalyse op gebruikers- en gebouwniveau.

	overdag	's nachts
verlichting		/
Koeling		1. opengaande ramen (debiet 1.5/h) 2. mechanische piekventilatie (debiet 2/h)
ventilator		SFP3 pulsievlucht (niet bij topkoeling indien de koelunit zich na de ventilator bevindt i.p.v. ervoor)
ventilatie		hygiënische ventilatie 75 m ³ /h/kamer inblaaslucht minimum 18°C piekventilatie (debiet 2/h): T _{operatief,'s nachts} >27°C, T _{operatief,overdag} >28°C

Tabel 45: aannames zomercomfortanalyse gebruik.

ventilatie-debiet (buitentemperatuur)	75 m ³ /h/kamer
g-waarde totaal	0.12
U-waarde glas	1.1 W/(m ² K)
Isolatie	K30

Tabel 46: aannames zomercomfortanalyse gebouw.

4.5 Resultaten

Hieronder wordt per gevalstudie, eerst een overzicht van de belangrijkste karakteristieken van de typekamer gegeven.

a. A1: Home Vijvens, Zingem

De typekamer bevindt zich op de tweede verdieping en is georiënteerd op het zuiden. Links, rechts, boven en onder de typekamer bevinden zich gelijkaardige typekamers. De typekamer is langs 1 zijde begrensd door een gang. De typekamer heeft 1 raam met een glasoppervlakte van 2.42m².

g.Aglas	0.29
orientatie	zuid
g-waarde	0.12
glasoppervlakte	2.42 m ²
vloeroppervlakte	17.2 m ²
glasopp/vloeropp	0.14

Tabel 47: Karakteristieken typekamer Home Vijvens

b. A2: Albrecht-Elisabeth Sint-Niklaas

De typekamer bevindt zich aan de zuidkant van het gebouw, op de tweede verdieping. De kamer is zuidwaarts gericht. De typekamer ligt tussen 2 equivalente typekamers. Ook boven en onder de kamer bevinden zich typekamers. Langs de ene zijde wordt de kamer begrensd door de gang en langs de andere zijde door de zuidgevel. De typekamer heeft 2 ramen van 1m breed en 2,19 m hoog. Elk raam heeft een glasoppervlakte van 1,75 m². De sanitaire cel is een afgesloten ruimte, en wordt niet in rekening gebracht.

g.Aglas	0.55
orientatie	zuidwest (55°)
g-waarde	0.12
glasoppervlakte	4.59 m ²
vloeroppervlakte	18 m ²
glasopp/vloeropp	0.26

Tabel 48: Karakteristieken typekamer Albrecht-Elisabeth

c. A3: Riethove, Oudenburg

De typekamer bevindt zich aan de westzijde van het gebouw en ligt tussen twee equivalente kamers. De kamer ligt op de bovenste verdieping onder het platte dak. Onderaan bevindt zich een gelijkaardige kamer. De typekamer heeft een vloeroppervlakte van 25.3m². De glasoppervlakte bedraagt 3.86m².

g.Aglas	0.46
orientatie	west (101°)
g-waarde	0.12
glasoppervlakte	3.86 m ²
vloeroppervlakte	25.3 m ²
glasopp/vloeropp	0.15

Tabel 49: Karakteristieken typekamer Riethove

d. A4: De Zathe, Nieuwpoort

De typekamer bevindt zich in de W-vleugel van het gebouw, op de eerste verdieping. De kamer is ZW gericht. De typekamer ligt tussen 2 equivalente typekamers. Ook boven en onder de kamer bevinden zich typekamers. Langs de ene zijde wordt de kamer begrensd door de gang en langs de andere zijde door de ZW-gevel. De typekamer heeft 2 ramen van 1,3m breed en 2,2 m hoog. Elk raam heeft een glasoppervlakte van 2,3 m². De sanitaire cel is een afgesloten ruimte, en wordt niet in rekening gebracht.

g.Aglas	0.55
orientatie	zuidwest (45°)
g-waarde	0.12
glasoppervlakte	4.59 m ²
vloeroppervlakte	18 m ²
glasopp/vloeropp	0.26

Tabel 50: Karakteristieken typekamer De Zathe

e. A5: De Groene Linde, St.-Genesius Rode

De typekamer bevindt zich aan de zuidwest-zijde van het gebouw. Zowel boven- als onderaan, links en rechts wordt de kamer door gelijkaardige kamers omgeven. Twee wanden grenzen aan de buitenomgeving. De vloeroppervlakte van de typekamer bedraagt 21.84m², de glasoppervlakte is 5.88m².

g-A _{glas}	0.71
orientatie	zuidwest
g-waarde	0.12
glasoppervlakte	5.88 m ²
vloeroppervlakte	21.84 m ²
glasopp/vloeropp	0.27

Tabel 51: Karakteristieken typekamer De Groene Linde

f. A6: Mayerhof Mortsel

De typekamer is een hoekkamer en heeft een raam opzwell de zuid als de oostgevel. De vloeroppervlakte bedraagt 20.39m², de glasoppervlakte 6.26m².

g-A _{glas}	0.87
orientatie	zuid en oost
g-waarde	0.12
glasoppervlakte	6.26 m ²
vloeroppervlakte	20.39 m ²
glasopp/vloeropp	0.31

Tabel 52: Karakteristieken typekamer Mayerhof

g. A7: Vincentius (St-Jozef), Diksmuide

De typekamer bevindt zich aan de westelijke zijde van het WZC. De vloeroppervlakte bedraagt 17.85m², de oppervlakte van de ramen is 4.4m².

g-A _{glas}	0.53
orientatie	west
g-waarde	0.12
glasoppervlakte	4.4 m ²
vloeroppervlakte	17.85 m ²
glasopp/vloeropp	0.25

Tabel 53: Karakteristieken typekamer Vincentius

4.5.1 Resultaten zomercomfortanalyse

Onderstaande tabellen geven het aantal overschrijdingen weer van een typekamer voor de verschillende gevalstudies in de verschillende scenario's: basis (geen piekventilatie), openen van ramen (1.5/h), piekventilatie (2/h) en piekventilatie (3/h). Een goed zomercomfort is gegarandeerd als het totaal aantal overschrijdingsuren kleiner is dan 3% van de gebruikstijd, met name 260 uren. Overdag wordt het comfort overschreden als de operationele binnentemperatuur meer dan 28°C (PMV = 0.5) bedraagt, 's nachts indien de operationele binnentemperatuur meer dan 27°C (PMV = 0) bedraagt.

Gevalstudie	basis (geen piekventilatie)			Openen ramen (1.5/h)		
	totaal	dag	nacht	totaal	dag	nacht
Home Vijvens Huise	65	15	50	19	4	15
WZC Albrecht-Elisabeth	843	358	485	66	35	31
WZC Riethove	182	48	134	45	17	28
De Zathe	953	407	546	74	40	31
De Groene Linde	1036	435	601	53	28	25
St. Carolus Mayerhof	284	107	177	121	78	43
COZ St-Jozef	293	109	184	164	95	69

Tabel 54: overschrijdingsuren in de basissimulatie (geen piekventilatie) en met het openen van ramen (1.5/h)

Gevalstudie	Piekventilatie (2/h)			Piekventilatie (3/h)		
	totaal	dag	nacht	totaal	dag	nacht
Home Vijvens Huise	53	14	39	40	11	29
WZC Albrecht-Elisabeth	334	151	183	223	110	113
WZC Riethove	88	33	55	69	31	38
De Zathe	455	191	264	270	121	149
De Groene Linde	465	135	330	297	95	202
St. Carolus Mayerhof	24	7	17	55	15	40
COZ St-Jozef	79	23	56	23	8	15

Tabel 55: overschrijdingsuren in het geval van piekventilatie (2/h en 3/h)

Uit bovenstaande tabel blijkt dat slechts in twee gevalstudies het zomercomfort is gegarandeerd indien geen bijkomende ventilatiemaatregelen worden genomen tijdens de zomer. Indien de ramen in de rusthuiskamer geopend kunnen worden tijdens warme periodes (ventilatievoud 1.5/h) blijkt een goed zomercomfort mogelijk voor alle gevalstudies.

Anderzijds toont de andere tabel aan dat het verhogen van het ventilatievoud in de zomer leidt tot een verbetering van het zomercomfort. Piekventilatie (2/h) leidt voor vier gevalstudies tot een aanvaardbaar zomercomfort. Opdrijven van het ventilatievoud tot 3/h verbetert het zomercomfort aanzienlijk. In vijf rusthuiskamers blijft het aantal overschrijdingsuren nu lager dan 260u, in de twee andere gevallen is het aantal overschrijdingsuren boven 260u vrij beperkt.

Dit systeem is weliswaar een dure oplossing omdat het speciale aandacht vereist bij het ontwerp van de ventilatie-installatie om een goede verdeling van de ventilatielucht te realiseren onder gewone condities en bij piekventilatiemogelijkheden. Daarenboven neemt het hulpenergieverbruik voor ventilatoren toe in de zomer wat tot een hoger primair energieverbruik leidt en bijgevolg een hoger E-peil. Onderstaande tabel geeft de E-peil voor een gevalstudie waarbij het debiet in de zomer 2 of 3 keer het nominaal debiet van 75 m³/h/kamer bedraagt.

Debiet	E-peil
75 m ³ /h/kamer	62
75 x 2 m ³ /h/kamer	65
75 x 3 m ³ /h/kamer	68

Tabel 56: overzicht van de invloed van piekventilatie in de zomer op het E-peil voor een bepaalde gevalstudie.

Er kan dus besloten worden dat om een goed zomercomfort te waarborgen het openen van ramen (1.5/h) of piekventilatie (3/h) moet worden voorzien.

4.6 Zomercomfortindicator

In de duurzaamheidstoets voor WZC werd opgenomen dat aan het criterium $g.A < 0.6 \text{ m}^2$ moet worden voldaan om een goed zomercomfort te garanderen. Dit criterium werd bepaald in het kader van de EPI-I studie. Indien niet aan dit criterium voldaan werd, moest er een zomercomfortanalyse gebeuren om aan te tonen dat er toch een voldoende zomercomfort gerealiseerd wordt. De uitgangspunten voor deze analyse werden in de vorige paragrafen vastgelegd.

We stellen voor om de zomercomfortindicator $g.A < 0.6$ te vervangen door $1000.g.A/V < 12$. Hierbij stelt V het volume van de kamer voor. Merk op dat de sanitaire cel niet hoort bij het volume van de kamer, indien hij een afgesloten ruimte vormt. Het nieuwe criterium laat op die manier een grotere flexibiliteit toe, door bij grotere kamers meer glasoppervlakte toe te laten, zonder dat het zomercomfort op die manier wordt afgestraft.

Tabel 15 toont dat in de meeste gevalstudies voldaan wordt aan de eis $1000.g.A/V < 12$. Voor alle gevalstudies werd een goed zomercomfort gerealiseerd indien er extra ventilatiemaatregelen konden worden toegepast tijdens de zomerperiode (openen van ramen of piekventilatie, zie vorige tabellen).

Gevalstudie	$g.A < 0.6$	$1000.g.A/V < 12$
Home Vijvens Huise	0.29	6.2
WZC Albrecht-Elisabeth	0.42	8.4
WZC Riethove	0.46	6.3
De Zathe	0.55	11.3
De Groene Linde	0.71	12
St. Carolus Mayerhof	0.87	15.8
COZ St-Jozef	0.53	10.9

Tabel 57: overzicht van de zomercomfortindicator voor de verschillende gevalstudies

Het criterium voor zomercomfort wordt dus tweeledig:

- $1000 \cdot g \cdot A / V < 12$
 - ventilatiemaatregelen
 - opengaande ramen: effectieve opening $> 1/16$ vloeroppervlakte (enkelzijdige ventilatie) en $> 1/30$ vloeroppervlakte (dwarsventilatie). In dat geval mag er gerekend worden met een gemiddeld ventilatievoud 1.5/h.
- OF
- mechanische piekventilatie (3/h)

Indien niet aan deze zomercomfortindicator wordt voldaan, moet het zomercomfort nagekeken worden aan de hand van een dynamische simulatie.

Tot slot geven we nog graag volgende aanbevelingen mee:

- Voor lange termijn ontwikkelingen is het sterk aan te bevelen rekening te houden met een toenemende kans op extreme zomers. Bovendien ligt het in de lijn van de verwachting dat met toenemende welvaart ook de comforteisen van bewoners zullen toenemen.
- Indien geen actieve koeling geplaatst wordt, wordt geadviseerd om de luchtbehandelingskasten zo te ontwerpen dat koeling later kan toegepast worden (d.w.z. een lege koelsectie in de luchtbehandelingskast).
- In bouwfysisch goed ontworpen verpleeghuizen is topkoeling nadrukkelijk te overwegen want het blijkt nodig en voldoende te zijn om voor de gemiddelde zomer het aantal overschrijdingsuren binnen aanvaardbare grenzen te houden wanneer opengaande ramen niet aanvaardbaar zijn.
- Voor extreme zomers is het optimaliseren van het inschakelpunt van de topkoeling uitermate belangrijk om een acceptabel binnenklimaat te handhaven. Het is belangrijk om hierbij de buitenluchttemperaturen in een extreme zomer als randvoorwaarde te nemen en niet het standaardreferentiejaar 1964.

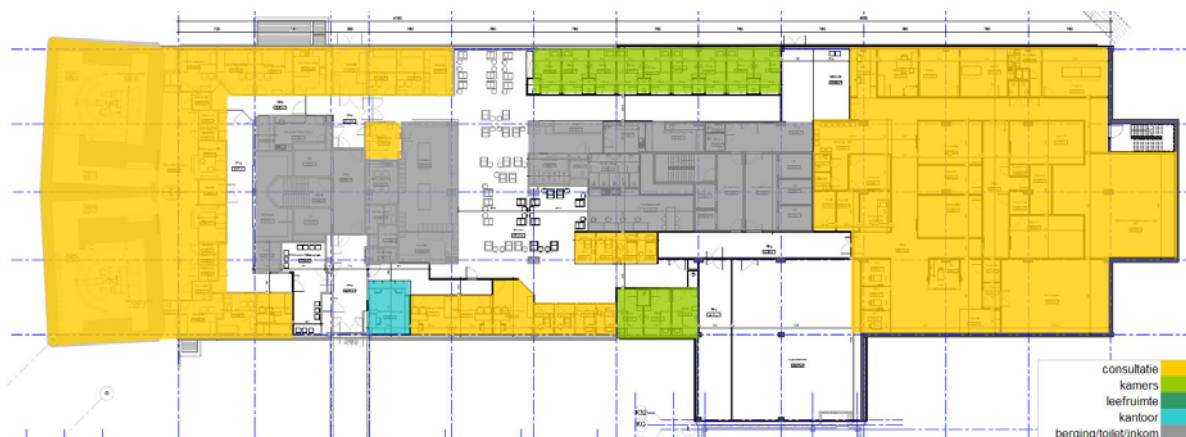
5 Afbakening van het toepassingsgebied

In het tweede deel van de studie wordt gekeken of we de methode voor woonzorgcentra kunnen uitbreiden naar voorzieningen met een uitgesproken zorgprofiel in het algemeen. Dit onderzoek start met een analyse van het grondplan van twee verpleegeenheden in het ziekenhuis (in Genk en in Mechelen). Voor beide zorggebouwen wordt een energieprestatierapport opgesteld volgens de EPI-I methode. De pijnpunten bij de toepassing van de rekenmethode worden geïdentificeerd, en de grenzen van de toepasbaarheid worden geconcretiseerd.

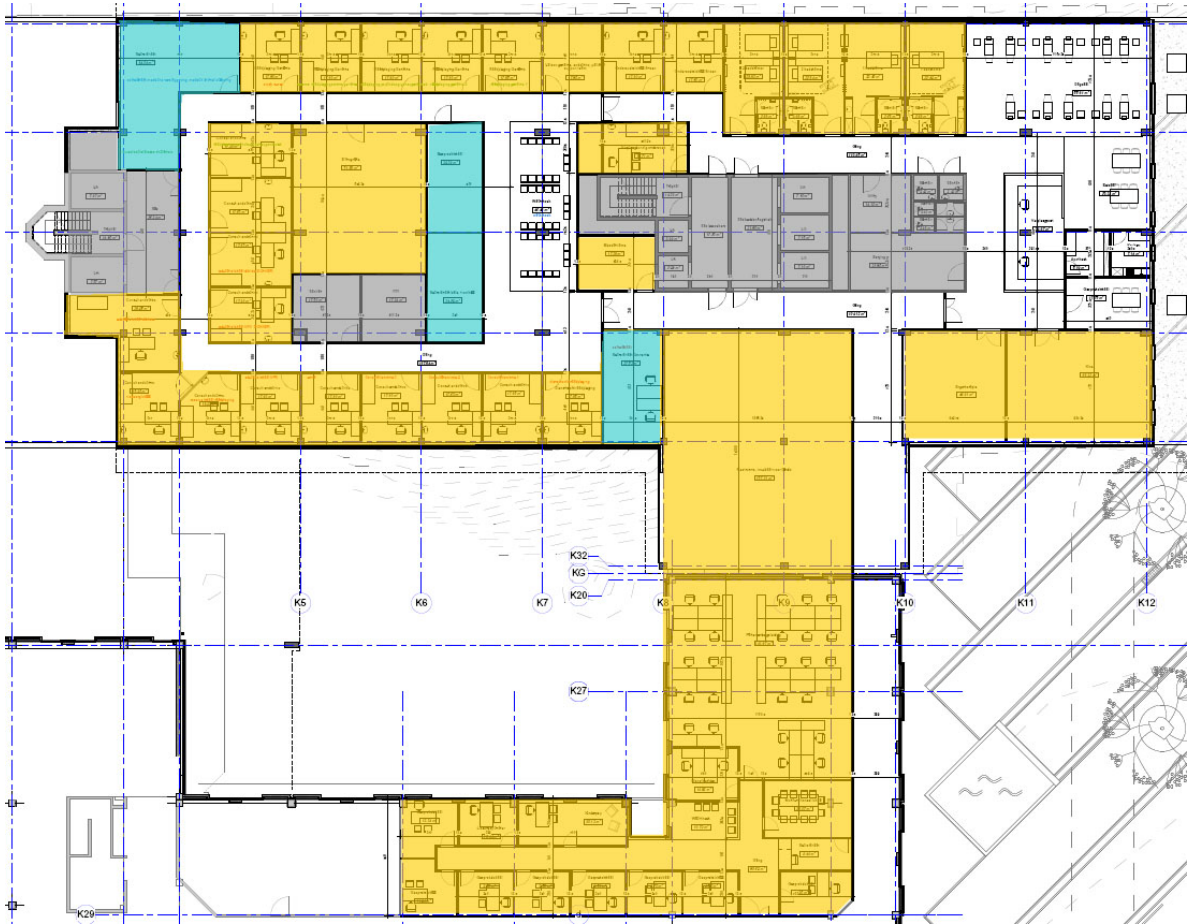
5.1 Analyse type ruimtes in een ziekenhuis

Voor de berekening van het E-peil van een woonzorgcentrum wordt onderscheid gemaakt tussen de ventilatiezone kamers (de ventilatiezone met een continue bezetting dag en nacht) en een ventilatiezone utiliteitsgebouw (kantoren, therapie, cafetaria e.d.). Dit omwille van hun typisch profiel in gebruik (al dan niet continue bezetting, sanitair warm water, e.d.). Vooral de rekenmethode voor woonzorgcentra uit te breiden naar ziekenhuizen is het belangrijk de typologie van een ziekenhuis nader te onderzoeken. Deze paragraaf geeft op de grondplannen van twee verpleegeenheden de verschillende type ruimtes in een ziekenhuis weer aan de hand van kleur. Alles wat geel is zijn consultatieruimtes. Lichtgroen geeft de kamers aan en donkergroen de leefruimtes horende bij de kamers. Blauw betreft de kantoren en grijs ondersteunende ruimtes zoals berging, administratieve lokalen en toiletten.

5.1.1 ZOL Genk



Verdieping -1: Op deze verdieping bevinden zich hoofdzakelijk consultatieruimtes. Aan de linkerkant is de afdeling radiologie terug te vinden. Deze hoort thuis bij de medisch technische diensten. Daarnaast bevinden zich enkele wachtruimtes en beddenkamers om te wachten. De andere ruimtes zijn voornamelijk berging en circulatie.



Verdieping 0: Op de verdieping zijn hoofdzakelijk consultatieruimtes terug te vinden (geel), enkele administratieve lokalen en berging.



Verdieping 1: Deze verdieping is gelijkaardig aan het gelijkvloers.

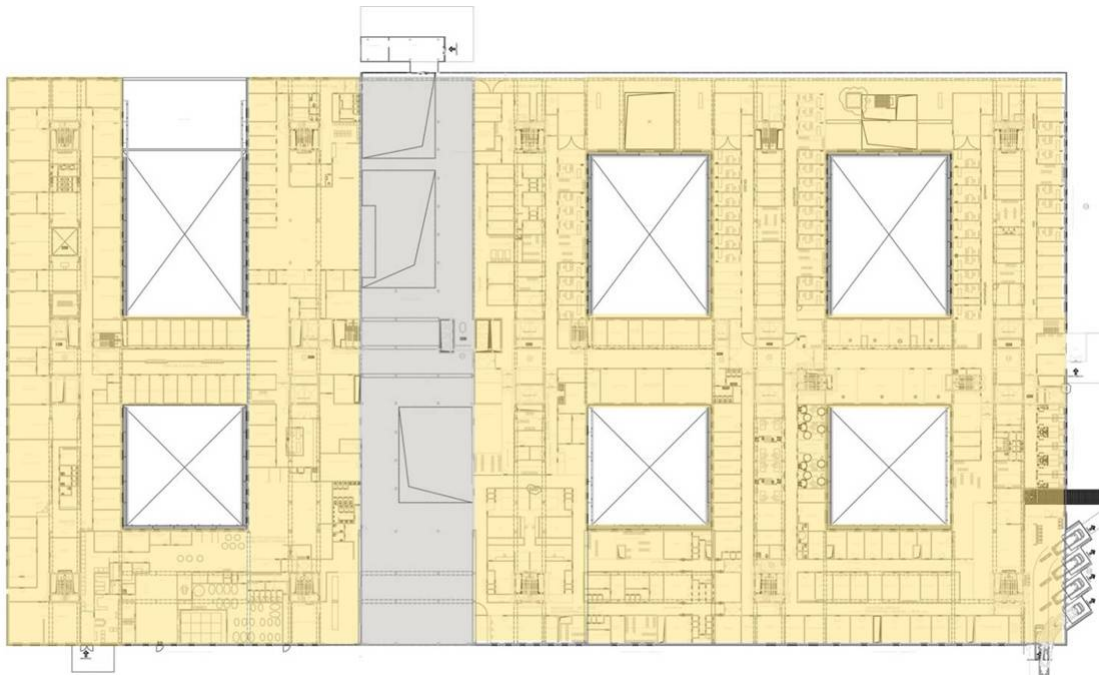


Verdieping 2: De linkerhelft van de verdieping bestaat uit consultatieruimtes, de rechterhelft herbergt de ziekenhuiskamers met de leefruimte en enkele ondersteunende lokalen zoals berging en administratie.

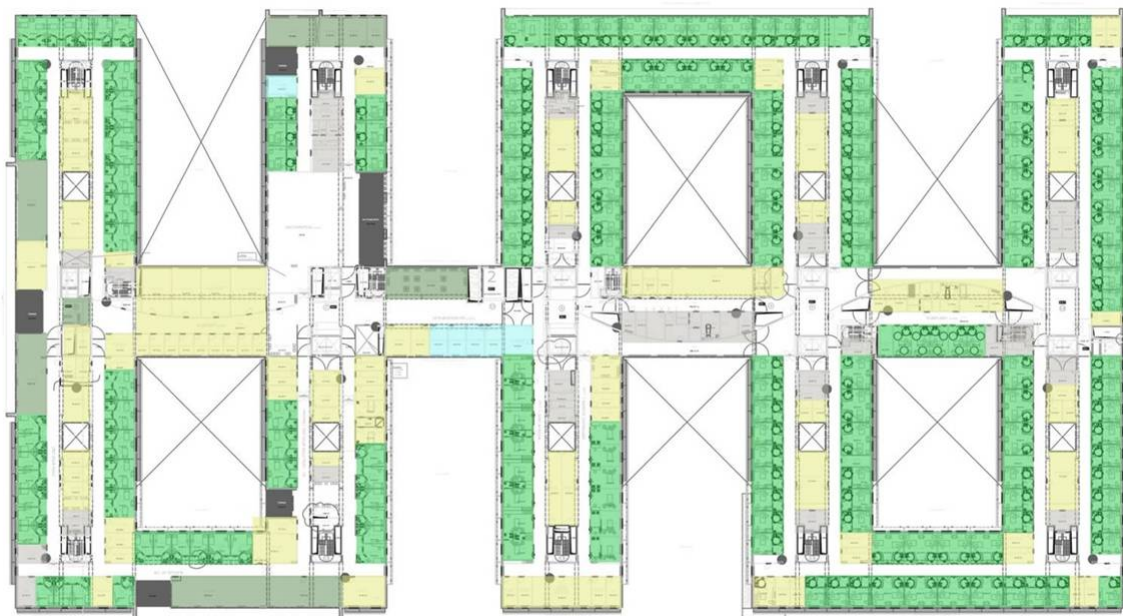


Verdieping 3 en 4: Deze verdiepingen bestaan volledig uit ziekenhuiskamers (lichtgroen) met de leefruimtes (donkergroen).

5.1.2 St. Maarten Mechelen



Gelijkvloers: Op deze verdieping bevinden zich consultatieruimtes bv. gynecologie (Polykliniek)
De grijze zone geeft de overdekte inkomzone weer.



Verdieping +2

Verdieping 1 - 6: vleugel met beddenkamers (groen), leefruimtes (donkergroen), kantoren (blauw), consultatieruimtes (geel) en berging/circulatie/sanitair (grijs).

5.1.3 Besluit

Een ziekenhuis kunnen we indelen in vier verschillende soorten ruimtes:

- de kamers;
- de consultatieruimtes;
- utiliteitsfuncties zoals kantoren, cafetaria, restaurant, e.d.;
- medisch technische diensten (operatiekamers, labo's, intensieve zorgen, e.d.).

5.2 Analyse specificiteit type zones

De **medisch technische diensten** stellen heel specifieke eisen aan technieken (verwarming, koeling, ventilatie, verlichting). Deze ruimtes zijn daarom heel moeilijk om mee te nemen in een E-peilberekening. Technische eisen zijn bij deze ruimtes vaak prioritair aan energetische eisen.

Net zoals bij woonzorgcentra is het bij ziekenhuizen aangewezen in de E-peilberekening één of meerdere aparte ventilatiezones te voorzien voor utiliteitsfuncties zoals **administratieve ruimtes, cafetaria, restaurant e.d.** Deze dienen ingegeven te worden via EPU.

Consultatieruimtes in een ziekenhuis verschillen op verschillende vlakken van kantoren:

- Binnentemperatuur: mensen moeten zich uitkleden waardoor de binnentemperatuur overdag hoger ligt dan in kantoren. De binnentemperatuur in epb is een gemiddelde van de dag en nachtsituatie waardoor de waarden van een woonzorgcentrum niet zomaar overgenomen kunnen worden.
- Ventilatie: consultatieruimtes worden vermoedelijk 's avonds langer gebruikt dan kantoren. Om dit in de EPB berekening weer te geven is een grotere tijdsfractie nodig. Deze is echter wel kleiner dan de tijdsfractie van ziekenhuiskamers. Voorstel: $f = 0.5$;
- Ventilatievoud: gezien het belang van een gezond binnenklimaat is het wenselijk het ventilatievoud ten opzichte van kantoren te verhogen. Ter bepaling van het minimale ventilatievoud wordt voorgesteld het maximum te nemen van het ontwerpdebiet i.f.v. de bezetting (zoals bepaald door de EPB-regelgeving) en 2 luchtwisselingen per uur;
- Verlichting: over het algemeen komt het verlichtingsniveau overeen met dit in kantoren (500 lux) waarbij in sommige onderzoeksruimtes en 'operatie'ruimtes een extra werkplekverlichting aanwezig is om 1000 lux te realiseren;
- Interne warmtewinsten: net zoals bij kantoren bevatten de beschouwde interne warmtewinsten personen, verlichting, ventilatoren en overige apparatuur. Ten opzichte van kantoren wordt de tijdsfractie van de bezetting opgetrokken naar $f = 0.5$ waardoor ventilator- en persoonsgebonden winsten verhogen. Door de aanwezigheid van specifieke medische apparatuur is het wenselijk ook de gemiddelde warmtewinst van apparatuur aan te passen. Om hiervoor een concrete waarde vast te leggen, is verder onderzoek nodig;
- Sanitair warm water: in de meeste consultatieruimtes is de aanwezigheid van sanitair warm water vereist. De EPU berekening is hieraan niet aangepast. Voor de bepaling van een juist referentie-energieverbruik van deze post is verder onderzoek vereist.

Een **kamer** in een woonzorgcentrum is heel gelijkaardig aan een kamer in een ziekenhuis. In een ziekenhuis zijn vaker kamers aanwezig van twee of meerdere personen dan in een woonzorgcentrum. Toch is er een tendens om over te schakelen naar eenpersoonskamers zodat de geneesheren naar de kamers kunnen komen om daar de patiënt te onderzoeken. Dit kan alleen als de privacy gewaarborgd blijft. Op die manier verkleint eveneens de vraag naar consultatieruimtes.

- Het minimum ventilatievoud voor een kamer = maximum (2 ventilatievoud per uur (excl. sanitaire cel), $75 \text{ m}^3/\text{h}/\text{persoon}$).
- De interne warmtewinsten in een ziekenhuis liggen iets hoger dan in een kamer van het woon- en zorgcentrum. Mensen blijven minder lang in een ziekenhuis en zijn vaker bedlegerig waardoor ze meer op hun kamer blijven. Het aantal bezoekers is beduidend groter en zo ook de zorgverlening. Omdat de bezetting van 1.3 bij woonzorgcentra aan de hoge kant gekozen is, stellen we voor om deze te behouden bij ziekenhuizen. Om te bepalen of de extra warmtewinsten van medische apparatuur in rekening gebracht moeten worden, is bijkomend onderzoek nodig.
- In een ziekenhuis moeten de badkamers vaker met twee of meerdere personen gedeeld worden dan in een WZC. Vanuit dit oogpunt bedragen de lengtes van de circulatieleidingen per bed minder dan in een WZC. Anderzijds liggen in een ziekenhuis meer ruimtes met een andere functie (kantoren, consultatieruimtes, verpleegpost,...) tussen de kamers. Hierdoor neemt de lengte van de circulatieleiding per bed toe. Het lijkt dus aanvaardbaar de vastgestelde lengtes bij woonzorgcentra ook te hanteren in het geval van verpleegeenheden.

Er is gekozen in EPI-I om de circulatieleiding per bed uit te drukken omdat het warm waterverbruik per bed afhangt. Het warm waterverbruik per bed blijft 25 l/dag bij een temperatuurverschil van 50°C.

- Verlichting is in beide kamers gelijkaardig. Dit zou tevens kunnen verschillen, gezien er in een ziekenhuis meer specifieke verlichting wordt voorzien. Meer en meer is het een tendens om onderzoek op de kamers uit te voeren. Hiervoor is specifieke verlichting nodig die bijvoorbeeld in bedden ingewerkt is. Er is duidelijkheid nodig over hoe dit kan ingegeven worden. Dit is nader te bekijken in een uitgebreidere studie.

Ziekenhuis	St-Jan Genk		AZ Sint-Maarten Mechelen
Typologie	één verdieping		één vleugel
Lengte kringleiding (horizontaal)	160		
Lengte kringleiding (verticaal)	8		
Lengte kringleiding (totaal)	168		1123
Aantal bedden	60		174
Aantal kamers	36		132
Lengte kringleiding/bed	m/bed	2.8	8.5
Lengte kringleiding/kamer	m/kamer	4.7	6.5

Tabel 58: Kenmerken sanitair warm waterverdeling verpleegeenheid.

	St-Jan Genk		St-Maarten Mechelen	
	1-pers	2-pers	1-pers	2-pers
Oppervlakte (gem.) (m ²)	20.9	26	20.4	21.5
Hoogte (m)	2.7	2.7	2.7	2.7
Volume (m ³)	56	70	55	58
Ontwerpdebiet (m ³ /h)	125	175	100	200
NEN Niet-klinisch (m ³ /h)	98	122	95	101
NEN klinisch (m ³ /h)	181	225	176	186
Ventilatievoud ontwerp (h-1)	2.22	2.49	1.82	3.45
Ventilatievoud NEN n-k (h-1)	1.73	1.73	1.73	1.73
Ventilatievoud NEN k (h-1)	3.20	3.20	3.20	3.20

Tabel 59: Ventilatiecriteria verpleegeenheid.

5.3 E-peil berekening

De E-peilberekening van de kamers op de verpleegafdeling van ZOL in Genk en Sint Maarten in Mechelen met de verschillende maatregelenpakketten van de huidige versie van het rekenblad voor WZC levert volgende resultaten op:

Maatregelenpakket WZC	kamers Mechelen	kamers ZOL Genk
E100 - K40	97	107
E80 - K35	74	78
E60 - K30	58	65
E40 - K25		36

Tabel 60: Resultaten E-peil berekening ziekenhuizen.

De maatregelenpakketten die in de berekening toegepast werden, staan in onderstaande tabellen.

	E 40	E60	E80	E100
bouwkundig				
globaal isolatiepeil	K25	K30	K35	K40
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.4$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.4$ $g_{\text{totaal}} = 0.15$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.15$
luchtdichtheid (v_{50})	1.5 m ³ /h.m ²	4.5 m ³ /h.m ²	9 m ³ /h.m ²	12 m ³ /h.m ²
installatietechnisch				
verwarming:				
- productie	Warmtepomp	Condensatieketel 107%	Condensatieketel 107%	Niet-condenserende ketel 94%
- afgifte	Radiatoren 40/30°	Radiatoren 50/40°C	Radiatoren 70/50°C	radiatoren 90/70°
- regeling	Buitenvoeler Thermostaatkranen	Buitenvoeler Thermostaatkranen	Buitenvoeler Thermostaatkranen	thermostaatkranen
koeling:				
- productie	Geen actieve koeling	Geen actieve koeling	Geen actieve koeling	Geen actieve koeling
- afgifte				
- regeling				
sanitair warm water:				
- productie (η_{opw} en η_{opslag})	$\eta = 45\%$ (default)	$\eta = 45\%$ (default)	$\eta = 45\%$ (default)	$\eta = 45\%$ (default)
- distributie	Kringleiding (7.5m/bed) met leidingverliezen 9.5 W/m	Kringleiding (7.5m/bed) met leidingverliezen 9.5 W/m	Kringleiding (7.5m/bed) met leidingverliezen 12 W/m	kringleiding (7.5m/bed) met leidingverliezen 12 W/m
ventilatie:				
- warmteterugwinning	Systeem D 80%	Systeem D 70%	Systeem D 50%	Systeem C Geen wtw
- SFP	2	3	3	3
verlichting:				
- vermogen	2.5 W/m ² /100 lux	3 W/m ² /100 lux	3 W/m ² /100 lux	3.7 W/m ² /100 lux
- niveau	250 lux	250 lux	250 lux	250 lux
	6.25 W/m ²	7.5 W/m ²	7.5 W/m ²	9.25 W/m ²
- daglichtfactor	Ja (DF 3%)	Ja (DF 2%)	Nee	Nee
E-peil	36	65	78	107

Tabel 61: Overzicht E-peil voor de kamers in het ziekenhuis ZOL in Genk voor de verschillende maatregelenpakketten berekend volgens het rekenblad voor WZC.

Het E-peil berekend met het maatregelenpakket E80 levert de gewenste resultaten. Het E-peil met het maatregelenpakket E40 is te positief, dat met maatregelenpakketten E60 en E100 is te negatief.

	E 40	E60	E80	E100
bouwkundig				
globaal isolatiepeil	K25	K30	K35	K40
buitenzonwering	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.12$	$g_{\text{glas}} = 0.4$ $g_{\text{totaal}} = 0.15$	$g_{\text{glas}} = 0.7$ $g_{\text{totaal}} = 0.15$
luchtdichtheid (v_{50})	1.5 m ³ /h.m ²	4.5 m ³ /h.m ²	9 m ³ /h.m ²	12 m ³ /h.m ²
installatietechnisch				
verwarming:				
- productie	warmtepomp	Condensatieketel 107%	Condensatieketel 107%	Niet- condenserende ketel 94%
- afgifte	Radiatoren 40/30°	Radiatoren 50/40°C	Radiatoren 70/50°C	radiatoren 90/70°
- regeling	Buitenvoeler Thermostaatkraan	Buitenvoeler Thermostaatkrane n	Buitenvoeler Thermostaatkrane n	thermostaatkranen
koeling:				
- productie	Geen actieve koeling	Geen actieve koeling	Geen actieve koeling	Geen actieve koeling
- afgifte				
- regeling				
sanitair warm water:				
- productie (η_{opw} en η_{opslag})	$\eta = 70\%$	$\eta = 45\%$ (default)	$\eta = 45\%$ (default)	$\eta = 45\%$ (default)
- distributie	Kringleiding 9 m/bed	Kringleiding 9 m/bed	Kringleiding 11 m/bed	kringleiding 15 m/bed 12W/m
leidingsverliezen	9.5 W/m	9.5 W/m	12 W/m	
ventilatie:				
- wtw	Systeem D 80%	Systeem D 70%	Systeem D 50%	Systeem C Geen wtw
- SFP	2	3	3	3
verlichting:				
- vermogen	2.5 W/m ² /100 lux	3.0 W/m ² /100 lux	3.0 W/m ² /100 lux	3.7 W/m ² /100 lux
- niveau	250 lux	250 lux	250 lux	250 lux
- daglichtfactor	3%	2%		
E-peil		58	74	97

Tabel 62: Overzicht E-peil voor de kamers in het ziekenhuis Sint-Maarten in Mechelen voor de verschillende maatregelenpakketten berekend volgens het rekenblad voor WZC.

Besluit: Voor de ventilatiezone van de kamers is het in grote mate mogelijk het rekenblad voor woon- en zorgcentra over te nemen voor ziekenhuizen. Wanneer het rekenblad definitief gebruikt moet worden voor ziekenhuizen, dienen enkele zaken echter vooraf grondiger onderzocht te worden. Het is immers mogelijk dat er aanpassingen moeten gebeuren aan het referentie-energieverbruik op het vlak van interne warmtewinsten, circulatieleiding voor sanitair warm water en verlichting. De vereiste ventilatievouden voor de verschillende functies (zie 5.4, Tabel 65), kunnen wel al opgenomen worden in Bijlage VI van het EPB-besluit. Andere functies zoals medisch technische diensten en consultatieruimtes vallen niet onder de noemer 'kamers' en verdienen dus een andere behandeling.

5.4 Bezetting

In bijlage VI tabel 1 van de epb-regelgeving worden de bezettingen per vloeroppervlakte opgegeven om de minimale ventilatiedebieten voor de epb-regelgeving te berekenen. Voor de zorgsector is het aantal ruimtes in de huidige regelgeving redelijk beperkt. Onderstaande tabel geeft een voorstel voor het uitbreiden van deze tabel voor enkele typische ruimtes in de zorgsector. Heel specifieke ruimtes zoals operatiekamers, radiologie en dergelijke worden niet opgenomen in de lijst. In de lijst wordt een onderscheid gemaakt tussen toe- en afvoer.

Zorgsector	vloeroppervlakte per persoon (m ² /persoon)
huidige bijlage VI	
ziekenzaal	10
behandeling- en onderzoekskamer	5
operatie- en verloskamers, ontwaakzaal voor intensieve zorgen, kinesitherapiezaal, fysiotherapie	5

Tabel 63: De huidige bezettingsgraad voor enkele ruimtes in de zorgsector in bijlage VI.

Zorgsector	vloeroppervlakte per persoon (m ² /persoon)	ventilatiedebiet
voorstel nieuwe bijlage		
Zones voor toevoerlucht		
beddenkamer WZC		75 m ³ /h/bed
beddenkamer ziekenhuis		Maximum (75 m ³ /h/bed, 2 ventilatievouden)
Leefruimte, polyvalente ruimte	4	
Consultatieruimte, therapie, badkamer, verpleeglokaal	5	
kinéruimte, fitness, wellness		
Labo, autopsie, apotheek, keuken	10	
Ontwaakzaal	5	
Wachtruimte, onthaal	5	
Onthaal	15	
Niet voor menselijke bezetting (berging, circulatie, ...)		1.3 m ³ /h/m ²
Zones voor afvoerlucht		
badkamer bij beddenkamer		3.6 m ³ /h/m ² (cfr. EPW)
waslokaal, strijkatelier, wc	15	afvoer 25 m ³ /h/toilet

Tabel 64: Voorstel nieuwe minimale bezettingsgraad of ventilatiedebiet per ruimte voor de zorgsector.

6 Besluit

VIPA stimuleerde duurzaam bouwen via hun richtlijnen voor thermische isolatiekwaliteit van de schil, prestaties van technische installaties, materiaalkeuzes, e.d.

Om aan te sluiten bij de energieprestatie-regelgeving werd in 2008 een studie uitgeschreven voor de bepaling van het E-peil voor woonzorgcentra. De energieprestatieaanpak biedt vele voordelen. Vooreerst past deze methode in het algemene kader van de energieprestatie-regelgeving. Bovendien beschikken ontwerpteam over de vrijheid om zelf te bepalen hoe ze het best het beoogde E-peil behalen. Hierdoor kan er beter op de context ingespeeld worden en worden maatregelen beter afgewogen. Daarnaast is het stimulerend om te kunnen kwantificeren hoeveel beter je doet dan de norm. Het nieuwe criterium bedraagt E80, maar door een vast maatregelenpakket voor te schrijven en geen rekeninstrument ter beschikking te stellen, zijn bovenstaande intenties niet volledig ingelost. De berekeningsmethode wordt het best geïmplementeerd in de bestaande epb-software zodat zorgvoorzieningen kunnen opgenomen worden in de epb-regelgeving. Dit vraagt echter tijd. De overgangperiode kan overbrugd worden door een rekenblad ter beschikking te stellen. Het rekenblad kan gebaseerd zijn op het rekenblad ontwikkeld voor de studie EPI-I en bijgestuurd in deze studie. Dit rekenblad is momenteel echter allen ontwikkeld als onderzoeksinstrument.

Bij de berekening van het E-peil voor enkele gevalstudies waarbij een E-peil 60 nagestreefd wordt met het EPI-I rekenblad, komen enkele pijnpunten aan het licht. De rekenmethode van EPI-I is bijgestuurd.

- De sanitair warm waterberekening sluit nu beter aan bij de methode van EPW en is uitgebreid met de ingave van thermische zonnepanelen. Daarenboven is er mogelijkheid om lage temperatuur sanitair warm watersystemen in te geven. Bij de aanpassing van deze rekenmethode hoort een nieuwe budgetterm. Deze is nu afhankelijk van het aantal bedden en niet meer van het aantal kamers.
- De specificiteit van woonzorgkamers (kleine ruimten, decoratieve verlichting) resulteert in minder efficiënte verlichting dan in kantoren. Daarom is de b-coëfficiënt voor verlichting (b_5) aangepast. Daarnaast is het verbruik voor verlichting ook afhankelijk van de daglichttoetreding en sturing. De maatregelenpakketten zijn aangepast.
- De aanpassing van de rekenmethodes en maatregelenpakketten resulteert in lagere E-peilen dan beoogd, waardoor het noodzakelijk is om de andere b-coëfficiënten (b_1 t.e.m. b_4) te verschalen.
- Voor het berekenen van heel lage energiewoonzorgcentra, met name E40, ontbreken enkele gedetailleerde berekeningsmethodes zoals voor de berekening van het opwekkingsrendement voor sanitair warm water (wat standaard 45% bedraagt) en de vaste koudebrugfactor voor de ophanging van de leidingen van sanitair warm water (namelijk 0.6). De ruimte is voorzien in de huidige epb-rekenmethode om deze vaste waarden bij ontstentenis variabel te maken, alleen ontbreken de methodes om deze factoren te berekenen of te meten.
- Een goed zomercomfort in woonzorgcentra is realiseerbaar wanneer er een goede buitenzonwering aanwezig is, een gepaste glasoppervlakte en voldoende ventilatie om de warmtewinsten af te kunnen voeren met opengaande ramen of mechanische piekventilatie. Het zomercomfortcriterium is aangepast (niet enkel meer voor de huidige standaardoppervlakte van een kamer) en uitgebreid met een ventilatie-eis (zie p. 58). De berekeningsmethode voor het zomercomfort is verder verfijnd t.o.v. EPI-I (zie hoofdstuk 3). Deze zou moeten bijgewerkt worden in de duurzaamheidsstoets.
- In bijlage VI tabel 1 van de epb-regelgeving worden de bezettingen per vloeroppervlakte opgegeven om de minimale ventilatiedebieten te berekenen. Voor de zorgsector is het aantal ruimtes in de huidige regelgeving redelijk beperkt. Binnen het project werd een voorstel geformuleerd voor het uitbreiden van deze tabel voor enkele typische ruimtes in de zorgsector. Heel specifieke ruimtes zoals operatiekamers, radiologie en dergelijke worden niet opgenomen in de lijst. In de lijst wordt een onderscheid gemaakt tussen toe- en afvoer.

Het concept van de E-peil berekening voor woonzorgcentra kan overgenomen worden voor de hele zorgsector. Elke zorgvoorziening kan opgesplitst worden in verschillende ventilatiezones met elk hun specifieke berekeningsmethode. Voor woonzorgcentra wordt een onderscheid gemaakt tussen kamers en ondersteunende functies. De ventilatiezone 'kamers' wordt berekend aan de hand van de EPI berekeningsmethode. De ventilatiezone met ondersteunende functies (kantoren, cafetaria, leefruimtes, keuken e.d.) wordt berekend volgens EPU.

Ziekenhuizen kunnen opgedeeld worden in kamers, consultatieruimtes, utiliteitsfuncties en medisch technische diensten. Een gedetailleerder onderzoek is nodig om de parameters voor de E-peil berekening voor kamers in

ziekenhuizen en consultatieruimtes op punt te stellen. Voor de kamers van ziekenhuizen bijvoorbeeld is het mogelijk dat er aanpassingen moeten gebeuren aan het referentie-energieverbruik op het vlak van interne warmtewinsten, circulatieleiding voor sanitair warm water en verlichting. De medisch technische diensten stellen heel specifieke eisen aan technieken (verwarming, koeling, ventilatie, verlichting). Deze ruimtes zijn daarom heel moeilijk om mee te nemen in een E-peilberekening. Technische eisen zijn bij deze ruimtes vaak prioritair aan energetische eisen. We stellen voor om deze buiten beschouwing te laten van de E-peilberekening, maar wel mee op te nemen in de K-peilberekening (thermische isolatiekwaliteit van het gebouw).

Vervolgstudies.

1. Implementatie van de rekenmethode EPI-II in de epb-software. In de ontwikkelingsfase kan een rekenblad gebruikt worden. Hiervoor moet het rekenblad uit deze studie gebruiksvriendelijker gemaakt worden vooraleer dit verspreid wordt (nu slechts opgesteld als onderzoeksinstrument).
2. Studie voor de ontwikkeling van specifieke parameters voor de E-peilberekeningsmethode voor andere zorgvoorzieningen zoals ziekenhuizen, psychiatrische instellingen, e.d
3. Het ontwikkelen van test- en berekeningsmethodes voor de bepaling van het productierendement voor sanitair warm water en voor de bepaling van de koudebrugfactor van de ophanging van de sanitair warm water leidingen.

7 Literatuur

NEN-EN 13779 Ventilatie voor utiliteitsgebouwen - Prestatie-eisen voor ventilatie- en kamerbehandelingssystemen.

Kreps S., De Cuyper K., Vanassche S., Vrancken K., 2007, 'Beste beschikbare technieken (BBT) voor Legionella-beheersing in nieuwe sanitaire systemen', VITO 2007/IMS/R/090.

Roels S. et al, 2008, 'Eindrapport ontwikkeling van specifieke energieprestatie-indicatoren voor rusthuizen'.

Rutten P.G.S., Hensen J.L.M., 2002, Thermische behaaglijkheid in verpleeghuizen in Nederland in de zomersituatie.

Zhongping and Deng, 2008a, 'A study on the thermal comfort in sleeping environments in the subtropics - Developing a thermal comfort model for sleeping environments', Building and environment 41, pp. 70-81.

Zhongping and Deng, 2008b. 'A study on the thermal comfort in sleeping environments in the subtropics - Measuring the total insulation values for the bedding systems commonly used in the subtropics', Building and environment 43, pp. 905-916.