

EINDRAPPORT
ONTWIKKELING VAN SPECIFIEKE
ENERGIEPRESTATIE-INDICATOREN VOOR
RUSTHUIZEN



LABORATORIUM BOUWFYSICA
KASTEELPARK ARENBERG, 40/2447
B-3001 LEUVEN
TEL. (016) 32 13 44
FAX (016) 32 19 80

DAIDALOS PEUTZ BOUWFYSISCH
INGENIEURSBUREAU
OUDEBAAN 391
B-3000 LEUVEN
TEL. (016) 35 32 77
FAX (016) 35 32 78

FDA ARCHITECTEN & INGENIEURS NV
JAN VAN RIJSWIJCKLAAN 162/10
B-2020 ANTWERPEN
TEL. (03) 226 37 70
FAX (03) 226 37 22

AANVRAGER:
VLAAMSE OVERHEID DEPARTEMENT
WELZIJN, VOLKSGEZONDHEID EN GEZIN
CONTACTPERSONEN:
ANN VAN BEUSEN (VIPA)
BEA VAN DEN BERGH

VAKGROEP ARCHITECTUUR & STEDEBOUW
PLATEAUSTRAAT 22 IR01
B-9000 GENT
TEL.(09) 264 39 06
FAX (09) 264 41 85

INGENIUM NV
NIEUWE SINT-ANNADREEF 23
B-8200 BRUGGE
TEL. (050) 40 45 30
FAX (050) 40 45 34

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	3
2. Beschrijving van het project	5
WP1: analyse van 6 cases	6
WP2: opstellen van het rekenmodel	25
2.1. Binnentemperatuur	25
2.2. Ventilatie	27
2.3. Interne warmtewinsten	32
2.4. Bereiding sanitair warm water	33
2.5. Mechanische koeling en oververhitting	34
2.6. Verlichting	36
2.7. Referentieverbruik	36
2.8. Algemene methodiek en toepassing op de zes testcases	37
WP3: opstellen van het beleidsinstrument	39
3.1. Maatregelenpakketten E100-E80-E60-E40	39
3.2. Toepassing op de zes testcases	41
3.3. Extra investeringskost voor de verschillende kwaliteitsniveaus	41
3.4. Economische evaluatie voor de zes testcases	43
WP4: integratie duurzaamheidsaspecten	46
4.1. Algemeen	46
4.2. Bespreking minimum voorwaarden	47
4.3. Score items	50
3. Besluit	57
Bijlagen	59
Bijlage A: Interne warmtewinsten	59
Bijlage B: Koelenergieverbruik	61
Bijlage C: Investeringskosten technieken	67
Bijlage D: Akoestisch comfort	75

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 zijn evaluatiecriteria voor het bekomen van investeringssteun verfijnde en vooruitstrevende eisen rond energie, binnenklimaat & materiaalgebruik vooropstelde (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-efficiënte van alle soorten nieuwbouwprojecten. De methodologie werd echter in eerste plaats uitgewerkt voor woongebouwen en kantoren/scholen. Voor rusthuizen 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. Voorliggend rapport beschrijft de onderzoeksstudie die liep van januari 2008 tot mei 2008 en waarvan de resultaten gepresenteerd werd voor een ruimer publiek op 3 juni 2008.

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, Ingenium en het architectenkantoor FDA. 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 & Stedenbouw 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 Stedenbouw & Architectuur en het ingenieursbureau Daidalos Peutz hun opgedane ervaring en kennis voor het ontwikkelen van een aangepaste rekenprocedure voor rusthuizen.

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 o.a. overheidsgebouwen.

De zorgsector vormt eveneens een kernactiviteit van het kantoor “FDA architecten en ingenieurs” dat de energieconsumptie van gebouwen optimaliseert in zijn projecten. De recente beslissing om voor de schoolgebouwen een E70 na te streven creëert een nieuw ambitieniveau. Daartegenover staat de standpuntbepaling van het VEA dat woon- en zorgcentra kunnen beschouwd worden als ASB (gebouwen met andere specifieke bestemming). Hierdoor blijft de zorgsector ter plaatse trappelen. FDA wenst dat de zorgsector verder kan innoveren en wou graag zijn ervaring delen binnen dit onderzoeksproject.

2. BESCHRIJVING VAN HET PROJECT

De Vlaamse overheid vroeg de doorlichting van recent in gebruik genomen rusthuizen om te komen tot een algemeen begrip van het primaire energieverbruik in deze gebouwgroep. Door via benchmarking een algemeen referentieverbruik vast te leggen, kunnen dan zowel de minimumeisen van de energieprestatieregelgeving als van de VIPA-richtlijnen doorgelicht en vergeleken worden.

Verder was het uitgangspunt een beleidsinstrument te ontwikkelen waarmee de rendabiliteit van verhoogde investeringen in energie-efficiënte oplossingen doorgelicht kunnen worden. De vraag rijst immers in welke mate de investeringen gecompenseerd worden door de energiebesparingen in de gebruiksfase van het gebouw. Idealiter spreekt men van haalbare terugverdientijden rond 8 à 10 jaar. Verdere investeringen zullen meestal niet meer resulteren in voldoende energiewinst om de meerinvestering te verantwoorden. Er bestaat met andere woorden een economisch optimum waarbij de kosten en de baten elkaar in evenwicht houden.

Men mag echter niet het vooruitstrevende karakter van de bestaande duurzaamheidsdoelstellingen in de VIPA-criteria uit het oog verliezen. Daarom is het ontwikkelde model versterkt geworden met een herformulering en uitbreiding van die duurzaamheidsaspecten die niet aan bod komen in de energieprestatieregelgeving.

Om de vooropgestelde doelen te realiseren werd een projectvoorstel uitgewerkt in 4 werkpakketten. Na de analyse van 6 testcases (WP1) is een aangepaste rekenmethode voor rusthuizen uitgewerkt (WP2). Met dit rekenmodel hebben de onderzoekspartners vervolgens 4 kwaliteitsniveaus energetisch en economisch doorgelicht (WP3). Verder wordt er een aanzet gegeven tot een algemene omkadering van het energetisch luik binnen het thema duurzaamheid (WP4).

Bij de uitwerking van dit project is een maximale compatibiliteit met de bestaande energieprestatierekenmethodes nagestreefd om de administratieve impact van de regelgeving zoveel mogelijk te beperken, en om correcte vergelijkingsmogelijkheden tussen verschillende gebouwtypologieën te behouden. Daarbij is maximaal gebruik gemaakt van de kennis die bij WTCB en in de Vlaamse administratie (VIPA en VEA) aanwezig is. Afgevaardigden van WTCB, VIPA en VEA vormden een stuurgroep van het project. Om tot een goed eindresultaat te komen werd er binnen het project een maximale wisselwerking tussen de onderzoekspartners en de stuurgroep nagestreefd. Daarom werden de onderzoekstaken ondersteund door 4 intense overlegmomenten met de stuurgroep.

WP 1: Analyse van 6 cases

In eerste instantie werden in overleg met de opdrachtgever zes recent in gebruik genomen rusthuizen geselecteerd:

- Woon – en zorghuis Ten Kerselaere, Heist -Op-Den-Berg
- Woon – en zorgcentrum Sint Anna, Bulskamp
- Woonzorgcentrum Gerkenberg, Bree
- Rusthuis Sint-Remigius, Pittem
- Rusthuis Hoghe Cluyse, Hemiksem
- Woonzorgcentrum Sint Jozef, Lichtervelde

Op deze rusthuizen wordt een beperkte energieaudit uitgevoerd, zoals voorgeschreven volgens de procedure voor het energieprestatiecertificaat voor publieke gebouwen. Bij deze audits ging de specifieke aandacht naar de verschillende energieverbruiken voor verwarming, sanitair warm water, koeling, hulpenergie,... alsook de aangewende technieken. Verder gebeurde er een inventarisatie van de verschillende ruimtes en hun specifiek gebruik. De beschikbare gegevens uit deze audits werden indien relevant aangevuld met extra metingen ter plaatse.

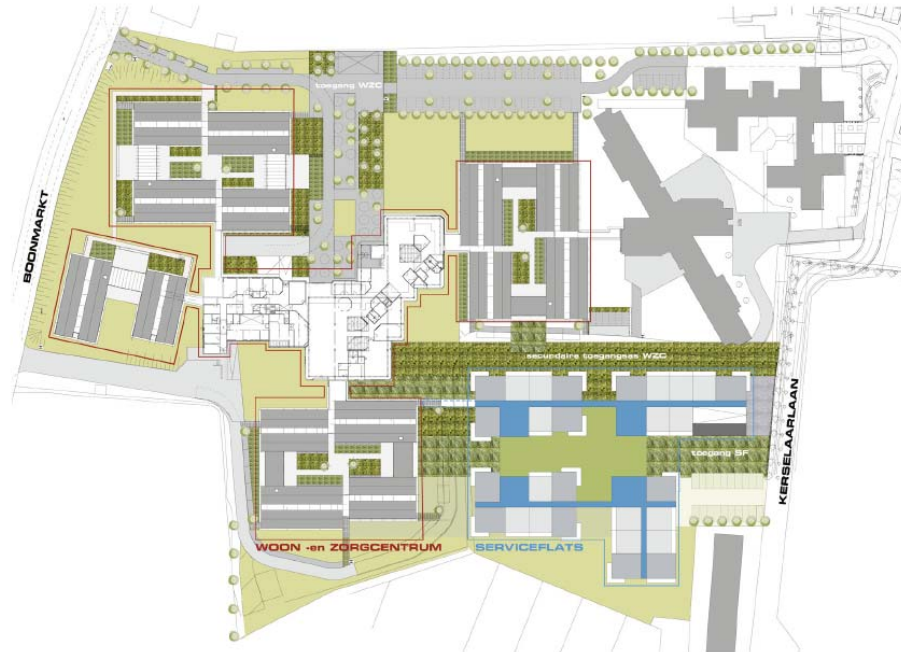
Binnen WP2 en WP3 worden de zes cases hernomen om enerzijds het rekenmodel voor de energieprestatieberekening voor rusthuizen uit te werken en anderzijds om het beleidsinstrument te toetsen door de zes cases via maatregelenpakketten energetisch te optimaliseren en de terugverdientijden en totale actuele kosten van de investeringen te onderzoeken.

CASE 1: Woon – en zorghuis Ten Kerselaere, Heist -Op-Den-Berg

Ontwerp 2000-2004, Uitvoering 2005-2009
FDA Architecten, Ingenieursbureau Botec

1. Inplanting en overzicht functies

Verschillende volumes bevinden zich rond een centrale patio. De totale capaciteit van het RVT is 112 bedden. Voor de studie wordt 1 paviljoen beschouwd.





2. Kenmerkende cijfers

- Totaal volume 7045m³
- Vloeroppervlakte 1405m²
- K-peil kamers 36
- Aantal kamers 32

3. Opbouw geveldelen

Houtskeletbouw

Wandopbouw U= 0.39W/m ² K	Dakopbouw U= 0.25W/m ² K	Vloeropbouw U= 0.29W/m ² K
Eternitleien	Eternitleien	20cm betonwelfsels
1.5cm OSB-plaat	1.5cm OSB-plaat	3cm druklaag
9cm minerale wol	11cm minerale wol	uitvullaag
3cm gipskarton	gipskarton	6cm minerale wol
PE-folie		Chape+afwerking

Dubbele beglazing g= 0.5, U=2.5W/m²K

Automatisch bediende buitenzonwering op oost, zuid en west georiënteerde ramen

4. Technieken

- Sanitair warm water:

- Productie SWW gebeurt buiten beschermd volume
- Centrale warmwaterbereiding (CV) met lange verdeellicingen
- Geen douches op de kamers, 1 bad per 16 kamers

- Verwarmingsinstallatie:

- Centrale stookplaats met condenserende ketel op aardgas
- Verwarming met radiatoren

- Ventilatie-installatie:

- Ventilatiesysteem D met warmterecuperatie met kruisstroom warmtewisselaar (rendement 63%)

Ventilatiedebiet pulsie 2640m³/h en extractie 2690m³/h
 Pulsie in de gang, extractie in sanitaire cellen

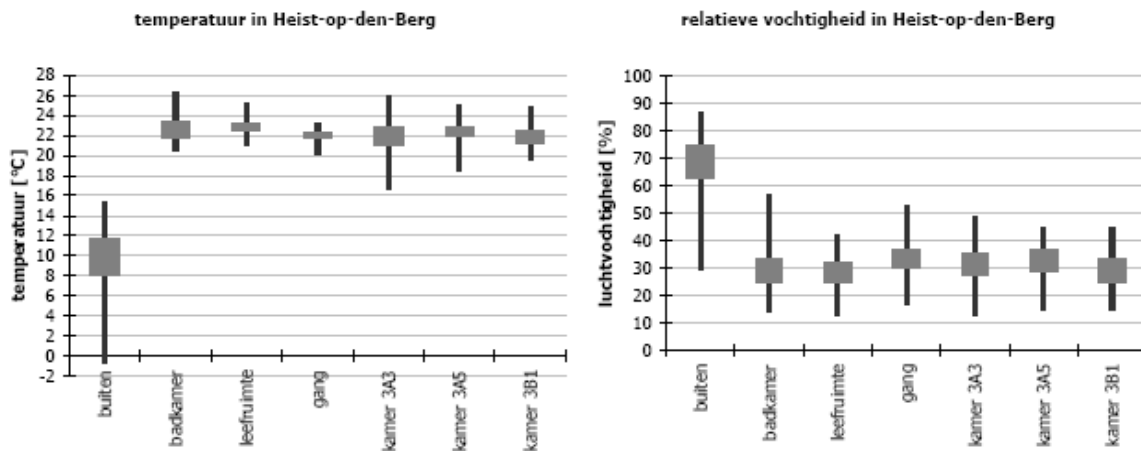
- Geen actieve koeling

5. Meetgegevens

5.1. Binnenklimaatmetingen

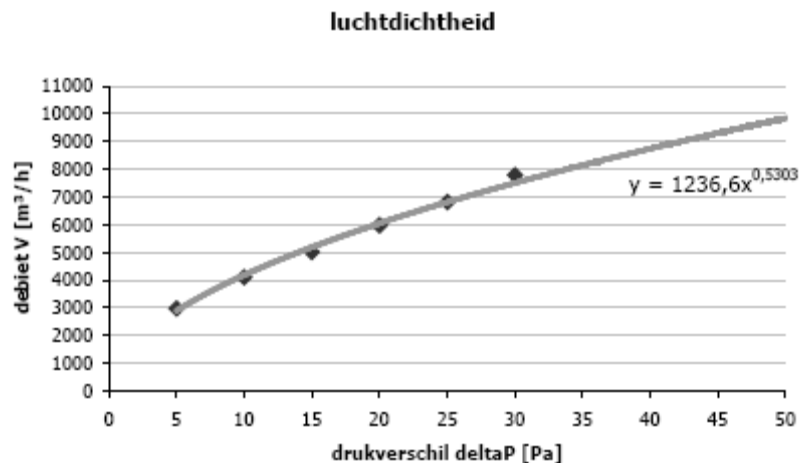
Binnenklimaatmetingen werden uitgevoerd tussen 18/02/2008 en 12/03/2008.

- RVT kamer 3A3 oriëntatie N
- RVT kamer 3A5 oriëntatie Z
- RVT kamer 3B1 oriëntatie N
- Badkamer oriëntatie N
- Leefruimte oriëntatie O en W



5.2. Luchtdichtheidsproef

Een luchtdichtheidsmeting werd uitgevoerd op één paviljoen. Omwille van praktische redenen (de kamers waren bewoond op het moment van de proef) werd geopteerd voor een onderdrukmeting. De resultaten geven een n50-waarde aan gelijk aan 3.48h⁻¹ en een q₅₀ van 3.39m³/h.m².



5.3. Verbruiken

Elektriciteitsverbruik RVT Heist Op Den Berg [kWh]

		jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	totaal	per kamer
2006	dag	31463	29024	31662	24472	24242	23222	21851	24146	23124	26636	28992	28695	317529	2887
	nacht	25179	23358	23670	25804	22932	18884	22161	19325	19624	21187	22796	26445	271365	2467
2007	dag	30165	27018	29614	23017	24371	24394	25645	26408	26409	32804	32116	-	301961	2745
	nacht	23165	20188	24063	22060	25007	21365	21760	21260	23841	23942	26039	-	252690	2297

Gasverbruik RVT Heist Op Den Berg [kWh]

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	totaal	
2005														
2006	367330	393869	435875	233214	158410	73674	42523	85949	73907	128007	272038	286886	2551682	
2007	517778	436356	345577	171859	146810	70393	65389	92324	99493	246929	353358	-	2546266	
	3339	3581	3963	2120	1440	670	387	781	672	1164	2473	2608		
per jaar per kamer	gemiddeld per maand			gemiddeld per maand per kamer			voor SWW/jaar	SWW/kamer/jaar		% voor SWW				
	23197			212640 231479			1933 1378		810000		7364		32	

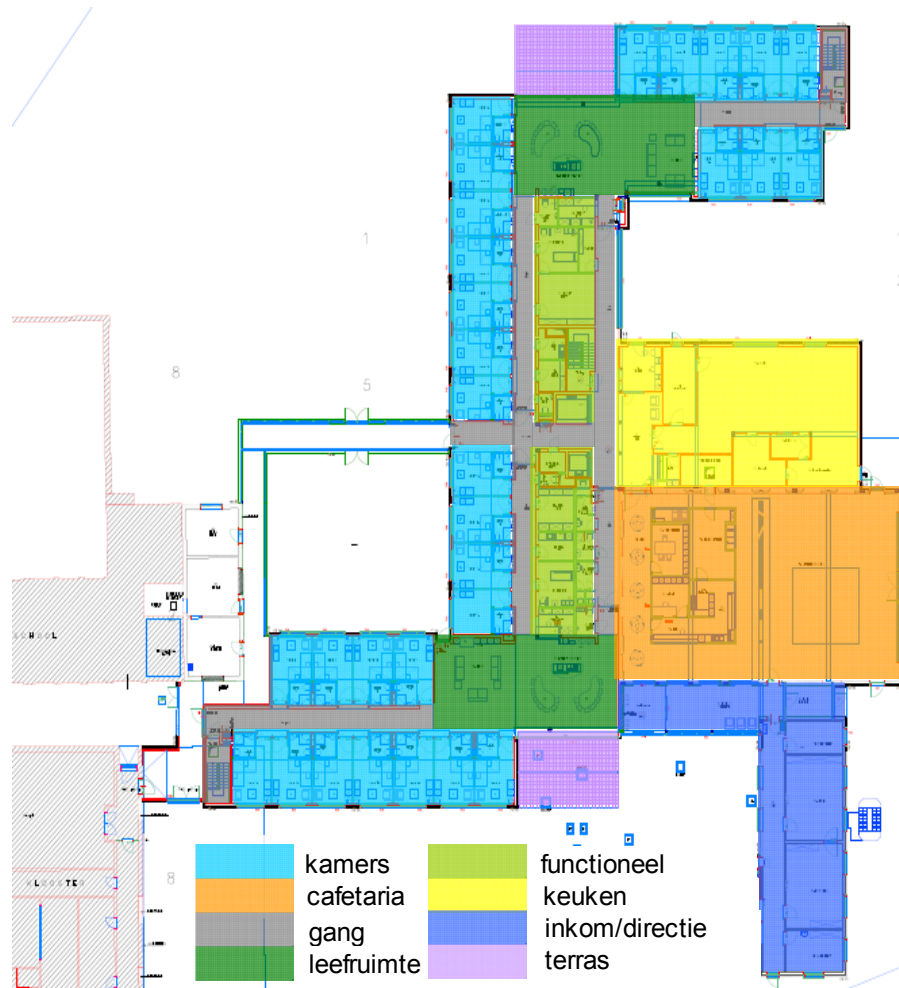
CASE 2: Woon – en zorgcentrum Sint Anna, Bulskamp

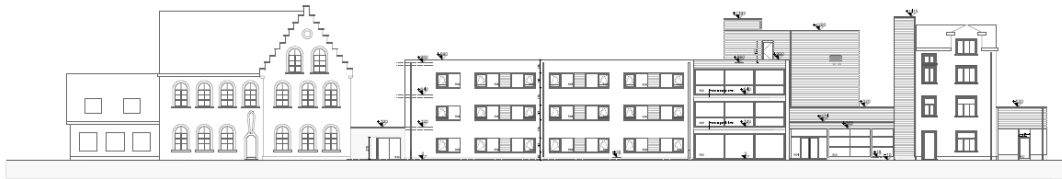
Ontwerp 1997, Uitvoering 2002-2005

FDA Architecten

1. Inplanting en overzicht functies

RVT bestaande uit drie lagen, deel kantoor, deel klassieke RVT. Daarnaast is er ook een grote cafetaria en keuken aanwezig.





Voorgevel Sint Anna Bulskamp

2. Kenmerkende cijfers

- Totaal volume 15600m³
- Vloeroppervlakte 4800m²
- K-peil kamers 41
- Aantal kamers 87

3. Opbouw geveldelen

Bij gebrek aan informatie over de werkelijke wand- en vloersamenstellingen werd uitgegaan van volgende opbouw:

Wandopbouw U= 0.47W/m ² K	Dakopbouw U= 0.45W/m ² K	Vloeropbouw U= 0.36W/m ² K
10cm buitenmetselwerk	Dakdichting	Afwerking tegels
6cm minerale wol	6cm minerale wol	PE-folie
18cm betonsteen	2cm hellingsbeton	4cm minerale wol
	32cm zwaar beton	10cm zwaar beton

Dubbele beglazing g = 0.5; geen zonwering aanwezig

4. Technieken

- Warm water: direct gasgestookt
 - 1 douche en lavabo per kamer, 2 baden per verdieping
- Verwarmingsinstallatie:
 - Warmteproductie binnen beschermd volume: dakstookplaats
 - 2 condenserende verwarmingsketels en 1 hoogrendementsketel
 - Radiatoren
- Geen actieve koeling
- Ventilatie-installatie:
 - Kamers (met gangen en leefruimtes) met inkom en directieblok, cafetaria en polyvalente ruimte.
 - Ventilatiesysteem D, pulsie gebeurt in de gang en leefruimtes, extractie in sanitaire cel kamers

Overzicht van de ventilatiegroepen

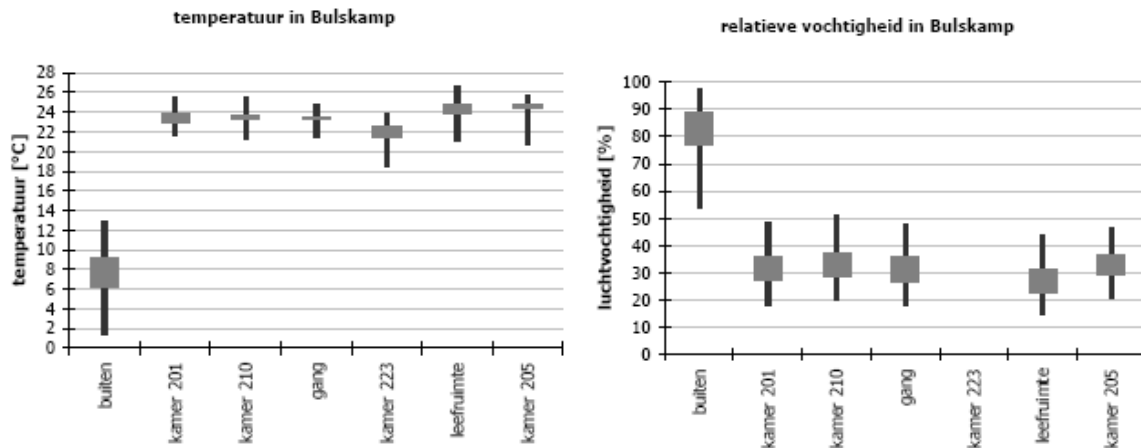
LG	Pulsie m ³ /h	Extractie m ³ /h	Warmterecuperatie
Kamers1	10000	10000	Heatpipe
Kamers2	9000	9000	Heatpipe
Cafetaria	5400	5400	Geen
Keuken	4800 + 3300	1500 + 6600 (vaatwas+dampkap)	Geen

5. Meetgegevens

5.1. Binnenklimaatmetingen

Binnenklimaatmetingen werden uitgevoerd van 14/11/2007 tot 06/12/2007. Alle ruimtes waarin werd gemeten zijn gelegen op de derde verdieping.

- RVT kamer 201 hoekkamer oriëntatie ONO NNW
- RVT kamer 205 oriëntatie ONO
- RVT kamer 210 oriëntatie WZW
- RVT kamer 223 oriëntatie WZW (grootste deel van de meetperiode niet bezet)
- Leefruimte oriëntatie WZW en ONO



5.2. Verbruiken

Elektriciteitsverbruik RVT Bulskamp [kWh]

		jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	totaal	per kamer
2006	dag	13639	15360	25133	17666	22333	21200	21933	23133	23467	23133	19733	22133	248863	2765
	nacht	10492	12880	18800	17466	22733	18600	24867	20000	18600	20600	15600	17933	218571	2429
2007	dag	27733	25312	22200	19667	20800	21267	20333	21467	20800	-	-	-	199579	2218
	nacht	24667	21692	20067	18400	19533	21000	17267	21667	17733	-	-	-	182026	2023

Gasverbruik RVT Bulskamp [kWh]

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	totaal			
2006	161185	150737	132335	80072	72775	44369	23427	36138	32132	58260	72699	92703	956832			
2007	92830	99247	101351	72439	58010	46918	38478	37971	43889	-	-	-	591133			
	1791	1675	1470	890	809	493	260	402	357	647	808	1030				
per jaar per kamer	10631			79736			886			372000			4133		39	
				65681			730									

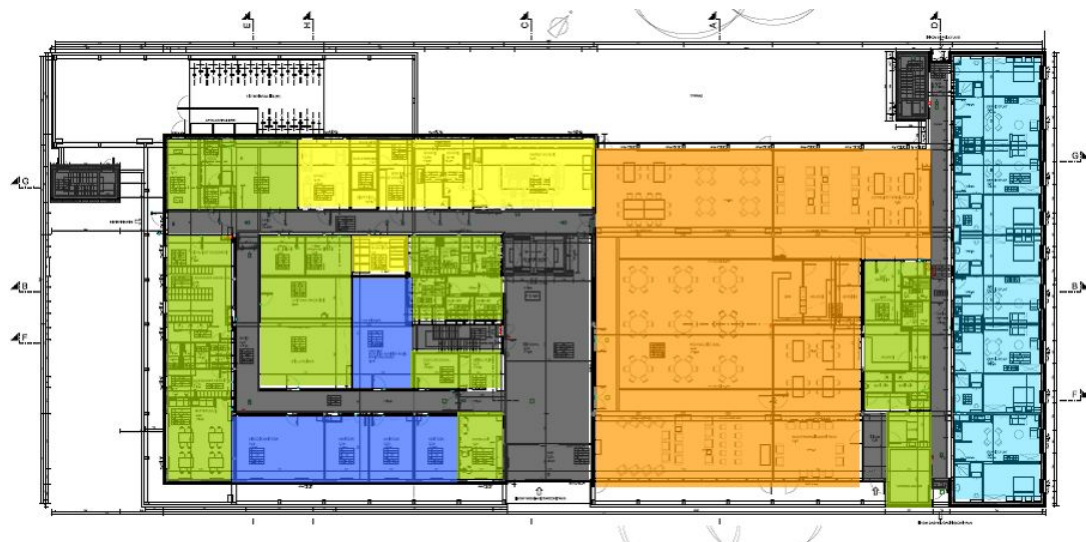
CASE 3: Woonzorgcentrum Gerkenberg, Bree

Architectenkantoor ARTE, Ingenieursbureau Stabo

1. Inplanting en overzicht functies

Het compacte gebouw is opgevat uit één volume van 3 bouwlagen met 2 binnenpatio's. De totale capaciteit van deze RVT is 91 bedden, die opgetrokken werden zonder subsidiëringstoelage van VIPA (Vlaams investeringsfonds voor persoonsgebonden aangelegenheden). Het gebouw is sinds januari 2007 in gebruik genomen.

Op de benedenverdieping vinden we een aantal algemene functies terug zoals kantoren, personeelgebonden ruimtes, de keuken en de cafetaria. Verder bevinden zich er 5 serviceflats met een aparte ingang. Op de bovenverdieping vinden we centraal de leefruimtes en rond de binnenpatio's de kamers.





2. Kenmerkende cijfers

- Totaal volume 21386 m³
- Totaal verliesoppervlakte 7927 m²
- Compactheid 2.7 m
- Vloeroppervlakte 5236 m² totaal, waarvan 3810 m² zone RVT met 1820m³ kamers
- K-peil 35
- Aantal kamers 91

3. Opbouw geveldelen

Wandopbouw U= 0.36W/m ² K	Wandopbouw U= 0.58W/m ² K	Dakopbouw U= 0.28W/m ² K	Vloeropbouw U= 0.28W/m ² K
Parement / Betonpanelen	Houten gevelbekleding	Pannen	20cm betonwelfsels + druk- en uitvullaag
8cm PUR	8cm MW	Onderdak	5cm PUR
Betonnen draagstructuur	Betonnen draagstructuur	15cm MW	Chape
Bepoistering	Bepoistering	Gipskarton	Afwerking

Thermische beglazing U=1.1W/m²K met aluminium schrijnwerk

4. Technieken

- Sanitair warm water:
 - Centrale warmwaterbereiding (CV) met circulatieleiding in kruipkelder (hoofdassen gebouw)
 - Geen douches op de kamers, 1 bad per +- 20 kamers

- Verwarmingsinstallatie:
 - Centrale stookplaats met condenserende ketel op aardgas
 - Vloerverwarming in de inkomhal, de cafetaria, het dagcentrum en de gemeenschappelijke ruimte van de serviceflats op het gelijkvloers. De andere ruimtes zijn voorzien van radiatoren.

- Ventilatie-installatie:
 - Ventilatiesysteem D, debieten berekend volgens minimale hygiënische debieten
 - Pulsie in de gang, extractie in sanitaire cellen kamers

- Topkoeling in gemeenschappelijke ruimtes

CASE 4: Rusthuis Sint-Remigius, Pittem

Ontwerp 1997, Uitvoering 2002-2005

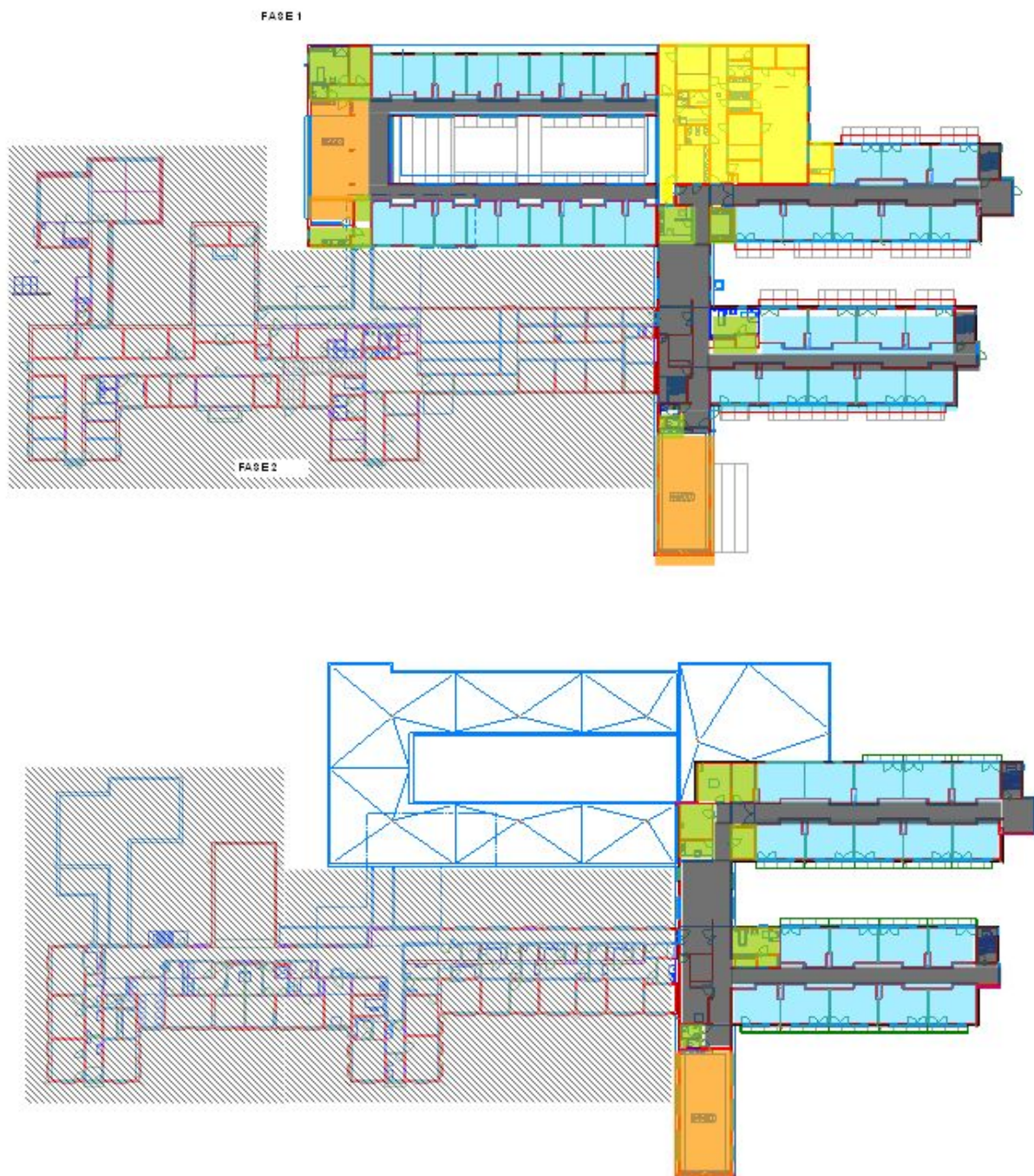
FDA Architecten

1. Inplanting en overzicht functies

Aan het bestaande rusthuis werd in een eerste fase een vleugel met 54 kamers en een keuken gebouwd. In de 2^{de} fase zal het oorspronkelijke gebouw gerenoveerd worden waarin zich de kantoren, personeelsgebonden ruimtes, cafetaria en enkele serviceflats bevinden. Voor dit project werd enkel het gedeelte nieuwbouw verder beschouwd (fase 1) wat in gebruik genomen is sinds 15 mei 2007.

Het gedeelte nieuwbouw bevat 6 eenheden van 8-10 kamers waarvan 2 voor dementerende en 4 voor somatische bewoners. Elk van deze eenheden heeft een gemeenschappelijke badkamer. Per 2 gangen is er een leefruimte voorzien.





2. Kenmerkende cijfers

- Totaal volume 12233 m³
- Totaal verliesoppervlakte 7014 m²
- Compactheid 1.7 m
- Vloeroppervlakte 2711 m² totaal, waarvan 2400m² zone RVT-kamers met 988 m² kamers
- K-peil 41

3. Opbouw geveldelen

Wandopbouw U= 0.60W/m ² K	Wandopbouw U= 0.46W/m ² K	Dakopbouw U= 0.28W/m ² K	Vloeropbouw U= 0.28W/m ² K
Houten gevelbekleding/ Gevelpannen	Gevelpleister	Pannen	20cm betonwelfsels + druk en uitvullaag
6cm MW	8cm EPS	Onderdak	5cm PUR
Snelbouwsteen	Snelbouwsteen	15cm MW	Chape
Bepoistering	Bepoistering	Gipskarton	Afwerking

Thermische beglazing U=1.1W/m²K met schrijnwerk uit PVC

4. Technieken

- Warm water: direct gasgestookte boiler
lavabo op elke kamer, 1 bad per gang
- Verwarmingsinstallatie:
Warmteproductie binnen beschermd volume: dakstookplaats
1 condenserende verwarmingsketel en 1 hoogrendementsketel
Radiatoren
- Geen actieve koeling
- Ventilatie-installatie:
Ventilatiesysteem D, pulsie gebeurt in de gang en leefruimtes, extractie in sanitaire cel kamers

Overzicht van de ventilatiegroepen

LG	Pulsie m ³ /h	Extractie m ³ /h	Warmterecuperatie
Kamers	7660	1636+2013+2810+545	Geen
Keuken	6870	5955+1810	Geen

CASE 5: Rusthuis Hoghe Cluyse, Hemiksem

in gebruik sinds midden 2005

Llox architecten en BOTEC

1. Inplanting en overzicht functies

Nieuwbouw van 75 kamers met kantoren voor OCMW.



2. Kenmerkende cijfers

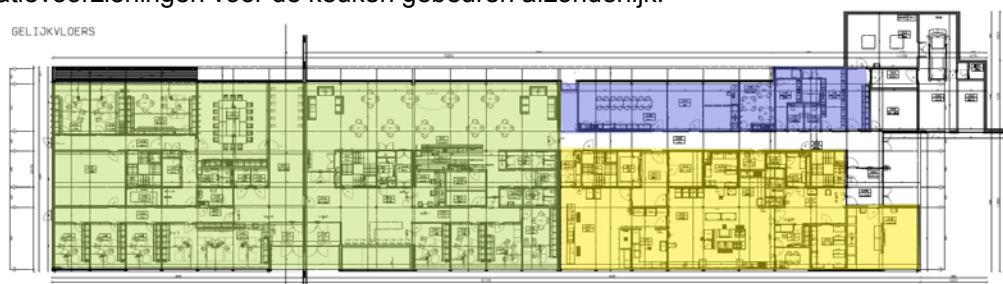
■	Totaal volume	16 257 m ³
■	Vloeroppervlakte	3140 m ²
■	K-peil	38
■	Aantal kamers	76

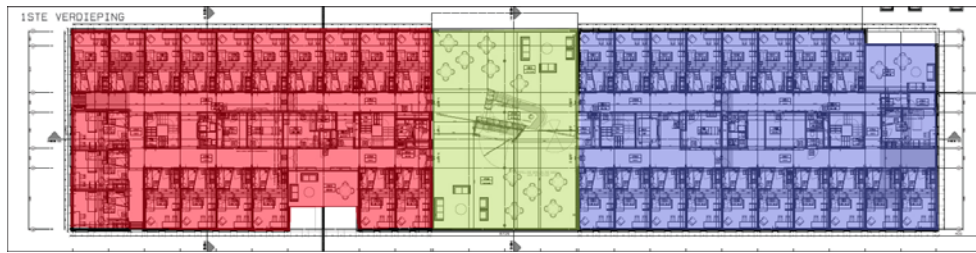
3. Opbouw geveldelen

Type	U-waarde W/(m ² K)	Opbouw
Gevel	0.42	9 cm metselwerk spouw 7 cm minerale wol 14 cm metselwerk
Dak	0.36	10 cm minerale wol 20 cm beton
Vloeropbouw	0.53	20 cm beton 4 cm PUR
Vensters		selectieve dubbele beglazing (U = 1.1 W/m ² K, g = 0.6) aluminium raamkaders (U = 2.8 W/m ² K)
Zonnewering		geen

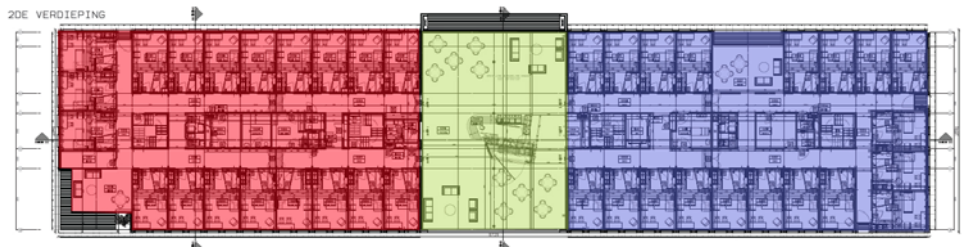
4. Technieken

- Sanitair warm water
 - 1 douche per kamer
 - productie binnen het beschermd volume
 - centrale warmwaterbereiding (CV)
 - zonneboiler met vlakke plaatcollectoren
- Verwarmingsinstallatie:
 - centrale stookplaats binnen beschermd volume
 - condenserende ketel op aardgas
 - radiatoren
- Geen actieve koeling
- Ventilatie-installatie:
 - systeem D met warmterecuperatie met glycolbatterij
 - natuurlijke toevoerventilatioeroosters boven de ramen
 - ventilatie-debiet pulsie 10 400 m³/h, extractie 12 875 m³/h
 - opdeling in ventilatiezones : in het gebouw zijn verschillende luchtgroepen aanwezig: één voor de kamers in de linkervleugel (rood), één voor de kamers in de rechtere vleugel samen met de kiné-ruimtes (blauw) en één voor de leefruimtes, cafetaria en kantoren van het OCMW. De ventilatievoorzieningen voor de keukens gebeuren afzonderlijk.





Ventilatiezones eerste verdieping



Ventilatiezones tweede verdieping

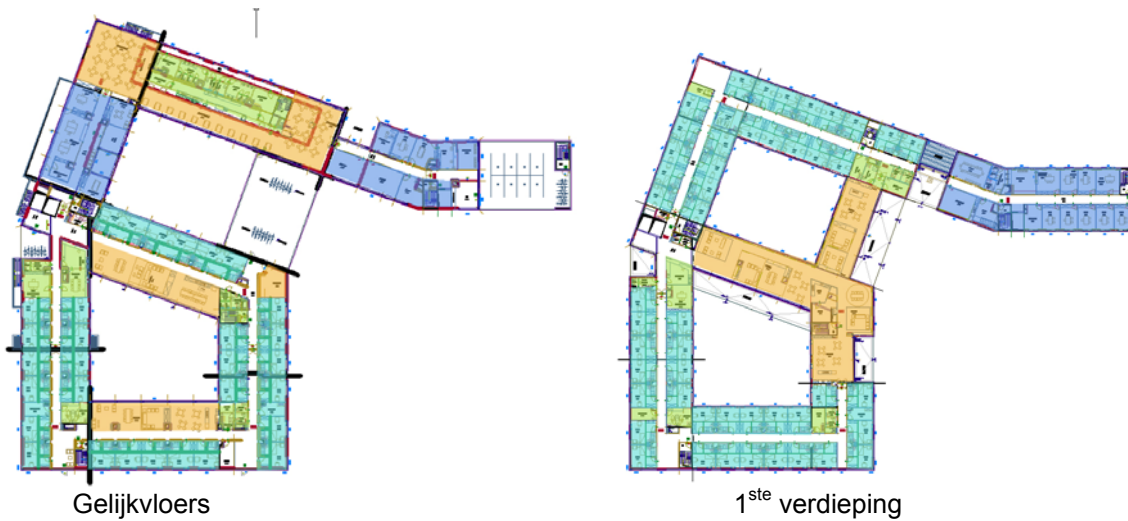
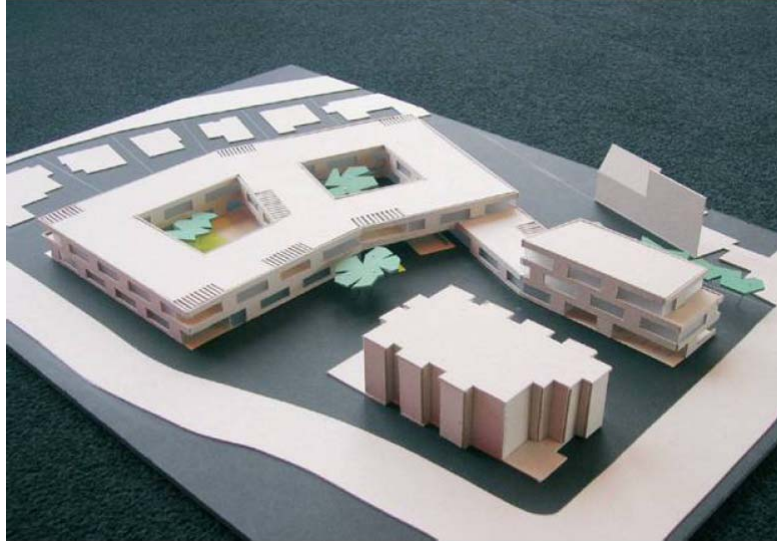
CASE 6: Woonzorgcentrum Sint Jozef, Lichtervelde

in ontwerp / aanbesteding

FDA architecten en Ingenium Ingenieursbureau

1. Inplanting en overzicht functies

Nieuwbouw van 78 rusthuiskamers met lokaal dienstencentrum.



2. Kenmerkende cijfers

■	Totaal volume	25 529 m ³
■	Vloeroppervlakte	4349 m ²
■	K-peil	43
■	Aantal kamers	78

3. Opbouw geveldelen

Type	U-waarde W/(m ² K)	Opbouw
Gevel	0.54	9 cm metselwerk spouw 5 cm minerale wol 14 cm metselwerk
Dak	0.36	10 cm minerale wol 20 cm beton
Vloeropbouw	0.40	20 cm beton 4 cm XPS
Vensters		selectieve dubbele beglazing (U = 1.1 W/m ² K, g = 0.6 of g=0.4 voor ramen zonder zonwering) raamkaders: U < 2.0 W/m ² K profielen vliesgevel: U < 2.8 W/m ² K
Zonnewering		- deel raam met vaste lamellen: g = 0.33 - deel raam met een beweegbaar doek: g = 0.35

4. Technieken

- Sanitair warm water
 - 1 douche per kamer
 - productie binnen het beschermd volume
 - indirect gasgestookt condensatieketel
 - zonneboiler met vacuumbuiscollectoren (42m²)
 - totaal lengte leidingen: 1115 m
- Verwarmingsinstallatie:
 - centrale stookplaats binnen beschermd volume
 - condenserende ketel op aardgas
 - kamers: radiatoren
 - leefruimtes: radiatoren / vloerverwarming
 - polyvalente zaal: lucht
- Geen actieve koeling, passieve koeling met grondluchtwarmtewisselaar (10 grondbuizen)
- Ventilatie-installatie:
 - systeem D met warmterecuperatie via kruisstroomwarmtewisselaar
 - natuurlijke toevoerventilatieroosters boven de ramen
 - ventilatie-debiet pulsie 15025 m³/h, extractie 15025 m³/h
- Verlichting
 - 10.4 W/m² in de kamers

WP 2: Opstellen van het rekenmodel

De huidige rekenprocedures binnen de energieprestatieregelgeving houden te weinig rekening met het specifieke karakter van rusthuizen. Zowel binnen de categorie woongebouwen als binnen de categorie kantoren/scholen schiet de methodologie tekort. Daarom is in dit werkpakket op basis van de analyse van de 6 testcases nagegaan op welke punten deze tekortkomingen zich situeren en hoe deze weggewerkt kunnen worden. De geïnventariseerde knelpunten zijn:

- De gehanteerde binnentemperatuur
- Het energieverbruik voor ventilatie
- De toegepaste interne winsten
- Het energieverbruik voor sanitair warm water
- Criteria voor zomercomfort / oververhitting en koeling
- Het energieverbruik voor verlichting

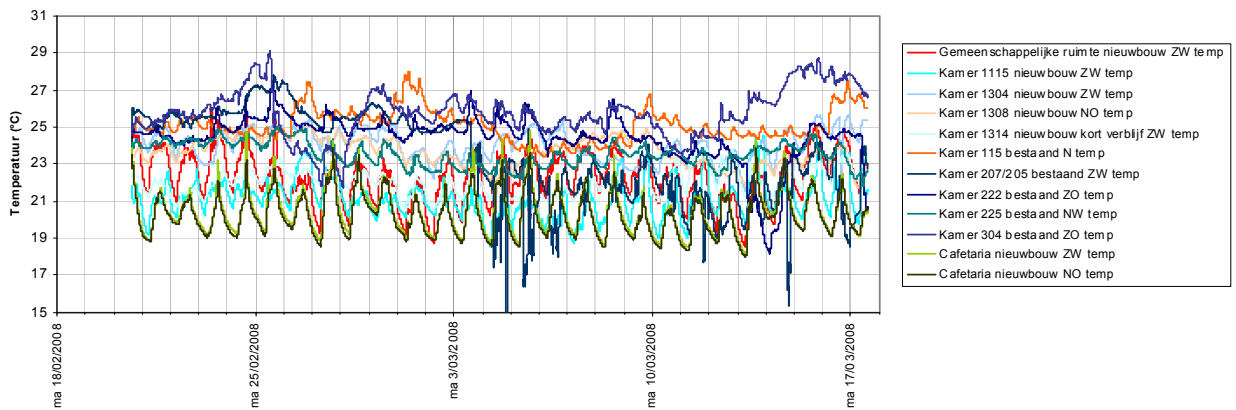
Per knelpunt worden in de volgende paragrafen aangepaste uitgangspunten en verbeterde rekenalgoritmes geformuleerd om de rekenprocedures in overeenstemming te brengen met de eigenheid van rusthuizen. Daarbij worden zoveel mogelijk elementen van de bestaande EPW- en EPU-methodes gebruikt om te vermijden dat een volledig losstaande rekenmethode voor de zorgsector het eindresultaat zou zijn. Na aanpassen van de rekenmodules wordt dan het referentieverbruik voor rusthuizen bepaald. Hiermee is het referentiepeil E100 vastgelegd en kunnen meer energiezuinige concepten in deze eenheid uitgedrukt worden. Op het einde van dit werkpakket wordt het nieuwe rekenmodel toegepast op de zes cases zoals ze gerealiseerd zijn.

2.1. Binnentemperatuur

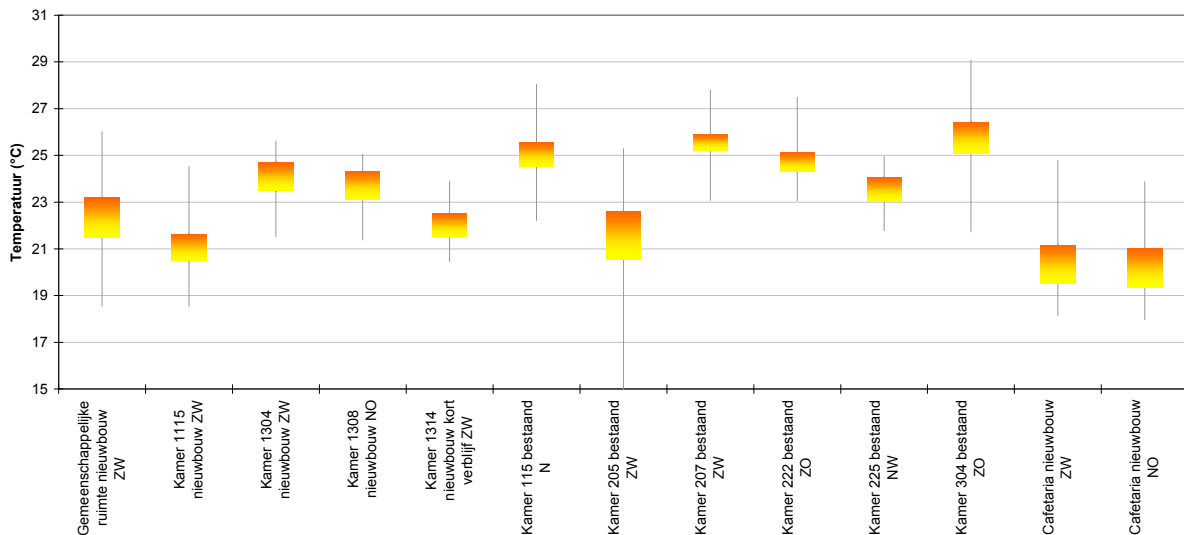
De aanname voor de gemiddelde binnentemperatuur (toegepast zowel in EPW als EPU voor de berekening van de ventilatieverliezen en transmissieverliezen) is gebaseerd op een dag- en nachtzone en een afwisseling tussen dag- en nachregime van de verwarmingsinstallatie. In rusthuizen is er echter een nagenoeg continue bezettingsgraad en een minder tijdsafhankelijk gebruik. Samen met het specifiek gewenst thermisch comfort voor bejaarden, zal dit de gemiddelde binnentemperatuur sterk doen afwijken van de aannames binnen de huidige EPB-rekenprocedures. Eind 2007 zijn binnen het kader van een eindwerk binnenklimaatmetingen uitgevoerd in het 'Woon- en zorgcentrum Sint-Anna, Bulskamp' (zie WP1, case 2). Deze wezen op een gemiddelde binnentemperatuur van $\pm 23^{\circ}\text{C}$. Binnen het project zijn binnenklimaatmetingen uitgevoerd in het 'Woon- en zorghuis Ten Kerselaere, Heist-op-den-Berg'. De resultaten hiervan zijn terug te vinden in WP1, case 1. Ook hier ligt de gemiddelde binnentemperatuur rond de 23°C . Aanvullend zijn ook detailmetingen uitgevoerd in 'Home Vogelzang' te Heverlee. Dit rusthuis is niet opgenomen als case in het project, maar werd geselecteerd om binnentemperatuurmetingen uit te voeren omdat het rusthuis een ouder deel en een nieuwbouw omvat. De metingen werden uitgevoerd in de loop van februari en maart 2008 in 9 kamers, het cafetaria en de leefruimte. Onderstaande figuur geeft de opgemeten temperaturen weer. Voor de kamers die in gebruik zijn schommelt de binnentemperatuur tussen de 23 en 27°C . Voor de kamers in het oude gedeelte ligt de gemiddelde binnentemperatuur op $\pm 25^{\circ}\text{C}$. De kamers in de nieuwbouw hebben een gemiddelde binnentemperatuur van $\pm 23^{\circ}\text{C}$. Enkel de gemeenschappelijke ruimten (cafetaria, leefruimte) vertonen een duidelijke nachtverlaging (dagschema).



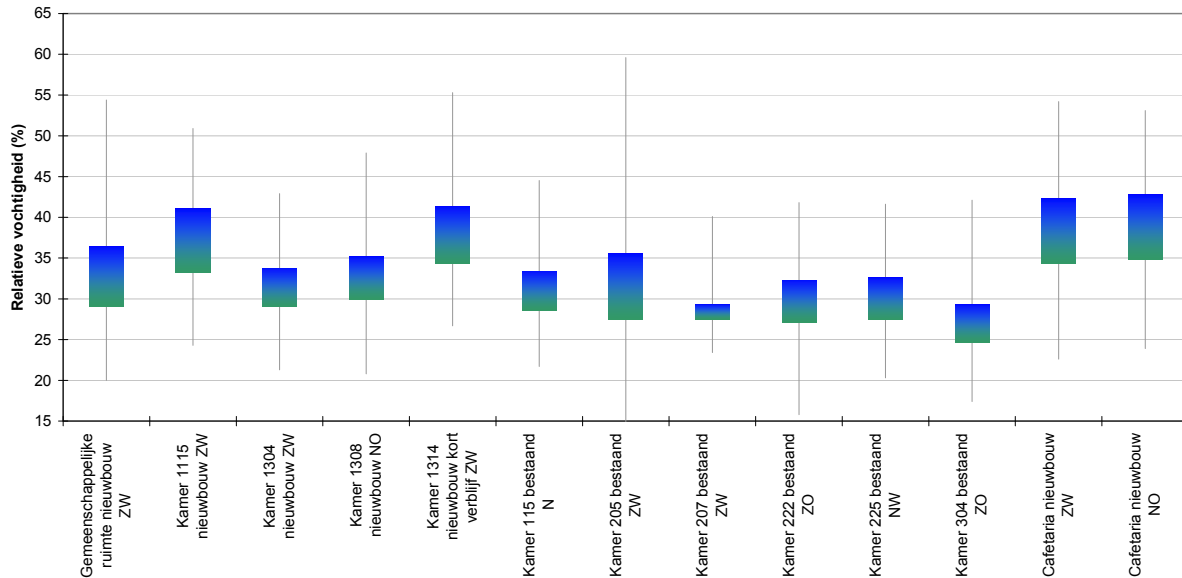
'Home Vogelzang', Heverlee. Links: oude gedeelte, rechts: nieuwbouw



Opgemeten temperaturen in 'Home Vogelzang', Heverlee (februari- maart 2008)



Boxplot van de opgemeten temperaturen in 'Home Vogelzang', Heverlee (februari- maart 2008, 25-75% percentiel met aanduiding minima en maxima)



Boxplot van de opgemeten relatieve vochtigheid in 'Home Vogelzang', Heverlee (februari- maart 2008; 25-75% percentiel met aanduiding van minima en maxima)

Op basis van de metingen is het duidelijk dat omwille van de nagenoeg continue bezetting en het specifiek gewenst thermisch comfort de gemiddelde binnentemperatuur zich situeert rond de 23°C, wat aanzienlijk hoger is dan de 18° en 19°C die gehanteerd worden binnen EPW en EPU. Doordat de aanname van de binnentemperatuur zowel in de teller als de noemer van de E-peil berekening terugkomt, heeft een aanpassing van de binnentemperatuur niet direct een weerslag op het bekomen E-peil. Toch wordt er geopteerd om de gemiddelde binnentemperatuur voor de kamers en gangen op te trekken naar 23°C. Op die manier worden de berekende geleidings- en ventilatieverliezen immers correcter ingeschat. Voor de gemeenschappelijke ruimten lijkt de aanname van 19°C wel een goede weergave van de werkelijkheid.

2.2. Ventilatie

De huidige rekenprocedures binnen de energieprestatieregelgeving houden te weinig rekening met het specifieke karakter van rusthuizen. Zowel binnen de categorie woongebouwen als binnen de categorie kantoren schiet de methodologie tekort. Het onderzoek naar rekenmodellen voor ventilatie omvat twee aspecten:

1. nagaan op welke manier de binnenklimaatseisen in EPB moeten geïnterpreteerd worden met betrekking tot rust- en verzorgingstehuizen (minimaal vereiste debieten). De EPB-methodiek stelt een 'energiebudget' ter beschikking voor de realisatie van de minimaal vereiste debieten. De keuze van de minimum debieten hebben dus een belangrijke invloed op het berekende energieprestatiepeil.
2. een aangepaste rekenmethode opstellen om het warmteverlies door bewuste ventilatie te bepalen.

2.2.1. BINNENKLIMAATSEIS

Bij de invoering van de EPB-regelgeving golden voor rusthuizen de eisen voor woongebouwen en moesten de ventilatievoorzieningen voldoen aan de norm NBN-D50-001. Sinds 2007 worden rusthuizen in de energieprestatieregelgeving beschouwd als gebouwen met een andere

specifieke bestemming (ASB). De ventilatievoorzieningen moeten in overeenstemming zijn met bijlage VI (voor niet-residentiële gebouwen).

Hier gaan we na op welke manier de eisen van bijlage VI geïnterpreteerd moeten worden, en in hoeverre de eisen overeenstemmen met de gehanteerde richtwaarden in NBN-D50-001, en in internationale normen.

2.2.1.1. Eisen volgens EPB-bijlage VI

Bij de dimensionering van ventilatiesystemen volgens bijlage VI mag het ontwerpdebiet niet kleiner zijn dan het minimum debiet overeenkomend met binnenluchtklasse IDA3, gedefinieerd in NBN EN 13799. Het minimum vereiste debiet is bijgevolg 22 m³/h per persoon. Dit minimumdebiet moet gerealiseerd worden met buitenlucht.

Het te realiseren ontwerpdebiet voor een RVT-kamer hangt verder af van de ontwerpbezetting die de ontwerper in rekening brengt, en die niet kleiner mag zijn dan de ontwerpbezetting bepaald volgens de richtlijnen van Bijlage VI, Tabel 1. Deze tabel bevat volgende te hanteren waarden voor de bepaling van de ontwerpbezetting in de gezondheidszorg (m² vloeroppervlakte per persoon):

Gezondheidszorg	
ziekenzaal	10
behandeling- en onderzoekskamers	5
operatie- en verloskamers, ontwaakzaal en intensieve zorgen, kinesitherapiezaal, fysiotherapie	5

De tabel biedt geen duidelijkheid over de aan te houden ontwerpbezetting voor een kamer in een rust- en verzorgingstehuis. Deze kan ingedeeld worden onder de categorie 'ziekenzaal' of 'behandelingskamer'. Het minimaal vereiste ontwerpdebiet hangt dus van volgende factoren af:

- de gekozen ontwerpbezetting volgens Bijlage VI, Tabel 1: 5 of 10 m²/persoon.
- de afmetingen van de kamer. Voor een erkenning als rusthuis moet een éénpersoonskamer minimum 12 m² groot zijn (exclusief sanitair). Voor subsidiëring door VIPA moet een éénpersoonskamer minimum 25 m² groot zijn (inclusief sanitair). Rekening houdend met courante afmetingen van een sanitaire ruimte, zal het kameroppervlak dus minimaal 20 m² bedragen.

Voor de bepaling van het vereiste extractiedebiet in de sanitaire cel biedt Bijlage VI weinig informatie. Voor toiletten moet minimaal 25 m³/h per WC gerekend worden, of 15 m³/h per m² vloeroppervlakte indien het aantal toiletten niet gekend is.

Uitgaande van deze gegevens leidt de toepassing van EPB-Bijlage VI tot volgende debieteisen voor een éénpersoonskamer (roken niet toegelaten):

Categorie	'ziekenzaal'	'behandelkamer'	sanitair
Vloeroppervlak per persoon	10 m ²	5 m ²	
Ontwerpbezetting voor kamer > 20 m ² (afgerond naar boven)	3 personen	5 personen	
Specifiek minimumdebiet	22 m ³ /h/persoon	22 m ³ /h/persoon	15 m ³ /h/m ²
Minimumdebiet Bijlage VI	66 m ³ /h	110 m ³ /h	75 m ³ /h (sanitair 5 m ²)

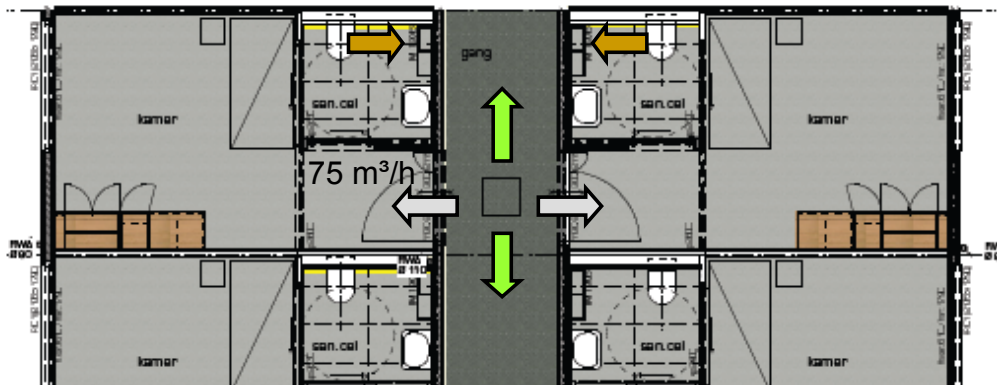
2.2.1.2. Vergelijking met case-studies

In de meerderheid van de onderzochte rusthuizen komt volgende configuratie van het ventilatiesysteem voor (Bree, Bulskamp, Heist-op-den-Berg, Pittem):

- Systeem D (mechanische toe- en afvoer)
- Pulsie in gangen en leefruimtes, doorstroom naar kamers, extractie in sanitaire cel van kamers
- Ontwerpdebieten: 75 m³/h per kamer.

Met dit concept realiseert men een onderdruk in de kamers, zodat de verspreiding van geuren en pollutanten vanuit de kamers naar de rest van het gebouw onder controle kan gehouden worden. Het nadeel van het concept is dat de kamer niet rechtstreeks geventileerd wordt met buitenlucht, waardoor de verspreiding van geuren en pollutanten vanuit gangen en leefruimtes naar de kamers kan optreden.

Het ontwerpdebiet van 75 m³/h is allicht het gevolg van toepassing van de norm NBN-D50-001 voor leefruimtes (zie verder), maar voldoet ook aan de minimumeisen volgens bijlage VI, voor zover de functie van verblijfskamer in een RVT kan gelijkgesteld worden aan die van 'ziekenzaal'.



Voorbeeld typisch ventilatieconcept in case-studies (Heist-op-den Berg):
mechanische pulsie in gangen, extractie in kamers

2.2.1.3. Vergelijking met andere normen

De minimum debietseisen volgens EPB-Bijlage VI worden hier vergeleken met de eisen opgenomen in de volgende normen:

- NBN D50-001: Ventilatie voor woongebouwen (1991)
- NEN 2916: Energieprestatie van utiliteitsgebouwen - bepalingsmethode (2004)
- ASHRAE Standard 62.1: Ventilation for acceptable indoor air quality (2004)

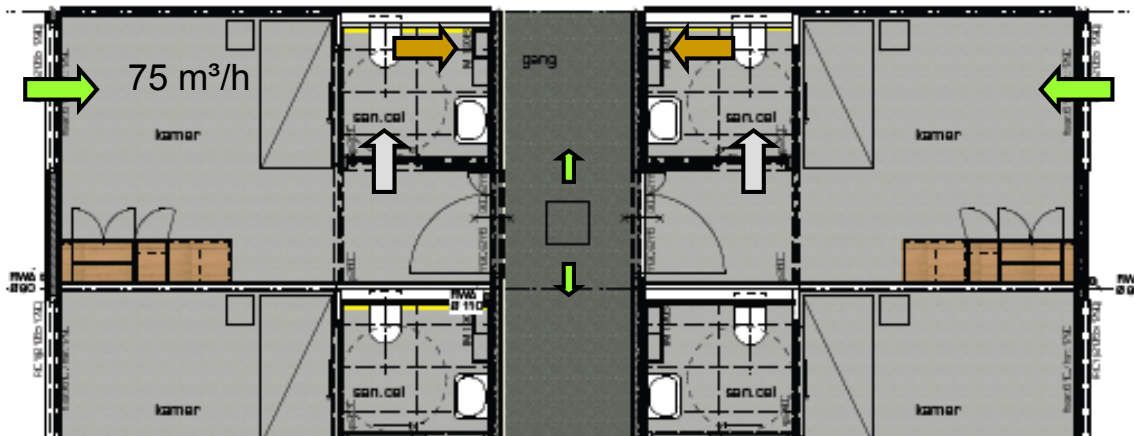
Bron	Eis	Minimaal vereist buitenlucht-debiet in kamer > 20 m ²
EPB Bijlage VI 'ziekenzaal'	min. 22 m ³ /h per persoon 10 m ² /persoon	> 66 m ³ /h ontwerpbezetting 3 personen
EPB Bijlage VI 'behandelkamer'	min. 22 m ³ /h per persoon 5 m ² /persoon	> 110 m ³ /h ontwerpbezetting 5 personen
NBN D50-001 'woonkamer'	3.6 m ³ /h/m ² minimaal 75 m ³ /h	> 75 m ³ /h
NBN D50-001 'slaapkamer'	3.6 m ³ /h/m ² minimaal 25 m ³ /h	> 72 m ³ /h
NEN 2916 'gezondheidszorg functie klinisch'	2.4 l/s/m ² verblijfsgebied	> 173 m ³ /h
ASHRAE 62.1 'patient room'	13 l/s/person 10 m ² /person	> 140 m ³ /h ontwerpbezetting 3 personen

De vergelijking toont aan dat de minimumeisen volgens bijlage VI voor 'ziekenzalen' het laagst zijn in vergelijking met de andere normen. Buitenlandse normen eisen minstens het dubbele, en

voorzien in de bepaling van de energieprestatie ook het energiebudget om de hoge eisen op het vlak van ventilatie te kunnen realiseren (NEN 2916).

Een typische eis voor het ontwerpdebiet voor extractie van sanitaire cellen is 50 m³/h (NBN D50-001).

2.2.1.4. Voorgestelde eis en configuratie



Voorgestelde ventilatie-eisen en configuratie, toegepast op RVT Heist-op-den-Berg

De dimensionering van ventilatiesystemen volgens Bijlage VI (categorie 'ziekenzaal') leidt tot lage minimale ontwerpdebieten in vergelijking met buitenlandse eisen, en in vergelijking met de courante ontwerppraktijk. Bij de uitwerking van een EPB-berekening voor RVT's willen we energiebudget beschikbaar maken om hogere debieten dan de minimale eisen volgens Bijlage VI te kunnen realiseren. We stellen voor om aan te sluiten bij de courante praktijk en het minimaal ontwerpdebiet voor een éénpersoonskamer vast te leggen op 75 m³/h. Dit debiet moet in de kamer gerealiseerd worden met buitenlucht (via regelbaar toevoerrooster of mechanische toevoer). Hetzelfde debiet moet doorstromen naar de sanitaire cel van de kamer en daar afgevoerd worden.

2.2.2. REKENMETHODE WARMTEVERLIES DOOR VENTILATIE

2.2.2.1. Bestaande methodes EPB

In de berekeningsmethode voor woningen berekent men het specifiek warmteverlies door infiltratie en ventilatie als volgt (EPB-besluit, Bijlage 1):

$$H_{V,heat,secl} = 0.34 \left[\dot{V}_{in/exfilt,heat,secl} + r_{preh,heat,secl} \dot{V}_{dedic,secl} + \dot{V}_{over,secl} \right]$$

Het bewuste ventilatiedebiet \dot{V}_{dedic} wordt bepaald op basis van het EPW-volume.

$$\dot{V}_{dedic,secl} = [0.2 + 0.5 \exp(-V_{EPW} / 500)] \cdot m_{secl} \cdot V_{secl}$$

De term tussen haakjes staat voor het in rekening gebrachte ventilatievoud van het gebouw. Bij grote EPW-volumes, zoals bij rusthuizen en andere collectieve woningbouw (internaten, kazernes,...), benadert deze term de waarde 0.2/h. Dit leidt tot een sterke onderschatting van de werkelijke ventilatievouden.

In de berekeningsmethode voor utiliteitsbouw gebeurt de berekeningsmethode van het warmteverlies door infiltratie en ventilatie op basis van het ontwerptoevoerdebiet aan buitenlucht in een specifiek ontwerp (EPB-besluit, bijlage 2):

$$H_{V,heat,secl} = 0.34 \left[\dot{V}_{in/exfilt,heat,secl} + r_{preh,heat,secl} \sum_j f_{vent,heat,j} \times \dot{V}_{supply,secl,j} \right]$$

De tijdsfractie waarbij de ventilatie gebruikt wordt is bepaald door de factor $f_{vent,heat}$. Men gaat hierbij uit van een conventionele, projectonafhankelijke waarde, die voor scholen en kantoren 0.3 bedraagt. Dit komt overeen met een gebruik van de ventilatie gedurende 50 uur per week. De conventionele waarde is onafhankelijk van de typologie van het ventilatiesysteem (natuurlijk of mechanisch), wat in feite niet correct is. In tegenstelling tot gebalanceerde mechanische ventilatie die buiten de gebruiksuren kan uitgeschakeld worden, heeft natuurlijke ventilatie een permanente invloed op het warmteverlies.

Het is echter duidelijk dat de conventionele waarde van 0.3 niet representatief is voor rusthuizen, waar de ventilatie in de kamers permanent in gebruik hoort te zijn. De verschillen tussen de huidige EPB-benadering voor de bepaling van het warmteverlies en de werkelijke verliezen, worden verduidelijkt in onderstaande tabel, uitgaande van het ontwerpdebiet van een representatieve kamer. De EPB-benadering leidt tot een onderschatting van het werkelijk warmteverlies ten gevolge van ventilatie met een factor 3.

Ontwerpdebiet V_{supply}	EPW: V_{dedic}	EPU: $f_{vent} \times V_{supply}$
75 m ³ /h	18 à 27 m ³ /h afhankelijk van volume en m-factor	22.5 m ³ /h

2.2.2.2. Nederlandse methode NEN 2916

In de Nederlandse EPU-methode kan het in rekening te brengen debiet voor de bepaling van het warmteverlies meer genuanceerd en projectspecifiek bepaald worden. Twee elementen dragen hierin bij:

- De waarde voor de conventionele tijdsfractie dat de ventilatie in gebruik is f_{vent} wordt vastgelegd voor een brede waaier aan gebouwfuncties. Voor een klinische gezondheidszorgfunctie geldt: $f_{vent} = 0.8$.
- De berekeningsmethode biedt de mogelijkheid om het effect van een debietsregeling of recirculatie op het warmteverlies in rekening te brengen (toerentalgeregelde ventilator, mengkleppen,...).

Dit leidt tot een onderscheid tussen het debiet van de te verwarmen verse lucht in de winter $u_{v,verw}$ (l/s/m²), en van de lucht in een periode met koelbehoefte $u_{v,koel}$ (l/s/m²):

$$u_{v,verw} = u_{v,inf} + f_{v,sec} \times ((1 - \eta_{mtw}) \times u_{v,m,e} + u_{v,n})$$

$$u_{v,koel} = f_{v,sec} \times (u_{v,n,koel} + u_{v,m})$$

Hierin is $u_{v,m,e}$ het debiet van de te verwarmen verse lucht door mechanische ventilatie. Deze hangt af van de maximale tovoercapaciteit door mechanische ventilatie $u_{v,m}$ via een factor voor voorzieningen voor terugregeling f_{regel} :

$$u_{v,m,e} = f_{regel,v} \times u_{v,m}$$

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 Vlaamse EPB-regelgeving rekent men voor dergelijke systemen ook in winteromstandigheden met de maximale ontwerpcapaciteit, wat tot een overschatting van het warmteverlies leidt.

2.2.2.3. Voorgestelde aanpak

Aangezien we binnen de berekeningsmethode voor rusthuizen zo dicht mogelijk willen blijven aanleunen bij de bestaande EPB-methode, hanteren we de berekeningsmethode zoals gedefiniëerd in EPU:

$$H_{V,heat,sec i} = 0.34 \left[\dot{V}_{in/exfilt,heat,sec i} + r_{preh,heat,sec i} \sum_j f_{vent,heat,j} \times \dot{V}_{supply,sec i,j} \right]$$

Om het warmteverlies door ventilatie correct te kunnen inrekenen kan het RVT-project onderverdeeld worden in 2 ventilatiezones (in zoverre ook in de installaties die opdeling gebeurt):

- Ventilatiezone voor kamers en ruimtes bediend door hetzelfde ventilatiesysteem van de kamers (typisch de leefruimtes binnen het RVT-project). Voor deze ventilatiezone gaan we ervan uit dat de ventilatie permanent gebeurt met rekenwaarde $f_{vent} = 1.0$
- Ventilatiezone voor secundaire functies binnen het RVT-project (cafeteria, keuken, kinekamers,...) in zoverre deze beschikken over een ventilatiesysteem dat onafhankelijk werkt van dat van de kamers. Hier wordt gerekend met de conventionele tijdsfractie die ook voor kantoren en scholen geldt: $f_{vent} = 0.3$.

Een verdere verbetering van de EPB-methode voor utiliteitsbouw is de aanpassing naar voorbeeld van de Nederlandse methode. Dit laat toe onderscheid te maken tussen de debieten in een periode met verwarmingsbehoefte en met koelbehoefte. Binnen de voorliggende studie werd deze aanpak echter nog niet toegepast.

2.3. Interne warmtewinsten

Zowel binnen EPW als EPU zijn de interne winsten vastgelegd op basis van het gebouwspecifieke gebruik van apparatuur, bezettingsgraad,... Op basis van de gegevens uit de audits werden deze aannames vertaald naar de specifieke situatie in rusthuizen om zo tot een waarheidsgetrouwe situatie te komen.

De interne warmtewinsten omvatten metabolische warmte van personen en de afgegeven warmte van verlichtingstoestellen, ventilatoren en andere apparatuur. Enkel de metabolische warmte van personen en afgegeven warmte van toestellen worden aangepast ten opzichte van de EPU- en EPW methode.

2.3.1. KAMERS

Interne warmtewinsten door mensen

De warmte afgegeven door mensen is afhankelijk van hun activiteit. Iemand die slaapt produceert 85 W (metabolisme 0.8 met, 90 % voelbare warmte), iemand die zit 105 W (metabolisme 1.0 met, 90 % voelbare warmte). 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. We nemen daarom aan dat de bezetting van een kamer overdag gemiddeld 1.5 persoon bedraagt. De bezetting is 7 dagen op 7 waarbij dag en nacht allebei 12 uur duren.

Dat levert afgerond een interne warmtelast van personen van 110 W voelbare warmte/kamer op.

Interne warmtewinsten door apparatuur

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.

Dat levert daggemiddeld 80 W/kamer op aan interne winsten door apparatuur.

2.3.2. LEEFRUIMTES

De leefruimtes worden enkel overdag gebruikt (12 uur). Hierbij wordt met een bezetting gerekend van 4 m²/persoon met 100 W/persoon (zittende personen). De interne warmtelast van apparatuur bedraagt 2 W/m².

2.3.3. REKENMETHODE

We stellen voor om de interne warmtelasten van apparatuur en personen te berekenen op het niveau van de ruimtes in tegenstelling tot de EPU en EPW-methode waar dit op het niveau van de ventilatiezone gebeurt. Dat houdt in dat aan de hand van het type ruimte (rusthuiskamer, leefruimte, verpleeglokaal e.d.) en de oppervlakte, het aantal personen gekend is en zo de interne warmtewinsten voor personen. Een ruimtetype wordt ook gekarakteriseerd door een interne warmtelast van apparatuur/m² of per ruimte. Deze aanpak wordt verkozen boven die op ventilatiezonenniveau om geen aannames te hoeven maken over de verhouding van de verschillende functies t.o.v. het geheel. In het ene rusthuis zitten er in een ventilatiezone rusthuiskamers en leefruimtes, in het andere rusthuis enkel rusthuiskamers. Dat levert uiteraard andere interne warmtewinsten op. Bijlage A bevat een voorstel voor rekenmethodiek van de interne warmtewinsten.

2.4. Bereiding sanitair warm water

Doordat rusthuizen meestal gebruik maken van een kringleiding voor sanitair warm water loopt het energieverbruik van deze post op. Dit zorgt bij invoering in EPW voor een onredelijke stijging van het E-peil. In de EPU-rekenmethode wordt daarentegen met deze post geen rekening gehouden wegens het beperkt gebruik van warm water in kantoren. Om enerzijds de energiepost voor bereiding, circulatie en gebruik van sanitair warm water in rusthuizen correct in te rekenen, en anderzijds energiebesparende aanpassingen op deze post aan te moedigen, wordt voorgesteld om een extra budgetterm in het referentieverbruik (noemer van E-peil berekening) te voorzien. Deze term voorziet in een energieverbruik voor sanitair warm water uitgedrukt per kamer, waarbij is uitgegaan van een referentiesituatie met een standaardlengte van de circulatieleiding, geïsoleerd met een standaard isolatiedikte (~BBT 7-11 W/m in (on)verwarmde ruimten). In de teller kan men dan beter doen door zowel op de lengte als op de isolatiedikte in te grijpen.

De netto energiebehoefte werd bepaald op 25l/dag, per kamer. Ter vereenvoudiging van het ingeven van de circulatieleiding, kan men voor de aansluitleidingen de maximale leidinglengte m.b.t. legionellaregelgeving als standaardwaarde nemen, nl. maximaal 5 meter of een inhoud van 3 liter. De kringleiding zelf moet worden ingegeven als de som van alle horizontale leidingen (in de onderzochte cases vaak in de kruipruimte onder het gebouw) én alle verticale delen (meestal in schachten). In de huidige rekenmethodiek voor kringleidingen worden enkel baden/douches en gootstenen aanzien als tappunt. Deze redenering doortrekkend zou men bij RVT's zonder douche op de kamer de circulatieleidingen die enkel in sanitair warm water voor de lavabo's op de kamers voorzien, niet moeten ingeven. Een sterk gereduceerde kringleiding voor de (collectieve) badkamers zou zo schijnbaar tot een zeer laag verbruik leiden terwijl in werkelijkheid elke kamer bediend wordt. Om dit te vermijden is er voor gekozen om sowieso per kamer 1 tappunt te voorzien (zowel bij een situatie met enkel lavabo als bij een situatie met combinatie van lavabo en douche op de kamer) en hieraan het verbruik per persoon toe te kennen. Daardoor is het onmogelijk dat aparte deelkringen niet ingegeven worden en hun leidingsverlies niet beschouwd wordt.

De vergelijking tussen collectieve en plaatselijke opwekking leert dat men hierdoor sterk kan besparen op de leidingsverliezen en dus op het totale energieverbruik. Stapt men daarbij over naar elektriciteit met een hoger rendement gaat deze winst verloren door het inrekenen van de primaire energiefactor.

Alhoewel men kan verwachten dat door het belang van de kringleiding bij rusthuizen nieuwe technieken hun opgang zullen maken, moeten veel van deze systemen momenteel hun toepassing in de praktijk nog bewijzen. Zo is bijvoorbeeld een pijp-in-pijp systeem moeilijk inzetbaar bij circulatieleidingen omdat er geen aftakkingen op een dergelijk systeem kunnen voorzien worden. Voorlopig zijn deze systemen nog niet mee opgenomen.

2.5. **Mechanische koeling en oververhitting**

Opnieuw beantwoorden de huidige rekenprocedures niet aan de situatie in rusthuizen:

- 1) in EPW wordt de oververhitting bepaald per energiesector, en wordt mechanische koeling forfaitair ingerekend met een slechte ;
- 2) in EPU wordt oververhitting in rekening gebracht via een fictieve koelterm, en wordt met mechanische koeling ingerekend met een rudimentaire bepaling van de prestatiefactoren).

We stellen hier voor om

- per kamer een oververhittingindicator te berekenen;
- te blijven werken met een fictieve koelterm om ook het oververhittingsrisico in andere ruimten dan de kamers in rekening te brengen;
- het koelenergieverbruik voor daadwerkelijk geïnstalleerde koeling te evalueren op basis van verbeterde prestatiefactoren. Hierdoor krijgen innovatieve koeltechnologieën een correcte evaluatie en meer toepassingskans.

Mechanische koeling

In dit hoofdstuk worden de wijzigingen t.o.v. de huidige EPU-rekenmethode (2008) voor koeling aangehaald. De volledige rekenmethode staat beschreven in Bijlage B: Koelenergieverbruik. Naast de gewijzigde binnentemperatuur en interne warmtewinsten t.o.v. EPW en EPU-methode, wijzigt de berekening van de benuttingsfactor en het opwekkingsrendement van compressiekoelmachines (zie overzicht in onderstaande tabel).

Aanpassingen	
Binnentemperatuur	23°C (§ 2.1.)
Interne warmtewinsten	(zie § 2.3.)
Benuttingsfactor (numerieke parameters)	$b_{0,cool} = 1.46$ tijdsconstante $\tau_{0,cool} = 55.6$ h
Opwekkingsrendement koelmachines	volgens DIN 18599-7

Overzicht aanpassingen voor rusthuizen t.o.v. EPU-berekeningsmethode voor het koelenergieverbruik.

In rusthuizen verblijven de mensen zowel overdag als 's nachts in het gebouw. Dat levert wijzigingen op van de numerieke parameters voor de bepaling van de benuttingsfactor. De voorgestelde waarden voor klinische gezondheidszorg zijn overgenomen uit de Nederlandse norm NEN 5128.

Het opwekkingsrendement voor koeling is afhankelijk van de koudeleverancier (zie tabel in Bijlage B). Voor een breed gamma koelmachines biedt de Duitse norm DIN 18599-7 een meer gedetailleerde rekenmethode om de opwekkingsrendementen te bepalen dan de huidige methode in het EPB-decreet.

Voor luchtgekoelde compressiekoelmachines levert dit betere en correctere prestatiefactoren op waardoor actieve koeling minder wordt afgestraft. Dat is in het bijzonder belangrijk in rusthuizen waar een goed zomercomfort van levensbelang is.

Voor watergekoelde compressiekoelmachines levert de methode volgens de Duitse norm tot slechtere (maar correctere) prestatiecoëfficiënten. In de EPB-rekenmethode wordt bij watergekoelde koelmachines het bijkomend energieverbruik voor externe pompen en koeltorens/drycooler niet in rekening gebracht waardoor er met een te positief rendement gerekend wordt. We stellen voor om dezelfde rekenmethode als in de Duitse norm DIN 18599-7 te volgen.

Koudeleverancier	$\eta_{\text{gen,cool}}$
Geen actieve koeling	5
Compressiekoelmachines - luchtgekoelde - watergekoelde	SEER of EER.PLV _{av} $1 / \left(\left(1 + \frac{1}{EER} \right) q_{R,elektr} \cdot f_{R,av} \cdot t_{R,op} \right)$
Absorptiekoelmachine ▪ op externe warmtelevering ▪ op warmtekrachtkoppeling	0.7 $\eta_{\text{equiv,heat,dh}}$ 1.0 $\epsilon_{\text{cogen,th}}$
Koudeopslag	12
Warmtepomp in zomerbedrijf (in combinatie met koudeopslag)	5

Opwekkingsrendement voor koeling volgens epb.

waarbij

- EER (en: energy efficiency ratio) in kW/kW
voor standaardwaarden zie tabel 20 voor watergekoelde en tabel 22 voor luchtgekoelde compressiekoelmachines in de Duitse norm DIN V 18599 7:2007-02: p. 44-62;
voor productspecifieke waarden zie www.eurovent-certification.org onder Programme LCP (Liquid chilling package) ;
- PLV_{av} deellastfactor (en: part load value), zie tabellen in Bijlage B voor watergekoelde en voor luchtgekoelde compressiekoelmachines; deze factor is functie van het benuttingsprofiel (er zijn 33 profielen gedefinieerd, waaronder 1 voor een kamer met bed, en 1 voor hotels) ;
- SEER (en: seasonal energy efficiency ratio) in kWh/kWh;
- $q_{R,elektr}$ het specifieke elektriciteitsverbruik van de condensor in kW/kW, te bepalen uit tabel 29 van de DIN-norm;
- $f_{R,av}$ de gemiddelde benuttingsfactor van de condensor
voor de condensor van watergekoelde compressiekoelmachines zie appendix A van de DIN-norm (afhankelijk van het benuttingsprofiel, zie boven) ;
- $t_{R,op}$ de bedrijfstijd van de condensor in h.

	EUROVENT	ARI (Air-conditioning and Refrigeration Institute)
Nominal full load	EER (Energy Efficiency Ratio)	EER
Part load	Seasonal Efficiency Ratio (ESEER) = 0.03 (EER 100%) + 0.33 (EER 75%) + 0.41 (EER 50%) + 0.23 (EER 25%)	IPLV/NPLV = 0.01 (EER 100%) + 0.42 (EER 75%) + 0.45 (EER 50%) + 0.12 (EER 25%)

Opwekkingsrendement voor koeling.

Oververhitting

Zomercomfort is in rusthuizen cruciaal, en strak verbonden met de kamertypologie.. Voorstel is daarom om een oververhittingscriterium per kamer te hanteren om voldoende zomercomfort te garanderen .

We verkiezen de oververhittingseis niet te baseren op meer parameters dan de raamoppervlakte en de zonweringseigenschappen. Nochtans zou dit de uitbreidbaarheid van de methode naar bijvoorbeeld ziekenhuizen eenvoudiger maken. We hebben deze typologie, die gevarieerder is dan die van rusthuiskamers (al of niet aanwezigheid van medische apparatuur, verscheidende bezettingsniveaus) echter niet onderzocht zodat we deze stap nog niet kunnen zetten.

Oververhitting in kamers

Simulaties op een typekamer tonen aan dat voor een kamer van 20 m² koeling nodig is zodra het glasoppervlak (met buitenzonwering $g < 0.15$) groter wordt dan 4 m². Enkel op noordoriëntatie (tussen NO en NW over het noorden) volstaat zonwerende beglazing ($g < 0.45$). Als oververhittingscriterium stellen we daarom voor:

Orientaties tussen noordoost en noordwest over zuid, noordoost en noordwest inbegrepen	$g.A < 0.6 \text{ m}^2$
Orientaties tussen noordoost en noordwest over noord	$g.A < 1.8 \text{ m}^2$

met:

- A netto glasoppervlakte
- g zonnetoetredingsfactor van combinatie van beglazing en eventuele zonwerende voorzieningen EN 410, ISO 15099 of EN 13363

Dit wil zeggen dat naast de ondergrens ($A > 1/6^{\text{de}}$ van vloeroppervlakte) er ook een bovengrens gesteld wordt. Als niet voldaan wordt aan het oververhittingscriterium, dan kan het gelijkwaardigheidskader gehanteerd worden om aan te tonen dat alsnog aan de comforteisen is voldaan. De randvoorwaarden die hierbij moeten gehanteerd worden zijn opgenomen in paragraaf 4.2.6 Zomercomfort.

Als geen van beide wegen kan aantonen dat aan het oververhittingscriterium wordt voldaan, dan is de plaatsing van actieve koeling in de kamers verplicht.

Overhitting in een energiesector

Bovenop het oververhittingscriterium voor de kamers, wordt per energiesector ook het fictieve energieverbruik voor koeling berekend volgens EPU.

2.6. Verlichting

Enkel voor kantoorgebouwen (EPU) wordt het aandeel van verlichting meegenomen in het totale energieverbruik. Voor woningen werd het huishoudelijk elektrisch verbruik (met o.a. verlichting) buiten beschouwing gelaten. Alhoewel hier en daar 'persoonlijke' verlichtingsarmatuur voorzien wordt op de rusthuiskamers, bestaat een behoorlijk aandeel van de verlichting uit projectgebonden armaturen. Daarom wordt geopteerd om voor rusthuizen de EPU-methode te volgen voor verlichting. Als te halen verlichtingsniveau wordt 300 lux voorgesteld (merk op dat deze waarde niet opgenomen is in de erkenningsnormen voor rusthuizen en bijvoorbeeld nog geverifieerd wordt). Door te werken met de EPU-module voor verlichting kan naast een forfaitaire berekening, verlichting ook nauwkeurig ingerekend worden als de correcte armatuurgegevens gekend zijn.

2.7. Referentieverbruik

Om het ontwikkelde rekenmodel zo goed mogelijk te laten aansluiten bij de bestaande EPR-rekenmethodes, is uiteindelijk geopteerd om de EPU-methode als uitgangspunt te nemen. Ook

al is de hoofdfunctie van rusthuizen bewoning door ouderen (en lijkt een EPW-methode het meest voor de hand liggend), omwille van de specifieke aspecten die het energieverbruik van rusthuizen bepalen is starten van de EPU-rekenmethode eenvoudiger. Het referentieverbruik binnen EPU wordt vastgelegd door volgende vergelijking:

$$E_{\text{chazanprimenconsref}} = b_1 \times A_f + b_2 \times A_{T,E} + b_3 \times \sum_r \dot{V}_{\text{supplymin,rmr}} + b_4 \times \sum_r (\dot{V}_{\text{supply,rmr}} - \dot{V}_{\text{supply,min,rmr}}) + b_5 \times 10^{-3} \times \sum_r [L_{\text{rmr}}^{0.8} \times (t_{\text{day}} + t_{\text{night}})] \times A_r,$$

De meeste van de hierboven vermelde knelpunten kunnen opgevangen worden door het aanpassen van de b-coëfficiënten in deze vergelijking naar rusthuseigen coëfficiënten. Zo zullen de coëfficiënten b_1 en b_2 gewijzigd worden omwille van een aangepaste binnentemperatuur (23°C ipv 19°C). b_3 en b_4 op hun beurt wijzigen door de aangepaste binnentemperatuur en de verhoogde tijdsfractie ($f=1.0$ i.p.v. 0.3). De coëfficiënt b_5 , die de term voor de verlichting beschrijft, kan behouden blijven zoals opgenomen in de EPU-module. 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, wordt een extra term voorzien, gedefinieerd als:

$$b_6 \times n_{\text{kamers}}$$

met n_{kamers} het aantal rusthuiskamers in het project.

Op basis van de compactheid, schiloppervlak en vloeroppervlak zijn de nieuwe coëfficiënten herberekend voor de gewijzigde parameters. Onderstaande tabel vergelijkt de waarden zoals momenteel aanwezig binnen EPU met de nieuw voorgestelde waarden voor rusthuizen.

Coëfficiënt		Huidige waarde	Nieuwe waarden
b_1	volume	105	184
b_2	verliesoppervlakte	175	289
b_3	ventilatie	50	210
b_4	ventilatie	35	147
b_5	verlichting	0.7	0.7
b_6	SWW (nieuw)	-	9000

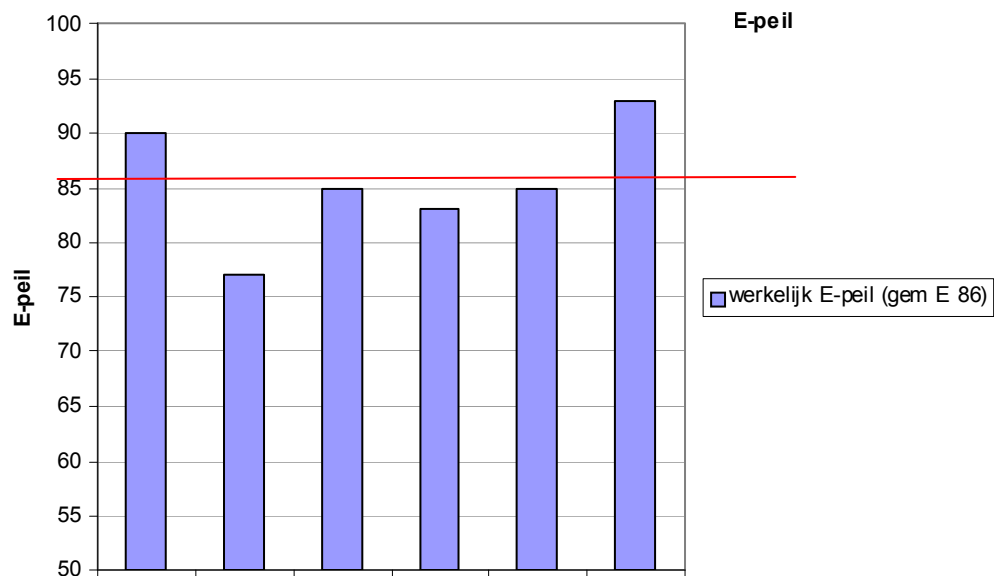
Op die manier is het referentieverbruik voor een subdossier rusthuizen vastgelegd.

2.8. Algemene methodiek en toepassing op de zes testcases

Vorige paragraaf bespreekt het referentieverbruik voor een subdossier rusthuizen. Vaak bevatten RVT-projecten ook een deel kantoren of andere functies. De algemene werkwijze om een RVT-project in te geven bevat dan ook twee mogelijkheden. Indien kantoorfuncties eenduidig te lokaliseren zijn (bv: binnen een bepaalde vleugel) worden deze ondergebracht in een eigen subdossier “kantoor” en verder berekend volgens de huidige EPU-methodologie. Kan dit niet, dan vallen deze ruimtes mee onder de algemene delen van het subdossier “rusthuis”. Een subdossier rusthuis kan evt. verder worden opgedeeld in twee ventilatiezones: één zone met alle ruimtes gerelateerd aan wonen (kamers, gangen, verzorgingslokalen & leefruimtes indien op dezelfde luchtgroep) en 1 ventilatiezone met alle andere lokalen zonder woonfunctie (niet permanent in gebruik) zoals de cafetaria, polyvalente zaal, kantoren, ... en leefruimtes op een aparte luchtgroep. Bij de eerste ventilatiezone wordt er verder gerekend volgens de hierboven beschreven aangepaste rekenmethode voor rusthuizen (EPZ Energieprestatie Zorgsector) met als belangrijke verandering de binnentemperatuur en de tijdsfactor 1 (permanent gebruik), bij de tweede ventilatiezone wordt een tijdsfractie 0.3 en de EPU-rekenmethodologie gehanteerd. Wil men deze opsplitsing niet maken (tijdswinst door

eenvoudige ingave) of vallen alle ruimten onder dezelfde ventilatiezone dan worden alle ruimtes berekend volgens de EPZ-methode wat resulteert in een minder gunstig resultaat aangezien dan ook de niet permanent gebruikte lokalen een tijdsfactor 1 krijgen.

De ontwikkelde methodiek is toegepast op de zes testcases zoals ze ontworpen/gerealiseerd zijn. De beschrijving van de testcases is terug te vinden in WP1. De bekomen resultaten zijn weergegeven in onderstaande figuur. Voor alle zes de testcases wordt een E-peil lager dan E100 bekomen. Dit kan verklaard worden doordat deze cases al energiezuinige verwarmingssystemen of andere geavanceerdere technieken bevatten. In het volgende werkpakket worden de opbouw en geometrie van de zes cases gebruikt om verschillende maatregelenpakketten (overeenkomstig verschillende E-peilen) te toetsen.



Toepassing nieuwe rekenmodule op de zes testcases in hun huidige toestand

WP 3: Opstellen van het beleidsinstrument

Op basis van de rekenmethodiek uitgewerkt in WP2 kunnen nu verschillende kwaliteitsniveaus en de meest zinvolle maatregelen om een bepaald kwaliteitsniveau te halen, vastgelegd worden. We gaan uit van volgende kwaliteitsniveaus:

- hedendaagse kwaliteit (voldoet aan de vigerende wetgeving): K40/E100
- goede kwaliteit, maar haalbaar met courante technieken (VIPA): K35/E80
- lage-energiegebouw, vraagt extra inspanningen t.o.v. courante technieken: K30/E60
- extreem-lage-energiegebouwen, serieuze inspanningen vereist: K25/E40

De maatregelen die overeenkomen om deze kwaliteitsniveaus te halen worden eerst kort besproken. Dan worden ze toegepast op de zes testcases. Voor elk van de testcases en voor elk maatregelenpakket zal ook bekeken worden wat de meerprijs is t.o.v. het referentiepeil (hedendaagse kwaliteit E100, K40). Merk op dat we als referentiepeil dus niet de cases gebruiken zoals ze zijn ontworpen/uitgevoerd, maar voor elk van de cases indeling en globale geometrie overnemen, maar uitwerken cfr. de hedendaagse kwaliteit (K40/E100). Op die manier kunnen de verschillende maatregelenpakketten t.o.v. elkaar afgewogen worden voor reële cases en kan de samenhang tussen maatregelenpakket, energieverbruikkost en CO₂-uitsoot en investerings- onderhoudskost bestudeerd worden via een kostenbatenanalyse.

De methodiek voor de beoordeling van de economische aspecten is gebaseerd op de Europese norm prEN 15459 (mei 2007) Energy performance of buildings – Economic evaluation procedure for energy systems in buildings. We werken op basis van deze norm met 'global costs' als evaluatiemethode. De investeringskostprijzen zijn gebaseerd op marktervaring van de onderzoekspartners Ingenium en FDA, en op algemeen beschikbare prijsgegevens. De gebruikte economische parameters (interest rate, discount rate, afschrijvingsjaren) zijn in overleg met de opdrachtgever vastgelegd.

3.1. Maatregelenpakketten E100-E80-E60-E40

Vier kwaliteitsniveaus werden vastgelegd waarvan verwacht wordt dat ze voor een doorsnee rusthuis respectievelijk E100, E80, E60 en E40 benaderen. Daarvoor werden tussen de verschillende niveaus zowel de globale isolatiekwaliteit, de luchtdichtheid, de installatie voor verwarming en sanitair warm water als de toegepaste armaturen voor verlichting systematisch verbeterd. De belangrijkste kenmerken van elk kwaliteitsniveau worden hieronder kort beschreven.

Kwaliteitsniveau K40 / E100

Bouwkundige parameters:

- globaal isolatiepeil: K40
- buitenzonwering ($g_{\text{glas}}=0.7$; $g_{\text{totaal}}=0.15$)

Installatie parameters:

- HR-ketel, rendement 94%
- radiatoren op 90/70°-regime
- geen buitenvoeler, wel thermostaatkranen

Ventilatiesysteem

- luchtdichtheid $v_{50} = 12 \text{ m}^3/\text{hm}^2$
- ventilatiesysteem C
- ventilatoren SPF 3

Verlichting

- verlichting 4 W/m², 100 lux, uitgaande van 300 lux/m² geeft dit 12 W/m²

Sanitair warm water

- kringleiding met leidingsverliezen 15 W/m

Kwaliteitsniveau K35 / E80

Bouwkundige parameters:

- globaal isolatiepeil: K35
- buitenzonwering ($g_{\text{glas}}=0.4$; $g_{\text{totaal}}=0.15$)

Installatie parameters:

- condensatieketel, rendement 107%
- radiatoren op 70/50°-regime
- met buitenvoeler en thermostaatkranen

Ventilatiesysteem

- luchtdichtheid $v_{50} = 12 \text{ m}^3/\text{hm}^2$
- ventilatiesysteem D, warmterecuperatie 50%
- ventilatoren SPF 3

Verlichting

- verlichting 3.3 W/m^2 , 100 lux , uitgaande van 300 lux/m^2 geeft dit 10 W/m^2

Sanitair warm water

- kringleiding met leidingsverliezen 15 W/m
- kortere weglengte

Kwaliteitsniveau K30 / E60

Bouwkundige parameters:

- globaal isolatiepeil: K30
- buitenzonwering ($g_{\text{glas}}=0.7$; $g_{\text{totaal}}=0.12$)

Installatie parameters:

- condensatieketel, rendement 107%
- radiatoren op 50/40°-regime
- met buitenvoeler en thermostaatkranen

Ventilatiesysteem

- luchtdichtheid $v_{50} = 4.5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$
- ventilatiesysteem D, warmterecuperatie 70%
- ventilatoren SPF 3

Verlichting

- verlichting 2.7 W/m^2 , 100 lux , uitgaande van 300 lux/m^2 geeft dit 8 W/m^2

Sanitair warm water

- kringleiding met leidingsverliezen 10 W/m

Kwaliteitsniveau K25 / E40

Bouwkundige parameters:

- globaal isolatiepeil: K25
- buitenzonwering ($g_{\text{glas}}=0.4$; $g_{\text{totaal}}=0.12$)

Installatie parameters:

- warmtepomp
- radiatoren op 40/30°-regime
- met buitenvoeler en thermostaatkranen

Ventilatiesysteem

- luchtdichtheid $v_{50} = 1.5 \text{ m}^3/\text{hm}^2$
- ventilatiesysteem D, warmterecuperatie 80%
- ventilatoren SPF 2

Verlichting

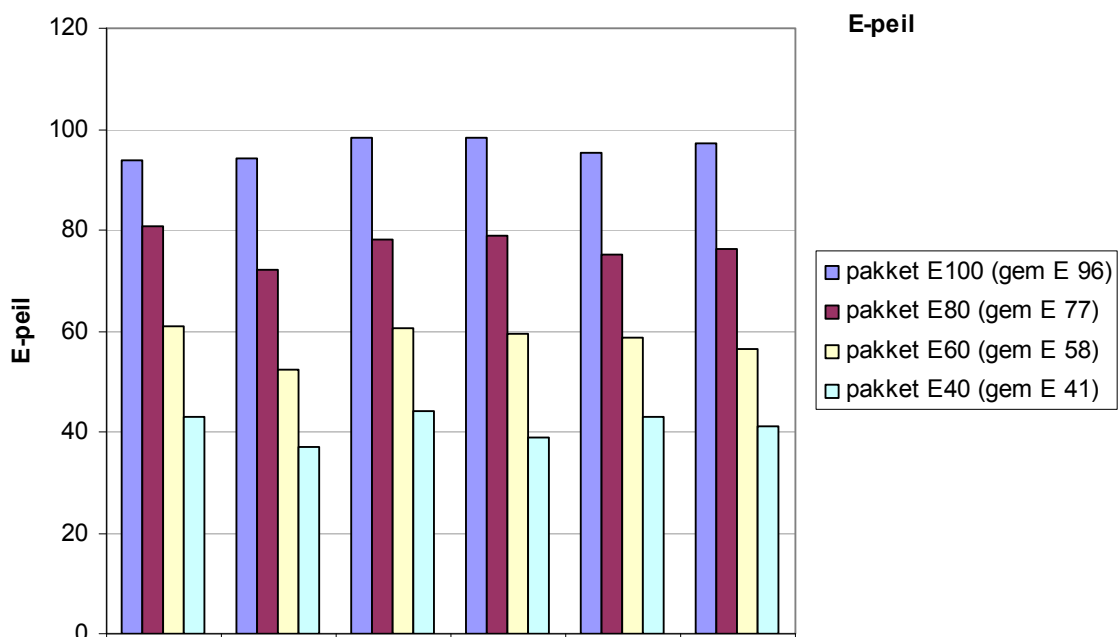
- verlichting 2.0 W/m^2 , 100 lux , uitgaande van 300 lux/m^2 geeft dit 6 W/m^2

Sanitair warm water

- kringleiding met leidingsverliezen 10 W/m
- kortere weglengte

3.2. Toepassing op de zes testcases

De vier maatregelenpakketten werden toegepast op de zes testcases. Dit wil zeggen dat voor elk van de testcases de geometrie, vloeroppervlakte, gevelindeling, e.d. behouden werden, maar dat de isolatiekwaliteit, type beglazing en zonwering, installatie voor verwarming, ventilatie en sanitair warm water,.. werden gekozen overeenkomstig het kwaliteitsniveau. Op die manier kon nagegaan worden of de voorgestelde maatregelen ook voor reële cases het verwachte E-peil opleveren. Toepassing van de opeenvolgende kwaliteitsniveaus op de zes cases resulteerde gemiddeld respectievelijk in een E96, E77, E58 en E41-peil, met een relatief kleine spreiding. Onderstaande grafiek vergelijkt het bekomen E-peil voor de vier kwaliteitsniveaus toegepast op de zes testcases.



Toepassing van de vier maatregelenpakketten op de zes testcases.

3.3. Extra investeringskost voor verschillende kwaliteitsniveaus

Vorige paragrafen beschreven de verschillende maatregelenpakketten en hoe deze overeenkomen met steeds betere kwaliteitsniveaus van de rusthuizen, uitgedrukt in het bekomen E-peil. Toepassing op de zes testcases toonde dat de voorgestelde kwaliteitsniveaus de verwachte E-peilen erg goed benaderen. Beleidsmatig is het natuurlijk erg belangrijk te weten wat de extra investeringskost is om een bepaald kwaliteitsniveau te halen. Daartoe werden op basis van de huidige bouwpraktijk en gerealiseerde projecten de meerkosten om kwaliteitsniveau E100 te verbeteren naar de strengere kwaliteitsniveaus afgeleid. Waar dit voor de bouwkundige parameters (beglazing, zonwering, isolatiegraad,..) eenvoudig kan gebeuren op basis van de eenheidsprijzen, is dit voor de installaties voor verwarming, ventilatie, elektriciteit, koeling en sanitair minder éénduidig. Daarom is de meerprijs per m² voor de installaties bepaald via een budgetraming voor een typegebouw van 5000 m² en 85 bedden. Deze budgetraming bestaat voor de verschillende voorgestelde maatregelpakketten uit een vast en variabel deel. Het vast deel (vb. sanitaire toestellen, elektrische borden, elektrische bekabeling, ...) wordt niet beïnvloed door het voorgestelde maatregelpakket. Het variabel deel

(vb. verwarmingsinstallatie, ventilatie-installatie, ...) varieert in functie van de weerhouden installaties en de bouwfysische keuzes (isolatiegraad, zonwering, ...)

Om een volledige vergelijking te kunnen maken van de meer- en minkosten, wordt per type installatie (V-verwarming, E-elektriciteit en S-sanitair) een totale prijsraming gemaakt. De kostprijs voor keuken en liften wordt buiten beschouwing gelaten. Enerzijds hebben de voorgestelde maatregelpakketten immers geen effect op de keuken- en liftinstallatie, en anderzijds zijn deze installaties projectgebonden. De investeringskosten voor de verwarmingsinstallatie houden rekening met de reductie van het geïnstalleerd thermisch vermogen verbonden met de hogere isolatiegraad en betere luchtdichtheid van het gebouw. De investeringskosten voor de technische installaties horende bij de verschillende maatregelenpakketten zijn in onderstaande tabellen weergegeven. Details zijn terug te vinden in Bijlage C.

Investeringskosten E100

	Vast deel	Variabel deel	Totaal	EUR/m ²
	EUR	EUR	EUR	
V	- €	625.000 €	625.000 €	114 €
S	624.000 €	126.000 €	750.000 €	136 €
E	647.000 €	103.000 €	750.000 €	136 €
totaal VSE				386 €

Investeringskosten E80

	Vast deel	Variabel deel	Totaal	EUR/m ²
	EUR	EUR	EUR	
V	- €	918.870	918.870 €	167 €
S	624.000 €	119.700	743.700 €	135 €
E	647.000 €	128.750	775.750 €	141 €
totaal VSE				443 €

Investeringskosten E60

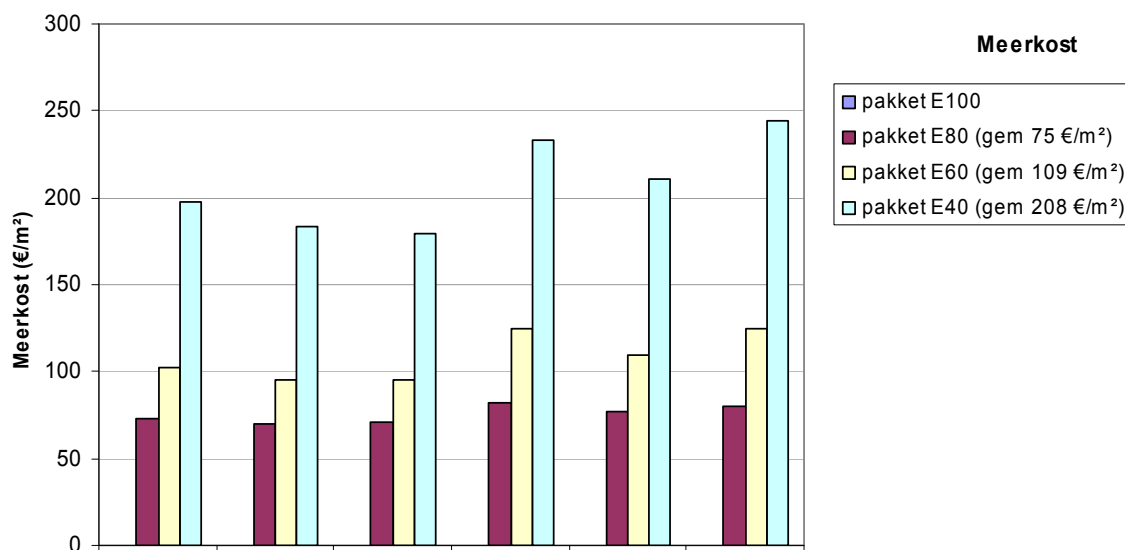
	Vast deel	Variabel deel	Totaal	EUR/m ²
	EUR	EUR	EUR	
V	- €	906.220	906.220 €	165 €
S	624.000 €	132.250	756.250 €	138 €
E	647.000 €	154.500	801.500 €	146 €
totaal VSE				448 €

Investeringskosten E40

	Vast deel	Variabel deel	Totaal	EUR/m ²
	EUR	EUR	EUR	
V	- €	1.202.800	1.202.800 €	219 €
S	624.000 €	125.950	749.950 €	136 €
E	647.000 €	180.250	827.250 €	150 €
totaal VSE				505 €

Toepassing van de extra investeringskosten op de verschillende testcases laat toe om een gemiddelde meerprijs per m² rusthuis te bepalen. De meerprijs is voor maatregelenpakket 2,3 en 4 bepaald t.o.v. het maatregelenpakket 1. Onderstaande figuur vergelijkt de bekomen

meerprijs per m² en per maatregelenpakket voor de zes testcases. Of deze investeringen zinvol zijn wordt in de volgende paragraaf nagegaan aan de hand van een kostenbatenanalyse.



Bepaalde meerkost per m² voor de zes testcases om het basiskwaliteitsniveau (maatregelenpakket 1) te verbeteren naar de drie overige maatregelenpakketten.

3.4. Economische evaluatie voor de zes testcases

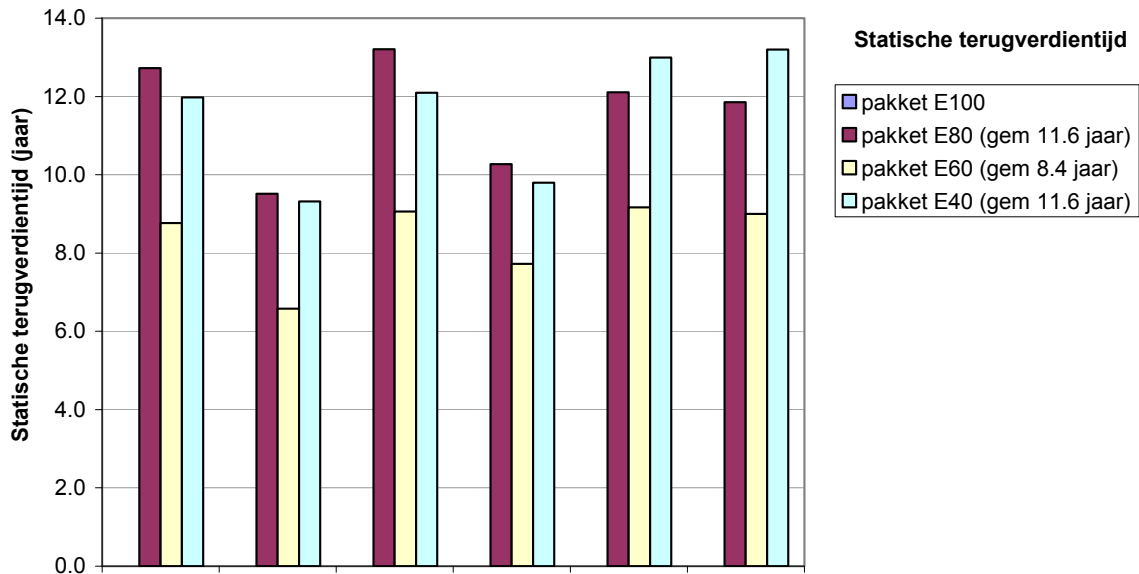
De wenselijkheid van de verschillende investeringen die nodig zijn om een zeker kwaliteitsniveau te halen is voor zes testcases onderzocht via een kosten-batenanalyse. In dit onderzoek is een strikte kosten-batenanalyse toegepast, wat wil zeggen dat enkel een financiële evaluatie gebeurt van de verschillende energiebesparende maatregelen. Twee financiële methodes om energiebesparende maatregelen te beoordelen zijn toegepast:

- 1) de statische terugverdientijd (STVT)
- 2) de totale actuele kost (TAK)

3.4.1. STATISCHE TERUGVERDIENTIJDEN

De STVT wordt bepaald uit de verhouding van de initiële investeringskost en de jaarlijkse energiebesparing. De STVT houdt geen rekening met de actualisatie en is daarom vooral geschikt voor vergelijking van maatregelen met korte levensduur (< 5 jaar). Hoewel dus niet zo relevant voor het beoordelen van de verschillende maatregelenpakketten voorgesteld voor de rusthuizen, wordt de STVT hier toch vermeld op vraag van VIPA. De STVT is immers een heel eenvoudig begrip en laat een snelle ruwe beoordeling toe. In deze studie wordt de STVT vergeleken van maatregelenpakket 2, 3 en 4 t.o.v. maatregelenpakket 1. De resultaten geven dus de tijd in jaren voordat de extra investeringskosten om het rusthuis te verbeteren van E100 naar respectievelijk E80, E60 of E40 terugbetaald zijn (zonder actualisatie van de kosten en baten in rekening te brengen !). Onderstaande figuur geeft voor de zes testcases de bekomen statische terugverdientijden voor de 3 kwaliteitsniveaus. De terugverdientijden liggen het laagst voor pakket E60. Gemiddeld zou een verbetering van E100 naar E60 op 8.4 jaar zijn terugverdiend. Een verbetering van maatregelenpakket 1 naar pakket 2 of 4 geeft gemiddelde terugverdientijden van 11.6 jaar.

Betrouwbaarder is natuurlijk om bij een kosten-batenanalyse op deze termijnen alle kosten en baten te verdisconteren. Deze analyse gebeurt in de volgende paragraaf via de totale actuele kost.



Statische terugverdiëntijden voor de zes testcases om het basiskwaliteitsniveau (maatregelenpakket 1) te verbeteren naar de drie overige maatregelenpakketten

3.4.2. TOTALE ACTUELE KOST

De TAK bestaat uit de som van alle huidige en toekomstige kosten omgerekend naar vandaag. Daarbij worden dus zowel de initiële investeringen in het gebouw en de evt. vervangingsinvesteringen na een bepaalde tijd in rekening gebracht als de jaarlijkse energiekost. Deze laatste wordt in deze studie constant verondersteld in de tijd. M.a.w. er wordt enkel onderhoud in rekening gebracht, geen tussentijdse grondige renovaties die het energieverbruik kunnen beïnvloeden. Belangrijk bij een TAK is het verdisconteren van alle kosten en baten. In formulevorm:

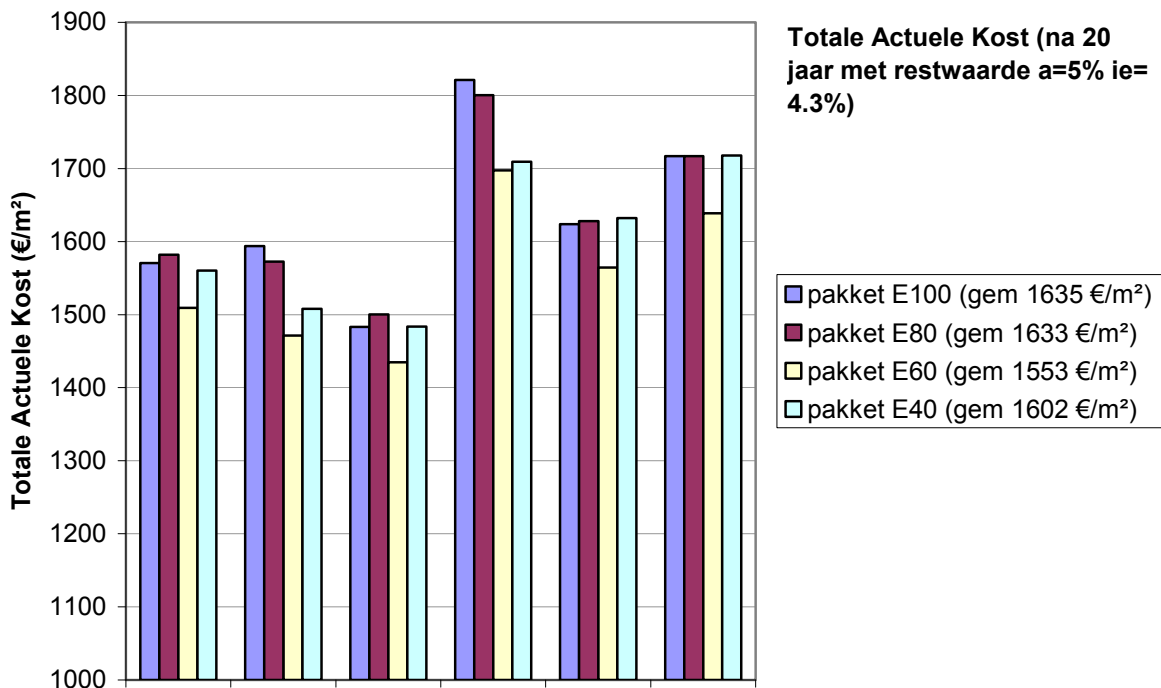
$$TAK = I_o + \sum_{j=x,y,z} \left[\frac{I_j}{(1+a)^j} \right] + \sum_{i=1}^n \left[\frac{K_E(1+r_E)^i}{(1+a)^i} \right] + \sum_{i=1}^n \left[\frac{K_M(1+r_M)^i}{(1+a)^i} \right] - R_0$$

met n de periode waarover wordt geactualiseerd, I_o de aanvangsinvestering, I_j latere vervangingsinvesteringen na x, y of z jaren voor installatie-onderdelen, glas en dgl., d.w.z. alle delen, die aan het einde van hun levensduur komen vooraleer de periode n is afgelopen, R_0 de restwaarde van de investeringen op tijdstip n, K_E de kosten voor energie en K_M de bijkomende onderhoudskosten als gevolg van de energiebesparende ingrepen. Variabelen in de vergelijking zijn :

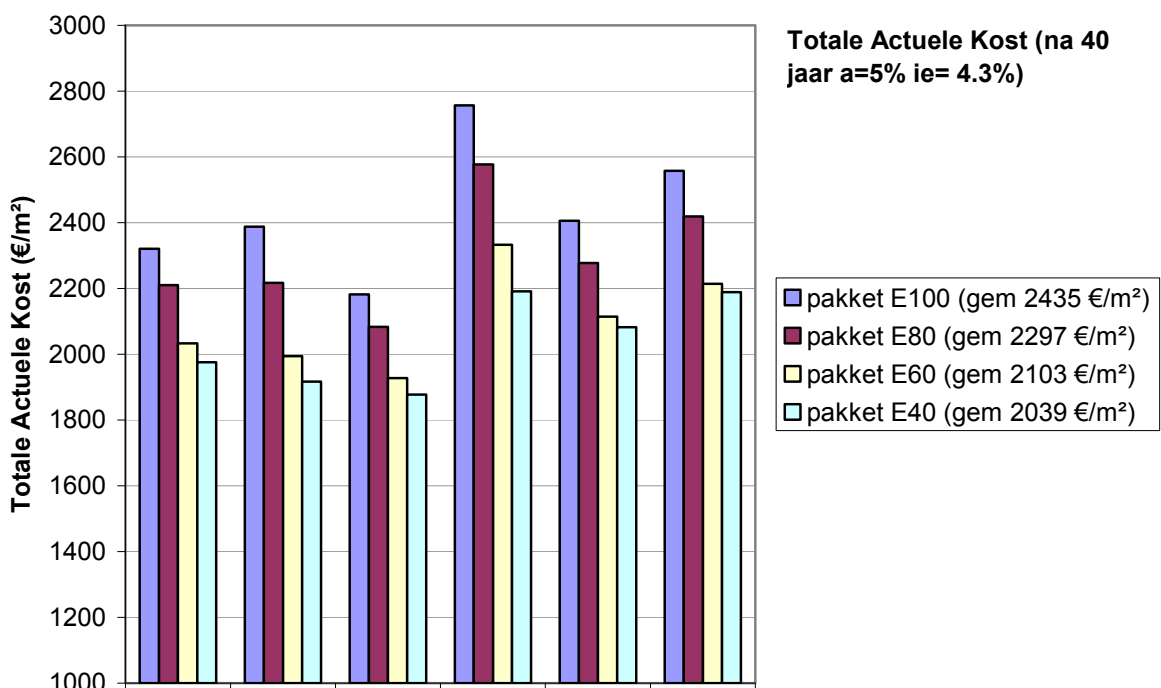
- de actualisatiegraad a bovenop de inflatie. De huidige analyse rekt met 5%;
- de prijsstijgingen r_E en r_M bovenop de inflatie. Normaal zijn deze aan sterke schommelingen onderhevig. Voor de stijging van de energieprijzen r_E is in deze analyse gerekend met 4.3%. Stijging van onderhoudskosten is genegeerd: $r_M=0\%$;
- de gebruiksperiode n. In deze studie is een analyse gedaan voor 20 en 40 jaar.

Aangezien hier energiezuinigheid het onderwerp van de studie is, zitten in de investeringskosten I_o alle isolatie-ingrepen en de prijs van de installaties.

Onderstaande figuren geven de totale actuele kost voor de vier maatregelenpakketten zoals berekend voor de zes testcases en dit voor een gebruiksperiode van 20 en 40 jaar.



Totale actuele kost voor de vier maatregelenpakketten zoals berekend op de zes testcases voor een gebruiksperiode van 20 jaar.



Totale actuele kost voor de vier maatregelenpakketten zoals berekend op de zes testcases voor een gebruiksperiode van 40 jaar.

WP 4: Integratie duurzaamheidsaspecten

Niet alle aspecten die momenteel in de VIPA-richtlijnen aan bod komen, kunnen geïntegreerd worden in een energieprestatiebenadering: energie is nu eenmaal slechts een deelaspect van duurzaam bouwen. Recent zijn modellen ontwikkeld om ook andere duurzaamheidsaspecten te evalueren (watergebruik, materiaalgebruik, comfort (zowel visueel, akoestisch als thermisch), keuze van de site) en 'green building guidelines' op te stellen:

- LEED (Leading in Energy and environmental design) (www.usgbc.org/LEED);
- BREEAM (British Research Establishment Environmental Assessment Method) (www.breeam.org);
- HQE (Haute Qualité Environnementale) (www.assohqe.org);
- GreenBuilding programme (www.eu-greenbuilding.org);
- Greencalc (www.greencalc.com);
- Handleiding Waardering van kantoorgebouwen - op weg naar een duurzame huisvesting (Agentschap voor Facilitair Management heeft in samenwerking met de Coördinatieceel Milieuzorg (Departement LNE) en met de financiële steun van de cel Duurzame Ontwikkeling (Diensten voor het Algemeen Regeringsbeleid))

Specifiek voor gezondheidszorggebouwen, en gebaseerd op LEED, werd een "Green guide for health care" opgesteld (<http://www.gghc.org>).

Binnen het kader van dit project is het doel de VIPA-duurzaamheidseisen te integreren in een scoresysteem, zodat VIPA een bepaald niveau kan opleggen voor subsidiëring, voor demonstratieprojecten,...

In de eerste paragraaf verduidelijken we het algemeen principe van het scoresysteem en vervolgens geven we een voorstel voor de verschillende categoriën. Het uitgewerkt voorstel zien we als een eerste aanzet en wordt best afgetoetst met het huidige beleid door een ruimere werkgroep van de Vlaamse administratie (experten op vlak van een of meerdere duurzaamheidsaspecten).

4.1. Algemeen

We stellen een methode voor gebaseerd op "Green guide for health care 2.2". Het voorgestelde scoresysteem bestaat uit enkele verplichte voorwaarden en enkele score-items. Per item kan er een punt gehaald worden. Er wordt een minimumscore vooropgesteld waarbij de subsidieaanvrager naast de verplichte maatregelen uit de eerste categorie, vrij bepaalde maatregelen kan uitkiezen uit de 2^{de} categorie. Zo kan het ontwerpteam zelf bepalen welke items beter bij een bepaald project passen en dus kostenefficiënt werken. Naast de minimumscore kunnen scores vastgelegd worden om bijvoorbeeld demonstratieprojecten te definiëren.

Als eerste aanzet hebben we een scoresysteem opgesteld met 7 voorwaarden en 17 score-items.

We stellen voor om een zelfde opbouw van de beschrijving van de voorwaarden te hanteren als in LEED. Eerst wordt de intentie gegeven, daarna de voorwaarde om een punt te verdienen met de vereiste documenten die bij het dossier moeten gevoegd worden, vervolgens de normen die betrekking hebben op de voorwaarde en tenslotte eventueel enkele tips. In deze eerste aanzet geven we telkens de intentie weer en eventueel een aanzet voor de voorwaarde.

Bij het opstellen van de criteria is op vraag van de opdrachtgever met volgende principes rekening gehouden:

- Als algemeen principe moet er gestreefd worden dat het moment van bewijsvoering kan gebeuren op het moment van de subsidieaanvraag. Bewijsvoering door metingen na oplevering zijn daarom moeilijk. Een definitieve score (met de mogelijkheid van koppeling

aan subsidie bv. voor voorbeeldprojecten) moet op voorhand vastliggen. Controle achteraf kan echter wel leiden tot een correctie van de toegekende score, maar is niet standaard.

- Score-onderdelen waarvan het beleid grotendeels door een ander departement gestuurd wordt, worden liever niet opgenomen. Bij items die onder bepaalde wetgeving vallen, moet men sowieso voldoen en biedt het geen meerwaarde deze opnieuw op te nemen (vb. watertoets en hitteplan Demotte).

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de voorwaarden (minimum en score-items).

Aangepaste matrix duurzaamheidseisen			
Minimum voorwaarden	Score items		
	Ruimte	Energie	Comfort
Toegankelijkheid	Inplanting site	15% beter E-peil	Contact met buitenomgeving
Watergebruik beperken	Openbaar vervoer	25% beter E-peil	Buitenomgeving
Energiestromen meten		Basis commissioning	Regeling thermisch comfort
Openen van ramen → piekventilatie	Materialen	Energiezuinige toestellen	Regeling verlichting
Daglicht	Lage emissie materialen	Haalbaarheidsstudie	Geluidsisolatie
Oververhittingscriterium VIPA	FSC- hout		Achtergrondlawaai
	Water		
	Groendak		

4.2. Bespreking minimum voorwaarden

4.2.1. Toegankelijkheid

Intentie

Het ontwerpteam doet beroep op de studie van een toegankelijkheidsbureau dat ingeschakeld wordt vanaf de ontwerpfase.

Voorwaarde

Wanneer uit de adviezen van de toegankelijkheidsexpert blijkt dat er zich geen onoverkomelijke en/of onoplosbare knelpunten voordoen, wordt de score toegekend.

4.2.2. Rationeel watergebruik

Intentie

Aanmoedigen van een rationeel watergebruik.

Drinkbaar water is een basisnoodzaak voor de gezondheid. Enkel 1% van het water op aarde is vers water. De productie van drinkbaar water is energieverblindend en draagt bijgevolg bij tot de uitstoot van broeikasgassen (voor de behandeling, het pompen en het onderhoud van het drinkwaternet). Slechts 20% van het drinkbaar water wordt gebruikt voor doeleinden die het sterk gezuiverde water vereisen (drinken, koken, voor hygiënische redenen, ...). De andere 80% wordt gebruikt voor doeleinden waar drinkwaterkwaliteit niet vereist is, zoals bijvoorbeeld toiletten.

Het gebruik van regenwater en grijs water kunnen kosten besparen.

Voorwaarde

- 1) kranen sanitaire cellen automatisch aan/af,
- 2) debietbegrenzers op andere kranen,
- 3) spaartoets bij WC's,
- 4) spaardouchekoppen,
- 5) herbruik van regenwater (eender welke vorm).

Afhankelijk van de rusthuisbewoners is niet elk van deze maatregelen toepasbaar in eender welke zorginstelling. Vandaar dat gesuggereerd wordt de score toe te kennen vanaf het toepassen van een minimum aantal maatregelen (bijvoorbeeld 3 van de 5 maatregelen).

4.2.3. Energiestromen meten

Intentie

Voorzie een systeem om de verschillende energiestromen te meten en de gegevens bij te houden. Het meten van energiestromen brengt duidelijkheid in het energieverbruik van het gebouw en laat toe om problemen te identificeren en op te lossen. Het verzekert dat de prestatie-eisen naar energieverbruik, thermisch comfort en binnenluchtkwaliteit gehaald worden. Het biedt tevens de mogelijkheid het energieverbruik te optimaliseren wat de afhankelijkheid van natuurlijke bronnen vermindert, tot gezondere ecosystemen leidt, de uitstoot van broeikasgassen reduceert e.d.

Voorwaarden

- Minstens monitoring van het energieverbruik per energiedrager voor volgende energiestromen: productie van sanitair warm water, verwarming, koeling, hulpenergieverbruik van ventilatoren, keuken en liften;
- Display van alle energieverbruik in het gebouw, per energiedrager, op een centrale plaats in het gebouw waar een visualisatietool de actuele toestand weergeeft, alsook een samenvatting op maand- en jaarbasis.

4.2.4. Openen van ramen

Intentie

De rusthuiskamers beschikken over opengaande ramen.

De mogelijkheid om ramen te openen biedt de patiënten de mogelijkheid het thermisch comfort en ventilatie zelf te regelen. Dat resulteert in hoger toegelaten binnentemperaturen om een zelfde zomercomfort te realiseren (adaptieve temperatuuroverschrijdingen methode).

De voorzieningen voor de basisventilatie garanderen dat bij een normaal gebruik van de ruimte de luchtkwaliteit aanvaardbaar is. Bij zeer warm weer, sterke bezonning of sterk verontreinigende activiteiten zoals schilderen, tijdelijk hoge productie van geuren of dampen, ... , is het duidelijk dat de ventilatie die tot stand kan komen via de basisvoorziening, totaal onvoldoende is om het binnenklimaat binnen redelijke grenzen te houden.

Voorwaarde

De nuttige opening van opengaande ramen en deuren in rusthuiskamers moet:

- in ruimtes die slechts in één gevel openingen hebben (eenzijdige ventilatie), ten minste 1/16 van de vloeroppervlakte bedragen;
- in kamers met opengaande ramen of deuren in meerdere gevels (dwarsventilatie), ten minste 1/30 bedragen; deze openingen moeten gelijkmatig verdeeld zijn over beide gevels (minstens 40 % in elke gevel).

(WTCB, Technische Voorlichting 192: Ventilatie van woningen. Deel 1: algemene principes)

4.2.5. Daglicht

Intentie

Voorzie voldoende daglicht in de ruimte.

Daglicht varieert in intensiteit en kleur gedurende de dag en is een belangrijke 'externe' marker voor onze biologische klok. De lichtintensiteit buiten varieert tussen 10 000 tot 40 000 lux terwijl in een goed verlicht lokaal binnen gemiddeldes van 300 tot 500 lux bereikt worden. Oudere mensen hebben meer licht nodig dan jonge mensen.

Daglichttoetreding reduceert eveneens het energieverbruik voor verlichting.

Voorwaarde

Toon aan dat een daglichtfactor van 3% gehaald wordt in het midden van de ruimte op een hoogte van 0.8 m. De randvoorwaarden voor de berekening worden gegeven in het gelijkwaardigheidskader.

Er dienen geen berekeningen te gebeuren indien volgend criterium geldt:

$$\tau_v \cdot A_{\text{raam}} > 0,1 \cdot A_{\text{vloer}}$$

waarbij τ_v : visuele transmissiecoëfficiënt van het raam

A_{raam} = raamoppervlakte

A_{vloer} = vloeroppervlakte kamer

4.2.6. Zomercomfort

Intentie

Garandeer een voldoende zomercomfort voor de rusthuisbewoners.

Het comfort van mensen primeert op energiezuinigheid: het streven naar een laag energieverbruik gaat niet ten koste van het gebruikerscomfort. Daarenboven is in rusthuizen een goed zomercomfort van levensbelang voor de bewoners. Dat kan gegarandeerd worden door een zorgvuldig ontwerp van de gebouwschil en eventueel een actieve koelinstallatie. Het zorgvuldig gevelontwerp is eveneens van groot belang bij gebouwen met actieve koeling om het energieverbruik voor koeling te beperken om ecologische en economische redenen. Het gebruikerscomfort wordt bij de start van het ontwerpproces strikt vastgelegd in een programma van eisen, en het wordt tijdens het ontwerpproces voortdurend als primaire toetssteen gebruikt.

Voorwaarde

Er moet aangetoond dat zonder of met mechanische koelinstallatie het zomercomfort gerealiseerd is.

De beoordeling van thermisch comfort is gebaseerd op NBN ISO EN 7730:2005. Ergonomie van de thermische omgeving - Analytische bepaling en interpretatie van thermische behaaglijkheid door berekening van de PMV- en PPD-waarden en door criteria voor de plaatselijke thermische behaaglijkheid.

De beoordeling van de comfortklasse is gebaseerd op NBN EN 15251 Binnenmilieu-gerelateerde inputparameters voor ontwerp en beoordeling van energieprestatie van gebouwen voor de kwaliteit van binnenlucht, het thermisch comfort, de verlichting en akoestiek.

Simulatieparameters

Voor de bepaling van het zomercomfort moeten volgende parameters in rekening gebracht worden voor de interne warmtebronnen: apparatuur, personen, verlichting en ventilatoren.

Interne warmtelast	bedrijfstijd	vermogen
apparatuur	10 – 19 u overige	150 W 38 W
personen	8 – 20 u (zittend op stoel) 20 – 8 u (liggend in bed)	105 W (90 % voelbaar), 1.5 personen aanwezig 85 W (90 % voelbaar), 1 persoon aanwezig
verlichting	8 – 20 u, sturing zoals geïmplementeerd Verlichting kan uitgeschakeld worden als de daglichttoetreding op werkvlakniveau in het midden van de ruimte minstens 300 lux bedraagt	zoals geïnstalleerd
ventilatoren	zoals geïmplementeerd	zoals geïnstalleerd, gebaseerd op de SFP-klasse

	Kledingweerstand (clo)	metabolisme (met)
bewoner liggend in bed met laken in zomer	1.8	0.8
bewoner zittend op stoel in zomer, lichte kleding	0.5	1.0

In het geval zonder mechanische koelinstallatie:

De berekening gebeurt volgens NBN EN ISO 13792 Thermische eigenschappen van gebouwen - Berekening van de binnentemperatuur van een ruimte in zomeromstandigheden, zonder mechanische koeling - Vereenvoudigde methoden.

Het aantal overschrijdingsuren van de operationele temperatuur voor klasse B (EN 15251, Bijlage A.1, figuur A1)) mag maximaal 260 u bedragen (3 % van de gebruikstijd).

In het geval met mechanische koelinstallatie

Op basis van een koeldimensioneringsberekening en berekening van de PMV-waarde volgens NBN EN 15255 moet aangetoond worden dat bij het in de kamer geïnstalleerde koelvermogen zo gedimensioneerd is dat het aantal PMV-overschrijdingsuren voor klasse B (EN 15251, Annex A.1)) maximaal 260 u bedragen (3 % van de gebruikstijd). Voor de in de tabel aangegeven metabolismen en kledingweerstand komt dit overeen met een overschrijding van de operationele binnentemperatuur van 24 °C voor een bewoner liggend in bed met laken (nachtperiode), en met een overschrijding van de operationele binnentemperatuur van 27 °C voor een bewoner zittend op een stoel (dagperiode).

Aanbevelingen

- In bouwfysisch goed ontworpen verpleeghuizen, 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.
- 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 buitenluchtemperaturen in een extreme zomer als randvoorwaarde te nemen en niet het standaardreferentiejaar 1964.
- 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)

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

4.3. Score-items

De score-items zijn gerangschikt volgens bepaalde categorieën: ruimte, energie, comfort, materialen, en water.

4.3.1. Ruimte

Inplanting site

Intentie

Reduceer de ecologische voetafdruk van het gebouw op de site.

Het duurzaam bouwen kan alleen een volledige invulling krijgen, als ook de bouwgrond een zo laag mogelijke milieubelasting kent. Met behulp van de Trias toponoma kan hier handen en voeten aan gegeven worden:

1. Vang zoveel mogelijk de bouwbehoefte op in de gemeentelijke kern, door inbreiding voor uitbreiding te laten plaatsvinden. Hanteer daarbij de concepten intensief en meervoudig ruimtegebruik.
2. Als inbreiding niet mogelijk is, breid dan uit in een gebied met een lage natuurwaarde.
3. Spreek in het laatste geval pas een natuurlijker gebied aan, waarbij de ecologische structuur zo min mogelijk schade ondervindt.

Voorwaarde

Projecten die ruimtelijk gezien geen nieuwe site/uitbreidingsgebied aanspreken worden beloond (inbreidingsgerichte nieuwbouw/renovatie, herbouw, vervangingsniewbouw zonder afbraak,...).

Er is een nauwkeurige omschrijving vereist met voorbeelden van type projecten.

Eventueel de mogelijkheid voorzien om 2 punten toe te kunnen kennen: indien het rusthuismanagement een kandidaat vindt voor vervangingsniewbouw in het gebouw dat ze verlaten en dat ze zelf een nieuwbouw inbreidingsproject plaatsen.

Openbaar vervoer

Intentie

Het reduceren van de vervuiling door autogebruikers.

Verkeer draagt bij aan verschillende milieuproblemen. De belangrijkste zijn:

- **Gezondheidsproblemen.** Dit geldt met name voor mensen die langs wegen in dichtbevolkte gebieden wonen. Vooral twee categorieën stoffen houden risico's voor de gezondheid in: stikstofoxiden (NO_x) en fijne stofdeeltjes (roet).
- **Aantasting van de natuur.** Dan hebben we het over verzuring, schade aan landbouwgewassen en vermindering van de biodiversiteit. Deze aantasting ontstaat met name door de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x) en zwaveldioxide (SO₂). De uitstoot van NO_x komt voor twee derde voor rekening van het verkeer. Voor zwaveldioxide (SO₂) is dat een vijfde.
- **Klimaatverandering.** Het belangrijkste broeikasgas dat door het verkeer wordt uitgestoten is CO₂. CO₂ zorgt voor opwarming van de aarde en daardoor verandert het klimaat. De CO₂-uitstoot door verkeer en vervoer stijgt sterk ten opzichte van andere sectoren, zoals de industrie. Verkeer en vervoer draagt in 2010 voor een vijfde bij aan de emissie van broeikasgassen.
- **Geluidsbelasting.** Verkeer is de belangrijkste bron van geluidsoverlast. Zo ondervindt 27 procent van de bevolking ernstige hinder door wegverkeerslawaai. Dat leidt tot slaapproblemen en gezondheidsklachten.

Deze maatregel resulteert in enerzijds een verbetering van de mobiliteit van de bewoners en anderzijds in een betere bereikbaarheid voor bezoekers.

Voorwaarde

Er bevindt zich een opstapplaats voor (eender welke vorm van) openbaar vervoer binnen een wandelafstand van 200m.

4.3.2. Energie

15% beter E-peil (precies E-peil ingeven)

Intentie

Een lager energieverbruik resulteert in een lager gebruik van fossiele brandstoffen die nodig zijn bij de productie van energie of in een lagere productie van kernafval. Energie-efficiëntie zorgt voor een lagere uitstoot van verbrandingsgassen. Hierdoor verbetert de buitenluchtkwaliteit wat een positieve invloed heeft op de gezondheid. Tevens reduceert de

uitstoot van broeikasgassen, die bijdragen tot de klimaatverandering. De energiekosten zullen eveneens lager zijn.

Voorwaarde

Bereik een energieprestatieniveau 15 % beter dan het wettelijk minimumniveau voor rusthuizen.

25% beter E-peil

Intentie

Een lager energieverbruik resulteert in een lager gebruik van fossiele brandstoffen die nodig zijn bij de productie van energie of in een lagere productie van kernafval. Energie-efficiëntie zorgt voor een lagere uitstoot van verbrandingsgassen. Hierdoor verbetert de buitenluchtkwaliteit wat een positieve invloed heeft op de gezondheid. Tevens reduceert de uitstoot van broeikasgassen, die bijdragen tot de klimaatverandering. De energiekosten zullen eveneens lager zijn.

Voorwaarde

Bereik een energieprestatieniveau 25 % beter dan het wettelijk minimumniveau voor rusthuizen.

Hernieuwbare energie

Intentie

Het gebouw voorzien van energie met behulp van hernieuwbare energiebronnen.

Op dit ogenblik is de energie die wij verbruiken om ons te verwarmen en ons te verplaatsen, maar ook om elektriciteit op te wekken, hoofdzakelijk afkomstig van fossiele en nucleaire brandstoffen. Niet alleen raken deze fossiele brandstoffen uitgeput, ook het opslaan van kernafval zorgt voor problemen. Daarenboven bestaat een groot gedeelte van de broeikasgassen die in België gevormd worden, uit CO₂ dat voortkomt uit energieopwekking. Hernieuwbare energie biedt niet alleen een alternatief voor de problemen inzake de beveiliging van energiebevoorrading en de vervuilende atmosferische uitstoot, maar ook inzake de opwaardering van plaatselijke rijkdommen.

Voorwaarde

Projecten die één van de uitgewerkte opties uit de haalbaarheidstudie met gunstig advies ook effectief toepassen, krijgen op dit item een score.

Energiezuinige toestellen

Intentie

Reduceer het energieverbruik door het gebruik van energie-efficiënte toestellen.

De energievraag verminderen resulteert in een lagere uitstoot van toxische, chemische en broeikasgassen ten gevolge van de verbranding van fossiele brandstoffen om elektriciteit op te wekken en verbetert hierdoor de buitenluchtkwaliteit.

Voorwaarde

Te werken met een minimum aantal maatregelen uit totale maatregelenlijst.
(Koelkast, liften?, koud water- warm water aansluiting van keukentoeestellen,...)

4.3.3. Materialen

Lage emissie materialen

Intentie

Minimaliseer verontreinigende stoffen in de binnenlucht uit bouwmaterialen die schadelijk zijn voor de gezondheid van de bewoners en installateurs.

Vluchtige organische stoffen (VOS) van bouwmaterialen verminderen de binnenluchtkwaliteit en kunnen een schadelijk effect hebben op de gezondheid. VOSs en andere kankerverwekkende stoffen die vrijkomen uit bouwmaterialen kunnen ernstige gezondheidsrisico's inhouden voor zowel de installateurs als de bewoners. Kinderen, zwangere vrouwen, bejaarden, en mensen met een allergie of astma zijn in het bijzonder gevoelig voor deze effecten.

Vele vlamvertragers in plastics, weekmakers voor plastics, e.d. bevatten toxische stoffen die in bloedstalen teruggevonden zijn. Deze toxische stoffen kunnen resulteren in een onderdrukking van het immuunsysteem, een verstoring van het endocrien systeem, een verstoring van het zenuwstelsel, irritatie van de bronchiën, oog en huid en een verhoogde kans op kanker, astma en reproductietoxiciteit.

Voorwaarde

Verder te specificeren. Op dit ogenblik een moeilijk aftoetsbare eis, maar wel een aanzet om vanuit de overheid aandacht te vragen voor deze problematiek.

FSC-hout

Intentie

Het gebruik van hout dat gewonnen is op een verantwoorde en duurzame manier.

Bossen zijn belangrijke ecosystemen en staan wereldwijd onder druk. De ontbossing raast meedogenloos verder om plaats te maken voor landbouwgrond of voor houtwinning. Nochtans hoeft houtwinning geen schadelijke activiteit voor het milieu te zijn. Hout is een hernieuwbare grondstof die milieuvriendelijker is dan de meeste alternatieven. Wel moet houtwinning op een verantwoorde en duurzame manier gebeuren.

FSC staat voor 'Forest Stewardship Council' en zorgt voor de certificering van bossen volgens strikte principes en criteria. Het FSC-label probeert sociale, ecologische en economische belangen met elkaar te verzoenen. Het bosbeheer dient het sociale en economische welzijn van bosarbeiders en lokale gemeenschappen op lange termijn te verzekeren en de biologische rijkdom van de bossen worden beschermd.

Voorwaarde

Alle hout voor schrijnwerk en daktimmer is FSC gelabeld.

4.3.4. Comfort

Contact met de buitenomgeving

Intentie

Voorzie voldoende contact met de buitenomgeving voor het personeel, de bewoners en de bezoekers door voldoende zichten naar buiten te realiseren .

Onderzoek toont aan dat fysische en visuele connecties met de natuurlijke omgeving (toegang tot buiten, natuurzichten, daglicht), sociale, psychologische en fysische voordelen biedt. Deze connecties komen tevens het genezingsproces van de patiënten ten goede en

reduceren stress. Het personeel geniet van diezelfde voordelen en resulteren in betere diensten en verzorging van de bewoners.

Voorwaarde

Deze eis staat al in de erkenningvoorwaarden voor rusthuizen (nl 1/6de van de vloeroppervlakte voor kamers). Deze maatregel zou dus vooral betrekking hebben op de overige ruimten zoals gangen, keuken, personeelsruimten, ed. Mogelijke formulering: "Gangen moeten aan 2 zijden direct licht ontvangen. In ruimtes waar personeel tewerk gesteld is, moet men rechtstreeks naar buiten kunnen kijken".

Buitenomgeving

Intentie

Voorzie voor de bewoners, de bezoekers en het personeel aangename buitenruimtes.

Bij het ontwerp van de buitenruimtes moet voldoende aandacht besteed worden aan veiligheid, beschutting en beschaduwing, zoniet zijn deze aangelegde zones niet bruikbaar. Tevens is een verscheidenheid van buitenruimtes in beschutting, beschaduwing, privacy, oriëntatie, toegankelijkheid (rolstoelgebruikers) en contact met de buitenomgeving gewenst. Hierdoor kan iedereen rusten en genieten van de natuurlijke omgeving. Onderzoek toont aan dat deze ruimtes een positieve invloed hebben op de gezondheid van de bewoners en het personeel.

Voorwaarde

Voorzie buitenruimtes voor bewoners, bezoekers en personeel op minimum 5 % van de totale vloeroppervlakte;

Voorzie eveneens buitenruimtes uitsluitend voor het personeel op minimum 2 % van de totale vloeroppervlakte;

Regeling thermisch comfort

Intentie

Voorzie een goed individueel regelbaar HVAC-systeem wat resulteert in een verhoogd thermisch comfort en binnenluchtkwaliteit.

De graad van individuele regelbaarheid op het binnenklimaat bepaalt mee de gezondheid van de bewoners. Onderzoek heeft aangetoond dat individuele controle over het binnenklimaat een positieve impact heeft op de beoordeling van het binnenklimaat en op het energieverbruik. Bij de individuele controle van het ventilatiedebiet moet steeds een minimaal ventilatiedebiet gegarandeerd worden.

Voorwaarden

Bediening van het openen van de ramen door de rusthuisbewoners mogelijk (indien haalbaar vanuit het gedrag van de bewoner), regelbaarheid verwarming en/of koeling per kamer.

Regeling verlichting

Intentie

Voorzie een goed individueel regelbaar verlichtingssysteem wat resulteert in een verhoogd (visueel) comfort.

Voorwaarden

- 1) Aansturing van licht op basis van aanwezigheidsdetectie
- 2) gebruik van daglichtcompensatie

- 3) minimum 90 % van de bewoners beschikken over de mogelijkheid het licht individueel te regelen;
- 4) de bewoners kunnen de verlichtingsschakelaars in hun kamers bedienen vanuit hun bed;
- 5) de bewoners kunnen de zonwering vanuit hun bed bedienen.

Geluidsisolatie

Intentie

Voorzie een binnenomgeving met een goed akoestisch comfort voor de bewoners, bezoekers en het personeel.

Geluid is een belangrijke bron van stress in verzorgingstehuizen. Geluid van personeel, materiaal en bezoekers hebben een impact op de privacy en de slaap van de bewoners. Tevens verhoogt het de stress van zowel de bewoners als het personeel.

Voorwaarden

Bijlage D bevat een voorstel voor een akoestisch programma van eisen bij de nieuwbouw of vernieuwbouw van rusthuizen. Deel IV geeft een voorstel voor de akoestische prestatie-eisen van rusthuizen. Deze zijn gebaseerd op de prestatie-eisen volgens de Vlaamse normen, maar aangevuld met eigen inzichten. Er wordt hierin onderscheid gemaakt tussen normaal en verhoogd comfort.

We beschouwen deze eisen als een eerste aanzet. De bouwkundige implicaties van de (akoestische) eisen zijn niet gering. Verder onderzoek is nodig om definitieve eisen vast te leggen.

Als in het bestek akoestische maatregelen zijn opgenomen om aan de eisen voor verhoogd comfort te voldoen, dan verdienen ze een punt. Of normaal comfort 1 punt, verhoogd comfort 2 punten. Voorstel van eisen die gelden voor dit score-item: luchtgeluidsisolatie, contactgeluidisolatie en gevelisolatie.

Achtergrondlawaai

Intentie

Voorzie een binnenomgeving met een goed akoestisch comfort voor de bewoners, bezoekers en het personeel.

Geluid is een belangrijke bron van stress in verzorgingstehuizen. Geluid van personeel, materiaal en bezoekers hebben een impact op de privacy en de slaap van de bewoners. Tevens verhoogt het de stress van zowel de bewoners als het personeel.

Voorwaarde

Bijlage D bevat een voorstel voor een akoestisch programma van eisen bij de nieuwbouw of bij de vernieuwbouw van rusthuizen. Deel IV geeft een voorstel voor de akoestische prestatie-eisen van rusthuizen. Deze zijn gebaseerd op de prestatie-eisen volgens de Vlaamse normen, maar aangevuld met eigen inzichten. Er wordt hierin onderscheid gemaakt tussen normaal en verhoogd comfort.

We beschouwen deze eisen als een eerste aanzet. De bouwkundige implicaties van de (akoestische) eisen zijn niet gering. Verder onderzoek is nodig om definitieve eisen vast te leggen.

Als in het bestek akoestische maatregelen zijn opgenomen om aan de eisen voor verhoogd comfort te voldoen, dan verdienen ze een punt. Of normaal comfort 1 punt, verhoogd comfort 2 punten.

3. BESLUIT

Op vraag van de Vlaamse overheid is een nieuwe rekenmethode ontwikkeld voor het bepalen van het energieprestatiepeil van rusthuizen. Daartoe werden in eerste instantie aan de hand van zes cases de knelpunten binnen de huidige regelgeving geïnventariseerd. Belangrijkste afwijkingen waardoor rusthuizen geen betrouwbare waarden opleveren wanneer ze berekend worden met de huidige EPU en EPW-rekenmethodes waren de bijna constante binnentemperatuur die aanzienlijk hoger ligt dan wat in beide methodes wordt ingerekend; de nagenoeg permanente bezetting van de rusthuiskamers waardoor de ventilatie constant in gebruik is; de kringleidingen die aanwezig zijn voor sanitair warm watervoorzieningen; en de strengere eisen naar zomercomfort en het risico op oververhitting. Voor elk van deze knelpunten werd een nieuw rekenalgoritme voorgesteld. Op die manier kon het referentieverbruik (het E100-peil) voor rusthuizen vastgelegd worden. Om de werkbaarheid van de ontwikkelde methodiek te testen is ze toegepast op de cases zoals deze momenteel zijn ontworpen / uitgevoerd. Voor alle cases werd een E-peil lager dan E100 bekomen.

Op basis van de ontwikkelde rekenmethodiek zijn dan vier kwaliteitsniveaus vastgelegd: de hedendaagse kwaliteit die net voldoet aan de vigerende wetgeving (met een overeenkomstig E100-peil); een goede kwaliteit die haalbaar is met courante technieken (E80-peil), een lage-energierusthuis (E60) en een extreem lage-energierusthuis (E40). Voor elk van de kwaliteitsniveaus is een overeenkomstig maatregelenpakket afgeleid. Toepassing van de maatregelenpakketten op de zes testcases gaven gemiddeld het overeenkomstige E-peil. In een volgend stadium is dan nagegaan in hoeverre deze opeenvolgende kwaliteitsniveaus economisch te verantwoorden zijn. Daartoe werden de extra investeringskosten voor de verschillende kwaliteitsniveaus afgeleid en werd een kosten-batenanalyse uitgevoerd op de zes testcases. De statische terugverdiertijden om van maatregelenpakket 1 naar maatregelenpakket 2, 3 of 4 te gaan bleken respectievelijk gemiddeld 11.6 / 8.4 / 11.6 jaar te bedragen. Statische terugverdiertijden houden echter geen rekening met de actualisatie en de methode is daarom vooral geschikt voor vergelijking van maatregelen met korte levensduur. Ingrepen bij gebouwen worden meestal geëvalueerd via totale actuele kost. Toepassing van deze methodiek op de zes testcases, voor een gebruiksperiode van 20 jaar toonden dat het E60-kwaliteitsniveau als financieel interessants kon beoordeeld worden. Het basisniveau (overeenkomstig E100) bleek over 20 jaar het minst interessant. Rekent men met een gebruiksperiode van 40 jaar dan wordt zelf het E40 kwaliteitsniveau financieel het interessants, al is het verschil met E60 relatief beperkt. T.o.v. het E100 en E80-kwaliteitsniveau worden de verschillen voor een gebruiksperiode van 40 jaar wel meer uitgesproken.

Om het ruimere karakter van de huidige VIPA-richtlijnen niet uit het oog te verliezen, werd in het laatste werkpakket de energieprestatiebenadering opgenomen in een ruimer kader van algemene duurzaamheidsaspecten. Deze bestonden uit een scoresysteem met 7 verplichte items en 17 score-items. Op die manier kunnen rusthuizen niet enkel op hun energetische prestaties beoordeeld worden, maar op hun globale duurzaamheid.

Leuven, 25/06/08

Laboratorium Bouwfysica, K.U. Leuven
Staf Roels
Veerle De Meulenaer

Daidalos Peutz bouwfyfisch ingenieursbureau
Filip Descamps
Friedl Decock

Vakgroep Architectuur & Stedebouw, UGent
Arnold Janssens
Marijke Steeman

Ingenium nv
Pedro Pattijn

FDA architecten & ingenieurs
Daniël Van Doorslaer
Hilde Verachtert

Bijlagen

BIJLAGE A: INTERNE WARMTEWINSTEN

De beschouwde interne warmtebronnen zijn: personen, verlichting, ventilatoren en overige apparatuur en worden bepaald aan de hand van de ruimtes. Bepaal de maandelijkse interne warmteproductie van energiesector i voor de verwarmingsberekeningen en voor koelberekeningen met:

$$Q_{i,heat,seci,m} = \Phi_{i,heat,seci,m} \cdot t_m$$

$$Q_{i,cool,seci,m} = \Phi_{i,cool,seci,m} \cdot t_m$$

met:

$$\Phi_{i,heat,seci,m} = 0.8 \Phi_{i,cool,seci,m}$$

$$\Phi_{i,cool,seci,m} = \sum \Phi_{i,cool,sec i,pers,space k,m} + \sum \Phi_{i,cool,sec i,app,space k,m} + (r_{light,sec i} \cdot W_{light,sec i})/8.76 + r_{fans,cool,sec i} \cdot W_{fans,sec i,m} \cdot 3.6/t_m$$

voor bestemming 'rusthuiskamer':

$$\Phi_{i,cool,seci,pers,space k,m} = q_{i,pers} \cdot n_{design,rooms,sec i}$$

$$\Phi_{i,cool,seci,app,space k,m} = q_{i,app} \cdot n_{design,rooms,sec i}$$

voor andere bestemmingen:

$$\Phi_{i,cool,seci,pers,space k,m} = f_{real,sec i,space k} \cdot f_{pres,sec i,space k} \cdot n_{design,sec i,space k} \cdot 100$$

$$\Phi_{i,cool,seci,app,space k,m} = q_{i,app} \cdot A_{f,sec i,space k}$$

waarin:

$Q_{i,heat,seci,m}$	de maandelijkse interne warmteproductie van energiesector i voor de verwarmingsberekeningen, in MJ;
$Q_{i,cool,seci,m}$	de maandelijkse interne warmteproductie van energiesector i voor de koelberekeningen, in MJ;
$\Phi_{i,heat,seci,m}$	de gemiddelde warmtestroom door interne warmteproductie in energiesector i voor de verwarmingsberekeningen, in W;
$\Phi_{i,cool,seci,m}$	de gemiddelde warmtestroom door interne warmteproductie in energiesector i voor de koelberekeningen, in W;
$\Phi_{i,cool,sec i,pers,space k,m}$	de gemiddelde warmtestroom door interne warmteproductie van personen in ruimte k in energiesector i voor de koelberekeningen, in W;
$\Phi_{i,cool,sec i,app,space k,m}$	de gemiddelde warmtestroom door interne warmteproductie van apparaten in ruimte k in energiesector i voor de koelberekeningen, in W;
$f_{real,sec i}$	de conventioneel vastgelegde verhouding van de gemiddelde reële bezetting tijdens de gebruiksuren t.o.v. de maximale ontwerpbezetting (-). Ze wordt bepaald als het naar gebruiksoppervlakte gewogen gemiddelde per energiesector van de waarden uit Tabel 1;
$f_{pres,sec i}$	de conventionele tijdsfractie dat er mensen in het gebouw aanwezig zijn (-). Ze wordt bepaald als het naar gebruiksoppervlakte gewogen gemiddelde per energiesector van de waarden voor $f_{vent,heat,j}$ volgens Tabel 4;
$n_{design,rooms,sec i}$	het aantal kamers in de energiesector rusthuizen;
$q_{i,pers}$	de gemiddelde specifieke interne warmteproductie in de beschouwde ruimte ingevolge de personen afhankelijk van de bestemming van de ruimte, in W/kamer, ontleend aan Tabel 1;
$n_{design,sec i}$	het aantal personen in de energiesector overeenkomend met de maximale bezetting waarvoor de ventilatiesystemen ontworpen zijn (-). Voor de interne warmteproductie van de kamers zijn dit het aantal kamers;
$q_{i,app}$	de gemiddelde specifieke interne warmteproductie in de beschouwde energiesector ingevolge de apparatuur, in W/m ² , ontleend aan Tabel 1;
$A_{f,sec i}$	de gebruiksoppervlakte van de beschouwde energiesector, in m ² ;
$r_{light,sec i}$	een reductiefactor (zie bijlage II);
$W_{light,sec i}$	de interne warmteproductie in de beschouwde energiesector door verlichting in kWh, bepaald volgens bijlage II 9.3 of 9.4.3.1;
$r_{fans,heat,sec i}$	
$r_{fans,cool,sec i}$	een reductiefactor (zie bijlage II)
$W_{fans,seci,m}$	de interne warmteproductie in de beschouwde energiesector door ventilatoren in kWh, bepaald volgens 8.1;

Bestemming	Interne warmtelast van apparatuur $q_{i,app}$	Interne warmtelast personen $q_{i,pers}$	Reële bezettingsfractie f_{real}
Kamers	80 W/kamer	105 W/kamer	
Leefruimtes	1 W/m ²		0.5
Kantoren	3 W/m ² (zie bijlage II tabel 5)		0.3
Andere			

Tabel 1: Interne warmtewinsten ingevolge bezetting en apparatuur en de reële bezettingsfractie van de ruimtes.

Bestemming	Vloeroppervlakte per persoon	
Gezondheidszorg		
Rusthuiskamer	1	pers/kamer
Leefruimte	4	m ² /pers
Verpleeglokalen, kantoren	10	m ² /pers
Andere (berging, circulatie,...)	15	m ² /pers

Tabel 2: Aanvulling van de bestemmingen bij gezondheidszorg in tabel 1 bijlage VI: Te hanteren waarden bij de bepaling van de bezetting nodig voor de berekening van het minimum ontwerpdebiet in ruimten bestemd voor menselijke bezetting.

BIJLAGE B: KOELENERGIEVERBRUIK

In deze bijlage staat de rekenmethode voor koeling in rusthuizen beschreven. Eerst wordt het netto koelenergieverbruik bepaald, vervolgens het bruto koelenergieverbruik en tenslotte het eindenergieverbruik voor koeling.

3.1 Netto koelenergieverbruik

De berekeningsmethode van het netto koelenergieverbruik is gelijk aan de EPU methode. Enkel wordt gerekend met een gemiddelde binnentemperatuur voor de bepaling van de energiebehoefte voor ruimtete koeling van 23°C i.p.v. 18°C. Voor de rekenmethode verwijzen we naar bijlage II van het energieprestatiebesluit.

Naast een andere binnentemperatuur veranderen enkele numerieke parameters om de benuttingsfactor te bepalen.

Benuttingsfactor

De benuttingsfactor voor de warmteverliezen wordt per maand bepaald aan de hand van de voor warmte toegankelijke massa en de verhouding tussen warmteverlies en warmte winst.

Bereken de benuttingsfactor per energiesector per maand, $\eta_{util,cool,sec\ i,m}$ met:

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

$$\eta_{util,cool,sec\ i,m} = 1/\gamma_{sec\ i,m}$$

- indien $\gamma_{seci,m}$ kleiner is dan 2.5, geldt:

$$\eta_{util,cool,sec\ i,m} = \frac{1 - (\gamma_{sec\ i,m})^b}{1 - (\gamma_{sec\ i,m})^{b+1}} \quad \text{indien } \gamma \neq 1$$

$$\eta_{util,cool,sec\ i,m} = \frac{b}{b+1} \quad \text{indien } \gamma = 1$$

waarbij de maandelijkse verlies-winstverhouding per energiesector, $\gamma_{seci,m}$, gedefinieerd is als:

$$\gamma_{sec\ i,m} = \frac{Q_{L,cool,sec\ i,m}}{Q_{g,cool,sec\ i,m}}$$

en waarbij de numerieke parameter b voor energiesector i gegeven wordt door:

$$b = b_{0,cool} + \frac{\tau_{cool,sec\ i,m}}{\tau_{0,cool}}$$

met als maandelijkse tijdconstante voor koeling van energiesector i, $\tau_{cool,sec\ i,m}$ in h:

$$\tau_{cool,sec\ i,m} = \frac{C_{sec\ i}}{3.6(H_{T,sec\ i,m} + H_{V,cool,sec\ i})}$$

waarin:

Gebruiksfunctie gebouw Constanten	$b_{0,cool}$ (-)	$\tau_{0,cool}$
Woningen	1	15h 54 000 s
Kantoor – en schoolgebouwen	1.83	83 h 298 800 s
Gezondheidszorg (klinisch) (nachtverblijf)	1.46	55.6 h 200 000 s

Tabel 3: Constanten voor de berekening van de benuttingsfactor voor woningen, kantoor- en schoolgebouwen en gezondheidszorg volgens EPB.

- C_{seci} de effectieve thermische capaciteit van energiesector i, in kJ/K, bepaald volgens 5.8 bijlage II;
- $H_{T,seci,m}$ het specifieke warmteverlies door transmissie van energiesector i voor de betreffende maand, in W/K, bepaald volgens 7.7 bijlage I;
- $H_{V,cool,seci}$ het specifieke warmteverlies door in/exfiltratie en bewuste ventilatie van energiesector i voor de koelberekeningen, in W/K, bepaald volgens 5.5 bijlage II.

3.2 Bruto koelenergieverbruik

De berekening voor het bruto koelenergieverbruik is volgens de epb-berekening beschreven in bijlage II (2008).

3.3 Eindenergieverbruik voor koeling

De bruto energiebehoefte voor koeling wordt op een conventionele manier verdeeld over de preferente en de niet-preferente koudeleveranciers zoals hieronder weergegeven.

$$Q_{cool,final,seci,m,pref} = \frac{f_{cool,pref} \times Q_{cool,gross,seci,m}}{\eta_{gen,cool,pref}}$$

$$Q_{cool,final,seci,m,npref} = \frac{(1 - f_{cool,pref}) \times Q_{cool,gross,seci,m}}{\eta_{gen,cool,npref}}$$

waarin

- $Q_{cool,final,seci,m,pref}$ het maandelijks eindenergieverbruik van de preferente koudeleverancier(s) voor ruimtekoeling van energiesector i, in MJ;
- $f_{cool,pref}$ de jaargemiddelde fractie van de totale koudelevering welke door de preferent geschakelde koudeleverancier(s) wordt geleverd, zoals bepaald in 7.3.2 van bijlage II (-);
- $Q_{cool,gross,seci,m}$ de maandelijkse bruto energiebehoefte voor ruimtekoeling van energiesector i, bepaald volgens 6.2, in MJ;
- $\eta_{gen,cool,pref}$ het opwekkingsrendement van de preferente koudeleveranciers, bepaald volgens Tabel 4 (-);
- $Q_{cool,final,seci,m,npref}$ het maandelijks eindenergieverbruik van de niet-preferente koudeleverancier(s) voor ruimtekoeling van energiesector i, in MJ;
- $\eta_{gen,cool,npref}$ het opwekkingsrendement van de niet-preferente koudeleveranciers, bepaald volgens Tabel 4 (-).

Opwekkingsrendement

Het opwekkingsrendement voor koeling is afhankelijk van de koudeleverancier (zie Tabel 4).

Koudeleverancier	$\eta_{gen,cool}$
Geen actieve koeling	5
Compressiekoelmachines - luchtgekoelde - watergekoelde	(cfr. DIN V 18599 7:2007) SEER of EER.PLV _{av} $1 / \left(\left(1 + \frac{1}{EER} \right) \cdot q_{R,elektr} \cdot f_{R,av} \cdot t_{R,op} \right)$
Absorptiekoelmachine ▪ op externe warmtelevering ▪ op warmtekrachtkoppeling	0.7 $\eta_{equiv,heat,dh}$ 1.0 $\epsilon_{cogen,th}$
Koudeopslag	12
Warmtepomp in zomerbedrijf (in combinatie met koudeopslag)	5

Tabel 4: opwekkingsrendement voor koeling.

waarbij

EER (en: energy efficiency ratio) in kW/kW

voor standaardwaarden zie bijlage tabel 20 voor watergekoelde en tabel 22 voor luchtgekoelde compressiekoelmachines uit de Duitse norm DIN V 18599 7:2007-02: p. 44-62; voor productspecifieke waarden zie www.eurovent-certification.org onder Programme LCP (Liquid chilling package) ;

PLV_{av} deellastfactor (en: part load value), zie Tabel 6 voor watergekoelde en Tabel 7 voor luchtgekoelde compressiekoelmachines; deze factor is functie van het benuttingsprofiel (er zijn 33 profielen gedefinieerd, waaronder 1 voor een kamer met bed, en 1 voor hotels) ;

SEER (en: seasonal energy efficiency ratio) in kWh/kWh;

$q_{R,elektr}$ het specifieke elektriciteitsverbruik van de condensor in kW/kW, te bepalen uit tabel 29 van de DIN-norm

$f_{R,av}$ de gemiddelde benuttingsfactor van de condensor voor de condensor van watergekoelde compressiekoelmachines zie appendix A van de DIN-norm (afhankelijk van het benuttingsprofiel, zie boven) ;

$t_{R,op}$ de bedrijfstijd van de condensor in h.

	EUROVENT	ARI (Air-conditioning and Refrigeration Institute)
Nominal full load	EER (Energy Efficiency Ratio)	EER
Part load	Seasonal Efficiency Ratio (ESEER) = 0.03 (EER 100%) + 0.33 (EER 75%) + 0.41 (EER 50%) + 0.23 (EER 25%)	IPLV/NPLV = 0.01 (EER 100%) + 0.42 (EER 75%) + 0.45 (EER 50%) + 0.12 (EER 25%)

Tabel 5: opwekkingsrendement voor koeling

type koelmachine	transport middel bevochtiging Warmte en/of vocht terugwinning			constant debiet				variabel debiet			
				verdampingscondensator		droge condensator		verdampingscondensator		droge condensator	
				PLV _{av}	f _{R,VK}	PLV _{av}	f _{R,VK}	PLV _{av}	f _{R,VK}	PLV _{av}	f _{R,VK}
zuig- of scrollcompressor aan/uit regeling	water			0.92	0.12	0.92	0.10				
	lucht	geen bevochtiging	geen	0.93	0.10	0.93	0.09				
			warmte	0.93	0.11	0.93	0.10				
		bevochtiging	geen/ enkel warmte	0.93	0.12	0.93	0.11				
			warmte + vocht	0.92	0.12	0.92	0.10				
zuig- of scrollcompressor modulerende werking	water			1.31	0.11	1.26	0.10	1.53	0.44	1.65	0.88
	lucht	geen bevochtiging	geen	1.33	0.10	1.27	0.09	1.56	0.37	1.67	0.89
			warmte	1.32	0.11	1.26	0.10	1.55	0.40	1.66	0.89
		bevochtiging	geen/ enkel warmte	1.31	0.12	1.25	0.10	1.53	0.41	1.65	0.89
			warmte + vocht	1.32	0.11	1.26	0.10	1.54	0.42	1.66	0.89
zuig- of scrollcompressor (durch zylinderabschaltung)	water			0.79	0.12	0.75	0.11	0.92	0.47	0.99	0.89
	lucht	geen bevochtiging	geen	0.75	0.10	0.71	0.10	0.87	0.40	0.94	0.90
			warmte	0.77	0.11	0.74	0.10	0.90	0.42	0.96	0.90
		bevochtiging	geen/ enkel warmte	0.78	0.13	0.74	0.11	0.91	0.44	0.97	0.89
			warmte + vocht	0.77	0.12	0.74	0.10	0.90	0.45	0.97	0.90
zuig- of scrollcompressor (mit Heissgasbypassregelung)	water			0.52	0.13	0.52	0.11				
	lucht	geen bevochtiging	geen	0.47	0.11	0.47	0.10				
			warmte	0.49	0.12	0.49	0.10				
		bevochtiging	geen/ enkel warmte	0.51	0.13	0.51	0.11				
			warmte + vocht	0.50	0.13	0.50	0.11				
schroefcompressor	water			0.95	0.12	0.91	0.10	1.11	0.46	1.55	0.89
	lucht	geen bevochtiging	geen	0.89	0.10	0.85	0.09	1.04	0.39	1.46	0.89
			warmte	0.92	0.11	0.88	0.10	1.07	0.41	1.50	0.89
		bevochtiging	geen/ enkel warmte	0.93	0.12	0.88	0.11	1.08	0.43	1.51	0.89
			warmte + vocht	0.93	0.11	0.89	0.10	1.09	0.44	1.52	0.89
turbocompressor	water							1.14	0.45	1.23	0.89
	lucht	geen bevochtiging	geen					1.08	0.38	1.16	0.89
			warmte					1.11	0.41	1.19	0.89
		bevochtiging	geen/ enkel warmte					1.12	0.42	1.20	0.89
			warmte + vocht					1.12	0.44	1.21	0.89

Tabel 6: Deellastfactor en benuttingsfactor van de condensator van watergekoelde koelmachines voor koeling van beddenkamers [DIN V 18599-7:2007-02].

Type koelmachine	transport	bevochtiging	Warmte en/of vocht terugwinning	PLV _{av}
zuig- of scrollcompressor aan/uit regeling	water			1.32
	lucht	geen	geen	1.35
			warmte	1.33
		bevochtiging	geen/ enkel warmte	1.32
			warmte + vocht	1.33
zuig- of scrollcompressor modulerende regeling	water			1.44
	lucht	geen	geen	1.48
			warmte	1.45
		bevochtiging	geen/ enkel warmte	1.44
			warmte + vocht	1.45
schroefcompressor	water			1.11
	lucht	geen	geen	1.08
			warmte	1.09
		bevochtiging	geen/ enkel warmte	1.09
			warmte + vocht	1.10
aan/uit regeling enkele zone	water			1.24
	lucht	geen	geen	-
			warmte	-
		bevochtiging	geen/ enkel warmte	-
			warmte + vocht	-
aan/uit regeling meerdere zones	water			0.83
	lucht	geen	geen	-
			warmte	-
		bevochtiging	geen/ enkel warmte	-
			warmte + vocht	-
frequentieregeling enkele zone	water			1.37
	lucht	geen	geen	-
			warmte	-
		bevochtiging	geen/ enkel warmte	-
			warmte + vocht	-
frequentieregeling meerdere zones	water			1.26
	lucht	geen	geen	1.20
			warmte	1.22
		bevochtiging	geen/ enkel warmte	1.21
			warmte + vocht	1.24

Tabel 7: Deellastfactor van de condensor van luchtgekoelde koelmachines voor koeling van beddenkamers [DIN V 18599-7:2007-02].

BIJLAGE C: INVESTERINGSKOSTEN TECHNIEKEN

1. INLEIDING

Op basis van de huidige bouwpraktijk en gerealiseerde projecten werden de eenheidsprijzen voor de verschillende types van installaties voor verwarming, ventilatie, elektriciteit, koeling en sanitair afgeleid.

Op basis van deze eenheidsprijzen werd voor een typegebouw (5000 m² en 85 bedden) een budgetraming gemaakt voor de verschillende voorgestelde maatregelpakketten.

Deze budgetraming bestaat uit een vast en variabel deel. Het vast deel (vb. sanitaire toestellen, elektrische borden, elektrische bekabeling, ...) wordt niet beïnvloed door de voorgestelde maatregelpakketten. Het variabel deel (vb. verwarmingsinstallatie, ventilatieinstallatie, ...) varieert in functie van de weerhouden installaties en de bouwfysische keuzes (vb. isolatiegraad, zonwering, ...)

De maatregelpakketten zijn theoretische situaties, die in meer of minder mate overeenstemmen met de huidige bouwpraktijk en met de ecologiecriteria, zoals gedefinieerd door VIPA.

Om een volledige vergelijking te kunnen maken van de meer- en mindkosten, wordt per type installatie (V-verwarming, E-electriciteit en S-sanitair) een totale prijsraming gemaakt.

De kostprijs voor keuken en liften wordt buiten beschouwing gelaten. Enerzijds hebben de voorgestelde maatregelpakketten geen effect op de keuken- en liftinstallatie. Anderzijds zijn deze installaties projectgebonden.

2. E100

Het maatregelpakket E100 omvat :

- K40
- buitenzonwering (gglas=0.7; gtotaal=0.15)
- HR-ketel, rendement 94%
- Radiatoren op 90/70°-regime
- geen buitenvoeler, wel thermostaatkranen
- luchtdichtheid v50 = 12 m³/hm²
- ventilatiesysteem C
- ventilatoren SFP 3
- verlichting 4 W/m², 100 lux = 12 W/m²
- Sanitair warm water, leidingsverliezen 15 W/m

De investeringskost (variabel deel) voor de technische installaties horende bij het maatregelpakket E100 is gelijk aan :

Perceel	Hoofdstuk	Installatie	Kostprijs (Variabele deel)
V	CV	Warmtegeneratoren, branders, brandstofvoeding, expansiesystemen, afvoer verbrandingsproducten	67.000 €
V	CV	Verwarmingslichamen	101.000 €
V	CV	Leidings, brandbeveiliging, kraanwerk, pompen	167.000 €

V	CV	Isolatie	47.000 €
V	CV	Elektriciteit, regeling, meting en controle	51.000 €
V	subtotaal verwarming	0	433.000 €
V	SWW productie	SWW productie	24.000 €
V	subtotaal SWW productie	0	24.000 €
S	SWW verdeling	SWW leidingen, kraanwerk	101.000 €
S	SWW verdeling	SWW isolatie	25.000 €
S	subtotaal SWW	0	126.000 €
V	VENT	Luchtbehandelingskasten & ventilatoren	32.000 €
V	VENT	Luchtkanalen	70.000 €
V	VENT	Eenheden voor luchtkanaalnetten	27.000 €
V	VENT	Elektriciteit, regeling, meting en controle	22.000 €
V	VENT	Brandbeveiliging	17.000 €
V	subtotaal VENT	0	168.000 €
E	ELEK	Armaturen verlichting	103.000 €
E	Subtotaal armaturen	0	103.000 €
	Subtotaal Variabel Deel E100		854.000 €

3. E80

Het maatregelpakket E80 omvat :

- K35
- buitenzonwering (gglas=0.4; gtotaal=0.15)
- condensatieketel, rendement 107%
- Radiatoren op 70/50°-regime
- met buitenvoeler en thermostaatkranen
- luchtdichtheid v50 = 12 m³/hm²

- ventilatiesysteem D, warmterecuperatie 50%
- ventilatoren SFP 3
- verlichting 3.3 W/m², 100 lux = 10 W/m²
- Sanitair warm water, leidingsverliezen 15 W/m
- kortere lengte

De investeringskost (variabel deel) voor de technische installaties horende bij het maatregelpakket E80 is gelijk aan :

Perceel	hoofdstuk	Installatie	Kostprijs (Variabele deel)
V	CV	Warmtegeneratoren, branders, brandstofvoeding, expansiesystemen, afvoer verbrandingsproducten	- 6.700 €
V	CV	Verwarmingslichamen	35.350 €
V	CV	Leidingen, brandbeveiliging, kraanwerk, pompen	-11.690 €
V	CV	Isolatie	-3.290 €
V	CV	Elektriciteit, regeling, meting en controle	10.200 €
V	subtotaal verwarming	0	23.870 €
V	SWW productie	SWW productie	18.000 €
V	subtotaal SWW productie	0	18.000 €
S	SWW verdeling	SWW leidingen, kraanwerk	-5.050 €
S	SWW verdeling	SWW isolatie	-1.250 €
S	subtotaal SWW	0	-6.300 €
V	VENT	Luchtbehandelingskasten & ventilatoren	48.000 €
V	VENT	Luchtkanalen	105.000 €

V	VENT	Eenheden voor luchtkanaalnetten	40.500 €
V	VENT	Elektriciteit, regeling, meting en controle	33.000 €
V	VENT	Brandbeveiliging	25.500 €
V	subtotaal VENT	0	252.000 €
E	ELEK	Armaturen	25.750 €
E	Subtotaal armaturen	0	25.750 €
	Meerkost tov E100 Subtotaal Variabel Deel E80		313.320 €

4. E60

Het maatregelpakket E60 omvat :

- K30
- buitenzonwering (gglas=0.7; gtotaal=0.12)
- condensatieketel, rendement 107%
- Radiatoren op 50/40°-regime
- met buitenvoeler en thermostaatkranen
- luchtdichtheid v50 = 4.5 m³/hm²
- ventilatiesysteem D, warmterecuperatie 70%
- ventilatoren SFP 3
- verlichting 2.7 W/m², 100 lux = 8 W/m²
- Sanitair warm water, leidingsverliezen 10 W/m

De investeringskost (variabel deel) voor de technische installaties horende bij het maatregelpakket E60 is gelijk aan :

V	CV	Warmtegeneratoren, branders, brandstofvoeding, expansiesystemen, afvoer verbrandingsproducten	-16.750 €
V	CV	Verwarmingslichamen	45.450 €
V	CV	Leidingen, brandbeveiliging, kraanwerk, pompen	-20.040 €
V	CV	Isolatie	-5.640 €
V	CV	Elektriciteit, regeling, meting en controle	10.200 €

V	subtotaal verwarming	0	13.220 €
V	SWW productie	SWW productie	- €
V	subtotaal SWW productie	0	0 €
S	SWW verdeling	SWW leidingen, kraanwerk	- €
S	SWW verdeling	SWW isolatie	6.250 €
S	subtotaal SWW	0	6.250 €
V	VENT	Luchtbehandelingskasten & ventilatoren	64.000 €
V	VENT	Luchtkanalen	105.000 €
V	VENT	Eenheden voor luchtkanaalnetten	40.500 €
V	VENT	Elektriciteit, regeling, meting en controle	33.000 €
V	VENT	Brandbeveiliging	25.500 €
V	subtotaal VENT	0	268.000 €
E	ELEK	Armaturen	51.500 €
E	Subtotaal armaturen	0	51.500 €
	Meerkost tov E100 Subtotaal Variabel Deel E60		338.970 €

5. E40

Het maatregelpakket E40 omvat :

- K25
- buitenzonwering (gglas=0.4; g totaal=0.12)
- warmtepomp
- Radiatoren op 40/30°-regime
- met buitenvoeler en thermostaatkranen
- luchtdichtheid v50 = 1.5 m³/hm²
- ventilatiesysteem D, warmterecuperatie 80%

- ventilatoren SFP 2
- verlichting 2.0 W/m², 100 lux = 6 W/m²
- Sanitair warm water, leidingsverliezen 10 W/m
- kortere lengte

De investeringskost (variabel deel) voor de technische installaties horende bij het maatregelpakket E40 is gelijk aan :

V	CV	Warmtegeneratoren, branders, brandstofvoeding, expansiesystemen, afvoer verbrandingsproducten	301.500 €
V	CV	Verwarmingslichamen	10.100 €
V	CV	Leidingen, brandbeveiliging, kraanwerk, pompen	-33.400 €
V	CV	Isolatie	-9.400 €
V	CV	Elektriciteit, regeling, meting en controle	10.200 €
V	subtotaal verwarming	0	279.000 €
V	SWW productie	SWW productie	18.000 €
V	subtotaal SWW productie	0	18.000 €
S	SWW verdeling	SWW leidingen, kraanwerk	-5.050 €
S	SWW verdeling	SWW isolatie	5.000 €
S	subtotaal SWW	0	-50 €
V	VENT	Luchtbehandelingskasten & ventilatoren	76.800 €
V	VENT	Luchtkanalen	105.000 €
V	VENT	Eenheden voor luchtkanaalnetten	40.500 €
V	VENT	Elektriciteit, regeling, meting en controle	33.000 €
V	VENT	Brandbeveiliging	25.500 €

V	subtotaal VENT	0	280.800 €
E	ELEK	Armaturen	77.250 €
E	Subtotaal armaturen	0	77.250 €
	Meerkost tov E100 Subtotaal Variabel Deel E40		655.000 €

6. SAMENVATTING

Investeringskosten E100

	Vast deel	Variabel deel	Totaal	EUR/m ²
	EUR	EUR	EUR	
V	- €	625.000 €	625.000 €	114 €
S	624.000 €	126.000 €	750.000 €	136 €
E	647.000 €	103.000 €	750.000 €	136 €
totaal VSE				386 €

Investeringskosten E80

	Vast deel	Variabel deel	Totaal	EUR/m ²
	EUR	EUR	EUR	
V	- €	918.870	918.870 €	167 €
S	624.000 €	119.700	743.700 €	135 €
E	647.000 €	128.750	775.750 €	141 €
totaal VSE				443 €

Investeringskosten E60

	Vast deel	Variabel deel	Totaal	EUR/m ²
	EUR	EUR	EUR	
V	- €	906.220	906.220 €	165 €
S	624.000 €	132.250	756.250 €	138 €
E	647.000 €	154.500	801.500 €	146 €
totaal VSE				448 €

Investeringskosten E40

	Vast deel	Variabel deel	Totaal	EUR/m ²
	EUR	EUR	EUR	
V	- €	1.202.800	1.202.800 €	219 €
S	624.000 €	125.950	749.950 €	136 €
E	647.000 €	180.250	827.250 €	150 €
totaal VSE				505 €

7. OPMERKINGEN

De investeringskosten voor de verwarmingsinstallatie houden rekening met de reductie van het geïnstalleerd thermisch vermogen verbonden met de hogere isolatiegraad en betere luchtdichtheid van het gebouw.

De investeringskosten werden bepaald uit kennis van bestaande projecten. Bij deze projecten stelden we vast dat de eisen met betrekking tot SFP (specific fan power) en verlichtingsniveaus moeilijk worden behaald.

BIJLAGE D: AKOESTISCH COMFORT

Samenvatting

Deze bijlage levert een voorstel voor een akoestisch programma van eisen bij de nieuwbouw of bij de vernieuwbouw van rusthuizen. Deel I geeft een korte definitie en inleiding tot de aspecten die verband houden met het akoestisch comfort in rusthuizen. Deel II geeft een overzicht van de normen en richtlijnen inzake akoestiek die van toepassing zijn op de bouw van rusthuizen of aanverwante verblijfgelegenheden. Deel III geeft de akoestische prestatie-eisen volgens de diverse normen. Deel IV geeft een voorstel voor de akoestische prestatie-eisen van rusthuizen. Deze zijn gebaseerd op de prestatie-eisen besproken in deel III, maar aangevuld met eigen inzichten. Deel V geeft een voorstel voor een traject om te zorgen dat de akoestische prestaties in een project van start tot einde worden opgenomen.

Inhoud

- 1 Akoestisch comfort
 - 1.1 Luchtgeluidisolatie
 - 1.2 Contactgeluidisolatie
 - 1.3 Installatiegeluid
 - 1.4 Gevelisolatie (luchtgeluidisolatie van de gevel)
 - 1.5 Geluidabsorptie in lokalen
- 2 Normen
 - 2.1 Belgische Normen
 - 2.2 Internationale Normen
- 3 Akoestische prestatie-eisen volgens de diverse normen
 - 3.1 Luchtgeluidisolatie
 - 3.2 Contactgeluidisolatie
 - 3.3 Installatiegeluid
 - 3.4 Luchtgeluidisolatie van de gevel
 - 3.5 Geluiduitstraling naar de omgeving
 - 3.6 Geluidabsorptie in ruimten
- 4 Voorstel voor akoestische prestatie-eisen voor rusthuizen
- 5 Stappenplan voor de realisatie van akoestisch comfort
 - 5.1 Wedstrijd of schetsontwerp
 - 5.2 Voorontwerp
 - 5.3 Uitvoeringsontwerp
 - 5.4 Aanbesteding
 - 5.5 Uitvoering
 - 5.6 Oplevering

1. AKOESTISCH COMFORT

Rusthuizen zijn verblijfsgelegenheden. Het akoestisch comfort omvat dezelfde aspecten als het akoestisch comfort woningen of hotels. De eisen kunnen verschillen – ze zijn strenger of minder streng – maar het gaat om de volgende aspecten:

- De luchtgeluidisolatie tussen ruimten.
- De contactgeluidisolatie tussen ruimten.
- Het geluid van technische installaties.
- De luchtgeluidisolatie van de gevel (geluidisolatie van buitengeluid naar binnen, en isolatie van binnengeluiden naar buiten)
- De zaalakoestiek in de ruimten.

Dit deel geeft een beknopte achtergrond over deze aspecten: een verklaring van elk begrip, de kenmerkende grootheden, de meet- en rekenmethoden.

1.1. Luchtgeluidisolatie

De *luchtgeluidisolatie* kenmerkt de overdracht van luchtgeluid (spraak, muziek,...) tussen twee lokalen. Zij wordt uitgedrukt in decibel. Een hoge luchtgeluidisolatie duidt op een goede geluidwering, en dus op een hoog comfort.

De luchtgeluidisolatie wordt gemeten volgens de Belgische Norm NBN S01 - 006 : 1975, en volgens de Internationale Norm NBN EN ISO 140 - 4 : 1998. De luchtgeluidisolatie is onafhankelijk van de geluidabsorptie (galm) in de ruimten; ze wordt bepaald door de kwaliteit van de constructie en door de planschikking. De Belgische Norm NBN S01 - 006 laat de keuze tussen verschillende kenmerkende grootheden voor de luchtgeluidisolatie; in dit rapport gebruiken we het *gestandaardiseerde geluiddruk-niveaoverschil*, symbool D_{nT} .

De meting wordt uitgevoerd in frequentiebanden, 1/3 octaafbanden, volgens de Belgische Norm NBN S 01 - 004 : 1974 of volgens de Internationale Norm NBN EN ISO 266 : 1997.

Om de beoordeling mogelijk te maken, worden de meetresultaten in frequentiebanden herleid tot een categorie of tot 1 getal:

- De herleiding tot een categorie is een Belgische procedure, vastgelegd in de Belgische Norm NBN S01-400 : 1977. De categorieën worden aangeduid met de symbolen Ia, Ib, IIa, IIb, IIIa, IIIb, IVa, IVb. Categorie I is de hoogste eis, categorie IV is de laagste eis. De letters 'a' en 'b' betekenen respectievelijk 'aanbevolen categorie' en 'minimale categorie'.
- De herleiding tot 1 getal is de internationale procedure, vastgelegd in de Internationale Norm NBN EN ISO 717-1 : 1997. Men noemt dit getal het *gewogen gestandaardiseerde geluiddruk-niveaoverschil*, symbool $D_{nT,w}$, in decibel.

De wettelijke eisen voor de luchtgeluidisolatie tussen ruimten worden uitgedrukt als een minimaal te bereiken categorie volgens de Belgische Norm NBN S01 – 400 : 1977.

Voor woongebouwen is vanaf 29/01/2008 een nieuwe norm van toepassing, NBN S01 – 400 – 1 : 2008, die de eisen uitdrukt in decibel, en die ook strengere eisen oplegt dan NBN S01-400 : 1977.

1.2. Contactgeluidisolatie

De *contactgeluidisolatie* kenmerkt de overdracht van loopgeluid tussen twee lokalen. Zij wordt uitgedrukt in decibel. De term *contactgeluidisolatie* is misleidend, want het gaat feitelijk om een *contactgeluidniveau*, wanneer op de vloer van een nabije ruimte een standaard klopmachine inwerkt. Een lage waarde duidt bijgevolg op een goede geluidwering, en dus op een hoog comfort. Contactgeluid veroorzaakt door deuren, kasten, sanitair en dergelijke, valt niet onder deze meting.

De contactgeluidisolatie wordt gemeten volgens de Belgische Norm NBN S01-008 : 1975, en volgens de Internationale Norm NBN EN ISO 140 - 7 : 1998.. De contactgeluidisolatie is onafhankelijk van de geluidabsorptie (galm) in de ruimten; ze wordt bepaald door de kwaliteit van de constructie en door de planschikking. De Belgische Norm NBN S01 - 008 laat de keuze tussen verschillende kenmerkende grootheden voor de contactgeluidisolatie; in dit rapport gebruiken we het *gestandaardiseerde ontvangniveau*, symbool L'_{nT} .

De meting wordt uitgevoerd in frequentiebanden, 1/3 octaafbanden, volgens de Belgische Norm NBN S 01 - 004 : 1974 of volgens de Internationale Norm NBN EN ISO 266 : 1997.

De berekening van de contactgeluidisolatie van een ontwerp, aan de hand van de eigenschappen van de constructiedelen, gebeurt volgens de Belgische Norm NBN EN ISO 12354 – 2 : 2000.

Om de beoordeling mogelijk te maken, worden de meetresultaten in frequentiebanden herleid tot een categorie of tot 1 getal.

- De herleiding tot een categorie is een Belgische procedure, vastgelegd in de Belgische Norm NBN S01 - 400 : 1977. De categorieën worden aangeduid met de symbolen Ia, Ib, IIa, IIb, IIIa, IIIb. Categorie I is de hoogste (strengste) eis, categorie III is de laagste (minst strenge) eis. De letters 'a' en 'b' betekenen respectievelijk 'aanbevolen categorie' en 'minimale categorie'.
- De herleiding tot 1 getal is de internationale procedure, vastgelegd in de Internationale Norm NBN EN ISO 717 - 2 : 1997. Men noemt dit getal het *gewogen gestandaardiseerde ontvangniveau*, symbool $L'_{nT,w}$, in decibel.

De wettelijke eisen voor de luchtgeluidisolatie tussen ruimten worden uitgedrukt als een minimaal te bereiken categorie volgens de Belgische Norm NBN S01 – 400 : 1977.

Voor woongebouwen is vanaf 29/01/2008 een nieuwe norm van toepassing, NBN S01 - 400 - 1 : 2008, die de eisen uitdrukt in decibel, en die ook strengere eisen oplegt dan NBN S01-400 : 1977.

1.3. Installatiegeluid

Het installatiegeluid is het geluid veroorzaakt door technische installaties: sanitair, verwarming, ventilatie, lift. Het installatiegeluid is continu, bijvoorbeeld ventilatiegeluid, of is van voorbijgaande aard, bijvoorbeeld het geluid van sanitair of van een lift.

Het installatiegeluid wordt gemeten in een welbepaalde ruimte, en kan dus verschillen van ruimte tot ruimte. Oorzaken van verschillen tussen ruimten zijn het verschillende aantal en sterkte van de geluidbronnen, maar ook de geluidabsorptie in de ruimte.

Het installatiegeluid wordt steeds bepaald met de installatie op het maximale regime, dat bij de normale werking voorkomt. Voor ventilatoren betekent dit het maximale debiet; voor liften het meest ongunstige deel van het traject; voor sanitair de meest luidruchtige actie, bijvoorbeeld het doorspoelen van een toilet of het gebruik van een douche.

De grootheid waarin het installatiegeluid wordt uitgedrukt, is vastgelegd in de Belgische Norm NBN S01-401 : 1987.

- Voor continue geluidbronnen meet men het *equivalente geluiddrukkniveau* in de ruimte. Het wordt uitgedrukt in decibel. Het equivalente geluiddrukkniveau is het constante geluiddrukkniveau dat over de meetperiode dezelfde energie-inhoud heeft als het gemeten, variërende geluiddrukkniveau.

- Voor sterk schommelende geluidbronnen, zoals sanitair en liften, meet men niet het equivalente geluiddrukkniveau, maar het maximale geluiddrukkniveau tijdens de (korte) werkingsduur van de geluidbron. Dit gebeurt met de snelle wegingskarakteristiek van de geluidmeter.

Het installatiegeluid wordt gemeten in de ruimte, op een hoogte tussen 1.2 m en 1.5 m van het vloeroppervlak, en op een afstand van minimaal 1 m van wanden, voor zover mogelijk.

De berekening van de contactgeluidisolatie van een ontwerp, aan de hand van de eigenschappen van de constructiedelen, gebeurt volgens de ontwerpnorm prEN ISO 12354 - 5 : 2007, of volgens een gelijkaardige methode.

De wettelijke eisen voor het installatiegeluid in ruimten worden uitgedrukt als een maximaal toelaatbaar geluidniveau volgens de Belgische Norm NBN S01 – 401 : 1987.

Voor woongebouwen is vanaf 29/01/2008 een nieuwe norm van toepassing, NBN S01 - 400 - 1 : 2008. Deze norm drukt de eisen eveneens uit in decibel, maar de eisen zijn strenger dan deze opgelegd door NBN S01 - 401 : 1987.

1.4 Gevelisolatie (luchtgeluidisolatie van de gevel)

De *luchtgeluidisolatie van de gevel* kenmerkt de overdracht van luchtgeluid van buiten naar binnen (weg-, spoor- of vliegverkeer) of van binnen naar buiten (geluiduitstraling van activiteiten in lokalen naar buiten of naar aanpalende gebouwen). Een hoge luchtgeluidisolatie duidt op een goede geluidwering, en dus op een hoog comfort.

De aanpak in de normering is echter verschillend voor de geluidoverdracht van buiten naar binnen (isolatie van verkeersgeluid) dan voor de geluidoverdracht van binnen naar buiten (geluidisolatie van de eigen activiteiten)

1.4.1. Geluidoverdracht van buiten naar binnen (isolatie van verkeersgeluid)

De luchtgeluidisolatie wordt gemeten volgens de Belgische Norm NBN S01 - 016 : 1980, en volgens de Internationale Norm NBN EN ISO 140 - 5 : 1998. De luchtgeluidisolatie is onafhankelijk van de geluidabsorptie (galm) in de ontvangruimte; ze wordt bepaald door de kwaliteit van de constructie en door de planschikking. De Belgische Normen NBN S01 - 016 en NBN EN ISO 140 – 5 laten de keuze tussen verschillende kenmerkende grootheden voor de luchtgeluidisolatie; in dit rapport gebruiken we het *gestandaardiseerde geluiddrukkniveauverschil in verband met gevelisolatie*, symbool $D_{2m,nT}$.

De meting wordt uitgevoerd in frequentiebanden, 1/3 octaafbanden.

De meting gebeurt met een luidspreker of met het werkelijk aanwezige verkeersgeluid, volgens een welbepaalde configuratie van de geluidbron ten opzichte van de gevel.

Om de beoordeling mogelijk te maken, worden de meetresultaten in frequentiebanden herleid tot een categorie of tot 1 getal:

- De herleiding tot een categorie is een Belgische procedure, vastgelegd in de Belgische Norm NBN S01-400 : 1977. De categorieën voor de gevelisolatie worden aangeduid met de symbolen Va, Vb, Vc en Vd. Categorie Va is de hoogste eis, categorie Vd is de laagste eis..
- De herleiding tot 1 getal is de internationale procedure, vastgelegd in de Internationale Norm NBN EN ISO 717-1 : 1997. Men noemt dit getal het *gewogen gestandaardiseerde geluiddrukkniveauverschil in verband met gevelisolatie*, symbool $D_{2m,nT,w}$, in decibel.

De wettelijke eisen voor de luchtgeluidisolatie van de gevel tussen ruimten worden uitgedrukt als een minimaal te bereiken categorie volgens de Belgische Norm NBN S01 - 400 : 1977.

Voor woongebouwen is vanaf 29/01/2008 een nieuwe norm van toepassing, NBN S01 - 400 - 1 : 2008. Deze norm legt een minimale geluidisolatie van de gevel vast in decibel. Voor geluidbelasting van piekgeluiden (typisch bij geluid van spoorverkeer en vliegtuigen) voorziet de norm geen bijkomende eisen.

1.4.2. Geluidoverdracht van binnen naar buiten (geluidisolatie van de eigen activiteiten)

De luchtgeluidisolatie van de gevel van binnen naar buiten is geen eis op zich. In de milieureglementering van de verschillende Gewesten wordt er enkel een eis gesteld aan het geluidniveau dat activiteiten in een *inrichting* (in dit geval: het rusthuis) veroorzaakt in aanpalende gebouwen vreemd aan de inrichting of voor de gevels van de meest nabije woongebouwen.

In een aantal gevallen zal de milieureglementering zelfs niet van toepassing zijn op het rusthuis. Wanneer de installaties of de activiteiten van het rusthuis niet van die aard zijn dat er een milieuvergunning moet aangevraagd worden, of dat er tenminste een meldingsplicht is, dan is het rusthuis niet onderworpen aan de bepalingen inzake geluid van de milieureglementering. In dat geval is het toch aan te raden om deze bepalingen als een leidraad bij het ontwerp te gebruiken.

Inzake geluidproductie in de eigen lokalen en geluidoverdracht naar aanpalende gebouwen is het rusthuis, voor zover het een openbaar gebouw betreft, wel onderworpen aan de bepalingen van het KB 24/02/1977. Dit Koninklijk Besluit beperkt het geluid in de eigen lokalen, voortgebracht door elektrisch versterkte muziek, tot 90 dB(A), en geeft ook maximaal toelaatbare waarden in aanpalende gebouwen.

Naar alle verwachting is dit aspect weinig belangrijk bij rusthuizen, tenzij er een veel gebruikte feestzaal deel van uitmaakt, waardoor er kans is op geluidhinder voor burens.

1.5. Geluidabsorptie in lokalen

Om in lokalen activiteiten uit te voeren met een goed akoestisch comfort, moet de correcte hoeveelheid geluidabsorptie voorzien worden. We spreken hier niet over activiteiten met bijzondere akoestische eisen, zoals niet versterkte muziek, zang,..., maar over courante activiteiten zoals vergaderen, voordrachten, niet te kritische muziekactiviteiten, eten, feesten, circulatie,... Voor al die activiteiten is de belangrijkste akoestische eis een voldoende hoeveelheid geluidabsorptie.

Deze eis wordt meestal uitgedrukt als een streefwaarde voor de nagalmtijd. De nagalmtijd is de tijd nodig om bij het plots onderbreken van een geluidbron, het geluidniveau met 60 dB te laten dalen. Een hoge nagalmtijd resulteert in een luid klinkende ruimte (afhankelijk van het volume), met een lange nagalm van elk geluid, en met een slechte spraakverstaanbaarheid. Een lage nagalmtijd laat ene ruimte stiller klinken, geluiden sterfer sneller uit, en de spraakverstaanbaarheid is goed.

De nagalmtijd wordt gemeten volgens NBN EN ISO 3382 : 2000. Meestal gebeurt de meting in 1/3 octaafbanden.

In de meeste gevallen zal men zowel een bovengrens als een ondergrens voor de nagalmtijd van de ruimte opleggen. De bovengrens verzekert daarbij een voldoende geluidabsorptie, zodat de ruimte niet te luid klinkt, en de spraakverstaanbaarheid goed tot uitstekend is. De ondergrens zorgt er voor dat de ruimte niet te droog en te stil klinkt, zodat een spreker de ruimte kan toespreken zonder te grote stemverheffing. Voor grote ruimten, typisch vanaf 200 – 300 personen, is het hoedanook nodig om het publiek toe te spreken met een geluidversterking.

Met uitzondering van de nieuwe norm NBN S01 – 400 – 1 : 2008 zijn er geen wettelijke eisen of normen inzake de geluidabsorptie in ruimten. NBN S01 – 400 – 1 : 2008 legt voor woongebouwen een minimale geluidabsorptie op in gemeenschappelijke circulatieruimten.

2. NORMEN

Het onderstaande overzicht geeft de normen waarnaar dit verslag verwijst, en die direct of indirect van toepassing op de akoestiek in.

2.1. Belgische Normen

Deze normen zijn uitsluitend geldig in België, in Vlaanderen, Brussel of Wallonië

2.1.1. Normen over de meetmethoden

NBN S 01 - 004 : 1974	Akoestiek - Normale frequenties voor akoestische metingen <i>beschrijft onder meer de octaafbanden en tertsbanden</i>
NBN S 01 - 006 : 1975	Akoestiek - Meting "in situ" van de akoestische isolatie voor luchtgeluid <i>beschrijft de meetmethode voor de luchtgeluidisolatie in situ</i>
NBN S 01 - 008 : 1975	Akoestiek - Meting "in situ" van geluidstransmissie van contactgeluid <i>beschrijft de meetmethode voor de contactgeluidisolatie in situ</i>

2.1.2. Normen over prestatie-eisen in het gebouw

NBN S 01 - 400 : 1977	Akoestiek - Criteria van de akoestische isolatie <i>beschrijft de beoordelingsmethode met categorieën, en geeft de minimale categorie volgens het type ruimte, voor luchtgeluidisolatie, contactgeluidisolatie, en gevelisolatie</i>
NBN S 01 - 401 : 1987	Akoestiek - Grenswaarden voor de geluidniveaus om het gebrek aan comfort in gebouwen te vermijden <i>beschrijft de meetmethode en de beoordelingsmethode voor (onder meer) installatiegeluid in (woon)gebouwen</i>
NBN S 01 - 400 – 1 : 2008	Akoestiek – Akoestische criteria voor woongebouwen <i>beschrijft de nieuwe eisen voor woongebouwen, geldig vanaf 29/01/2008, voor luchtgeluidisolatie, contactgeluidisolatie, installatiegeluid, gevelisolatie en geluidabsorptie voor woongebouwen vervangt deze norm dus de beide voorgaanden</i>
KB 24/02/1977	Vaststelling van geluidnormen voor muziek in openbare en private inrichtingen <i>geeft maximale geluidniveaus voor elektrisch versterkte muziek in ruimten (de gekende 90 dB(A) norm), en maximale geluidniveaus in aanpalende gebouwen.</i>

2.1.3. Regelgeving over prestatie-eisen in de omgeving (geluiduitstraling naar de omgeving)

Regelgeving over de geluiduitstraling naar de omgeving is in België een bevoegdheid van de deelstaten, in het kader van het milieubeleid. Er is bijgevolg een verschillende regelgeving in de drie Gewesten.

In het Vlaamse Gewest

Vlarem I	Titel I van het VLAREM Besluit van de Vlaamse regering van 6 februari 1991 houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning. Versie op de datum van dit verslag: 03/06/2005 (Belgisch Staatsblad 24/06/2005). <i>beschrijft de administratieve aspecten van de milieureglementering, onder meer de indeling van inrichtingen in klassen 1, 2 of 3 volgens hun activiteit</i>
Vlarem II	Titel II van het VLAREM Besluit van de Vlaamse regering van 1 juni 1995 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne. Versie op de datum van dit verslag: 27/01/2006 (Belgisch Staatsblad 24/02/2006). <i>beschrijft de technische aspecten van de milieureglementering, onder meer hoofdstuk 4.5 'Beheersing van de geluidhinder'</i>

2.2. Internationale Normen

Deze Internationale Normen zijn overgenomen als Belgische Normen.

2.2.1. Normen over meetmethoden

NBN EN ISO 140 – 4 : 1998	Geluidleer – Meting van geluidwering in gebouwen en bouwdelen – Deel 4: Veldmeting van luchtgeluidwering tussen ruimten <i>beschrijft de meetmethode voor de luchtgeluidisolatie tussen lokalen in situ</i>
NBN EN ISO 140 – 5 : 1998	Geluidleer – Meting van geluidwering in gebouwen en bouwdelen – Deel 5: Veldmeting van luchtgeluidwering van gevels <i>beschrijft de meetmethode voor de luchtgeluidisolatie van gevels in situ</i>
NBN EN ISO 140 – 7 : 1998	Geluidleer – Meting van geluidwering in gebouwen en bouwdelen – Deel 7: Veldmeting van contactgeluidwering van vloeren <i>beschrijft de meetmethode voor de contactgeluidisolatie in situ</i>
NBN EN ISO 16032 : 2004	Geluidleer – Meting van geluiddrukkniveau van installaties in gebouwen – Deskundige methode <i>beschrijft de meetmethode voor het installatiegeluid in situ</i>
NBN EN ISO 266 : 1997	Geluidleer – Voorkeurfrequenties <i>beschrijft onder meer de octaafbanden en tertsbanden</i>
NBN EN ISO 3382 : 2000	Geluidleer – Meten van nagalmtijd van zalen met verwijzing naar andere geluidsparementen <i>beschrijft de meting van de nagalmtijd (ook nodig voor het uitvoeren van een correctie voor de galm van de ruimte)</i>

2.2.2. Normen over de verwerking van meetresultaten

NBN EN ISO 717 - 1 : 1997	Geluidleer - Bepaling van de geluidisolatie in gebouwen en van gebouwdelen - Deel 1: Luchtgeluidisolatie <i>beschrijft de omrekening van de luchtgeluidisolatie tot 1 getal</i>
NBN EN ISO 717 - 2 : 1997	Geluidleer - Bepaling van de geluidisolatie in gebouwen en van gebouwdelen - Deel 2: Klop geluidisolatie <i>beschrijft de omrekening van de contactgeluidisolatie tot 1 getal</i>

2.2.3. Normen over rekenmethodes

NBN EN ISO 12354 - 1 : 2000	Akoestiek – Schatting van de geluidgedraging van gebouwen uit de bouwdeelgedraging – Deel 1: Luchtgeluidwering tussen vertrekken. <i>beschrijft de berekening van de luchtgeluidisolatie uit de eigenschappen van de constructiedelen</i>
-----------------------------	--

NBN EN ISO 12354 - 2 : 2000	Akoestiek – Schatting van de geluidgedraging van gebouwen uit de bouwdeelgedraging – Deel 2: Klopgeluidwering tussen vertrekken. <i>beschrijft de berekening van de contactgeluidisolatie uit de eigenschappen van de constructiedelen</i>
NBN EN ISO 12354 - 3 : 2000	Akoestiek – Schatting van de geluidgedraging van gebouwen uit de bouwdeelgedraging – Deel 3: Luchtgeluidwering tegen buitenlawaai. <i>beschrijft de berekening van de luchtgeluidisolatie (van buiten naar binnen) van gevels uit de eigenschappen van de geveldelen</i>
NBN EN ISO 12354 - 4 : 2001	Akoestiek – Schatting van de geluidgedraging van gebouwen uit de bouwdeelgedraging – Deel 4: Overdracht van binnengeluid naar buiten. <i>beschrijft de berekening van de geluiduitstraling (van binnen naar buiten) van gevels uit de eigenschappen van de geveldelen</i>
prEN ISO 12354 - 5 : 2007	Akoestiek – Schatting van de geluidgedraging van gebouwen uit de bouwdeelgedraging – Deel 5: Installatiegeluid. <i>beschrijft de berekening van het installatiegeluid in vertrekken uit de eigenschappen van de installatie en van het vertrek</i>
NBN EN ISO 12354 - 6 : 2004	Akoestiek – Schatting van de geluidgedraging van gebouwen uit de bouwdeelgedraging – Deel 6: Geluidabsorptie in gesloten ruimten. <i>beschrijft de berekening van de geluidabsorptie en de nagalmtijd in gesloten ruimten.</i>
ISO 9613-1:1993	Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere. <i>Waarde voor de geluiddemping door (moleculaire) luchtabsorptie.</i>
ISO 9613-2:1996	Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation. <i>Algemene methode voor de berekening van de geluidvoortplanting in de buitenomgeving, inbegrepen bodemdemping, schermwerking,...</i>

3. AKOESTISCHE PRESTATIE-EISEN VOLGENS DE DIVERSE NORMEN

3.1. Luchtgeluidisolatie

3.1.1. Volgens NBN S01 – 400 : 1977

In België zijn de wettelijke eisen voor de lucht- en contactgeluidisolatie tussen ruimten in de meeste bouwtypes vastgelegd in de Belgische Norm NBN S01 – 400 : 1977. De geluidisolatie wordt gemeten of berekend in tertsbanden en wordt omgerekend tot een categorie.

Een categorie wordt aangeduid met een Romeins cijfer: I...IV voor luchtgeluidisolatie en I...III voor contactgeluidisolatie. Een lager cijfer duidt op een hogere kwaliteit.

Elke categorie wordt nog onderverdeeld in 2: een 'minimale' categorie, aangeduid met de letter 'b', en een 'aanbevolen' categorie, aangeduid met de letter 'a'. Een geluidisolatie voldoet wanneer ze de 'minimale categorie' (letter 'b') bereikt.

De Belgische Norm vermeldt de functie 'rusthuis' samen met 'internaat'. De norm geeft telkens een tabel met minimale geluidisolaties tussen diverse lokalen

Tabel 1 toont de eisen voor de luchtgeluidisolatie in rusthuizen.

zendlokaal	ontvanglokaal							
	slaapkamer	gang	openbaar wc	trappenhuis, liftkoker, technisch lokaal	badkamer (1)	dienst- of oenbare vertekken	schedingsmuur met ander gebouw	
slaapkamer	III _{a/b}	III _{a/b}	II _{a/b}	I _{a/b}	III _{a/b}	III _{a/b}	II _{a/b}	
slaapzaal/ verpleegzaal	III _{a/b}	IV _{a/b}	III _{a/b}	II _{a/b}	IV _{a/b}	IV _{a/b}	II _{a/b}	

Tabel 1. Eisen voor de luchtgeluidisolatie in rusthuizen volgens NBN S01 – 400 : 1977.

- 1) betreft niet het geval van een badkamer die uitgeeft op een slaapkamer.
- 2) de wanden van een medisch kabinet moeten tot de categorie II_{a/b} behoren.
- 3) de wanden die de ontspannings- of studiezalen afscheiden van de slaapkamers of –zalen, moeten tot de categorie IV_{a/b} behoren.

3.2. Contactgeluidisolatie

3.2.1. Volgens NBN S01 – 400 : 1977

Tabel 2 toont de eisen voor de contactgeluidisolatie in rusthuizen.

lager gelegen vertrek	hoger gelegen vertrek						
	slaapkamer	badkamer, keuken, technische lokalen	gang, dienst of openbare vertrekken				
slaapkamer	II _{a/b}	I _{a/b}	II _{a/b}				
slaapzaal/ verpleegzaal	III _{a/b}	II _{a/b}	II _{a/b}				

Tabel 2. Eisen voor de contactgeluidisolatie in rusthuizen volgens NBN S01 – 400 : 1977.

3.3. Installatiegeluid

3.3.1. Volgens NBN S01 – 401 : 1987

In België zijn de wettelijke eisen voor het geluidniveau in ruimten vastgelegd in de Belgische Norm NBN S01 – 401 : 1987. Deze norm geldt voor allerlei geluidbronnen, zoals ventilatie, verwarming, sanitair, liften... De beoordeling is verschillend naargelang het gaat om continue geluidbronnen of om sterk schommelende geluidbronnen.

De Norm geeft onder meer aanbevelingen voor woonvertrekken en slaapvertrekken in woongebouwen, hotels, ziekenhuizen, rusthuizen,...

Continue geluidbronnen

Het geluidniveau in een ruimte, veroorzaakt door continue geluidbronnen, is afhankelijk van de functie van de ruimte en van de sterkte van het omgevingsgeluid buiten het gebouw.

Tabel 3 geeft het maximale installatiegeluid in woongebouwen, voor de 4 categorieën van het buitengeluid. Het buitengeluid moet worden gemeten. De omschrijving is te beschouwen als kwalitatief.

categorie van het buitengeluid			maximaal installatiegeluid	
	buitengeluid	omschrijving	woonvertrek	slaapvertrek
	≤ 55 dB(A)	landelijke of voorstedelijke residentiële wijken op meer dan 500 m van elke belangrijke verkeersweg en op meer dan 1000 m van elke baan met groot verkeer	30 dB(A)	30 dB(A)
2	55 ... 65 dB(A)	stedelijke residentiële wijken; landelijke of voorstedelijke residentiële wijken op meer dan 200 m van elke belangrijke verkeersweg en op meer dan 500 m van elke baan met groot verkeer	35 dB(A)	30 dB(A)
3	65 ... 75 dB(A)	zone met lichte industrieën; wijken met bestemming die tegelijk residentieel en commercieel is; wijk gelegen langs een belangrijke verkeersweg en op meer dan 200 m van een baan met groot verkeer	40 dB(A)	35 dB(A)
4	≥ 75 dB(A)	stadscentra; zone met zware industrieën; wijk gelegen op minder dan 200 m van een baan met groot verkeer	45 dB(A)	40 dB(A)

Tabel 3. Eisen voor het geluidniveau in woongebouwen, veroorzaakt door technische installaties met een continu karakter volgens NBN S01 – 401 : 1987.

Kortstondige geluidbronnen

Voor kortstondige geluidbronnen wordt het geluiddrukkniveau continu geregistreerd door een geluidmeter met de snelle wegingskarakteristiek. De norm NBN S01 – 401 : 1987 legt een beperking op aan de overschrijding van het achtergrondniveau – dit is het geluidniveau wanneer de geluidbron niet aanwezig is – door de kortstondige geluidbron. De overschrijding moet beperkt blijven tot 6 dB(A) in woonvertrekken en tot 3 dB(A) in slaapvertrekken. Gebeurtenissen die het geluidniveau niet doen uitstijgen boven 30 dB(A) worden niet in aanmerking genomen. Om het achtergrondniveau te bepalen, wordt een statistische meting van het geluidniveau uitgevoerd. Het achtergrondniveau is gedefinieerd als het A-gewogen geluiddrukkniveau dat minstens 90% van de tijd aanwezig is.

3.4. Luchtgeluidisolatie van de gevel

3.4.1. Volgens NBN S01 – 400 : 1977

In België zijn de wettelijke eisen voor de luchtgeluidisolatie van de gevel vastgelegd in de Belgische Norm NBN S01 – 400 : 1977. De geluidisolatie wordt gemeten of berekend in tertsbanden en wordt omgerekend tot een categorie.

Een categorie wordt aangeduid met een Romeins cijfer V. Er zijn 4 kwaliteiten, van hoog naar laag aangeduid als Va, Vb, Vc en Vd.

De Belgische Norm vermeldt de functie 'rusthuis' en geeft telkens een tabel met minimale geluidisolaties tussen diverse lokalen

Tabel 4 toont de eisen voor de luchtgeluidisolatie van de gevel in woongebouwen.

categorie van het buitengeluid		minimale gevelisolatie
buitengeluid	omschrijving	slaapvertrek
≤ 55 dB(A)	landelijke of voorstedelijke residentiële wijken op meer dan 500 m van elke belangrijke verkeersweg en op meer dan 1000 m van elke baan met groot verkeer	geen eisen
2 55 ... 65 dB(A)	stedelijke residentiële wijken; landelijke of voorstedelijke residentiële wijken op meer dan 200 m van elke belangrijke verkeersweg en op meer dan 500 m van elke baan met groot verkeer	V_b aanbevolen V_c minimaal
3 65 ... 75 dB(A)	zone met lichte industrieën; wijken met bestemming die tegelijk residentieel en commercieel is; wijk gelegen langs een belangrijke verkeersweg en op meer dan 200 m van een baan met groot verkeer	V_a aanbevolen V_b minimaal
4 ≥ 75 dB(A)	stadscentra; zone met zware industrieën; wijk gelegen op minder dan 200 m van een baan met groot verkeer	V_a aanbevolen V_a minimaal

Tabel 4. Eisen voor de luchtgeluidisolatie van gevels in rusthuizen volgens NBN S01 - 400 : 1977.

3.5. Geluiduitstraling naar de omgeving

Een rusthuis straalt voornamelijk geluid uit naar de omgeving door de technische installaties, in het bijzonder de ventilatie en (eventueel) koeling. Geluidsuitstraling van de technische installaties moet voldoen aan VLAREM.

3.6. Geluidabsorptie in ruimten

Geluidabsorptie in ruimten is enkel gereguleerd voor de gemeenschappelijke circulatieruimten in woongebouwen, volgens NBN S01 – 400 – 1 : 2008.

De oppervlakte geluidabsorptie - uitgedrukt in m^2 van een perfect (100%) absorberend materiaal - moet minimaal 30% bedragen van de begaanbare oppervlakte.

Voor atria is de nagalmtijd lager dan de grootste van volgende waarden: 1.5 s en $10 \log_{10}(V/10)$, met V het volume [m^3] van het atrium.

4. VOORSTEL VOOR AKOESTISCHE PRESTATIE-EISEN VOOR RUSTHUIZEN

Uit deel III is het duidelijk dat er heel wat normen en eisen bestaan voor rusthuizen. En ondanks die veelheid van normen zijn er voor bepaalde belangrijke aspecten geen eisen, bijvoorbeeld voor de nagalmtijd in een eetzaal.

Daarom geven we een voorstel van eengemaakte akoestische eisen voor rusthuizen.

We maken een onderscheid tussen 'normaal comfort' en 'verhoogd comfort'. Dit onderscheid werd ook ingevoerd in de nieuwe norm NBN S01 – 400 – 1 : 2008 'Akoestische criteria in woongebouwen'. Het laat toe om de eisen te differentiëren, afhankelijk van het ambitieniveau.

De eisen voor 'normaal comfort' zijn grotendeels gebaseerd op de bestaande normen voor rusthuizen, en voldoen dus op zijn minst aan de minimale eisen van alle geldende bestaande normen. Voor sommige andere aspecten, bijvoorbeeld geluidabsorptie, zijn de voorstellen gebaseerd op onze ervaring, op buitenlandse normen, of op aanbevelingen uit de literatuur.

De voorstellen van 'verhoogd comfort' zijn in de eerste plaats bedoeld voor delen van een rusthuis die als een woning ervaren en uitgerust worden (bijvoorbeeld service-flats). In dat geval moet men er van uitgaan dat de bewoner eisen stelt aan de geluidisolatie, die niet verschillen van eisen voor normaal comfort in appartementen. De eisen voor 'verhoogd comfort' in rusthuizen zijn dan ook gebaseerd op de eisen voor 'normaal comfort' volgens NBN S01 – 400 – 1 : 2008 'Akoestische criteria in woongebouwen'.

Tabel 5 geeft het voorstel van eisen. Uiteraard is dit een voorstel, bedoeld als aanzet voor verdere discussie en mogelijk onderzoek.

1 LUCHTGELUIDISOLATIE			
1.g	beoordelingsgetal:	$D_{nT,w}$: het gewogen gestandaardiseerde niveauverschil	
1.m	meetmethode:	NBN EN ISO 140 – 4	
1.b	beoordelingsmethode:	NBN EN ISO 700 – 1	
1.r	rekenmethode:	NBN EN ISO 12354 – 1	
	situatie	eis: minimale $D_{nT,w}$	
		normaal comfort	verhoogd comfort
1.01	slaapkamer ↔ slaapkamer	≥ 45 dB	≥ 54 dB
1.02	slaapkamer ↔ badkamer (van een andere kamer)	≥ 45 dB	≥ 54 dB
1.03	slaapkamer ↔ gang	≥ 45 dB	≥ 54 dB
1.04	slaapkamers ↔ gemeenschappelijke ruimtes (uitgezonderd gang) b.v. leefruimtes, onthaal, keuken, kantoren, sanitair, ...	≥ 45 dB	≥ 54 dB
1.05	activiteitenlokaal ↔ activiteitenlokaal	≥ 40 dB	≥ 45 dB
1.06	kantoren ↔ activiteitenlokaal	≥ 45 dB	≥ 50 dB
1.07	kantoor ↔ kantoor of vergaderruimte	≥ 35 dB	≥ 40 dB

2 CONTACTGELUIDISOLATIE			
2.g	beoordelingsgetal:	$L'_{nT,w}$: het gewogen gestandaardiseerde ontvangniveau	
2.m	meetmethode:	NBN EN ISO 140 – 7	
2.b	beoordelingsmethode:	NBN EN ISO 700 – 2	
2.r	rekenmethode:	NBN EN ISO 12354 – 2	
	situatie	eis: maximale $L'_{nT,w}$	
		normaal comfort	verhoogd comfort
2.01	slaapkamer ↔ slaapkamer	≤ 60 dB	≤ 54 dB
2.02	badkamer (van een andere kamer) → slaapkamer	≤ 55 dB	≤ 54 dB
2.03	gang → slaapkamer	≤ 55 dB	≤ 54 dB
2.04	gemeenschappelijke ruimtes (uitgezonderd gang) b.v. eetzaal, onthaal, keuken, kantoren, sanitair, ... → slaapkamer	≤ 55 dB	≤ 50 dB
2.05	activiteitenlokaal ↔ activiteitenlokaal	≤ 65 dB	≤ 60 dB
2.06	kantoren ↔ activiteitenlokaal	≤ 60 dB	≤ 55 dB
2.07	kantoor ↔ kantoor of vergaderruimte	≤ 65 dB	≤ 60 dB
3 GELUID VAN TECHNISCHE INSTALLATIES			
3.g	beoordelingsgetal:	$L_{Ainstallatie,nT}$: gestandaardiseerde installatielawaai $L_{As,max} - L_{Aeq,T}$: de overschrijding van het achtergrondniveau	
3.m	meetmethode:	NBN EN ISO 16032	
3.b	beoordelingsmethode:	NBN EN ISO 16032 en NBN S01 – 400 – 1	
3.r	rekenmethode:	NBN EN ISO 12354 – 5	
	situatie	voor continue geluidbronnen eis: maximale $L_{Ainstallatie,nT}$	
		normaal comfort	verhoogd comfort
3.01	slaapkamer	≤ 30 dB	≤ 27 dB
3.02	badkamer (sanitair horende bij een slaapkamer)		
	- continue ventilatiegeluid	≤ 35 dB	≤ 30 dB
	- tijdens de werking van sanitaire toestellen	≤ 65 dB	≤ 60 dB
3.03	gang, circulatie	≤ 40 dB	≤ 35 dB
3.04	activiteitenlokalen	≤ 40 dB	≤ 35 dB
3.05	eetzaal	≤ 40 dB	≤ 35 dB
3.06	keuken		
	- continue ventilatiegeluid	≤ 45 dB	≤ 40 dB
	- tijdens de werking van de dampkap	≤ 65 dB	≤ 50 dB
3.07	kantoren, vergaderruimten	≤ 40 dB	≤ 35 dB
3.08	technische ruimten	≤ 75 dB	≤ 70 dB
		kortstondige geluidbronnen eis: maximale overschrijding	
		normaal comfort	verhoogd comfort
3.09	slaapkamer	≤ 6 dB	≤ 3 dB

4	GELUIDISOLATIE VAN DE GEVEL	
	Bij een gekend buitengeluid – de berekende of gemeten geluidbelasting op de gevel - wordt een eis gesteld aan het geluidniveau in de ruimte. Als alternatief is een inschatting van het buitengeluid toegelaten: dan wordt een eis gesteld aan de geluidisolatie van de gevel.	
4.g	beoordelingsgetal:	$L_{A2,nT}$: gestandaardiseerde geluidniveau in de ruimte $D_{tr,w} = D_{2m,nT,w} + C_{tr}$: het gestandaardiseerde niveauverschil van de gevel, voor wegverkeersgeluid
4.m	meetmethode:	NBN EN ISO 140 – 5
4.b	beoordelingsmethode:	NBN EN ISO 717 – 1
4.r	rekenmethode:	NBN EN ISO 12354 – 3
	situatie	bij een gekend buitengeluid eis: maximale $L_{A2,nT}$
		normaal comfort verhoogd comfort
4.01	slaapkamer	≤ 35 dB ≤ 30 dB
4.02	gang, circulatie	≤ 45 dB ≤ 40 dB
4.03	activiteitenlokalen	≤ 40 dB ≤ 35 dB
4.04	eetzaal	≤ 45 dB ≤ 40 dB
4.05	kantoren, vergaderruimten	≤ 40 dB ≤ 35 dB
	situatie	bij een geschat buitengeluid eis: minimale gevelisolatie $D_{tr,w} = D_{2m,nT,w} + C_{tr}$
		normaal comfort verhoogd comfort
4.06	slaapkamer	
	buitengeluid categorie 1: $L_{A1,2m} \leq 60$ dB(A)	≥ 28 dB ≥ 30 dB
	buitengeluid categorie 2: $60 < L_{A1,2m} \leq 65$ dB(A)	≥ 30 dB ≥ 35 dB
	buitengeluid categorie 3: $65 < L_{A1,2m} \leq 70$ dB(A)	≥ 35 dB ≥ 39 dB
	buitengeluid categorie 4: $70 < L_{A1,2m} \leq 75$ dB(A)	≥ 40 dB ≥ 42 dB
4.07	activiteitenlokalen, kantoren	
	buitengeluid categorie 1: $L_{A1,2m} \leq 60$ dB(A)	≥ 25 dB ≥ 25 dB
	buitengeluid categorie 2: $60 < L_{A1,2m} \leq 65$ dB(A)	≥ 25 dB ≥ 25 dB
	buitengeluid categorie 3: $65 < L_{A1,2m} \leq 70$ dB(A)	≥ 30 dB ≥ 35 dB
	buitengeluid categorie 4: $70 < L_{A1,2m} \leq 75$ dB(A)	≥ 35 dB ≥ 39 dB
4.08	gang, circulatie, eetzaal	
	buitengeluid categorie 1: $L_{A1,2m} \leq 60$ dB(A)	≥ 25 dB ≥ 25 dB
	buitengeluid categorie 2: $60 < L_{A1,2m} \leq 65$ dB(A)	≥ 25 dB ≥ 25 dB
	buitengeluid categorie 3: $65 < L_{A1,2m} \leq 70$ dB(A)	≥ 25 dB ≥ 30 dB
	buitengeluid categorie 4: $70 < L_{A1,2m} \leq 75$ dB(A)	≥ 30 dB ≥ 35 dB
	De categorie van het buitengeluid kan als volgt ingeschat worden:	
1	$L_{A1,2m} \leq 60$ dB(A) : <i>rustige landelijke wegen, rustige verkaveling met lokaal verkeer, stadstraten met lokaal beperkt verkeer, sterk afgeschermd gevelvlakken</i>	
2	$60 < L_{A1,2m} \leq 65$ dB(A) : <i>stadstraten met normaal verkeer op asfalt, 1 rijvak per rijrichting</i>	
3	$65 < L_{A1,2m} \leq 70$ dB(A) : <i>druk, traagrijdend verkeer</i>	
4	$70 < L_{A1,2m} \leq 75$ dB(A) : <i>stadstraten met zeer intens verkeer, wegen met betonnen wegdek met druk verkeer, nationale wegen, invalswegen naar grotere steden, verbindingswegen met regelmatig zwaar verkeer naar industrieterreinen</i>	

5 GELUIDUITSTRALING NAAR DE OMGEVING			
5.g	beoordelingsgetal: volgens de gewestelijke milieureglementering in de meeste gevallen gaat het om het A-gewogen geluiddrukkniveau		
5.m	meetmethode: volgens KB 24/02/1977 volgens de gewestelijke milieureglementering		
5.b	beoordelingsmethode: volgens KB 24/02/1977 volgens de gewestelijke milieureglementering volgens het gemeentelijke politiereglement		
5.r	rekenmethode: NBN EN ISO 12354 – 4 ISO 9613 – 1 ISO 9613 – 2		
5.1	Het geluidniveau in de omgeving (in open lucht of in aanpalende gebouwen) wordt beperkt conform de bepalingen in VLAREM.		
6 GELUIDABSORPTIE IN RUIMTEN			
6.g	beoordelingsgetal: $T_{250-2000\text{ Hz}}$: de nagalmtijd gemiddeld van 250 – 2000 Hz		
6.m	meetmethode: NBN EN ISO 3382		
6.b	beoordelingsmethode: het rekenkundig gemiddelde van de gemeten of berekende nagalmtijd in de octaafbanden van 250 – 2000 Hz		
6.r	rekenmethode: NBN EN ISO 12354 – 6		
	situatie	eis: nagalmtijd $T_{250-2000\text{ Hz}}$	
		minimaal	maximaal
6.01	slaapkamer, badkamer	geen eisen (de inrichting bepaalt de absorptie)	
6.02	circulatie, onthaal, atrium	$\leq 1.2\text{ s}$	$\leq 1.0\text{ s}$
6.03	activiteitenlokalen	$\leq 0.8\text{ s}$	$\leq 0.8\text{ s}$
6.04	eetzaal	$\leq 0.8\text{ s}$	$\leq 0.8\text{ s}$
6.05	keuken	$\leq 1.2\text{ s}$	$\leq 1.0\text{ s}$
6.06	kantoor, vergaderruimte	$\leq 0.8\text{ s}$	$\leq 0.8\text{ s}$

5. STAPPENPLAN VOOR DE REALISATIE VAN AKOESTISCH COMFORT

De onderstaande paragrafen geven een stappenplan voor het ontwerp en de uitvoering van nieuwbouw of herinrichting van rusthuizen, om de akoestische eisen correct in het ontwerp te introduceren en bij uitvoering te realiseren.

Het is een opsomming van werkzaamheden en aandachtspunten.

5.1. Wedstrijd of schetsontwerp

- Meten of berekenen van het verkeersgeluid op het terrein of op de bestaande gevels.
- Meten van het oorspronkelijke omgevingsgeluid (met het oog op de beperking van de geluiduitstraling naar de omgeving).
- Studie van de inplanting van de nieuwbouw op het terrein.
- Schikking van de functies in het gebouw.
- Principesamenstelling van wanden, vloeren, gevels en dak.
- Principes voor de afwerking van lokalen, in het bijzonder geluidabsorberende afwerking.
- Principes van de technische installaties, in het bijzonder ventilatie en sanitair, inplanting van kokers en technische ruimten.

5.2. Voorontwerp

- Definitieve samenstelling van wanden, vloeren, gevels en dak.
- Bijzondere onderdelen: (akoestische) deuren, ventilatieroosters
- Vastleggen van de afwerking van lokalen, in het bijzonder de geluidabsorptie.
- Gedetailleerde uitwerking van de akoestische maatregelen voor de technische installaties, in het bijzonder ventilatie en het sanitair.

5.3. Uitvoeringsontwerp

- Opmaak van bestekteksten voor alle akoestische aspecten: architectuur, stabiliteit en speciale technieken.
- Opmaak van (principe-)details voor alle akoestische aspecten.
- Controle van alle plannen en bestekken.

5.4. Aanbesteding

- Controle van de conformiteit van de offertes

5.5. Uitvoering

- Periodieke werfcontrole (voornamelijk op afroep).
- Controle van technische fiches en uitvoeringsmethoden.
- Advies bij wijzigingen met een implicatie op de akoestische prestaties.

5.6. Oplevering

- Controlemetingen van de akoestische prestaties:
 - o Luchtgeluidisolatie tussen lokalen.
 - o Contactgeluidisolatie tussen lokalen.
 - o Geluidisolatie van de gevel.
 - o Installatiegeluid in lokalen.
 - o Geluiduitstraling naar de omgeving.