

2018 • 2019
Faculteit Industriële ingenieurswetenschappen
master in de industriële wetenschappen: bouwkunde

Masterthesis

Praktische vergelijking van energiesimulaties in statische en dynamische software voor niet-residentiële gebouwen

PROMOTOR :

Prof. dr. ir. Evy VERECKEN

PROMOTOR :

ing. Pascal VANNITSEN

Laurens De Brauwer, Hendrik Kunnen

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

Gezamenlijke opleiding UHasselt en KU Leuven



KU LEUVEN



KU LEUVEN

2018•2019

Faculteit Industriële ingenieurswetenschappen
master in de industriële wetenschappen: bouwkunde

Masterthesis

Praktische vergelijking van energiesimulaties in statische en dynamische software voor niet-residentiële gebouwen

PROMOTOR :

Prof. dr. ir. Evy VERECKEN

PROMOTOR :

ing. Pascal VANNITSEN

Laurens De Brauwer, Hendrik Kunnen

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



KU LEUVEN

Woord vooraf

Het schrijven van deze masterproef is onze laatste stap tot het behalen van het diploma industrieel ingenieur bouwkunde. Het besluit van deze masterproef is een gevolg van nauwkeurig onderzoek. Door middel van dit onderzoek hebben we onze opgedane kennis kunnen gebruiken en verbreden.

Verder willen we dan ook alle personen die ons geholpen hebben tijdens dit onderzoek bedanken. In de eerste plaats willen we graag onze externe promotor ing. Pascal Vannitsen van het bedrijf V-consult bedanken voor de begeleiding en de opvolging tijdens het schrijven van deze masterproef. Zijn kennis over dit onderwerp was essentieel voor het voltooien van deze masterproef. Ook wensen wij onze interne promotor prof. dr. ir. Evy Vereecken te bedanken voor de beschikbaarheid tot het stellen van vragen en vanwege de feedback die we ten allen tijden mochten ontvangen. Voor de hulp in *Revit* willen we graag Kurt Gielen van het bedrijf *Gielen Drawing Company* en Wilhard Molle van het bedrijf WITAS bedanken. Hun expertise was essentieel voor het slagen van deze proef.

In het bijzondere willen wij Frida Janssen, de oma van Laurens, persoonlijk bedanken voor de beschikbaarstelling van haar auto gedurende dit volledige schooljaar. Zonder dit gemak was de samenwerking moeilijker verlopen.

Tot slot willen we ook het thuisfront bedanken voor de financiële en emotionele steun gedurende de studiejaren en deze masterproef. Dankzij hen hebben we onze studies kunnen aanvatten en afronden. Zonder hen zou dit niet mogelijk geweest zijn.

Juni 2019

Kunnen Hendrik en De Brauwer Laurens

Inhoud

Woord vooraf	1
Lijst van tabellen	7
Lijst van figuren	9
Verklarende woordenlijst	11
Abstract	13
Abstract in English	15
1 Inleiding	17
1.1 Probleemstelling.....	17
1.2 Doelstellingen.....	17
1.3 Werkwijze	18
2 Literatuurstudie	19
2.1 EPB.....	19
2.1.1 EPB-Vlaanderen	19
2.1.2 EPB-Vlaanderen Toekomst	20
2.1.3 Vergelijking EPB-eisen met andere gewesten	20
2.2 Inleiding EPN-methode.....	22
2.2.1 Oorsprong EPN-methode	22
2.2.2 Verschil EPN- en EPU-methode	22
2.3 EPN-methode	24
2.3.1 Definiëren EPN-project.....	24
2.3.2 Functioneel deel	24
2.3.3 EPN-parameters	25
2.3.4 Berekenen van het E-peil	28
2.4 Dynamische simulatie.....	44
2.4.1 Introductie	44
2.4.2 Verschil statische en dynamische simulaties	45
2.4.3 Keuze dynamische <i>software</i>	49
3 Mané vzw	57
3.1 Inleiding	57
3.2 Overeenkomstige Parameters.....	58
3.2.1 Gebouwschil	59
3.2.2 HVAC.....	60
3.2.3 Bezettingsfractie.....	61
3.2.4 Verlichting	63
3.3 Afwijkende bouwparameters	65

3.3.1	Gebouwgrootte	65
3.3.2	HVAC.....	66
3.3.3	Inertie	68
3.3.4	Interne warmteproductie.....	68
3.3.5	U-waardes	69
3.3.6	Adiabatische berekening ruimtes.....	71
3.4	Resultaten <i>Revit</i>	72
3.4.1	<i>Green Building Studio</i>	73
4	Conclusie	83
	Literatuurlijst	85
	Bijlagen.....	87
Bijlage A:	Resultaten EPB: gasketel + PV-panelen – Viessmann	87
Bijlage B:	Resultaten EPB: gasketel + PV-panelen – Onb. rendement	101
Bijlage C:	Resultaten EPB: gasketel + PV-panelen – <i>Revit</i>	105
Bijlage D:	Resultaten EPB: warmtepomp lucht-water – Viessmann	109
Bijlage E:	Resultaten EPB: warmtepomp lucht-water – Onb. rendement	113
Bijlage F:	Resultaten EPB: warmtepomp lucht-water – <i>Revit</i>	117
Bijlage G:	Resultaten EPB: warmtepomp bodem-water – <i>Viessmann</i>	121
Bijlage H:	Resultaten EPB: warmtepomp bodem-water – <i>Onb. rendement</i>	125
Bijlage I:	Resultaten EPB: warmtepomp bodem-water – <i>Revit</i>	129
Bijlage J:	Gemeenschappelijke resultaten - <i>Revit</i>	133
Bijlage K:	Resultaten <i>Revit</i> : Condenserende gasketel + PV-panelen – Default.....	136
Bijlage L:	Resultaten <i>Revit</i> : Gasketel + PV-panelen – Gedetailleerde ingave	137
Bijlage M:	Resultaten <i>Revit</i> : warmtepomp lucht-water – Gedetailleerde ingave	138
Bijlage N:	Resultaten <i>Revit</i> : Warmtepomp bodem-water – Gedetailleerde ingave	139

Lijst van tabellen

Tabel 1: EPB-eisen België per gewest.....	20
Tabel 2: Eisen U-waarden België per gewest	21
Tabel 3: Eisen E-peil België per bestemming per gewest.....	21
Tabel 4: Bepaling inertie bij verwarmen	26
Tabel 5: Bepaling inertie bij koelen	27
Tabel 6: Overzicht implementering in programma's.....	49
Tabel 7: U-waarden scheidingsconstructies.....	59
Tabel 8: Opties voor luchtdichtheid	59
Tabel 9: Ventilatiesysteem Mané vzw.....	60
Tabel 10: Bezettingsfractie per ruimte.....	61
Tabel 11: Verlichting Mané vzw	63
Tabel 12: Gegevens lampen Mané vzw	64
Tabel 13: Reflectiefactoren	64
Tabel 14: Interne warmteproductie van apparaten en personen.....	68
Tabel 15: Warmteoverdachtscoëfficiënten.....	71
Tabel 16: Resultaten gasketel default	73
Tabel 17: Resultaten Viessmann detail	75
Tabel 18: Resultaten onb. rendement detail	75
Tabel 19: Resultaten Revit detail.....	76
Tabel 20: CO2-uitstoot	76
Tabel 21: Resultaten Viessmann lucht-water detail.....	76
Tabel 22: Resultaten onb. rendement lucht-water detail.....	77
Tabel 23: Resultaten Revit lucht-water detail	77
Tabel 24: CO2-uitstoot lucht-water detail.....	77
Tabel 25: Resultaten Viessmann bodem-water detail	78
Tabel 26: Resultaten onb. rendement bodem-water detail	78
Tabel 27: Resultaten Revit bodem-water detail.....	79
Tabel 28: CO2-uitstoot bodem-water detail	79
Tabel 29: Vergelijking U-waardes.....	81

Lijst van figuren

Figuur 1: Evolutie U-waarden schildelen.....	19
Figuur 2: Definiëren EPB-eenheden	24
Figuur 3: E-peileis per bestemming vanaf 2018	25
Figuur 4: Principe E-peil berekening.....	28
Figuur 5: Principe berekening energiebehoefte.....	34
Figuur 6: Energiewinsten en energieverliezen bij verwarmen.....	35
Figuur 7: Energiewinsten en energieverliezen bij koeling.....	38
Figuur 8: Statisch één-zone model voor de energieanalyse van een gebouw	45
Figuur 9: Netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming.....	46
Figuur 10: dynamisch multi-zone model voor de energieanalyse van een gebouw	47
Figuur 11: Modulaire werking van EnergyPlus	50
Figuur 12: Voorstelling van het BIM-proces tijdens de bouw	52
Figuur 13: Energieverbruik gezinnen per energiedrager in Vlaanderen 2016 (%).....	53
Figuur 14: Schematische voorstelling van het rekenmodel van GBS	54
Figuur 15: Mané vzw	57
Figuur 16: Bezetting Rafter.....	62
Figuur 17: Berekening beschermd volume.....	65
Figuur 18: Ruimtes Revit	65
Figuur 19: EPB-parameters verwarming	66
Figuur 20: EPB-parameters SWW	66
Figuur 21: Mechanische unit Revit	67
Figuur 22: Energieanalyse arbeidszorg.....	69
Figuur 23: U-waarde in EPB-software	70
Figuur 24: Lagen dak.....	70
Figuur 25: U-waarde dak	70
Figuur 26: Adiabatische berekening.....	71
Figuur 27: Getekend model in de Revit-software	72
Figuur 28: Ingave ruimtes.....	74
Figuur 29: Ingave zones.....	74
Figuur 30: Ingave HVAC.....	75
Figuur 31: Simulatie Minh Khoi Le.....	80
Figuur 32: Samenvatting resultaten gasketel.....	81
Figuur 33: Vergelijking minimumtemperatuur.....	82
Figuur 34: Vergelijking maximumtemperatuur	82

Verklarende woordenlijst

ASB	Andere Specifieke Bestemmingen
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning</i>
BEN	Bijna Energie Neutraal
BES	<i>Building Energy Simulation</i>
BIM	<i>Building Information Modelling</i>
BLAST	<i>Building Loads Analysis and System Thermodynamics</i>
CIE-fluxcode	<i>Commission Internationale de l'Eclairage</i> , optische kenmerken verlichting
COP	<i>Coefficient Of Performance</i>
CO ₂	Koolstofdioxide
DeST	<i>Designer's Simulation Toolkit</i>
DOE2.2	<i>Department of Energy</i>
EPB	Energieprestatie en Binnenklimaat
E-peil	Globaal peil energieprestatie
EPN	Energieprestatie niet-residentiële gebouwen
EPU	Energieprestatie voor scholen en kantoorgebouwen (tot 2017)
EPW	Energieprestatie Per Wooneenheid
GBS	<i>Green Building Studio</i>
G-waarde	Zonnetoetredingsfactor
HAMK	<i>Häme University of Applied Sciences</i>
HVAC	<i>Heating, Ventilation and Air-Conditioning</i>
IDA	<i>Industrial Development Authority</i>
K	Kelvin
kWh	Kilowattuur
MJ	Megajoule
MV	Mindervaliden
PV	<i>Photovoltaic</i>
RFA	<i>Revit Family Attribute</i>
R-waarde	Warmteweerstand [m ² K/W]
SWW	Sanitair Warm Water
U-waarde	Warmtedoorgangscoefficiënt [W/m ² K]
vzw	Vereniging zonder winstoogmerk

Abstract

Deze masterproef heeft als doel om een praktische vergelijking te genereren tussen de energiesimulatie in statische- en dynamische *software*. Er wordt gezocht naar de overeenkomsten en de verschillen tussen de twee soorten *software* aan de hand van een theoretische en een praktische vergelijking die gevoerd wordt op een niet-residentieel gebouw. Voor de statische *software* werd er gekozen voor de EPB-*software* van de Vlaamse overheid, voor de dynamische *software* werd er gekozen voor de *Revit-software* van *Autodesk*. De praktische vergelijking focust zich op het energieverbruik van niet-residentiële gebouwen waarbij er vooral gekeken wordt naar het jaarlijks primaire energieverbruik van 4 parameters: namelijk de verwarming, het SWW, de hulpenergie en de verlichting. De vergelijking van de verschillende simulaties wordt 3 maal uitgevoerd met verschillende warmte-opwekkers. Een eerste keer met een condenserende gasketel en een minimumaandeel aan hernieuwbare energie. Een tweede keer met een lucht-water warmtepomp en een derde keer met een bodem-water warmtepomp. Uit de simulaties blijkt dat er enorme verschillen in energieverbruik zitten tussen de EPB-*software* en de dynamische *software* in *Revit*. De verklaring hiervoor is de werkwijze waarop het HVAC-systeem in rekening wordt gebracht bij *Revit*. De *Revit-software* werkt met vooropgestelde templates voor het HVAC-systeem waarvan de gegevens niet openbaar zijn. Dit heeft als gevolg dat het HVAC-gedeelte niet overeenkomstig is en een vergelijking niet uitgevoerd mag worden.

Abstract in English

This master's thesis aims to generate a practical comparison between an energy simulation in a static and a dynamic *software*. A search is made for the similarities and differences between the two types of *software* based upon a theoretical and a practical comparison, carried out on a non-residential building. For the static *software*, the EPB-*software* from the Flemish government was chosen. For the dynamic *software*, the Revit-*software* from Autodesk was chosen. The practical comparison focuses on the energy consumption of non-residential buildings, with a particular focus on the annual primary energy consumption of 4 parameters: namely heating, domestic hot water, auxiliary energy and lighting. The comparison of the different simulations is performed 3 times with different heat generators. A first time with a condensing gas heater and a minimum share of renewable energy. A second time with an air-water heat pump and a third time with a soil-water heat pump. The simulations show that there are huge differences in energy consumption between the EPB-*software* and the dynamic *software* in Revit. The explanation for this is the way in which the HVAC-system is implemented in Revit. The Revit *software* works with predefined templates for the HVAC-system whose data are not publicly available. As a result, the energy consumption for HVAC is not the same and a comparison cannot be performed.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Sedert 2006 geldt er in België de EPB-regelgeving. Deze regelgeving verplicht iedereen die een gebouw bouwt of verbouwt tot het naleven van de EPB-eisen. Deze EPB-eisen worden gecontroleerd door de EPB-software die door de Vlaamse overheid voorzien wordt. Voor niet-residentiële gebouwen omvatten de EPB-eisen de gebouwschil, de energieprestatie, het binnenklimaat en een minimumaandeel aan hernieuwbare energie. Het bepalen van de energieprestatie van een gebouw hangt af van enkele factoren:

- de thermische isolatie,
- de luchtdichtheid,
- de compactheid,
- de oriëntatie,
- de bezonning,
- de ventilatieverliezen,
- de vaste installaties (voor verwarming, warm water, ventilatie, koeling en verlichting).

Het berekenen van de energieprestatie van het gebouw verloopt volgens de EPN-cursus waar de volledige formulestructuur en alle gegevens van de EPB-software is uitgeklaard. Aangezien de EPB-software specifiek voor het naleven van de EPB-regelgeving is ontwikkeld is deze tool dan ook uitermate geschikt om de EPB-eisen te controleren.

De EPB-software berekent ook het maandelijks primair energieverbruik van de verwarming, de hulpenergie, het sanitair warm water en de verlichting. Dit brengt enkele problemen met zich mee. Voor het berekenen van het energieverbruik maakt de EPB-software gebruik van vooropgestelde parameters. Deze vooropgestelde parameters zorgen voor een vereenvoudiging van de formulestructuur en de gebruiksvriendelijkheid van het programma, maar hebben als gevolg minder nauwkeurige of locatiegerichte resultaten.

Hierin verschilt de dynamische software Revit met de quasi-statische EPB-software. Waarbij het buitenklimaat bepaald wordt aan de hand van nabijgelegen weerstations en waarbij het volledige gebouw ingetekend dient te worden zoals in werkelijkheid. Op deze manier wordt er gerekend met reële parameters waardoor de resultaten nauwkeuriger en project-specifiek worden.

1.2 Doelstellingen

Het doel van dit onderzoek is het opmaken van een vergelijkende praktische studie tussen deze twee soorten software. Hiervoor hebben we gekozen om te werken met een specifiek niet-residentieel gebouw, een dienstgebouw van Mané vzw, dat gebruikt zal worden om 3 verschillende proefopstellingen te testen, namelijk:

- gasketel + PV-panelen;
- warmtepomp lucht-water;
- warmtepomp bodem-water.

Tijdens dit onderzoek wordt er getracht om een vergelijking te maken tussen de statische- en dynamische simulatiesoftware waarbij de verschillen en overeenkomsten uitvoerig besproken worden aan de hand van de inputparameters en de achterliggende formulestructuur. Verder zal er ook een vergelijking gemaakt worden tussen het energieverbruik van het basis gebouw in de EPB-software enerzijds en de Revit-software anderzijds. Om zo te proberen te achterhalen of de resultaten al dan niet realistisch zijn.

1.3 Werkwijze

Het onderzoek zal starten met een literatuurstudie die meer achtergrondinformatie geeft over de EPB-software, meer bepaald de achterliggende formulestructuur van de software. Vervolgens zullen de belangrijkste verschillen tussen statische en dynamische simulatieprogramma's besproken worden waarbij er in het bijzonder aandacht geschonken wordt aan de werking van het gekozen dynamische programma, Revit (EnergyPlus & DOE2.2). Na deze toelichting zal er een vergelijking worden opgemaakt tussen de EPB-software en de Revit-software aan de hand van de invoerparameters. Vervolgens zullen de simulaties uitvoerig besproken worden en zullen de resultaten geanalyseerd worden. Ten slotte volgt er een besluit die de conclusie van deze masterproef samenvat.

2 Literatuurstudie

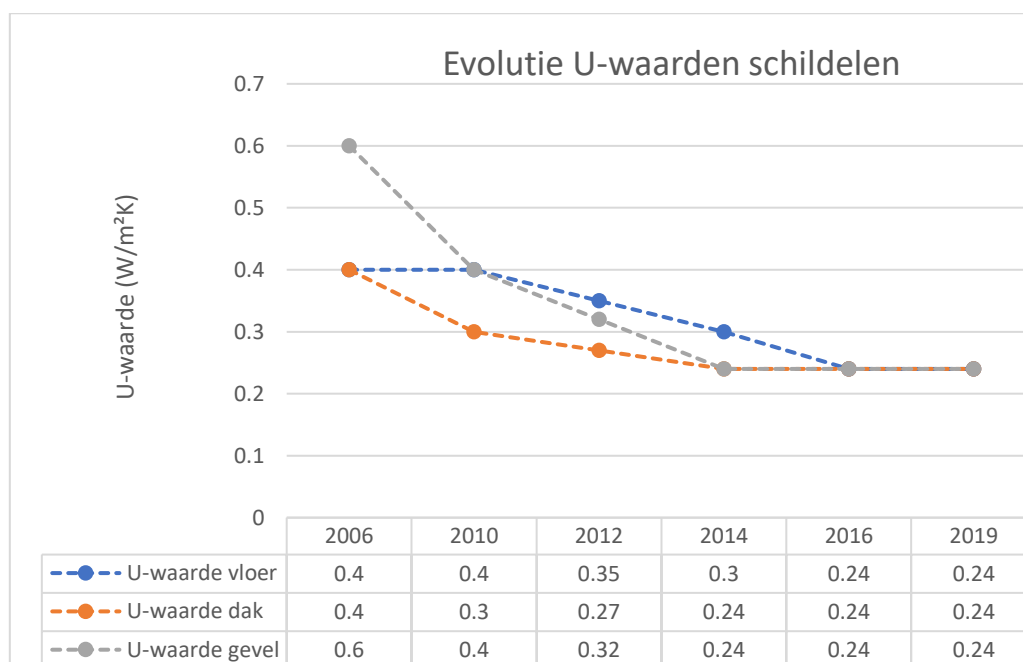
2.1 EPB

2.1.1 EPB-Vlaanderen

De eerste stap naar een verbetering van de energieprestatie van gebouwen kwam er vanaf 1 januari 2006. De EPB-regelgeving werd ingevoerd onder invloed van het Kyoto-protocol, dat als doel heeft de CO₂-uitstoot drastisch te verminderen om de problemen omtrent luchtkwaliteit en klimaatverandering op te lossen. Deze eerste EPB-regelgeving was enkel van toepassing op alle gebouwen waarvoor een aanvraag of melding werd ingediend voor het verkrijgen van een stedenbouwkundige vergunning voor het bouwen of verbouwen van een pand. EPB oftewel Energieprestatie en Binnenklimaat, zijn de eisen waaraan de bouwaanvraag van het gebouw moet voldoen op het moment van de aanvraag. Niet-residentiële gebouwen moeten aan volgende eisen voldoen:

- thermische isolatie (maximale U-waarden per scheiddeel);
- ventilatie,
- hernieuwbare energie,
- E-peil.

De thermische isolatie is een eis naar de hoeveelheid warmte in W/m²K die maximaal door de scheidelen mag emigreren naar de buitenlucht per K temperatuurverschil. Dit is bepaald voor alle soorten scheidelen die zich kunnen voordoen, van gewone gemetselde gevels tot de sectionale poorten in de garage. Voor de meest voorkomende scheidelen, zoals muren en daken, geldt er een maximale U-waarde van 0,24 W/m²K. Op Figuur 1 is de evolutie van de U-waarden voor de verschillende geveldelen weergegeven. Na 2016 is deze eis niet meer verstrengd.



Figuur 1: Evolutie U-waarden scheidelen

Naast de thermische isolatie is er ook nog de eis naar ventilatie. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt in de aard der werken. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen nieuwbouw en renovatie. Voor een simpele renovatie dienen er enkel toe- en afvoervoorzieningen getroffen te worden. Bij niet-residentiële gebouwen wil dit concreet zeggen dat er gekeken wordt naar het type ruimte, de vloeroppervlakte, de vereiste luchtkwaliteit, en de mogelijke bezetting van de ruimte. Het spreekt voor zich dat het debiet aan- en afvoer groter is voor een ruimte met een bezetting van 10 personen, dan voor een ruimte met een bezetting van 5 personen.

De eis naar hernieuwbare energie is een eis die werd ingevoerd in 2014 om een minimale hoeveelheid energie uit hernieuwbare bronnen te halen. De precieze hoeveelheid was nog niet in die mate vastgelegd zoals de eis van vandaag. Momenteel is de verplichte hoeveelheid opgewekte energie per nuttige vloeroppervlakte 20 kWh/m² per jaar.

Tenslotte rest er nog de E-peil eis. Deze bepaalt de energiezuinigheid van het gebouw. Hoe lager de score hoe energiezuiniger het gebouw. Voor niet-residentiële gebouwen, uitgezonderd kantoren en scholen, werd deze eis nog niet vastgelegd tot 2017. Vanaf dan wordt er een specifieke bestemming gekoppeld aan het gebouw dat de E-peileis bepaalt. Deze eis verschilt enorm, vandaar dat hier ook geen eenduidig antwoordt kan gegeven worden. Dit wordt verder uitgelegd in hoofdstuk 2.2 en 2.3 [1].

2.1.2 EPB-Vlaanderen Toekomst

Voor stedenbouwkundige vergunningen aangevraagd vanaf 1 januari 2021 gelden de zogeheten BEN-eisen. BEN staat voor Bijna Energie Neutraal en heeft als doel dat de gebouwen evenveel energie opwekken als dat ze verbruiken. Logischerwijs zullen dit de strengste eisen zijn die toegekend worden aan gebouwen. De huidige eisen komen hier al in de buurt. De eisen naar thermische isolatie, ventilatie en hernieuwbare energie zullen in 2021 ongewijzigd blijven. De enige verandering die zal doorgevoerd worden is de E-peileis. Deze zal veranderen in functie van de bestemming [1].

2.1.3 Vergelijking EPB-eisen met andere gewesten

Wanneer de EPB-eisen in Wallonië en Brussel worden bekeken zijn er vele eisen die dezelfde zijn als in Vlaanderen. Zo zijn de eisen naar thermische isolatie en ventilatie identiek dezelfde, echter de eisen naar hernieuwbare energie zijn enkel van toepassing voor het Vlaamse gewest. Tabel 1 geeft de globale EPB-eisen weer die gelden vanaf januari 2021. Tabel 2 geeft de eisen voor de U-waarden weer die gelden vanaf januari 2021.

Tabel 1: EPB-eisen België per gewest

Vergelijking EPB-eisen 2021 Vlaanderen, Wallonië en Brussel				
Aard van het werk		Niet-residentiële Vlaanderen	Niet-residentiële Wallonië	Niet-residentiële Brussel
Nieuwbouw	thermische isolatie	maximale u-waarden	maximale u-waarden	maximale u-waarden
	energieprestatie	maximaal E-peil	maximaal E-peil	maximaal E-peil
	binnenklimaat	minimale ventilatievoorzieningen	minimale ventilatievoorzieningen	minimale ventilatievoorzieningen
	hernieuwbare energie	≥ 20 kWh/m ² per jaar	Geen eis	Geen eis

Tabel 2: Eisen U-waarden België per gewest

Vergelijking U-waarden 2021 Vlaanderen, Wallonië en Brussel			
Scheidingsconstructie	Niet-residentieel Vlaanderen	Niet-residentieel Wallonië	Niet-residentieel Brussel
transparante scheidingsconstructies	1.5 (Ug=1.1)	1.5 (Ug=1.1)	1.8 (Ug=1.1)
Opake scheidingsconstructies	0.24	0.24	0.24
Poorten	2.00	2.00	2.00
Gordijngelvels	2.00(Ug=1.1)	2.00(Ug=1.1)	2.00(Ug=1.1)
transparante scheidingsconstructies andere dan glas	2.00(Ug=1.4)	2.00(Ug=1.4)	2.00(Ug=1.4)
Glasbouwstenen	2.00	2.00	2.00
Voor plafonds/vloeren	1.00	1.00	1.00

Voor het E-peil gelden er wel andere eisen. Tabel 3 geeft duidelijk de verschillen weer tussen de verschillende gewesten. Zo zijn de eisen in Vlaanderen, op kantoor en onderwijs na, de strengste. Verder zijn de eisen in Wallonië over het algemeen het minst streng en bevinden de eisen van Brussel zich tussen Vlaanderen en Wallonië in. Ten slotte is er enkel voor Vlaanderen een eis naar hernieuwbare energie [2], [3].

Tabel 3: Eisen E-peil België per bestemming per gewest

Vergelijking E-peil per bestemming 2021 Vlaanderen en Wallonië			
Bestemming	Niet-residentieel Vlaanderen	Niet-residentieel Wallonië	Niet-residentieel Brussel
Logeerfunctie	70	90	80
Kantoor	50	45	45
Onderwijs	55	45	45
Gezondheidszorg met verblijf	70	90	80
Gezondheidszorg zonder verblijf	65	90	80
Gezondheidszorg operatiezalen	50	90	60
Bijeenkomst hoge bezetting	65	90	80
Bijeenkomst lage bezetting	65	90	80
Bijeenkomst cafetaria/refter	60	90	70
Keuken	55	90	70
Handel	60	90	70
Sport: sporthal, sportzaal	50	90	65
Sport: fitness, dans	40	90	65
Sport: sauna, zwembad	50	90	65
Technische ruimten	45	90	45
Gemeenschappelijk	50	90	45
Andere	80	90	85
Onbekend	80	90	85
strengste eis per functie minder strenge eis per functie zwakste eis per functie			

2.2 Inleiding EPN-methode

In hoofdstuk 2.2 en 2.3 wordt de EPN-methode met achterliggende formulestructuur toegelicht. De EPN-cursus [4], aangeboden door de Vlaamse overheid, ligt aan de basis van het schrijven van dit hoofdstuk. Indien andere bronnen gebruikt werden, zal dit vermeld worden achteraan de paragraaf.

2.2.1 Oorsprong EPN-methode

Voor alle niet-residentiële gebouwen die een stedenbouwkundige verkregen hebben tot en met 31 december 2016, golden er enkel E-peileisen voor kantoor- en schoolgebouwen. Voor alle andere soorten gebouwen, of de andere specifieke bestemmingen, waren er tot 2017 geen specifieke eisen. Om ook de energieprestatie van niet-residentiële gebouwen te verbeteren wordt de wetgeving aangepast en zullen de niet-residentiële gebouwen vanaf 2017 berekend worden aan de hand van de EPN-methode. Deze methode verschilt met de EPW-methode, Energieprestatie van Wooneenheden, doordat niet-residentiële gebouwen andere behoeftes hebben dan residentiële gebouwen. Zo zal een kantoor minder sanitair warm water gebruiken dan een sauna en zal een ziekenhuis een permanente bezetting hebben terwijl een kantoor in het weekend geen bezetting heeft. Dit zijn enkele van de zoveel parameters die ervoor zorgen dat het E-peil van niet-residentiële gebouwen niet hetzelfde berekend zal worden als residentiële woningen.

2.2.2 Verschil EPN- en EPU-methode

Voor 2017 werd de EPU-methode gebruikt voor het berekenen van het E-peil voor niet-residentiële gebouwen (kantoren, scholen). De nieuwe EPN-methode is grotendeels analoog met de EPU-methode. De verschillen tussen deze methodes zullen verder uitgelegd worden in dit hoofdstuk.

Andere specifieke bestemmingen

De E-peil berekening voor de andere specifieke bestemmingen (ASB) werd voor 2017 niet voorzien. Vanaf 2017 kan het E-peil voor ASB wel berekend worden aan de hand van de EPN-methode. Handelsruimten, restaurants, ziekenhuizen, sportvoorzieningen, zwembaden, cafés, musea, bioscopen, hotels en andere gebouwen die energie verbruiken worden gezien als ASB.

Functionele delen

Niet-residentiële gebouwen kunnen een grote waaier aan functies uitoefenen. Om een onderscheid te maken tussen de verschillende ruimtes en hun specifieke gebruikskennmerken worden de gebouwen opgedeeld in functionele delen. Zo worden bijvoorbeeld kantoren, scholen en zwembaden gezien als niet-residentiële gebouwen terwijl er in de werkelijkheid een groot verschil is tussen de functie-specifieke parameters van deze gebouwen. Om dit onderscheid te kunnen maken tussen deze verschillende gebouwen, zal de EPN-methode de energiesectoren onderverdelen in functionele delen. Dit in tegenstelling tot de EPU-methode waar de energiesector het laagste niveau was waarop een indeling werd gemaakt, aangezien er van andere specifieke bestemmingen nog geen sprake was. Dit wordt verduidelijkt in hoofdstuk 2.3 EPN-methode, Figuur 2.

Functie-specifieke parameters

De EPN-methode introduceert functie-specifieke parameters binnen de functionele delen. Deze parameters hebben betrekking tot de bezettingsfactor, de binnentemperatuur, aantal maaltijden enzovoorts binnen de functionele delen. Deze parameters oefenen een invloed uit op het berekenen van de netto-energiebehoefte waardoor de EPN-methode de netto-energiebehoefte op het functioneel niveau berekent, terwijl de EPU-methode de netto-energiebehoefte berekende op het niveau van de energiesectoren.

Toevoegen van rekenmethode voor sanitair warm water

Voorheen was de stelling dat niet-residentiële gebouwen weinig sanitair warm water verbruikten. Dit zorgde ervoor dat het energieverbruik niet werd meegerekend. Naast kantoren en scholen is de EPN-methode ook van toepassing op bijvoorbeeld sporthallen (met douches) of sauna's. Dit zijn functionele delen van een niet-residentieel gebouw dat wel veel sanitair warm water zal verbruiken. Hierdoor zal, in tegenstelling tot de EPU-methode, de EPN-methode wel rekening houden met de netto energiebehoefte van sanitair warm water.

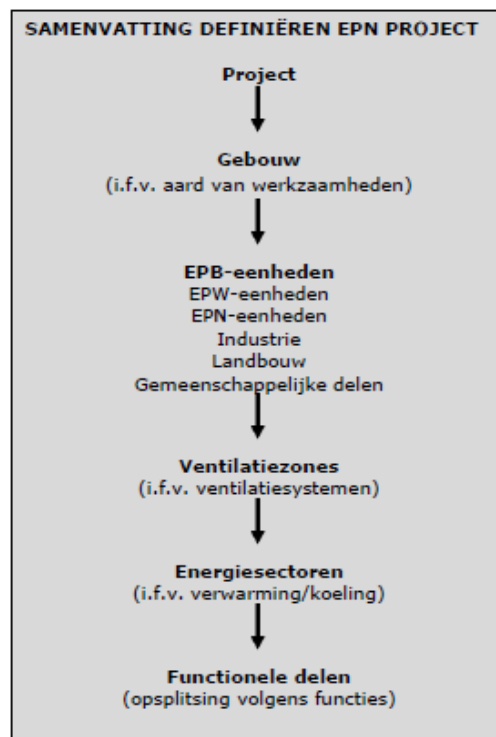
Wijziging methode bepaling van de referentie (noemer E-peil)

Het E-peil wordt bepaald aan de hand van de verhouding tussen het jaarlijks karakteristiek primair energieverbruik van de EPU-eenheid en een bepaalde referentiewaarde. De EPU-methode berekende deze referentiewaarde aan de hand van één formule in functie van de vloeroppervlakte, de verliesoppervlakte, het ontwerptoevoerdebiet en het minimaal geëiste debiet aan ventilatie en het voorziene verlichtingsniveau. De EPN-methode verschilt met de EPU-methode doordat de referentiewaarde gebaseerd is op een soortgelijk gebouw met de betreffende gebouwschil en systemen. Een gedetailleerde uitleg is terug te vinden in hoofdstuk 2.3.4. In hoofdstuk 2.3 zal de EPN-methode verder uitgelegd worden.

2.3 EPN-methode

2.3.1 Definiëren EPN-project

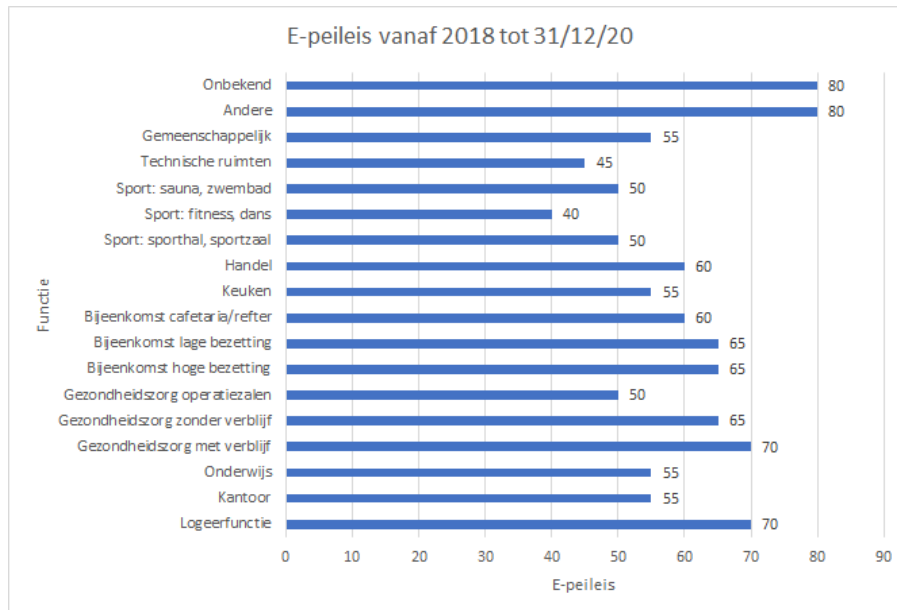
Vooraleer er kan gestart worden met het analyseren van het project, moeten er eerst enkele voorbereidende stappen ondernomen worden. Na het definiëren van de aard der werken zal het gebouw onderverdeeld worden in EPB-eenheden. Verder zullen de EPB-eenheden onderverdeeld worden in ventilatiezones. Elke installatie stelt een ventilatiezone voor. Na het onderverdelen in ventilatiezones worden er minstens evenveel energiesectoren aangemaakt. Figuur 2 geeft weer dat ruimten die tot eenzelfde ventilatiezone behoren en die eenzelfde warmte-opwekkingstoestel hebben worden energiesectoren genoemd. De gehele onderverdeling wordt in Figuur 2 weergegeven.



Figuur 2: Definiëren EPB-eenheden

2.3.2 Functioneel deel

Na het opsplitsen van de EPN-eenheden in ventilatiezones en energiesectoren volgt er ook een opsplitsing in functionele delen. Het doel van deze opsplitsing is het correct inrekenen van de specifieke gebruikskenmerken bij de verscheidene functies. Gebruikskenmerken zijn functiespecifieke parameters. Dit omvat alle parameters die specifiek toepasbaar zijn voor elke functie die de noden voor een bepaalde functie in rekening brengt. Als voorbeeld volgt er een vergelijking tussen een sporthal en een zwembad op basis van de binnentemperatuur. Een zwembad zal hierbij een hogere binnentemperatuur hebben dan een sporthal. Dit zorgt ervoor dat het zwembad andere noden heeft inzake ventilatie en verwarming. Figuur 3 geeft een overzicht van de E-peileisen voor verschillende functies weer.



Figuur 3: E-peileis per bestemming vanaf 2018

2.3.3 EPN-parameters

De functionele delen worden getoetst aan verschillende EPN-parameters waardoor het E-peil en de netto-energiebehoefte gedetailleerd berekend kan worden. In volgende paragrafen wordt meer uitleg gegeven over deze EPN-parameters.

Bezettingsfractie

De bezettingsgraad heeft in grote mate invloed op de netto-energiebehoefte van een gebouw. Er is geen behoefte aan een comfortabele binnentemperatuur wanneer er een tijdspanne van niet-bezetting aanbreekt. Hierdoor zal het debiet van de hygiënische ventilatie lager liggen waardoor de energiebehoefte van het gebouw daalt. De hygiënische ventilatie zal ook voor warmteverliezen zorgen tijdens bezetting met als gevolg dat de energiebehoefte stijgt. De bezettingsduur van het gebouw zal afhankelijk zijn van de functie die het gebouw uitoefent.

Binnentemperatuur verwarming

Aangezien het niet noodzakelijk is om elke ruimte op een constante temperatuur te houden, zal de EPN-methode ook rekening houden met de nodige binnentemperatuur. Er zal gekeken worden naar de specifieke functie van de ruimte voor het bepalen van de vereiste comforttemperatuur. De netto-energiebehoefte wordt bepaald door het verschil tussen binnen- en buitentemperatuur. Hoe groter dit verschil, hoe meer energie er nodig is om de comforttemperatuur constant te houden. De EPN-methode geeft 3 manieren om deze parameter in rekening te brengen, namelijk:

- continue verwarming;
- bijna continue verwarming;
 - hoge inertie;
 - lage inertie;
- tussentijdse temperatuurverlaging (gemiddelde inertie).

Tabel 4: Bepaling inertie bij verwarmen

		Inertie		
		Laag	Gemiddeld	Hoog
Verwarmen	Continu	Vaste hoge temperatuur	Vaste hoge temperatuur	Vaste hoge temperatuur
	Niet continu	Vaste lage temperatuur	Berekende temperatuur tussen vaste hoge en lage waarde	Vaste hoge temperatuur

Er wordt gerekend met continue verwarming wanneer het functionele deel continu bezet wordt. Wanneer een gebouw niet continu bezet wordt, dan zal er gekeken worden naar de inertie van het gebouw. Een hoge inertie zal ervoor zorgen dat het gebouw tijdens het niet-verwarmen niet te veel aan warmte verliest. Hierdoor zal er minder energie nodig zijn om de binnentemperatuur terug te doen stijgen tot de comforttemperatuur. Bij een gebouw met lage inertie zal er net veel warmte verloren gaan tijdens de niet-verwarmde periode met als gevolg dat het energiebehoefte stijgt. Wanneer het gebouw een gemiddelde inertie heeft dan zal de methode met een combinatie rekenen van hoge en lage inertie. Tabel 4 geeft de bepaling van inertie hierboven weer.

Tijdsfractie dat de ventilatie in bedrijf is

Hygiënische ventilatie brengt zowel plus- als minpunten met zich mee. Eén van deze nadelen is dat het de energiebehoefte van het gebouw verhoogt. Dit komt doordat het ventilatiesysteem zelf energie nodig heeft om te functioneren, maar ook omdat het ventilatiesysteem voor warmteverliezen zorgt die gecompenseerd moeten worden. Het ventilatiesysteem zal warme lucht naar buiten blazen waardoor er energie verloren gaat, de zogenaamde warmteverliezen.

Naast het in rekening brengen van de duur dat de ventilatie actief is, wordt ook een reductiefactor in rekening gebracht. Deze reductiefactor zal de invloed van de verschillende regelsystemen voor een ventilatiesysteem meenemen in de berekening.

Interne warmteproductie

De EPN-methode houdt rekening met de interne warmteproductie in een functioneel deel. Op deze manier wordt er rekening gehouden op de warmtewinsten anders dan de zon. Er wordt gekeken naar de warmteafgifte van het menselijk lichaam of met de warmteproductie van de verschillende toestellen binnen een functioneel deel. Zodat er een onderscheid gemaakt kan worden tussen bijvoorbeeld een keuken en een klaslokaal.

Binnentemperatuur koeling

Deze parameter werkt volgens hetzelfde principe als de parameter “Binnentemperatuur verwarming”. Enkel wordt er hier gekeken naar de energie die nodig is om de binnentemperatuur te doen dalen tot de comforttemperatuur. De inertie speelt ook hier een belangrijke rol bij het bepalen van de energiebehoefte van het koelingsysteem, weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5: Bepaling inertie bij koelen

		Inertie		
		Laag	Gemiddeld	Hoog
Koeling	Continu	lage binnentemperatuur		
	Niet continu	hoge binnen-temperatuur	lage binnentemperatuur met reductiefactor	lage binnen-temperatuur

2.3.4 Berekenen van het E-peil

Het E-peil staat voor het primair energieverbruik van een EPN-eenheid en wordt berekend volgens de verhouding tussen het jaarlijks karakteristiek primair energieverbruik van de EPN-eenheid en een referentiewaarde. De verhouding ziet er als volgt uit:

$$E_{EPNR} = 100 * \frac{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}}{E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}} \quad (1)$$

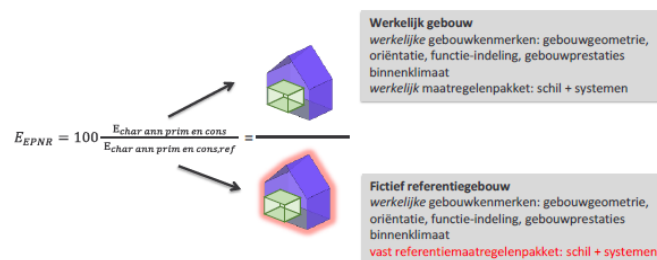
Waarin:

E_{EPNR}	peil van primair energieverbruik van de EPN-eenheid;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons}$	jaarlijks karakteristiek primair energieverbruik van de EPN-eenheid in MJ;
$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$	de referentiewaarde van het jaarlijks primair energieverbruik van de EPN-eenheid in MJ.

In de volgende paragraaf zal er uitgelegd worden hoe de waarde $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$ wordt berekend. Deze waarde wordt namelijk volgens een nieuwe methodologie berekend die verschilt van de waarde die gebruikt werd in de EPU-rekenmethode. Het berekenen van het E-peil gebeurt per EPN-eenheid.

De noemer van het E-peil - $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$ Notional building approach

Het berekenen van het E-peil gebeurt volgens de zogenaamde *notional building approach*. Hierbij wordt het jaarlijks karakteristiek primair energieverbruik vergeleken met dat van een vergelijkbaar gebouw waar een vast referentiemaatregelenpakket, de gebouwschil en de verschillende gebruikte systemen, die zijn toegepast zoals weergegeven op Figuur 4. Deze methode zorgt ervoor dat de beoordeling van de energie-efficiëntie van het werkelijke gebouw correct verloopt zonder dat er rekening gehouden wordt met de geometrie of de functie-indeling. Door geen rekening te houden met de geometrie of functie-indeling wordt verhinderd dat de beoordeling van een project te streng of te laks is. Het zal ervoor zorgen dat een gelijkwaardige inspanning aan energie-efficiëntie gevraagd wordt van elk project.



Figuur 4: Principe E-peil berekening

Het referentiegebouw

Het referentiegebouw zal steeds aan enkele voorwaarden voldoen zodanig dat de berekening op een correcte manier verloopt. Zo zal het referentiegebouw:

- eenzelfde gebouwgeometrie hebben als het werkelijke gebouw;
- eenzelfde functie-indeling hebben als het werkelijke gebouw;
- dezelfde prestaties hebben als het werkelijke gebouw;
 - hiermee worden de mogelijke ingrepen die leiden tot een verhoging van het comfort bedoeld zoals bijvoorbeeld het aantal tappunten of de aanwezigheid van een circulatieleiding voor sanitair warm water;
- een vast pakket aan maatregelen voor de gebouwschil en systemen;
 - dit pakket omvat maatregelen met betrekking tot de gebouwschil, inertie en systemen van het gebouw.

Echter worden er 2 belangrijke uitzonderingen toegepast op de algemene werkwijze voor de gebouwgeometrie, met als gevolg dat het referentiegebouw niet noodzakelijk de eigenschappen overneemt die gemeenschappelijk zijn aan het werkelijke gebouw. Het zorgt ervoor dat er rekening gehouden moet worden met 2 correctiefactoren, namelijk de compactheid van het gebouw en het aandeel transparante delen in de bouwschil.

Correctiefactor betreffende de compactheid

Aangezien het referentiegebouw dezelfde geometrie heeft als het werkelijke gebouw, zullen gebouwen met een geometrie die nadelig is voor het energieverbruik niet afgestraft worden. Aan de hand van een correctiefactor zal het nadelig effect in rekening gebracht worden.

Het is echter niet noodzakelijk om altijd rekening te houden met deze correctiefactor. Wanneer het gebouw een voldoende compactheid heeft, zal er geen nadelig effect waarneembaar zijn op het energieverbruik en zal de correctiefactor niet van toepassing zijn.

Correctiefactor betreffende de transparante delen

Transparante delen in de bouwschil hebben een grote invloed op de zonnewinsten en de transmissieverliezen omdat de U-waarde van de transparante delen steeds hoger ligt dan die van de gevelopbouw. Een groot aandeel transparante delen in een gebouw heeft dus een nadelig effect op de netto verwarmingsbehoefte als de netto koelbehoefte. Door het invoeren van een correctiefactor zal een te hoog percentage aan transparante delen afgestraft worden.

Vergelijkbaar met de correctiefactor voor de compactheid zal de correctiefactor voor transparante delen pas in rekening gebracht worden wanneer een bepaalde drempelwaarde overschreden wordt. Enkel wanneer 30% van de gebruiksoppervlakte van het functioneel deel uit transparante delen bestaat, zal de correctiefactor ervoor zorgen dat de oppervlakte aan transparante delen gereduceerd wordt voor het referentiegebouw.

Berekening jaarlijks primair energieverbruik

Voor het berekenen van het jaarlijks karakteristiek primair energieverbruik van het fictief referentiegebouw, $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$, wordt er rekening gehouden met 5 posten van energieverbruik: verwarming, koeling, warm tapwater, hulpenergie en verlichting. $E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$ wordt als volgt berekend:

$$\begin{aligned} E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref} &= \sum_{m=1}^{12} (E_{p,heat,m,ref} + E_{p,cool,m,ref} + E_{p,water,m,ref} + E_{p,aux,m,ref} \\ &+ E_{p,light,m,ref}) \end{aligned} \quad (2)$$

Waarin:

$E_{char\ ann\ prim\ en\ cons,ref}$	de referentiewaarde voor het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik in MJ;
$E_{p,heat,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijks primair energieverbruik voor verwarming in MJ;
$E_{p,cool,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijks primair energieverbruik voor koeling in MJ;
$E_{p,water,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijks primair energieverbruik voor verwarmd tapwater in MJ;
$E_{p,aux,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijks primair hulp-energieverbruik van de ventilatoren, pompen en waakvlammen in MJ;
$E_{p,light,m,ref}$	de referentiewaarde voor het maandelijks primair energieverbruik voor verlichting in MJ.

Referentiewaarde voor het primair energieverbruik voor verwarming

$$E_{p,heat,m,ref} = \sum_i 1,29 * Q_{heat,net,seci,m,ref} + \sum_j 1,29 * Q_{hum,net,j,m,ref} \quad (3)$$

$Q_{heat,net,seci,m,ref}$ de referentiewaarde voor de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming, rekening houdend met tussentijdse temperatuurverlagingen, van energiesector i, in MJ;

$Q_{hum,netnj,m,ref}$ de referentiewaarde voor de maandelijkse netto energiebehoefte voor bevochtiging van een toestel j, in MJ.

Het maandelijks primaire energieverbruik voor verwarming voor het referentiegebouw wordt berekend aan de hand van een totale primaire energiefactor. Deze factor bedraagt 1,29 en houdt rekening met zowel het totale rendement van de installaties (afgifte, verdeling, opslag en opwekking) als de omzetting naar totale primaire energie.

Zowel de netto energiebehoefte voor ruimteverwarming ($Q_{heat,net,seci,m,ref}$) als de netto energiebehoefte voor bevochtiging ($Q_{hum,net,j,m,ref}$) zal omgerekend worden naar het primair energieverbruik van het referentiegebouw.

Referentiewaarde voor het primair energieverbruik voor koeling

$$E_{p,cool,m,ref} = \sum_i 0,5 * Q_{cool,net,seci,m,ref} \quad (4)$$

$Q_{cool,net,seci,m,ref}$ de referentiewaarde voor de maandelijkse netto energiebehoefte voor ruimteverwarming, rekening houdend met tussentijdse temperatuurverlagingen, van energiesector i, in MJ.

Het maandelijks primaire energieverbruik voor koeling wordt op dezelfde manier berekend als voor verwarming. De netto energiebehoefte voor koeling ($Q_{cool,net,seci,m,ref}$) zal vermenigvuldigd worden met een totale primaire energiefactor van 0,5.

Referentiewaarde voor het primair energieverbruik voor de bereiding van warm tapwater

$$E_{p,water,m,ref} = \sum_i 2,20 * \frac{Q_{water,bath\ i,net,m}}{\eta_{water,circ,bath\ i,m,ref}} + \sum_j 3,00 * \frac{Q_{water,sink\ j,net,m}}{\eta_{water,circ,sink\ j,m,ref}} + \sum_k 4,00 * \frac{Q_{water,other\ k,net,m}}{\eta_{water,circ,other\ k,m,ref}} \quad (5)$$

Waarin:

$Q_{water,x,net,m}$ de maandelijkse netto energiebehoefte voor warm tapwater van douche of bad, keukenaanrecht, en andere in MJ;

$\eta_{water,circ,x,m,ref}$ de referentiewaarde voor de bijdrage aan het systeemrendement van de maandelijkse verliezen van een circulatieleiding voor douche of bad, keukenaanrecht en andere in MJ.

Het primair energieverbruik voor warm water wordt berekend via bovenstaande formule. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen 3 verschillende soorten afgifte van warm water; bad of douche, keukenaanrecht en overige tappunten. Voor deze 3 factoren wordt er een andere primaire energiefactor gebruikt. Deze energiefactor is de verhouding van de benodigde primaire energie en de afgeleverde warmte.

Referentiewaarde voor het primair elektriciteitsverbruik van het hulpenergieverbruik

$$E_{p,aux,m,ref} = f_p * 3.6 * \left(W_{fans,m,ref} + W_{aux,dis,m,ref} + W_{throttle/fans,gen,m} + W_{electr,gen,m} \right) \quad (6)$$

$E_{p,aux,m,ref}$ de referentiewaarde voor het maandelijks primair hulpenergieverbruik van de ventilatoren, pompen en waakvlammen, in MJ;

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit;

3,6 omzettingsfactor kWh naar MJ;

$W_{fans,m,ref}$ de referentiewaarde voor het maandelijks elektriciteitsverbruik voor ventilatoren in de EPN-eenheid, in kWh;

$W_{aux,dis,m,ref}$ de referentiewaarde voor het maandelijks elektriciteitsverbruik voor distributie in de EPN-eenheid, in kWh;

$W_{throttle/fans,gen,m}$ het maandelijks elektriciteitsverbruik van de gaskleppen en/of ventilatoren voor de warmteopwekking van de beschouwde EPN-eenheid, in kWh;

$W_{electr,gen,m}$ het maandelijks elektriciteitsverbruik voor elektronica van de beschouwde EPN-eenheid, in kWh.

Het berekenen van de referentiewaarde voor het primair hulpenergieverbruik gebeurt aan de hand van verschillende factoren. Er wordt gerekend met een conventionele omrekenfactor voor elektriciteit naar primaire energie (f_p). Alle netto hulpenergie, die nodig is voor het garanderen van een goede werking van het systeem, wordt meegeteld in de berekening.

Aangezien de prestatie van zowel het werkelijke gebouw als het referentiegebouw hetzelfde moet zijn, worden deze hulpenergie berekend op basis van het ingegeven debiet/behoefte.

Referentiewaarde voor het primair energieverbruik voor verlichting

$$E_{p,licht,m,ref} = f_p * 3.6 * W_{licht,m,ref} \quad (7)$$

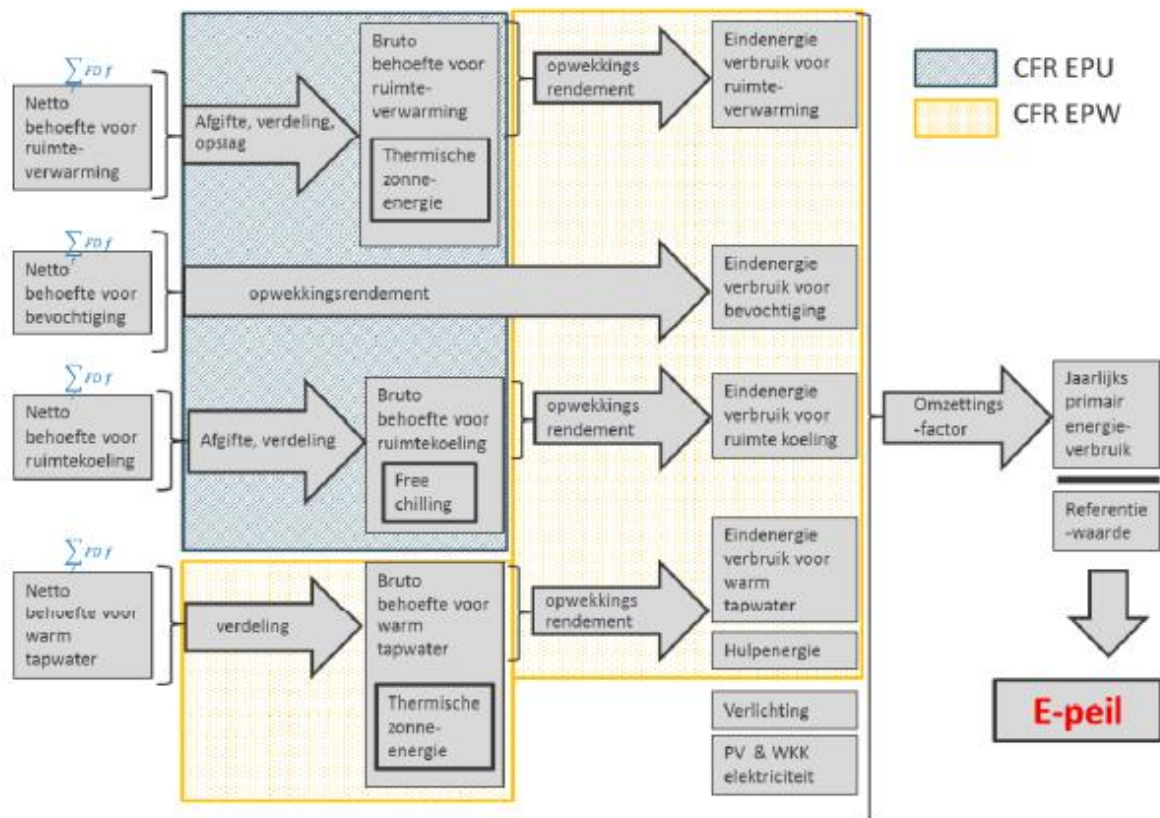
$E_{p,light,m,ref}$ de referentiewaarde voor het maandelijks primair hulpenergieverbruik voor verlichting, in MJ;

f_p de conventionele omrekenfactor naar primaire energie voor elektriciteit, in België is deze vastgelegd op 2,5;

$W_{light,m,ref}$ de referentiewaarde voor het maandelijks elektriciteitsverbruik voor verlichting in de EPN-eenheid, in kWh.

Voor het berekenen van het primair energieverbruik voor verlichting wordt ook bij deze berekening gebruikt gemaakt van de conventionele omrekenfactor van elektriciteit naar primaire energie (f_p). Verder wordt er rekening gehouden met de referentiewaarde voor het maandelijks elektriciteitsverbruik voor verlichting ($W_{licht,m,ref}$). Deze referentiewaarde wordt berekend aan de hand van de voorziene lichtsterkte van het werkelijke gebouw. Op deze manier blijft de prestatie tussen beide gebouwen hetzelfde.

Dit hoofdstuk zal toelichten hoe de teller van het E-peil berekend wordt. Bij elke stap in het proces zal een korte uitleg gegeven worden zodat uiteindelijk het E-peil berekend kan worden. Figuur 5 toont welke stappen er voltooid moeten worden voor het berekenen van de teller van het E-peil. De EPN-methode bestaat hoofdzakelijk uit een combinatie van de EPU- en EPW-methode.



Figuur 5: Principe berekening energiebehoefte

Netto-energiebehoefte ventilatie

Afhankelijk van het type ruimte wordt het minimumdebiet aan hygiënische ventilatie berekend door middel van de bezetting en de oppervlakte per ruimte. De EPN-methode voorziet meerdere ruimtetypes dan de EPU-methode. Verder wordt de aanvullende ventilatie ook in rekening gebracht bij het berekenen van de netto-energiebehoefte van het ventilatiesysteem. De aanvullende ventilatie is de extra mechanische ventilatie die hoger ligt dan het hygiënisch ventilatiedebiet.

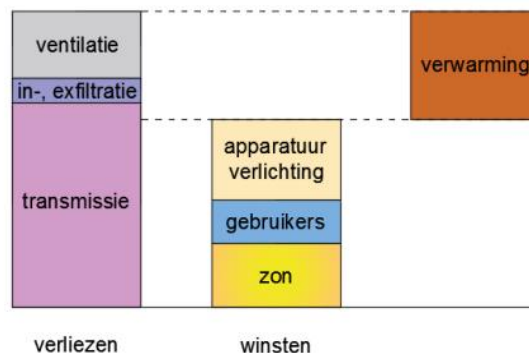
Eindenergieverbruik ruimteverwarming

Het eindenergieverbruik voor verwarming is de hoeveelheid energie die door het warmte opwekkingsysteem verbruikt wordt om het gebouw te voorzien van het gevraagde comfortniveau. Het eindenergieverbruik bestaat uit:

- netto-energiebehoefte ruimteverwarming;
 - comforttemperatuur ruimte;
- bruto-energiebehoefte ruimteverwarming;
 - verliezen,
- berekening eindenergieverbruik ruimteverwarming;
 - preferente en niet-preferente opwekker;
 - opwekkingsrendement toestel.

Netto-energiebehoefte ruimteverwarming

Om rekening te houden met de functie-specifieke parameters, zal het bepalen van de netto-energiebehoefte voor verwarming berekend worden op het niveau van het functionele deel.



Figuur 6: Energiewinsten en energieverliezen bij verwarmen

De netto-energiebehoefte voor verwarming komt overeen met de totale hoeveelheid energie die het afgiftesysteem van het verwarmingssysteem aflevert om een comfortabele kamertemperatuur te kunnen behouden. Wanneer de warmtegewinsten kleiner zijn dan de warmteverliezen dan zal er extra energie verbruikt moeten worden voor het op peil houden van de comforttemperatuur. Figuur 6 geeft dit grafisch weer.

Bruto energiebehoefte ruimteverwarming

Om ervoor te zorgen dat de netto-energiebehoefte voor verwarming voldoet aan de gestelde eisen, zal er rekening gehouden moeten worden met alle mogelijkheden waarop er energie verloren kan worden. De netto-energiebehoefte samengeteld met de energieverliezen vormen de bruto-energiebehoefte voor ruimteverwarming.

Deze verliezen kunnen het volgende zijn:

- energieverliezen door gelijktijdig koelen en verwarmen;

Wanneer de ruimteregeling voor koeling en verwarming apart gebeurt voor elke ruimte dan bestaat er een kans dat er een ruimte tegelijkertijd verwarmd als gekoeld wordt. Energie die verloren gaat aan het koelen en verwarmen wordt als een energieverlies gezien.

- leiding- en/of kanaalverliezen tijdens transport.

Als de verwarming van een gebouw of energiesector centraal gebeurt dan moet de warmte getransporteerd worden van het centrale verwarmingstoestel tot de radiator/vloerverwarming. Tijdens dit transport zal er energie verloren gaan aan de omgeving. Een goede isolatie kan deze verliezen beperken of er kan op elke radiator een naregeling met thermostaatkraan voorzien worden die het debiet voor de vertrek- en retourleidingen zal beperken. Als er koelvloeistof gebruikt wordt, zal er een extra reductiefactor toegekend worden aan de berekening.

Berekening eindenergieverbruik ruimteverwarming

Preferente en niet-preferente opwekker

Indien er meerdere warmte-opwekkingstoestellen een bepaalde energiesector verwarmen en deze toestellen niet hetzelfde opwekkingsrendement bezitten, dan wordt de bruto-energiebehoefte voor verwarming verdeeld tussen een preferente en niet-preferente opwekker. Een gebouw kan meerdere opwekkingssystemen hebben door volgende redenen:

- bedrijfszekerheid (wanneer één toestel uitvalt kan een tweede toestel de vraag opvangen);
- modulatiebereik vergroten: verlagen van het vermogen voor optimaal rendement;
- opsplitsing van de bruto-energiebehoefte onder de verschillende toestellen;
- wanneer het geleverde maximumvermogen afhankelijk is van externe factoren zoals een warmtepomp op lucht.

Er zal één verwarmingstoestel aangeduid moeten worden als preferente opwekker.

Preferente fractie

Wanneer er meerdere opwekkingstoestellen aanwezig zijn binnen een gebouw, dan zal er aan elk toestel een preferente fractie toegewezen worden. De volgende variabelen worden in de EPN-methode bepaald in functie van de preferente fractie:

- hulpvariabele X_m - Deze variabele geeft weer of een toestel al dan niet over gedimensioneerd is;
- het type schakelregeling;
 - piekvermogenaanvulregeling → de niet-preferente toestellen worden pas in werking gesteld gedurende periodes waarin de preferente toestel de vraag niet meer aankan;
 - piekvermogenschakelregeling → in alle gevallen wanneer de schakel regeling niet gekend is;
- het vraagprofiel;
 - vlak vraagprofiel → wanneer er een continue vraag aan warmte voor een functioneel deel gevraagd wordt;
 - fluctuerend vraagprofiel → wanneer de vraag aan warmte verschillend kan zijn in functie van tijd, behoefte of bezetting.

Opwekkingsrendement ruimteverwarming

Het opwekkingsrendement voor de ruimteverwarming wordt bepaald als de verhouding tussen de warmte die geleverd wordt en de energie die nodig is voor het opwekken van deze warmte. Elk type opwekkingstoestel is onderhevig aan warmteverliezen die eigen zijn aan dat type. Bijvoorbeeld de aanwezigheid van een afvoer voor de verbrandingsgassen zal ervoor zorgen dat er energie verloren gaat tijdens het opwekken waardoor het opwekkingsrendement lager zal uitvallen.

Eindenergieverbruik voor bevochtiging

Netto-energiebehoefte bevochtiging

De capaciteit van lucht om vocht op te nemen is afhankelijk van de temperatuur. Hierdoor kan het voorvallen dat opgewarmde koude buitenlucht een te lage relatieve vochtigheid heeft. Een minimale relatieve vochtigheid is wenselijk voor een aangenaam comfort. Echter is het niet noodzakelijk dat dit comfort in elke ruimte gegarandeerd wordt waardoor de behoefte aan bevochtiging functie-specifiek bepaald wordt.

Indien er een bevochtigingssysteem aanwezig is in een energiesector, zal de netto-energiebehoefte voor bevochtiging berekend worden aan de hand van volgende factoren:

- het bevochtigingssysteem;
- het functioneel deel;
 - bepaalt hoeveel vocht er maandelijks toegevoerd moet worden ($\text{kg}\cdot\text{h}/\text{m}^3$);
- het ontwerpdebiet van de verse lucht;
 - de hoeveelheid lucht dat er toegevoerd wordt in de ruimte (m^3/h).

Opwekkingsrendement bevochtiging

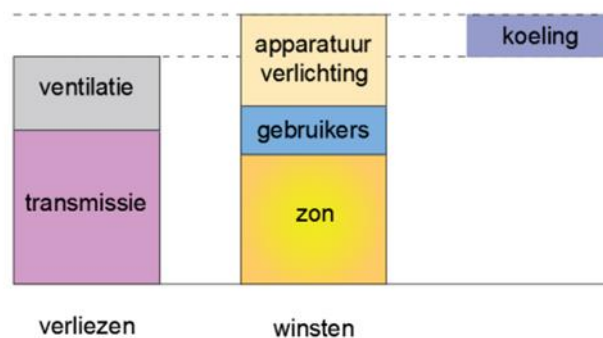
Het opwekkingsrendement voor bevochtiging wordt bepaald als de verhouding tussen de bevochtiging en de energie die nodig is voor het bevochtigen van de ruimtes. Elk type opwekkingstoestel is onderhevig aan warmteverliezen die eigen zijn aan dat type.

Eindenergieverbruik voor koeling

Het eindenergieverbruik voor koeling is de hoeveelheid energie die door het koelsysteem verbruikt wordt om het gebouw te voorzien van het gevraagde comfortniveau. Het eindenergieverbruik bestaat uit:

- netto-energiebehoefte koeling;
 - comforttemperatuur ruimte;
- bruto-energiebehoefte koeling;
 - verliezen,
- berekening eindenergieverbruik koeling;
 - preferente en niet-preferente opwekker;
 - opwekkingsrendement toestel.

Netto-energiebehoefte koeling



Figuur 7: Energiewinsten en energieverliezen bij koeling

Zoals de netto-energiebehoefte voor verwarming zal de netto-behoefte voor koeling de behoefte aan energie die nodig is voor het afkoelen van de binnentemperatuur representeren. Als de warmtewinsten hoger liggen dan de warmteverliezen dan kan het zijn dat de binnentemperatuur verlaagd moet worden tot de comforttemperatuur. Figuur 7 geeft dit grafisch weer.

Bruto energiebehoefte voor koeling

Net zoals voor het berekenen van de bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming zal, voor het berekenen van de bruto energiebehoefte voor koeling, er rekening gehouden moeten worden met alle mogelijkheden waarop er energie verloren kan gaan. De netto-energiebehoefte samengeteld met de energieverliezen vormen de bruto-energiebehoefte voor koeling. Deze verliezen kunnen het volgende zijn:

- energieverliezen door simultaan koelen en verwarmen;

Wanneer de regeling voor koeling en verwarming apart gebeurt in elke ruimte dan bestaat er een mogelijkheid dat er een ruimte tegelijkertijd verwarmd als gekoeld wordt. Energie die verloren gaat aan het koelen en verwarmen wordt als een energieverlies gezien.

- leiding- en/of kanaalverliezen tijdens transport.

Als de verwarming van een gebouw of energiesector centraal gebeurt dan moet de warmte getransporteerd worden van het centrale verwarmingstoestel tot de radiator/vloerverwarming. Tijdens dit transport zal er energie verloren gaan aan de omgeving. Een goede isolatie kan deze verliezen beperken of het installeren van een thermostaatkraan met naregeling op elke radiator zal het debiet voor de vertrek- en retourleidingen van de radiator beperken. Indien er koelvloeistof gebruikt wordt, zullen er geen verliezen door gelijktijdig koelen en verwarmen plaatsvinden. Aangezien de voorziene leiding niet gelijktijdig voor verwarming als koeling kan dienen.

Eindenergieverbruik voor ruimtekoeling

Preferente en niet-preferente opwekker

Thermisch aangedreven koelmachines of *geo-cooling* open systemen worden altijd als preferente opwekkers gezien. Wanneer echter de koeling niet voorzien worden door één van deze systemen dan zal het koelingssysteem met het hoogste rendement als preferente opwekker gezien worden.

Voor het bepalen van het eindverbruik wordt er maar één niet-preferente opwekker beschouwd. De opwekker met het laagste rendement wordt beschouwd als de niet-preferente opwekker.

Preferente fractie

De preferente fractie voor de preferente opwekker wordt bepaald aan de hand van de verhouding tussen het nominale vermogen van de preferente koude leverancier en het nominale vermogen van alle koude leveranciers.

Fractie free-chilling

Free-chilling zorgt ervoor dat het water van een koelsysteem gekoeld zal worden zonder dat er gebruik gemaakt wordt van een koelsysteem. Zo kan zowel het grondwater, de bodem als de lucht gebruikt worden om koude uit te onttrekken.

Opwekkingsrendement ruimtekoeling

Het opwekkingsrendement voor ruimtekoeling wordt bepaald aan de hand van de verhouding tussen de verkoeling die geleverd wordt en de energie die nodig is voor het opwekken van deze koeling. Elk type opwekkingstoestel is onderhevig aan koudeverliezen die eigen zijn aan dat type. Bijvoorbeeld het opwekken van de koude lucht gebeurt met een motor die warmte opwekt.

Eindenergieverbruik voor warm tapwater

Netto-energiebehoefte warm tapwater

Voor het berekenen van de netto-energiebehoefte voor warm tapwater zal de EPN-methode opnieuw gedetailleerder werken dan de EPW-methode. Alle tappunten in het niet-residentiële gebouw moeten ingegeven worden, terwijl bij woningen enkel keuken- en bad-/douchekranen meetellen. Er wordt ook een onderscheid gemaakt tussen keukenkranen die gebruikt worden voor het voorbereiden van maaltijden en zogenaamde “kitchenettes” (vb. een keuken in een kantoor). Afhankelijk van het functionele deel zal de energiebehoefte voor warm tapwater voor een bad verschillen van de energiebehoefte voor warm tapwater voor het keukenaanrecht. Doordat de EPN-methode gedetailleerder werkt, kan er een nauwkeuriger netto-energiebehoefte voor warm tapwater bekomen worden.

Netto-energiebehoefte baden/douches

De netto-energiebehoefte voor baden/douches zonder verblijfsmogelijkheden is afhankelijk van het aantal baden of douches. De verblijfsmogelijkheden worden op een gelijkaardige manier berekend als de dimensionering van het ventilatiesysteem namelijk aan de hand van de maximale bezetting.

Netto-energiebehoefte keukenaanrechten

Enkel keukens waarin maaltijden worden voorbereid worden in rekening gebracht voor het bepalen van de netto-energiebehoefte van keukenaanrechten. Bij het berekenen wordt er gekeken naar welke functionele delen allemaal maaltijden geserveerd krijgen van de keuken. Afhankelijk van de bezetting van die ruimtes zal het aantal maaltijden bepaald worden. Uiteindelijk zal de netto-energiebehoefte voor keukenaanrechten afgeleid worden van het aantal maaltijden.

Netto-energiebehoefte andere tappunten

Alle andere warmwatertappunten vallen onder deze categorie. De netto-energiebehoefte voor functionele delen met een logeerfunctie worden bepaald door het in rekening nemen van de maximale bezetting, die tevens gebruikt wordt bij het dimensioneren van het ventilatiesysteem. Voor

alle andere functionele delen is de grootte van het vloeroppervlak de bepalende factor voor de energiebehoefte.

Bruto energiebehoefte voor warm tapwater

Elke tapinstallatie waarbij de warmteopwekking centraal gebeurt gebruikt de leidingen om het warm tapwater tot bij de tappunten te brengen. Tijdens het transport van het warm tapwater verliest deze aan warmte waardoor er een verlies aan rendement is.

Het systeemrendement is de verhouding tussen de energie die wordt toegevoerd aan het verdeelsysteem en de nuttige energie die door het verdeelsysteem wordt afgeleverd. Het systeemrendement is afhankelijk van:

- de lengte van het verdeelsysteem;
- de isolatiegraad van de leidingen;
- de omgevingstemperatuur;
- warmteterugwinning uit de douche-afloop (indien aanwezig);
 - enkel de warmteterugwinning van een douche wordt in rekening gebracht aangezien de toevoer tegelijkertijd met de warm water afvoer gebeurt.

Eindenergieverbruik warm tapwater

De benodigde energie die vereist is om het warm tapwater op te wekken, kan geleverd worden door één enkel opwekkingstoestel of een combinatie van meerdere opwekkingstoestellen die parallel geschakeld zijn. Gelijkaardig aan het eindenergieverbruik voor ruimteverwarming wordt het eindenergieverbruik voor warm tapwater ingevoerd aan de hand van een preferent en niet-preferent geschakeld toestel.

Opwekkings- en opslagrendement voor warm tapwater

Het opwekkingsrendement wordt gezien als de verhouding tussen de energie die geleverd wordt aan het verdeelsysteem en de energie die nodig is om het warm tapwater op te wekken.

Indien er een buffervat aanwezig is, zal er ook een verlies aan rendement zijn tijdens de opslag van het warm tapwater. Dit wordt het opslagrendement genoemd.

Hulpenergie

Om de goede werking van een installatie te garanderen is het noodzakelijk dat de volledige installatie over de nodige onderdelen beschikt. Een verdeelsysteem voor warm tapwater moet over een circulatiepomp beschikken om de correcte werking van het systeem te garanderen. Deze onderdelen verbruiken energie die in rekening gebracht moeten worden om zo het totale energieverbruik van een gebouw in kaart te brengen. Volgende onderdelen kunnen voor extra energieverbruik zorgen:

- ventilatoren,
- pompen voor distributie;
- extra elektriciteitsverbruik van koelmachines;
 - pompen voor distributie;
 - in het geval van een koeltoren → ventilator;
 - *stand-by* verliesvermogen van elektronica;
- extra elektriciteitsverbruik voor *free-chilling*;
 - pompen voor distributie;
 - in geval van een koeltoren → ventilator;
- elektriciteitsverbruik hulpfuncties bij warmteopwekking;
 - aanwezigheid van gasklep;
 - aanwezigheid van een ventilator;
 - *stand-by* verliesvermogen van elektronica;
- elektriciteitsverbruik voor koeling ventilatielucht;
 - pompen voor distributie;
- elektriciteitsverbruik verdampingskoeling (adiabatische koeling);
 - vernevelingsinstallatie.

Verlichting

De vereiste hoeveelheid lumen waaraan de verlichting in een ruimte moet voldoen wordt bepaald aan de hand van het functioneel deel. Het vereiste aantal lumen per oppervlakte ligt tussen 50 en 500 lux.

Voor het berekenen van het energieverbruik voor verlichting, wordt er een onderscheid gemaakt tussen de gebruiksduur overdag en 's nachts. Deze gebruiksduur is afhankelijk van de functie van de ruimte en de gedifferentieerde waarde die ermee gepaard gaat.

Er wordt niet verwacht van de verlichting dat het permanent brandt. Hierdoor wordt er een reductiefactor in rekening gebracht die rekening zal houden met de gebruiksduur van de ruimte. Deze reductiefactor wordt dus ook functiespecifiek bepaald. Er wordt een reductiefactor in rekening gebracht voor schakelende systemen en modulerende systemen.

Onder verlichting worden enkel de vaste verlichting binnenin de EPN-eenheid beschouwd. Volgende verlichting wordt niet in rekening gebracht voor het berekenen van het energieverbruik door verlichting:

- verlichting buiten het EPN-volume;
 - buitenverlichting,
 - binnenverlichting in ruimten buiten het beschermde volume;
 - verlichting in woongedeelten van het gebouw;
 - verlichting in andere ruimte binnen het beschermd volume waarvoor geen EPN-berekening dient uitgevoerd te worden;
- verlichting binnen de EPN-eenheid;
 - losse verlichting: hieronder worden alle losse toestellen die aangesloten worden via een stopcontact beschouwd;
 - noodverlichting,
 - richtingaanwijzers van nooduitgangen;
 - verlichting in liftkooien en liftschachten;
- verlichting die gebruik maken van batterijen.

Hernieuwbare energie

Het aandeel hernieuwbare energie wordt enkel in rekening gebracht bij het berekenen van de teller voor het E-peil. Hierdoor wordt alle energie die opgewekt wordt uit hernieuwbare bronnen als voordelig gezien voor het E-peil. Het aandeel hernieuwbare energie heeft als gevolg hiervan een rechtstreekse invloed op het E-peil.

Voor een EPN-eenheid mogen volgende technieken gecombineerd worden om aan de eis te voldoen:

- warmtepompen,
- fotovoltaïsche zonne-energiesystemen;
- energie uit biomassa (verwarming en koeling);
- thermische zonne-energie (verwarming en warm tapwater);
- externe warmte- of koude levering doe voor minstens 45% uit hernieuwbare energiebronnen wordt geleverd.

2.4 Dynamische simulatie

2.4.1 Introductie

Zoals besproken in de voorgaande paragrafen is het sinds enkele jaren verplicht voor nieuwbouwwoningen om vooraf een energetische analyse uit te voeren om zo te controleren of het gebouw voldoet aan de EPB-eisen die per gewest opgesteld werden. Met de EPB-software is het mogelijk om de maandelijkse energiebehoefte en CO₂-uitstoot van het gebouw te simuleren. Alhoewel deze quasi-statische simulatie software veel gebruikt wordt voor het analyseren van het energieverbruik, bestaan er andere simulatieprogramma's die accurater te werk gaan, namelijk dynamische simulatieprogramma's.

De eerste dynamische software werd begin jaren '70 ontwikkeld. Enkele voorbeelden hiervan zijn ECOTECH, DeST, DOE-2.2 en BLAST. In een later stadium werden EnergyPlus en IDA ontwikkeld om nog accuratere simulaties te kunnen maken. De evolutie van dynamische software is vooral te wijten aan de ontwikkelingen rond duurzaam bouwen. De stijgende energieprijzen zorgen ervoor dat de vraag naar deze evolutie enkel versterkt wordt.

In dit hoofdstuk zullen de belangrijkste verschillen tussen dynamische- en statische software besproken worden alsook de achterliggende werking van het gekozen dynamische softwarepakket.

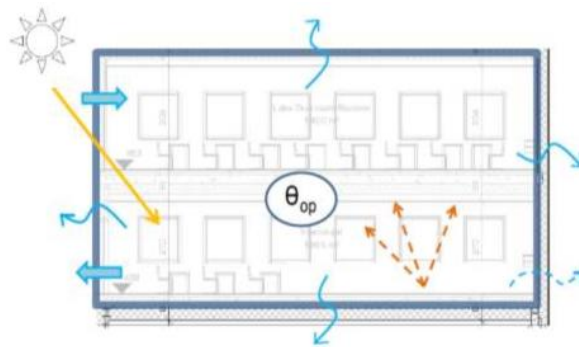
2.4.2 Verschil statische en dynamische simulaties

In volgende paragrafen zal het verschil tussen statische en dynamische simulaties toegelicht worden. De EPB-software zal meerdere malen gebruikt worden als voorbeeld aangezien de EPB-software een quasi-statische simulatiesoftware is die gebruikt zal worden voor de simulaties in dit onderzoek.

Belangrijke kenmerken statische simulaties

Eén-zone model

Wanneer de formulestructuur van een statische- en dynamische simulatiesoftware vergeleken wordt, dan kenmerkt het statische simulatieprogramma zich in een vereenvoudigde formulestructuur van een dynamisch programma. Dit verschil komt door het feit dat een statisch programma het gesimuleerde gebouw als een geheel beschouwt. In de EPB-software gebeuren de berekening van de netto-energiebehoefte voor zowel verwarming als koeling adiabatisch onderling tussen de verschillende functionele delen. Dit betekent dat er geen warmteoverdracht plaatsvindt tussen de verschillende functionele delen. Deze vereenvoudigde aanpak zorgt ervoor dat de achterliggende formulestructuur ook eenvoudiger wordt. Op Figuur 8 ziet u een schematische voorstelling van het één-zone model [4], [5], [6].



Figuur 8: Statisch één-zone model voor de energieanalyse van een gebouw

Tijdsinterval & weergemiddelde

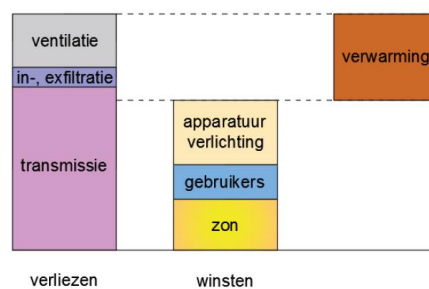
De resultaten van statische simulaties worden meestal maandelijks of jaarlijks weergegeven. De EPB-software maakt gebruik van gemiddelde maandtemperaturen om zo het klimaat mee in rekening te brengen. Dit heeft als gevolg dat er geen dag- of momentopname gemaakt kan worden [4].

Dynamische correctiefactoren

Statische simulaties kunnen gebruik maken van dynamische correctiefactoren om op deze manier een dynamisch effect na te bootsen. Een goed voorbeeld hiervan is de bezettingsfractie waarmee geteld wordt in de EPB-software. Deze factor zorgt ervoor dat er per functioneel deel met een verschillende bezetting gerekend kan worden. Deze correctiefactor is een niet veranderlijke factor die afhankelijk is van het functioneel deel waarin de bezetting berekend wordt. Voor kantoren bedraagt deze bezettingsfractie 0,30. Dit komt neer op een bezetting van 5 werkdagen met een duur van 10 uur per dag [4], [5].

Interactie tussen systeem en gebouw

De EPB-software berekent de netto-energiebehoefte van een gebouw aan de hand van de totale warmteverliezen en warmtewinsten. Echter worden bij deze warmtewinsten de warmteverliezen van de transportleidingen voor ruimteverwarming niet meegeteld. Bij de warmtewinsten worden enkel de winsten uit zon, personen, apparatuur, verlichting en ventilatoren in rekening gebracht. Figuur 9 illustreert de warmtewinsten en warmteverliezen die volgens de EPB-software in rekening worden gebracht.



Figuur 9: Netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming

Binnen de EPB-software worden de apparatuur warmtewinsten per functioneel deel vastgelegd. Voor kantoren zijn deze apparatuurwinsten vastgelegd op 3 W/m². De software laat het echter niet toe het reële verbruik in te geven. Dit zal voor een verschil met de reële situatie zorgen [4], [5], [6].

Toepassingen voor statische simulaties

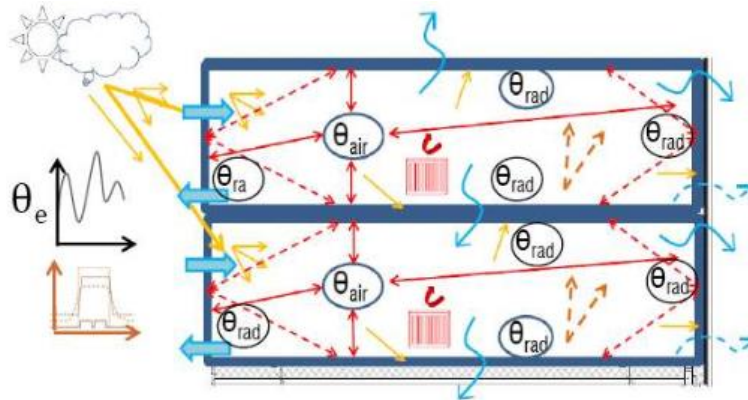
Het is niet altijd noodzakelijk om een gedetailleerde energieanalyse van een gebouw te maken om te controleren of het gebouw wel aan alle eisen voldoet. Het quasi-statisch rekenmodel van de EPB-software is voldoende nauwkeurig om een correct genoeg beeld te schetsen over de energiebehoefte van het gebouw. Dit heeft als gevolg dat er geen ingewikkeld en tijdsintensieve dynamische energieanalyses gemaakt hoeven te worden.

Een statisch rekenmodel kan gebruikt worden om een eerste analyse van een gebouw te maken. Op deze manier kan er gezocht worden naar mogelijke probleempunten waarna deze verder onderzocht dienen te worden. Enkele punten die tijdens een vooranalyse/vooronderzoek opgemerkt of berekend kunnen worden zijn:

- dimensioneringsberekeningen van verwarmings-/koelingsinstallaties;
- oververhittingsberekeningen;
- nachtventilatie (bepaling debieten/luchtvolumes/thermische massa);
- uitrekenen vloerverwarming;
- terugverdientijden van energiezuinige maatregelen;
- dimensionering van alle aspecten in passief- en nul-energiebouw;
- berekening CO₂-uitstoot;
- opbrengst hernieuwbare energie;
- stabiliteitsstudie gebouw.

Belangrijkste kenmerken van dynamische simulaties

Multi-zone model



Figuur 10: dynamisch multi-zone model voor de energieanalyse van een gebouw

In tegenstelling tot statische simulaties, werken de meeste dynamische simulaties met een multi-zone model. Bij dit model wordt wel rekening gehouden met de warmteoverdracht tussen de ruimtes van het gesimuleerde gebouw. Figuur 10 illustreert de warmteoverdracht tussen de verschillende ruimtes in het dynamische multi-zone model [5].

Tijdsinterval & weerstations

De resultaten van een dynamische analyse kunnen, afhankelijk van de instellingen, voorgesteld worden met een tijdsinterval vanaf 3 minuten. Op deze manier kan de energetische prestatie van het gebouw op elk moment van de dag berekend worden.

In tegenstelling tot statische simulatieprogramma's maken de meeste dynamische programma's gebruik van dynamische weermodellen. Dit zorgt ervoor dat het reële buitenklimaat in rekening gebracht wordt ongeacht de locatie van het gebouw [5].

Invoer parameters

Indien de dynamische simulatie gebruik maakt van een interface software dan zullen een groot aantal parameters automatisch berekend worden. Een voorbeeld hiervan is de totale inertie van het gebouw. Bij een statische simulatie in de EPB-software zal deze parameter door de gebruiker ingevuld moeten worden terwijl de interface software van de dynamische simulatie deze parameter zelf berekent aan de hand van de ingetekende constructieonderdelen.

Tijdsintensief

Het is noodzakelijk voor een dynamische simulatie om het volledige model in te tekenen en de reële situatie zo correct mogelijk weer te geven. Het model dat getekend wordt bestaat uit: elk constructieonderdeel en het volledige HVAC-systeem. Elk onderdeel van het HVAC-systeem moet individueel ingetekend worden. Dit zorgt ervoor dat een dynamische simulatie tijdsintensiever is dan een statische simulatie.

Toepassingen van dynamische simulaties

Voor een aantal gevallen is het soms noodzakelijk om een nauwkeurigere berekening te maken. Hiervoor heeft een dynamische simulatie de voorkeur [7], [8].

Een dynamische simulatie kan gebruikt worden voor het berekenen van volgende aspecten:

- dimensioneringsberekeningen van verwarmings-/koelingsinstallaties (piekvermogen/jaarverbruik/opwarmtijden);
- zomercomfort (nauwkeurige oververhittingsberekeningen);
- investeringsoptimalisatie m.b.v. dynamische gebouwsimulaties;
- bepalen vermogen van warmtepomp bij zwembad;
- nachtventilatie (bepaling debieten/luchtvolumes/thermische massa);
- uitrekenen vloerverwarming/betonkernactivering;
- haalbaarheidsstudies en terugverdientijden van energiezuinige maatregelen;
- dimensionering van alle aspecten in passief- en nul-energiebouw;
- nauwkeurige berekening CO₂-uitstoot;
- opbrengst hernieuwbare energie.

2.4.3 Keuze dynamische software

Keuzemogelijkheden dynamische software

Doorheen de jaren zijn er verschillende dynamische software op de markt gebracht. Om te bepalen welk dynamisch simulatieprogramma het meest geschikt is voor deze masterproef, worden de belangrijkste parameters opgesomd. Per dynamische simulatiesoftware wordt dan bekeken of het deze parameters mee in rekening brengt. Tabel 6 geeft in het kort een overzicht van de verschillende soorten software en de mogelijkheden die in de software zijn mee geprogrammeerd [9].

Tabel 6: Overzicht implementering in programma's

Building Energy Simulation programma's						
Parameter	BLAST	Bsim	DeST	DOE-2.1 & 2.2	ECOTECH	Energyplus
Simulatie	PI	CI	PI	NI	NI	CI
Tijd	PI	PI	OI	NI	NI	CI
Geometrische eigenschappen	CI	CI	CI	CI	CI	PI
Straling en convectie	CI	CI	CI	CI	NI	CI
Warmtetransport	CI	CI	NI	NI	NI	CI
Warmtetransport door geleiding	TFM	NI	TFM	TFM	FDM	TFM
Inertie	CI	CI	CI	CI	CI	CI
Comfort	CI	NI	NI	NI	PI	CI
Zon	NI	NI	PI	NI	CI	CI
Constructie-eigenschappen	NI	NI	NI	NI	CI	NI
PCMs	NI	NI	OI	NI	NI	NI
EIA	PI	NI	NI	PI	NI	CI

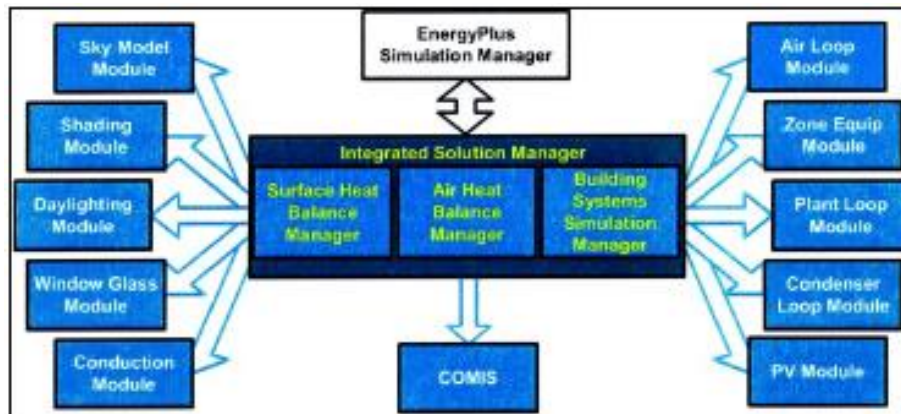
De volgende afkortingen worden hier gebruikt:

CI	compleet geïmplementeerd in de <i>software</i> ;
PI	partieel geïmplementeerd in de <i>software</i> ;
NI	niet geïmplementeerd in de <i>software</i> ;
OI	optioneel geïmplementeerd (niet in standaardversie);
TFM	<i>Transfer Function Method</i> (zet wiskundige modellen om naar grafieken);
FiDM	Finite Difference Method, periodieke wiskundige modellen omzetten naar een grafiek;
FDM	<i>Frequency Domain Method</i> , periodieke wiskundige modellen omzetten naar een grafiek;
PCMs	<i>Phase Change Material module</i> ;
EIA	<i>Energy and Indoor Air quality analysis</i> .

Uit Tabel 6 valt direct af te leiden welke software het meest compleet is. Bij EnergyPlus zijn al de voornaamste parameters volledig geïntegreerd in de software die nodig zullen zijn voor dit onderzoek. Daarom zal de dynamische energieanalyse gebeuren aan de hand van de EnergyPlus simulatie software [9], [10] .

Werkwijze EnergyPlus

EnergyPlus bestaat uit 3 hoofdcomponenten die samen een gedetailleerde simulatie kunnen uitvoeren, namelijk: de *Simulation manager*, de *Heat Balance Manager* en de *Building Systems Manager*. Figuur 11 geeft deze structuur weer [11], [12].



Figuur 11: Modulaire werking van EnergyPlus

Simulation Manager

De Simulation Manager zorgt voor het modulaire karakter van het programma. Dit betekent dat het programma verschillende modules of stukken code zal oproepen om zo het resultaat te verfijnen. EnergyPlus zal elke gekozen module uitvoeren zodat uiteindelijk een gedetailleerd resultaat bekomen wordt. Sommige modules zijn verstelbaar waardoor er een resultaat voor elk type gebouw gegenereerd kan worden.

Een voorbeeld van zo een module is *Weather Converter Program (Sky Model Module)*. Dit laat de software toe om te rekenen met weerdata van 2100 locaties om een exacte berekening uit te kunnen voeren. Deze module zorgt ervoor dat simulaties locatie gericht gemaakt kunnen worden. Niet enkel de temperatuurgegevens, maar ook de bewolking, de luchtvochtigheid, het dauwpunt, de windsnelheid en de windrichting worden door het weerstation voorzien. Ook kunnen er zelf data/parameters ingevoerd worden zodat ook eventuele extreme weersomstandigheden gesimuleerd kunnen worden [11], [12].

Heat Balance Manager

Dit simulatieonderdeel van EnergyPlus kan zowel de temperatuur als de luchtstroom op elk punt binnen het gebouw berekenen. Aangezien het zeer tijdrovend is om deze berekening voor elk punt in het gebouw uit te voeren, wordt er vaak voor gekozen om enkel het middelpunt van de kamer te berekenen. De berekening van het uiteindelijk resultaat begint met een "eenvoudige" berekening. Hier worden telkens extra berekeningen (Modules) aan toegevoegd waardoor het resultaat ook nauwkeuriger en correcter wordt [11], [12].

Building System Manager

De Building System Manager zorgt dat elke technische installatie, samen met elk onderdeel van die installatie, geïmplementeerd wordt in de simulatie. Dankzij de Simulation Manager worden ook hier modules gebruikt om de verschillende technische installaties gedetailleerder uit te werken. Niet enkel het verbruik van de verschillende technische installaties wordt hier in kaart gebracht, ook de invloed van de technische installaties op het binnenklimaat wordt gesimuleerd [11], [12].

Tijd (= Time step approach)

Een simulatie in EnergyPlus beslaat altijd een bepaalde periode. Deze periode wordt opgedeeld in verschillende stukken per uur, de zogenaamde “timesteps”. Om een berekening te maken die afhankelijk is van het tijdstip worden de variabelen die samenhangen met dit tijdstip tijdens de calculatie van het model vernieuwd. Deze timestep is manueel aan te passen maar moet altijd deelbaar zijn door 60. Het spreekt voor zich dat hoe hoger de timestep is, hoe meer metingen per uur er nodig zijn die uiteindelijk de berekening van het model een significante vertraging zullen bezorgen. Dit in tegenstelling tot de statische EPB-software die vooral gebruik maakt van gemiddelde waarden die niet overeenkomen met de reële gegevens [13].

Nadelen EnergyPlus

EnergyPlus werd ontwikkeld om tijdens het ontwerpproces een nauwkeurig en gedetailleerd beeld te creëren met betrekking tot de energiebehoefte van een project. Het programma probeert dit te verwezenlijken aan de hand van zeer lange en complexe berekeningen. Echter zorgt deze complexiteit voor enkele nadelen die verbonden zijn aan deze software. Deze nadelen zijn grotendeels niet te wijten aan programmeerfouten, maar aan menselijke fouten.

Geen modelleringssoftware aanwezig

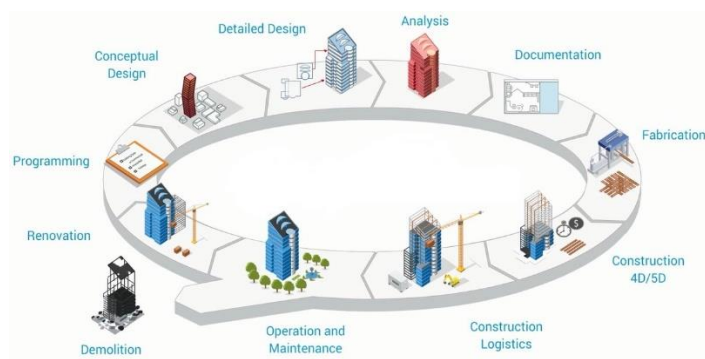
EnergyPlus is hoofdzakelijk alleen een simulatiesoftware. Het programma verwerkt inputgegevens en geeft na de simulatie output gegevens terug. Deze in- en output gegevens bestaan enkel uit cijfers. Er is geen visuele representatie van deze gegevens aanwezig. Om er toch voor te zorgen dat de in- en outputgegevens visueel voorgesteld kunnen worden, is het noodzakelijk om met een modelleringssoftware te werken. Deze interface software kan gezien worden als het communicatiemedium tussen meerdere programma's. Het zet informatie van het ene systeem om in begrijpbare en bruikbare informatie voor een ander systeem.

Voor deze masterproef wordt gekozen om te werken met het tekenprogramma Autodesk: Revit. Revit beschikt over een build-in plugin dat het mogelijk maakt om een analyse te maken van de energiebehoefte van een gebouw aan de hand van de EnergyPlus en DOE2.2 simulatie software [14].

Revit-software is een onderdeel van de *Building Information Modeling-software (BIM)* van *Autodesk* dat gebruikt wordt doorheen het ontwerpproces van een gebouw. *Revit* geeft een 3D-weergave van het gebouw waarbij het rekening houdt met de fysische en thermische eigenschappen van de gebruikte materialen. Door middel van *Mechanical Electrical Plumbing (MEP-)software*, kan het hele HVAC-systeem uitgetekend en berekend worden [14].

BIM

BIM staat voor Building Information Modelling of Building Information Model. In essentie gaat dit over een virtuele weergave van het gebouw dat in werkelijkheid gebouwd zal worden. In dit model wordt elk mechanisch en elektrisch onderdeel ingetekend als elke transportleiding (ventilatie, SWW en verwarming). Aan het virtueel model wordt er informatie gekoppeld, thermische- en mechanische eigenschappen, die in het virtueel model aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Het heeft dus niet enkel een visuele functie maar ook een analytische functie. BIM zal ervoor zorgen dat de faalkosten dalen tijdens het bouwproces. Figuur 12 geeft het bouwproces weer wanneer er volgens het BIM-principe gewerkt wordt [15], [16].

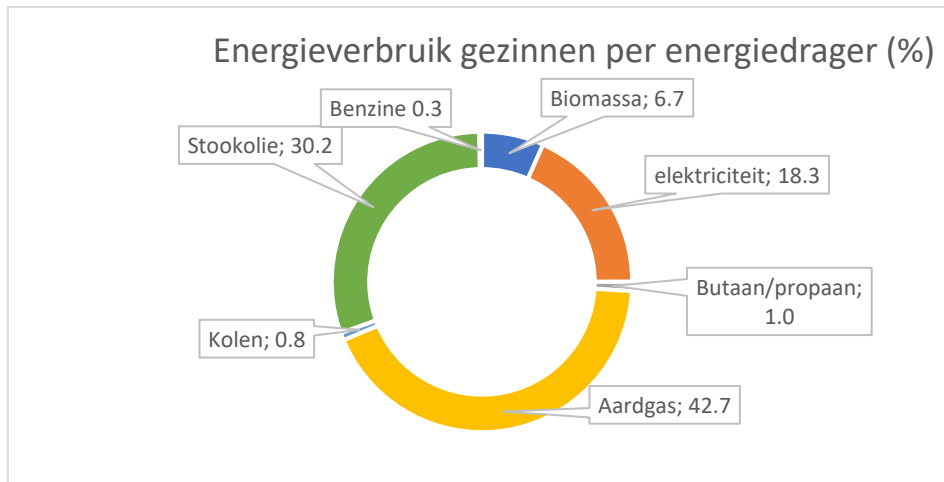


Figuur 12: Voorstelling van het BIM-proces tijdens de bouw

Energieanalyse

Een gebouw dat in dienst treedt, moet om zijn functie te vervullen en om het comfortniveau dat het moet halen, een bepaalde hoeveelheid energie opwekken. In hoofdstuk 2.3.4 werd er al uitvoerig besproken dat er een energiebalans moet opgemaakt worden om de energiebehoefte van een gebouw te bepalen. Bijvoorbeeld voor de verwarming van een gebouw is de netto-energiebehoefte de bruto-energiebehoefte verminderd met de zonneprestaties en vermeerderd met de warmteverliezen. Verdere energiebehoeftes zijn de verlichting en het elektriciteitsverbruik, de ventilatie en de koeling [15].

De reden waarom een energieanalyse van gebouwen noodzakelijk is, wordt geïllustreerd op Figuur 13. Deze figuur illustreert dat er voor het energieverbruik van de woningen nog altijd ruim 75 percent bestaat uit fossiele brandstoffen. Om dit verbruik te verminderen is het nodig om energetische analyses uit te voeren op gebouwen om deze te optimaliseren zodat het energieverbruik zal dalen [17].



Figuur 13: Energieverbruik gezinnen per energiedrager in Vlaanderen 2016 (%)

Energieanalyse in BIM-software

BIM-software is een handig gebruiksmiddel om het ontwerp van een gebouw te verbeteren. De tool die de BIM-software hiervoor gebruikt heet de *Building Performance Analysis* (BPA) [14].

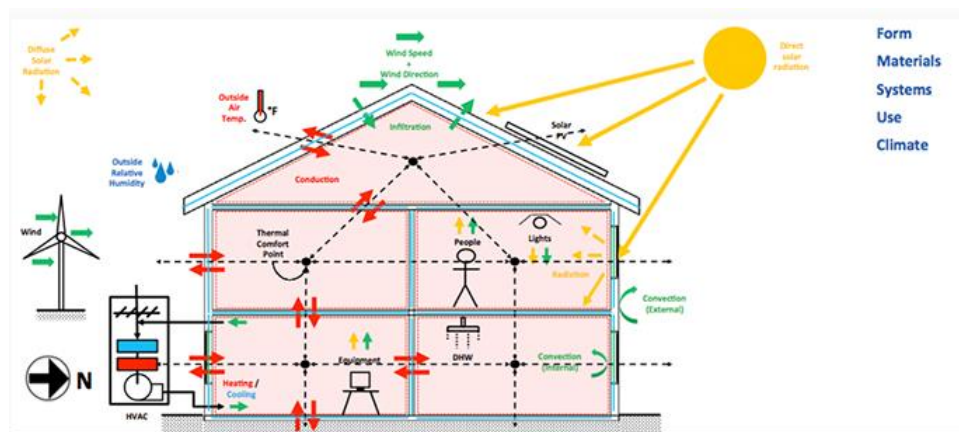
BIM-software is in staat om het energieverbruik te berekenen, rekening houdend met de thermische eigenschappen van het gebouw. Door het gebruiken van op voorhand vastgelegde parameters zal de software ook rekening houden met de installaties en de gebruikers van het gebouw [14].

Hieronder volgt een opsomming van de verschillende parameters die gebruikt worden in BIM-software:

- geometrie gebouw (oppervlakte, volume);
- oriëntatie gebouw;
- constructie gebouw (fysische en thermische eigenschappen);
- gebruik gebouw (functies en eigenschappen voor ruimten);
- interne lasten;
- schema verlichting (bezetting en apparatuur);
- HVAC-systemen,
- weermodellen.

Green Building Studio (GBS) is een *cloud-based service* van Autodesk die gebruikers van de Revit-software toelaat om dynamische energiesimulaties van gebouwen te genereren. Deze simulaties worden uitgevoerd door middel van de DOE-2.2 en EnergyPlus simulatiesoftware. Naast het presenteren van de energetische resultaten, genereert Green Building Studio ook input-bestanden om de simulaties te maken in de EnergyPlus of DOE2.2 simulatieprogramma's zelf [18].

Voor het berekenen van de energiebehoefte maakt Green Building Studio gebruik van de eisen van de *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)*. ASHRAE is de Amerikaanse variant van de Europese of Belgische normen. Figuur 14 geeft een schematische voorstelling van de belangrijkste parameters die in rekening gebracht worden [18].



Figuur 14: Schematische voorstelling van het rekenmodel van GBS

Green Building studio zal volgende resultaten berekenen en presenteren [14]:

- totale energieverbruik en kosten;
 - jaarlijkse & maandelijkse energiekosten;
 - *lifecycle* energie kosten (30 jaar);
 - jaarlijks & maandlijks energieverbruik;
 - *lifecycle* energieverbruik (30 jaar);
 - elektrisch piekvermogen;
 - CO2 uitstoot afhankelijk van de locatie;
 - CO2 uitstoot vergeleken met een SUV-voertuig;
- eindenergieverbruik per gebruiker;

Grafiek waarop alle eindegebruikers te vinden zijn met hun procentuele hoeveelheid van het eindtotaal.

- emissie neutraal potentieel;

Het programma berekent het potentieel dat een gebouw emissie neutraal zou kunnen zijn.

- energiebron,

Green Building Studio kan bepalen welke energiebronnen er ter beschikking zijn voor de opgegeven locatie van het gebouw.

- waterverbruik en kosten;
- PV-panelen potentieel;

Niet-gebruikte dakoppervlaktes (vlaktes zonder ramen of openingen) worden gebruikt om het potentieel van een PV-installatie te berekenen.

- potentieel aan windenergie voor windturbine;
- potentieel van natuurlijke ventilatie.

Het programma berekent hoeveel energie bespaard kan worden indien natuurlijke ventilatie in rekening gebracht wordt [18].

3 Mané vzw

3.1 Inleiding

De simulaties in de statische EPB-software en de dynamische Revit-software zullen uitgevoerd worden op een dienstgebouw van de organisatie Mané vzw, zie Figuur 15. Deze organisatie biedt dagopvang of woonfaciliteiten aan volwassen personen met een niet-aangeboren hersenletsel en/of een fysieke handicap. De bouwaanvraag voor dit gebouw werd gedaan in 2015 en vervolgens gebouwd in 2016.



Figuur 15: Mané vzw

Om de relevantie van dit onderzoek te garanderen hebben we de eisen van 2019 toegepast op dit project. De voornaamste aanpassing ligt hier bij het aandeel hernieuwbare energie. We hebben dan ook gekozen om de volgende systemen met elkaar te vergelijken:

- condenserende gasketel met PV-panelen, 87kW, rendement 97.2 %;
- warmtepomp lucht-water, 18.5 kW, COP = 3.2;
- warmtepomp bodem-water, 17.24 kW, COP = 4.73.

Zonnecollectoren hebben we niet gekozen omdat dit systeem op zichzelf niet genoeg is om te voldoen aan de hernieuwbare energie eis van 20 kWh/m², waardoor er altijd een 2^e systeem voorzien zou moeten worden.

In hoofdstuk 3.2 worden de voornaamste parameters overlopen die van toepassing zijn op het basisgebouw dat in werkelijkheid gebouwd is. De besproken parameters zijn hetzelfde voor alle studies in de EPB-software en de Revit-software.

3.2 Overeenkomstige Parameters

De parameters die in dit hoofdstuk besproken zullen worden, zijn van toepassing op het gebouw dat in werkelijkheid gebouwd is. In de simulaties met warmtepompen zullen deze parameters die van de condenserende gasketel vervangen.

Om het onderzoek zo nauwkeurig mogelijk te laten verlopen, is het belangrijk dat alle gebouwweigen parameters en de parameters van de technische installaties overeenkomen in de EPB-software en de Revit-software. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de volgende parameters:

- gebouwschil,
- HVAC,
- bezetting,
- interne lasten,
- verlichting.

De parameter die niet zal besproken worden is de oververhitting. Dit komt omdat deze wel wordt meegerekend in de EPB-software maar niet als afzonderlijke parameter berekend wordt bij niet-residentiële gebouwen. Dit in tegenstelling tot de berekening voor woningen waar er wel een waarschuwing gegeven wordt wanneer er kans bestaat op oververhitting.

De software van Revit is in eerste instantie een tekenprogramma dat gebruikt wordt door architecten. Dit laat ons toe om het gebouw correct in te tekenen zodat de geometrische eigenschappen van het gebouw gerespecteerd worden. Dankzij de build-in van EnergyPlus en DOE2.2 kan de energiebalans van het gebouw opgemaakt worden. Echter, de formulestructuur van Revit wordt niet vrijgegeven zodat de directe vergelijking met de EPB-software bemoeilijkt wordt.

3.2.1 Gebouwschil

De gebouwschil zijn alle scheidingsconstructies die in contact staan met zowel de binnen- als de buitenomgeving. Een overzicht is terug te vinden in Tabel 7. Verder beschouwt de EPB-software de verschillende ruimtes adiabatisch, wat wil zeggen dat er geen warmtetransport van de ene naar de andere ruimte plaatsvindt. Bij de Revit-software wordt dit anders bekeken en worden er nog andere parameters toegevoegd. Dit zal in paragraaf 3.3 uitgelegd worden.

Tabel 7: U-waarden scheidingsconstructies

Scheidingsconstructie	U-waarde (W/m ² K)
Sandwichpaneel beton	0,18
Sandwichpaneel metaal	0,21
Ramen	1,50
Sectionale poort	1,80
Dakkoepel	1,80
Plat dak	0,17
Vloer	0,17

Voor de scheidingsconstructies die beglazing hebben, wordt er een G-waarde van 0,5 toegekend. Verder wordt er ook geteld met een beglazingsoppervlakte bij ramen die 80% beslaat van de volledige oppervlakte van het raam.

Voor de luchtdichtheid zijn er 4 opties in de Revit-software, de zogenaamde *air infiltration class*. Tabel 8 geeft een overzicht van de verschillende opties. In het onderzoek is er gekozen voor een luchtdichtheid van 1,39 m³/h.m².

Tabel 8: Opties voor luchtdichtheid

<i>Air infiltration class</i>	Lekdebiet (m ³ /h*m ²)
<i>Loose</i>	1,39
<i>Medium</i>	0,70
<i>Tight</i>	0,35
<i>None</i>	0,00

3.2.2 HVAC

Ventilatie

Het ventilatiesysteem is van het type D, wat wil zeggen dat er mechanische aan- en afvoer is. De ventilatie wordt voorzien door een ventilatiegroep van fabrikant Zehnder, type ComfoAir 600 Q.

Tabel 9 geeft een overzicht van het benodigde ventilatiedebiet.

Tabel 9: Ventilatiesysteem Mané vzw

Ruimte	Oppervlakte (m ²)	Buitenlucht		Doorstroomlucht	
		Toevoer (m ³ /h)	Afvoer (m ³ /h)	Toevoer (m ³ /h)	Afvoer (m ³ /h)
Bureau arbeidszorg	15.10	45.00	0.00	0.00	45.00
Arbeidszorg	36.30	220.00	135.00	0.00	85.00
Refter	33.20	506.00	421.00	0.00	85.00
Sanitaire cel dames	2.00	0.00	50.00	50.00	0.00
Sanitaire cel heren	2.00	0.00	50.00	50.00	0.00
Toilet MV 1	12.80	0.00	25.00	25.00	0.00
Toilet MV 2	12.80	0.00	25.00	25.00	0.00
WC D	1.50	0.00	25.00	25.00	0.00
WC H	1.50	0.00	25.00	25.00	0.00
Wasberging	36.90	185.00	185.00	0.00	0.00
Stockage/atelier	85.20	132.00	157.00	45.00	20.00
Gesloten stockage	15.10	0.00	20.00	20.00	0.00
Berging	10.20	0.00	25.00	25.00	0.00
Inkom/gang	37.30	55.00	0.00	170.00	225.00
Kleedruimte dames	13.70	0.00	0.00	50.00	50.00
Kleedruimte heren	13.70	0.00	0.00	50.00	50.00
Totaal	329.30	1143.00	1143.00	560.00	560.00

Door het beperkte aanbod aan rfa-files in de database die nodig zijn om de dynamische studie in Revit te maken, werd er gekozen om de meest compatibele ventilatiegroep 2 maal te installeren in het gebouw. Om de simulatie in de EPB-software overeen te laten komen met de simulatie in Revit, werden er ook in de EPB-software 2 ventilatiegroepen aangemaakt, zodat er ook dubbel zoveel verbruik is en het debiet van 1143 m³/h geventileerd kan worden.

3.2.3 Bezettingsfractie

Bezettingsfractie EPB

De bezettingsfractie van het gebouw in de EPB-software wordt besproken in paragraaf 2.3.3, die gebaseerd is op de EPN-cursus. De bezettingsfractie wordt hierbij bepaald op het niveau van de ruimtes aangezien elke ruimte een bepaalde functie uitoefent. Het is zeer belangrijk dat deze parameter correct wordt ingerekend aangezien de bezettingsfractie in rekening gebracht wordt bij de berekening van de netto-energiebehoefte voor verwarming en koeling, de berekening van de thermische energiebehoefte voor compensatieverliezen van de hygiënische ventilatie en de berekening van het elektrisch energieverbruik voor ventilatie.

Tabel 10: Bezettingsfractie per ruimte

Ruimte	Functie	Beginuur	Einduur	Dagen/Week	$f_{pres, fct f}$
Bureau arbeidszorg	Kantoor	8u	18u	5	0,30
Arbeidszorg	Zorg zonder verblijf	8u	18u	5	0,30
Refter	Café/refter	8u	18u	5	0,30
Sanitaire cel dames	Andere	8u	18u	5	0,30
Sanitaire cel heren	Andere	8u	18u	5	0,30
Toilet MV 1	Gemeenschappelijk	8u	18u	5	0,30
Toilet MV 2	Gemeenschappelijk	8u	18u	5	0,30
WC D	Gemeenschappelijk	8u	18u	5	0,30
WC H	Gemeenschappelijk	8u	18u	5	0,30
Wasberging	Andere	8u	18u	5	0,30
Stockage/atelier	Andere	8u	18u	5	0,30
Gesloten stockage	Andere	8u	18u	5	0,30
Berging	Technische ruimte	0u	24u	7	1,00
Inkom/gang	Gemeenschappelijk	8u	18u	5	0,30
Kleedruimte dames	Andere	8u	18u	5	0,30
Kleedruimte heren	Andere	8u	18u	5	0,30

Tabel 10 geeft een overzicht van de bezettingsfractie per ruimte. Elke functie heeft een vooraf bepaalde bezettingsfractie, behalve de functie gemeenschappelijk. Deze wordt berekend aan de hand van onderstaande formule:

$$f_{pres, fct f} = \frac{\sum_{d=1}^7 (h_{occ, end, d} - h_{occ, start, d})}{168} \quad (8)$$

Met:

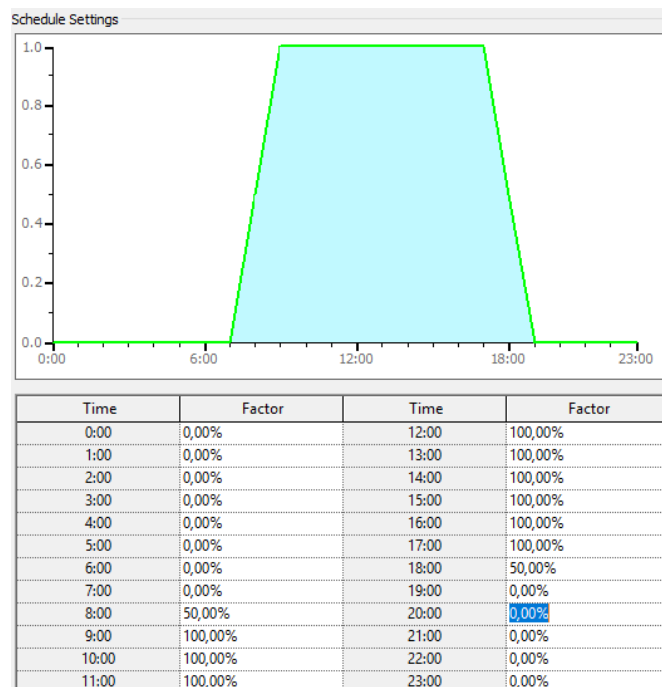
$f_{pres, fct f}$	de bezettingsfractie per week van het functioneel deel “gemeenschappelijk”;
$h_{occ, end, d}$	het einduur van de bezetting van het functioneel deel “gemeenschappelijk”;
$h_{occ, start, d}$	het beginuur van de bezetting van het functioneel deel “gemeenschappelijk”;
168	aantal uren per week.

Aangezien zowel het begin- en einduur als het aantal dagen per week hetzelfde is voor andere ruimtes en gemeenschappelijke ruimtes, blijft de bezettingsfractie hetzelfde.

Bezettingsfractie Revit

Het ingeven van de bezettingsfractie uit de EPB-software in de Revit-software, wordt gedaan aan de hand van een tijdschema, gebaseerd op Tabel 10. De bezettingsfractie, bepaald volgens formule 8, zal vermenigvuldigd worden met het totaal aantal uren in een week om de totale bezetting te bepalen voor een de gehele week.

Voor de Revit-software kan er gekozen worden per ruimte, in detail, welke bezetting er geldt. In tegenstelling tot de EPB-software, die rekt met een bezetting die continu loopt vanaf 8u 's morgens tot 18u 's avonds, rekt Revit met een geleidelijk toestroom van de bezetting in een ruimte. Vandaar dat de bezetting van de ruimtes, op de berging na (heeft een continue bezetting), begint vanaf 7u 's morgens en eindigt om 7u 's avonds. Dit is noodzakelijk om per week hetzelfde aantal uren bezetting te krijgen. Op Figuur 16 wordt dit duidelijk geïllustreerd.



Figuur 16: Bezetting Rafter

3.2.4 Verlichting

Naargelang de functie die een ruimte heeft, zal de benodigde verlichting berekend worden. In paragraaf 2.3.4 werd er al besproken dat de EPN-cursus hiervoor een indicatie geeft. Tabel 11 geeft de hulpvariabele $L_{,rmr}$ weer voor elke ruimte. Deze hulpvariabele geeft het aantal lux, de verlichtingssterkte per vierkante meter, weer per ruimte. Voor kleinere ruimtes is het moeilijk om zich te houden aan de richtlijn die vooropgesteld is in de EPN-cursus.

Tabel 11: Verlichting Mané vzw

Ruimte	Oppervlakte (m ²)	$L_{,rmr}$
Bureau arbeidszorg	15.10	485.33
Arbeidszorg	36.30	336.20
Refter	33.20	220.01
Sanitaire cel dames	2.00	633.04
Sanitaire cel heren	2.00	633.04
Toilet MV 1	12.80	190.36
Toilet MV 2	12.80	190.36
WC D	1.50	834.77
WC H	1.50	834.77
Wasberging	36.90	197.84
Stockage/atelier	85.20	228.61
Gesloten stockage	15.10	323.55
Berging	10.20	238.70
Inkom/gang	37.30	196.09
Kleedruimte dames	13.70	354.92
Kleedruimte heren	13.70	354.92
Totaal	329.30	

De voornaamste gegevens van de lampen worden weergegeven in Tabel 12. Het aantal lumen per lamp is de verlichtingssterkte van de lamp die de uiteindelijke verlichtingssterkte per ruimte zal bepalen

De parameters: .N1, .N2, .N3, .N4 en .N5 stellen de CIE-fluxcode van de lamp voor. Deze fluxcode is gebaseerd op de geleverde lichtstroom onder een bepaald hoek. De verhouding tussen de verschillende geleverde lichtstromen wordt de uiteindelijke CIE-fluxcode. Voor de ingave in de EPB-software wordt er enkel gerekend met de .N2, .N4 en .N5 parameter. De gekozen lampen heeft CIE-fluxcode: 41 70 89 91 100.

Tabel 12: Gegevens lampen Mané vzw

Ruimte	Soort lamp	# armaturen	# lampen/armatuur	W/armatuur (W)	.N2	.N4	.N5	Lm/lamp (lm)
Bureau arbeidzorg	Lamp 1	3.00	2.00	38.00	0.70	0.91	1.00	2100.00
Arbeidszorg	Lamp 1	5.00	2.00	38.00	0.70	0.91	1.00	2100.00
Refter	Lamp 1	3.00	2.00	38.00	0.70	0.91	1.00	2100.00
Sanitaire cel dames	Lamp 2	1.00	2.00	20.00	0.70	0.91	1.00	1080.00
Sanitaire cel heren	Lamp 2	1.00	2.00	20.00	0.70	0.91	1.00	1080.00
Toilet MV 1	Lamp 1	1.00	2.00	38.00	0.70	0.91	1.00	2100.00
Toilet MV 2	Lamp 1	1.00	2.00	38.00	0.70	0.91	1.00	2100.00
WC D	Lamp 2	1.00	2.00	20.00	0.70	0.91	1.00	1080.00
WC H	Lamp 2	1.00	2.00	20.00	0.70	0.91	1.00	1080.00
Wasberging	Lamp 1	3.00	2.00	38.00	0.70	0.91	1.00	2100.00
Stockage/atelier	Lamp 1	8.00	2.00	38.00	0.70	0.91	1.00	2100.00
Gesloten stockage	Lamp 1	2.00	2.00	38.00	0.70	0.91	1.00	2100.00
Berging	Lamp 1	1.00	2.00	38.00	0.70	0.91	1.00	2100.00
Inkom/gang	Lamp 1	3.00	2.00	38.00	0.70	0.91	1.00	2100.00
Kleedruimte dames	Lamp 1	2.00	2.00	38.00	0.70	0.91	1.00	2100.00
Kleedruimte heren	Lamp 1	2.00	2.00	38.00	0.70	0.91	1.00	2100.00

Reflectiefactoren

Zowel de EPB- als de Revit-software rekent bij verlichting met reflectiefactoren. Deze reflectiefactoren geven een indicatie over de hoeveelheid licht die gereflecteerd wordt door muren, plafond en de vloer in lege ruimtes, dus zonder meubilair. Tabel 13 geeft een overzicht van de gebruikte reflectiefactoren.

Tabel 13: Reflectiefactoren

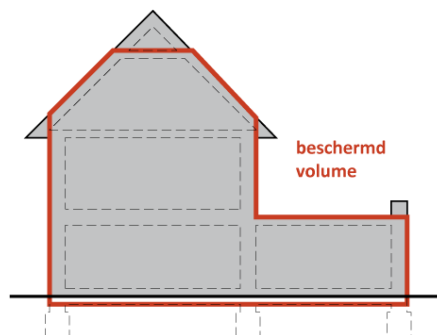
Parameter	Reflectiefactor
Muren	0.50
Plafond	0.70
Vloer	0.20

3.3 Afwijkende gebouwparameters

3.3.1 Gebouwgrootte

EPB

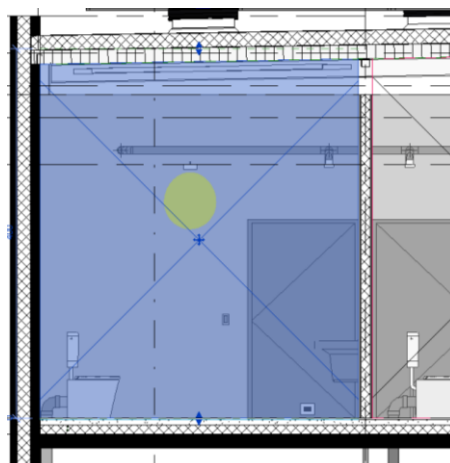
De grootte van het gebouw heeft een belangrijke invloed op het primair energieverbruik. Het gebouw dat als simulatie dient, heeft zowel in de EPB- als de Revit-software een bruikbare vloeroppervlakte van 329,30 m². Het enige verschil zit in het beschermd volume. Voor de EPB-software moet deze berekend worden vanaf het onderste peil van de isolatie in de vloer tot het bovenste peil van de isolatie in het dak, zie Figuur 17. Het beschermd volume in de EPB-software is 1565,71 m³.



Figuur 17: Berekening beschermd volume

Revit

Voor De Revit-software worden de volumes gebruikt die de ruimtes bruto innemen, met name vanaf de bovenkant peil vloer tot onderkant peil dak. Hierbij is het volume 1207,72 m³. Op Figuur 18 wordt dit duidelijk afgebeeld door middel van de blauwe arcering.



Figuur 18: Ruimtes Revit

3.3.2 HVAC

Verwarming en SWW

De verwarming van het gebouw wordt voorzien door een condenserende gasketel van Viessmann type Vitocrossal 200 CM 2. Deze ketel heeft een vermogen van 87 kW en zorgt voor zowel de verwarming, als het verwarmen van het sanitair warm water. Er is in dit geval geopteerd voor een externe warmwaterboiler van Viessmann, type Vitocell 100v met een inhoud van 500 liter.

EPB

Op Figuur 19 worden de inputparameters geïllustreerd waarmee de EPB-software de verwarming berekent. Figuur 20 stelt de inputparameters van het SWW voor. Wat opvalt is de beperkte invoer van inputgegevens. Het vermogen van de ketel, het rendement bij 30% deellast, de optie voor het op temperatuur houden van de ketel en de ketelinlaattemperatuur bij 30 % deellast zijn van belang. Echter wordt er geen rekening gehouden met de lengte van de leidingen naar de convectoren. Dit wordt wel in rekening gebracht bij het SWW.

Warmte-/koudeopwekker 'Viessmann Vitocrossal 200 CM2'

Naam : Viessmann Vitocrossal 200 CM2

Merck : Viessmann

Product-ID : Vitocrossal 200 CM2

Soort toestel : Verbrandingstoestel

Subtype toestel : Condenserende waterketel

Energiedrager : Aardgas

Het toestel staat buiten het beschermd volume : Ja Neen

Gasleppen en/of ventilatoren aanwezig : Ja Neen

Toepassing van de Ecodesign-richtlijn

Toestel is voor 26/9/2015 op de markt gebracht : Ja Neen

De opwekker gebruikt brandstoffen voornamelijk uit biomassa : Ja Neen

Verwarming Sanitair warm water Bevochtiging Koeling Verbonden EPB-eenheden

Toepassing van de richtlijn Ecodesign verwarming

Nominaal vermogen > 400 kW : Ja Neen

Het toestel valt onder de Ecodesign-richtlijn, meer bepaald de Europese Verordening (EU) n°813/2013.

Vermogen (nominaal of thermisch) : 87,00 kW

Waarde bij ontstentenis voor het rendement : Ja Neen

De ketel wordt op temperatuur gehouden : Ja Neen

Rendement bij 30% deellast (t.o.v. B.V.W) : 97,20 %

Ketelinlaattemperatuur bij 30% deellast : 30,00 °C

Figuur 19: EPB-parameters verwarming

Warmte-/koudeopwekker 'Viessmann Vitocrossal 200 CM2'

Naam : Viessmann Vitocrossal 200 CM2

Merck : Viessmann

Product-ID : Vitocrossal 200 CM2

Soort toestel : Verbrandingstoestel

Subtype toestel : Condenserende waterketel

Energiedrager : Aardgas

Het toestel staat buiten het beschermd volume : Ja Neen

Gasleppen en/of ventilatoren aanwezig : Ja Neen

Toepassing van de Ecodesign-richtlijn

Toestel is voor 26/9/2015 op de markt gebracht : Ja Neen

De opwekker gebruikt brandstoffen voornamelijk uit biomassa : Ja Neen

Verwarming Sanitair warm water Bevochtiging Koeling Verbonden EPB-eenheden

Toepassing van de richtlijn Ecodesign SWW

Configuratie van het opslagvat of de warmtewisselaar : Verwarmingstoestel met apart opslagvat of met externe warmtewisselaar

Het toestel valt niet onder de Ecodesign-richtlijn voor de productie van warm tapwater.

Vermogen (nominaal of thermisch) : 87,00 kW

Met warmteopslag : Ja Neen

Configuratie van het opslagvat : Een verschillend opslagvat (1 per opwekker)

Opslagcapaciteit : 500,00 l

Directe verwarming : Ja Neen

Dikte van de isolatie van het opslagvat : 110,00 mm

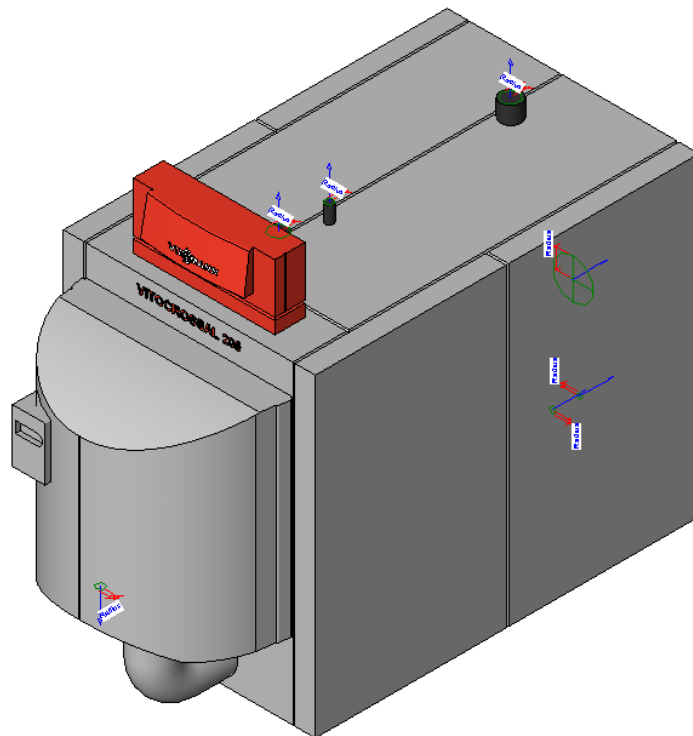
Figuur 20: EPB-parameters SWW

Revit

In Revit is het de bedoeling dat elk component van het HVAC-systeem ingetekend wordt. Revit werkt hiervoor met zogenaamde “families”. Deze families zijn een verzameling van alle gegevens van het specifiek HVAC-component. Dit heeft als gevolg dat elk onderdeel ingevoegd kan worden met zijn toebehorende parameters. Dit vergemakkelijkt het tekenproces en zorgt voor een correctere ingaven.

Echter is de keuze tussen deze families nog relatief beperkt op het internet en moeten de families van een zeer groot aantal onderdelen nog aangemaakt worden. Omdat het werken met deze families nog relatief nieuw is, bestaat de kans dat de gevonden families op het internet fouten bevatten. Daarom is het momenteel noodzakelijk om elke familie te controleren op zijn parameters.

Figuur 21 toont de condenserende gasketel van Viessmann, namelijk de Vitocrossal 200 CM 2.



Figuur 21: Mechanische unit Revit

3.3.3 Inertie

De thermische inertie wordt bij de EPB-software op een simplistische manier berekend, namelijk aan 55 kJ/ (m².K) per vierkante meter vloeroppervlakte per ruimte. De Revit-software laat in tegenstelling tot de EPB-software geen inkijk toe in zijn formulestructuur. Hierdoor is het voor deze studie onmogelijk om de berekeningswijze van beide programma's te gebruiken voor de vergelijking. Wel wordt in de fysica gerekend met volgende formule (9) [19]:

$$I = \sqrt{\lambda * \rho * c} \quad (9)$$

Met:

- λ de lambda-waarde in W/mK;
- ρ de soortgelijke massa in kg/m³;
- c de warmtemassa in J/kgK.

3.3.4 Interne warmteproductie

EPB

De interne warmteproductie wordt per functioneel deel bepaald. Om de totale netto-energiebehoefte van het functioneel deel te bepalen worden de interne warmteproductie en de warmteproductie van de zon afgetrokken van de totale energieverliezen. Tabel 14 geeft de verschillende parameters weer waarmee de EPB-software rekt.

Tabel 14: Interne warmteproductie van apparaten en personen

Functies		Interne warmteproductie van personen $Q_{pers,act}$ (W/pers)	Interne warmteproductie van apparatuur $Q_{app,act}$ (W/m ²)
Logeerfunctie		100	2
Kantoor		100	3
Onderwijs		100	1
Gezondheidszorg	met verblijf	100	4
	zonder verblijf	100	3
operatiezalen		100	4
Bijeenkomst	hoge bezetting	100	2
	lage bezetting	100	1
	cafeteria/refter	100	2
Keuken		100	5
Handel		100	3
Sport	sporthal, sportzaal	300	1
	fitness, dans	300	1
	sauna, zwembad	300	1
Technische ruimten		100	5
Gemeenschappelijk		100	1
Andere		100	3
Onbekende functie		100	2

De interne warmteproductie in de Revit-simulaties voor personen wordt op een andere manier berekend dan de EPB-software. Zo wordt de interne warmte winst opgesplitst in sensible heat gain en latent heat gain. Er wordt gesproken over sensible heat gain wanneer de oppervlaktetemperatuur van het lichaam groter is dan de temperatuur in de desbetreffende ruimte. Latente warmte is de warmte-overdracht door middel van transpiratie of respiratie. Voor dit project worden de voorgeprogrammeerde waarden gebruikt, zie Figuur 22. Er valt een duidelijk verschil op te merken tussen EPB waar er geteld wordt met 100 W per persoon voor de ruimte arbeidszorg en de Revit-software waar er geteld wordt met 131.88 W per persoon.

Energy Analysis	
Area per Person	4,000 m ²
Sensible Heat Gain per person	73,27 W
Latent Heat Gain per person	58,61 W
Lighting Load Density	0,00 W/m ²
Power Load Density	3,00 W/m ²
Plenum Lighting Contribution	0,0000%
Occupancy Schedule	Arbeidszorg - 8tot18u - 5dagen - 0,3
Lighting Schedule	stroom - 8tot18u - 5dagen -
Power Schedule	stroom - 8tot18u - 5dagen -
Outdoor Air per Person	0,00 L/s
Outdoor Air per Area	0,90 L/(s·m ²)
Air Changes per Hour	0,000000
Outdoor Air Method	Max(by People, by Area)

Figuur 22: Energieanalyse arbeidszorg

3.3.5 U-waardes

In paragraaf 3.2.1 werd er besproken dat de gebouwschil volledig overeen moet komen in beide simulaties. Het berekenen van de U-waarde gebeurt als volgt [20]:

$$U = 1/R \tag{10}$$

De R-waarde wordt op zijn beurt berekend op volgende manier:

$$R = h_i + \frac{d}{\lambda} + h_e \tag{11}$$

- U warmtedoorgangscoefficiënt in W/m²K;
- R warmteweerstand in m²K/W;
- λ de lambda-waarde in W/mK;
- d de dikte van het materiaal in m;
- h_i warmteoverdrachtscoëfficiënt binnen W/m²K;
- h_e warmteoverdrachtscoëfficiënt buiten W/m²K.

De U-waarde van het dak, met een opbouw van 0.00125 m steeldeck, 0.16 m isolatie en 0,005 m dakbedekking wordt hieronder verder berekend:

$$R = \frac{1}{10} + \frac{0,00125}{50} + \frac{0,16}{0,026} + \frac{0,005}{0,23} + \frac{1}{25} \tag{12}$$

$$R = 6,32 \tag{13}$$

$$U = 0,16 \tag{14}$$

EPB

De EPB-software rekent automatisch de U-waarde per scheidingsconstructie. Figuur 23 toont de U-waarde van het dak zoals berekend in de EPB-software. Er is een duidelijke overeenkomst te merken met de R-waarde die berekend wordt volgens bovenstaande formules 10 en 11. Echter, de U-waarde komt niet overeen. Dit ligt aan de foutmarge die de EPB-software inrekenet. Deze bedraagt 0,01 W/m²K.

Lagen						Externe thermische oppervlakteweerstand R _{se} = 0,04 [m ² K/W]	
#	Type laag	Type materiaal	Dikte [m]	Opties	R [m ² K/W]		
1	Laag bestaat uit één homogeen materiaal	Bitumenmembraan (Verscheidene materialen) - λU: 0.23	0.005		0,022		
2	Laag bestaat uit één homogeen materiaal	Recticel Insulation / Eurothane BI-4 - λU: 0.028	0.16		6,154		
3	Laag bestaat uit één homogeen materiaal	Staal (Metalen) - λU: 50.0	0.00125		0,00		

Binnen		Warmteweerstand (van opp. tot opp) R _t = 6,18 [m ² K/W]	
		Oppervlaktewarmteweerstand binnen R _{si} = 0,10 [m ² K/W]	
		Totale warmteweerstand R _T = 6,32 [m ² K/W]	
		Indicatieve U-waarde U = 0,17 [W/m²K]	

Figuur 23: U-waarde in EPB-software

Revit

Ook in de Revit-software kunnen de verschillende lagen per scheidingsconstructie ingegeven worden. Verder kunnen er ook andere thermische en fysieke eigenschappen aan de componenten gegeven worden zoals soortelijk gewicht, geleidingscoëfficiënt en warmtecapaciteit. Om tot eenzelfde U-waarde te komen met EPB-software moet de dikte van de laag aangepast worden van 0,16m isolatie naar 0,1523m isolatie. Verder valt op dat er in de Revit-software niet gerekend wordt met overgangcoëfficiënten aangezien de R-waarde waarop de U-waarde zich baseert enkel de gegevens van de lagen in rekening brengt. Zie Figuur 25 en Figuur 26.

Family:	Basic Roof
Type:	plat dak
Total thickness:	30,86 (Default)
Resistance (R):	5,8825 (m ² ·K)/W
Thermal Mass:	50,83 kJ/K

Layers					
	Function	Material	Thickness	Wraps	Variable
1	Finish 2 [5]	Plastiek - PVC	0,50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Thermal/Air Layer [3]	Isolatie - Thermisch - hard 15 c	15,23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Structure [1]	Metal - Steel	0,13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Core Boundary	Layers Above Wrap	0,00		
5	Structure [1]	Metal - Steel	15,00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figuur 24: Lagen dak

Analytical Properties	
Heat Transfer Coefficient (U)	0,1700 W/(m ² ·K)
Thermal Resistance (R)	5,8825 (m ² ·K)/W
Thermal mass	52,04 kJ/K
Absorptance	0,100000
Roughness	1

Figuur 25: U-waarde dak

Conclusie

Er is een duidelijk verschil te merken tussen de berekening van de U-waarde bij de EPB-software en de Revit-software. Zo wordt er bij de EPB-software gerekend met warmteoverdrachtscoëfficiënten terwijl dit niet toegepast wordt bij Revit.

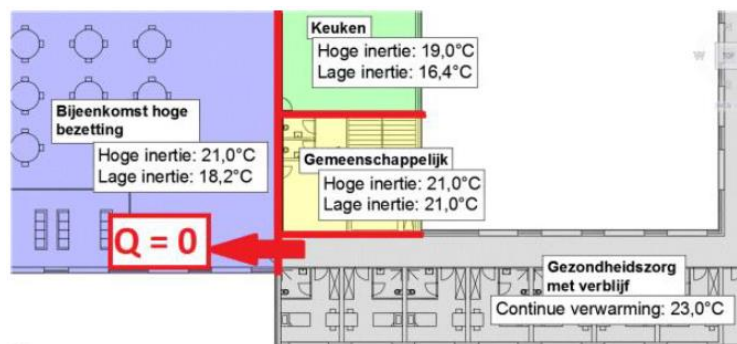
Warmtetransport doorheen een bepaald oppervlak is steeds een combinatie van geleiding, straling en convectie. De geleiding van de wand wordt bepaald door de dikte en de lambda-waarde van het materiaal. Om een zo correct mogelijke weergave te geven van het warmtetransport moet straling en convectie ook op een bepaalde manier ingerekend worden. Dit zijn de zogenaamde warmteoverdrachtscoëfficiënten, zie Tabel 15. Hieruit kan er besloten worden dat Revit met onvolledige waarden telt.

Tabel 15: Warmteoverdrachtscoëfficiënten

Richting warmtestroom	Hi (W/m ² K)	He (W/m ² k)
Verticale wanden	8	25
Horizontale wanden ↑	10	25
Horizontale wanden ↓	6	25

3.3.6 Adiabatische berekening ruimtes

In de EPB-software wordt de netto energiebehoefte berekend door middel van een adiabatische aanname van de ruimtes. Dit wil zeggen dat er geen warmteoverdracht is van de ene ruimte naar de andere ruimte. Dit zorgt ervoor dat ruimtes die een andere bestemming hebben, alsook een andere comforttemperatuur, geen invloed op elkaar uitoefenen. Dit wordt duidelijk geïllustreerd op Figuur 26.



Figuur 26: Adiabatische berekening

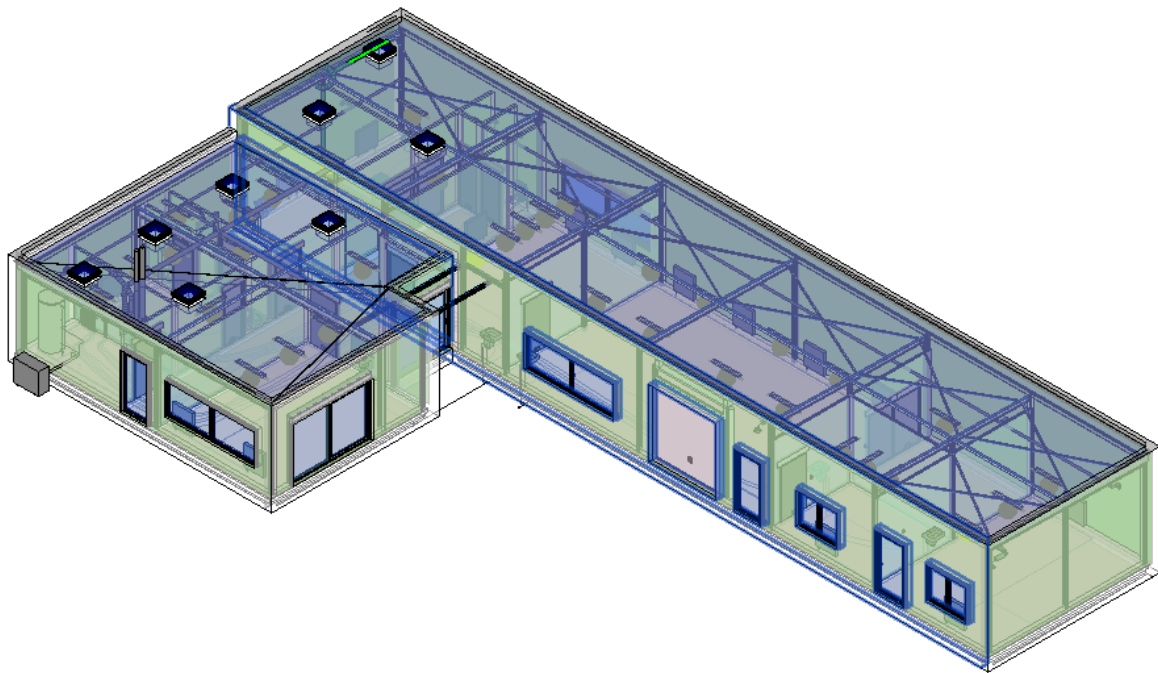
3.4 Resultaten Revit

In paragraaf 3.1 werd er een opsomming gemaakt van de verschillende simulaties die voor dit onderzoek uitgevoerd zullen worden:

- condenserende gasketel met PV-panelen, 87kW, rendement 97.2 %;
- warmtepomp lucht-water, 18.5 kW, COP = 3.2;
- warmtepomp bodem-water, 17.24 kW, COP = 4.73.

Elke simulatie zal voor het gedeelte van de EPB-software onderverdeeld worden in 3 simulaties. Een eerste gedetailleerde ingave aan de hand van gegevens voor de EPB-verslaggever van Viessmann. Een tweede ingave in de EPB-software waarbij er met een onbekend rendement zal gerekend worden en een laatste ingave die zo dicht mogelijk aanleunt bij de gegevens in de Revit-software.

De EPB-software werkt met een conventionele omrekenfactor voor het bepalen van het primaire energieverbruik voor elektriciteit. Deze omrekenfactor bedraagt 2.5. De resultaten uit Revit die betrekking hebben op elektriciteit worden vermenigvuldigd met deze factor zodat de resultaten met die van de EPB-software vergeleken mogen worden.



Figuur 27: Getekend model in de Revit-software

3.4.1 Green Building Studio

Inleiding

Normaliter zou er volgens de informatie beschikbaar op de site van Autodesk rekening gehouden worden met de mechanische units die geïmplementeerd zijn in de Revit-simulaties. Bij het voeren van de berekeningen in Green Building Studio bleek dit niet het geval te zijn. Vandaar dat er enkele veranderingen in de simulaties uitgevoerd zullen worden.

Green Building studio geeft uiteindelijk de optie om de simulaties te laten runnen met default waarden of met een gedetailleerdere ingave. Dit onderzoek zal starten met de default waarden.

Condenserende gasketel en PV-panelen – Ingave default waarden

Tabel 16 geeft een overzicht van de waarden bekomen uit de simulatie. Er valt duidelijk te concluderen dat er door de simplistische ingave in de software een groot verschil zit tussen de EPB-software en de simulatie in Green Building Studio. De volgende stap zal een gedetailleerde ingave zijn in de Revit-software.

Tabel 16: Resultaten gasketel default

Primair energieverbruik	EPB Viessmann (MJ)	Revit (MJ)	% verschil
Verwarming en bevochtiging	75 996.22	422 227.00	455.59
Koeling	5 528.05	0.00	-100.00
SWW	50 777.49	13 489.00	-73.44
Verlichting	31 875.29	0.00	-100.00
Energiebesparing PV	-23 692.87	-7 423.59	-68.67
Hulpenergie	33 030.82	72 807.50	120.42
Karakteristiek (=totaal)	173 515.00	501 099.91	188.79

Zoals besproken in paragraaf 3.4.1 zal er in deze paragraaf aandacht geschonken worden aan de gedetailleerde ingave van de software. De gegevens die hier worden gevraagd, worden geïllustreerd op Figuur 28. Dit tabblad bepaalt het elektriciteitsverbruik voor verlichting en apparatuur, de warmtewinsten van personen en de ontwerptemperatuur.

Use	Parameter	Value	Units	Criteria
<input checked="" type="checkbox"/>	Condition Type	Heated and Cooled	N/A	Always
<input type="checkbox"/>	Space Type*	Select one:	N/A	Always
<input checked="" type="checkbox"/>	Lighting Power Density*	0.398	W / ft ²	Always
<input checked="" type="checkbox"/>	Equipment Power Density*	0.278	W / ft ²	Always
<input checked="" type="checkbox"/>	Area per Person*	101.181	ft ² / person	Always
<input checked="" type="checkbox"/>	Sensible Heat Gain*	250	BTU / person	Always
<input checked="" type="checkbox"/>	Latent Heat Gain*	200	BTU / person	Always
<input checked="" type="checkbox"/>	Design Temperature*	71.6	°F	Always

Figuur 28: Ingave ruimtes

Figuur 29 geeft inzage in de ontwerptemperaturen voor koeling en verwarming.

Use	Parameter	Value	Units	Criteria
<input checked="" type="checkbox"/>	Cooling On Setpoint	78.8	°F	N/A
<input checked="" type="checkbox"/>	Cooling Off Setpoint	75.2	°F	N/A
<input checked="" type="checkbox"/>	Heating On Setpoint	66.2	°F	N/A
<input checked="" type="checkbox"/>	Heating Off Setpoint	71.6	°F	N/A
<input type="checkbox"/>	Outside Air per Person		CFM / Person	N/A

Figuur 29: Ingave zones

De laatste stap in het berekenen van de resultaten is het bepalen van het vooropgestelde HVAC-systeem. Deze systemen zijn gebaseerd op de ASHRAE-norm in Amerika. Om een betere vergelijking te maken in de resultaten moet de EPB-file opnieuw aangepast worden. Figuur 30 laat zien dat het rendement van de boiler lager ligt dan in de reële situatie, met name 97,2%.

Info	Building	Spaces	Zones	Surfaces	Openings	HVAC & DHW
Use	Parameter	Value	Units	Criteria		
<input checked="" type="checkbox"/>	HVAC Equipment	FC 2-Pipe COP 6.0 Chiller 85% Gas Boiler	N/A	N/A		
<input checked="" type="checkbox"/>	DHW	Domestic HW Heater (on-demand, 0.85 Energy Factor)	N/A	N/A		

Figuur 30: Ingave HVAC

Resultaten

Een eerste blik op de resultaten in Tabel 17 laat zien dat er een groot verschil zit op de resultaten. Met name de verwarming en de bevochtiging heeft een procentueel verschil van 342,06 %. Verder valt op te merken dat er gekozen is om geen koeling mee te rekenen in de Revit-software maar dat deze wel wordt berekend in de EPB-software. De reden hiervoor kan teruggevonden worden bij de voorkoeling van de ventilatie in de EPB-software.

Tabel 17: Resultaten Viessmann detail

Primair energieverbruik	EPB Viessmann (MJ)	Revit (MJ)	% verschil
Verwarming en bevochtiging	75 996.22	335 951.50	342.06
Koeling	5 528.05	0.00	-100.00
SWW	50 777.49	24 442.00	-51.86
Verlichting	31 875.29	24 422.50	-23.38
Energiebesparing PV	-23 692.87	-7 423.59	-68.67
Hulpenergie	33 030.82	67 830.00	105.35
Karakteristiek (=totaal)	173 515.00	445 222.41	156.59

Voor de resultaten bij de waarde bij ontstentenis in Tabel 18 is het procentueel verschil gedaald. Voor deze simulatie komt het procentueel verschil voor verwarming en bevochtiging uit op 230,58 %.

Tabel 18: Resultaten onb. rendement detail

Primair energieverbruik	EPB Onb. Rendement (MJ)	Revit (MJ)	% verschil
Verwarming en bevochtiging	101 625.17	335 951.50	230.58
Koeling	5 528.05	0.00	-100.00
SWW	50 777.49	24 442.00	-51.86
Verlichting	31 875.29	24 422.50	-23.38
Energiebesparing PV	-23 692.87	-7 423.59	-68.67
Hulpenergie	33 030.82	67 830.00	105.35
Karakteristiek (=totaal)	199 143.95	445 222.41	123.57

Tabel 19 geeft de resultaten weer voor de studie die zoveel mogelijk overeenkomt met de ingave in Revit. In vergelijking met de resultaten uit de reële studie is er een daling van het procentueel verschil in primair energieverbruik met 27,06%. Het resultaat is echter slechter dan dat van de studie met een onbepaald rendement waarbij er een verbetering valt op te merken van 33,02%.

Tabel 19: Resultaten Revit detail

Primair energieverbruik	EPB Revit (MJ)	Revit (MJ)	% verschil
Verwarming en bevochtiging	85 555.34	335 951.50	292.67
Koeling	5 732.11	0.00	-100.00
SWW	50 777.49	24 442.00	-51.86
Verlichting	31 875.29	24 422.50	-23.38
Energiebesparing PV	-23 692.87	-7 423.59	-68.67
Hulpenergie	43 722.12	67 830.00	55.14
Karakteristiek (=totaal)	193 969.48	445 222.41	129.53

Ook in het geval van de CO₂-uitstoot is er een merkbaar verschil. Tabel 20 laat zien dat het procentueel verschil voor de gedetailleerde studie 138,9 % bedraagt, terwijl de studie met een onbekend rendement gelijkaardig is aan de studie voor Revit in de EPB. Het procentueel verschil bedraagt respectievelijk 100,67% en 101,78 %.

Tabel 20: CO₂-uitstoot

Simulatie	CO ₂ -uitstoot (kg)	CO ₂ -uitstoot Revit (kg)	% verschil
EPB Viessmann	6 781.08	16 200.00	138.90
EPB Onb. Rendement	8 072.78	16 200.00	100.67
EPB Revit	8 028.35	16 200.00	101.78

Warmtepomp lucht-water – Gedetailleerde ingave

Voor de gedetailleerde ingave van de warmtepomp lucht-water zal er gekozen worden voor een warmtepomp met een COP van 3,2. In Tabel 21 zijn de resultaten een stuk beter. Globaal gezien is het procentueel verschil 11,76%. Vooral de verlichting heeft een beperkt verschil van -23,66%.

Tabel 21: Resultaten Viessmann lucht-water detail

Primair energieverbruik	EPB Viessmann (MJ)	Revit (MJ)	% verschil
Verwarming en bevochtiging	56 655.04	80 502.50	42.09
Koeling	5 528.05	0.00	-100.00
SWW	66 536.03	24 391.00	-63.34
Verlichting	31 875.29	24 335.00	-23.66
Hulpenergie	32 748.88	86 860.00	165.23
Karakteristiek (=totaal)	193 343.29	216 088.50	11.76

De resultaten voor een ingave met onbekend rendement geeft in Tabel 22 een aanzienlijke verbetering in tegenstelling tot de voorgaande resultaten. Zo komen de resultaten van verwarming en bevochtiging alsook het SWW in de buurt van de resultaten in de EPB en is er een globaal verschil van -5,81%. Echter is er nog een groot verschil te bemerken bij de hulpenergie, die 165,23% bedraagt.

Tabel 22: Resultaten onb. rendement lucht-water detail

Primair energieverbruik	EPB Onb. Rendement (MJ)	Revit (MJ)	% verschil
Verwarming en bevochtiging	92 732.97	80 502.50	-13.19
Koeling	5 528.05	0.00	-100.00
SWW	66 536.03	24 391.00	-63.34
Verlichting	31 875.29	24 335.00	-23.66
Hulpenergie	32 748.88	86 860.00	165.23
Karakteristiek (=totaal)	229 421.22	216 088.50	-5.81

Tegen de verwachtingen in scoort de ingave die het dichtst bij de Revit-software aanleunt slechter dan de resultaten waarbij er met een onbekend rendement gerekend wordt. De COP voor deze ingave bedraagt 3.3. Het globale verschil bedraagt in Tabel 23 7,15%. Voor verwarming en bevochtiging is er een verschil op te merken van 23,89%.

Tabel 23: Resultaten Revit lucht-water detail

Primair energieverbruik	EPB Revit (MJ)	Revit (MJ)	% verschil
Verwarming en bevochtiging	64 980.69	80 502.50	23.89
Koeling	5 528.05	0.00	-100.00
SWW	66 536.03	24 391.00	-63.34
Verlichting	31 875.29	24 335.00	-23.66
Hulpenergie	32 748.88	86 860.00	165.23
Karakteristiek (=totaal)	201 668.94	216 088.50	7.15

Voor het gedeelte CO₂-uitstoot is er voor alle resultaten geen overeenkomst. De procentuele verschillen in Tabel 24 liggen rond de 87%.

Tabel 24: CO₂-uitstoot lucht-water detail

Simulatie	CO ₂ -uitstoot (kg)	CO ₂ -uitstoot Revit (kg)	% verschil
EPB Viessmann	8 683.59	1 200.00	-86.18
EPB Onb. Rendement	11 266.77	1 200.00	-89.35
EPB Revit	9 279.71	1 200.00	-87.07

Warmtepomp bodem-water – Gedetailleerde ingave

Green Building Studio werkt met vooropgestelde HVAC-systemen waardoor de keuze beperkt wordt. De meest overeenkomende HVAC-systeem dat er gekozen kon worden als bodem-water warmtepomp is hetzelfde als het HVAC-systeem dat er gekozen is geweest als lucht-water warmtepomp. Dit heeft als gevolg dat de resultaten voor bodem-water warmtepomp uit Revit overeenkomstig zijn met de resultaten van de lucht-water warmtepomp.

Tabel 25 geeft de resultaten voor de gedetailleerde weergave in de EPB-software. Er is ook hier een verbetering op te merken in het resultaat in vergelijking met de ingave van de gasketel met zonnepanelen. Echter is er nog steeds een procentueel verschil op te merken van 23,47%. Dit heeft als reden dat de warmtepomp in de EPB-software een grotere COP heeft (4,73) waardoor het energieverbruik spectaculair daalt. De rest van de resultaten zijn hetzelfde als die voor de warmtepomp lucht-water.

Tabel 25: Resultaten Viessmann bodem-water detail

Primair energieverbruik	EPB Viessmann (MJ)	Revit (MJ)	% verschil
Verwarming en bevochtiging	38 328.99	80 502.50	110.03
Koeling	5 528.05	0.00	-100.00
SWW	66 536.03	24 391.00	-63.345
Verlichting	31 875.29	24 335.00	-23.66
Hulpenergie	32 748.88	86 860.00	165.23
Karakteristiek (=totaal)	175 017.24	216 088.50	23.47

Het resultaat in Tabel 26 heeft net zoals bij de ingave met een onbekend rendement voor de warmtepomp lucht-water een beter resultaat gebracht. Het procentueel verschil bedraagt hier -5,81%. Doordat het rendement van de warmtepomp onbekend is, wordt er van een slechtere COP-waarde uitgegaan zodat het energieverbruik toeneemt.

Tabel 26: Resultaten onb. rendement bodem-water detail

Primair energieverbruik	EPB Onb. Rendement (MJ)	Revit (MJ)	% verschil
Verwarming en bevochtiging	92 732.97	80 502.50	-13.19
Koeling	5 528.05	0.00	-100.00
SWW	66 536.03	24 391.00	-63.34
Verlichting	31 875.29	24 335.00	-23.66
Hulpenergie	32 748.88	86 860.00	165.23
Karakteristiek (=totaal)	229 421.22	216 088.50	-5.81

Tabel 27 geeft eenzelfde trend weer als in Tabel 23. Ook hier stijgt het procentueel verschil tot 7,15% door het beperkte energieverbruik van de warmtepomp.

Tabel 27: Resultaten Revit bodem-water detail

Primair energieverbruik	EPB Revit (MJ)	Revit (MJ)	% verschil
Verwarming en bevochtiging	64 980.69	80 502.50	23.89
Koeling	5 528.05	0.00	-100.00
SWW	66 536.03	24 391.00	-63.34
Verlichting	31 875.29	24 335.00	-23.66
Hulpenergie	32 748.88	86 860.00	165.23
Karakteristiek (=totaal)	201 668.94	216 088.50	7.15

De resultaten voor de CO₂-uitstoot hebben net zoals voor de simulatie met warmtepomp lucht-water een groot procentueel verschil. De verschillen zitten rond de 85%, zie Tabel 28.

Tabel 28: CO₂-uitstoot bodem-water detail

Simulatie	CO ₂ -uitstoot (kg)	CO ₂ -uitstoot Revit (kg)	% verschil
EPB Viessmann	7 371.45	1 200.00	-83.72
EPB Onb. Rendement	11 266.77	1 200.00	-89.35
EPB Revit	9 279.71	1 200.00	-87.07

Conclusie

Om een beter inzicht te krijgen in de resultaten moet er een goede analyse komen van de verkregen cijfers. De verwachting voor dit onderzoek inzake het verschil tussen statische- en dynamische software werd in de buurt van de 10% grens verwacht aangezien ervan uit werd gegaan dat er een onderschatting van de statische software zou plaatsvinden [6]. Echter wanneer de resultaten van de condenserende gasketel tussen Revit en EPB vergeleken worden, kan er vastgesteld worden dat er telkens een procentueel verschil van meer dan 100% plaatsvindt. Dit verschil bedraagt veel meer dan oorspronkelijk verwacht werd. Voor de bekomen resultaten van de warmtepompen uit Revit komen globaal gezien rond de 10%. Hier is wel op te merken dat de deelresultaten sterk verschillen met de deelresultaten uit de EPB-software. Zo zal de EPB-software in Tabel 26 een sterke onderschatting geven van de hulpenergie en een overschatting van het SWW en de verlichting. Door de overschatting en de onderschatting is het globale resultaat van de EPB-software vergelijkbaar met de resultaten uit de Revit-software.

De reden voor de grote verschillen in de resultaten moet misschien gezocht worden bij de ingave van de software. Deze piste is echter weinig geloofwaardig aangezien het model in de Revit-software volledig is gecontroleerd door een gespecialiseerde firma. Het is echter ook mogelijk dat de resultaten in de EPB-software niet correct zijn en dat de resultaten in de Revit-software wel een realistische kijk geeft op het verbruik. Om enige vorm van vergelijking te kunnen maken kan er beroep gedaan worden op reeds uitgevoerde studies omtrent de energieanalyse in Revit. Een uitgebreide zoektocht brengt dit onderzoek naar de Finse universiteit HAMK in Häme [15], [21].

Bij de simulatie van een huis met een vergelijkbare vloeroppervlakte, geeft Figuur 31 een kort overzicht van het energieverbruik. Een zeer interessante waarde is het totale energieverbruik in MJ per vloeroppervlakte [21].

Name	Date	User Name	Floor Area (m ²)	Energy Use Intensity (MJ/m ² /year)	Electric Cost (kWh)	Fuel Cost (MJ)	Total Annual Cost ¹			Total Annual Energy ¹			
							Electric	Fuel	Energy	Electric (kWh)	Fuel (MJ)	Carbon Emissions (Mg)	
Project Default Utility Rates													Weather Data: GBS_
Project Default Utility Rates	--	--	--	--	€0.17	€0.01	--	--	--	--	--	--	
Base Run													
rac_basic_sample_project.xml	4/21/2014 4:47 PM	minhkhoidle@student.hamk.fi	279	1,377.5	€0.17	€0.01	€3,659	€3,494	€7,153	21,065	308,422	18.5	

Figuur 31: Simulatie Minh Khoi Le

Wanneer de resultaten van dit onderzoek met de waarden van Figuur 31 vergeleken worden, wordt hier een waarde bekomen van 1377,5 MJ/m² per jaar. Voor de waarden van deze masterproef, zie Figuur 32, wordt er een waarde van 1071 MJ/m² per jaar opgemerkt.

Energy, Carbon and Cost Summary	
Annual Energy Cost	€5,456
Lifecycle Cost	€74,307
Annual CO ₂ Emissions	
Electric	0.0 Mg
Onsite Fuel	16.2 Mg
Large SUV Equivalent	1.6 SUVs / Year
Annual Energy	
Energy Use Intensity (EUI)	1,071 MJ / m ² / year
Electric	13,072 kWh
Fuel	324,837 MJ
Annual Peak Demand	4.2 kW
Lifecycle Energy	
Electric	392,170 kWh
Fuel	9,745,107 MJ

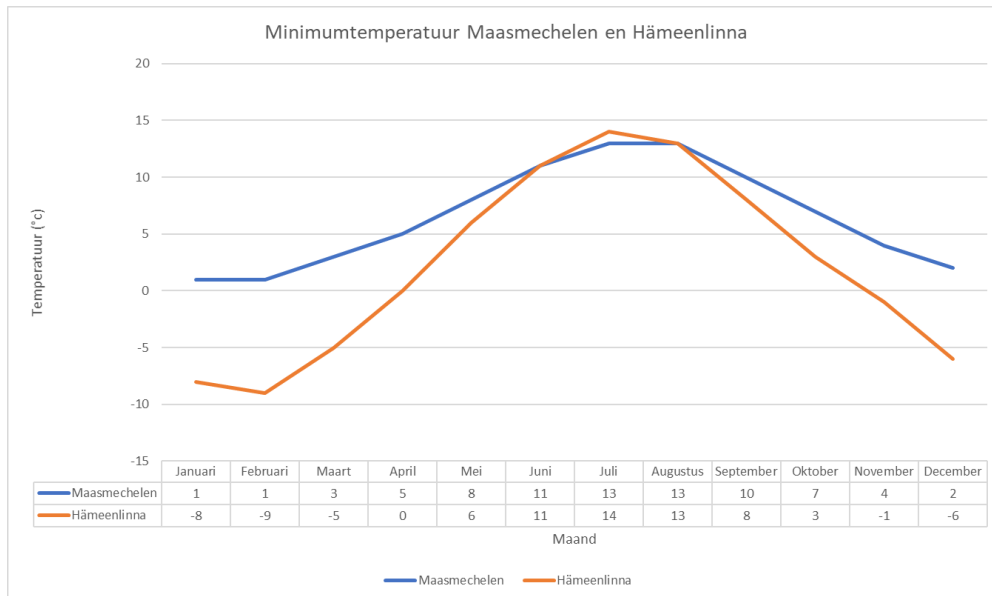
Figuur 32: Samenvatting resultaten gasketel

Om deze waarden in de reële context te bekijken, moet er ook gekeken worden als het klimaat en de U-waarden van de Finse studie, recht evenredig zijn met de resultaten van deze masterproef. Tabel 29 geeft een overzicht van de U-waarden van deze masterproef en de Finse studie. Hieruit valt af te leiden dat er door de hoger U-waarden een grotere energiebehoefte is voor het Finse gebouw, zie Figuur 31.

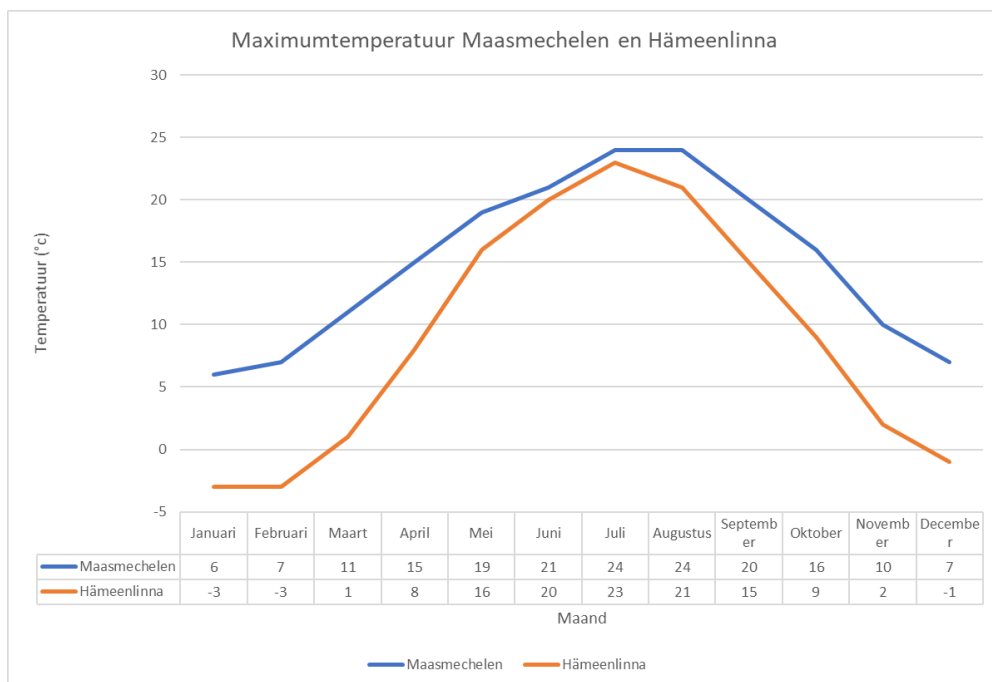
Tabel 29: Vergelijking U-waarden

U-waarden (W/m ² K)	Buitenmuren	Dakbedekking	Ramen	Vloer
Finland	0.28	0.19	1.74	1.16
Mané	0.18	0.17	1.5	0.17

Ook voor het klimaat valt op te merken dat de minimum- en maximumtemperaturen in Maasmechelen en Hämeenlinna een gelijkaardig karakter vertoont in de zomermaanden en een groot verschil vertoont voor de wintermaanden. Dit verklaart het lager energieverbruik per m² voor de studie op het dienstgebouw van Mané vzw. Voor de minimum- en maximumtemperatuur, zie Figuur 33 en Figuur 34 [22].



Figuur 33: Vergelijking minimumtemperatuur



Figuur 34: Vergelijking maximumtemperatuur

Hieruit valt af te leiden dat het onderzoek in Revit reële resultaten presenteert. Er kan dus niet geconcludeerd worden dat Revit of de EPB-software foutief rekent.

4 Conclusie

Het doel van dit onderzoek was het maken van een praktische vergelijking tussen een quasi-statische energieanalyse enerzijds en een dynamische energieanalyse anderzijds. Aangezien het werken in het dynamische programma Revit nieuw voor ons was, hebben we beroep gedaan op een gespecialiseerde firma (Witas) die het model in Revit volledig gecontroleerd heeft.

Aan de hand van de casestudy van het gebouw Mané vzw werden er energetische analyses gemaakt voor 3 verschillende situaties: een eerste simulatie met een condenserende gasketel en een minimaal deel aan PV-panelen, een tweede keer met een warmtepomp lucht-water en tenslotte een derde keer met een warmtepomp bodem-water. De voorwaarde voor het voeren van een correct onderzoek was het naleven van de basisparameters voor beide simulatieprogramma's.

Uit de resultaten voor het eerste onderzoek (condenserende gasketel + PV-panelen) wordt er een verschil opgemerkt dat varieert tussen de 123% en 156%. De resultaten voor de warmtepomp lucht-water en de warmtepomp bodem-water geven resultaten die variëren tussen de 5-23%. Wat tijdens deze onderzoeken opvalt is dat er geen continue over- of onderschatting is bij de deelresultaten van de EPB-software maar dat er een grote verscheidenheid te bemerken valt. De globale resultaten van 5-23% geven hierdoor een vertekend beeld van de reële deelwaarden.

Om deze verschillen te kaderen werd er beroep gedaan op reeds uitgevoerde simulaties in de Revit-software die een gelijkaardig karakter vertonen. Uit deze simulaties blijkt dat de bekomen resultaten uit ons onderzoek realistisch zijn. Aangezien de 2 programma's een correcte berekening uitvoeren, moet er een andere reden gezocht worden waarom de waarden uit de simulaties niet overeenkomen.

Een eerste reden voor het verschil in de resultaten is het verschil in het volume van het gebouw. Voor de EPB-software wordt er geteld van de bovenkant van de isolatie van het dak tot de onderkant van de isolatie van de vloer. Voor de Revit-software wordt er geteld van bovenkant afgewerkt vloerpeil tot de onderkant van het plafond.

Een tweede verschil, tevens het belangrijkste verschil, zijn de gebruikte parameters voor de technieken. De Revit-software geeft een beperkt aantal voorgeprogrammeerde templates die rendementen bezitten voor het gehele HVAC-systeem. Aangezien er geen andere mogelijkheid is tot het ingeven van parameters voor het HVAC-systeem, is het onmogelijk om de gebruikte rendementen aan te passen. Tevens zijn de gebruikte rendementen in de Revit-software niet te achterhalen wat vergelijken met de EPB-software zeer moeilijk maakt.

Een derde verschil, dat een direct verband heeft met de energiebehoefte, wordt bepaald door de inertie van het gebouw. In de EPB-software wordt deze automatisch berekend aan 55 kJ/m²K. Voor de Revit-software is dit niet te bepalen, aangezien Autodesk de formulestructuur van de Revit-software niet vrijgeeft.

Ook de berekening van de U-waarden verloopt op een andere manier. Zo telt de EPB-software met geleiding en de overdrachtscoëfficiënten die de warmteoverdracht door middel van straling en convectie voorstelt. De Revit-software telt niet met de overdrachtscoëfficiënten en zal dus enkel de geleiding van de warmte in rekening brengen. Om dit verschil teniet te doen werd er in de studie geopteerd om de isolatiedikte aan te passen in de Revit-software zodat eenzelfde U-waarde in de EPB-software en de Revit-software vergeleken kon worden.

Ten slotte zal de EPB-software de berekening van de netto-energiebehoefte bepalen door middel van een adiabatische aanname van de ruimtes. Dit wil zeggen dat er geen warmteoverdracht plaatsvindt tussen de verschillende functionele delen. Dit in tegenstelling tot de Revit-software.

Uit deze bevindingen kunnen we concluderen dat de vergelijking tussen de verschillende simulatieprogramma's aan de hand van primaire energieverbruik op dit moment niet mogelijk is. Door de beperkte templates, die tevens gebaseerd zijn op Amerikaanse standaarden en geen Europese variant hebben, is de mogelijkheid tot het ingeven van inputparameters te beperkt. De invloed van de parameters is onontgonnen terrein aangezien de formulestructuur van de Revit-software niet vrijgegeven wordt door Autodesk.

Voor toekomstig onderzoek wordt er een grote update verwacht van de energieanalyse in Revit in 2020. Voor verder onderzoek zou dit kunnen betekenen dat het volledig potentieel van de dynamische software in Revit gebruikt wordt.

Literatuurlijst

- [1] V. Energieagentschap, „energiesparen,” 2018. [Online]. Available: <https://www.energiesparen.be/EPB-pedia/eisen-per-aanvraagjaar>. [Geopend 4 December 2018].
- [2] B. overheid, 2018. [Online]. Available: <https://leefmilieu.brussels/themas/energie/de-energieprestatie-van-gebouwen-epb/bouwen-en-renoveren/eisen-en-procedures>. [Geopend 19 December 2018].
- [3] W. overheid, „energie wallonie,” 2018. [Online]. Available: <https://energie.wallonie.be/fr/exigences-peb-a-partir-du-1er-janvier-2021.html?IDD=114100&IDC=7224#Syst%C3%A8mes>. [Geopend 21 December 2018].
- [4] EPN-cursus, „Energiesparen,” [Online]. Available: <https://www.energiesparen.be/EPB-pedia/rekenmethode/E-peil/EPN>. [Geopend 26 Oktober 2018].
- [5] H. Breesch, „nzeb,” 2016. [Online]. Available: http://www.nzeb.be/sites/default/files/u8/NZEB_2016_breesch.pdf. [Geopend 2019].
- [6] W. Barbara, „Dynamische versus quasi-statisch modelleren van het eindeenergiegebruik voor verwarming,” KU Leuven, Gent, 2016.
- [7] Enerdo, „<http://enerdo.be>,” Enerdo, [Online]. Available: <http://www.enerdo.be/energie-efficientie/dynamische-energiesimulatie>. [Geopend 11 02 2019].
- [8] „<http://energiesimulatie.be>,” Energie simulatie, [Online]. Available: <http://energiesimulatie.be/energiesimulaties.php#voorbeeld3>. [Geopend 11 02 2019].
- [9] A. Kumar, „A review on modeling and simulation of building energy systems,” Elsevier, India, 2015.
- [10] M. Vanbeuren, *Bedrijfsmanagement*, Hasselt: UHasselt, 2018.
- [11] EnergyPlus, „Getting Started with EnergyPlus, Basic Concepts Manual - Essential Information You Need about Running EnergyPlus,” EnergyPlus.
- [12] Energyplus, „GettingStarted Energyplus,” Energyplus, 2018.
- [13] b. l. software, big ladder software, 2019. [Online]. Available: <https://bigladdersoftware.com/epx/docs/8-0/input-output-reference/page-006.html>. [Geopend 20 Januari 2019].
- [14] Autodesk, „Autodesk Revit,” Autodesk, 2018. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Revit-Analyze/files/GUID-2043E09F-40E5-4155-AE28-134F62E54F54-htm.html>. [Geopend 20 December 2018].

- [15] O. Nnanna, „BIM BASED ENERGY/SUSTAINABILITY ANALYSIS FOR EDUCATIONAL BUILDINGS – A CASE STUDY,” HAMK, Visamäki, 2016.
- [16] „<https://tase.be/>,” TASE Solutions, [Online]. Available: <https://www.tase.be/nl/wat-bim>. [Geopend 05 03 2019].
- [17] V. Overheid, „Energiebalans Vlaanderen 1990-2016,” Vlaamse Overheid, Brussel, 2017.
- [18] Autodesk, „Autodesk Green Building Studio,” Autodesk, 2018. [Online]. Available: <https://www.buildingenergysoftwaretools.com/software/autodesk-green-building-studio>. [Geopend 5 Mei 2019].
- [19] F. -. Belblock, „Thermisch comfort,” Febe, Brussel.
- [20] N. Houben, *Bouwfysica*, Diepenbeek: PXL, 2013.
- [21] M. K. Le, „AUTODESK® GREEN BUILDING STUDIO FOR AN ENERGY-EFFICIENT, SUSTAINABLE BUILDING,” HAMK, Visamäki, 2014.
- [22] Meteoblue, „Klimaat Maasmechelen/Hämeenlinna,” <https://www.meteoblue.com>, 2019.
- [23] V. K. Woningrenovatie, „PROTOCOL ENERGIESIMULATIES,” 26 september 2016. [Online]. Available: <https://www.kennisplatform-renovatie.be/>. [Geopend 10 februari 2019].
- [24] R. P. K. M. Coakley Daniel, „Renewable and sustainable Energy Reviews,” Department of Civil Engineering, NUI Galway, Ireland, 2015.
- [25] „Green building with Revit,” usermanual.wiki.

Bijlagen

Bijlage A: Resultaten EPB: gasketel + PV-panelen – Viessmann



**Energieprestatie en binnenklimaat
van gebouwen**

EPB-Rapport

Administratieve gegevens van het project

Naam van het project	vzw Mané (2015-0479)		
Straat	Schoolstraat	Nummer	
Gemeente	Maasmechelen	Postcode	3630
Referentie kadaster	2-D-44		



Weergave van het rapport

Weergavevolgorde van het rapport

Resultaten alle EPB-eenheden per eis

Weergegeven EPB-eenheden in het rapport

- Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"
 - EPB-eenheid "vzw Mané (2015-0479)"



Lijst van de betrokken personen

Aangifteplichtige/Eigenaar

Aangifteplichtige ook eigenaar

Naam Biets Voornaam Benny
Firma naam vzw Mané
Straat Schoolstraat Nummer 32 Bus _____
Postcode 3630 Gemeente Maasmechelen Landcode België
Telefoon _____

Architect van het project

Naam Moons Voornaam Erik
Firma naam Architectenbureau Moons en Coune
Straat St.-Leonardusstraat Nummer 43 Bus _____
Postcode 3530 Gemeente Houthalen-Helchteren Landcode België
Telefoon 011/60 22 82

EPB-verslaggever

Naam Opdeweegh Voornaam Jan
Firma naam _____
N° PEB EP07506
Straat _____ Nummer _____ Bus _____
Postcode _____ Gemeente _____ Landcode België
Telefoon _____



Lijst van de betrokken personen

Aangifteplichtige/Eigenaar

Aangifteplichtige ook eigenaar

Naam Biets Voornaam Benny
Firma naam vzw Mané
Straat Schoolstraat Nummer 32 Bus _____
Postcode 3630 Gemeente Maasmechelen Landcode België
Telefoon _____

Architect van het project

Naam Moons Voornaam Erik
Firma naam Architectenbureau Moons en Coune
Straat St.-Leonardusstraat Nummer 43 Bus _____
Postcode 3530 Gemeente Houthalen-Helchteren Landcode België
Telefoon 011/60 22 82

EPB-verslaggever

Naam Opdeweegh Voornaam Jan
Firma naam _____
N° PEB EP07506
Straat _____ Nummer _____ Bus _____
Postcode _____ Gemeente _____ Landcode België
Telefoon _____



Samenvatting van de eisen per gebouw

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiemee gelijkgesteld)

Beschermd volume: 1.565,71 m³

Volume "EPB-eenheden buiten het K-volume"

EPB-eenheid "vzw Mané (2015-0479)"

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Oppervlakte: 329,06 m²

Eisen op het niveau van de EPB-eenheid:

Umax / Rmin	K-peil	S-peil	E-peil	Etech	NE	Oververh.	Ventilatie	HE
			42.0					
zie fiche 1 voor meer info.			zie fiche 3 voor meer info.				zie fiche 4 voor meer info.	zie fiche 5 voor meer info.

Methode bouwknoepen: Optie B : methode van de EPB-aanvaarde knopen

Deze EPB-eenheid voldoet aan de eisen voor een BEN-gebouw.



BEN staat voor bijna-energie neutraal. Bouwen volgens de BEN-principes wordt vanaf 2021 de standaard voor nieuwe gebouwen in Vlaanderen. BEN-bouwen is vandaag al de slimste keuze, meer informatie via www.energiesparen.be/BEN.

Functionele delen :

Naam	Functie	Totale bruikbare vloeroppervlakte
Atelier/Stockage/Gesloten Stockage	Andere	100,25 m ²
Technische ruimte	Technische ruimten	10,20 m ²
Bureau arbeidszorg	Kantoor	15,05 m ²
Refter	Bijeenkomst - cafetaria/refter	33,20 m ²
Inkomhal	Gemeenschappelijk	37,25 m ²
Arbeidszorg	Gezondheidszorg zonder verblijf	36,21 m ²
Sanitair	Andere	31,40 m ²



Functionele delen :

Naam	Functie	Totale bruikbare vloeroppervlakte
WC	Gemeenschappelijk	28,58 m ²
Wasberging	Andere	36,92 m ²

**Fiche 1: Eisen U/R-waarden**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

Volume "EPB-eenheden buiten het K-volume"

EPB-eenheid "vzw Mané (2015-0479)"

1.1. TRANSPARANTE SCHEIDINGSCONSTRUCTIES

								Uw (gemiddelde)	1,50	
Naam	Type	U	Ug	R	b.Ui	a.Ueq	b.Ueq	Eis		
raam stockage (voor)	Venster	1,50	1,00	-	-	-	-			
raam bureau arbeidszorg	Venster	1,50	1,00	-	-	-	-			
raam refter (voor)	Venster	1,50	1,00	-	-	-	-			
schuifraam refter (rechts)	Venster	1,50	1,00	-	-	-	-			
schuifdeur inkom (rechts)	Venster	1,50	1,00	-	-	-	-			
raam inkom (voor)	Venster	1,50	1,00	-	-	-	-			
raam arbeidszorg (achter)	Venster	1,50	1,00	-	-	-	-			
raam wasberging (voor)	Venster	1,50	1,00	-	-	-	-			

1.2.1 Daken en plafonds

Naam	Type	U	Ug	R	b.Ui	a.Ueq	b.Ueq	Eis
plat dak - 16 cm PUR -	Dak	0,17	-	-	-	-	-	
plat dak - 16 cm PUR -	Dak	0,17	-	-	-	-	-	
plat dak - 16 cm PUR -	Dak	0,17	-	-	-	-	-	
plat dak - 16 cm PUR -	Dak	0,17	-	-	-	-	-	
plat dak - 16 cm PUR -	Dak	0,17	-	-	-	-	-	
plat dak - 16 cm PUR -	Dak	0,17	-	-	-	-	-	
plat dak - 16 cm PUR -	Dak	0,17	-	-	-	-	-	
plat dak - 16 cm PUR -	Dak	0,17	-	-	-	-	-	
plat dak - 16 cm PUR -	Dak	0,17	-	-	-	-	-	
plat dak - 16 cm PUR -	Dak	0,17	-	-	-	-	-	

1.2.2. Muren niet in contact met de grond, met uitzondering van de muren bedoeld in 1.2.4.

Naam	Type	U	Ug	R	b.Ui	a.Ueq	b.Ueq	Eis
Buitenmuren - silex 12cm	Muur	0,18	-	-	-	-	-	
Buitenmuren - silex 12cm	Muur	0,18	-	-	-	-	-	
Buitenmuren - silex 12cm	Muur	0,18	-	-	-	-	-	
Buitenmuren - silex 12cm	Muur	0,18	-	-	-	-	-	
Paneel raam inkom	Muur	0,21	-	-	-	-	-	
Buitenmuren - silex 12cm	Muur	0,18	-	-	-	-	-	
Buitenmuren - silex 12cm	Muur	0,18	-	-	-	-	-	
Buitenmuren - silex 12cm	Muur	0,18	-	-	-	-	-	
Buitenmuren - silex 12cm	Muur	0,18	-	-	-	-	-	
Buitenmuren - silex 12cm	Muur	0,18	-	-	-	-	-	



1.2.6. Andere vloeren (vloeren op volle grond, boven een kruipruimte of boven een kelder buiten het beschermd volume, ingegraven keldervloeren)

Naam	Type	U	Ug	R	b.Ui	a.Ueq	b.Ueq	Eis
vloer op volle grond - 10	Vloer/plafond	0,23	-	3,97	-	0,17	-	✓
vloer op volle grond - 10	Vloer/plafond	0,23	-	3,97	-	0,17	-	✓
vloer op volle grond - 10	Vloer/plafond	0,25	-	3,68	-	0,18	-	✓
vloer op volle grond - 10	Vloer/plafond	0,25	-	3,68	-	0,18	-	✓
vloer op volle grond - 10	Vloer/plafond	0,25	-	3,68	-	0,18	-	✓
vloer op volle grond - 10	Vloer/plafond	0,25	-	3,68	-	0,18	-	✓
vloer op volle grond - 10	Vloer/plafond	0,25	-	3,68	-	0,18	-	✓
vloer op volle grond - 10	Vloer/plafond	0,25	-	3,68	-	0,18	-	✓
vloer op volle grond - 10	Vloer/plafond	0,25	-	3,68	-	0,18	-	✓

1.3. DEUREN EN POORTEN (met inbegrip van kader)

Naam	Type	U	Ug	R	b.Ui	a.Ueq	b.Ueq	Eis
poort	Deur	1,80	-	-	-	-	-	✓
buitendeur atelier	Deur	1,80	-	-	-	-	-	✓
buitendeur wasberging	Deur	1,80	-	-	-	-	-	✓

1.6. TRANSPARANTE SCHEIDINGSCONSTRUCTIES ANDERE DAN GLAS met uitzondering van deuren en poorten (zie 1.3) en lichte gevels (zie 1.4)

Naam	Type	U	U _{rl}	R	b.Ui	a.Ueq	b.Ueq	Eis
dakkoepel 1	Dakvenster	1,80	1,40	-	-	-	-	✓
dakkoepel 2	Dakvenster	1,80	1,40	-	-	-	-	✓
dakkoepel 3	Dakvenster	1,80	1,40	-	-	-	-	✓
dakkoepel 4	Dakvenster	1,80	1,40	-	-	-	-	✓
dakkoepel 6	Dakvenster	1,80	1,40	-	-	-	-	✓
dakkoepel 5	Dakvenster	1,80	1,40	-	-	-	-	✓
dakkoepel 7	Dakvenster	1,80	1,40	-	-	-	-	✓
dakkoepel 8	Dakvenster	1,80	1,40	-	-	-	-	✓

**Fiche 3: Eisen E-peil en oververhitting (met jaarlijks totaal per post)**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Samenvatting van de resultaten van de EPB-eenheid	
Posten	Jaarlijks totaal
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	76 556,73
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 488,46
Primair energieverbruik SWW (MJ)	50 777,49
Primair energieverbruik verlichting (MJ)	31 875,29
Primaire energiebesparing door PV (MJ)	-23 692,87
Primair energieverbruik hulpenergie (MJ)	33 032,19
Primaire energiebesparing door WKK (MJ)	-0,00
Karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	174 037,29
Referentiewaarde karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	416 451,60

Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN)	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte verwarming (MJ)	69 197,71
Bruto energiebehoefte verwarming (MJ)	74 733,53
Energie voor verwarming geproduceerd door thermische zonne-E (MJ)	-0,00
Bruto energiebehoefte gedekt door verwarmingssysteem (MJ)	74 733,53
Eindenergieverbruik verwarming - preferent (MJ)	76 556,73
Eindenergieverbruik verwarming - niet preferent (MJ)	0,00
Eindenergieverbruik verwarming (MJ)	76 556,73
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	76 556,73
Referentiewaarde primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	292 727,96

Primair energieverbruik koeling	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte koeling (MJ)	10 976,92
Bruto energiebehoefte koeling (MJ)	10 976,92
Eindenergieverbruik koeling - preferent (MJ)	2 195,38
Eindenergieverbruik koeling - niet-preferent (MJ)	0,00
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 488,46
Referentiewaarde primair energieverbruik koeling (MJ)	3 342,71



Primair energieverbruik SWW	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte SWW (MJ)	507,58
Bruto energiebehoefte SWW (MJ)	38 590,90
Energie voor SWW geproduceerd door thermische zonne-E (MJ)	-0,00
Bruto energiebehoefte gedekt door SWW systeem (MJ)	38 590,90
Eindenergieverbruik SWW preferent (MJ)	50 777,49
Eindenergieverbruik SWW-niet-preferent (MJ)	0,00
Eindenergieverbruik SWW (MJ)	50 777,49
Primair energieverbruik SWW (MJ)	50 777,49
Referentiewaarde primair energieverbruik SWW (MJ)	2 030,32

Primair energieverbruik verlichting	
Posten	Jaarlijks totaal
Eindenergieverbruik verlichting (kWh)	3 541,70
Primair energieverbruik verlichting (MJ)	31 875,29
Referentiewaarde primair energieverbruik verlichting (MJ)	67 290,24

Primair energieverbruik hulpenergie	
Posten	Jaarlijks totaal
Ventilatoren (kWh)	2 855,28
Circulatiepompen (kWh)	0,00
Opwekkers (kWh)	119,08
Circulatiepompen thermische zonne-energie (kWh)	0,00
Koeling (kWh)	0,00
Free-chilling (kWh)	0,00
Voorkoeling (kWh)	695,88
Primair energieverbruik hulpenergie (MJ)	33 032,19
Referentiewaarde primair energieverbruik hulpenergie (MJ)	51 060,37

Primaire energiebesparing door PV	
Posten	Jaarlijks totaal
Eindenergieopwekking elektriciteit (kWh)	0,00
Primaire energiebesparing door PV (MJ)	-23 692,87

Primaire energiebesparing door WKK	
Posten	Jaarlijks totaal
Eindenergieopwekking elektriciteit (kWh)	0,00
Primaire energiebesparing door WKK (MJ)	-0,00

Bevochtiging	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte bevochtiging (MJ)	0,00
Energie voor bevochtiging geproduceerd door thermische zonne-E (MJ)	-0,00
Netto energiebehoefte gedekt door bevochtigingssysteem (MJ)	0,00
Eindenergieverbruik bevochtiging - preferent (MJ)	0,00
Eindenergieverbruik bevochtiging - niet-preferent (MJ)	0,00



CO2-uitstoot	
Posten	Jaarlijks totaal
Uitstoot door verwarming (kg)	3 858,46
Uitstoot door koeling (kg)	0,00
Uitstoot door hulpenergie (kg)	2 365,10
Vermeden uitstoot door PV (kg)	-1 696,41
Vermeden uitstoot door WKK (kg)	-0,00
Verlichting (kg)	2 282,27
Totale CO2 uitstoot (kg)	6 809,43

**Fiche 4: Eisen ventilatie**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

K-volume: EPB-eenheden buiten het K-volume

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Eisen gerespecteerd:

Ventilatiesysteem: vzw Mané (2015-0479)

Type systeem: Mechanische toevoer, mechanische afvoer

Met warmteterugwinning:

Ruimten	Opp. [m ²]	Buitenlucht		Herbruikte lucht		Doorstroombucht		Openingen	Eis
		Toevoer [m ³ /h]	Afvoer [m ³ /h]	Toevoer [m ³ /h]	Afvoer [m ³ /h]	Toevoer [m ³ /h]	Afvoer [m ³ /h]		
C 1 bureau arbeidszorg (Kantoor)	15.05	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	1 MTO, 1 DO	<input checked="" type="checkbox"/>
C 1 arbeidszorg (Leslokalen)	36.21	220.0	135.0	0.0	0.0	0.0	85.0	1 MTO, 1 DO, 1 MAO	<input checked="" type="checkbox"/>
C 2 refect (Restaurants, cafetaria, snelbuffet, kantine, bars, cocktailbars)	33.2	506.0	421.0	0.0	0.0	0.0	85.0	1 MTO, 1 DO, 1 MAO	<input checked="" type="checkbox"/>
C 3 sanitaire cel dames (Doucheruimten, badkamers)	1.978	0.0	50.0	0.0	0.0	50.0	0.0	1 DO, 1 MAO	<input checked="" type="checkbox"/>
C 3 sanitaire cel heren (Doucheruimten, badkamers)	1.978	0.0	50.0	0.0	0.0	50.0	0.0	1 DO, 1 MAO	<input checked="" type="checkbox"/>
C 3 toilet MV 1 (WC)	12.79	0.0	25.0	0.0	0.0	25.0	0.0	1 DO, 1 MAO	<input checked="" type="checkbox"/>
C 3 toilet MV 2 (WC)	12.79	0.0	25.0	0.0	0.0	25.0	0.0	1 DO, 1 MAO	<input checked="" type="checkbox"/>
C 3 WC D (WC)	1.5	0.0	25.0	0.0	0.0	25.0	0.0	1 DO, 1 MAO	<input checked="" type="checkbox"/>
C 3 WC H (WC)	1.5	0.0	25.0	0.0	0.0	25.0	0.0	1 DO, 1 MAO	<input checked="" type="checkbox"/>
C 3 wasberging (Doucheruimten, badkamers)	36.92	185.0	185.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1 MTO, 1 MAO	<input checked="" type="checkbox"/>
- stockage / atelier (Overige ruimten)	85.2	132.0	157.0	0.0	0.0	45.0	20.0	1 MTO, 2 DO, 1 MAO	<input checked="" type="checkbox"/>
- gesloten stockage (Andere (gang, archief, ...))	15.05	0.0	20.0	0.0	0.0	20.0	0.0	1 DO, 1 MAO	<input checked="" type="checkbox"/>
- Berging (Andere (gang, archief, ...))	10.2	0.0	25.0	0.0	0.0	25.0	0.0	1 DO, 1 MAO	<input checked="" type="checkbox"/>
- inkom / gang (Andere (gang, archief, ...))	37.25	55.001	0.0	0.0	0.0	170.0	225.0008	1 MTO, 9 DO	<input checked="" type="checkbox"/>
- kleedruimte dames (Andere (gang, archief, ...))	13.72	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0004	50.0	2 DO	<input checked="" type="checkbox"/>



	Ruimten	Opp. [m ²]	Buitenlucht		Herbruikte lucht		Doorstroamlucht		Openingen	Eis
			Toevoer [m ³ /h]	Afvoer [m ³ /h]	Toevoer [m ³ /h]	Afvoer [m ³ /h]	Toevoer [m ³ /h]	Afvoer [m ³ /h]		
-	kleedruimte heren (Andere (gang, archief, ...))	13.72	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0004	50.0	2 DO	

**Fiche 5: Eisen hernieuwbare energie**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

K-volume: EPB-eenheden buiten het K-volume

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Eisen gerespecteerd:

System	Aanwezig ?	Voldoet aan de eisen?	Hoeveelheid hernieuwbare energie voor woningen		Hoeveelheid hernieuwbare energie voor kantoren, scholen appartementen	
			Bereikte hoeveelheid	Vereiste hoeveelheid	(kWh)	(kWh/m ²)
Zonne-thermisch energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Photovoltaïsch zonne-energiesysteem			nvt	nvt	6.581,35	20,00
Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa		-	nvt	nvt	-	-
Warmtepomp		-	nvt	nvt	-	-
Stadsverwarming of stadskoeling		-	nvt	nvt	-	-
Participatie		-	nvt	nvt	-	-
Overzicht				nvt	6.581,35	20,00



Samenvatting van de eisen per gebouw

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)" (naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

Beschermd volume: 1.565,71 m³

Volume "EPB-eenheden buiten het K-volume"

EPB-eenheid "vzw Mané (2015-0479)"

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Oppervlakte: 329,06 m²

Eisen op het niveau van de EPB-eenheid:

Umax / Rmin	K-peil	S-peil	E-peil	Etech	NE	Oververh.	Ventilatie	HE
<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/> 49.0				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
zie fiche 1 voor meer info.			zie fiche 3 voor meer info.				zie fiche 4 voor meer info.	zie fiche 5 voor meer info.

Methode bouwknopen: Optie B : methode van de EPB-aanvaarde knopen

Deze EPB-eenheid voldoet aan de eisen voor een BEN-gebouw.



BEN staat voor bijna-energieneutraal. Bouwen volgens de BEN-principes wordt vanaf 2021 de standaard voor nieuwe gebouwen in Vlaanderen. BEN-bouwen is vandaag al de slimste keuze, meer informatie via www.energiesparen.be/BEN.

Functionele delen :

Naam	Functie	Totale bruikbare vloeroppervlakte
Atelier/Stockage/Gesloten Stockage	Andere	100,25 m ²
Technische ruimte	Technische ruimten	10,20 m ²
Bureau arbeidszorg	Kantoor	15,05 m ²
Refter	Bijeenkomst - cafetaria/refter	33,20 m ²
Inkomhal	Gemeenschappelijk	37,25 m ²
Arbeidszorg	Gezondheidszorg zonder verblijf	36,21 m ²
Sanitair	Andere	31,40 m ²

**Fiche 3: Eisen E-peil en oververhitting (met jaarlijks totaal per post)**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Samenvatting van de resultaten van de EPB-eenheid	
Posten	Jaarlijks totaal
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	101 625,17
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Primair energieverbruik SWW (MJ)	50 777,49
Primair energieverbruik verlichting (MJ)	31 875,29
Primaire energiebesparing door PV (MJ)	-23 692,87
Primair energieverbruik hulpenergie (MJ)	33 030,82
Primaire energiebesparing door WKK (MJ)	-0,00
Karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	199 143,96
Referentiewaarde karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	414 225,38
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN)	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte verwarming (MJ)	68 691,09
Bruto energiebehoefte verwarming (MJ)	74 186,37
Energie voor verwarming geproduceerd door thermische zonne-E (MJ)	-0,00
Bruto energiebehoefte gedekt door verwarmingssysteem (MJ)	74 186,37
Eindenergieverbruik verwarming - preferent (MJ)	101 625,17
Eindenergieverbruik verwarming - niet preferent (MJ)	0,00
Eindenergieverbruik verwarming (MJ)	101 625,17
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	101 625,17
Referentiewaarde primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	290 495,35
Primair energieverbruik koeling	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Bruto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Eindenergieverbruik koeling - preferent (MJ)	2 211,22
Eindenergieverbruik koeling - niet-preferent (MJ)	0,00
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Referentiewaarde primair energieverbruik koeling (MJ)	3 353,78



CO2-uitstoot	
Posten	Jaarlijks totaal
Uitstoot door verwarming (kg)	5 121,91
Uitstoot door koeling (kg)	0,00
Uitstoot door hulpenergie (kg)	2 365,01
Vermeden uitstoot door PV (kg)	-1 696,41
Vermeden uitstoot door WKK (kg)	-0,00
Verlichting (kg)	2 282,27
Totale CO2 uitstoot (kg)	8 072,78

**Fiche 5: Eisen hernieuwbare energie**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

K-volume: EPB-eenheden buiten het K-volume

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Eisen gerespecteerd:

System	Aanwezig ?	Voldoet aan de eisen?	Hoeveelheid hernieuwbare energie voor woningen		Hoeveelheid hernieuwbare energie voor kantoren, scholen appartementen	
			Bereikte hoeveelheid	Vereiste hoeveelheid	(kWh)	(kWh/m ²)
Zonne-thermisch energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Photovoltaïsch zonne-energiesysteem			nvt	nvt	6.581,35	20,00
Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa		-	nvt	nvt	-	-
Warmtepomp		-	nvt	nvt	-	-
Stadsverwarming of stadskoeling		-	nvt	nvt	-	-
Participatie		-	nvt	nvt	-	-
Overzicht				nvt	6.581,35	20,00



Samenvatting van de eisen per gebouw

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)" (naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

Beschermd volume: 1.565,71 m³

Volume "EPB-eenheden buiten het K-volume"

EPB-eenheid "vzw Mané (2015-0479)"

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Oppervlakte: 329,06 m²

Eisen op het niveau van de EPB-eenheid:

Umax / Rmin	K-peil	S-peil	E-peil	Etech	NE	Oververh.	Ventilatie	HE
✔			✔ 47.0				✔	✔
zie fiche 1 voor meer info.			zie fiche 3 voor meer info.				zie fiche 4 voor meer info.	zie fiche 5 voor meer info.

Methode bouwknopen: Optie B : methode van de EPB-aanvaarde knopen

Deze EPB-eenheid voldoet aan de eisen voor een BEN-gebouw.



BEN staat voor bijna-energieneutraal. Bouwen volgens de BEN-principes wordt vanaf 2021 de standaard voor nieuwe gebouwen in Vlaanderen. BEN-bouwen is vandaag al de slimste keuze, meer informatie via www.energiesparen.be/BEN.

Functionele delen :

Naam	Functie	Totale bruikbare vloeroppervlakte
Atelier/Stockage/Gesloten Stockage	Andere	100,25 m ²
Technische ruimte	Technische ruimten	10,20 m ²
Bureau arbeidszorg	Kantoor	15,05 m ²
Refter	Bijeenkomst - cafetaria/refter	33,20 m ²
Inkomhal	Gemeenschappelijk	37,25 m ²
Arbeidszorg	Gezondheidszorg zonder verblijf	36,21 m ²
Sanitair	Andere	31,40 m ²

**Fiche 3: Eisen E-peil en oververhitting (met jaarlijks totaal per post)**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Samenvatting van de resultaten van de EPB-eenheid	
Posten	Jaarlijks totaal
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	85 555,34
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 732,11
Primair energieverbruik SWW (MJ)	50 777,49
Primair energieverbruik verlichting (MJ)	31 875,29
Primaire energiebesparing door PV (MJ)	-23 692,87
Primair energieverbruik hulpenergie (MJ)	43 722,12
Primaire energiebesparing door WKK (MJ)	-0,00
Karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	193 969,49
Referentiewaarde karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	418 116,80

Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN)	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte verwarming (MJ)	67 270,66
Bruto energiebehoefte verwarming (MJ)	72 652,31
Energie voor verwarming geproduceerd door thermische zonne-E (MJ)	-0,00
Bruto energiebehoefte gedekt door verwarmingssysteem (MJ)	72 652,31
Eindenergieverbruik verwarming - preferent (MJ)	85 555,34
Eindenergieverbruik verwarming - niet preferent (MJ)	0,00
Eindenergieverbruik verwarming (MJ)	85 555,34
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	85 555,34
Referentiewaarde primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	290 495,35

Primair energieverbruik koeling	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte koeling (MJ)	11 464,22
Bruto energiebehoefte koeling (MJ)	11 464,22
Eindenergieverbruik koeling - preferent (MJ)	2 292,84
Eindenergieverbruik koeling - niet-preferent (MJ)	0,00
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 732,11
Referentiewaarde primair energieverbruik koeling (MJ)	3 353,78



CO2-uitstoot	
Posten	Jaarlijks totaal
Uitstoot door verwarming (kg)	4 311,99
Uitstoot door koeling (kg)	0,00
Uitstoot door hulpenergie (kg)	3 130,50
Vermeden uitstoot door PV (kg)	-1 696,41
Vermeden uitstoot door WKK (kg)	-0,00
Verlichting (kg)	2 282,27
Totale CO2 uitstoot (kg)	8 028,35

**Fiche 5: Eisen hernieuwbare energie**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

K-volume: EPB-eenheden buiten het K-volume

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Eisen gerespecteerd:

System	Aanwezig ?	Voldoet aan de eisen?	Hoeveelheid hernieuwbare energie voor woningen		Hoeveelheid hernieuwbare energie voor kantoren, scholen appartementen	
			Bereikte hoeveelheid	Vereiste hoeveelheid	(kWh)	(kWh/m ²)
Zonne-thermisch energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Photovoltaïsch zonne-energiesysteem			nvt	nvt	6.581,35	20,00
Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa		-	nvt	nvt	-	-
Warmtepomp		-	nvt	nvt	-	-
Stadsverwarming of stadskoeling		-	nvt	nvt	-	-
Participatie		-	nvt	nvt	-	-
Overzicht				nvt	6.581,35	20,00



Samenvatting van de eisen per gebouw

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)" (naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

Beschermd volume: 1.565,71 m³

Volume "EPB-eenheden buiten het K-volume"

EPB-eenheid "vzw Mané (2015-0479)"

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Oppervlakte: 329,06 m²

Eisen op het niveau van de EPB-eenheid:

Umax / Rmin	K-peil	S-peil	E-peil	Etech	NE	Oververh.	Ventilatie	HE
✔			✔ 47.0				✔	✔
zie fiche 1 voor meer info.			zie fiche 3 voor meer info.				zie fiche 4 voor meer info.	zie fiche 5 voor meer info.

Methode bouwknopen: Optie B : methode van de EPB-aanvaarde knopen

Deze EPB-eenheid voldoet aan de eisen voor een BEN-gebouw.



BEN staat voor bijna-energieneutraal. Bouwen volgens de BEN-principes wordt vanaf 2021 de standaard voor nieuwe gebouwen in Vlaanderen. BEN-bouwen is vandaag al de slimste keuze, meer informatie via www.energiesparen.be/BEN.

Functionele delen :

Naam	Functie	Totale bruikbare vloeroppervlakte
Atelier/Stockage/Gesloten Stockage	Andere	100,25 m ²
Technische ruimte	Technische ruimten	10,20 m ²
Bureau arbeidszorg	Kantoor	15,05 m ²
Refter	Bijeenkomst - cafetaria/refter	33,20 m ²
Inkomhal	Gemeenschappelijk	37,25 m ²
Arbeidszorg	Gezondheidszorg zonder verblijf	36,21 m ²
Sanitair	Andere	31,40 m ²

**Fiche 3: Eisen E-peil en oververhitting (met jaarlijks totaal per post)**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Samenvatting van de resultaten van de EPB-eenheid	
Posten	Jaarlijks totaal
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	56 655,04
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Primair energieverbruik SWW (MJ)	66 536,03
Primair energieverbruik verlichting (MJ)	31 875,29
Primaire energiebesparing door PV (MJ)	-0,00
Primair energieverbruik hulpenergie (MJ)	32 748,88
Primaire energiebesparing door WKK (MJ)	-0,00
Karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	193 343,28
Referentiewaarde karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	413 520,89

Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN)	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte verwarming (MJ)	68 691,09
Bruto energiebehoefte verwarming (MJ)	74 186,37
Energie voor verwarming geproduceerd door thermische zonne-E (MJ)	-0,00
Bruto energiebehoefte gedekt door verwarmingssysteem (MJ)	74 186,37
Eindenergieverbruik verwarming - preferent (MJ)	22 662,02
Eindenergieverbruik verwarming - niet preferent (MJ)	0,00
Eindenergieverbruik verwarming (MJ)	22 662,02
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	56 655,04
Referentiewaarde primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	290 495,35

Primair energieverbruik koeling	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Bruto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Eindenergieverbruik koeling - preferent (MJ)	2 211,22
Eindenergieverbruik koeling - niet-preferent (MJ)	0,00
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Referentiewaarde primair energieverbruik koeling (MJ)	3 353,78



CO2-uitstoot	
Posten	Jaarlijks totaal
Uitstoot door verwarming (kg)	4 056,50
Uitstoot door koeling (kg)	0,00
Uitstoot door hulpenergie (kg)	2 344,82
Vermeden uitstoot door PV (kg)	-0,00
Vermeden uitstoot door WKK (kg)	-0,00
Verlichting (kg)	2 282,27
Totale CO2 uitstoot (kg)	8 683,59

**Fiche 5: Eisen hernieuwbare energie**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

K-volume: EPB-eenheden buiten het K-volume

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Eisen gerespecteerd:

System	Aanwezig ?	Voldoet aan de eisen?	Hoeveelheid hernieuwbare energie voor woningen		Hoeveelheid hernieuwbare energie voor kantoren, scholen appartementen	
			Bereikte hoeveelheid	Vereiste hoeveelheid	(kWh)	(kWh/m ²)
Zonne-thermisch energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Photovoltaïsch zonne-energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa		-	nvt	nvt	-	-
Warmtepomp			nvt	nvt	17.639,12	53,61
Stadsverwarming of stadskoeling		-	nvt	nvt	-	-
Participatie		-	nvt	nvt	-	-
Overzicht				nvt	17.639,12	53,61

Bijlage E: Resultaten EPB: warmtepomp lucht-water – Onb. rendement



Samenvatting van de eisen per gebouw

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)" (naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

Beschermd volume: 1.565,71 m³

Volume "EPB-eenheden buiten het K-volume"

EPB-eenheid "vzw Mané (2015-0479)"

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Oppervlakte: 329,06 m²

Eisen op het niveau van de EPB-eenheid:

Umax / Rmin	K-peil	S-peil	E-peil	Etech	NE	Oververh.	Ventilatie	HE
✔			✔ 56.0				✔	✔
zie fiche 1 voor meer info.			zie fiche 3 voor meer info.				zie fiche 4 voor meer info.	zie fiche 5 voor meer info.

Methode bouwknopen: Optie B : methode van de EPB-aanvaarde knopen

Deze EPB-eenheid voldoet aan de eisen voor een BEN-gebouw.



BEN staat voor bijna-energie neutraal. Bouwen volgens de BEN-principes wordt vanaf 2021 de standaard voor nieuwe gebouwen in Vlaanderen. BEN-bouwen is vandaag al de slimste keuze, meer informatie via www.energiesparen.be/BEN.

Functionele delen :

Naam	Functie	Totale bruikbare vloeroppervlakte
Atelier/Stockage/Gesloten Stockage	Andere	100,25 m ²
Technische ruimte	Technische ruimten	10,20 m ²
Bureau arbeidszorg	Kantoor	15,05 m ²
Refter	Bijeenkomst - cafetaria/refter	33,20 m ²
Inkomhal	Gemeenschappelijk	37,25 m ²
Arbeidszorg	Gezondheidszorg zonder verblijf	36,21 m ²
Sanitair	Andere	31,40 m ²

**Fiche 3: Eisen E-peil en oververhitting (met jaarlijks totaal per post)**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Samenvatting van de resultaten van de EPB-eenheid	
Posten	Jaarlijks totaal
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	92 732,97
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Primair energieverbruik SWW (MJ)	66 536,03
Primair energieverbruik verlichting (MJ)	31 875,29
Primaire energiebesparing door PV (MJ)	-0,00
Primair energieverbruik hulpenergie (MJ)	32 748,88
Primaire energiebesparing door WKK (MJ)	-0,00
Karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	229 421,21
Referentiewaarde karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	413 520,89

Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN)	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte verwarming (MJ)	68 691,09
Bruto energiebehoefte verwarming (MJ)	74 186,37
Energie voor verwarming geproduceerd door thermische zonne-E (MJ)	-0,00
Bruto energiebehoefte gedekt door verwarmingssysteem (MJ)	74 186,37
Eindenergieverbruik verwarming - preferent (MJ)	37 093,19
Eindenergieverbruik verwarming - niet preferent (MJ)	0,00
Eindenergieverbruik verwarming (MJ)	37 093,19
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	92 732,97
Referentiewaarde primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	290 495,35

Primair energieverbruik koeling	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Bruto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Eindenergieverbruik koeling - preferent (MJ)	2 211,22
Eindenergieverbruik koeling - niet-preferent (MJ)	0,00
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Referentiewaarde primair energieverbruik koeling (MJ)	3 353,78



CO2-uitstoot	
Posten	Jaarlijks totaal
Uitstoot door verwarming (kg)	6 639,68
Uitstoot door koeling (kg)	0,00
Uitstoot door hulpenergie (kg)	2 344,82
Vermeden uitstoot door PV (kg)	-0,00
Vermeden uitstoot door WKK (kg)	-0,00
Verlichting (kg)	2 282,27
Totale CO2 uitstoot (kg)	11 266,77

**Fiche 5: Eisen hernieuwbare energie**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

K-volume: EPB-eenheden buiten het K-volume

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Eisen gerespecteerd:

System	Aanwezig ?	Voldoet aan de eisen?	Hoeveelheid hernieuwbare energie voor woningen		Hoeveelheid hernieuwbare energie voor kantoren, scholen appartementen	
			Bereikte hoeveelheid	Vereiste hoeveelheid	(kWh)	(kWh/m ²)
Zonne-thermisch energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Photovoltaïsch zonne-energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa		-	nvt	nvt	-	-
Warmtepomp			nvt	nvt	13.630,46	41,42
Stadsverwarming of stadskoeling		-	nvt	nvt	-	-
Participatie		-	nvt	nvt	-	-
Overzicht				nvt	13.630,46	41,42



Samenvatting van de eisen per gebouw

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)" (naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

Beschermd volume: 1.565,71 m³

Volume "EPB-eenheden buiten het K-volume"

EPB-eenheid "vzw Mané (2015-0479)"

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Oppervlakte: 329,06 m²

Eisen op het niveau van de EPB-eenheid:

Umax / Rmin	K-peil	S-peil	E-peil	Etech	NE	Oververh.	Ventilatie	HE
✔			✔ 49.0				✔	✔
zie fiche 1 voor meer info.			zie fiche 3 voor meer info.				zie fiche 4 voor meer info.	zie fiche 5 voor meer info.

Methode bouwknopen: Optie B : methode van de EPB-aanvaarde knopen

Deze EPB-eenheid voldoet aan de eisen voor een BEN-gebouw.



BEN staat voor bijna-energieneutraal. Bouwen volgens de BEN-principes wordt vanaf 2021 de standaard voor nieuwe gebouwen in Vlaanderen. BEN-bouwen is vandaag al de slimste keuze, meer informatie via www.energiesparen.be/BEN.

Functionele delen :

Naam	Functie	Totale bruikbare vloeroppervlakte
Atelier/Stockage/Gesloten Stockage	Andere	100,25 m²
Technische ruimte	Technische ruimten	10,20 m²
Bureau arbeidszorg	Kantoor	15,05 m²
Refter	Bijeenkomst - cafetaria/refter	33,20 m²
Inkomhal	Gemeenschappelijk	37,25 m²
Arbeidszorg	Gezondheidszorg zonder verblijf	36,21 m²
Sanitair	Andere	31,40 m²

**Fiche 3: Eisen E-peil en oververhitting (met jaarlijks totaal per post)**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Samenvatting van de resultaten van de EPB-eenheid	
Posten	Jaarlijks totaal
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	64 980,69
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Primair energieverbruik SWW (MJ)	66 536,03
Primair energieverbruik verlichting (MJ)	31 875,29
Primaire energiebesparing door PV (MJ)	-0,00
Primair energieverbruik hulpenergie (MJ)	32 748,88
Primaire energiebesparing door WKK (MJ)	-0,00
Karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	201 668,93
Referentiewaarde karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	413 520,89
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN)	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte verwarming (MJ)	68 691,09
Bruto energiebehoefte verwarming (MJ)	74 186,37
Energie voor verwarming geproduceerd door thermische zonne-E (MJ)	-0,00
Bruto energiebehoefte gedekt door verwarmingssysteem (MJ)	74 186,37
Eindenergieverbruik verwarming - preferent (MJ)	25 992,28
Eindenergieverbruik verwarming - niet preferent (MJ)	0,00
Eindenergieverbruik verwarming (MJ)	25 992,28
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	64 980,69
Referentiewaarde primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	290 495,35
Primair energieverbruik koeling	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Bruto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Eindenergieverbruik koeling - preferent (MJ)	2 211,22
Eindenergieverbruik koeling - niet-preferent (MJ)	0,00
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Referentiewaarde primair energieverbruik koeling (MJ)	3 353,78



CO2-uitstoot	
Posten	Jaarlijks totaal
Uitstoot door verwarming (kg)	4 652,62
Uitstoot door koeling (kg)	0,00
Uitstoot door hulpenergie (kg)	2 344,82
Vermeden uitstoot door PV (kg)	-0,00
Vermeden uitstoot door WKK (kg)	-0,00
Verlichting (kg)	2 282,27
Totale CO2 uitstoot (kg)	9 279,71

**Fiche 5: Eisen hernieuwbare energie**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

K-volume: EPB-eenheden buiten het K-volume

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Eisen gerespecteerd:

System	Aanwezig ?	Voldoet aan de eisen?	Hoeveelheid hernieuwbare energie voor woningen		Hoeveelheid hernieuwbare energie voor kantoren, scholen appartementen	
			Bereikte hoeveelheid	Vereiste hoeveelheid	(kWh)	(kWh/m ²)
Zonne-thermisch energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Photovoltaïsch zonne-energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa		-	nvt	nvt	-	-
Warmtepomp			nvt	nvt	16.714,05	50,79
Stadsverwarming of stadskoeling		-	nvt	nvt	-	-
Participatie		-	nvt	nvt	-	-
Overzicht				nvt	16.714,05	50,79



Samenvatting van de eisen per gebouw

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)" (naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

Beschermd volume: 1.565,71 m³

Volume "EPB-eenheden buiten het K-volume"

EPB-eenheid "vzw Mané (2015-0479)"

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Oppervlakte: 329,06 m²

Eisen op het niveau van de EPB-eenheid:

Umax / Rmin	K-peil	S-peil	E-peil	Etech	NE	Oververh.	Ventilatie	HE
✔			✔ 43.0				✔	✔
zie fiche 1 voor meer info.			zie fiche 3 voor meer info.				zie fiche 4 voor meer info.	zie fiche 5 voor meer info.

Methode bouwknopen: Optie B : methode van de EPB-aanvaarde knopen

Deze EPB-eenheid voldoet aan de eisen voor een BEN-gebouw.



BEN staat voor bijna-energieneutraal. Bouwen volgens de BEN-principes wordt vanaf 2021 de standaard voor nieuwe gebouwen in Vlaanderen. BEN-bouwen is vandaag al de slimste keuze, meer informatie via www.energiesparen.be/BEN.

Functionele delen :

Naam	Functie	Totale bruikbare vloeroppervlakte
Atelier/Stockage/Gesloten Stockage	Andere	100,25 m ²
Technische ruimte	Technische ruimten	10,20 m ²
Bureau arbeidszorg	Kantoor	15,05 m ²
Refter	Bijeenkomst - cafetaria/refter	33,20 m ²
Inkomhal	Gemeenschappelijk	37,25 m ²
Arbeidszorg	Gezondheidszorg zonder verblijf	36,21 m ²
Sanitair	Andere	31,40 m ²

**Fiche 3: Eisen E-peil en oververhitting (met jaarlijks totaal per post)**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Samenvatting van de resultaten van de EPB-eenheid	
Posten	Jaarlijks totaal
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	38 328,99
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Primair energieverbruik SWW (MJ)	66 536,03
Primair energieverbruik verlichting (MJ)	31 875,29
Primaire energiebesparing door PV (MJ)	-0,00
Primair energieverbruik hulpenergie (MJ)	32 748,88
Primaire energiebesparing door WKK (MJ)	-0,00
Karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	175 017,23
Referentiewaarde karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	413 520,89
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN)	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte verwarming (MJ)	68 691,09
Bruto energiebehoefte verwarming (MJ)	74 186,37
Energie voor verwarming geproduceerd door thermische zonne-E (MJ)	-0,00
Bruto energiebehoefte gedekt door verwarmingssysteem (MJ)	74 186,37
Eindenergieverbruik verwarming - preferent (MJ)	15 331,60
Eindenergieverbruik verwarming - niet preferent (MJ)	0,00
Eindenergieverbruik verwarming (MJ)	15 331,60
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	38 328,99
Referentiewaarde primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	290 495,35
Primair energieverbruik koeling	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Bruto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Eindenergieverbruik koeling - preferent (MJ)	2 211,22
Eindenergieverbruik koeling - niet-preferent (MJ)	0,00
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Referentiewaarde primair energieverbruik koeling (MJ)	3 353,78



CO2-uitstoot	
Posten	Jaarlijks totaal
Uitstoot door verwarming (kg)	2 744,36
Uitstoot door koeling (kg)	0,00
Uitstoot door hulpenergie (kg)	2 344,82
Vermeden uitstoot door PV (kg)	-0,00
Vermeden uitstoot door WKK (kg)	-0,00
Verlichting (kg)	2 282,27
Totale CO2 uitstoot (kg)	7 371,45

**Fiche 5: Eisen hernieuwbare energie**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

K-volume: EPB-eenheden buiten het K-volume

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Eisen gerespecteerd:

System	Aanwezig ?	Voldoet aan de eisen?	Hoeveelheid hernieuwbare energie voor woningen		Hoeveelheid hernieuwbare energie voor kantoren, scholen appartementen	
			Bereikte hoeveelheid	Vereiste hoeveelheid	(kWh)	(kWh/m ²)
Zonne-thermisch energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Photovoltaïsch zonne-energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa		-	nvt	nvt	-	-
Warmtepomp			nvt	nvt	19.675,35	59,79
Stadsverwarming of stadskoeling		-	nvt	nvt	-	-
Participatie		-	nvt	nvt	-	-
Overzicht				nvt	19.675,35	59,79



Samenvatting van de eisen per gebouw

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)" (naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

Beschermd volume: 1.565,71 m³

Volume "EPB-eenheden buiten het K-volume"

EPB-eenheid "vzw Mané (2015-0479)"

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Oppervlakte: 329,06 m²

Eisen op het niveau van de EPB-eenheid:

Umax / Rmin	K-peil	S-peil	E-peil	Etech	NE	Oververh.	Ventilatie	HE
✔			✔ 56.0				✔	✔
zie fiche 1 voor meer info.			zie fiche 3 voor meer info.				zie fiche 4 voor meer info.	zie fiche 5 voor meer info.

Methode bouwknopen: Optie B : methode van de EPB-aanvaarde knopen

Deze EPB-eenheid voldoet aan de eisen voor een BEN-gebouw.



BEN staat voor bijna-energieneutraal. Bouwen volgens de BEN-principes wordt vanaf 2021 de standaard voor nieuwe gebouwen in Vlaanderen. BEN-bouwen is vandaag al de slimste keuze, meer informatie via www.energiesparen.be/BEN.

Functionele delen :

Naam	Functie	Totale bruikbare vloeroppervlakte
Atelier/Stockage/Gesloten Stockage	Andere	100,25 m²
Technische ruimte	Technische ruimten	10,20 m²
Bureau arbeidszorg	Kantoor	15,05 m²
Refter	Bijeenkomst - cafetaria/refter	33,20 m²
Inkomhal	Gemeenschappelijk	37,25 m²
Arbeidszorg	Gezondheidszorg zonder verblijf	36,21 m²
Sanitair	Andere	31,40 m²

**Fiche 3: Eisen E-peil en oververhitting (met jaarlijks totaal per post)**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Samenvatting van de resultaten van de EPB-eenheid	
Posten	Jaarlijks totaal
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	92 732,97
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Primair energieverbruik SWW (MJ)	66 536,03
Primair energieverbruik verlichting (MJ)	31 875,29
Primaire energiebesparing door PV (MJ)	-0,00
Primair energieverbruik hulpenergie (MJ)	32 748,88
Primaire energiebesparing door WKK (MJ)	-0,00
Karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	229 421,21
Referentiewaarde karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	413 520,89

Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN)	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte verwarming (MJ)	68 691,09
Bruto energiebehoefte verwarming (MJ)	74 186,37
Energie voor verwarming geproduceerd door thermische zonne-E (MJ)	-0,00
Bruto energiebehoefte gedekt door verwarmingssysteem (MJ)	74 186,37
Eindenergieverbruik verwarming - preferent (MJ)	37 093,19
Eindenergieverbruik verwarming - niet preferent (MJ)	0,00
Eindenergieverbruik verwarming (MJ)	37 093,19
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	92 732,97
Referentiewaarde primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	290 495,35

Primair energieverbruik koeling	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Bruto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Eindenergieverbruik koeling - preferent (MJ)	2 211,22
Eindenergieverbruik koeling - niet-preferent (MJ)	0,00
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Referentiewaarde primair energieverbruik koeling (MJ)	3 353,78



CO2-uitstoot	
Posten	Jaarlijks totaal
Uitstoot door verwarming (kg)	6 639,68
Uitstoot door koeling (kg)	0,00
Uitstoot door hulpenergie (kg)	2 344,82
Vermeden uitstoot door PV (kg)	-0,00
Vermeden uitstoot door WKK (kg)	-0,00
Verlichting (kg)	2 282,27
Totale CO2 uitstoot (kg)	11 266,77

**Fiche 5: Eisen hernieuwbare energie**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

K-volume: EPB-eenheden buiten het K-volume

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Eisen gerespecteerd:

System	Aanwezig ?	Voldoet aan de eisen?	Hoeveelheid hernieuwbare energie voor woningen		Hoeveelheid hernieuwbare energie voor kantoren, scholen appartementen	
			Bereikte hoeveelheid	Vereiste hoeveelheid	(kWh)	(kWh/m ²)
Zonne-thermisch energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Photovoltaïsch zonne-energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa		-	nvt	nvt	-	-
Warmtepomp			nvt	nvt	13.630,46	41,42
Stadsverwarming of stadskoeling		-	nvt	nvt	-	-
Participatie		-	nvt	nvt	-	-
Overzicht				nvt	13.630,46	41,42



Samenvatting van de eisen per gebouw

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)" (naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiemee gelijkgesteld)

Beschermd volume: 1.565,71 m³

Volume "EPB-eenheden buiten het K-volume"

EPB-eenheid "vzw Mané (2015-0479)"

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Oppervlakte: 329,06 m²

Eisen op het niveau van de EPB-eenheid:

Umax / Rmin	K-peil	S-peil	E-peil	Etech	NE	Oververh.	Ventilatie	HE
✔			✔ 49.0				✔	✔
zie fiche 1 voor meer info.			zie fiche 3 voor meer info.				zie fiche 4 voor meer info.	zie fiche 5 voor meer info.

Methode bouwknoepen: Optie B : methode van de EPB-aanvaarde knopen

Deze EPB-eenheid voldoet aan de eisen voor een BEN-gebouw.



BEN staat voor bijna-energie neutraal. Bouwen volgens de BEN-principes wordt vanaf 2021 de standaard voor nieuwe gebouwen in Vlaanderen. BEN-bouwen is vandaag al de slimste keuze, meer informatie via www.energiesparen.be/BEN.

Functionele delen :

Naam	Functie	Totale bruikbare vloeroppervlakte
Atelier/Stockage/Gesloten Stockage	Andere	100,25 m ²
Technische ruimte	Technische ruimten	10,20 m ²
Bureau arbeidszorg	Kantoor	15,05 m ²
Refter	Bijeenkomst - cafetaria/refter	33,20 m ²
Inkomhal	Gemeenschappelijk	37,25 m ²
Arbeidszorg	Gezondheidszorg zonder verblijf	36,21 m ²
Sanitair	Andere	31,40 m ²

**Fiche 3: Eisen E-peil en oververhitting (met jaarlijks totaal per post)**

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)

Bestemming van de EPB-eenheid: Niet-residentieel (EPN)

Samenvatting van de resultaten van de EPB-eenheid	
Posten	Jaarlijks totaal
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	64 980,69
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Primair energieverbruik SWW (MJ)	66 536,03
Primair energieverbruik verlichting (MJ)	31 875,29
Primaire energiebesparing door PV (MJ)	-0,00
Primair energieverbruik hulpenergie (MJ)	32 748,88
Primaire energiebesparing door WKK (MJ)	-0,00
Karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	201 668,93
Referentiewaarde karakteristiek primair energieverbruik (MJ)	413 520,89
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN)	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte verwarming (MJ)	68 691,09
Bruto energiebehoefte verwarming (MJ)	74 186,37
Energie voor verwarming geproduceerd door thermische zonne-E (MJ)	-0,00
Bruto energiebehoefte gedekt door verwarmingssysteem (MJ)	74 186,37
Eindenergieverbruik verwarming - preferent (MJ)	25 992,28
Eindenergieverbruik verwarming - niet preferent (MJ)	0,00
Eindenergieverbruik verwarming (MJ)	25 992,28
Primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	64 980,69
Referentiewaarde primair energieverbruik verwarming (en bevochtiging als EPU/EPN) (MJ)	290 495,35
Primair energieverbruik koeling	
Posten	Jaarlijks totaal
Netto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Bruto energiebehoefte koeling (MJ)	11 056,11
Eindenergieverbruik koeling - preferent (MJ)	2 211,22
Eindenergieverbruik koeling - niet-preferent (MJ)	0,00
Primair energieverbruik koeling (MJ)	5 528,05
Referentiewaarde primair energieverbruik koeling (MJ)	3 353,78



CO2-uitstoot	
Posten	Jaarlijks totaal
Uitstoot door verwarming (kg)	4 652,62
Uitstoot door koeling (kg)	0,00
Uitstoot door hulpenergie (kg)	2 344,82
Vermeden uitstoot door PV (kg)	-0,00
Vermeden uitstoot door WKK (kg)	-0,00
Verlichting (kg)	2 282,27
Totale CO2 uitstoot (kg)	9 279,71



Fiche 5: Eisen hernieuwbare energie

Gebouw "vzw Mané (2015-0479)"

(naam van het gebouw)

Aard van de werken: Nieuwbouw (of hiermee gelijkgesteld)

K-volume: EPB-eenheden buiten het K-volume

EPB-eenheid: vzw Mané (2015-0479)


Eisen gerespecteerd:

System	Aanwezig ?	Voldoet aan de eisen?	Hoeveelheid hernieuwbare energie voor woningen		Hoeveelheid hernieuwbare energie voor kantoren, scholen appartementen	
			Bereikte hoeveelheid	Vereiste hoeveelheid	(kWh)	(kWh/m ²)
Zonne-thermisch energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Photovoltaïsch zonne-energiesysteem		-	nvt	nvt	-	-
Biomassakachel, biomassaketel of WKK op biomassa		-	nvt	nvt	-	-
Warmtepomp			nvt	nvt	16.714,05	50,79
Stadsverwarming of stadskoeling		-	nvt	nvt	-	-
Participatie		-	nvt	nvt	-	-
Overzicht				nvt	16.714,05	50,79

Bijlage J: Gemeenschappelijke resultaten - Revit

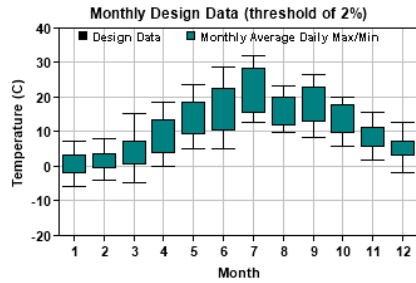
Building Summary - Quick Stats	
Number of People:	37 people
Average Lighting Power Density:	4.28 W / m ² ↓
Average Equipment Power Density:	2.99 W / m ² ↓
Specific Fan Flow:	3.8 LPerSec / m ²
Specific Fan Power:	-150,274.701 W / LPerSec ↓
Specific Cooling:	0 m ² / kW ↓
Specific Heating:	0 m ² / kW ↓
Total Fan Flow:	1,331 LPerSec
Total Cooling Capacity:	-58,606 kW
Total Heating Capacity:	58,620 kW
↑ higher than typical value	
↓ lower than typical value	

Base Run Construction		
Roofs	Basic Roof: plat dak	350 m ²
	U-Value: 0.17 ⓘ R20 over Roof Deck - Cool Roof	3 m ²
Exterior Walls	Basic Wall: silex betonwand	364 m ²
	U-Value: 0.18 ⓘ Basic Wall: silex betonwand + Basic Wall: MS125/A-A-75-A-A	5 m ²
Interior Walls	U-Value: 0.12 ⓘ R9 5 8in Concrete	57 m ²
	U-Value: 0.84 ⓘ	
	Basic Wall: silex betonwand	7 m ²
	U-Value: 0.18 ⓘ Basic Wall: betonwand 10 cm	72 m ²
	U-Value: 22.00 ⓘ	
Underground Walls	Basic Wall: MS150/A-A-100-A-A	61 m ²
	U-Value: 0.25 ⓘ Basic Wall: MS125/A-A-75-A-A	72 m ²
	U-Value: 0.32 ⓘ Uninsulated Interior Wall	65 m ²
	U-Value: 2.35 ⓘ	
Underground Slabs	Basic Wall: silex betonwand	4 m ²
Nonsliding Doors	U-Value: 0.18 ⓘ Floor: GK_150_Beton_150	346 m ²
	U-Value: 14.67 ⓘ Uninsulated concrete slab	0 m ²
Air Openings	U-Value: 0.16 ⓘ R5 Door (14 doors)	43 m ²
	U-Value: 1.06 ⓘ Non-North Facing Windows: Unglazed opening (8 doors)	31 m ²
	U-Value: 0.00 W / (m ² -K), SHGC: 1.00 , Vit: 1.00	
Air Openings	Non-North Facing Windows: Unglazed opening (8 doors)	31 m ²
	U-Value: 0.00 W / (m ² -K), SHGC: 1.00 , Vit: 1.00	
Operable Windows	North Facing Windows: Large double-glazed windows (reflective coating) - industry (2 windows)	15 m ²
	U-Value: 2.92 W / (m ² -K), SHGC: 0.13 , Vit: 0.07	
Operable Skylight	Non-North Facing Windows: Large double-glazed windows (reflective coating) - industry (8 skylights)	33 m ²
	U-Value: 2.92 W / (m ² -K), SHGC: 0.13 , Vit: 0.07	
	Non-North Facing Windows: Large double-glazed windows (reflective coating) - industry (8 skylights)	3 m ²
	U-Value: 3.20 W / (m ² -K), SHGC: 0.13 , Vit: 0.07	
> 3D VRML View		
Base Run Hydronic Equipment		Note: this information should not be used for sizing purposes.
ⓘ Domestic Hot Water	Average Demand	6,473
Base Run Air Equipment		Note: this information should not be used for sizing purposes.
ⓘ Packaged Single Zone	Supply Fan Flow	396 LPerSec
	Annual Supply Fan Run Time	3,263 Hours
	Cooling Capacity	-29,303
	Heating Capacity	29,310
ⓘ Packaged Single Zone	Supply Fan Flow	935 LPerSec
	Annual Supply Fan Run Time	3,263 Hours
	Cooling Capacity	-29,303
	Heating Capacity	29,310

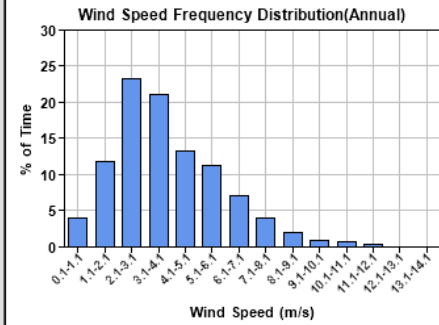
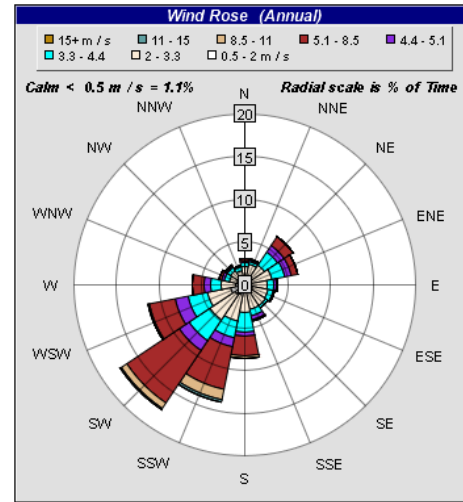
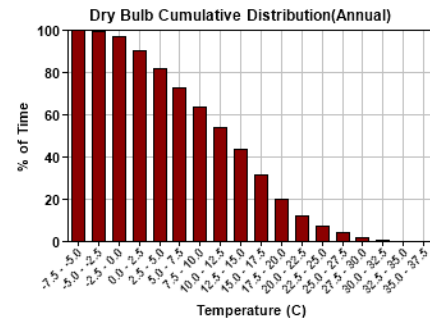
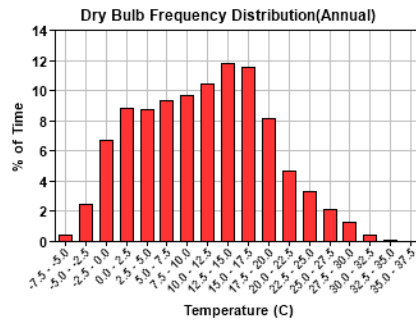
Weather Station: GBS_06M12_02_121142 
 Distance to your project 4.4 mi (7.1 km)
 Latitude = 50.9000 , Longitude = 5.7500

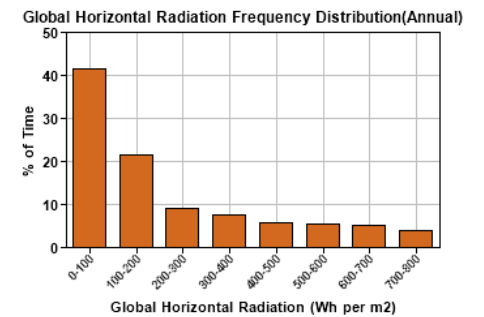
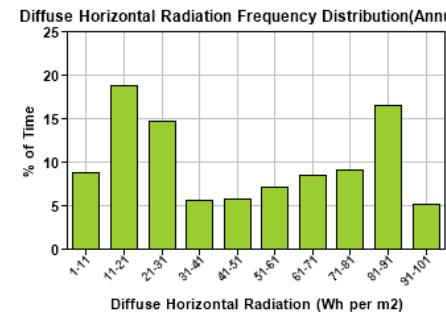
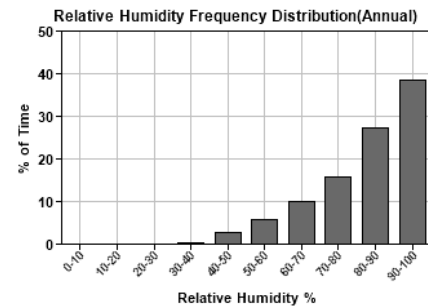
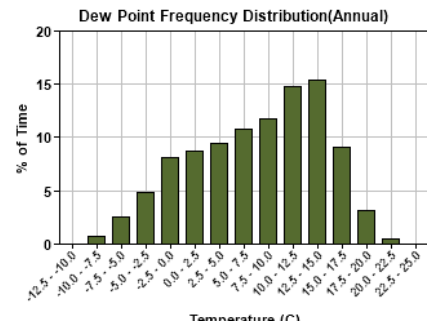
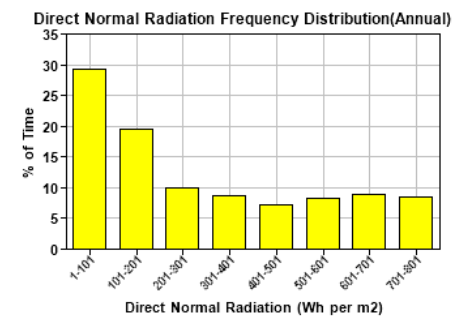
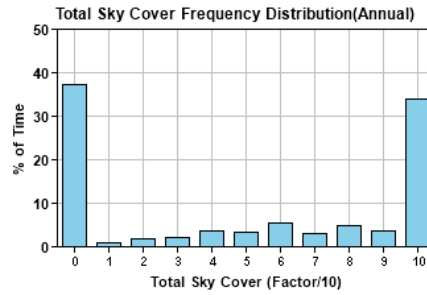
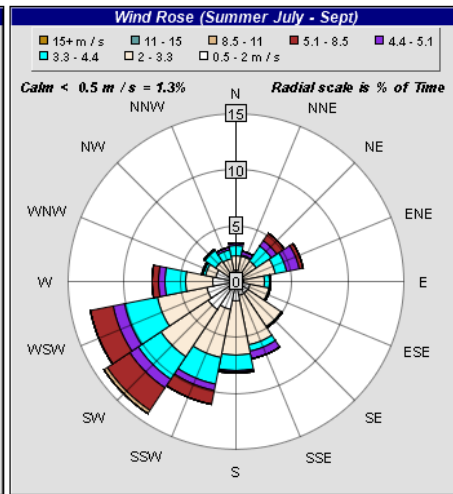
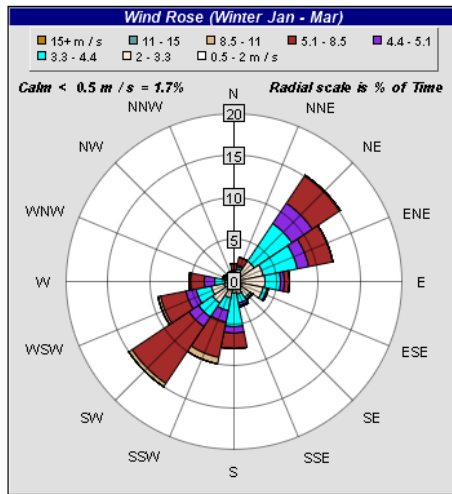
Cooling Degree Day		Heating Degree Day	
Threshold	Value	Threshold	Value
18.3 °C	161	18.3 °C	2912
21.1 °C	44	15.6 °C	2134
23.9 °C	6	12.8 °C	1503
26.7 °C	0	10 °C	1003

IP SI



Threshold	Annual Design Conditions		Heating	
	Dry Bulb(°C)	MCWB(°C)	Dry Bulb(°C)	MCWB(°C)
0.1 %	32.7	21.7	-6.2	-6.6
0.2 %	31.8	22.4	-5.8	-6.4
0.4 %	30.4	22.2	-5.1	-5.7
0.5 %	30.1	21.6	-5.0	-5.7
1 %	28.7	20.7	-4.2	-5.0
2 %	27.2	20.4	-3.2	-3.9
2.5 %	26.5	20.2	-2.8	-3.8
5 %	23.9	18.7	-1.5	-2.1

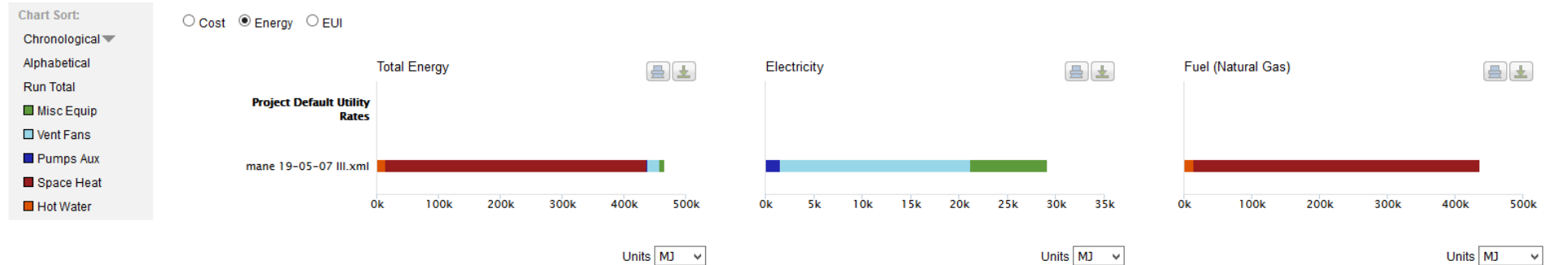




Bijlage K: Resultaten Revit: Condenserende gasketel + PV-panelen – Default

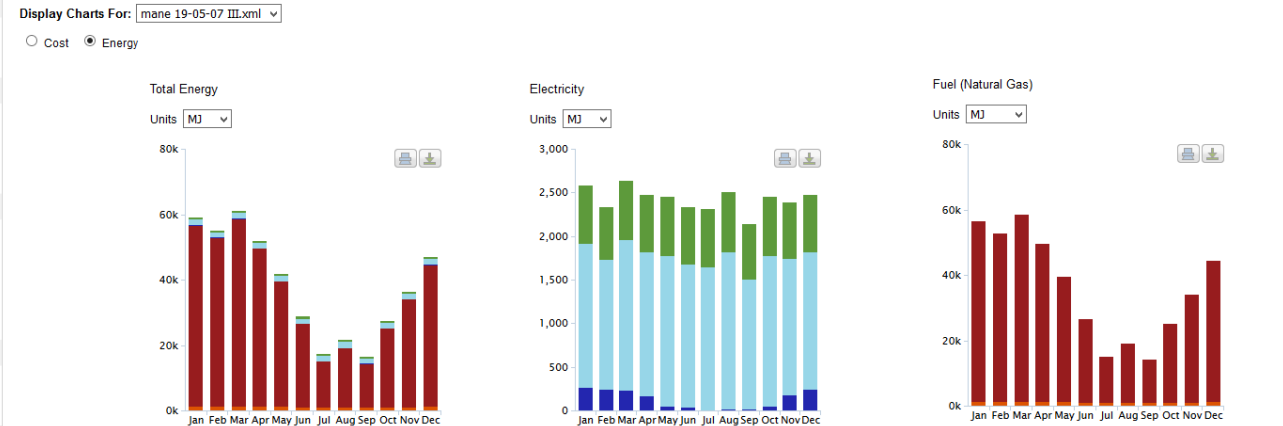
Name	Date	User Name	Floor Area (m²)	Energy Use Intensity (MJ/m²/year) ?	Electric Cost (/kWh)	Fuel Cost (/MJ)	Total Annual Cost ¹			Total Annual Energy ¹		
							Electric	Fuel	Energy	Electric (kWh)	Fuel (MJ)	Carbon Emissions (Mg)
Project Default Utility Rates	--	--	--	--	€0.05	€0.010	--	--	--	--	--	--
mane 19-05-07 III.xml	5/22/2019 5:39 PM	laurens.debrauwer	347	1,339.3	€0.05	€0.010	€388	€4,343	€4,731	8,090	435,717	--

Annual Data



Energy, Carbon and Cost Summary	
Annual Energy Cost	€4,732
Lifecycle Cost	€64,455
Annual CO ₂ Emissions	
Electric	0.0 Mg
Onsite Fuel	21.7 Mg
Large SUV Equivalent	2.2 SUVs / Year
Annual Energy	
Energy Use Intensity (EUI)	1,339 MJ / m ² / year
Electric	8,090 kWh
Fuel	435,717 MJ
Annual Peak Demand	2.4 kW
Lifecycle Energy	
Electric	242,697 kWh
Fuel	13,071,495 MJ

Monthly Data



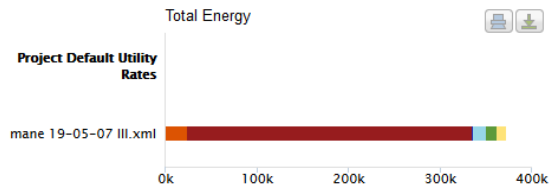
Bijlage L: Resultaten Revit: Gasketel + PV-panelen – Gedetailleerde ingave

Name	Date	User Name	Floor Area (m²)	Energy Use Intensity (MJ/m²/year) ⓘ	Electric Cost (/kWh)	Fuel Cost (/MJ)	Total Annual Cost ¹			Total Annual Energy ¹			Compare	
							Electric	Fuel	Energy	Electric (kWh)	Fuel (MJ)	Carbon Emissions (Mg)		
Project Default Utility Rates														
Project Default Utility Rates	--	--	--	--	€0.17	€0.010	--	--	--	--	--	--	--	Weather Data:
Base Run														
mane 19-05-07 IIL.xml 📄	5/21/2019 12:28 PM	laurens.debrauwer	347	1,071.5	€0.17	€0.010	€2,222	€3,233	€5,455	13,072	324,837	--		

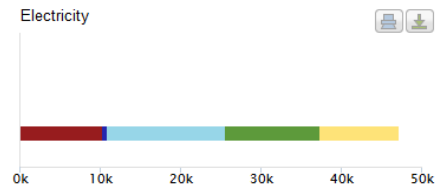
Annual Data

- Chart Sort:
- Chronological ▾
 - Alphabetical
 - Run Total
 - Area Lights
 - Misc Equip
 - Vent Fans
 - Pumps Aux
 - Space Heat
 - Hot Water

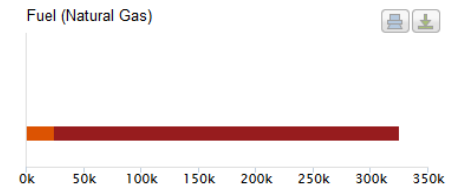
Cost Energy EUI



Units **MJ**



Units **MJ**



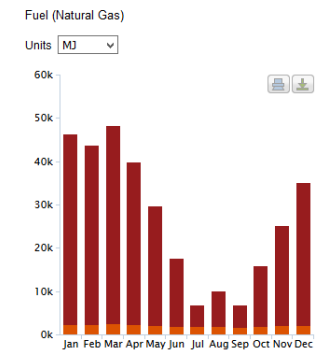
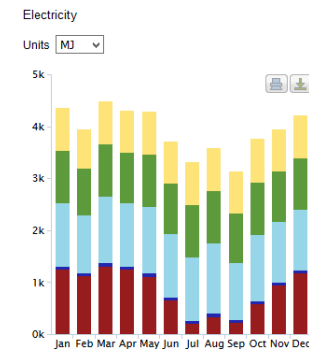
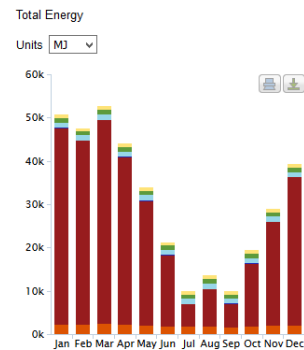
Units **MJ**

Energy, Carbon and Cost Summary	
Annual Energy Cost	€5,456
Lifecycle Cost	€74,307
Annual CO ₂ Emissions	
Electric	0.0 Mg
Onsite Fuel	16.2 Mg
Large SUV Equivalent	1.6 SUVs / Year
Annual Energy	
Energy Use Intensity (EUI)	1,071 MJ / m² / year
Electric	13,072 kWh
Fuel	324,837 MJ
Annual Peak Demand	4.2 kW
Lifecycle Energy	
Electric	392,170 kWh
Fuel	9,745,107 MJ
Assumptions ⓘ	

Monthly Data

Display Charts For: [mane 19-05-07 IIL.xml](#)

Cost Energy



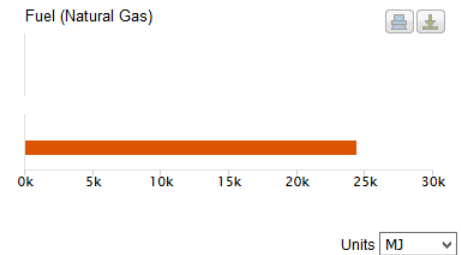
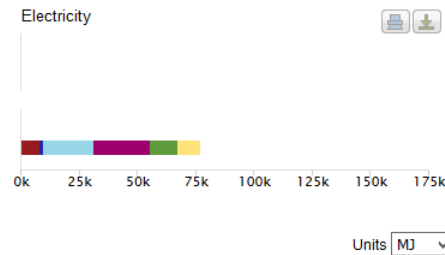
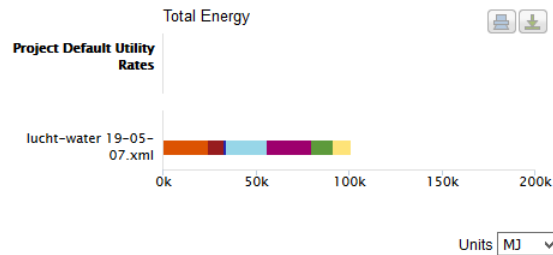
Bijlage M: Resultaten Revit: warmtepomp lucht-water – Gedetailleerde ingave

Name	Date	User Name	Floor Area (m²)	Energy Use Intensity (MJ/m²/year) ?	Electric Cost (kWh)	Fuel Cost (MJ)	Total Annual Cost ¹			Total Annual Energy ¹			Compare	
							Electric	Fuel	Energy	Electric (kWh)	Fuel (MJ)	Carbon Emissions (Mg)		
Project Default Utility Rates														
Project Default Utility Rates	--	--	--	--	€0.17	€0.010	--	--	--	--	--	--	--	Weather Data
Base Run														
lucht-water 19-05-07.xml	5/27/2019 2:20 PM	laurens.debrauwer	346	292.2	€0.17	€0.010	€3,621	€243	€3,864	21,300	24,391	--		

Annual Data

- Chart Sort:
- Chronological
 - Alphabetical
 - Run Total ▼
 - Area Lights
 - Misc Equip
 - Hp Supp
 - Vent Fans
 - Pumps Aux
 - Space Heat
 - Hot Water

Cost Energy EUI

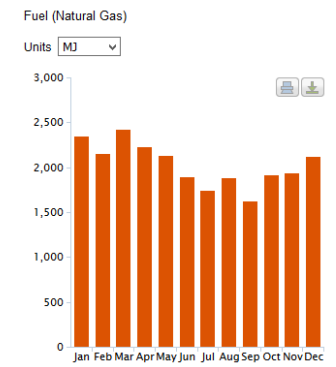
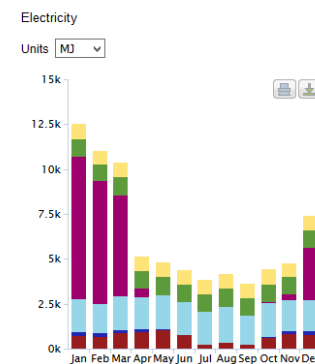
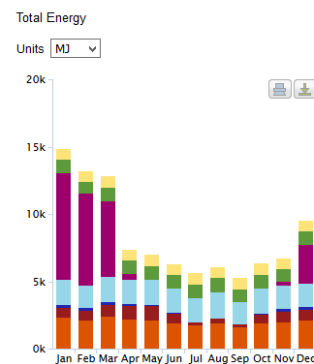


Monthly Data

Energy, Carbon and Cost Summary	
Annual Energy Cost	€3,864
Lifecycle Cost	€52,625
Annual CO ₂ Emissions	
Electric	0.0 Mg
Onsite Fuel	1.2 Mg
Large SUV Equivalent	0.1 SUVs / Year
Annual Energy	
Energy Use Intensity (EUI)	292 MJ / m² / year
Electric	21,300 kWh
Fuel	24,391 MJ
Annual Peak Demand	17.5 kW
Lifecycle Energy	
Electric	638,998 kWh
Fuel	731,727 MJ
Assumptions	

Display Charts For: lucht-water 19-05-07.xml

Cost Energy



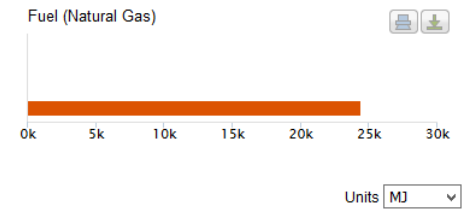
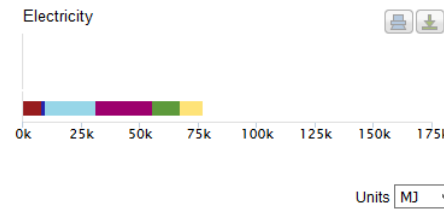
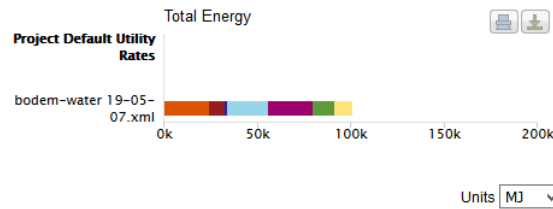
Bijlage N: Resultaten Revit: Warmtepomp bodem-water – Gedetailleerde ingave

Name	Date	User Name	Floor Area (m²)	Energy Use Intensity (MJ/m²/year) ?	Electric Cost (kWh)	Fuel Cost (MJ)	Total Annual Cost ¹			Total Annual Energy ¹			Compare	
							Electric	Fuel	Energy	Electric (kWh)	Fuel (MJ)	Carbon Emissions (Mg)		
Project Default Utility Rates														
Project Default Utility Rates	--	--	--	--	€0.17	€0.010	--	--	--	--	--	--	--	Weather Data:
Base Run														
bodem-water 19-05-07.xml	5/29/2019 1:03 PM	laurens.debrauwer	346	292.2	€0.17	€0.010	€3,621	€243	€3,864	21,300	24,391	--		

Annual Data

- Chart Sort:
- Chronological ▲
 - Alphabetical
 - Run Total
 - Area Lights
 - Misc Equip
 - Hp Supp
 - Vent Fans
 - Pumps Aux
 - Space Heat
 - Hot Water

Cost Energy EUI



Energy, Carbon and Cost Summary

Annual Energy Cost €3,864
 Lifecycle Cost €52,625

Annual CO₂ Emissions

Electric 0.0 Mg
 Onsite Fuel 1.2 Mg
 Large SUV Equivalent 0.1 SUVs / Year

Annual Energy

Energy Use Intensity (EUI) 292 MJ / m² / year
 Electric 21,300 kWh
 Fuel 24,391 MJ
 Annual Peak Demand 17.5 kW

Lifecycle Energy

Electric 638,998 kWh
 Fuel 731,727 MJ

Assumptions ⓘ

Monthly Data

Display Charts For: [bodem-water 19-05-07.xml](#)

Cost Energy

