



“Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als
conventioneel rekenmodel?”

Bachelorproef

Dries Van Laeken

Toegepaste Architectuur

campus RSS

Rijsselstraat 5





Meer en meer stellen de mensen zich de volgende vraag; “Welke investering mogen wij doen om onze woning energie-rendabel te maken?”. Ugent heeft hiervoor een XLS.-bestand ontwikkeld die via algoritmes en bepaalde parameters, kan gaan aanduiden welke renovatiewerken rendabel zijn ten opzichte van een bepaald budget.

Met rendabele renovatiewerken te doen wordt er bedoeld of het verstandig is om 15 cm isolatie te plaatsen, de volledige woning luchtdicht te maken maar geen ventilatie-systeem te plaatsen.

Nu was de bedenking waarom alles via excel doen, als ArchiCAD ons ook energieanalyses kan geven?

In deze bachelorproef wordt er dus nagegaan hoe correct ArchiCAD is op het vlak van energieanalyses. Ook willen wij te weten komen of er iets zou moeten worden aangepast in de software om dit op een zeer eenvoudige wijze te modelleren/ berekenen.

Als type-woning hebben Leo Van Cauter en ik gekozen voor een rijwoning te Menen. Dit omdat Ugent ook bezig is met deze woning in kaart te brengen voor de berekeningen.

Het is de bedoeling dat deze bachelorproef handig kan zijn voor mensen die al wat kennis hebben met ArchiCAD.

Voorwoord

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 2





Doel van de bachelorproef	Pagina 06
Wat is ArchiCAD?	Pagina 08
Welke software werd er gebruikt?	Pagina 10
3D-model uit tekenen	Pagina 14
Energieanalyses BT	Pagina 16
Fout vloeren oplossen	Pagina 22
Conclusie van de berekening van de energieanalyse	Pagina 26
Energieanalyse bestaande toestand	Pagina 28
Overzichtstabel	Pagina 30
Aanpassingen deel 1	Pagina 32
Aanpassingen deel 2	Pagina 34
Aanpassingen deel 2NC	Pagina 36
Aanpassingen deel 3NC	Pagina 38
Aanpassingen deel 4NC	Pagina 40
Aanpassingen deel 5NC	Pagina 42
Aanpassingen deel 6NC	Pagina 44
Relatie dikte isolatie met globale U-waarde	Pagina 46
verhouding netto-energieverwarming	Pagina 48
Algemeen besluit	Pagina 50
Bronnen	Pagina 52
Bijlage	Pagina 54

Inhoudsopgave

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 4





ArchiCAD heeft in zijn programma een raming van energieanalyses verwerkt. In deze bachelorproef zal er worden nagegaan of deze raming correct is.

Na wat navraag bij verschillende architecten, is er 1 conclusie dat zeker kan worden genomen: wij gaan naar een tijd waar alles tegelijkertijd moet worden ontworpen. Daarmee bedoelt men dat exterieur, interieur en alles van systemen samen worden ontworpen. ArchiCAD is hier al enkele jaren mee bezig. Vele gebruikers kennen de mogelijkheden van ArchiCAD nog niet. Wanneer dit wel het geval zou zijn, zou dit zeer tijdbesparend kunnen zijn voor architecten en zo het rendement van het architectenbureau verhogen.

De bachelorproef zelf kan eigenlijk opgesplitst worden in 2 grote delen:

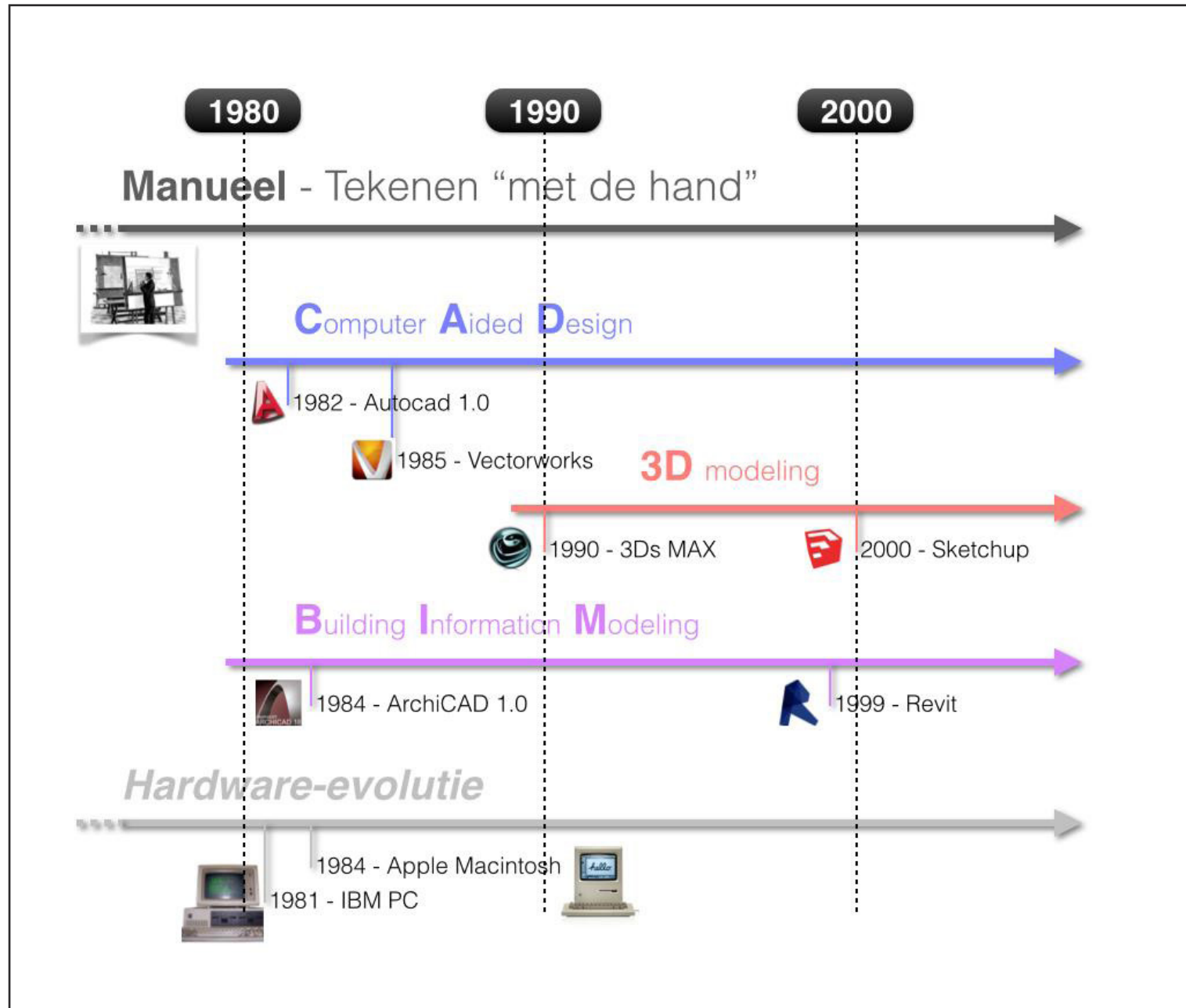
In het eerste deel van de bachelorproef wordt er nagegaan hoe gebruiksvriendelijk en hoe correct de energieanalyses zijn van ArchiCAD.

In het tweede deel van deze bachelorproef zal er worden gekeken wat een aanpassing aan het model doet aan de resultaten van de energieanalyses. Deze resultaten zullen dan ook worden getoetst met de realiteit.

Doel van de bachelorproef

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 6





Afbeelding 1 - uit Toegepaste Architectuur cursus 4 BIM -evolutie tekensoftware

ArchiCAD is een BIM programma uit de cursus van toegepaste architectuur semester 4 haal ik het volgende:

"BIM staat voor: Building Information Modeling, ofwel: Bouw Informatie Modelleren. Binnen een bouwproces werken zeer veel verschillende partijen samen om te komen tot het uiteindelijke resultaat. De rollen en verantwoordelijkheden van deze partijen verschuiven regelmatig. Ook de omgeving is continu in beweging. De grote hoeveelheid partijen en gegevens binnen een project en de dynamiek daarvan maakt dat de kans op faalkosten groot is.

BIM is de oplossing die maakt dat alle relevante informatie gedurende het hele bouwproces wordt opgeslagen, gebruikt en beheerd in een digitaal (3D) gebouwmodel. Alle partijen die bij het bouwproces betrokken zijn werken met dezelfde informatie en zien dus van elkaar wat er gebeurt. De informatie is dan ook continu beschikbaar en altijd actueel. In de automotive en aerospace-industrie wordt al heel lang dergelijke methodieken en informatieopslag succesvol toegepast." ^{voetnoot1}

ArchiCAD wordt vertegenwoordigd in België door KUBUS. Zij vertellen het volgende:

"Met ArchiCAD werk je eenvoudig, efficiënt en snel aan alle soorten bouwkundige BIM modellen, van ontwerp tot uitvoering. ArchiCAD's performance is uniek. Lang wachten op het laden van grote en complexe views is verleden tijd, doordat ArchiCAD het enige BIM pakket is dat naast 64bit multi-processing ook 'predictive background processing' kent. Daarmee wordt geanticipeerd op acties van de gebruiker die worden voorbereid. ArchiCAD biedt de snelste responsiviteit, juist bij de meest complexe modellen." ^{voetnoot2}

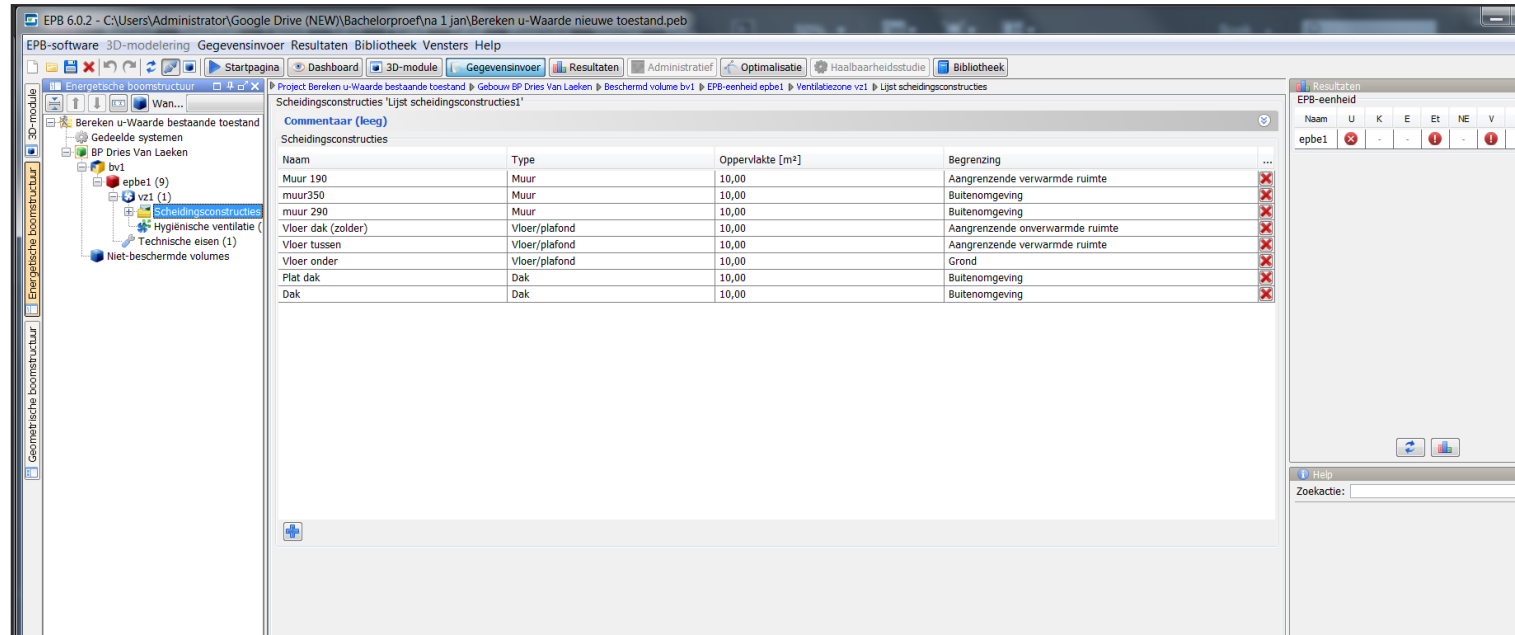
Hieruit kunnen wij concluderen dat ArchiCAD een programma is waar je automatisch in 3D tekent dit om zo de foutmarge tot het minimum te beperken. Dit heeft ook grote voordelen naar het inzicht in het project en het coördineren van het totaalplaatje. Het grootste onbekende voordeel aan dit programma is dat je veel meer kan dan de woning gewoon uit tekenen. Zo kan je ook energieanalyses uithalen, zonstudies,...

Wat is ArchiCAD?

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 8

voetnoot¹ : Ruben Van de Walle. (2013). Toegepaste Architectuur cursus 4 BIM. Howest. Brugge

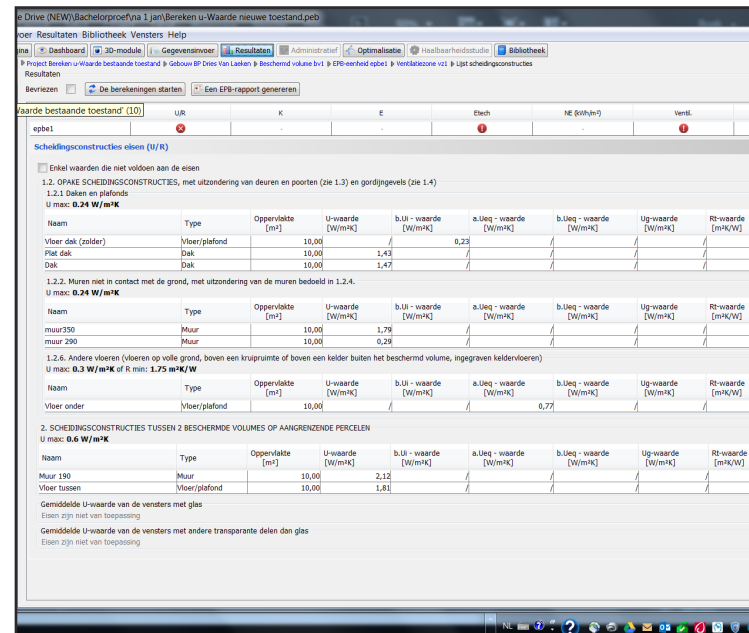
voetnoot² : KUBUS. (2015). BIM van ontwerp tot uitvoering. www.kubusinfo.nl/ArchiCAD/ArchiCAD



Afbeelding 2 - berekenen van U-waardes via EPB-software 3g



Afbeelding 3 - berekenen van U-waardes via EPB-software 3gg



Afbeelding 4 - berekenen van U-waardes via EPB-software 3g

EPB-software 3g is een programma dat werkt volgens een EPB software. Deze software zal in deze bachelorproef enkel gebruikt worden voor het berekenen van de U-waardes. De U-waardes zijn nodig voor de vergelijking te kunnen maken met hoe correct ArchiCAD is in het berekenen van U-waardes.

Het programma zelf wordt door de vlaamse overheid ter beschikking gesteld.

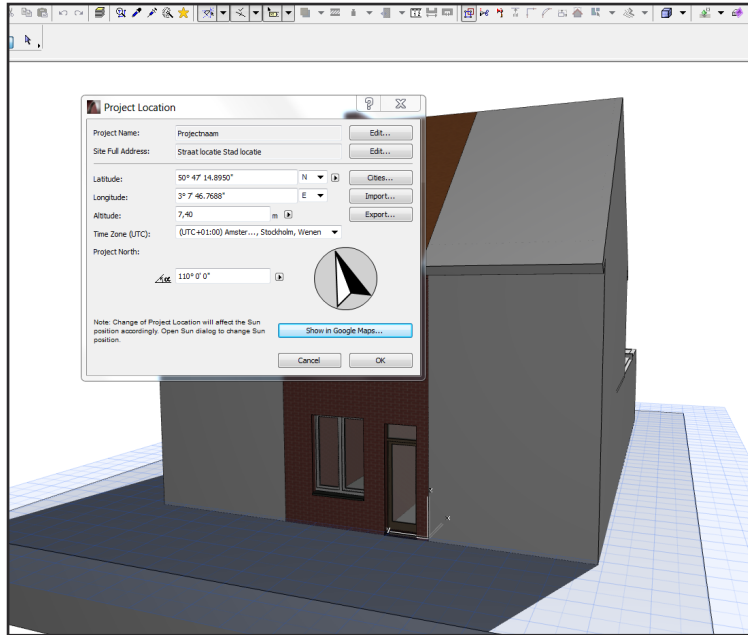
De U-waardes konden ook handmatig berekend worden. Maar dit verhoogde het risico op fouten.

Microsoft® Excel werd gebruikt voor het maken van tabellen en grafieken. Dit omdat het programma zeer eenvoudig rekenkundige waarden grafische kan omzetten.

Adobe InDesign werd gebruikt voor het maken van de bundel.

Welke software werd er gebruikt?

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 10



Afbeelding 5 - 3D model uit ArchiCAD - Project location



Afbeelding 6 - Google Maps

Plaatsbezoek

Voor dat de woning werd uitgetekend was het belangrijk om een plaatsbezoek te doen. Niet enkel voor afmetingen te nemen. Maar ook voor te kijken hoe de woning nu opgevat is op het vlak van energie. Zo werd er vastgesteld dat aan de achterzijde van het project al dubbele beglazing aanwezig is terwijl er aan de voorzijde nog altijd enkel glas wordt gebruikt met aluminium kaders.

In het dak waren de dakramen opnieuw enkel glas met aluminium kader terwijl de dakramen achteraan in de woning in pvc waren met dubbel beglazing.

De woning zelf werd verwarmd door een kachel die in de living stond. Dit was ook de enige bron van verwarming die wij daar teruggevonden hebben.

Een van de elementen die ook direct kon worden vastgesteld is dat de woning op bijna 3 zijden was ingesloten door burenen. Dit is dan ook zeer voordelig op het vlak van warmte verlies en warmte winsten.

Het project zelf is gelegen in de Bakkersstraat in Menen.

Het opmeten van de woning

Er waren plannen aanwezig van de woning maar deze waren niet meer relevant. Daarom is er ook besloten geweest om de woning opnieuw op te meten.

Het modelleren van het project

Het volledige project wordt uitgetekend in 3D zoals het werd vastgesteld tijdens het plaatsbezoek. Alle parameters worden toegevoegd. Zo krijgt ieder materiaal zijn eigen lambda-waarde. (Dit wordt ingesteld in de Building materials)

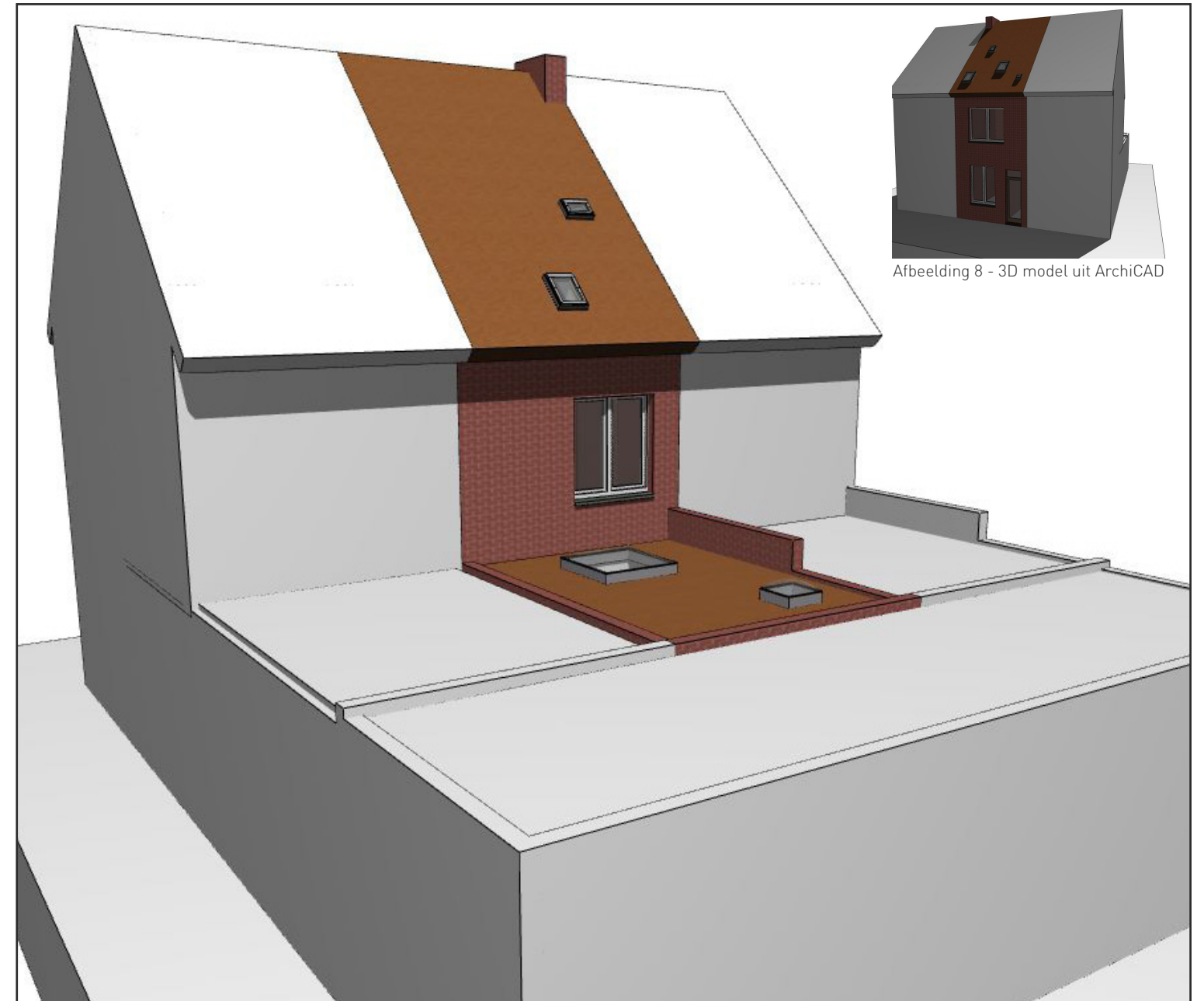
Ook wordt aan ieder raam een bepaalde U-waarde gekoppeld.

(Dit wordt ingesteld bij energy model review)

Hoe het model precies uitgetekend is kan terug gevonden worden in de cursus Toegepaste Architectuur cursus BIM 4.^{voetnoot3}

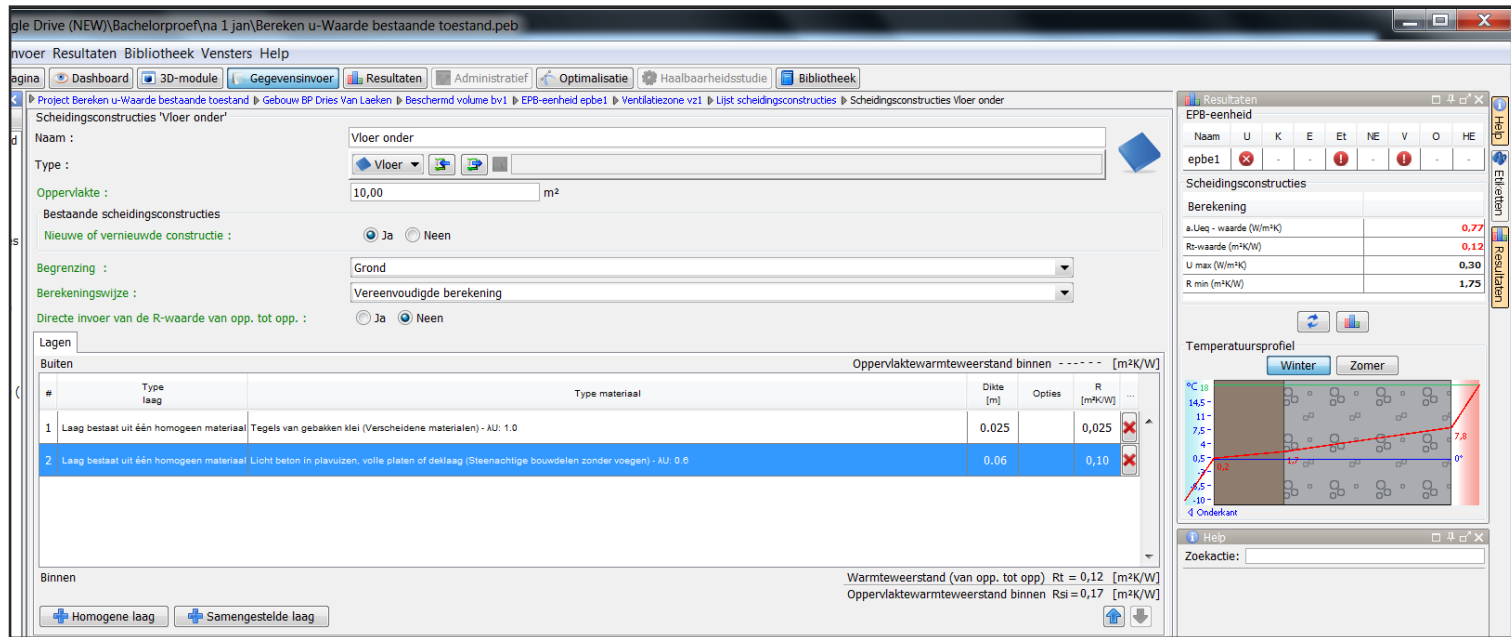
voetnoot³ : Ruben Van de Walle. (2013). Toegepaste Architectuur cursus 4 BIM.

Howest. Brugge



Afbeelding 7 - 3D model uit ArchiCAD

Afbeelding 8 - 3D model uit ArchiCAD



Abbeelding 9 - berekenen van U-waardes via EPB-software 3g

Hoe wordt er gekomen tot dit resultaat?

Na het volledig modelleren van het model is de volgende stap een feit. Hier is het de bedoeling dat de ecodesigner gebruikt wordt. Daarbij wordt iedere zone toegevoegd aan een thermal blocks. Aan deze thermal blocks worden er verschillende eigenschappen gekoppeld. Zoals verwarmingssysteem, koelingssysteem, ventilatiesysteem. De systemen zelf kunnen worden ontworpen in de building systems in het programma. Bij de structures kan er worden gekeken welke U-waarde elke wand heeft. Op die manier kan al een eerste foutencontrole plaatsvinden.

Als dit gebeurt is er de mogelijkheid om naar het volgende tabblad te gaan. Hierbij is alles instelbaar van het raam, de U-waardes hiervan zijn al ingesteld in de default settings. Hier kan je eventueel een schaduw advies en een solar analyse aanvragen.

Bevindingen eerste energieanalyse

Na het uitvoeren van de energie-analyse is het opvallend dat de U-waarde van de vloeren veel hoger licht dan de werkelijke waarde (berekenen van U-waardes via EPB-software 3g). ArchiCAD houdt zich bezig met het berekenen van de infiltratie bij 50 Pa. De gebruiker geeft op iedere element een bepaalde infiltratie mee (bij de energie model review), deze waarde is voor vele ArchiCAD gebruikers een waarde om naar te gokken misschien



Basisgegevens		Warmtedoorgangscoefficiënt	U waarde	[W/m²K]
Algemene projectinformatie		Gebouwschil (gemiddeld):	2,36	
Projectnaam:	Projectnaam	Vloeren:	11,64 - 11,64	
Locatie:	Stad locatie	Uitwendig:	1,48 - 6,81	
Breedtegraad:	50° 47' 15" N	Ondergrond:	--	
Lengtegraad:	3° 7' 47" O	Openingen:	2,46 - 3,71	
Hoogte:	7,40 m			
Bron klimaatgegevens:	BEL_Oosten...0_IWEC.epw			
Datum raming:	28/02/2015 11:32:01			
Gebouwgeometrie		Kenmerkende jaarwaarden		
Bruto vloeroppervlak:	104,61 m²	Netto energie verwarming:	61,57	kWh/m²j
Vloeropp. (geklimateerd):	87,93 m²	Netto-energie koeling:	0,00	kWh/m²j
Uitwendig transmissie opp.:	227,79 m²	Netto-energie totaal:	61,57	kWh/m²j
Inhoud (geventileerd):	182,42 m³	Energieverbruik:	91,19	kWh/m²j
Glaspercentage:	4 %	Brandstofverbruik:	91,19	kWh/m²j
		Primaire energie:	117,23	kWh/m²j
		Kosten brandstof:	--	EUR/m²j
		CO ₂ emissie:	19,70	kg/m²j
Gebouwschilprestaties		Graaddagen		
Infiltratie bij 50 Pa:	5,85 VV/h	Verwarming (VGD):	3871,35	
Warmtecapaciteit:	123,82 J/m²K	Koeling (KGD):	689,60	

Abbeelding 10 - Energieanalyse uit ArchiCAD

moet deze waarde opgedeeld worden in klassen. (zeer goede luchtdichtheid, goede luchtdichtheid, matige luchtdichtheid, Zwakke luchtdichtheid).

De gemiddelde U-Waarde van de ramen en het gebouw zelf klopt. maar je kan niet volgen van waar de waardes komen behalve bij structural display, misschien kan dit eenvoudiger. Door bv een opsplitsing te maken van verschillende muur opbouwen, daken,... Er zit wel een fout in de U-waarde van de vloeren dit komt later aan bod.

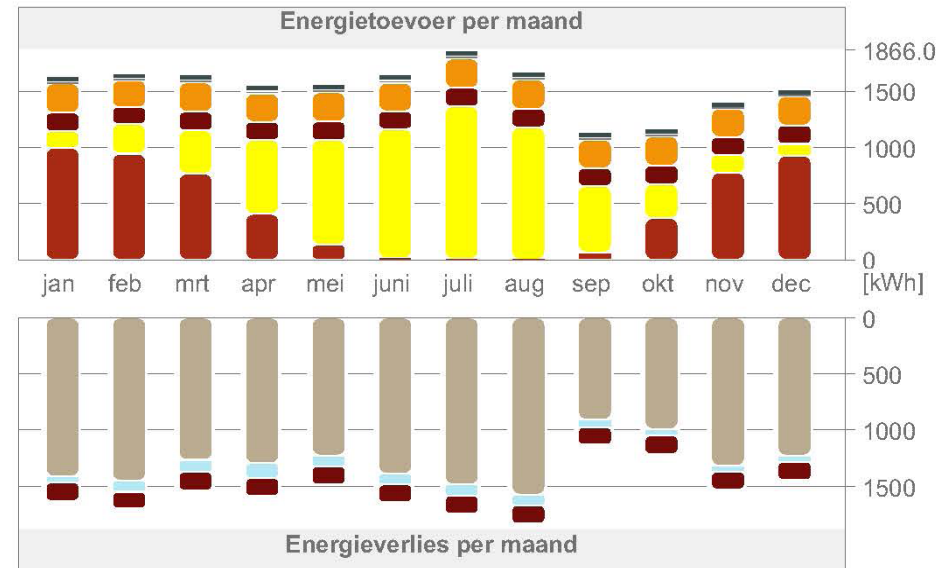
Na vergelijken met rekenkundig model zit de netto energieverwarming met een factor 3.5 verkeerd (17.5 kWh/m²j). Na gesprek met expert wordt er gedacht dat dit komt omdat de instellingen van de ketel wel aanwezig zijn, maar de instellingen van het afgiftesysteem en plaats waar wij het afgiftesysteem plaatsen nog te weinig kunnen worden ingesteld.

Aan de graaddagen blijkt ook dat deze woning vraagt naar koeling in de zomer en verwarming in de winter. In realiteit is in deze woning verwarming aanwezig maar koeling daartegen. M.a.w in de zomer is deze woning oververhit.

Energieanalyse bestaande toestand

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 14

Energiebalans project

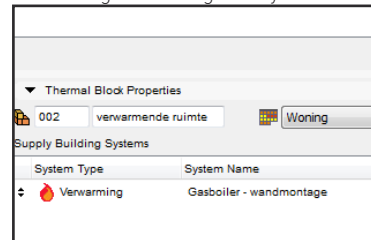


- Verlichting en apparatuur
674,0 kWh/a
- Toegevoegde latente energie
158,6 kWh/a
- Menselijke warmte
3081,1 kWh/a
- Warmwatergeneratie
1931,3 kWh/a
- Zonne-energie
7227,2 kWh/a
- Verwarming
5413,6 kWh/a
- Transmissie
15538,2 kWh/a
- Infiltratie
1014,6 kWh/a
- Afvalwater
1910,5 kWh/a

Klimaatzones

Klimaatzone	Aantal ruimten	Functie	Bruto opp. m ²	Volume m ³
002 verwarmende ruimte	1	Woning	20,75	52,04
003 verwarmd dr centrale verwarming	8	Woning	83,85	130,38
Totaal:	9		104,61	182,42

Afbeelding 11 - Energieanalyse uit ArchiCAD



Afbeelding 12 - Instellen van de thermal blocks in Ecodesigner

In de woning wordt er maar 1 ruimte actief verwarmd en dat is de living. De andere ruimtes worden passief verwarmd (zonder radiator). Bij de "add buildingsysteem"^{voetnoot5} is het verwarmingssysteem aangeduid samen met de capaciteit. Het zou handig zijn om ergens het rendement van de ketel te kunnen aanduiden. (bv. De ketel heeft 80% rendement toez van de capaciteit, dit kan momenteel wel al bij de Eco-designer star.)

voetnoot⁵ : Graphisoft (2014). EcoDesigner STAR user Manual.

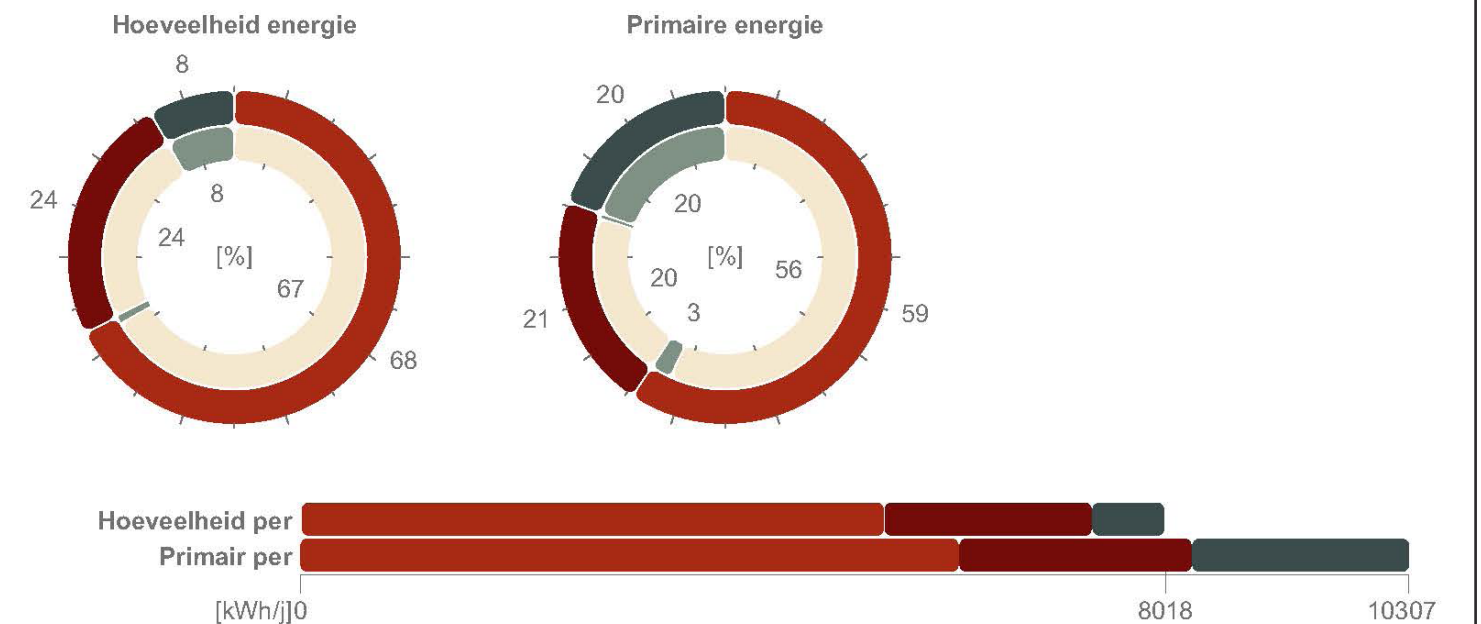
Graphisoft. Budapest.

Energieanalyse bestaande toestand

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 16

Energieverbruik per voorziening

Voorziening	Energie Hoeveelheid kWh/j	Primair kWh/j	Kosten EUR/j	CO ₂ Emissie kg/j
Verwarming	5413	6122	0	1169
Koeling	0	0	0	0
Warm water	1931	2163	0	417
Ventilatoren	0	0	0	0
Verlichting & apparatuur	674	2022	0	145
Totaal:	8018	10307	n.v.t.	1732



Afbeelding 13 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Warmtedoorgangscoefficiënt		
	U waarde	[W/m ² K]
Gebouwschil (gemiddeld):	1,95	
Vloeren:	0,83 - 0,83	
Uitwendig:	0,23 - 4,87	
Ondergrond:	--	
Openingen:	1,60 - 3,71	
Kenmerkende jaarwaarden		
Netto energie verwarming:	215,81	kWh/m ² j
Netto-energie koeling:	0,00	kWh/m ² j
Netto-energie totaal:	215,81	kWh/m ² j
Energieverbruik:	313,67	kWh/m ² j
Brandstofverbruik:	313,67	kWh/m ² j
Primaire energie:	367,67	kWh/m ² j
Kosten brandstof:	--	EUR/m ² j
CO ₂ emissie:	67,75	kg/m ² j

Afbeelding 14 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Mesh

In de cursus van ArchiCAD^{voetnoot4} stond er vermeld dat wanneer je de grond tekende met een mesh zoals het hoort dat deze dan automatisch ook werd meegenomen in de energieanalyse voor het berekenen van de U-waarde van de vloeren.

Ook zou er dan bij de warmtedoorgangscoefficiënt van de ondergrond een waarde verschijnen.

Praktisch gezien is er een mesh getekend geweest volledig zoals in de cursus ArchiCAD vermeld staat. Daarna is dan bovenop de mesh, de composites van de vloeren getekend geweest. Dit gaf geen resultaat.

Daarna is hetzelfde geprobeerd geweest maar in de plaats van met een mesh, met een (individuele) slab.

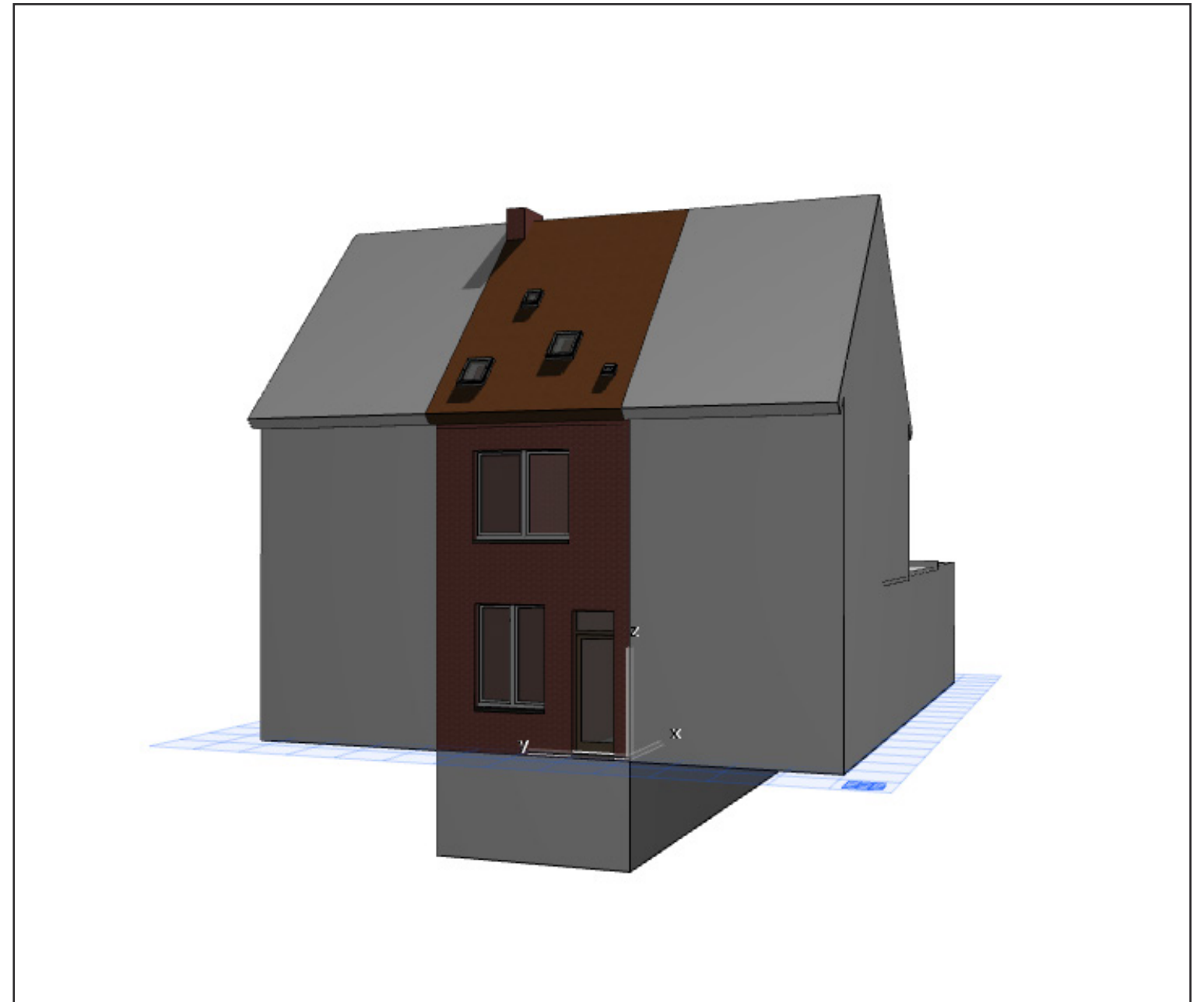
De oplossing

Na wat zoekwerk en wat brainstormen met een paar collega's, is het volgende geprobeerd geweest: De U-waardes in het programma worden berekend aan de hand van de composites.

Aangezien de grond niet was opgenomen in de composites, werd deze dan ook niet opgenomen in de berekening van de U-waardes.

De logische oplossing was dan ook om de grond (building material) toe te voegen aan de composites.

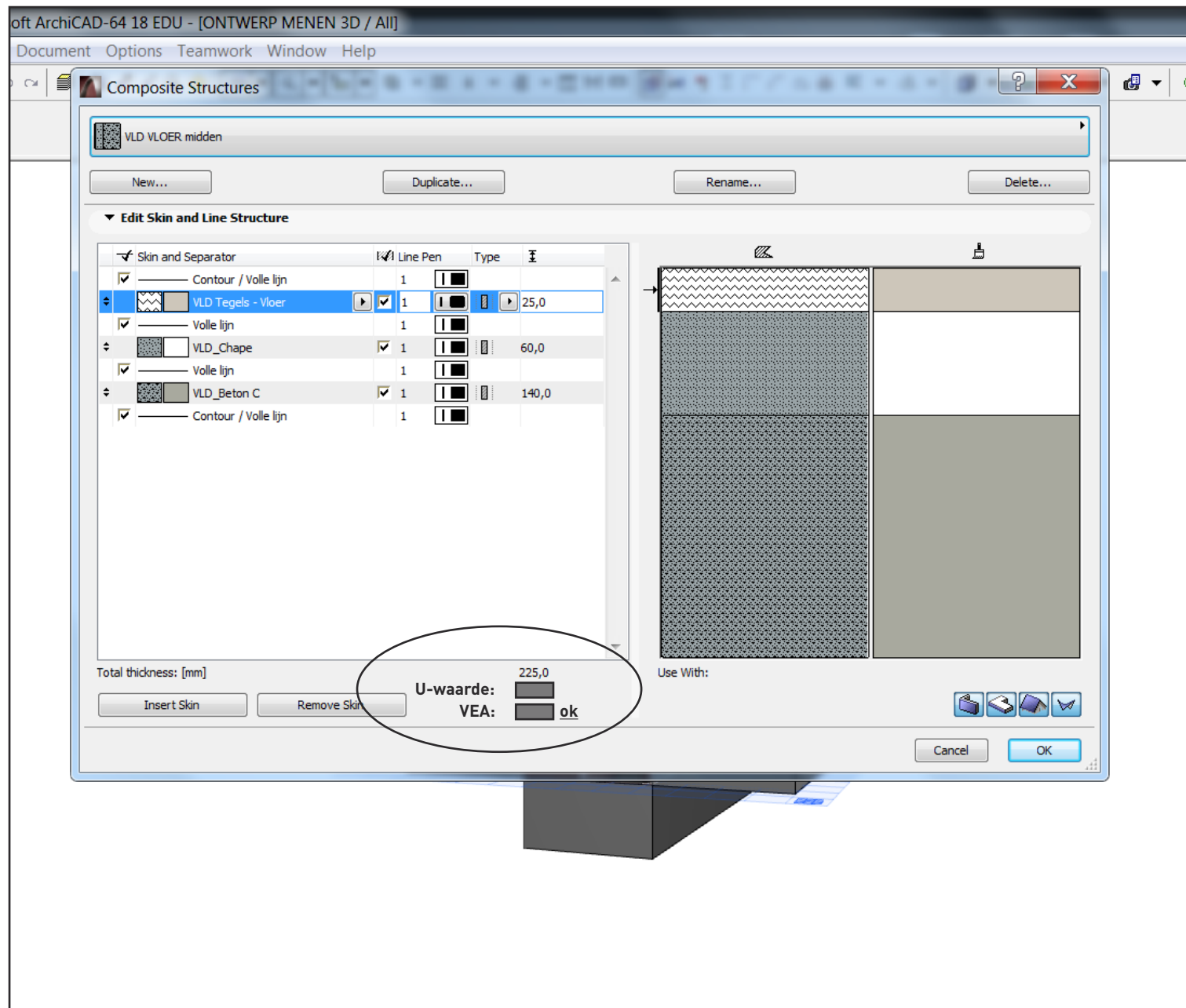
Achter deze toevoeging is de energieanalyse opnieuw uitgevoerd. Dit zorgde voor een resultaat die strookte met de realistische waarde.



Afbeelding 15 - 3D model uit ArchiCAD met aangepast composite

voetnoot⁴ : Ruben Van de Walle. (2014). Building information modeling.

Howest. Brugge.



Afbeelding 16 - Composites uit ArchiCAD

Wij stellen vast dat ArchiCAD nog enkel puntjes heeft die wij graag zouden aangepast zien om zo de efficiëntie in gebruik van ArchiCAD te verbeteren als de correctheid van de energieanalyses te optimaliseren.

U-waardes

Zo vinden wij dat de U-waarde van een volwaardige composite aanwezig zouden moeten zijn bij het instellen van de Composites zelf (zie afbeelding links) en de U-waarde van iedere wand (gegroepeerd volgens samensetelling) zou ook kunnen vermeld staan op de energieanalyse dit zou het gebruik vergemakkelijken. Nu kunt u deze wel al terug vinden bij structural Display. Ook handig zou zijn, dat ArchiCAD deze waarde automatisch zou vergelijken met VEA (vlaams energieagentschap), zodat wij direct zien of deze wand voldoet aan de eisen van Vlaanderen. Dit kan bv ook terug te vinden zijn bij de composite.

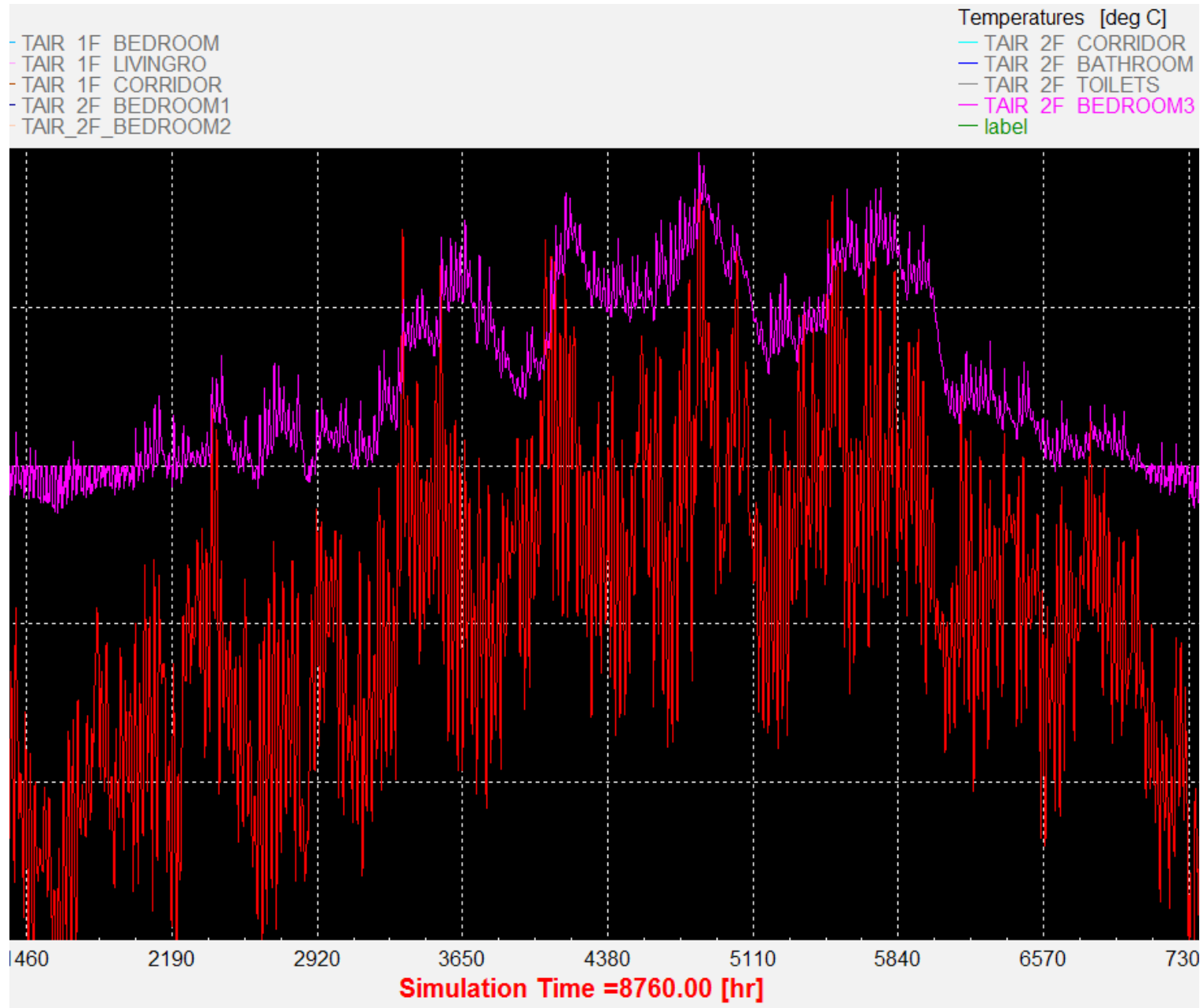
Infiltraties

ArchiCAD heeft ergens iets in zijn programma verwerkt van luchtdichtheid, spijtig genoeg is dit wat te utopisch. Wij denken dit omdat niet alle gebruikers van ArchiCAD kennis hebben van deze waardes. Wij stellen voor dat er op iedere wand een infiltratie klassen kan worden aangeduid (onvoldoende - Zeer goed), het zelfde met de ramen. Dus werken volgens klassen zou een heel grote meerwaarde zijn. Het zou ook handig zijn dat dit niet alleen bij de structural Display terug te vinden is maar ook bij default settings.

Conclusie van de berekening van de energieanalyse

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 20

*wij = Dhr Leo Van Cauwer en Dries Van Laeken



Afbeelding 17 - Grafiek over verhitting van een ruimte uit het programma TRNSYS

Ventilatiesystemen

Het ventilatiesysteem wordt nu vooral bekeken op het vlak van thermal blocks hier zijn al heel veel mogelijkheden. Na overleg met specialist stellen wij vast dat het beter zou zijn dat dit kan worden ingesteld per zone. Daardoor zouden er bij de zone een extra parameter kunnen worden toegevoegd zoals afgevoerde lucht, verse lucht en hoeveel debiet er komt vanuit andere ruimtes (met zelf een optie dat men kan aanduiden vanuit welke ruimte de verse lucht komt).

Verwarming en koeling

In het building system van ArchiCAD kan je al heel veel aanduiden welk type verwarming je wilt, wat de capaciteit is van de ketel, welke verwarmingstype men gebruikt. Hetgene wat ik nog mis is:

- welke temperatuur heeft iedere binnenruimte? wij stellen vast dat dit nu wordt aangeduid via Thermal blocks volgens ons moet die per ruimte kunnen worden aangegeven?
- welk afgiftesysteem wordt er gebruikt? Wordt er vloerverwarming, radiator, passieve verwarming gebruikt?
- waar liggen de aangrenzende verwarmde ruimtes, zoals burens? Nu moet je deze een aparte thermal blocks geven maar wat als deze ruimte niet in uw eigen beschermd volume zit (burens)?

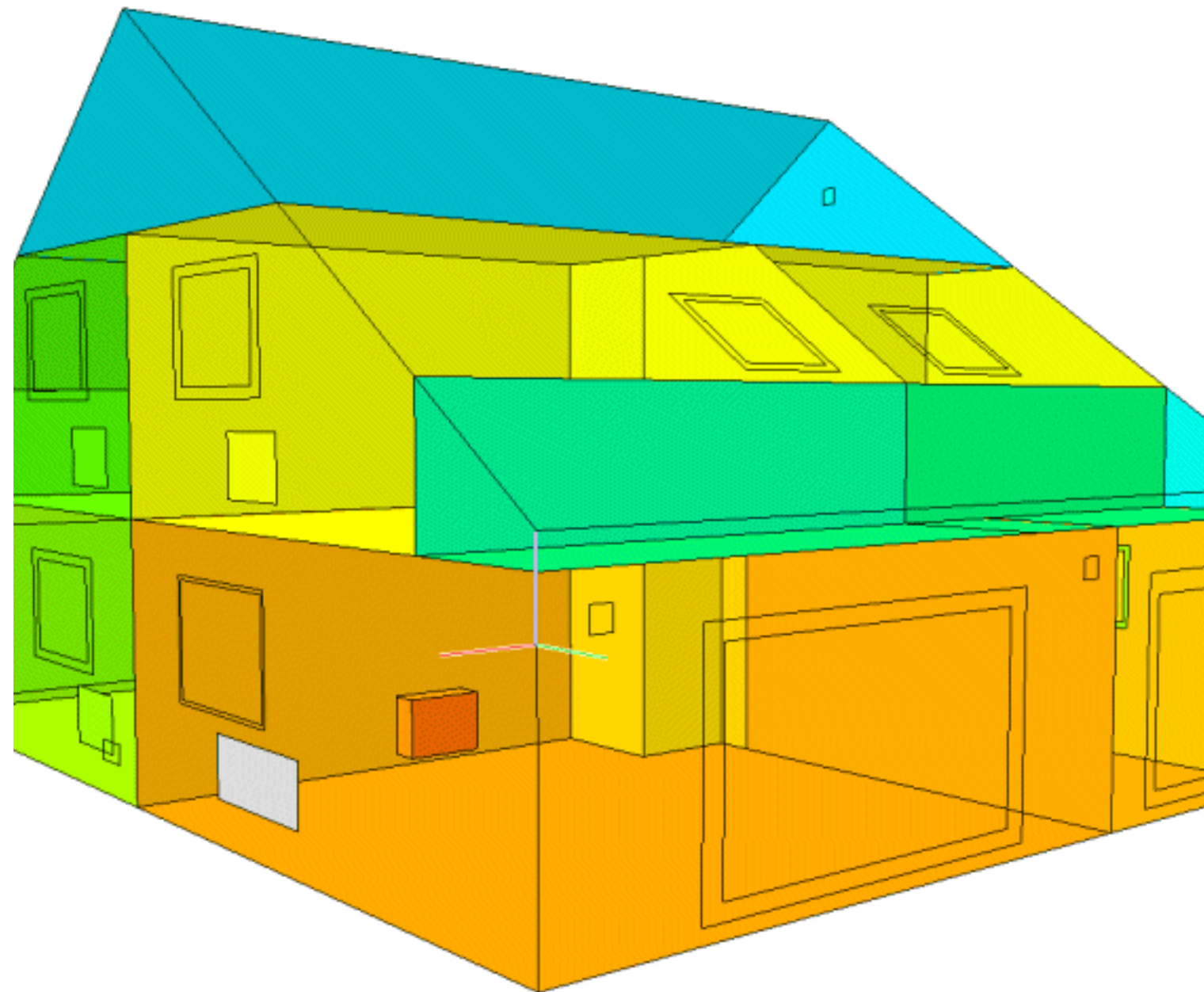
Zo zou het ook handig zijn om info te krijgen over in welke lokalen er overhitting plaats vindt en in welke niet.

Nu kan ik dat enkel vinden via de ramen. Graag hadden wij dit gezien per zone. (zie hiernaast)

Conclusie van de berekening van de energieleanalyse

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 22

*wij = Dhr Leo Van Cauter en Dries Van Laeken



Afbeelding 18 - 3D voorstelling gebouw uit Capsol programma van Physibel

Bronafbeelding : Physible. (2015). for thermal simulation.
<http://www.physibel.be/v0n2cp.htm>.

Profiel van bewoning

Het profiel van bewoning is zeer belangrijk, ArchiCAD heeft hier wel interesse naar maar er is maar een probleempje. ArchiCAD kijkt naar de maximaal hoeveelheid personen in een gebouw in plaats van de effectieve bewoning. Wij stellen vast dat er op gebouwniveau een extra parameter moet kunnen worden toegevoegd om zo het aantal personen te kunnen aanduiden.

Bij de Operation Profiles kan je nu alles aanduiden van hoeveelheid water, de warmte per persoon, etc. Maar misschien moet er nog een extra vakje aangemaakt worden met hoeveel personen er normaal gezien aanwezig zullen zijn in de woning.

Algemene opmerkingen

Wij stellen vast dat ArchiCAD zowel naar de aparte ruimtes als naar gebouw kijkt. Alleen denken wij dat het beter zou zijn dat de resultaten van de energierekening zowel de resultaten van de ruimtes als deze van het gebouw zouden tonen. zo zou alles bekeken moeten worden op het niveau van de zones (zoals bij capsol physibel).

Ook zou het handig zijn dat de eenheid achter het getal blijft staan bij Energy model review tijdens het intypen van de parameters.

Conclusie van de berekening van de energierekening

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 24

*wij = Dhr Leo Van Caeter en Dries Van Laeken





Raming Energieprestatie

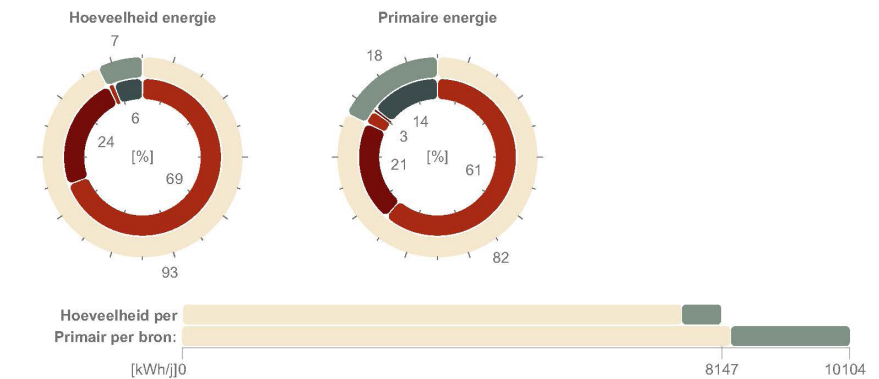
Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie		Warmtedoorgangscoefficiënt	U waarde	[W/m²K]
Projectnaam:	Projectnaam	Gebouwschil (gemiddeld):	2,58	
Locatie:	Stad locatie	Vloeren:	0,83 - 0,83	
Breedtegraad:	50° 47' 15" N	Uitwendig:	1,52 - 4,87	
Lengtegraad:	3° 7' 47" O	Ondergrond:	--	
Hoogte:	7,40 m	Openingen:	2,70 - 5,56	
Bron klimaatgegevens:	BEL_Oosten...0_IWEC.epw	Kenmerkende jaarwaarden		
Datum raming:	13/03/2015 13:01:46	Netto energie verwarming:	90,39	kWh/m²
Gebouwegeometrie		Netto-energie koeling:	0,00	kWh/m²
Bruto vloeroppervlak:	75,40 m²	Netto-energie totaal:	90,39	kWh/m²
Vloeropp. (geklimatiseerd):	63,39 m²	Energieverbruik:	128,53	kWh/m²
Uitwendig transmissie opp.:	155,75 m²	Brandstofverbruik:	128,53	kWh/m²
Inhoud (geventileerd):	182,42 m³	Primaire energie:	159,39	kWh/m²
Glaspercentage:	6 %	Kosten brandstof:	--	EUR/m²
Gebouwschilprestaties		CO ₂ emissie:	27,76	kg/m²
Infiltratie bij 50 Pa:	4,21 VV/h	Graaddagen		
Warmtecapaciteit:	134,23 J/m²K	Verwarming (VGD):	3871,35	
		Koeling (KGD):	689,60	

Energieverbruik per bron

Type energiebron	Energie				CO ₂ emissie kg/j
	Energiebron	Hoeveelheid kWh/j	Primair kWh/j	Kosten EUR/j	
Fossiel	Aardgas	7546	8301	--	1630
Secundair	Elektriciteit	600	1802	--	129
Totaal:		8147	10104	n.v.t.	1759



Na het eerste deel van de bachelorproef was het de bedoeling om ervan uit te gaan dat de energieanalyse klopte ongeacht of er onduidelijkheden waren of niet.

In het tweede deel was het de bedoeling om na te gaan of aanpassingen in het model grote verschillen gingen geven in de energieanalyse of niet.

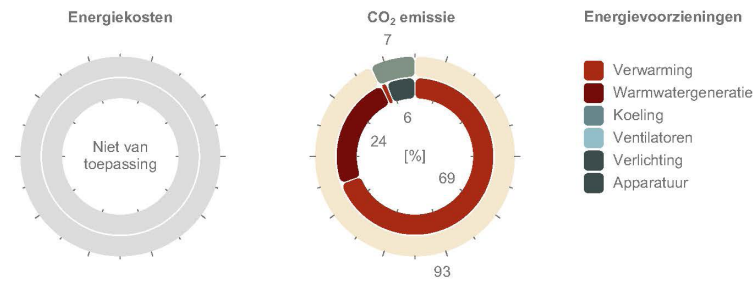
Afbeelding 19 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Energieanalyse bestaande toestand

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 26

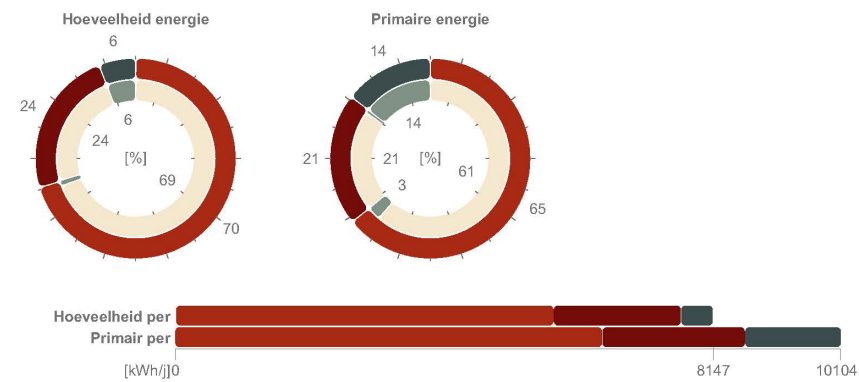
Raming Energieprestatie

Nr. project Projectnaam



Energieverbruik per voorziening

Voorziening	Energie			
	Hoeveelheid kWh/j	Primair kWh/j	Kosten EUR/j	CO ₂ Emissie kg/j
Verwarming	5729	6480	0	1237
Koeling	0	0	0	0
Warm water	1931	2165	0	417
Ventilatoren	0	0	0	0
Verlichting & apparatuur	485	1457	0	104
Totaal:	8147	10104	n.v.t.	1759

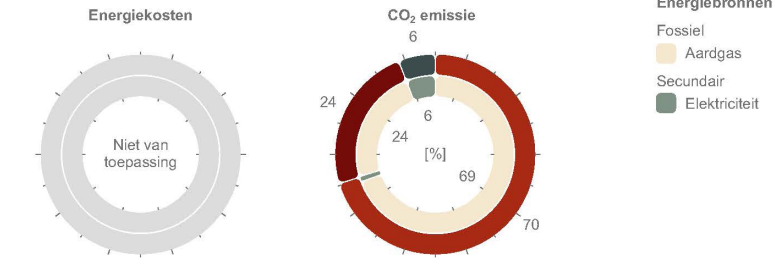


2 / 3

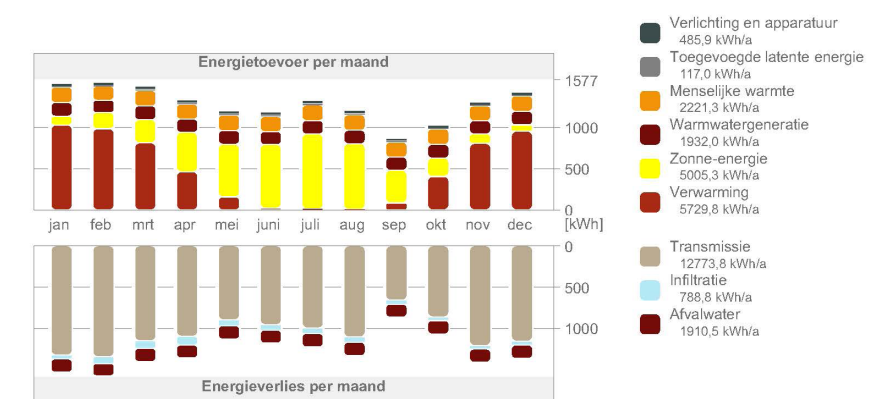
Afbeelding 20 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Raming Energieprestatie

Nr. project Projectnaam



Energiebalans project



Klimaatzones

Klimaatzone	Aantal ruimten	Functie	Bruto opp. m ²	Volume m ³
002 verwarmende ruimte	1	Woning	20,75	52,04
003 verwarmd dr centrale verwarming	7	Woning	54,64	130,38
Totaal:	8		75,40	182,42

Invloed op het milieu

Type energiebron	Energiebron	Primaire energie kWh/j	CO ₂ emissie kg/j
Fossiel	Aardgas	8301	1630
Secundair	Elektriciteit	1802	129
Totaal:		10104	1759

3 / 3

Afbeelding 21 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Energie analyse bestaande toestand

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 28



overzichtstabellen vergelijking

	Best.	1	2	1NC	2NC	3NC	4NC	5NC	6NC
Ramen en deuren zijn aangepast dubbele beglazing met PVC kader									
zoldervloer 20 cm									
isolatie EPS buitenwand 5 cm									
isolatie EPS buitenwand 10 cm									
isolatie EPS buitenwand 15 cm									
isolatie EPS buitenwand 20 cm									

tabel1 - van wat er aangepast wordt aan de energieanalyse

NC staat voor : "Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt"

Toelichting

Toelichting waarom gebruik van NC op verschillende analyses?

Tijdens het uitvoeren van de verschillende analyses stelden wij vast dat op een bepaald moment, de netto energieverwarming niet meer veranderde. Terwijl in realiteit dit zeker het geval zou moeten zijn.

Beslissing

Na wat onderzoek en navraag bij mensen^{voetnoot5} die wat kennis hebben over alles van verwarming hebben wij besloten dat voor de energieanalyses het intressant kan zijn om er vanuit te gaan dat iedere ruimte rechtstreeks verwarmd wordt via een gasboiler. Dit omdat wanneer wij dit niet deden wij gewoon gingen aantonen dat de ketel onder gedemensionneerd was voor de woning.

Met andere woorden wordt er hier gezegd dat deze energieanalyse afwijkt met de realiteit om zo een duidelijker resultaat te krijgen.

Hoe gaan wij te werk?

Om de energieanalyse constant te laten herberekenen op aanpassingen moeten de aanpassingen eerst worden doorgevoerd in het model. Dit deden wij door de composites aan te passen naar de gevraagde instelling (zowel bij zolder als bij muren). De ramen pasten wij aan in de energie model review.



Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (1)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie

Projectnaam: Projectnaam
 Locatie: Stad locatie
 Breedtegraad: 50° 47' 15" N
 Lengtegraad: 3° 7' 47" O
 Hoogte: 7,40 m
 Bron klimaatgegevens: BEL_Oosten...0_IWEC.epw
 Datum raming: 13/03/2015 14:37:18

Warmtedoorgangscoefficiënt

Gebouwschil (gemiddeld): **2,33** [W/m²K]
 Vloeren: **0,83 - 0,83**
 Uitwendig: **1,52 - 4,87**
 Ondergrond: --
 Openingen: **1,60 - 3,71**

Kenmerkende jaarwaarden

Netto energie verwarming: **78,96** kWh/m²j
 Netto-energie koeling: **0,00** kWh/m²j
 Netto-energie totaal: **78,96** kWh/m²j
 Energieverbruik: **117,08** kWh/m²j
 Brandstofverbruik: **117,08** kWh/m²j
 Primaire energie: **146,37** kWh/m²j
 Kosten brandstof: -- EUR/m²j
 CO₂ emissie: **25,29** kg/m²j

Gebouweometrie

Bruto vloeroppervlak: **75,40** m²
 Vloeropp. (geklimatiseerd): **63,39** m²
 Uitwendig transmissie opp.: **155,75** m²
 Inhoud (geventileerd): **182,42** m³
 Glaspercentage: **6** %

Gebouwschilprestaties

Infiltratie bij 50 Pa: **4,21** VV/h
 Warmtecapaciteit: **134,23** J/m²K

Graaddagen

Verwarming (VGD): **3871,35**
 Koeling (KGD): **689,60**

Afbeelding 22 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Welke aanpassingen ten opzichte van bestaande analyse?

- Ramen en deuren zijn aangepast, naar dubbelbeglazing met een PVC-kader.
- De koepels hadden al een aanvaardbare U-waarde.

Raming Energieprestatie

BESTAANDE ANALYSE

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie

Projectnaam: Projectnaam
 Locatie: Stad locatie
 Breedtegraad: 50° 47' 15" N
 Lengtegraad: 3° 7' 47" O
 Hoogte: 7,40 m
 Bron klimaatgegevens: BEL_Oosten...0_IWEC.epw
 Datum raming: 13/03/2015 13:01:46

Warmtedoorgangscoefficiënt

Gebouwschil (gemiddeld): **2,58** [W/m²K]
 Vloeren: **0,83 - 0,83**
 Uitwendig: **1,52 - 4,87**
 Ondergrond: --
 Openingen: **2,70 - 5,56**

Kenmerkende jaarwaarden

Netto energie verwarming: **90,39** kWh/m²j
 Netto-energie koeling: **0,00** kWh/m²j
 Netto-energie totaal: **90,39** kWh/m²j
 Energieverbruik: **128,53** kWh/m²j
 Brandstofverbruik: **128,53** kWh/m²j
 Primaire energie: **159,39** kWh/m²j
 Kosten brandstof: -- EUR/m²j
 CO₂ emissie: **27,76** kg/m²j

Gebouweometrie

Bruto vloeroppervlak: **75,40** m²
 Vloeropp. (geklimatiseerd): **63,39** m²
 Uitwendig transmissie opp.: **155,75** m²
 Inhoud (geventileerd): **182,42** m³
 Glaspercentage: **6** %

Gebouwschilprestaties

Infiltratie bij 50 Pa: **4,21** VV/h
 Warmtecapaciteit: **134,23** J/m²K

Graaddagen

Verwarming (VGD): **3871,35**
 Koeling (KGD): **689,60**

Afbeelding 23 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Vergelijking

- Door het aanpassen van de ramen is zowel de U-waarde van de ramen als de globale U-waarde naar beneden zoals verwacht.

- Ook het netto-energie verwarming is verminderd met 10 kWh/m²j, wat een positief resultaat zal geven naar energie factuur.

- Wat ons verwondert is dat de graaddagen niet zijn veranderd. Volgens ons bekijkt ArchiCAD het op de manier dat de verwarming het verschil opvangt.

Aanpassingen deel 1

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 32

Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (2)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie		Warmtedoorgangscoefficiënt	U waarde	[W/m²K]
Projectnaam:	Projectnaam	Gebouwschil (gemiddeld):	2,06	
Locatie:	Stad locatie	Vloeren:	0,83 - 0,83	
Breedtegraad:	50° 47' 15" N	Uitwendig:	0,23 - 4,87	
Lengtegraad:	3° 7' 47" O	Ondergrond:	--	
Hoogte:	7,40 m	Openingen:	1,60 - 3,71	
Bron klimaatgegevens:	BEL_Oosten...0_IWEC.epw	Kenmerkende jaarwaarden		
Datum raming:	13/03/2015 15:14:58	Netto energie verwarming:	78,89	kWh/m²j
Gebouwgeometrie		Netto-energie koeling:	0,00	kWh/m²j
Bruto vloeroppervlak:	75,40 m²	Netto-energie totaal:	78,89	kWh/m²j
Vloeropp. (geklimatiseerd):	63,39 m²	Energieverbruik:	117,01	kWh/m²j
Uitwendig transmissie opp.:	178,70 m²	Brandstofverbruik:	117,01	kWh/m²j
Inhoud (geventileerd):	182,42 m³	Primaire energie:	146,29	kWh/m²j
Glaspercentage:	5 %	Kosten brandstof:	--	EUR/m²j
Gebouwschilprestaties		CO ₂ emissie:	25,27	kg/m²j
Infiltratie bij 50 Pa:	4,71 VV/h	Graaddagen		
Warmtecapaciteit:	146,20 J/m²K	Verwarming (VGD):	3871,35	
		Koeling (KGD):	689,60	

Afbeelding 24 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Welke aanpassingen ten opzichte van bestaande analyse?

ALGEMENE AANPASSINGEN

- Ramen en deuren zijn aangepast, naar dubbelbeglazing met een PVC-kader.
- De koepels hadden al een aanvaardbare U-waarde.

AANPASSINGEN TEN OPZICHTE VAN ANALYSE 1

- De zoldervloer wordt tussen de kepers geïsoleerd (20 cm rotswol).

Aanpassingen deel 2

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 34

Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (1)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie		Warmtedoorgangscoefficiënt	U waarde	[W/m²K]
Projectnaam:	Projectnaam	Gebouwschil (gemiddeld):	2,33	
Locatie:	Stad locatie	Vloeren:	0,83 - 0,83	
Breedtegraad:	50° 47' 15" N	Uitwendig:	1,52 - 4,87	
Lengtegraad:	3° 7' 47" O	Ondergrond:	--	
Hoogte:	7,40 m	Openingen:	1,60 - 3,71	
Bron klimaatgegevens:	BEL_Oosten...0_IWEC.epw	Kenmerkende jaarwaarden		
Datum raming:	13/03/2015 14:37:18	Netto energie verwarming:	78,96	kWh/m²j
Gebouwgeometrie		Netto-energie koeling:	0,00	kWh/m²j
Bruto vloeroppervlak:	75,40 m²	Netto-energie totaal:	78,96	kWh/m²j
Vloeropp. (geklimatiseerd):	63,39 m²	Energieverbruik:	117,08	kWh/m²j
Uitwendig transmissie opp.:	155,75 m²	Brandstofverbruik:	117,08	kWh/m²j
Inhoud (geventileerd):	182,42 m³	Primaire energie:	146,37	kWh/m²j
Glaspercentage:	6 %	Kosten brandstof:	--	EUR/m²j
Gebouwschilprestaties		CO ₂ emissie:	25,29	kg/m²j
Infiltratie bij 50 Pa:	4,21 VV/h	Graaddagen		
Warmtecapaciteit:	134,23 J/m²K	Verwarming (VGD):	3871,35	
		Koeling (KGD):	689,60	

Afbeelding 25 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Vergelijking

- Door het aanpassen van de vloer is de globale U-waarde gedaald.

-Het Netto-energie verwarming is niet verminderd. Eerst verwonderde mij dit, tot wij het model verder analyseerden, toen kwamen wij er op uit dat ArchiCAD geen enkel ruimte ziet als een verwarmde ruimte behalve de living, terwijl alle ruimtes passief verwarmd worden in realiteit.

Daarom hebben wij bij de volgende analyses de ruimtes in een thermal bloc geplaatst. Voor meer effect te krijgen op de waardes hebben wij ervoor gekozen om ook deze ruimtes te verwarmen met een gasboiler.

Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (2 NC)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie

Projectnaam: Projectnaam
 Locatie: Stad locatie
 Breedtegraad: 50° 47' 15" N
 Lengtegraad: 3° 7' 47" O
 Hoogte: 7,40 m
 Bron klimaatgegevens: BEL_Oosten...0_IWEC.epw
 Datum raming: 13/03/2015 15:30:25

Warmtedoorgangscoefficiënt

Gebouwschil (gemiddeld): **2,06** [W/m²K]
 Vloeren: **0,83 - 0,83**
 Uitwendig: **0,23 - 4,87**
 Ondergrond: --
 Openingen: **1,60 - 3,71**

Kenmerkende jaarwaarden

Netto energie verwarming: **223,81** kWh/m²j
 Netto-energie koeling: **0,00** kWh/m²j
 Netto-energie totaal: **223,81** kWh/m²j
 Energieverbruik: **321,21** kWh/m²j
 Brandstofverbruik: **321,21** kWh/m²j
 Primaire energie: **376,27** kWh/m²j
 Kosten brandstof: -- EUR/m²j
 CO₂ emissie: **69,38** kg/m²j

Gebouwgeometrie

Bruto vloeroppervlak: **75,40** m²
 Vloeropp. (geklimatiseerd): **63,39** m²
 Uitwendig transmissie opp.: **178,70** m²
 Inhoud (geventileerd): **182,42** m³
 Glaspercentage: **5** %

Gebouwschilprestaties

Infiltratie bij 50 Pa: **4,71** VV/h
 Warmtecapaciteit: **146,20** J/m²K

Graaddagen

Verwarming (VGD): **3871,35**
 Koeling (KGD): **689,60**

Afbeelding 26 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Welke aanpassingen ten opzichte van bestaande analyse?

ALGEMENE AANPASSINGEN

- Ramen en deuren zijn aangepast, naar dubbelbeglazing met een PVC-kader.
- De koepels hadden al een aanvaardbare U-waarde.

AANPASSINGEN TEN OPZICHTE VAN ANALYSE 1 NC

- De zoldervloer wordt tussen de kepers geïsoleerd (20 cm rotswol).

Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt

Aanpassingen deel 2NC

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 36

Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (1 NC)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie

Projectnaam: Projectnaam
 Locatie: Stad locatie
 Breedtegraad: 50° 47' 15" N
 Lengtegraad: 3° 7' 47" O
 Hoogte: 7,40 m
 Bron klimaatgegevens: BEL_Oosten...0_IWEC.epw
 Datum raming: 13/03/2015 15:31:36

Warmtedoorgangscoefficiënt

Gebouwschil (gemiddeld): **2,23** [W/m²K]
 Vloeren: **0,83 - 0,83**
 Uitwendig: **1,51 - 4,87**
 Ondergrond: --
 Openingen: **1,60 - 3,71**

Kenmerkende jaarwaarden

Netto energie verwarming: **233,45** kWh/m²j
 Netto-energie koeling: **0,00** kWh/m²j
 Netto-energie totaal: **233,45** kWh/m²j
 Energieverbruik: **330,31** kWh/m²j
 Brandstofverbruik: **330,31** kWh/m²j
 Primaire energie: **386,63** kWh/m²j
 Kosten brandstof: -- EUR/m²j
 CO₂ emissie: **71,35** kg/m²j

Gebouwgeometrie

Bruto vloeroppervlak: **75,40** m²
 Vloeropp. (geklimatiseerd): **63,39** m²
 Uitwendig transmissie opp.: **178,70** m²
 Inhoud (geventileerd): **182,42** m³
 Glaspercentage: **5** %

Gebouwschilprestaties

Infiltratie bij 50 Pa: **4,71** VV/h
 Warmtecapaciteit: **145,65** J/m²K

Graaddagen

Verwarming (VGD): **3871,35**
 Koeling (KGD): **689,60**

Afbeelding 27 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Vergelijking

- Na het veranderen van de waardes, waarbij gezegd wordt welke ruimtes verwarmd worden en welke niet, krijgt het toepassen van dakisolatie wel een verandering op het totale netto-energie verwarming van +/- 10 kWh/m²j.

- De warmtecapaciteit is ook verbeterd. (zie analyse 1-2 , 1NC- 2NC)

Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt

Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (3 NC)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie

Projectnaam: Projectnaam
 Locatie: Stad locatie
 Breedtegraad: 50° 47' 15" N
 Lengtegraad: 3° 7' 47" O
 Hoogte: 7,40 m
 Bron klimaatgegevens: BEL_Oosten...0_IWEC.epw
 Datum raming: 13/03/2015 15:43:17

Warmtedoorgangscoefficiënt

Gebouwschil (gemiddeld): **1,95** [W/m²K]
 Vloeren: **0,83 - 0,83**
 Uitwendig: **0,23 - 4,87**
 Ondergrond: --
 Openingen: **1,60 - 3,71**

Kenmerkende jaarwaarden

Netto energie verwarming: **215,81** kWh/m²j
 Netto-energie koeling: **0,00** kWh/m²j
 Netto-energie totaal: **215,81** kWh/m²j
 Energieverbruik: **313,67** kWh/m²j
 Brandstofverbruik: **313,67** kWh/m²j
 Primaire energie: **367,67** kWh/m²j
 Kosten brandstof: -- EUR/m²j
 CO₂ emissie: **67,75** kg/m²j

Gebouwgeometrie

Bruto vloeroppervlak: **75,40** m²
 Vloeropp. (geklimatiseerd): **63,39** m²
 Uitwendig transmissie opp.: **178,70** m²
 Inhoud (geventileerd): **182,42** m³
 Glaspercentage: **5** %

Gebouwschilprestaties

Infiltratie bij 50 Pa: **4,71** VV/h
 Warmtecapaciteit: **143,56** J/m²K

Graaddagen

Verwarming (VGD): **3871,35**
 Koeling (KGD): **689,60**

Afbeelding 28 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Welke aanpassingen ten opzichte van bestaande analyse?

ALGEMENE AANPASSINGEN

- Ramen en deuren zijn aangepast, naar dubbelbeglazing met een PVC-kader.
- De koepels hadden al een aanvaardbare U-waarde.
- De zoldervloer wordt tussen de kepers geïsoleerd (20 cm rotswol).

AANPASSINGEN TEN OPZICHTE VAN ANALYSE 2NC

- isolatie in buitenwand (EPS) 5cm.

Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt

Aanpassingen deel 3NC

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 38

Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (2 NC)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie

Projectnaam: Projectnaam
 Locatie: Stad locatie
 Breedtegraad: 50° 47' 15" N
 Lengtegraad: 3° 7' 47" O
 Hoogte: 7,40 m
 Bron klimaatgegevens: BEL_Oosten...0_IWEC.epw
 Datum raming: 13/03/2015 15:30:25

Warmtedoorgangscoefficiënt

Gebouwschil (gemiddeld): **2,06** [W/m²K]
 Vloeren: **0,83 - 0,83**
 Uitwendig: **0,23 - 4,87**
 Ondergrond: --
 Openingen: **1,60 - 3,71**

Kenmerkende jaarwaarden

Netto energie verwarming: **223,81** kWh/m²j
 Netto-energie koeling: **0,00** kWh/m²j
 Netto-energie totaal: **223,81** kWh/m²j
 Energieverbruik: **321,21** kWh/m²j
 Brandstofverbruik: **321,21** kWh/m²j
 Primaire energie: **376,27** kWh/m²j
 Kosten brandstof: -- EUR/m²j
 CO₂ emissie: **69,38** kg/m²j

Gebouwgeometrie

Bruto vloeroppervlak: **75,40** m²
 Vloeropp. (geklimatiseerd): **63,39** m²
 Uitwendig transmissie opp.: **178,70** m²
 Inhoud (geventileerd): **182,42** m³
 Glaspercentage: **5** %

Gebouwschilprestaties

Infiltratie bij 50 Pa: **4,71** VV/h
 Warmtecapaciteit: **146,20** J/m²K

Graaddagen

Verwarming (VGD): **3871,35**
 Koeling (KGD): **689,60**

Afbeelding 29 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Vergelijking

-Met 5 cm EPS toe te voegen zakt de U-Waarde met 0.11 W/m²K. De reden dat deze waarde maar zo weinig zakt is omdat er maar 2 muren aangrenzen aan buiten. Terwijl alle andere wanden grenzen aan verwarmde binnenruimtes.

-Ook de netto-energie verwarming vermindert met +/- 10 kWh/ m²j

Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt

Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (4 NC)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie		Warmtedoorgangscoefficiënt	U waarde	[W/m²K]
Projectnaam:	Projectnaam	Gebouwschil (gemiddeld):	1,92	
Locatie:	Stad locatie	Vloeren:	0,83 - 0,83	
Breedtegraad:	50° 47' 15" N	Uitwendig:	0,23 - 4,87	
Lengtegraad:	3° 7' 47" O	Ondergrond:	--	
Hoogte:	7,40 m	Openingen:	1,60 - 3,71	
Bron klimaatgegevens:	BEL_Oosten...0_IWEC.epw			
Datum raming:	13/03/2015 15:44:37			
Gebouwgeometrie		Kenmerkende jaarwaarden		
Bruto vloeroppervlak:	75,40 m²	Netto energie verwarming:	213,94	kWh/m²j
Vloeropp. (geklimatiseerd):	63,39 m²	Netto-energie koeling:	0,00	kWh/m²j
Uitwendig transmissie opp.:	178,70 m²	Netto-energie totaal:	213,94	kWh/m²j
Inhoud (geventileerd):	182,42 m³	Energieverbruik:	311,91	kWh/m²j
Glaspercentage:	5 %	Brandstofverbruik:	311,91	kWh/m²j
		Primaire energie:	365,66	kWh/m²j
		Kosten brandstof:	--	EUR/m²j
		CO ₂ emissie:	67,37	kg/m²j
Gebouwschilprestaties		Graaddagen		
Infiltratie bij 50 Pa:	4,71 VV/h	Verwarming (VGD):	3871,35	
Warmtecapaciteit:	144,05 J/m²K	Koeling (KGD):	689,60	

Afbeelding 30 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Welke aanpassingen ten opzichte van bestaande analyse?

ALGEMENE AANPASSINGEN

- Ramen en deuren zijn aangepast, naar dubbelbeglazing met een PVC-kader.
- De koepels hadden al een aanvaardbare U-waarde.
- De zoldervloer wordt tussen de kepers geïsoleerd (20 cm rotswol).

AANPASSINGEN TEN OPZICHTE VAN ANALYSE 2NC

- isolatie in buitenwand (EPS) 10cm.

Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt

Aanpassingen deel 4NC

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 40

Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (2 NC)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie		Warmtedoorgangscoefficiënt	U waarde	[W/m²K]
Projectnaam:	Projectnaam	Gebouwschil (gemiddeld):	2,06	
Locatie:	Stad locatie	Vloeren:	0,83 - 0,83	
Breedtegraad:	50° 47' 15" N	Uitwendig:	0,23 - 4,87	
Lengtegraad:	3° 7' 47" O	Ondergrond:	--	
Hoogte:	7,40 m	Openingen:	1,60 - 3,71	
Bron klimaatgegevens:	BEL_Oosten...0_IWEC.epw			
Datum raming:	13/03/2015 15:30:25			
Gebouwgeometrie		Kenmerkende jaarwaarden		
Bruto vloeroppervlak:	75,40 m²	Netto energie verwarming:	223,81	kWh/m²j
Vloeropp. (geklimatiseerd):	63,39 m²	Netto-energie koeling:	0,00	kWh/m²j
Uitwendig transmissie opp.:	178,70 m²	Netto-energie totaal:	223,81	kWh/m²j
Inhoud (geventileerd):	182,42 m³	Energieverbruik:	321,21	kWh/m²j
Glaspercentage:	5 %	Brandstofverbruik:	321,21	kWh/m²j
		Primaire energie:	376,27	kWh/m²j
		Kosten brandstof:	--	EUR/m²j
		CO ₂ emissie:	69,38	kg/m²j
Gebouwschilprestaties		Graaddagen		
Infiltratie bij 50 Pa:	4,71 VV/h	Verwarming (VGD):	3871,35	
Warmtecapaciteit:	146,20 J/m²K	Koeling (KGD):	689,60	

Afbeelding 31 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Vergelijking

-Met 10 cm EPS toe te voegen zakt de U-Waarde met 0.14 W/m²K. Met 5 cm isolatie daalde deze waarde met 0.11 W/m²K.

-Ook de netto-energie verwarming vermindert met +/- 10 kWh/ m²j.

Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt

Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (5 NC)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie		Warmtedoorgangscoefficiënt	U waarde	[W/m²K]
Projectnaam:	Projectnaam	Gebouwschil (gemiddeld):	1,92	
Locatie:	Stad locatie	Vloeren:	0,83 - 0,83	
Breedtegraad:	50° 47' 15" N	Uitwendig:	0,23 - 4,87	
Lengtegraad:	3° 7' 47" O	Ondergrond:	--	
Hoogte:	7,40 m	Openingen:	1,60 - 3,71	
Bron klimaatgegevens:	BEL_Oosten...0_IWEC.epw	Kenmerkende jaarwaarden		
Datum raming:	13/03/2015 15:46:10	Netto energie verwarming:	213,32	kWh/m²j
Gebouwgeometrie		Netto-energie koeling:	0,00	kWh/m²j
Bruto vloeroppervlak:	75,40 m²	Netto-energie totaal:	213,32	kWh/m²j
Vloeropp. (geklimatiseerd):	63,39 m²	Energieverbruik:	311,32	kWh/m²j
Uitwendig transmissie opp.:	178,70 m²	Brandstofverbruik:	311,32	kWh/m²j
Inhoud (geventileerd):	182,42 m³	Primaire energie:	365,00	kWh/m²j
Glaspercentage:	5 %	Kosten brandstof:	--	EUR/m²j
Gebouwschilprestaties		CO ₂ emissie:	67,25	kg/m²j
Infiltratie bij 50 Pa:	4,71 VV/h	Graaddagen		
Warmtecapaciteit:	144,20 J/m²K	Verwarming (VGD):	3871,35	
		Koeling (KGD):	689,60	

Afbeelding 32 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Welke aanpassingen ten opzichte van bestaande analyse?

ALGEMENE AANPASSINGEN

- Ramen en deuren zijn aangepast, naar dubbelbeglazing met een PVC-kader.
- De koepels hadden al een aanvaardbare U-waarde.
- De zoldervloer wordt tussen de kepers geïsoleerd (20 cm rotswol).

AANPASSINGEN TEN OPZICHTE VAN ANALYSE 2NC

- isolatie in buitenwand (EPS) 15cm.

Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt

Aanpassingen deel 5NC

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 42

Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (2 NC)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie		Warmtedoorgangscoefficiënt	U waarde	[W/m²K]
Projectnaam:	Projectnaam	Gebouwschil (gemiddeld):	2,06	
Locatie:	Stad locatie	Vloeren:	0,83 - 0,83	
Breedtegraad:	50° 47' 15" N	Uitwendig:	0,23 - 4,87	
Lengtegraad:	3° 7' 47" O	Ondergrond:	--	
Hoogte:	7,40 m	Openingen:	1,60 - 3,71	
Bron klimaatgegevens:	BEL_Oosten...0_IWEC.epw	Kenmerkende jaarwaarden		
Datum raming:	13/03/2015 15:30:25	Netto energie verwarming:	223,81	kWh/m²j
Gebouwgeometrie		Netto-energie koeling:	0,00	kWh/m²j
Bruto vloeroppervlak:	75,40 m²	Netto-energie totaal:	223,81	kWh/m²j
Vloeropp. (geklimatiseerd):	63,39 m²	Energieverbruik:	321,21	kWh/m²j
Uitwendig transmissie opp.:	178,70 m²	Brandstofverbruik:	321,21	kWh/m²j
Inhoud (geventileerd):	182,42 m³	Primaire energie:	376,27	kWh/m²j
Glaspercentage:	5 %	Kosten brandstof:	--	EUR/m²j
Gebouwschilprestaties		CO ₂ emissie:	69,38	kg/m²j
Infiltratie bij 50 Pa:	4,71 VV/h	Graaddagen		
Warmtecapaciteit:	146,20 J/m²K	Verwarming (VGD):	3871,35	
		Koeling (KGD):	689,60	

Afbeelding 33 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Vergelijking

-Met 15 cm EPS toe te voegen zakt de U-Waarde met 0.14 W/m²K. Met 5 cm isolatie daalde deze waarde met 0.11 W/m²K. Met 10 cm is er zelf geen verschil.

-Ook de netto-energie verwarming vermindert met +/- 10 kWh/ m²j.

==> Met andere woorden 5 a 10cm isolatie is de maximale dikte die rendabel kan zijn.

Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt

Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (6 NC)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie

Projectnaam: Projectnaam
 Locatie: Stad locatie
 Breedtegraad: 50° 47' 15" N
 Lengtegraad: 3° 7' 47" O
 Hoogte: 7,40 m
 Bron klimaatgegevens: BEL_Oosten...0_IWEC.epw
 Datum raming: 13/03/2015 15:47:12

Warmtedoorgangscoefficiënt

Gebouwschil (gemiddeld): **1,91** [W/m²K]
 Vloeren: **0,83 - 0,83**
 Uitwendig: **0,23 - 4,87**
 Ondergrond: --
 Openingen: **1,60 - 3,71**

Kenmerkende jaarwaarden

Netto energie verwarming: **212,69** kWh/m²j
 Netto-energie koeling: **0,00** kWh/m²j
 Netto-energie totaal: **212,69** kWh/m²j
 Energieverbruik: **310,73** kWh/m²j
 Brandstofverbruik: **310,73** kWh/m²j
 Primaire energie: **364,32** kWh/m²j
 Kosten brandstof: -- EUR/m²j
 CO₂ emissie: **67,12** kg/m²j

Gebouwgeometrie

Bruto vloeroppervlak: **75,40** m²
 Vloeropp. (geklimatiseerd): **63,39** m²
 Uitwendig transmissie opp.: **178,70** m²
 Inhoud (geventileerd): **182,42** m³
 Glaspercentage: **5** %

Gebouwschilprestaties

Infiltratie bij 50 Pa: **4,71** VV/h
 Warmtecapaciteit: **144,33** J/m²K

Graaddagen

Verwarming (VGD): **3871,35**
 Koeling (KGD): **689,60**

Afbeelding 34 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Welke aanpassingen ten opzichte van bestaande analyse?

ALGEMENE AANPASSINGEN

- Ramen en deuren zijn aangepast, naar dubbelbeglazing met een PVC-kader.
- De koepels hadden al een aanvaardbare U-waarde.
- De zoldervloer wordt tussen de kepers geïsoleerd (20 cm rotswol).

AANPASSINGEN TEN OPZICHTE VAN ANALYSE 2NC

- isolatie in buitenwand (EPS) 20cm.

Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt

Aanpassingen deel 6NC

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 44

Raming Energieprestatie

NIEUWE ANALYSE (2 NC)

Nr. project Projectnaam

Basisgegevens

Algemene projectinformatie

Projectnaam: Projectnaam
 Locatie: Stad locatie
 Breedtegraad: 50° 47' 15" N
 Lengtegraad: 3° 7' 47" O
 Hoogte: 7,40 m
 Bron klimaatgegevens: BEL_Oosten...0_IWEC.epw
 Datum raming: 13/03/2015 15:30:25

Warmtedoorgangscoefficiënt

Gebouwschil (gemiddeld): **2,06** [W/m²K]
 Vloeren: **0,83 - 0,83**
 Uitwendig: **0,23 - 4,87**
 Ondergrond: --
 Openingen: **1,60 - 3,71**

Kenmerkende jaarwaarden

Netto energie verwarming: **223,81** kWh/m²j
 Netto-energie koeling: **0,00** kWh/m²j
 Netto-energie totaal: **223,81** kWh/m²j
 Energieverbruik: **321,21** kWh/m²j
 Brandstofverbruik: **321,21** kWh/m²j
 Primaire energie: **376,27** kWh/m²j
 Kosten brandstof: -- EUR/m²j
 CO₂ emissie: **69,38** kg/m²j

Gebouwgeometrie

Bruto vloeroppervlak: **75,40** m²
 Vloeropp. (geklimatiseerd): **63,39** m²
 Uitwendig transmissie opp.: **178,70** m²
 Inhoud (geventileerd): **182,42** m³
 Glaspercentage: **5** %

Gebouwschilprestaties

Infiltratie bij 50 Pa: **4,71** VV/h
 Warmtecapaciteit: **146,20** J/m²K

Graaddagen

Verwarming (VGD): **3871,35**
 Koeling (KGD): **689,60**

Afbeelding 35 - Energieanalyse uit ArchiCAD

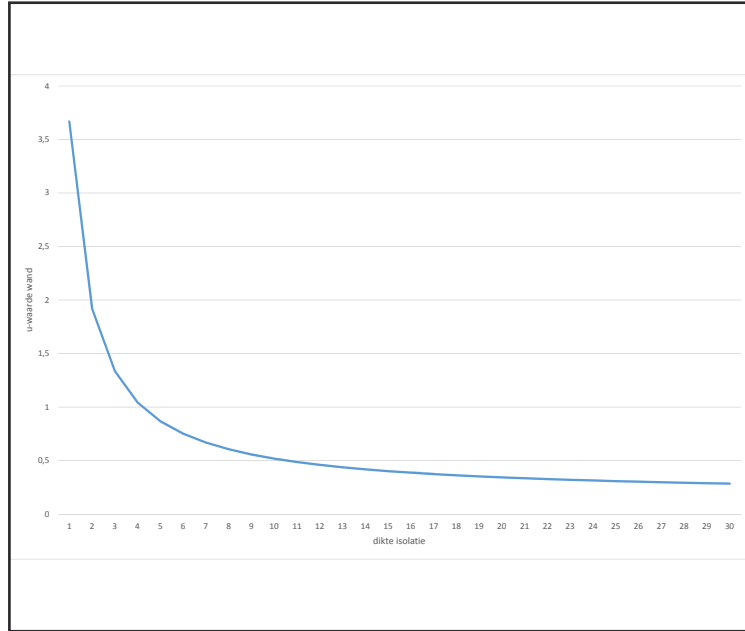
Vergelijking

-Met 12cm EPS toe te voegen zakt de U-Waarde met 0.15 W/m²K. Met 15 cm isolatie daalde deze waarde met 0.14 W/m²K.

-Ook de netto-energie verwarming vermindert met +/- 11 kWh/ m²j.

==> met andere woorden 5 a 10cm isolatie is de maximale dikte die rendabel kan zijn.

Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt



Grafiek 1 - uit XLS-Bestand - aantonen U-waarde t.o.z van dikte

Grafiek globale U-waarde t.o.z van dikte EPS.

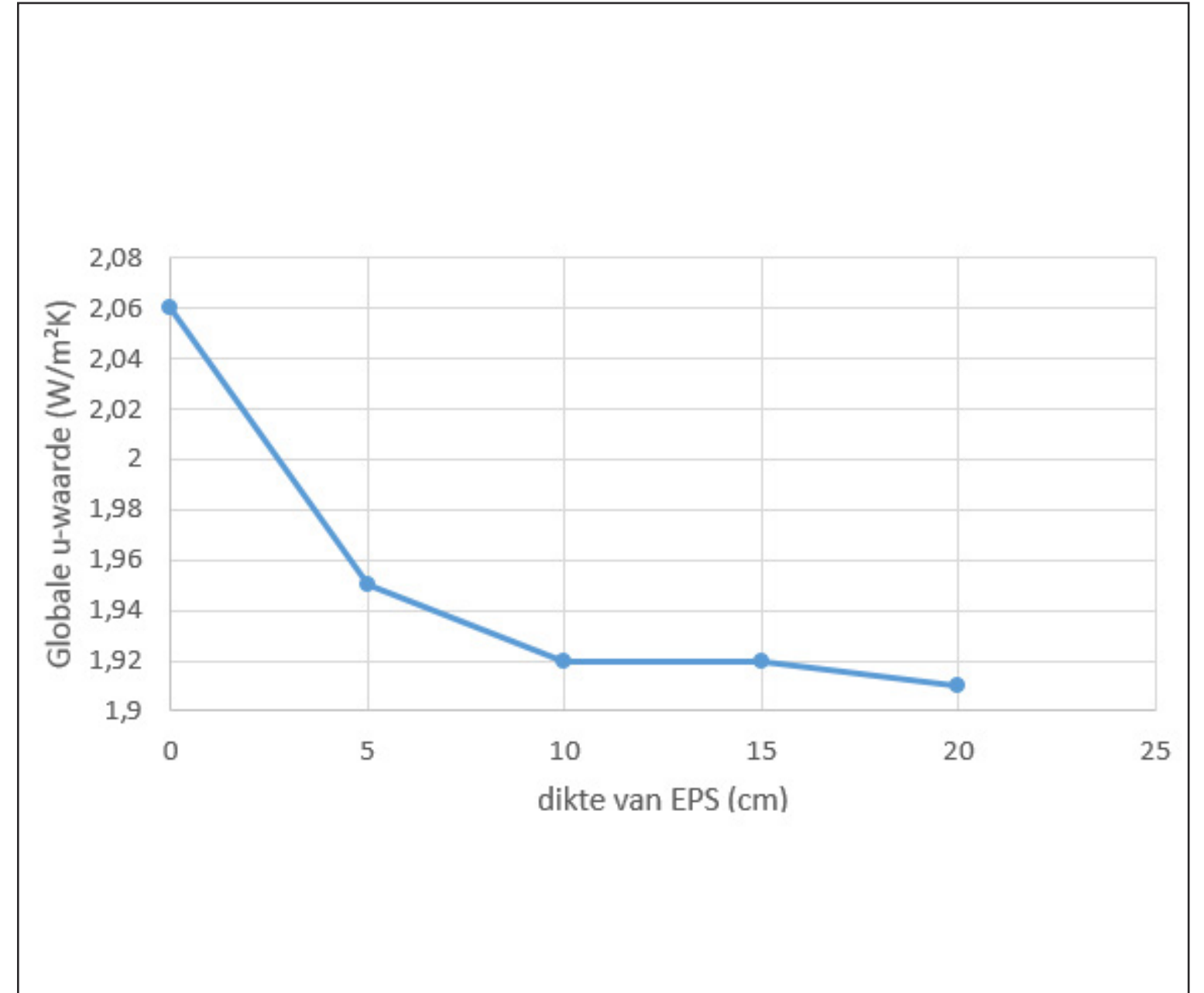
De grafiek links toont aan wat de isolatie doet bij 1 muur.

De grafiek rechts toont aan wat de isolatie doet op het gebouwniveau.

Daarom kunnen deze twee grafieken naast elkaar gelegd worden maar niet op elkaar.

Vergelijking

Zoals hier naast te zien is in de grafiek, zal de eerste 5 cm een grote invloed hebben op de globale U-waarde. Vanaf dan zal die invloed stelselmatig beginnen afnemen. wij kunnen uit deze grafiek concluderen dat isoleren boven de 10 cm weinig zin heeft, wat dus strookt met de realiteit (bij renovatie). M.a.w. ArchiCAD doet zijn werk correct mits een paar aanpassingen.

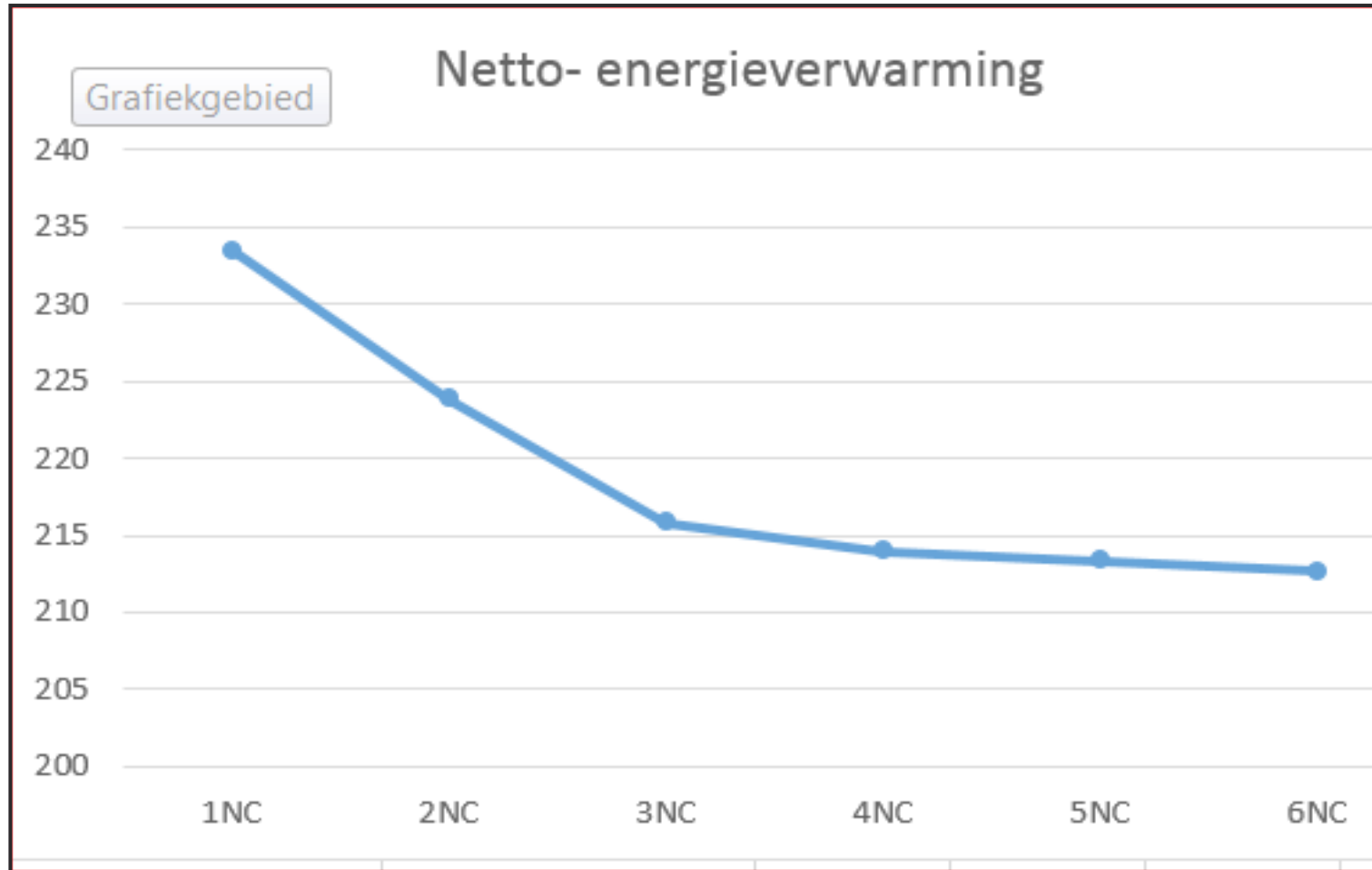


Grafiek 2 - gebleken uit energieanalyse van ArchiCAD

Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt

Relatie dikte isolatie met globale U-waarde

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 46



Grafiek 3 - uit XLS-Bestand - aantonen netto-energieverwarming

	Bestaande toestand	1	2	1NC	2NC
globale U-waarde	2,58	2,33	2,06	2,23	2,06
Netto-energieverwarming	90,39	78,96	78,89	233,45	223,81
	\	3NC	4NC	5NC	6NC
globale U-waarde	\	1,95	1,92	1,92	1,91
Netto-energieverwarming	\	215,81	213,94	213,32	212,69

Tabel 2 - uit XLS-Bestand - groeperen gegevens energieanalyse.

Vergelijking

Wij stellen vast dat wij in deze grafiek (Netto-energieverwarming) hetzelfde resultaat krijgen als in deze van de globale U-waarde. Namelijk dat het effect na 4NC sterk afneemt. Met andere woorden meer dan 10 cm isoleren in deze woning is een zinloze kost.

Wij zijn zeer tevreden met dit resultaat want dit duidt opnieuw aan dat ArchiCAD correct werkt achter de schermen.

Let op: alle ruimtes werken op gasboiler, terwijl in realiteit enkel de living verwarmd wordt

Verhouding netto-energieverwarming

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 48



Besluit

Wij kunnen concluderen dat ArchiCAD al een heel grote zet heeft gezet richting ramingen voor energieanalyses. Wij merken wel dat er nog enkel kleine maar fundamentele aanpassingen zouden moeten gebeuren om het resultaat van deze analyses nog te verfijnen.

Het ventilatiesysteem is al sterk uitgebreid alleen stellen wij vast dat wij nergens kunnen aanduiden hoeveel verse lucht er in een ruimte aanwezig moet zijn. Ook zouden wij nog ergens moeten kunnen aanduiden van waar de lucht komt. Dit alles zouden wij kunnen doen via de zones maar evengoed via de Thermal blocks.

Het zou ook interessanter zijn om op de buitenste schil een optie te kunnen aanduiden van is dit een losstaande gevel of niet. Nu moet je de aangrenzende ruimtes vervatten in de thermal block, dus op die manier opnemen in uw volume.

Bij de Operation Profiles kan je nu alles aanduiden van hoeveelheid water, de warmte per persoon, etc. Er zou misschien nog een extra vakje aangemaakt kunnen worden met de duiding van hoeveel personen er normaal gezien aanwezig zijn in de woning.

Ook vinden wij (Dhr. Leo Van Cauter en ik) dat de energieanalyse enkel de resultaten toont op gebouwniveau terwijl duidelijk te zien is bij de Energy Model Review dat dit gebeurt per wand en per zone. Het zou goed zijn om de energieanalyse verder uit te breiden en dus ook de resultaten te geven van de verschillende zones.

ArchiCAD wil een indicatie geven van energieanalyses. Tijdens deze bachelorproef merk je ook dat ze daar wel in slagen mits een paar kleine fundamentele aanpassingen. Zo merk je dat sommige waardes heel gedetailleerd gevraagd worden, terwijl vele ArchiCAD gebruikers geen notie hebben van deze waarde. Daarom stellen wij voor dat het interessant is om verschillende waardes te kunnen aanduiden aan de hand van klassen, zoals bijvoorbeeld bij luchtdichtheid (zeer goede luchtdichtheid, goede luchtdichtheid, matige luchtdichtheid, Zwakke luchtdichtheid)

Ook kan het interessant zijn dat er gewerkt wordt met een pop-up venster (Daarmee wordt er bedoeld een venster die openspringt en die u als ontwerper, ingenieur,... de vraag stelt bent u zeker van volgende waardes). Ik merk bij mezelf dat ik niet alle waardes ga controleren tijdens het tekenen. Het kan dan wel interessant zijn om verplicht te worden om dat wel te doen.

In deel 2 van de Bachelorproef is wel bewezen dat de software die achter de energieanalyse zit toch echt wij potentieel heeft voor correcte energieanalyses.

Algemeen besluit

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 50



Afbeeldingen index

Afbeelding 1 - uit Toegepaste Architectuur cursus 4 BIM -evolutie tekensoftware

Afbeelding 2 - berekenen van U-waardes via EPB-software 3g

Afbeelding 3 - berekenen van U-waardes via EPB-software 3g

Afbeelding 4 - berekenen van U-waardes via EPB-software 3g

Afbeelding 5 - 3D model uit ArchiCAD - Project location

Afbeelding 6 - Google maps

Afbeelding 7 - 3D model uit ArchiCAD

Afbeelding 8 - 3D model uit ArchiCAD

Afbeelding 9 - berekenen van U-waardes via EPB-software 3g

Afbeelding 10 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 11 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 12 - Instellen van de thermal blocks in Ecodesigner

Afbeelding 13 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 14 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 15 -3D model uit ArchiCAD met aangepast compositie

Afbeelding 16 - Composites uit ArchiCAD

Afbeelding 17 -Grafiek over verhitting van een ruimte uit het programma TRNSYS

Afbeelding 18 -3D voorstelling gebouw uit Capsol programma van Physibel

Afbeelding 19 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 20 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 21 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 22 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 23 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 24 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 25 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 26 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 27 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 28 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 29 - Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 30 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 31 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 32 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 33 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 34 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Afbeelding 35 -Energieanalyse uit ArchiCAD

Tabel 1 - van wat er aangepast wordt aan de energieanalyse

Tabel 2 - uit XLS-Bestand - groeperen gegevens energieanalyse.

Grafiek 1 -uit XLS-Bestand - aantonen U-waarde t.o.z van dikte

Grafiek 2 - gebleken uit energieanalyse van ArchiCAD

Grafiek 3 - uit XLS-Bestand - aantonen netto-energieverwarming

Algemene Bronnen

EPCinvest. (2015). www.epcinvest.be

KUBUS. (2015). www.kubusinfo.nl

Vlaanderen is energie. (2015). www.energiesparen.be

Leo Van Cauter. (2014). De ideale temperatuur. Howest. Brugge

Leo Van Cauter. (2013). Warmte overdracht in gebouw elementen. Howest. Brugge

Specifieke bronnen

Ruben Van de Walle. (2013). Toegepaste Architectuur cursus 4 BIM. Howest. Brugge

Graphisoft (2014). EcoDesigner STAR user Manual. Graphisoft. Budapest.

Ruben Van de Walle. (2014). Building information modeling. Howest. Brugge.

KUBUS. (2015). BIM van ontwerp tot uitvoering. www.kubusinfo.nl/ArchiCAD/ArchiCAD

Begeleiding

interne procesbegeleiding:Ruben van de walle

externe promoter: Leo Van Cauter

ArchiCAD kenner : Anne de Ruijter

Bronnen

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 52





VERWERKTE OPMERKING ANNE DE RUIJTTER

MAIL 1

Algemeen advies is de handleiding van de Energy Evaluation / EcoDesigner STAR nog eens door te nemen. Er zijn nu veel zaken die niet kloppen in de presentatie. Hierbij in het kort mijn opmerkingen / vragen:

U-waarden

Zover mij bekend worden de U-waarden in de Energy Evaluation van elke composite berekend. Zou je de vraag kunnen verduidelijken. Wat is VEA?

Infiltraties

De luchtdichtheid is juist preciezer in te stellen dan alleen met klassen (klassen zou voor gebruikers misschien wel handiger zijn). De structural Display is in principe een venster dat je altijd moet controleren voor een juiste berekening. In dat opzicht is het m.i. de juiste locatie. Maar hoor graag een onderbouwing voor een betere locatie.

Ventilatiesystemen

Ventilatie is in te stellen bij de installaties - bij de operation profile kun je dit vervolgens tot een detailniveau van per uur instellen (maar ook gewoon grote blokken)

Verwarming en koeling

Gewenste temperatuur kan per uur per dag ingesteld worden. Dit is vastgelegd in de Operation Profiles die aan de Thermal Blocks worden toegewezen

Alle informatie over over de installatiesystemen is in te stellen. In de EcoDesigner STAR kan dit uitgebreider dan in de Energy Evaluation.

Aangrenzende ruimten: gebeurt op basis van de thermal blocks

Overzicht oververhitting kan ook in de output

Alle systemen

Verlichting wordt ook ingesteld in de Operation Profiles

Profiel van bewoning

Ook dit is vast te leggen in de Operation Profiles

Plaats vastleggen

Ondergrond kun je het best modeleren met een mesh : ArchiCAD neemt deze dan perfect mee, ook bij hellingen.

Voor onderverwarmde in het gebouw maak je een apart Thermal Block.

Voor een aangrenzend pand maak je per verdieping een apart zone (smal) die je ook toewijst aan een thermal block (zie ook de handleiding)

Algemene opmerkingen

EE/ED kijkt zowel naar het gehele gebouw als de losse ruimten en/of thermal blocks

Over welke parameters/eenheden gaat het?

MAIL 2

Dit is een stuk uitgebreider dan de vorige versie. Kort wat aandachtspunten, zowel algemeen als specifiek gericht op ArchiCAD:

- In je huidige concept vraagstelling zit al een aanname die niet onderzocht is.
- Je bent wel heel ambitieus in je doelen: zou dit inperken gezien de reikwijdte van je proef. En doel en vraagstelling meer op elkaar afstemmen.

- Breng koppen aan in de tekst: dit geeft zowel structuur voor de lezer als voor jezelf bij het opstellen.
- Geef bij de afbeeldingen aan waar ze vandaan komen: je gebruikt ten slotte meerdere pakketten.
- Bedenk dat het stuk ook te begrijpen moet zijn voor lezers zonder kennis van ArchiCAD.

- Je omschrijft veel conclusie - maar niet het proces waaruit je die conclusie getrokken hebt.
- Niet verwarmde zones zet je in een thermal block zonder verwarming: Energy Evaluation zal deze ruimte automatisch verwarmen met passieve zonneenergie en transmissie vanuit de verwarmde ruimten.
- Als U-waarden niet kloppen: kloppen dan de materiaaleigenschappen van de onderdelen wel?
- Capaciteit ketel is instelbaar:

Bijlage

Hoever staat ArchiCAD in het functioneren als conventioneel rekenmodel? - 54





Contact

Dries Van Laeken
Toegepaste Architectuur
campus RSS
Rijsselstraat 5

