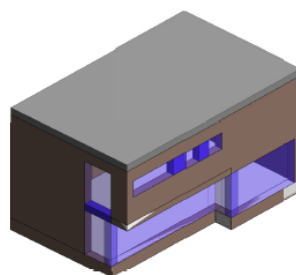


7 Mass Form



8 BouwElementen

*C3A- workshop april 2019*

## **Energie- en Klimaat-analyse met Revit** o.a. EPB S-Peil met Revit conform VEA en Autodesk Insight 360



## Overzicht

voorwoord

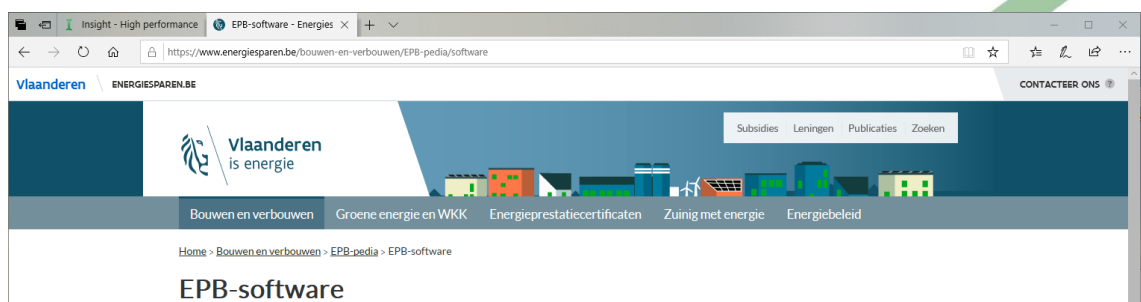
<b>1.</b>	<b>ENERGIE-ANALYSE MET REVIT .....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>HEEL PRAKTISCH: EPB MET REVIT CONFORM VEA .....</b>	<b>9</b>
2.1	Werkmethodiek – praktisch voorbeeld .....	9
2.1.1	Van C3A_epb_01_start.rvt tot C3A_epb_02_mass.rvt.....	10
2.1.2	Van C3A_epb_02_mass.rvt tot C3A_epb_03_OmhullendeSchildelen.rvt .....	18
2.1.3	C3A_epb_04_OmhullendeSchildelen_met_openingen.rvt.....	21
2.1.4	C3A_epb_05_OmhullendeSchildelen_met_ingevulde_openingen.rvt.....	24
2.1.5	C3A_epb_06_met EPB resultaat.rvt.....	27
2.1.6	C3A_epb_07_alle_info_vr_k-peil_aangepast.rvt .....	28
2.2	Werkmethodiek – C3A-gebouw als vb .....	30
2.2.1	Van C3A-gebouw_EPB_01_start.rvt tot C3A-gebouw_EPB_02_mass.rvt .....	31
2.2.2	C3A-gebouw_EPB_03_OmhullendeSchildelen.rvt .....	37
2.2.3	C3A-gebouw_EPB_04_OmhullendeSchildelen_met_openingen.rvt .....	40
2.3	Enkele praktische voorbeelden .....	41
<b>3.</b>	<b>AUTODESK INSIGHT360 .....</b>	<b>43</b>

### Woord vooraf

Vanuit C3A beperkt "EnergyAnalyse" met Revit zich tot wat nodig is bij de architect-ontwerpers, met o.a. een aanpak voor de voorbereiding van de EPB-aangifte in Vlaanderen conform VEA, en een globaal Energy-"Insight" om een beter inzicht te krijgen in de Klimaat- en Energie-aspecten bij het ontwerpen van gebouwen. Voor de typische meer gedetailleerde Revit MEP/Systems werken wij nauw samen met onze partner [WITAS](#), de "Revit MEP/Systems" specialisten in onze regio.

Op [c3a-wijzer/bim-bouwdata-extractie-ook-voor-epb](#) staat nog steeds het verhaal over de K-Peil berekening-voorbereiding met Revit (nog van april 2012), toen met de verplichte EPB-aangiftes bij bouwaanvragen gestart werd. Ondertussen is het E-peil met de K-peil bepaling vervangen door de S-Peil berekening. Vanuit Revit beperkt zich dat tot de opbouw én extractie van de nodige geometrie-info (massa, omhullende oppervlakken, mét BIM-info ivm de u-waarden, g-values, ...), de rest van de analyses en berekeningen kan dan (best) in gespecialiseerde rekensoftware (of gewoon heel praktisch in Excel ?). En voor de officiële EPB-aangifte moet dit toch via de Vlaamse [EPB-software](#). Zie ook deze uitgebreidere [C3A\\_Revit2015\\_EPB\\_Kpeil.pdf](#) (5Mb) met een meer gedetailleerd overzicht van deze werkmethode in Revit. Dit werd door arch. Jos Vandamme samen met energie-specialist arch. Luc Dedeyne ( zie [Benergie.be](#) ) zo voorbereid. Zoals vele EPB-verslaggevers in Vlaanderen gebruikt Luc Dedeyne SketchUp en AutoCAD om de geometrie-info voor te bereiden, alhoewel dit met Revit veel efficiënter kan ... als men uiteraard Revit heeft én kent ... was niet evident is bij EPB-verslaggevers. Vanuit C3A stellen we al sedert 2011 voor om dit met Revit aan te pakken (cfr. dit voorbeeld [C3A\\_epb\\_07\\_basisontwerpK21+aanpassingK16.pdf](#) ). Deze werkmethode is anno 2019 nog steeds goed bruikbaar, ook voor de S-peil voorbereiding ... maar zou met enige automatisatie nog veel beter kunnen. Ir.arch. Ruben Verstraeten @ugent.be heeft daar in 2010 à 2013 zijn doctoraats-thesis over gemaakt: hij had een compleet systeem op punt gezet om via een webapplicatie vanuit een Revit-model een complete e-peil-berekening te genereren via een gbXML-export, met alle info zoals toen vereist voor VEA. Maar ... voor zijn geprogrammeerde tool was blijkbaar geen rendabel business-model uit te werken, spijtig genoeg.

BIM biedt uiteraard veel mogelijkheden tot simulatie en optimalisatie van de ecologische voetafdruk van een gebouw, nog voor de realisatie. De virtuele BIM-modellen zoals wij die momenteel opbouwen zijn een uitstekende basis voor allerlei duurzaamheids-analyses. Maar ... de analysemethoden zoals voorgesteld door bijv. <http://www.breeam.com/> moeten we voor de Vlaamse Overheid momenteel echt niet toepassen, vandaar onze "workaround" conform eisen vanwege VEA zoals hierboven vermeld. Moesten we een Europese regelgeving hebben hiervoor, dan zouden tools zoals [Autodesk Insight360](#) van Autodesk ( <https://insight360.autodesk.com/oneenergy> ) ongetwijfeld meteen allerlei analyses mogelijk maken conform BREEAM én Europese Regelgeving e.d. Ook goed om weten dat de huidige VEA-EPB-software momenteel in vraag gesteld wordt (qua complexiteit voor de gebruikers, quasi ondoenbaar voor "gewone" architecten, zelfs voor ervaren EPB-deskundigen, moeilijk controleerbaar zonder grafische controle, enz.). De toekomst van de EPB-software wordt momenteel onderzocht op architecturaal, functioneel en financieel vlak. De huidige regelgeving wordt daarbij in vraag gesteld: de huidige software dient enkel als hulpmiddel in het administratieve en wettelijke kader, de gebruikte technologie en gebruiksvriendelijkheid zou veel beter kunnen/moeten, en vooral ook: de huidige EPB-software biedt geen inzicht in ontwerp-aanpassingen e.d., als tool om betere energieprestatie-inzicht bij ontwerpbeslissingen te bieden.





**Wat is het S-peil?**



Het 'S-Peil' of 'schilpeil' drukt de energie-efficiëntie van de gebouwschil uit. Het S-peil evalueert alle energetische kwaliteiten van de gebouwschil, zowel de winsten als de verliezen, gelijkwaardig ten opzichte van de vormefficiëntie. Het geldt per wooneenheid.

Hoe minder energie nodig is om de temperatuur van de wooneenheid op peil te houden en hoe efficiënter de vorm, hoe lager en hoe beter het S-peil. Hoe het S-peil berekend wordt, vindt u onder Rekenmethode.

Hoe lager het S-peil, het beter het dus gesteld is met de schil van de woning - energetisch gezien.

Zie <https://www.energiesparen.be/EPB-pedia/S-peil> voor alle details ivm deze S-peil berekeningen in Vlaanderen conform VEA.

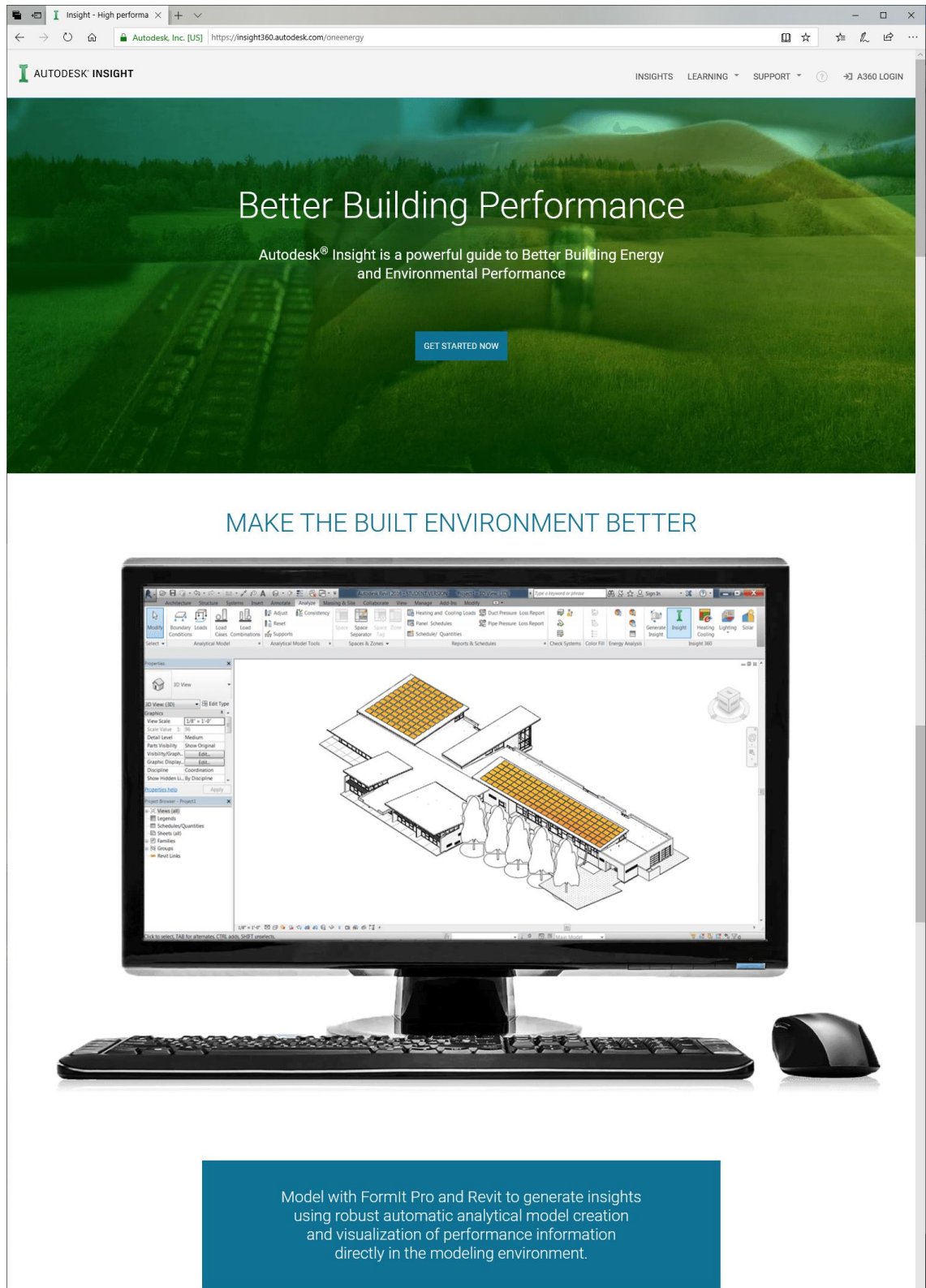
Het blijft zo dat bij de berekening hiervan ter voorbereiding heel wat geometrie-info moet voorbereid worden. En waar kunnen we dat beter uit afleiden dan uit een Revit-model, specifiek opgemaakt conform de S-peil richtlijnen? Belangrijkste zaken die we uit Revit kunnen afleiden is de omhullende massa met de bijhorende omhullende vlakken, waarmee de S-peil vormefficiëntie kan berekend worden. Daartoe is in de C3A-Revit-template al de juiste Schedule **EPB\_2018 - Massa en Compactheid S-Peil Vormefficiëntie** voorbereid, die deze waarde berekent (afgeleid van het volume in m<sup>3</sup> en de omhullende vlakken in m<sup>2</sup>). Voor de omhullende schildelen werden enkele specifieke EPB-materials voorbereid, die al de U-Waarde en g-value als parameter bevatten... zodat ook deze schildelen via de schedule **EPB\_2018 – Verliesoppervlaktes** meteen overzichtelijk beschikbaar zijn.

Zie dit voorbeeld hierboven: ter controle werd dit eerst in Excel berekend, waarna de formules ook in de Schedule **EPB\_Massa en Compactheid S-Peil Vormefficiëntie** voorbereid werden. *Kwestie van dit even te controleren...*

*Er wordt momenteel ook nog gewerkt aan een Excel-rekenblad (door specialist terzake Luc Dedejne) om alle geometrie-info uit Revit in te verwerken, zodat een inschatting van de S-peil resultaten kan voorbereid en berekend worden in EXCEL VOORALEER dit in de EPB-software van VEA te moeten ingeven. Een automatische IMPORT van die geometrie-info in de VEA software is spijtig genoeg \*nog\*niet voorzien ... alhoewel nu wel wordt overwogen om dit uit te werken, door VEA.*



Los van de Vlaamse regelgeving, maar om meer inzicht in de Energieprestaties van uw ontwerp te bekommen, kunnen BIM-modellen met Revit via de Autodesk Cloud geanalyseerd worden via Autodesk Insight 360 ( <https://insight360.autodesk.com/> ), met simulaties voor de gebouwenergie, verwarming, koeling, daglichttoepassingen en zonnestraling. Via een wisselwerking met de belangrijkste prestatie-indicatoren kan je de prestaties en resultaten visualiseren , om daarmee betere ontwerpbeslissingen te nemen.



The image displays two main components. At the top is a screenshot of the Autodesk Insight 360 website. The browser address bar shows 'https://insight360.autodesk.com/oneenergy'. The website header includes 'AUTODESK INSIGHT' and navigation links for 'INSIGHTS', 'LEARNING', and 'SUPPORT'. A large green banner features the text 'Better Building Performance' and 'Autodesk® Insight is a powerful guide to Better Building Energy and Environmental Performance', with a 'GET STARTED NOW' button. Below this is the heading 'MAKE THE BUILT ENVIRONMENT BETTER'. The central part of the image shows a computer monitor displaying the Autodesk Revit software interface. The Revit window shows a 3D architectural model of a building with solar panels on its roof. The software's ribbon and various toolbars are visible. Below the monitor is a keyboard and a mouse. At the bottom of the image, a blue text box contains the following text:

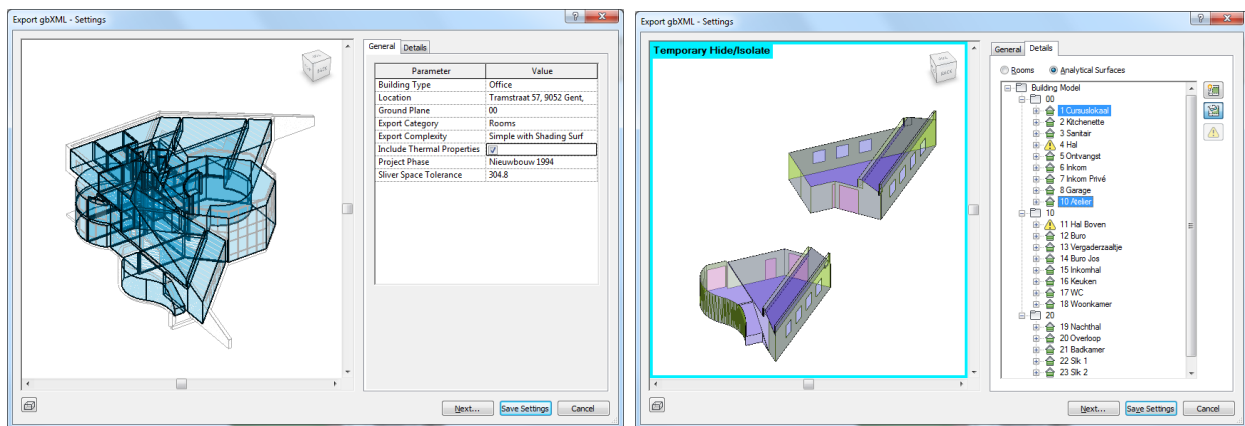
Model with FormIt Pro and Revit to generate insights using robust automatic analytical model creation and visualization of performance information directly in the modeling environment.

Meer details volgen op het einde in deze workshop-bundel ...

## 1. ENERGIE-ANALYSE MET REVIT

In de Full REVIT is wel een gbXML-export ingebouwd om via een “green-building XML-beschrijving” alle nodige informatie voor energieberekeningen uit het model te filteren, maar het ontbreekt ons aan een goede gbXML-viewer om deze info meteen conform de EPB-rapportering voor de Vlaamse Overheid in beeld te krijgen. Maar ... via enkele eenvoudige ingrepen is het perfect mogelijk met de Full versie van Revit (**NIET met Revit LT !**) om in een-twee-drie de EPB-massa + compactheid én de geometrie-informatie mét U-waarde van alle omhullende verliesoppervlaktes in REVIT te schetsen, zodat ook al in een ontwerpfase een klare kijk op het K-peil beschikbaar is, én waarbij meteen ook alle geometrie-info uit het ontwerp afgeleid wordt in een vorm geschikt voor de voorbereiding van de EPB-aangifte. Dat daarbij nog vlotte allerlei vorm- en U-waarde aanpassingen aan het ontwerp mogelijk zijn, met meteen een aangepast K-peil in beeld, moet alle ontwerpers toch zeker aanspreken.

Enkel bij de Full Revit is een gbXML-export voorzien, waarbij alle geometry-info én alle materiaalinfo van de omhullende vlakken geëxporteerd worden, bedoeld om met de gepaste analyse-software om te vormen tot energie-prestatie-verslaggeving.



gbXML-export ... niet bij Revit LT

Merk op dat deze gbXML Export tenminste al de Rooms in 3D laat zien (wat in de “normale” 3D Views in Revit spijtig genoeg nog niet kan in de release 2013 tem 2020), en dit laat meteen ook toe om de Rooms ook visueel in 3D te controleren. Er staat trouwens een uitroepingsteken bij Rooms die niet korrekt gesloten zijn, of overlappende ruimtes hebben.

Ook al in de preview kan je de Analytical Surfaces aanzetten: alle info ivm het volume én de omhullende vlakken (soort vlak, thermische eigenschappen van alle schilddelen, openingen e.d.) gaan mee naar zo'n xml-extract zodat alle info beschikbaar is voor een k-peil berekening.

Merk op dat nog wel wat werk aan de winkel is om dit integraal te kunnen toepassen, conform de EPB-regelgeving van de Vlaamse Overheid. In alle geval, de aanzet is gezet, en wie ooit nog eens in de EPB-software de volumes, omhullende oppervlakten, wandsamenstellingen e.d. op een niet-grafische manier ingebracht heeft, weet wel waarover dit gaat.

In de periode december 2011 / januari 2012 zijn een [reeks EPB-software opleidingen voor de architecten \(via de NAV – Vitruvius Academy\)](#) bij C3A doorgegaan, en dit was de aanleiding om te onderzoeken hoe REVIT veel beter hiervoor kan ingeschakeld worden dan SketchUp ... om alle geometrie-info af te leiden uit het gebouwenmodel.



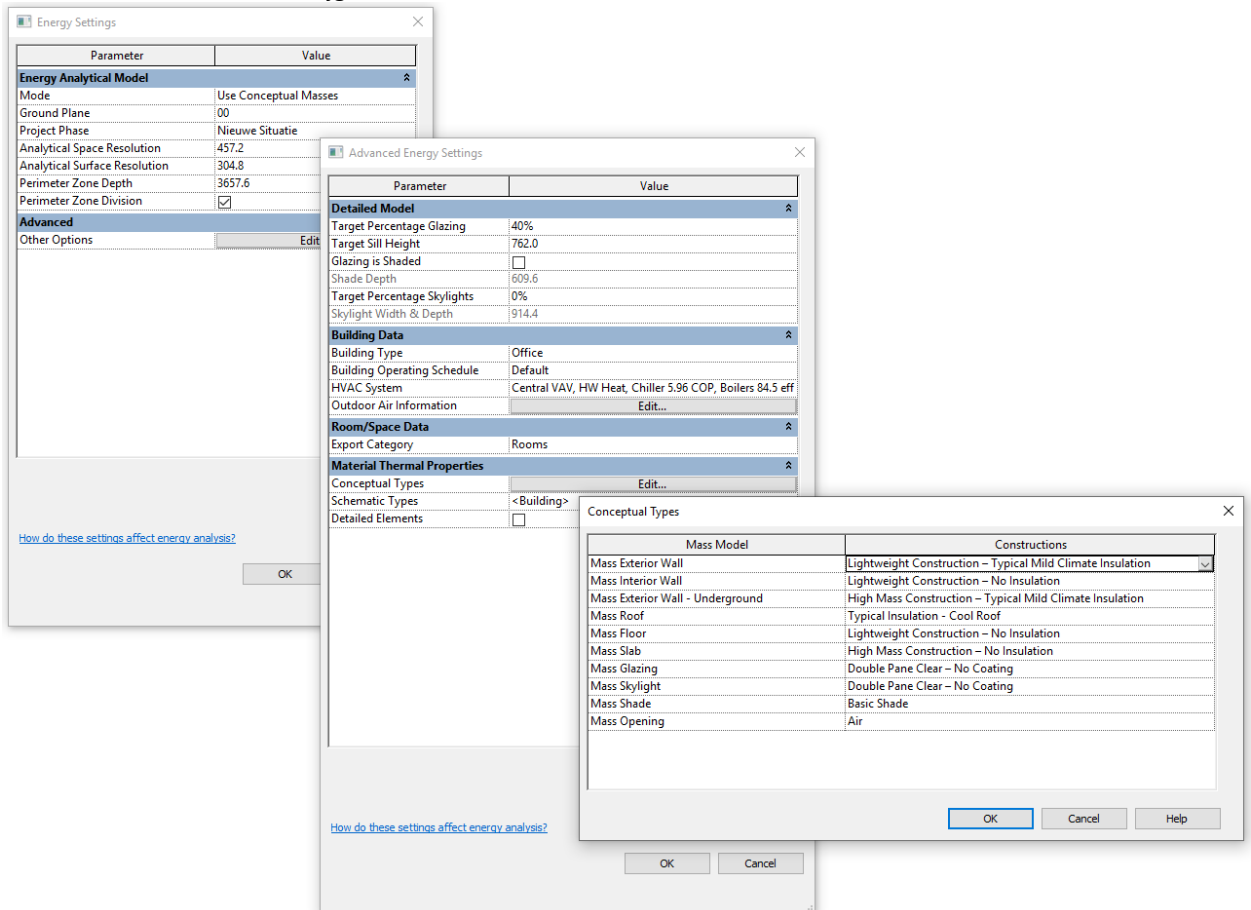
Het resultaat maakt dit meteen heel duidelijk, en we willen deze werkmethode uiteraard ook delen met alle C3A-REVIT-users !

**Deze werkmethode is uitstekend geschikt om in een vroege fase, al vanaf een volume-schetsontwerp een eerste EPB- inschatting te maken, maar ...**

**deze werkmethode kan uiteraard ook gebruikt worden ter voorbereiding van om het even welke EPB-aangifte, zoals die meestal opgemaakt wordt nadat het project al helemaal (dikwijls nog in een gewoon CAD-systeem) uitgetekend werd ...**

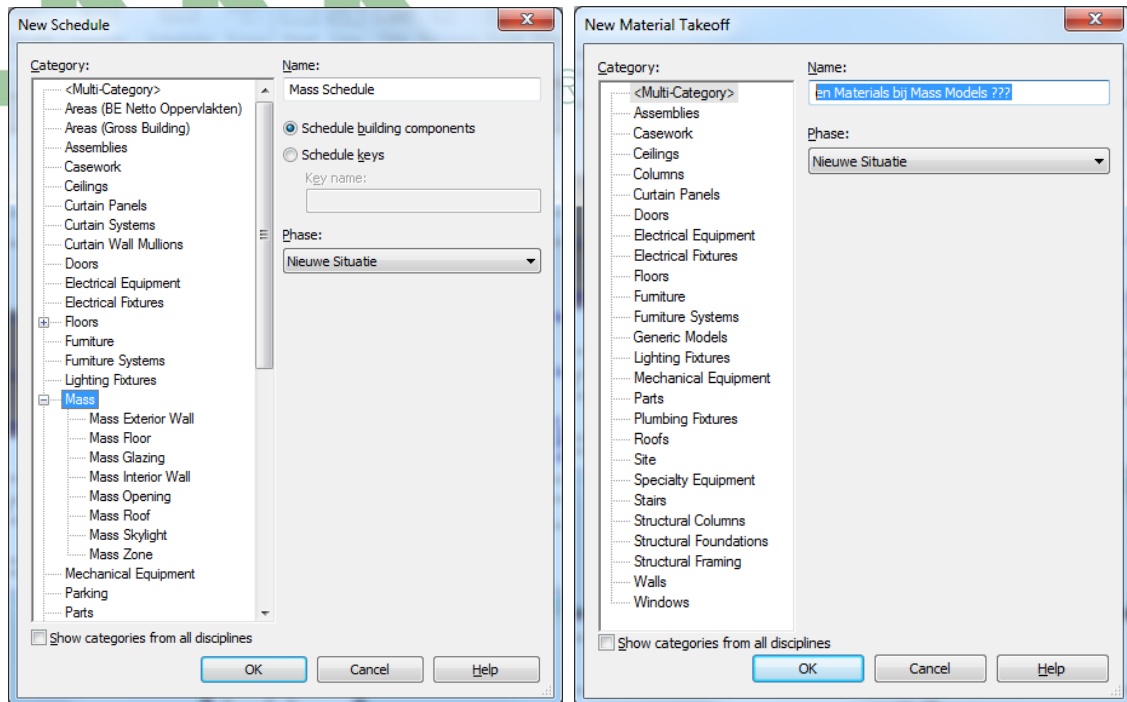
Conform vorige puntje hebben we uiteraard eerst en vooral geprobeerd om via de ingebouwde Autodesk Conceptual Energy Analyse methode dit aspect aan te pakken. Maar ... daarbij stoten we meteen op allerlei problemen. Om maar enkele op te sommen :

- bij de voorbereide Energy Settings kunnen Conceptual Constructions voor het Mass Model aangegeven worden. Echter, meerdere varianten Mass Exterior Wall constructies (met andere U-waarden bijv.) kunnen daar niet bijgecreëerd worden ...

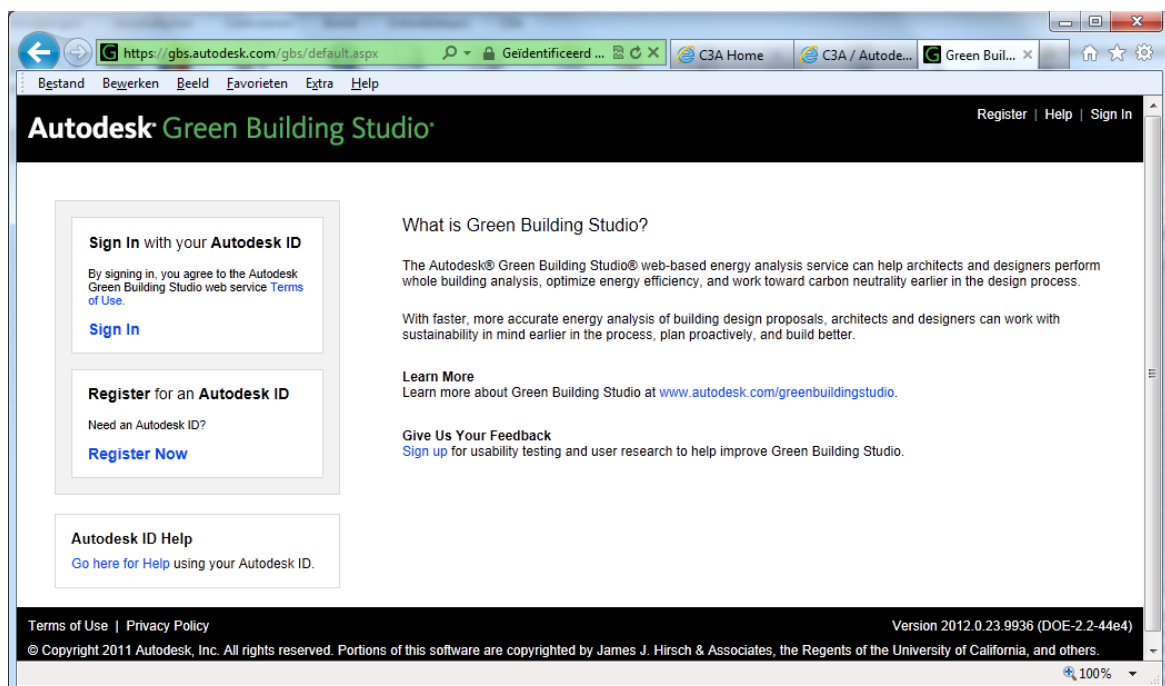


- er kan wel een Schedule Table van de Mass Sub-categorieën van het Mass Energy Model gemaakt worden, maar daar kunnen geen subcategorieën bijgemaakt worden (wat toch zeker nodig is), en ...
- als de omhullende vlakken van een Mass Model gedetailleerd worden via Split Faces in zones voor Wall, Glazing, Doors, enz., dan veroorzaakt een aanpassing van het Mass Model en een Regeneratie van de aangekoppelde omhullende vlakken het verlies van deze gedetailleerde opdelingen van de omhullende vlakken ...

- Bij een Mass Model hadden we graag met Split Faces de omhullende vlakken gedetailleerd of opgedeeld in Wall, Glazing, Doors en andere Materials (via de Material Paint van face-delen), maar ... via de Material TakeOff kan geen Material lijst van Masses gegenereerd worden :



- Bij de Autodesk Conceptual Energy Analysis in REVIT Arch, zoals door Autodesk voorzien, moet de analyse zelf via de Green Building Studio of de Insight website verlopen ("in the cloud" ), en is enkel toegankelijk voor Autodesk Revit Subscription houders. Op zich geen probleem (quasi alle REVIT users hebben zo'n Subscription), maar ... de analyse-resultaten die daar uitkomen (mbt. CO2, Electriciteitsverbruik, en nog heel wat andere klimatologische analyses op het ontwerp) zijn helemaal niet de gegevens of resultaten die we in Vlaanderen voor de Energieprestatieregelgeving EPB van VEA nodig hebben.



Daarom de aanpak ( Vlaamse workaround ) zoals in volgende puntje beschreven staat ...



## 2. HEEL PRAKTISCH: EPB MET REVIT CONFORM VEA

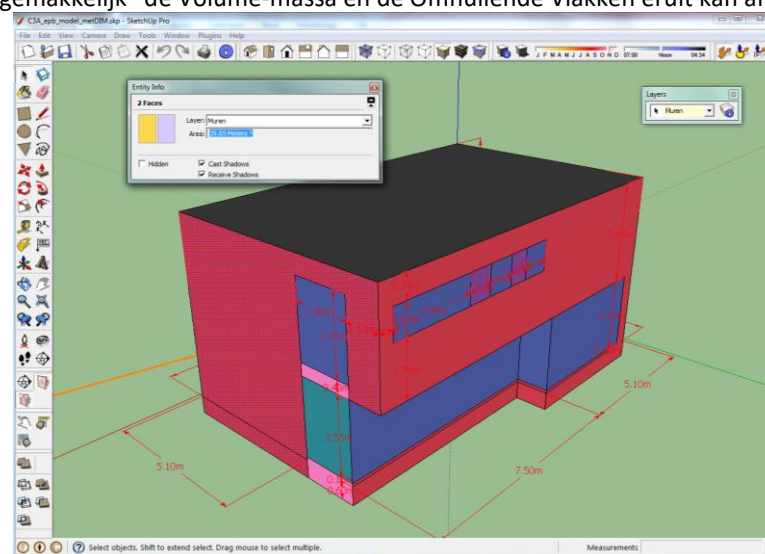
Uit de [aankondiging van de EPB-avonden van het NAV](#) :

*“Heel wat architecten laten de formaliteiten voor EPB-regelgeving over aan de EPB-verslaggever. Gezien de complexiteit een logische keuze, maar toch kan je dit niet compleet naast je neerleggen. Door de strenger wordende wetgeving moet je al in ontwerpfase een idee hebben van de energetische prestaties van een project. Met een notie van de EPB-software kunnen architecten in een vroeg stadium **aftoetsen hoe hun ontwerp zal scoren. Welke wijzigingen leiden tot een gunstiger E-peil?**”*

Ook de ontwerpers die niet zelf de EPB-aangifte opmaken, kunnen toch best zelf de geometrie-info en basisgegevens van hun project (zoals de u-waarden van de verliesoppervlakken) aangeven (of controleren) bij de EPB-verslaggevers, en als je dit met REVIT voorbereid heb je niet enkel een uitstekende visuele grafische controle op de massa, omhullende oppervlakken, compactheid e.d., maar kan je meteen alle geometrie-info afleiden uit het ontwerp zoals het moet ingebracht worden in de EPB-software. Je kan zelfs meteen het k-peil en de S-peil vormefficiëntie in REVIT berekenen, en de impact zien van vormwijzigingen aan uw ontwerp, VOORALEER de input in die EPB-software van VEA ( zie ook [http://www.energiesparen.be/over\\_vea](http://www.energiesparen.be/over_vea) ) !

### 2.1 Werkmethodiek – praktisch voorbeeld

Op de eerste EPB-software avonden werd een specifiek ontwerp van arch. Luc Dedejne (toen energieconsulent voor de Vlaamse Overheid en NAV) als voorbeeldwoning uitgewerkt, om het K-peil en E-peil van die woning te berekenen via de EPB-software van de Vlaamse Overheid. De woning was al uitgetekend in AutoCAD vooraleer aan de EPB-berekeningen gestart werd, en ter voorbereiding van de inbreng van de geometrie-info werd het massa-model van dit gebouw voorbereid in 3D met SketchUp ... omdat daar dan “gemakkelijk” de Volume-massa en de Omhullende Vlakken eruit kan afgeleid worden :



Zie het **C3A\_epb\_model\_metDIM.skp** (beschikbaar bij deze set oefeningen) dat als referentie gebruikt werd en waar het K-Peil al van berekend werd via de VEA-software  
Zie ook de file **Informatie\_nodig\_voor\_EPB.pdf** met meer (grafische) uitleg van de vereisten !

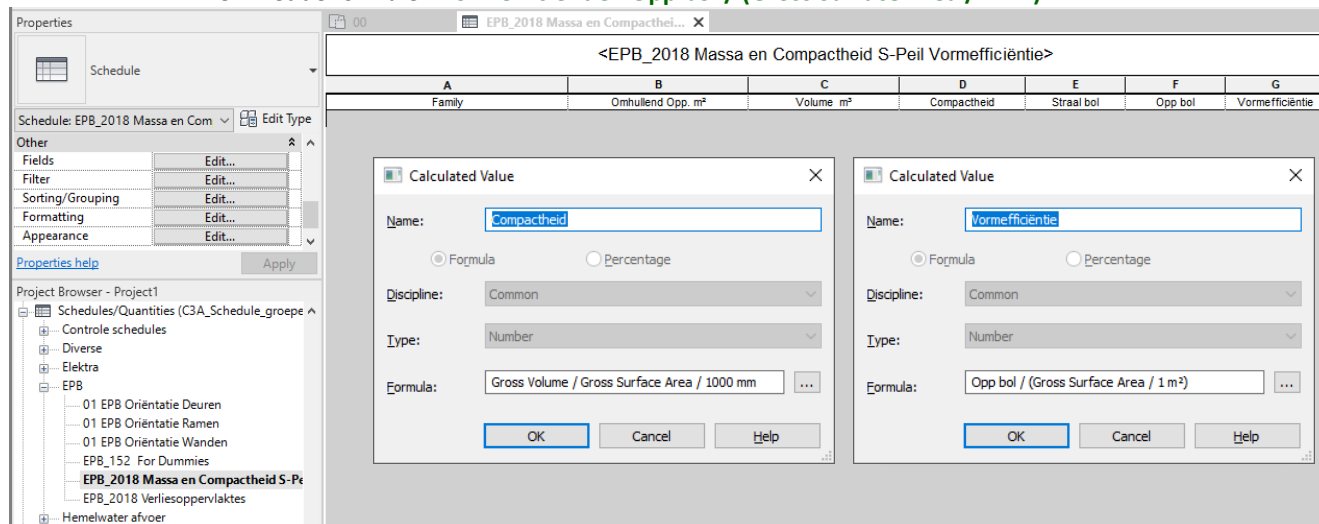
Met SketchUp is effectief het 3D-volume sneller getekend dan met AutoCAD, en door een goede organisatie van layers en materiaal-gebruik zijn gemakkelijk de vierkante meters omhullende vlakken per gevel (of per materiaal-selectie) én het volume in SketchUp af te lezen. Maar ... dan moet die geometrie-info nog allemaal ingetikt worden in de EPB-software. Vandaar dat we even deze oefening heruitgewerkt hebben in Revit, met enkele extra EPB-materials met U-waarde parameter, en enkele aangepaste Schedule Views, zodat we meteen ook al in REVIT het K-peil en S-peil vormefficiëntie kunnen berekenen, en waarbij de Schedule Tables met de omhullende vlakken zo naar Excel kunnen geëxporteerd worden (wat vanuit SketchUp ook al niet voorzien is).

*Opm.: aan de PHL Limburg was (in die periode 2011/2012) een team rond Lieve Weytjens (doctoraat ) en Kenny Geyskens (thesis) een project aan het uitwerken om dergelijke geometrie-info beter in SketchUp op te maken, te beheren en te extraheren, ... . Wanneer en hoe dit ooit zal beschikbaar komen weten we nog steeds niet (?) maar Revit-users met enige REVIT-knowhow kunnen dit blijkbaar zomaar uitstekend in REVIT (Full versie) !*

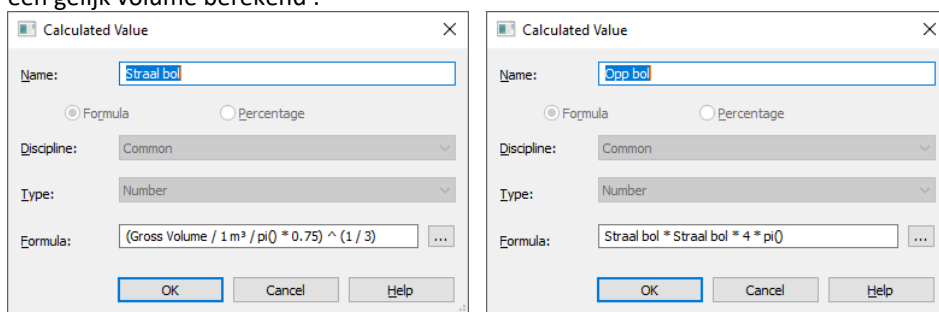
### 2.1.1 Van C3A epb 01 start.rvt tot C3A epb 02 mass.rvt

Om vlot te werk te gaan werden enkele extra EPB-voorbereidingen getroffen in de C3A-template (al vanaf de release 2012), vanaf mei 2018 ook al voor de S-peil berekeningen:

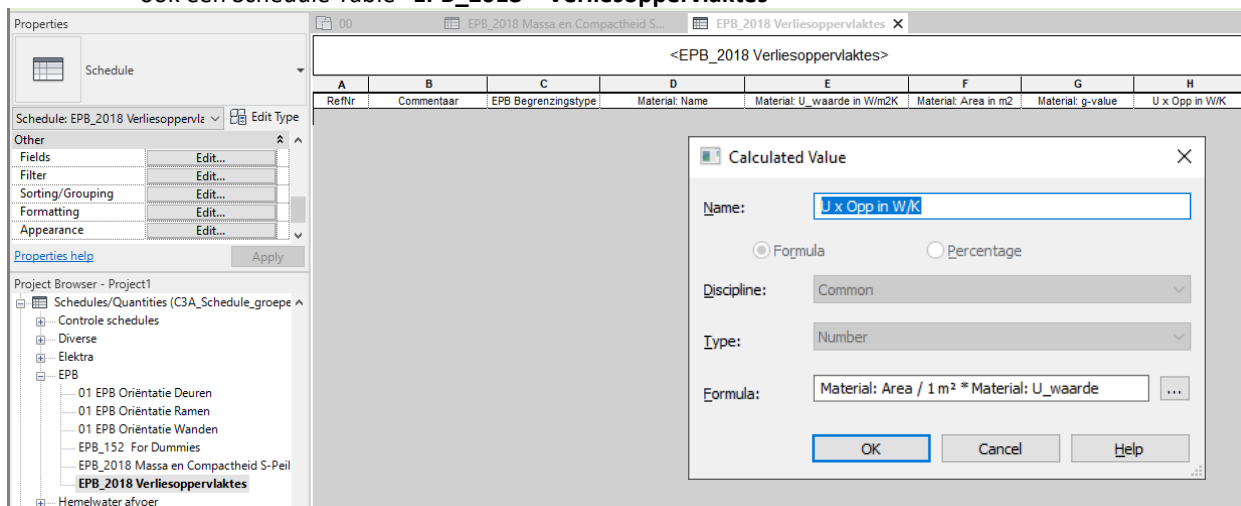
- Een reeks EPB-materialen werd aangemaakt, met extra Energy Analyse parameters zoals de U-waarde, g-value en een EPB begrenzingsstype ... (en daar zouden zeker nog enkele extra parameters bij kunnen voorbereid worden).
- Enkele extra Schedule Tables werden voorbereid, o.a. een Table “**EPB\_2018 Massa en Compactheid S-Peil Vormefficiëntie**” waarin meteen al de compactheid berekend wordt van de volumes met de formule **Compactheid= Gross Volume / Gross Surface Area / 1000 mm** en met de formule **Vormefficiëntie= Opp bol / (Gross Surface Area / 1 m<sup>2</sup>)**



Ter ondersteuning van de berekening **Vormefficiëntie** is ook de straal en oppervlak van een bol met een gelijk volume berekend :

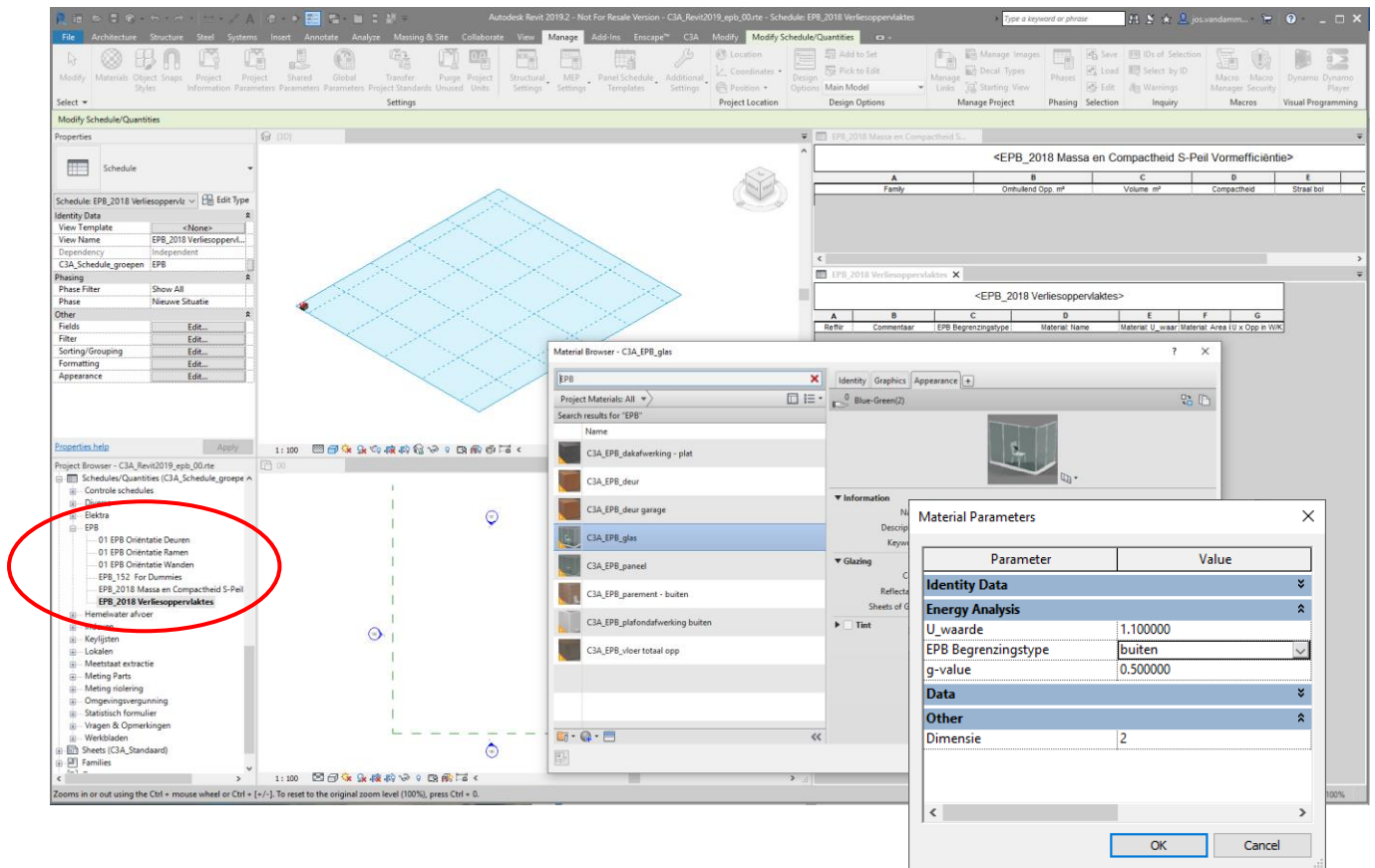


- ook een Schedule Table “**EPB\_2018 – Verliesoppervlaktes**”



waarin ook al de **U x Opp in W/K = Material: Area / 1 m<sup>2</sup> \* Material:U\_waarde** voorzien werd.

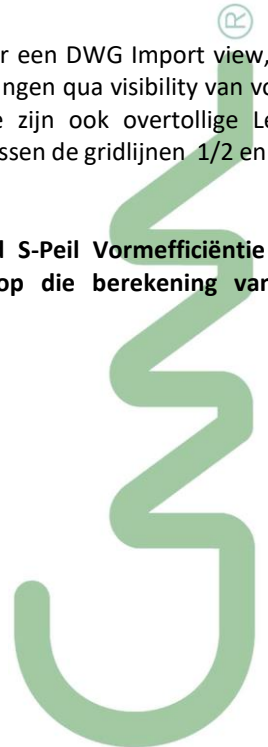
- zelfs een Schedule Table “EPB\_152 For Dummies” ... werd voorbereid ... (met een opsomming van alle data in een gecombineerde volgorde zoals die in de EPB-software van VEA moet ingebracht worden).



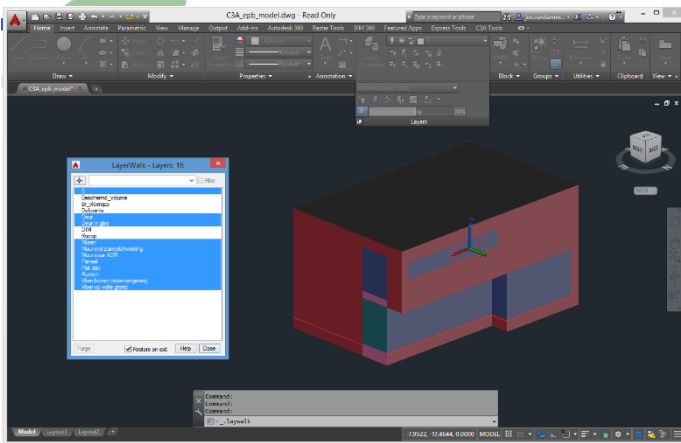
Via de C3A\_Revit2019\_template.rte van 30 okt. 2018 werd voor deze oefening een folder \EPB\_voorbeeld\_oefening voorbereid, met daarin al een file C3A\_epb\_01\_start.rvt, waarbij de grondplannen, aanzichten en 3D-zichten al wat vooringesteld staan qua (compact) bereik en weergave, afgestemd op de voorbeeld-oefening waarmee we de werkmethode heel praktisch willen illustreren.

Er zijn al enkele specifieke 3D Views aangemaakt in deze start-file, waaronder een DWG Import view, een Mass Form View én een 3D Bouwelementen View, met de gepaste voorinstellingen qua visibility van vooral de Mass-elementen en de Bouw-elementen. In deze specifieke start-file zijn ook overbodige Levels weggehaald, en zijn de Elevation Views al compact rond de kleine zone gezet tussen de gridlijnen 1/2 en A/B. Let erop dat de Origin van dit project op de kruising ligt van gridlijnen 1 en B ...

De reeds aangehaalde Schedule Tables **EPB\_2018 Massa en Compactheid S-Peil Vormefficiëntie** en **EPB\_2018 Verliesoppervlaktes** is uiteraard ook beschikbaar. Let even op die berekening van de **Compactheid en Vormefficiëntie** in deze tabel.





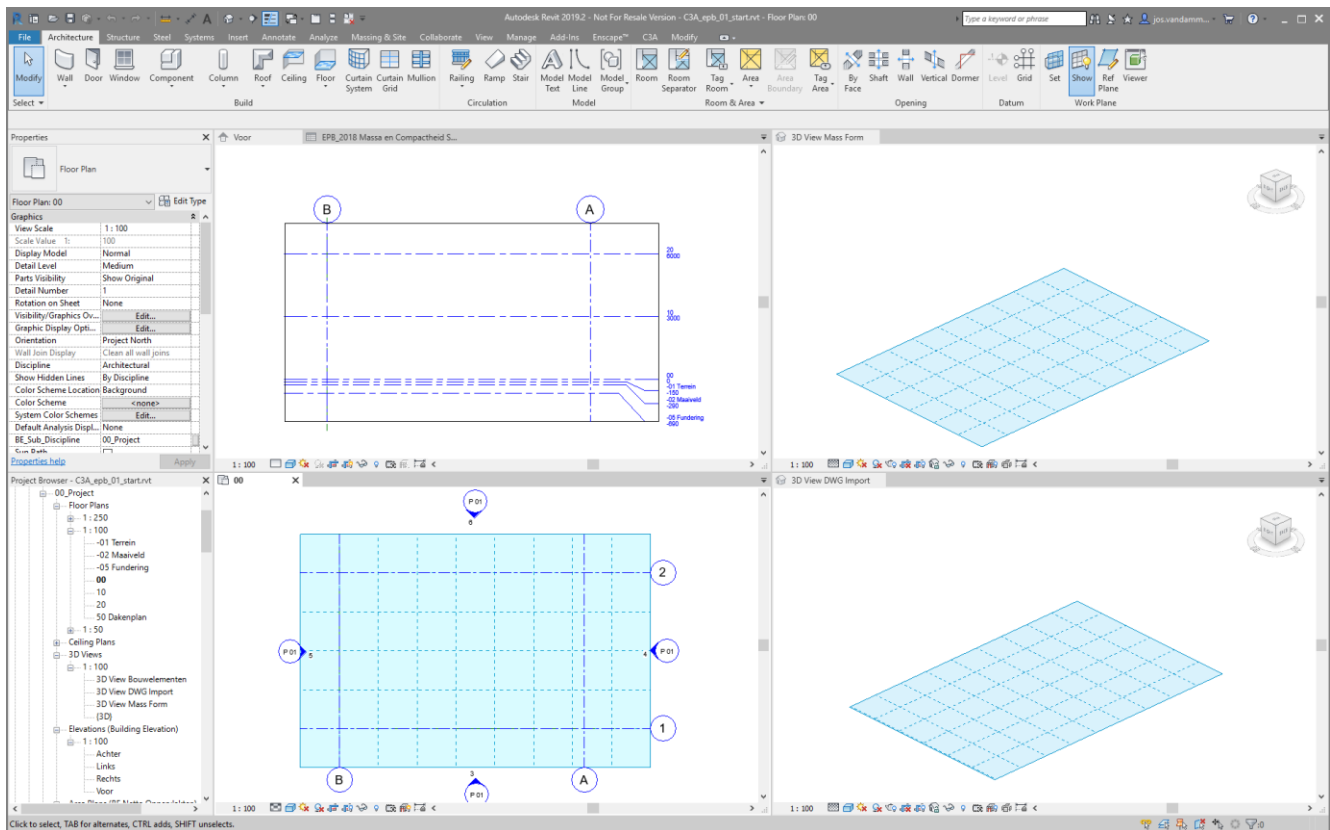


In eerste instantie kunnen we de voorbereide **C3A\_epb\_model.dwg** (afgeleid van de **C3A\_epb\_model\_metDIM.skp**) inlezen in een nieuwe Mass in Revit. We hebben van de .skp-versie van Luc Dedejne een omzetting naar .dwg-versie gemaakt, en daarin alle vlakken in de Color By Layer gezet (wat in de .skp-file niet zo uitgewerkt was, vandaar). De .dwg-versie is in dit geval dan ook beter bruikbaar ... en er werd voor gezorgd dat origin-point in deze DWG kan gealigneerd worden met het Origin Point in de RVT-file.

OPGELET: De dwg is (net zoals de skp-versie) in **meter** (NIET in mm) als units opgemaakt ...

Dit model zullen we gebruiken als referentie om het Revit-model op te bouwen: aldus moeten we geen nieuw ontwerp bedenken, én bouwen we een project waarvan we de resultaten kunnen aftoetsen aan de reeds beschikbare oppervlaktes en massa-berekening (incl. K-Peil), zoals als resultaat berekend werd via de VEA-software.

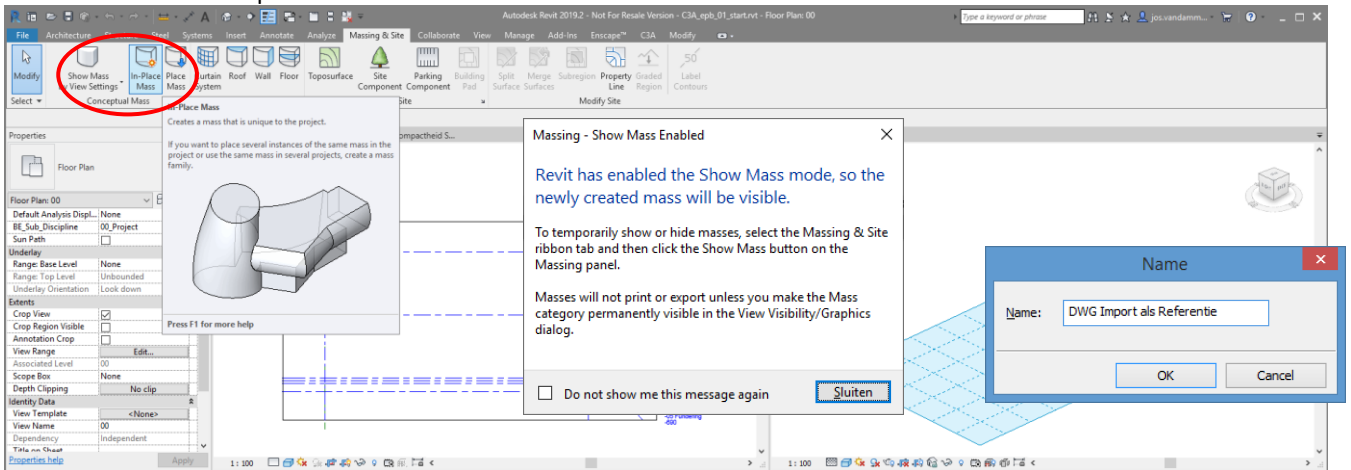
Open om te starten de file **C3A\_epb\_01\_start.rvt**, en schik de viewports zoals hieronder aangegeven : *(TIP: er staan VIER viewports open, bij het openen van de file. Maak eerst de View "Voor" actief, en voer dan een Tile Views / WT uit, staat de view VOOR al meteen linksboven zoals in de prtscr hieronder ... en ZoomAll)*



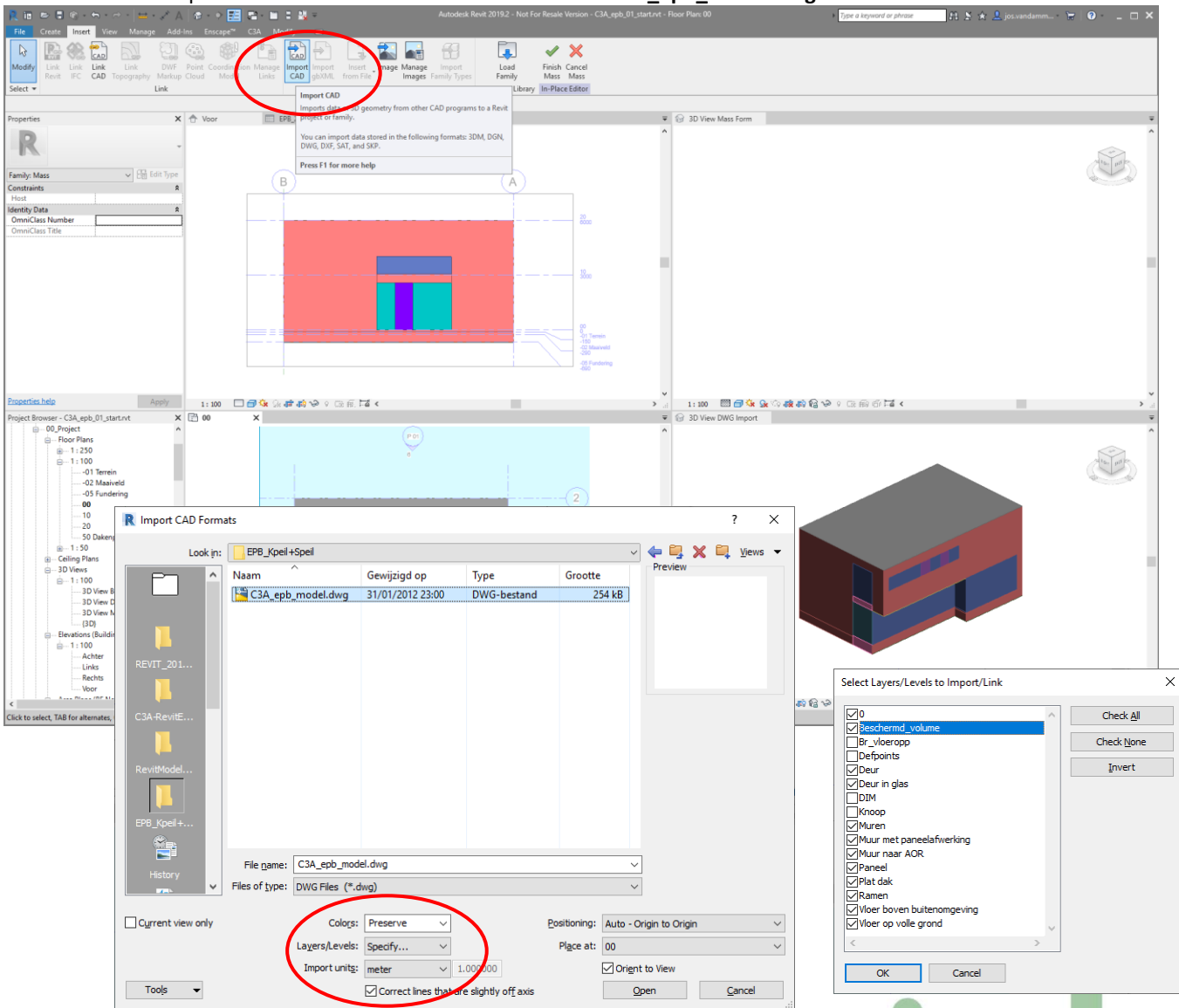
Let best even op de View Properties en View Visibility graphics Override (VV) voorinstellingen:

- Bij de 3D View Mass Form staat enkel de Mass en Mass-Subcategory elementen zichtbaar, en staan de "Imported Categories" elementen onzichtbaar.
- De Elevation Views zijn gekoppeld aan een "Architectural Elevation" View Template, zodat de voorstellings-wijze van de aanzichten snel globaal aan te passen is.

Zorg ervoor dat het Floor Plan 00 actief is, en start met het aanmaken van een **InPlace Mass**, met als naam "DWG Import als Referentie":

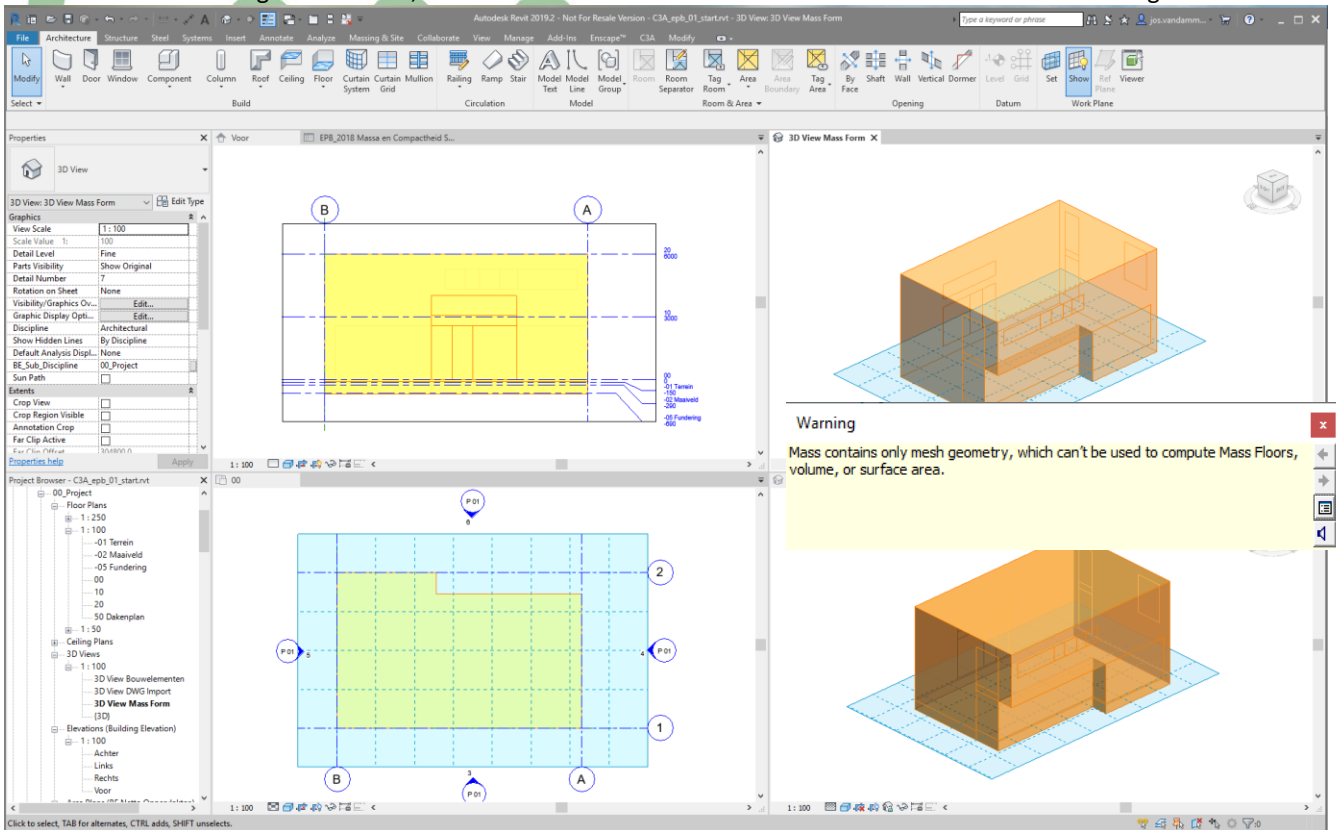


en Importeer via de Insert Ribbon de voorbereide **C3A\_epb\_model.dwg**:



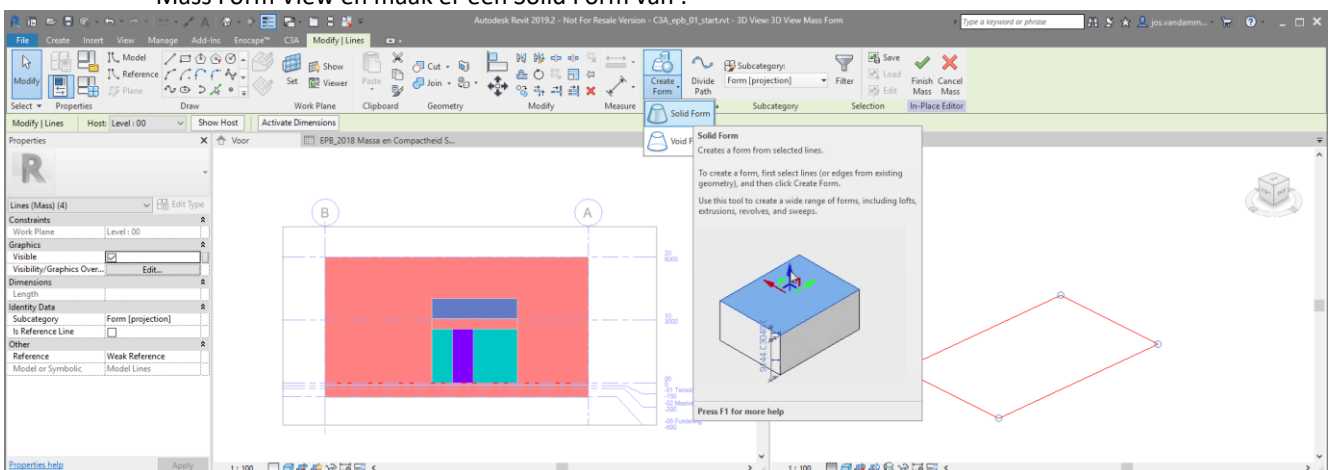
Let er vooral op dat de Import Units op "meter" staat, de positioning "Origin-to-Origin", en specificeer de Layers zoals aangegeven in de PrtScr hierboven: de DIM en Txt-layers van AutoCAD hebben we niet nodig.

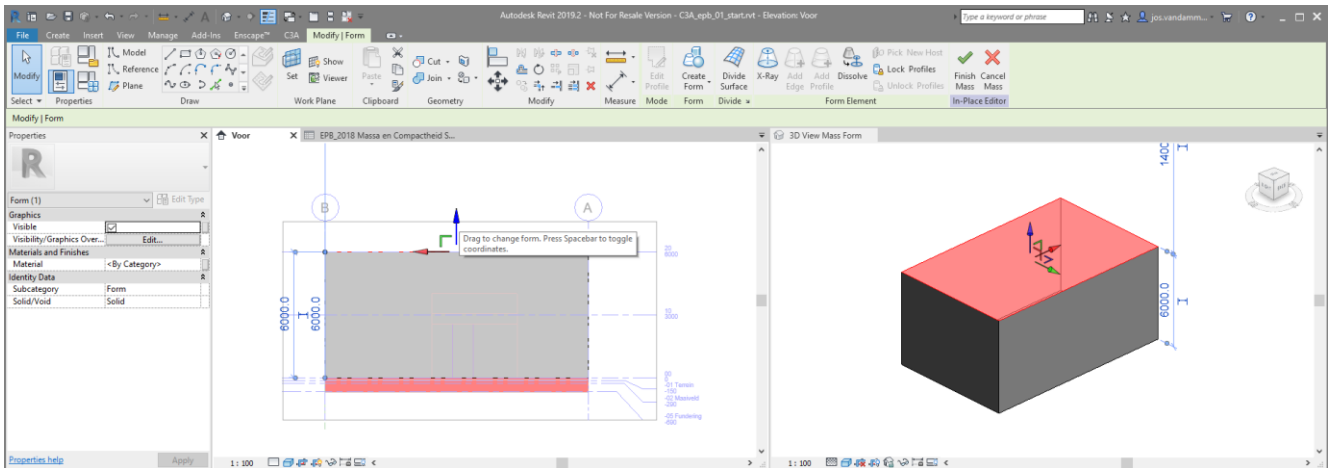
Na het importeren van het **C3A\_epb\_model.dwg** (opgelet: in de nieuwe In-Place Mass) en het afsluiten van de Mass creatie (via Finish Mass) wordt een Mass gevormd waar eigenlijk geen Mass properties zoals Volume kan uit afgeleid worden, omdat dit enkel omhullende faces bevat. Vandaar deze foutmelding :



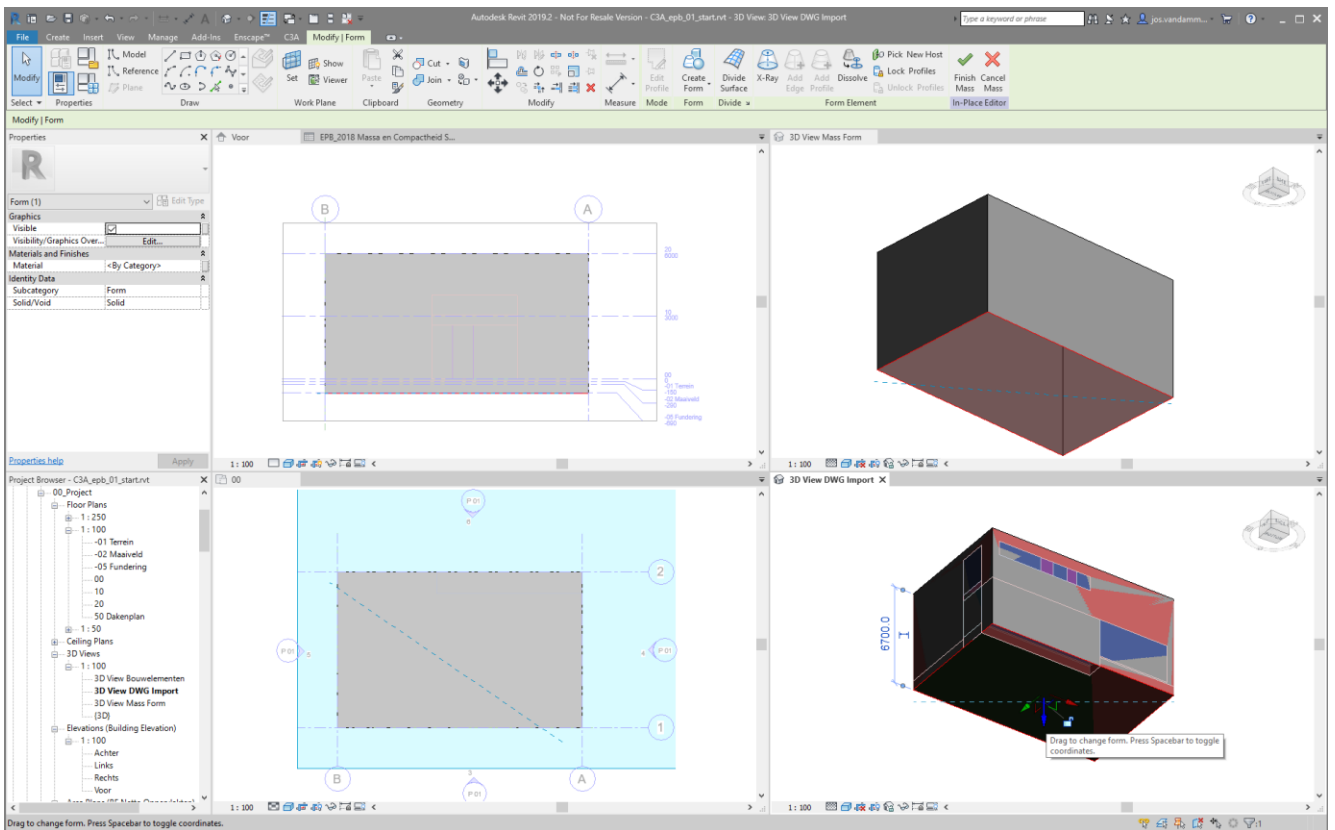
Vandaar dat we ook een tweede Mass zullen construeren, die een echte Revit Mass wordt (met Volume en gekende omhullende oppervlakken), zodat daarvan dan ook meteen de compactheid kan afgeleid worden

Start nu ook een tweede Mass **Gebouwvolume**, die een echte Revit Mass moet worden (met Volume en gekende omhullende oppervlakken), zodat daarvan dan ook meteen de compactheid kan afgeleid worden. Schets een Rectangle vanaf de Origin of knooppunt B/1 tot knooppunt A/2 als basis, selecteer die in de 3D Mass Form View en maak er een Solid Form van :



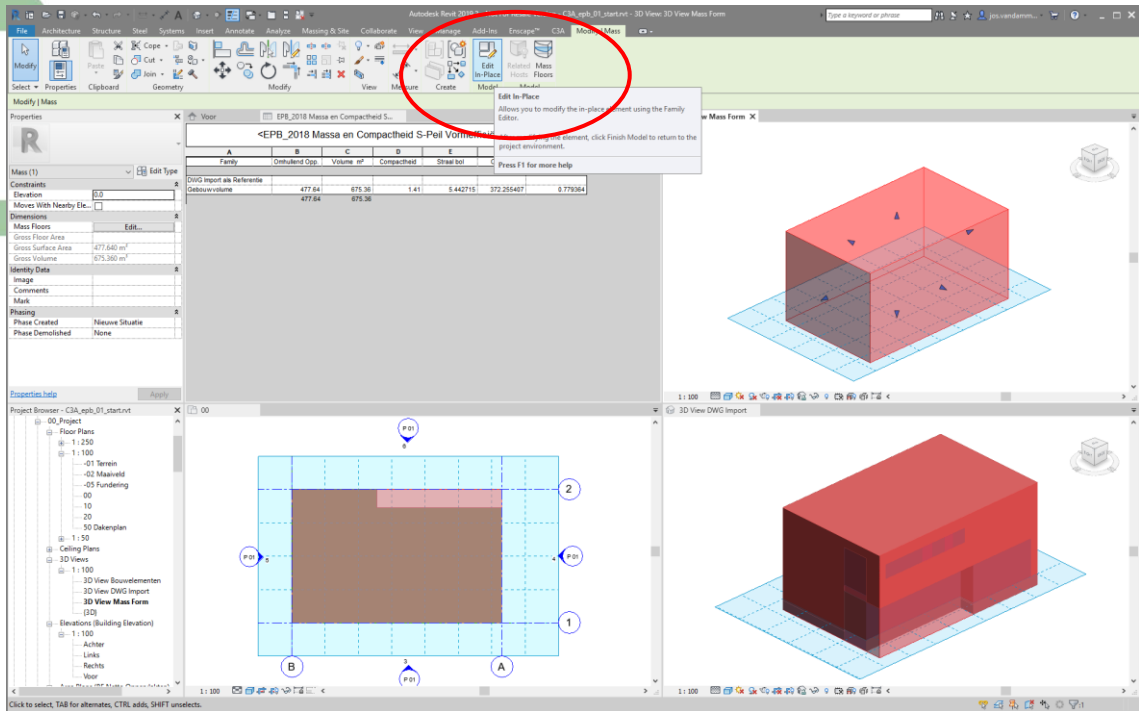


Drag zowel onderkant als bovenkant tot op de grootte van het referentie-model (tip: selecteer het bovenvlak / ondervlak in de 3D View: Mass Form via de TAB-selector, maak met die selectie actief het Vooraanzicht of het 3D View: DWG Import actief, en sleep daar met de blauwe pijl de hoogte tot op de juiste positie. Revit snap netjes naar de DWG-referentie !



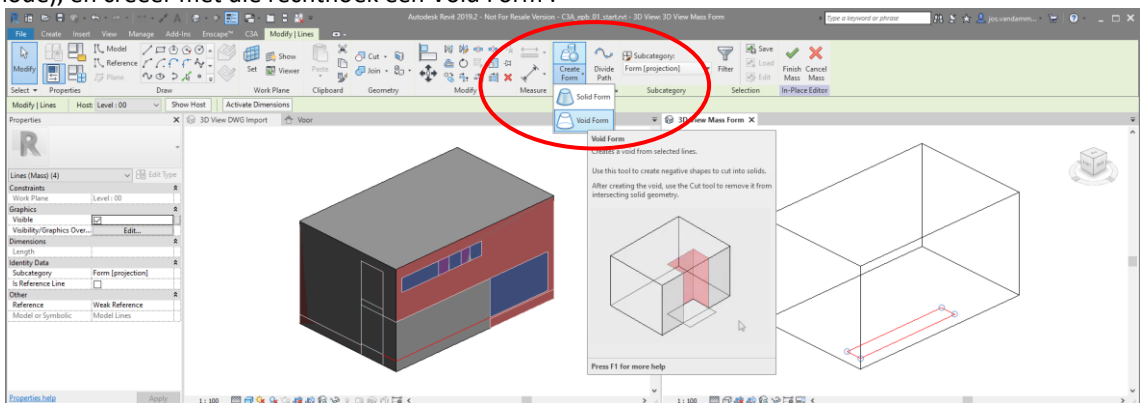
Finish al even deze Mass om het resultaat te bekijken :



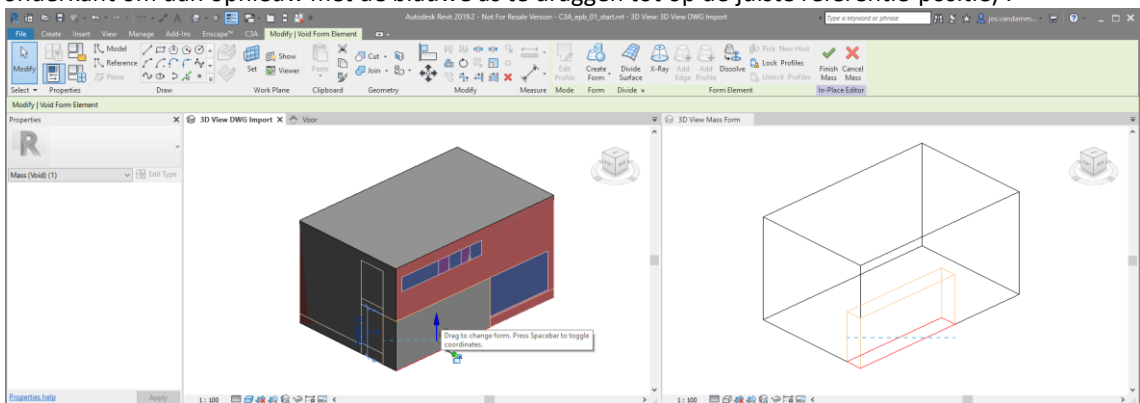


De Gebouwwolume **Compactheid** is al meteen berekend, is nu **1.41** , de **Vormefficiëntie** is 0.779364 ... Maar, er moet nog een hoek uitgeknipt worden, wat we via een Void insnijding zullen aanpakken.

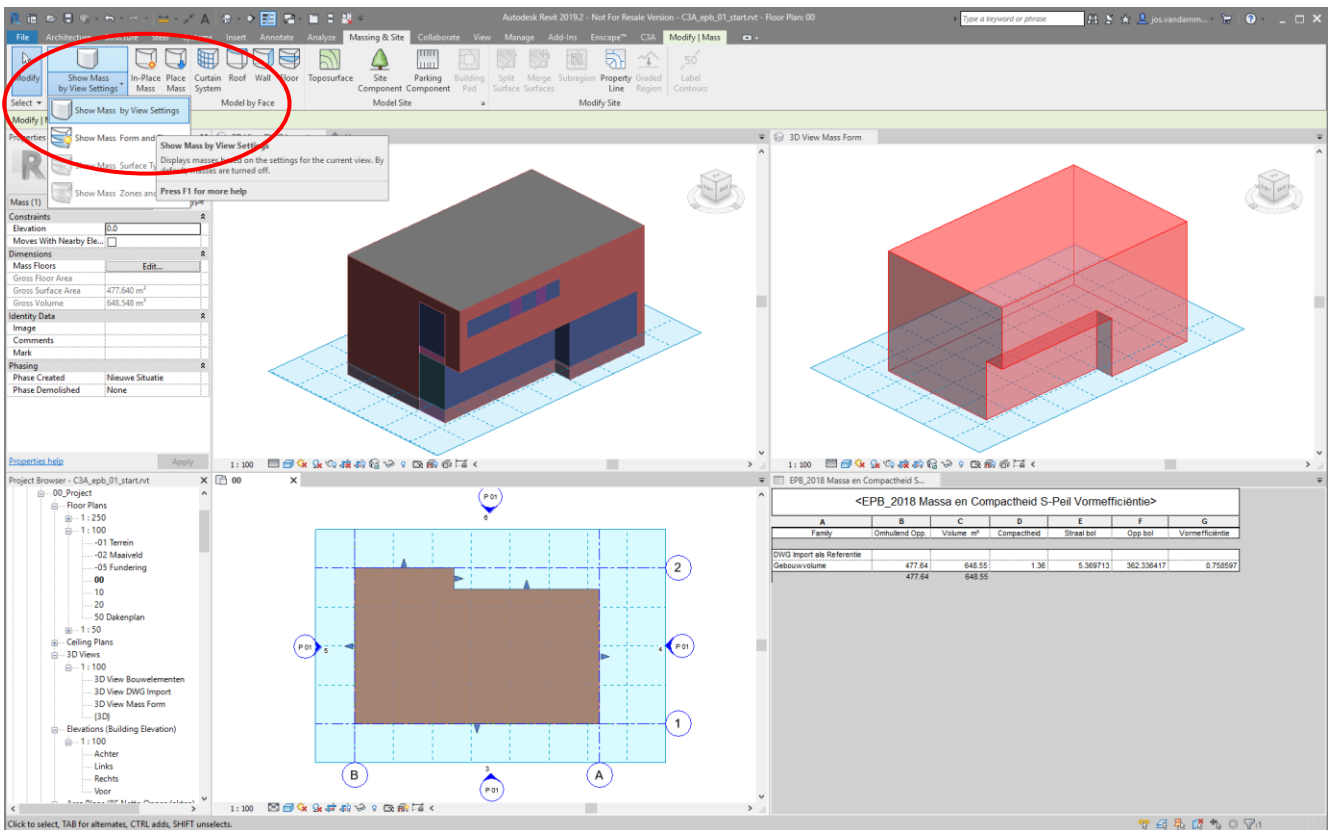
Editeer de pas gevormde Mass, en schets om te starten een Rectangle vorm in het grondplan, op de positie met Osnap op het referentie-model. Selecteer die rechthoek in de 3D View (zet die views even in Wireframe-mode), en creëer met die rechthoek een Void Form :



Sleep ook nu de bovenkant en onderkant tot op de juiste posities (TIP: selecteer via de TAB-key de bovenkant / onderkant om dan opnieuw met de blauwe as te dragen tot op de juiste referentie-positie) :



Na Finish Mass kan je best nog in de 3D View: DWG Import de "Show Mass by View Settings" instellen, zodat je die Mass Form in dat venster niet ziet, maar enkel de DWG-import :



De Gebouwwolume **Compactheid** is al meteen herberekend, is nu **1.36** , de **Vormefficiëntie** is 0.758597 :

<EPB_2018 Massa en Compactheid S-Peil Vormefficiëntie>						
A	B	C	D	E	F	G
Family	Omhullend Opp.	Volume m³	Compactheid	Straal bol	Opp bol	Vormefficiëntie
DWG Import als Referentie						
Gebouwwolume	477.64	648.55	1.36	5.369713	362.336417	0.758597
	477.64	648.55				

Let bij het opmaken van zo'n Mass Volume op de typische Massing-technieken van Revit (met Void Cuts, enz.), en de specifieke view-visibility-settings!

Het gebouwenmodel dat hier gebruikt wordt is heel eenvoudig als volume te maken, maar merk op dat REVIT ook heel flexibel de meest complexe vormen (zelfs parametrisch) kan aanmaken ! Maar daarvoor is misschien eens een C3A-cursus Mass Modeling gewenst ... Deze C3A-cursus van 2011 [C3A\\_Revit\\_MassModeling\\_2011.zip](#) (90Mb) is [via deze link](#) meteen beschikbaar, **voor de liefhebbers** ...



### 2.1.2 Van C3A epb 02 mass.rvt tot C3A epb 03 OmhullendeSchildelen.rvt

Open om te starten de file **C3A\_epb\_02\_mass.rvt** (of werk verder met het resultaat uit de voorgaande oefening), en schik de viewports opnieuw zoals hieronder aangegeven :

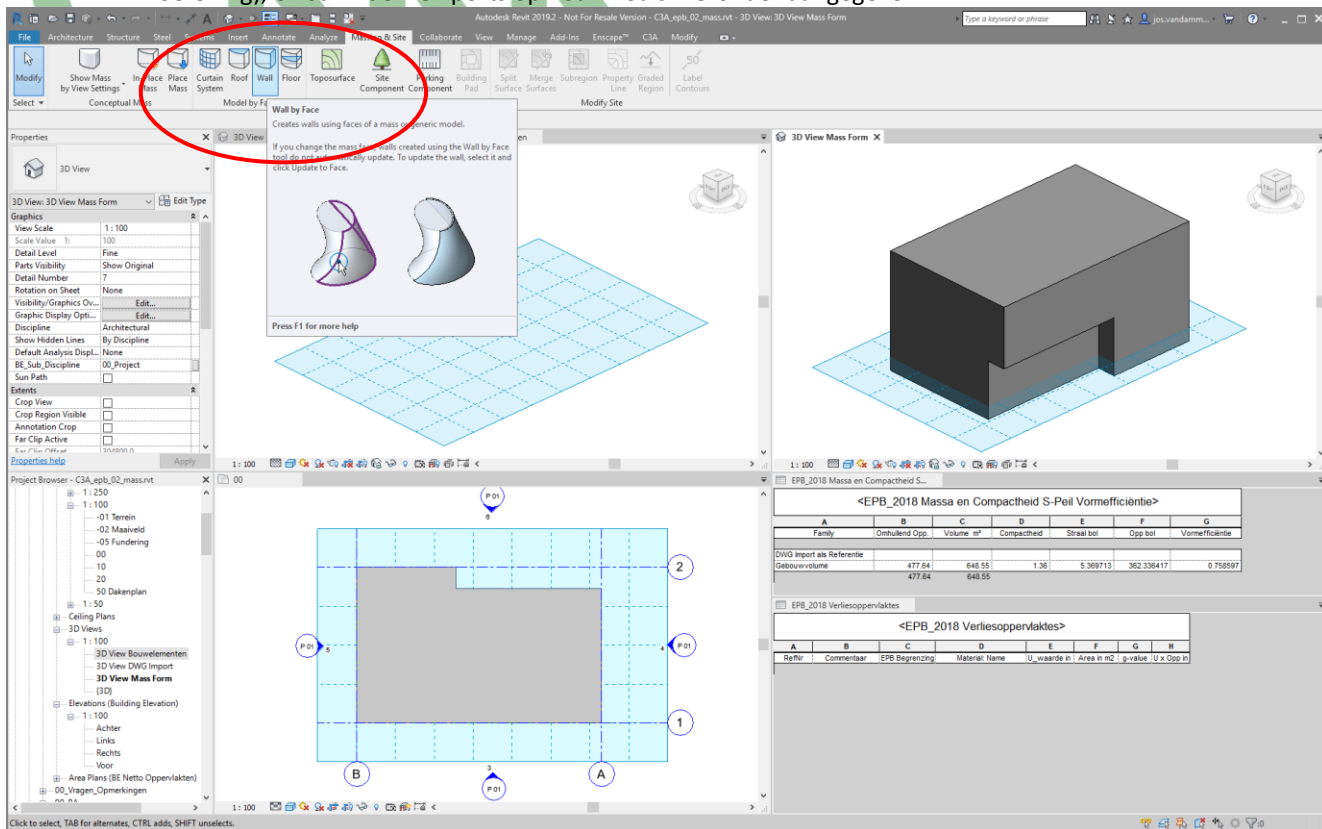
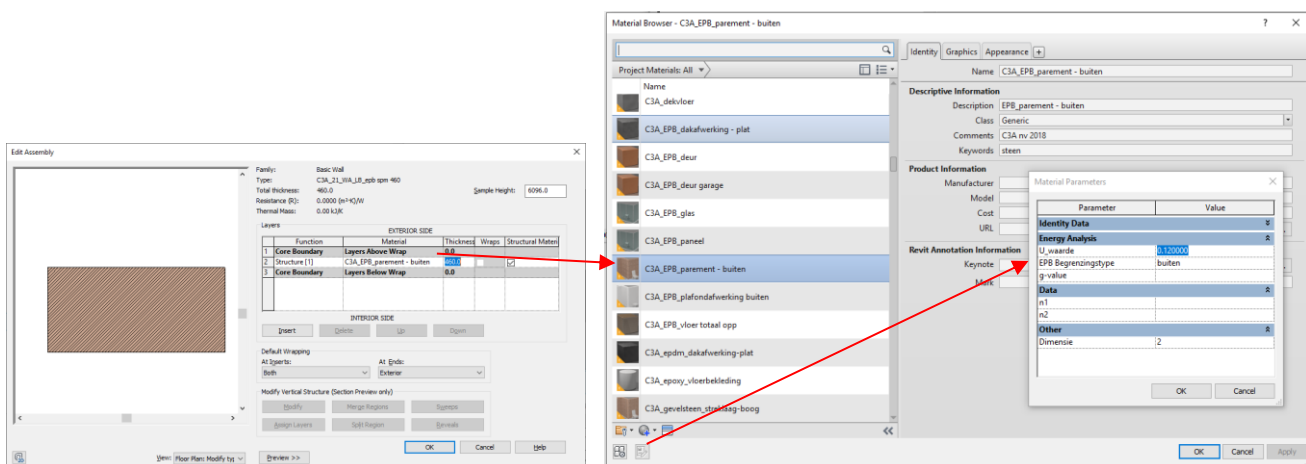


Fig. : De Schedule View: **EPB\_2018 – Verliesoppervlaktes** is voorlopig nog leeg ...

Via de Revit-faciliteit **Wall-by-Face** kunnen de faces van de omhullende volume snel (door erop aan te klikken ...) omgevormd worden tot Walls (wat ook voor de Floors en de Roof zou kunnen ..). Dit doen we met de voorbereide EPB-Walls, waarbij voor zo'n ontwerpstudie-elementen voorbereid werden met één laag (in de totale geraamde dikte), waarin een EPB-materiaal gebruikt wordt dat al een ingevulde U-waarde heeft.

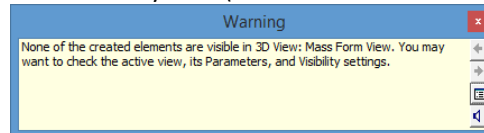


Bekijk even de Wall Type **C3A\_21\_WA\_LB\_epb spm 460**, en zoek in het Material **C3A\_EPb parement - buiten** eens de Custom Parameters op: de U-waarde die daar ingesteld staat zullen we gebruiken voor onze berekeningen.

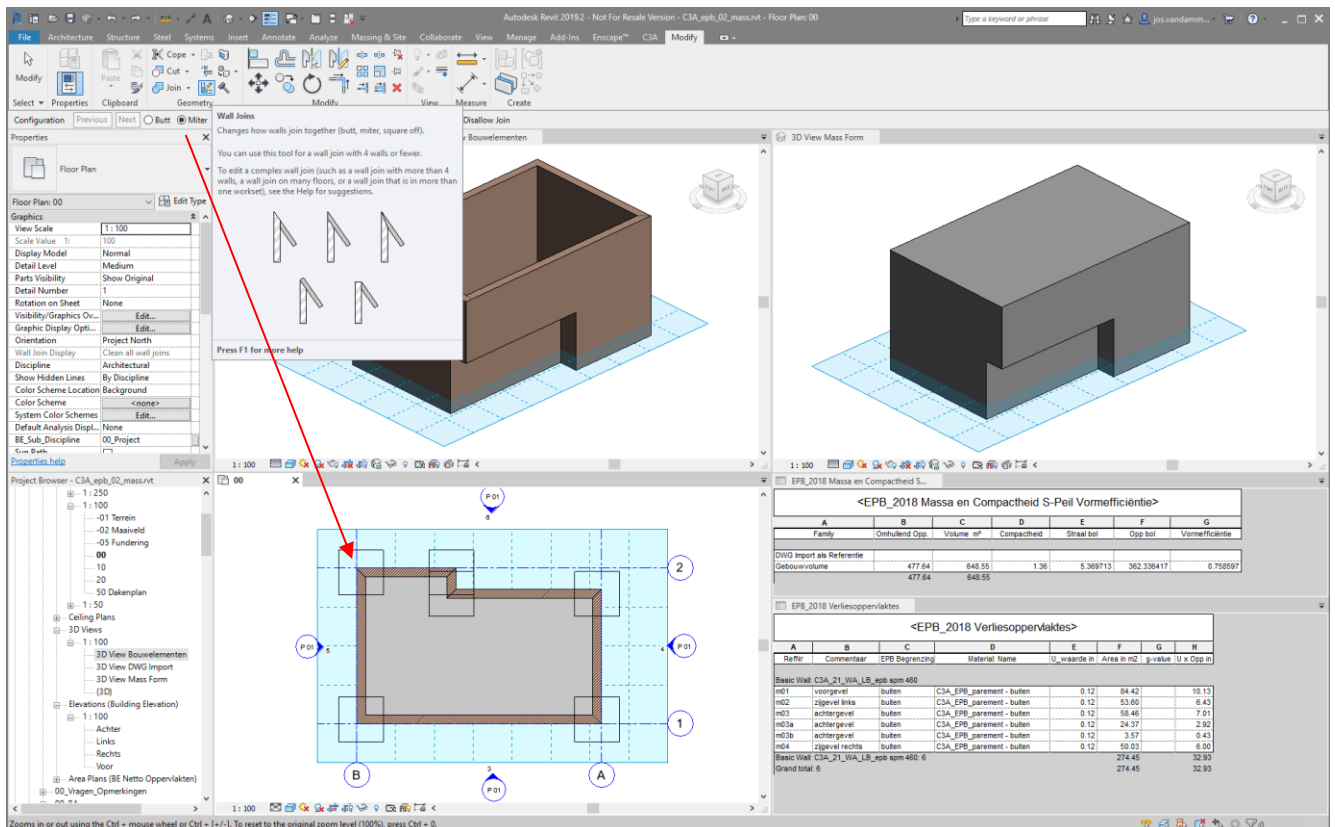
Opm.: de wanddiktes én de u-waarden hebben we overgenomen van de voorbeeld-oefening van Luc Dedeyne ... om straks hetzelfde resultaat uit te komen ...



Bij het aanmaken van die Wanden via Wall by Face (in het Mass Form View ) komt wel telkens de melding



maar in het 3D Bouwelementen-view zie je de wanden opgebouwd worden met één enkele klik per omhullend schil-deel. Opgeliet dat je telkens de Mass "Gebouw Volume" selecteert hierbij, want indien je de Mass "DWG Import als Referentie" zou kiezen, dan zijn meteen ook de openingen in die wanden gemaakt (maar in de praktijk zal je dat met een eigen ontwerp toch niet kunnen ...). We zullen de openingen in de wanden in de volgende oefening apart maken ...



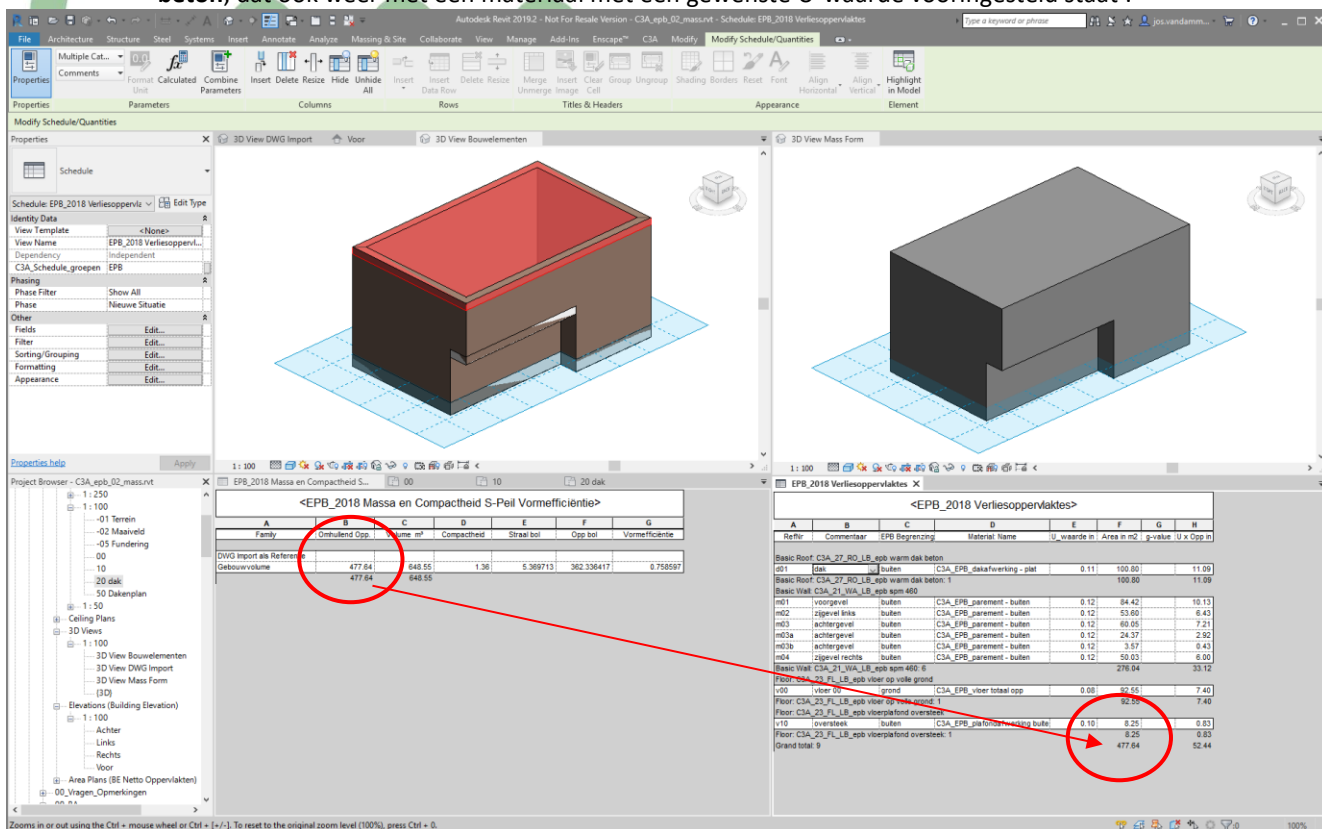
Merk op dat een **Wall Join Miter op alle hoeken** vereist is om de juiste buitenoppervlaktes per onderdeel te bekomen. Ook de hoek op Level 10 ! Nuttig om ook de Walls in de tabel van een Ref.Nr en commentaar te voorzien, wat de te exporteren Verliesoppervlaktes tabel veel duidelijk leesbaar maakt.

Uiteraard moet ook de Floor uitgewerkt worden (hierbij zowel een vloer op volle grond, maar ook een vloer / plafond boven de insprong in het volume. Deze vloeren kunnen we gemakkelijk als Floor By Boundary plaatsen (ipv By Face ...) op het gelijkvloers met de Floor type **C3A\_23\_FL\_LB\_epb vloer op volle grond**, Vergeet niet ook het uitstekend vloertje op de verdieping boven de insprong inde hoek van het gebouw (te maken op de Level 10, met de reeds voorbereide Floor type **C3A\_23\_FL\_LB\_epb vloerplafond oversteek**). Deze Floor types werden in dit geval ook al vooringesteld met een passende dikte én een bijhorende U-Waarde voor het materiaal.

Nog een belangrijke opmerking / tip : nà het vormen van Walls By Face en/of Roof by Face, en zeker als straks in een volgende fase de wanddelen opgesplitst worden met raam- en deur openingen, kunnen we beter deze bouwelementen loskoppelen van de Mass (anders blijken mass-aanpassingen die omhullende vlakken en hun verdelingen bij het regenereren niet meer juist op te splitsen). Vandaar als workaround: een Cut to Clipboard van de Mass, om dit meteen erna weer via een Paste Aligned To Same Place weer in te voegen.

Hierbij wordt dus ervoor gezorgd dat de totale buitenoppervlaktes precies getekend worden zoals de EPB-regelgeving het verwacht : de Walls lopen dus door vanaf de onderkant vloer op volle grond tot aan de bovenkant dakrand, en het dak + de vloer wordt getekend en moet berekend worden tot aan de buitenschil van de wanden. **Joins tussen Wall/Floor en Wall/Roof zijn dus te vermijden, anders klopt het totale omhullende oppervlak niet meer.** Constructief is dit dus geen juiste tekening, maar als de EPB-regelgeving het zo verwacht ... dan tekenen we precies wat verwacht wordt voor de berekeningen.

Ook het Roof kan snel opgemaakt worden via een Roof by Footprint (selecteer de buitenranden van de muren via **Pick Lines** Floorplan 20 Dak actief ! ) met het voorbereide Roof type **C3A\_27\_RO\_LB\_epb warm dak beton**, dat ook weer met één materiaal met een gewenste U-waarde vooringesteld staat :



Merk nog op dat het een goede controle is om het omhullend opp. van de Mass en de totale omhullende oppervlakten getekend via de bouwelementen tov elkaar af te toetsen: dit zou dezelfde hoeveelheid moeten zijn – en dit vormt meteen ook een uitstekende controle !

Deze 477,64 m² omhullende oppervlakte én 648,55 m³ Volume kwam Luc Dedeyne ook uit via zijn SketchUp-model, maar daar kwam dan wel al Excel bij te pas om dat allemaal op te tellen ... of moest dit al allemaal in de EPB-software vlak-per-vlak ingebracht worden :

## K- peil / verliesoppervlakte

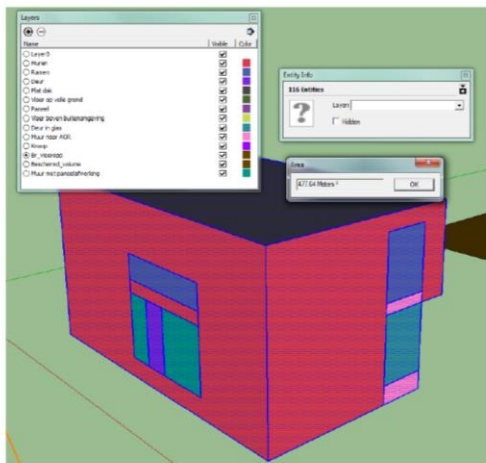
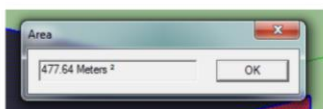
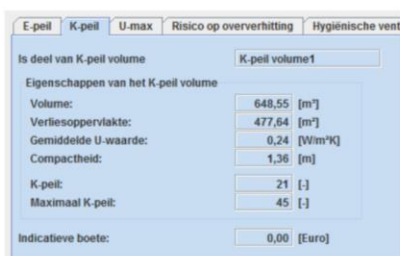
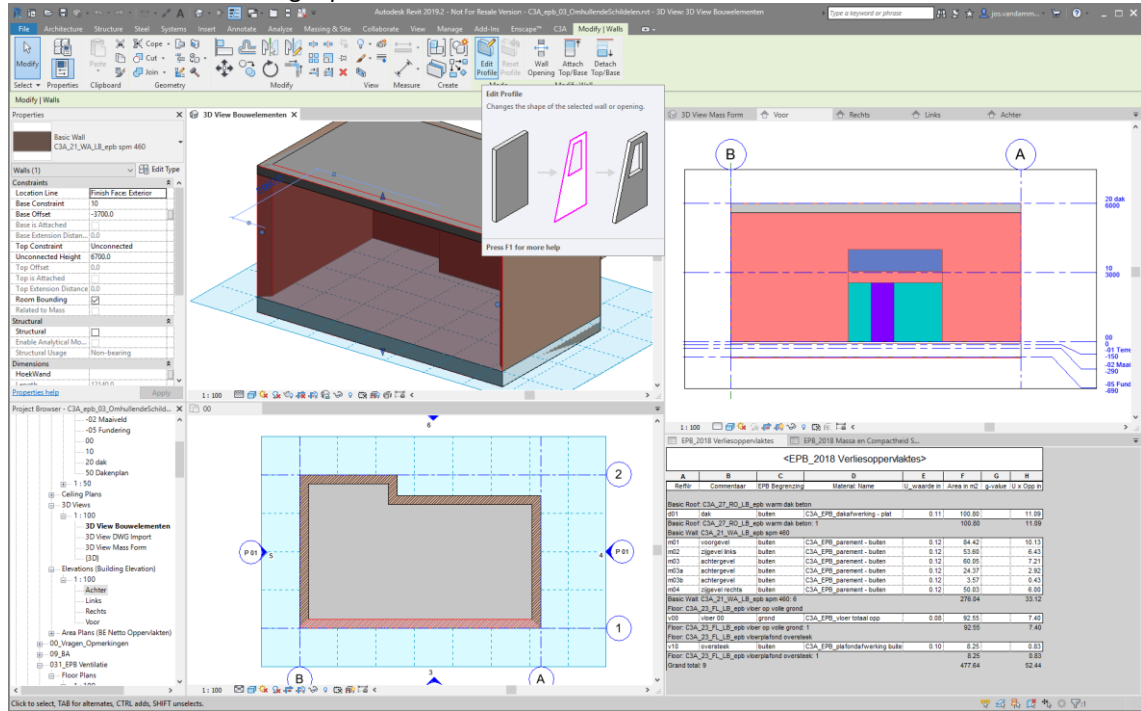


Fig. : het referentiemodel van Luc Dedeyne, in SketchUp en verwerkt in de EPB-software ... waar helemaal géén (grafische) controle bij voorzien is

### 2.1.3 C3A epb 04 OmhullendeSchildelen met openingen.rvt

Bij een eigen ontwerp kan je uiteraard naar wens de openingen, ramen en deuren in de wanden zelf ontwerpen, maar hier willen we het specifieke gebouwenmodel uit de EPB-workshop gedetailleerd simuleren – kwestie van eens te controleren ofdat de berekeningen via SketchUp of Excel wel overeenstemmen met wat we via REVIT uitkomen.

Open om te starten de file **C3A\_epb\_03\_OmhullendeSchildelen.rvt** (of werk verder met het resultaat uit de voorgaande oefening), en schik de viewports opnieuw zoals hieronder aangegeven. Let erop, dat rechtsboven de vier Elevation Views al geopend staan :



Om de openingen in de Walls te maken, gebruiken we Edit Profile van elk geveldeel. Werk telkens in een frontaal Elevation View (waarbij we in dit geval de ingevoegde DWG als referentie kunnen gebruiken !).

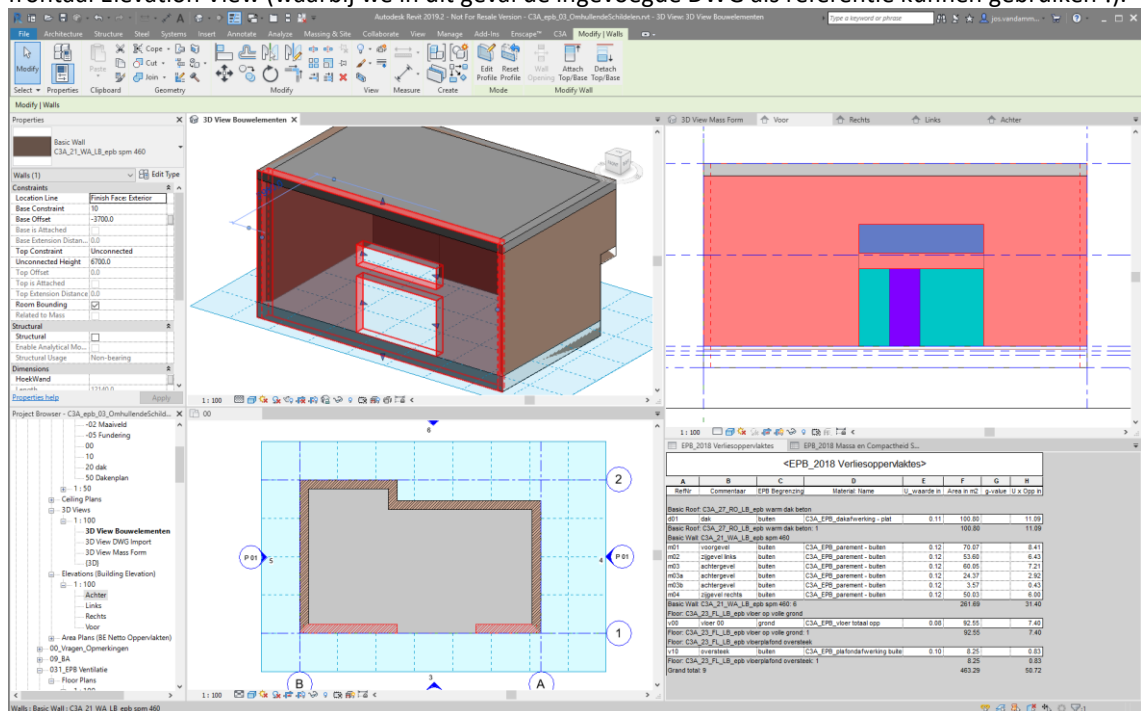


Fig. : aanpassen van de voorgevel, met de openingen conform het referentie-model

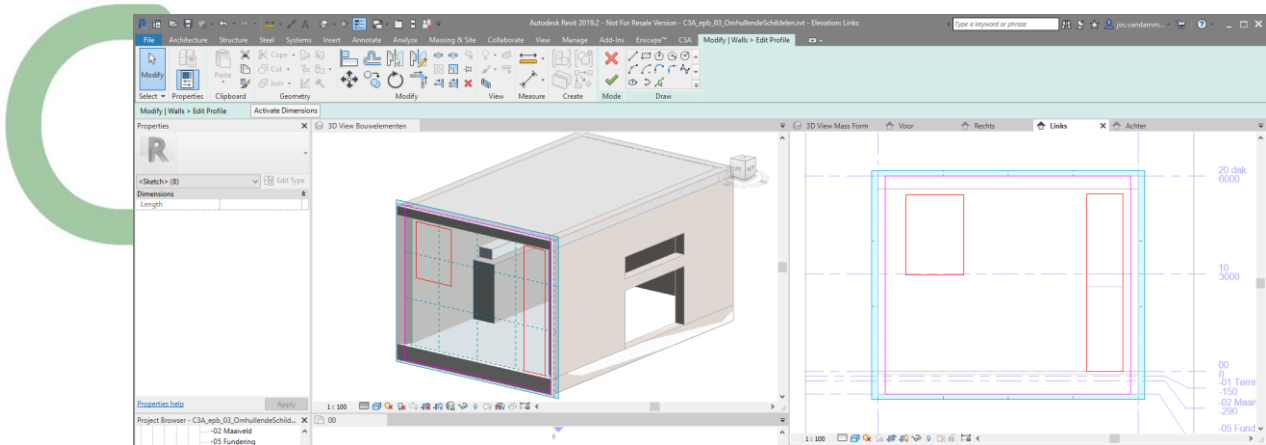


Fig. : aanpassen van de zijgevel links, met de openingen conform het referentie-model

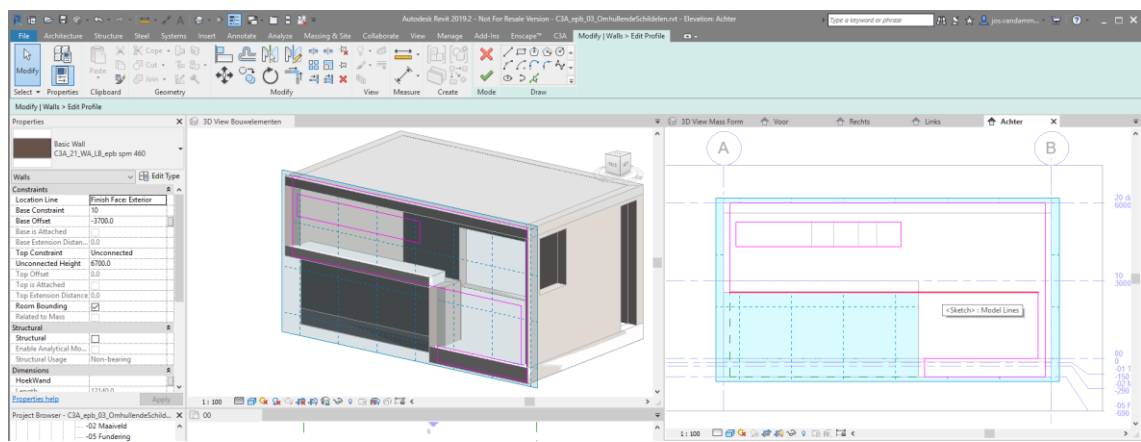


Fig. : aanpassen van de achtergevel, met de openingen conform het referentie-model

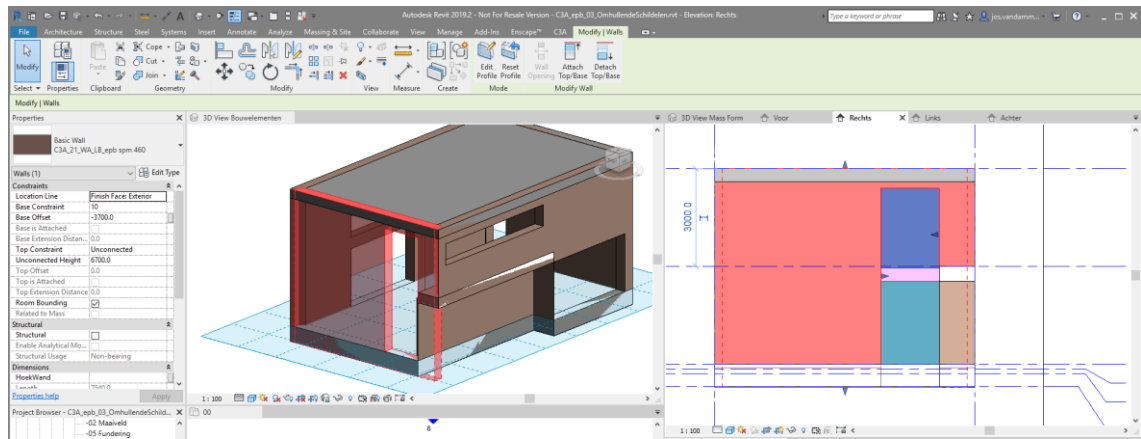


Fig. : aanpassen van de zijgevel rechts, met de openingen conform het referentie-model

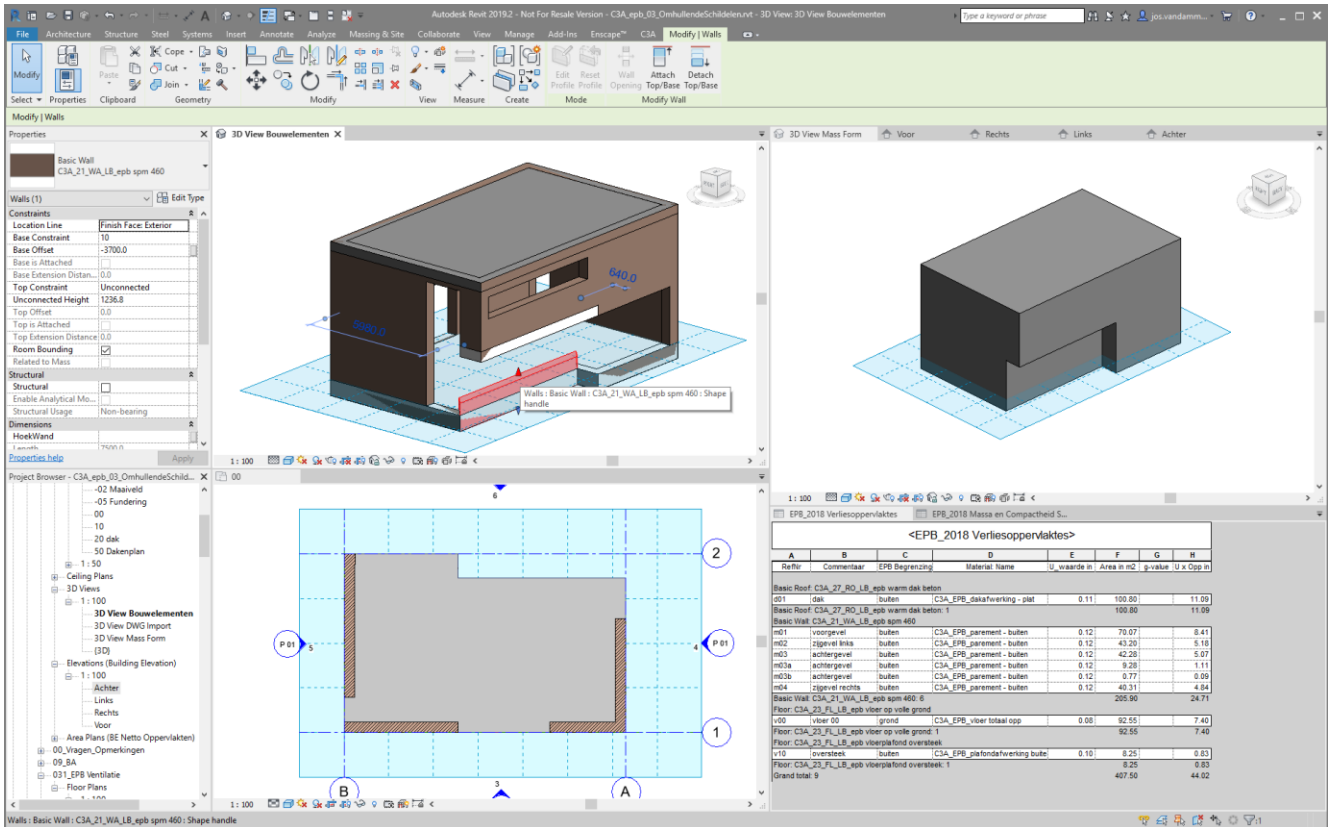


Fig. : ook nog wat bijwerken in de achtergevel, en we zijn hiermee rond

Heel snel kunnen aldus wand per wand de openingen in de Walls gecreëerd worden.

A	B	C	D	E	F	G	H
RefNr	Commentaar	EPB Begrenzing	Material: Name	U_waarde in	Area in m2	g-waarde	U x Opp in
Basic Roof: C3A_27_RO_LB_epb warm dak beton							
d01	dak	buiten	C3A_EPb_dakafwerking - plat	0.11	100.80		11.09
Basic Roof: C3A_27_RO_LB_epb warm dak beton: 1							
					100.80		11.09
Basic Wall: C3A_21_WA_LB_epb spm 460							
m01	voorgevel	buiten	C3A_EPb_parement - buiten	0.12	70.07		8.41
m02	zijgevel links	buiten	C3A_EPb_parement - buiten	0.12	43.20		5.18
m03	achtergevel	buiten	C3A_EPb_parement - buiten	0.12	42.28		5.07
m03a	achtergevel	buiten	C3A_EPb_parement - buiten	0.12	5.25		0.63
m03b	achtergevel	buiten	C3A_EPb_parement - buiten	0.12	0.77		0.09
m04	zijgevel rechts	buiten	C3A_EPb_parement - buiten	0.12	40.31		4.84
					201.87		24.22
Basic Wall: C3A_21_WA_LB_epb spm 460: 6							
Floor: C3A_23_FL_LB_epb vloer op volle grond							
v00	vloer 00	grond	C3A_EPb_vloer totaal opp	0.08	92.55		7.40
					92.55		7.40
Floor: C3A_23_FL_LB_epb vloer op volle grond: 1							
Floor: C3A_23_FL_LB_epb vloerplafond oversteek							
v10	oversteek	buiten	C3A_EPb_plafondafwerking buite	0.10	8.25		0.83
					8.25		0.83
Floor: C3A_23_FL_LB_epb vloerplafond oversteek: 1							
					403.47		43.54
Grand total: 9							

Na deze reeks bewerkingen is het totale omhullende verliesoppervlak uiteraard heel wat kleiner geworden (nog 201.87m2 voor de Walls, totaal 403.47m2), dus moeten we opnieuw aan de totale 477m2 geraken door de openingen weer in te vullen met glaspartijen, panelen of deuren ...

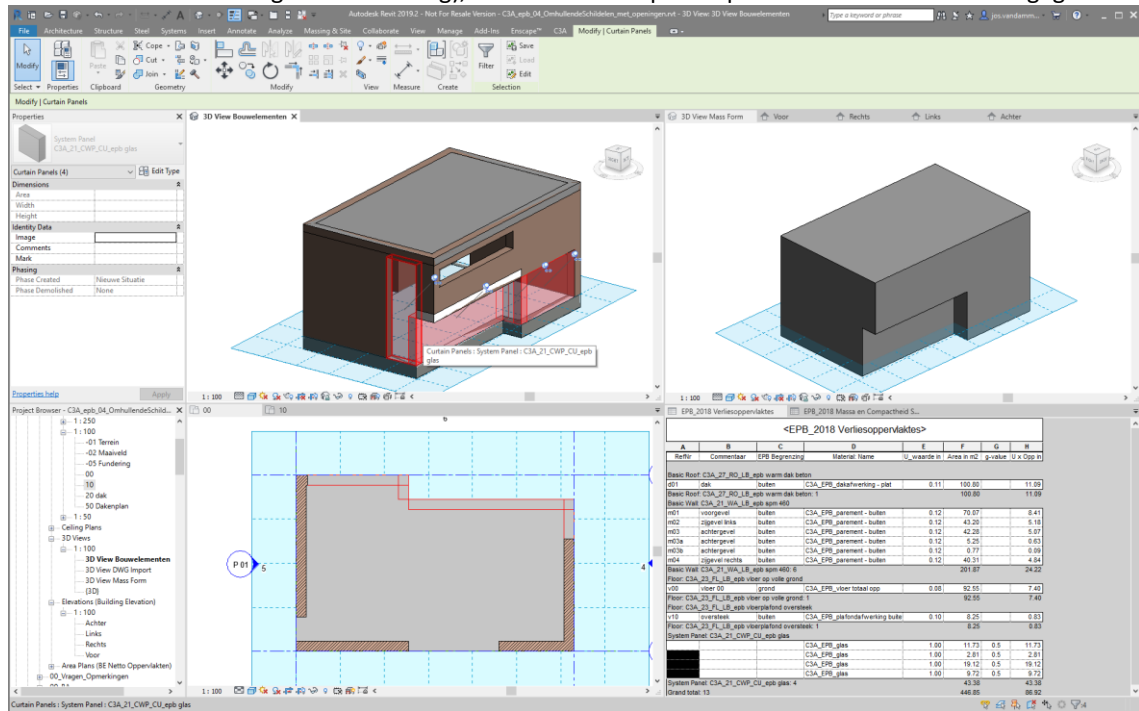




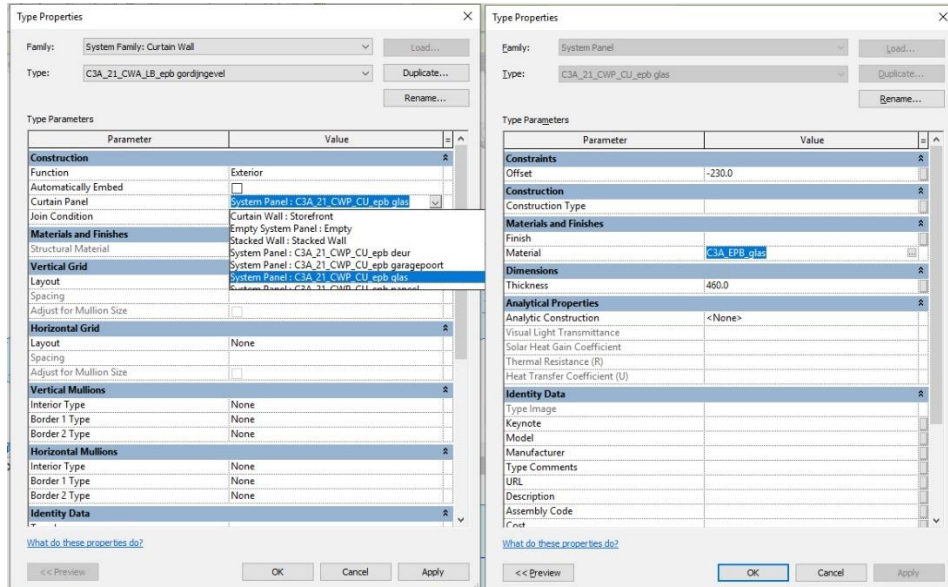
### 2.1.4 C3A epb 05 OmhullendeSchildelen met ingevulde openingen.rvt

In de openingen kunnen we eenvoudig Curtain Walls schetsen: dit gaat het snelst om de volledige opening ineens met een heel flexibele glaspartij weer in te vullen. De EPB-Curtain Wall in de C3A-Revit-Template werd voorbereid met een glaspaneel met eenzelfde dikte (460mm) als de Walls, zodat er een continue dikte omhullende laag gevormd wordt.

Open om te starten de file **C3A\_epb\_04\_OmhullendeSchildelen\_met\_openingen.rvt** (of werk verder met het resultaat uit de voorgaande oefening), en schik de viewports opnieuw zoals hieronder aangegeven :



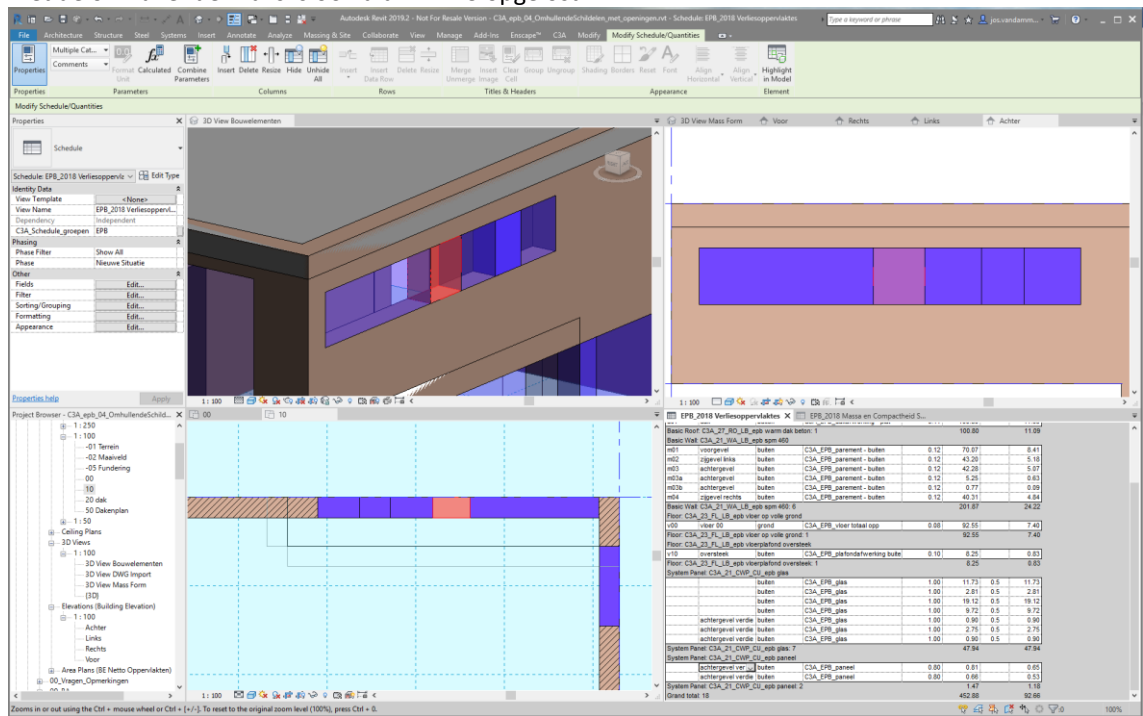
De Curtain Wall type **C3A\_21\_CWA\_LB\_epb gordijngewel** kan je nu best voorzien van een System Panel **C3A\_21\_CWP\_CU\_epb glas**, en er zijn ook nog enkele extra System Panels voor Doors, Panelen e.d. voorzien. Let erop, bij het tekenen van deze Curtain Walls, dat je ook weer GEEN JOINS laat gebeuren (Join Status: Disallow):



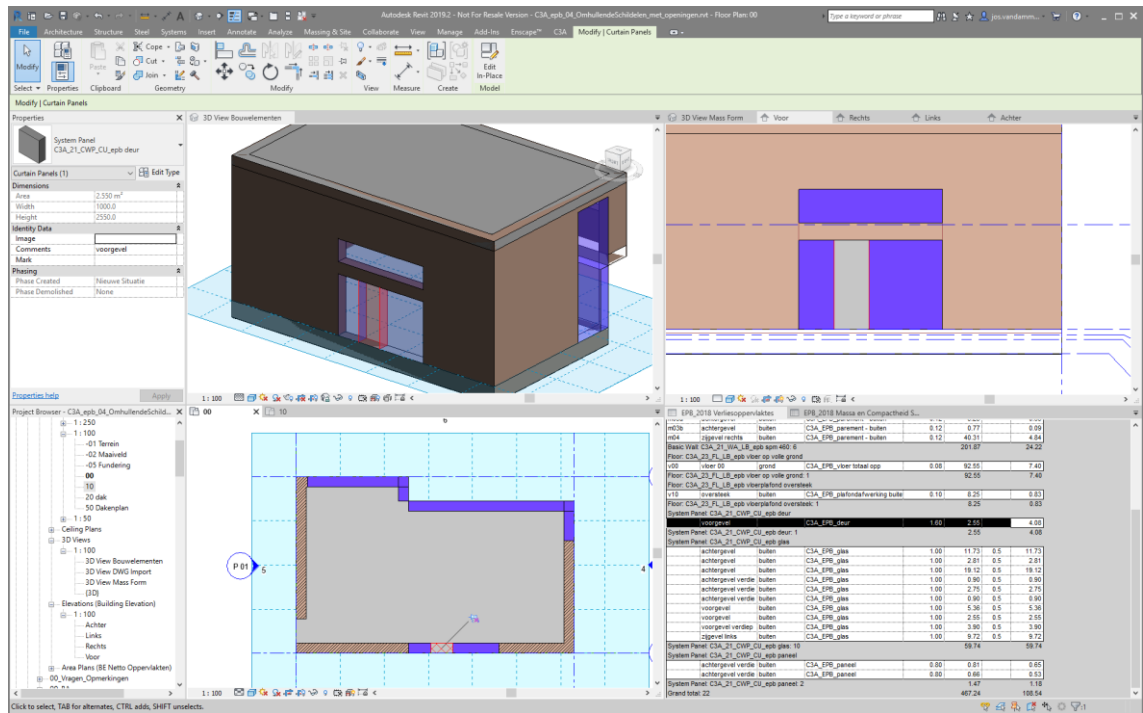
ook weer via de Material -> U-Waarde werd de U-Waarde vooraf ingesteld , OOK de g-value ...

Let erop dat we de buitenkant van de Curtain Wall netjes moeten aligner met de buitenschil, en dat er géén “joining” of automatische connecties moeten (mogen) gebeuren !

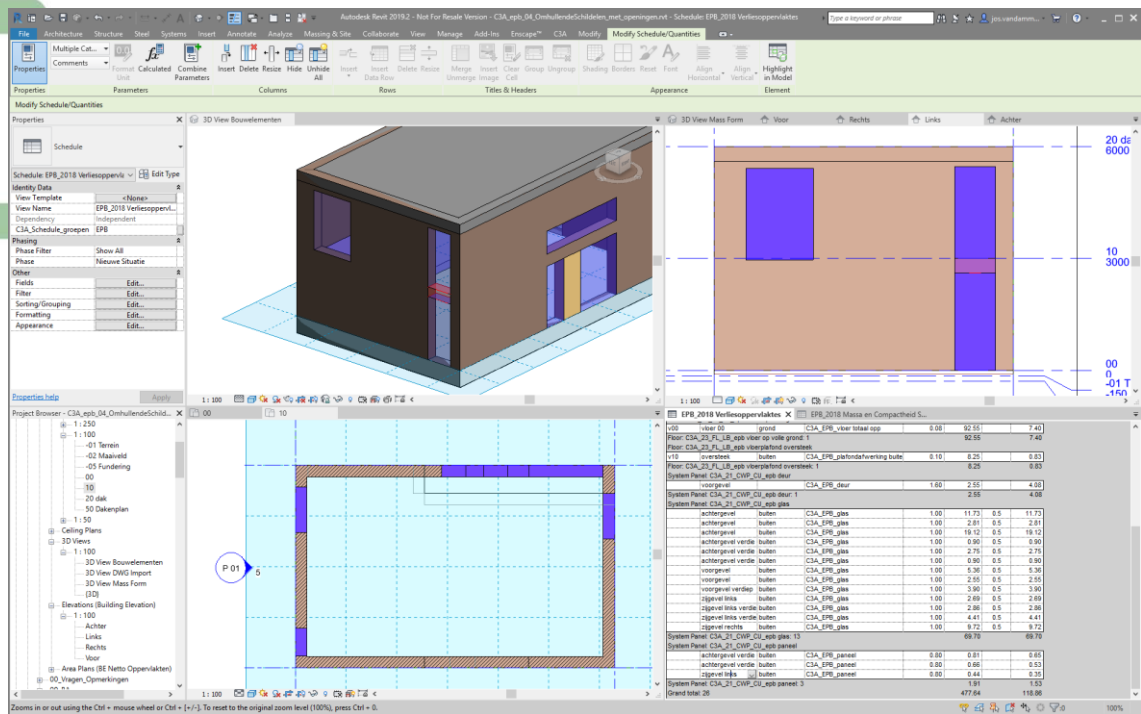
De Windows op de verdieping kan je best schetsen in de Floor Plan 10 (verdieping), en dan in een 3D View BouwElementen via de Shape Handles de hoogtes aanpassen. Doordat Revit automatisch deze laat aligneren met de omhullende Walls is ook dit in 1-2-3 opgelost :



Aan de Raamopeningen waar verdelingen in moeten (zoals dat raam hierboven en de inkom-partij in de voorgevel, zoals hieronder afgebeeld) kan je gemakkelijk verdeling maken via de Curtain Grid lijnen, en dan de panelen in die zones vervangen door andere EPB-panelen, zoals hieronder de inkomdeur door een C3A\_EPb Door en C3A\_EPb paneel :

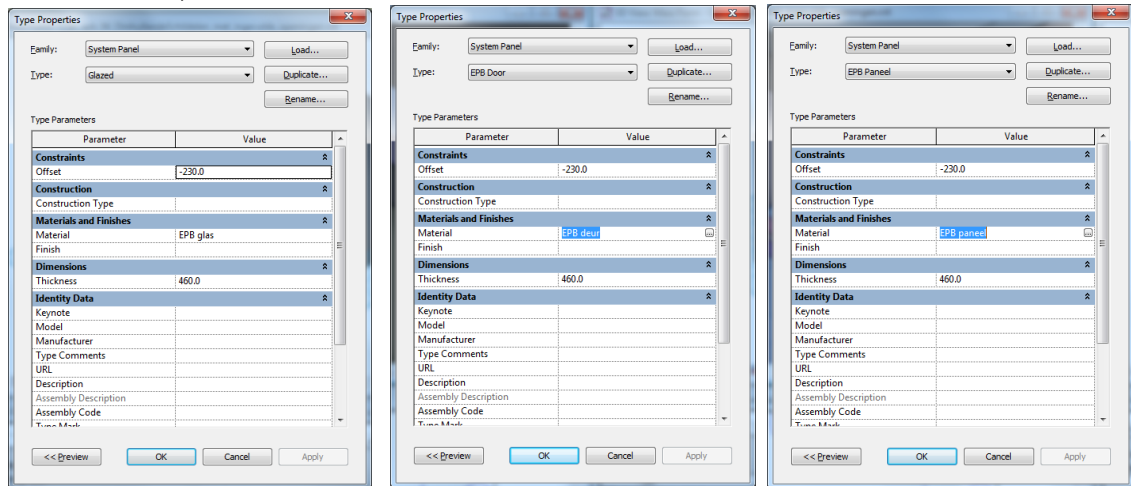






Hou als controle het totale omhullende oppervlak in de gaten: na het invullen van alle openingen met deze Curtain Walls zou je opnieuw op dat totale omhullende oppervlak van 477,64 m<sup>2</sup> moeten uitkomen !

Deze curtain walls kunnen dus heel eenvoudig via Curtain Gridlijnen opgedeeld worden waar nodig, en er werden ook al enkele varianten "invulpanelen" met verschillende materialen voor Glas, Deuren, invulpanelen e.d. voorbereid , met een totale dikte zoals de muurdikte :

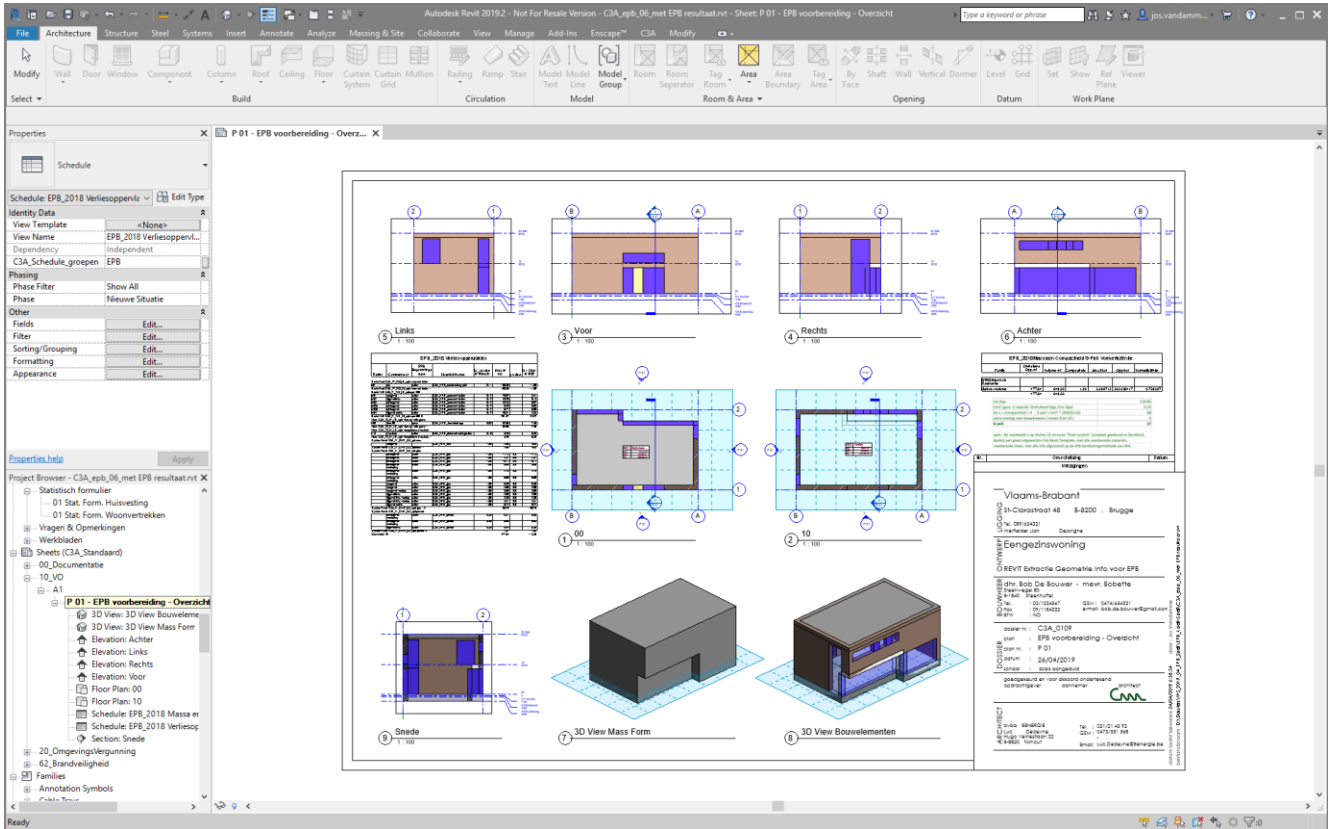


Merk op dat delen van de curtain walls ook als "EPB-Wall" kunnen ingevuld worden indien nodig ...

Dit eindresultaat kan je vinden in de file [C3A\\_epb\\_05\\_OmhullendeSchildelen\\_met\\_openingen\\_heringevuld.rvt](#)

## 2.1.5 C3A\_epb\_06 met EPB resultaat.rvt

Met wat basis-Revit-kennis is ook snel een Drawing Sheet (blad papier) opgebouwd, waar visueel de plannen, gevels, 3D's én de meettebellen op kunnen gepresenteerd worden :

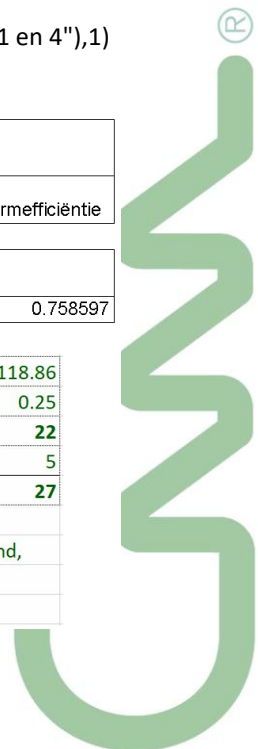


Merk op dat we voor de berekening van het K-peil toch nog een kleine **C3A\_epb\_K\_peil\_berekening.xlsx** voorbereid hebben, waarin de compactheid volgende de EPB-norm berekend wordt :  
 als  $1 < \text{Compactheid} < 4$  :  $K\text{-peil} = \text{UmT} * (300 / (C+2))$  ;  
 $= \text{AFRONDEN.BENEDEN}(\text{ALS}(\text{EN}(C4 > 1, C4 < 4), C11 * (300 / (C4 + 2)), "C \text{ is niet tussen } 1 \text{ en } 4"))$ , 1)  
 (zie C3A\_epb\_K\_peil\_berekening.xlsx in de cursusoefening-folder)

EPB_2018 Massa en Compactheid S-Peil Vormefficiëntie						
Family	Omhullend Opp. m²	Volume m³	Compactheid	Straal bol	Opp bol	Vormefficiëntie
DWG Import als Referentie						
Gebouwwolume	477.64	648.55	1.36	5.369713	362.336417	0.758597
	477.64	648.55				

Ux Opp	118.86
UmT (gem. U-waarde: Omhullend Opp / (Ux Opp))	0.25
als $1 < \text{Compactheid} < 4$ : $K\text{-peil} = \text{UmT} * (300 / (C+2))$	22
extra toeslag voor bouwknopen ( tussen 0 en 10 )	5
<b>K-peil:</b>	<b>27</b>
opm.: dit voorbeeld is op slechts 15 minuten "from scratch" compleet getekend en berekend, dankzij een goed uitgewerkte C3A-Revit-Template, met alle voorbereide materials, voorbereide views, met alle info afgestemd op de EPB-berekeningsmethode van VEA.	

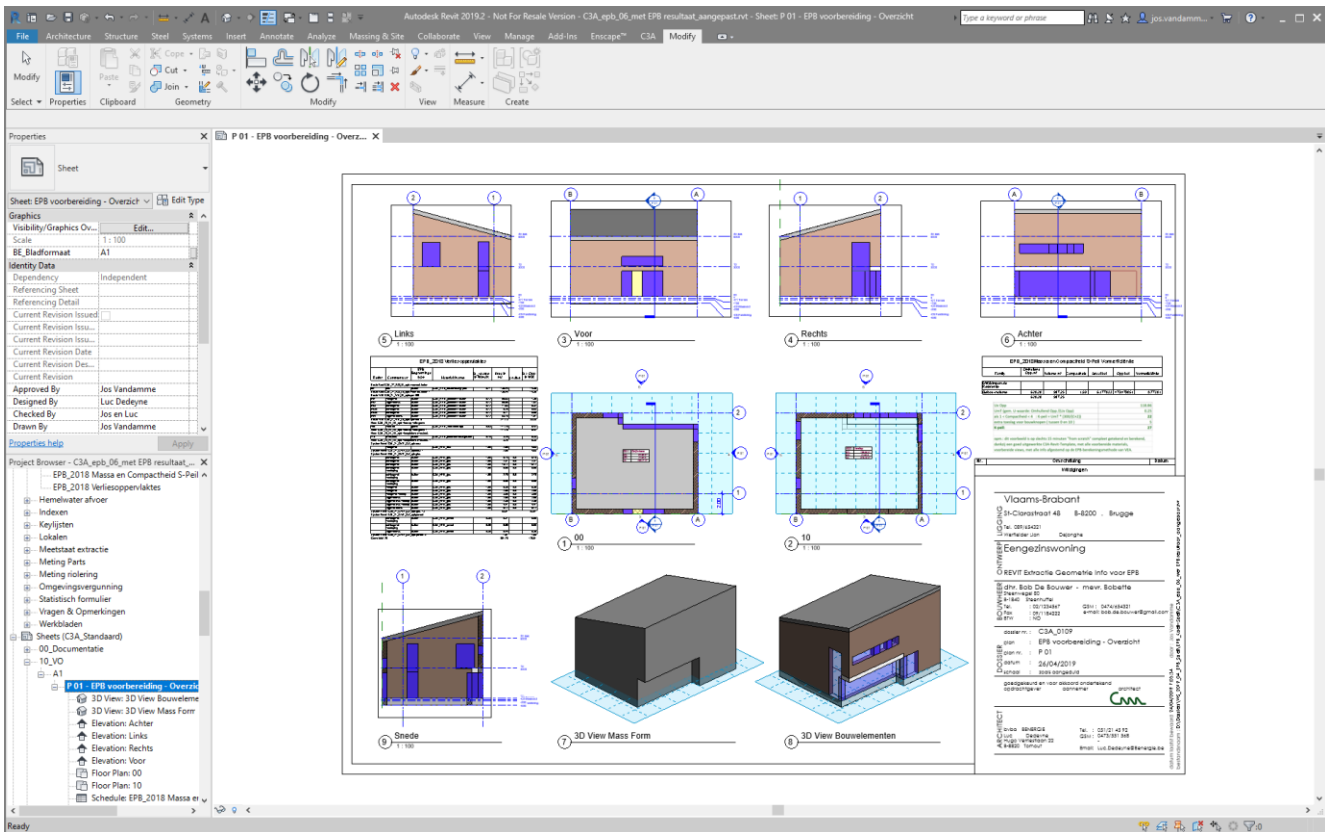
In deze specifieke situatie geeft dit als resultaat een **K-peil van 22 + 5**



### 2.1.6 C3A epb 07 alle info vr k-peil aangepast.rvt

Met de opdracht "Met een notie van de EPB-software kunnen architecten in een vroeg stadium **aftoetsen hoe hun ontwerp zal scoren. Welke wijzigingen leiden tot een gunstiger E-peil?**" in het achterhoofd, wordt het nu natuurlijk uiterst interessant om toch eens enkele vormaanpassingen door te voeren om af te toetsen welk effect dit geeft op het K-Peil.

In dit voorbeeld wordt de voorgevel 2 meter vooruit getrokken, het raam in de achtergevel en in de zijgevel rechts komt wat smaller, en het dak wordt met een helling van 15° aangepast (zie figuur) :



Kinderspel voor een REVIT-gebruiker om deze aanpassingen te maken ...

Merk op dat het VolumeMass-model apart moet aangepast worden, aanvullend op de aanpassingen van de omhullende bouwelementen, maar ook dat is in een handomdraai gedaan in Revit.

Meteen worden automatisch alle grafische zichten aangepast, maar ook de afgeleide meettabellen. Kwestie van de paar getallen zoals compactheid, aangepaste Volume en aangepaste totale UxOpp opnieuw in ons Excel-rekenblad in te brengen, en we kennen het **aangepaste K-peil : 5 punten winst** in dit geval !

Ux Opp	126.61
UmT (gem. U-waarde: Omhullend Opp / (Ux Opp))	0.20
als $1 < \text{Compactheid} < 4$ : $K\text{-peil} = \text{UmT} * (300 / (C+2))$	17
extra toeslag voor bouwknoten ( tussen 0 en 10 )	5
<b>K-peil:</b>	<b>22</b>
<p>opm.: dit voorbeeld is op slechts 15 minuten "from scratch" compleet getekend en berekend, dankzij een goed uitgewerkte C3A-Revit-Template, met alle voorbereide materials, voorbereide views, met alle info afgestemd op de EPB-berekeningsmethode van VEA. En op een paar minuutjes aangepast ... met 5 K-peil punten "voordelig" ...</p>	

In deze specifieke situatie geeft dit als resultaat een **K-peil van 17 + 5**





## 2.2 Werkmethodek – C3A-gebouw als vb

Bij de voorgaande basisoefening werd uitgegaan van een reeds voorbereid en uitgewerkt projectje, waarvan het 3D-model al in SketchUp / AutoCAD 3D beschikbaar was. Maar ... **hoe kunnen we deze methodiek nu best toepassen indien we een project al als bouwtechnisch juist gemodelleerd virtueel model in Revit uitgewerkt hebben ?**

Nog even herhalen: voor de EPB-berekeningen conform VEA wordt een omhullend volume van het gebouw (of van de energiesector van het gebouw) verwacht, met specifiek aannames die niet conform de effectieve reële bouw-en constructiewijze zijn. Zoals de buitenoppervlakken van de wanden vanaf onderkant vloer tot bovenkant dak, en oppervlakken van het dak tot aan de buitenkant van de muren. En deze volume- en oppervlakte-afmetingen zijn niet vanzelf uit een bouwtechnisch juist geconstrueerd virtueel gebouwmodel af te leiden. Vandaar dat we in een apart model het gewenste volume van de energiesector én de omhullende vlakken zoals de VEA-rekenmethode verwacht apart construeren. Zodat minstens de K-Peil compactheid, de S-Peil vormefficiëntie én alle omhullende vlakken met oppervlakte, U-waarde en g-value (voor de transparante delen) zoals nodig voor de VEA-software uit het Revit-model kunnen afgeleid worden.

In de subfolder **\EPB\_C3A-gebouw** is het eindresultaat van de [c3a-zesdaagse-basiscursus-revit](#) klaargezet (C3A-gebouw\_2019.rvt), samen met de C3A-Revit2019\_template.rte ... versies van Revit release 2019.

In een nieuw, leeg project willen we de door VEA gewenste geometrie-info opbouwen via een massa-object dat de contouren van het ontwerp volgt. Dat betekent: gelijk met de buitenschil, en zonder met opstaande dakranden of uitstekende funderingen rekening te houden. Het is nuttig om het ontwerp als onderlegger te gebruiken, teneinde het modelleren van de massa te faciliteren. Daarbij kan een reeds uitgewerkt Revit-model best als een Linked file als "onderlegger" aangekoppeld worden, om daarop gebaseerd het omhullende volume uit te werken, en op dat volume de omhullende vlakken rondomronnd uit te werken met oppervlakken die al de gewenste informatie zoals U-waarden en g-values bevatten. Kortom: zoveel mogelijk info ter voorbereiding van de (manuele) ingave in de VEA-software. "Manuele" ingave, in afwachting van een import-module bij de VEA-software ?

The screenshot displays the Autodesk Revit 2019 interface. The main window shows architectural drawings of a building, including sections and elevations. A table titled '<C3A-cursus\_Lokalen Overzicht>' is visible in the bottom right corner, listing room data. Below the table, another table titled 'C3A-energieopslag' is shown, detailing energy storage characteristics for various rooms.

A	B	C	D	E	F	G
nr	Naam	Verwarming	Functie Ruimte	Omsch	Opp.m <sup>2</sup>	Volume
24	Kelder Inkom	geen	kelder		20,24	17,53
25	Kelder Berging	geen	kelder		16,00	16,00
26	Kelder Verwarming	geen	kelder		16,46	29,39
10-3					53,82	118,762
01	Cursuslokaal	radiatoren	inkom		39,96	77,29
02	Kitchenette	geen	bekuken / droogruimte		11,88	8,47
03	Sanit	radiatoren	badkamer / douche		12,89	10,19
04	Hal	vloerCV / water	kantoor >50%		41,06	119,75
05	Ontvangst	radiatoren	kantoor >50%		22,07	32,57
06	Inkom	vloerCV / water	inkom		11,63	8,11
07	Inkom Privé	radiatoren	inkom		16,02	12,22
08	Garage	geen	garage		23,16	33,48
09	Atelier	radiatoren	kantoor >50%		48,04	84,24
10-9					398,53	1271,921
10	Buro Jos	radiatoren	kantoor >50%		21,86	31,84
11	Vergaderlokaal	radiatoren	kantoor >50%		18,29	19,63
12	Buro	radiatoren	kantoor >50%		32,09	52,87
13	Hal boven	geen	kantoor >50%		44,81	81,12
14	Inkom privé	vloerCV / water	inkom		22,96	16,11
15	IWC	vloerCV / water	badkamer / douche		4,48	2,43
16	Keuken	vloerCV / water	keuken gesloten		15,42	12,67
17	Living	vloerCV / water	woonkamer		32,80	51,55
18-8					288,22	652,226
19	Nachthal	geen	gang / traphal / nachthal		19,78	6,81
20	Sk 1	radiatoren	slaapkamer		23,41	22,39
21	Sk 2	radiatoren	slaapkamer		12,48	9,42
22	Sk 3	radiatoren	slaapkamer		17,12	16,63
23	Badcel	radiatoren	badkamer / douche		16,96	8,85
24	Bordes	radiatoren	speelkamer		22,02	24,16
28-6					88,30	297,329
	Algemeen Totaal:				784,67	2250,138

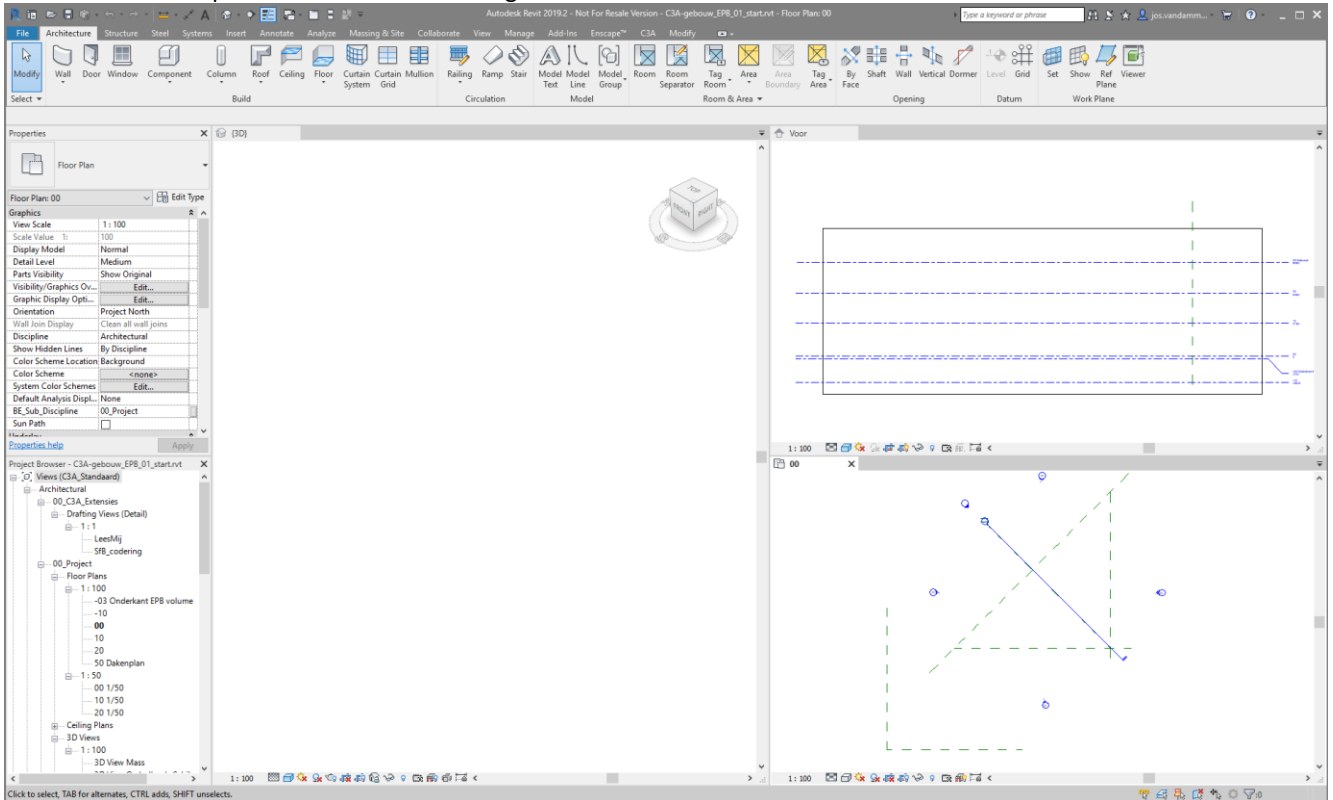
A	B	C	D	E	F
Artikelnr	Naam	Oppervl	Dimensie	Relief	Comments
43.21.20	C3A_energieopslag_op_sloofte-gevebeliding_C3A-gebouw	138,27	2		voorgevel
43.21.20	C3A_energieopslag_op_sloofte-gevebeliding	99,67	2		rechtgevel
43.21.20	C3A_energieopslag_op_sloofte-gevebeliding	9,28	2		rechtgevel
43.21.20	C3A_energieopslag_op_sloofte-gevebeliding	35,93	2		ochtergevel
43.21.20	C3A_energieopslag_op_sloofte-gevebeliding	32,76	2		ochtergevel
43.21.20	C3A_energieopslag_op_sloofte-gevebeliding	11,88	2		inkomstion
43.21.20	C3A_energieopslag_op_sloofte-gevebeliding	22,87	2		hunnuur voor
43.21.20	C3A_energieopslag_op_sloofte-gevebeliding	22,87	2		hunnuur rechts
43.21.20	C3A_energieopslag_op_sloofte-gevebeliding	0,37	2		poort berging
43.21.20	C3A_energieopslag_op_sloofte-gevebeliding	11,34	2		dakoverteek inkom
		374,24			

Zie ook de [C3ARevit\\_basiscursus\\_jan2019.pdf](#) ( 133Mb ), de handleiding van de [c3a-zesdaagse-basiscursus-revit](#), waar de volledige opbouw van zo'n virtueel gebouwmodel stap-voor-stap in uitgelegd wordt.

## 2.2.1 Van C3A-gebouw EPB 01 start.rvt tot C3A-gebouw EPB 02 mass.rvt

In de subfolder **\EPB\_C3A-gebouw** is het eindresultaat van de [c3a-zesdaagse-basiscursus-revit](#) klaargezet (C3A-gebouw\_2019.rvt), samen met de C3A-Revit2019\_template.rte ... versies van Revit release 2019.

Om wat tijd te winnen bij het uitwerken van deze oefening werd al vanaf die C3A-Revit2019\_template.rte een **C3A-gebouw\_EPB\_01\_start.rvt** voorbereid, met enkele geschikte view-instellingen voor deze oefening. Open deze **C3A-gebouw\_EPB\_01\_start.rvt** om van start te gaan, en schik de views {3D}, Voor en 00 zoals in deze printscreen hieronder voorgesteld :



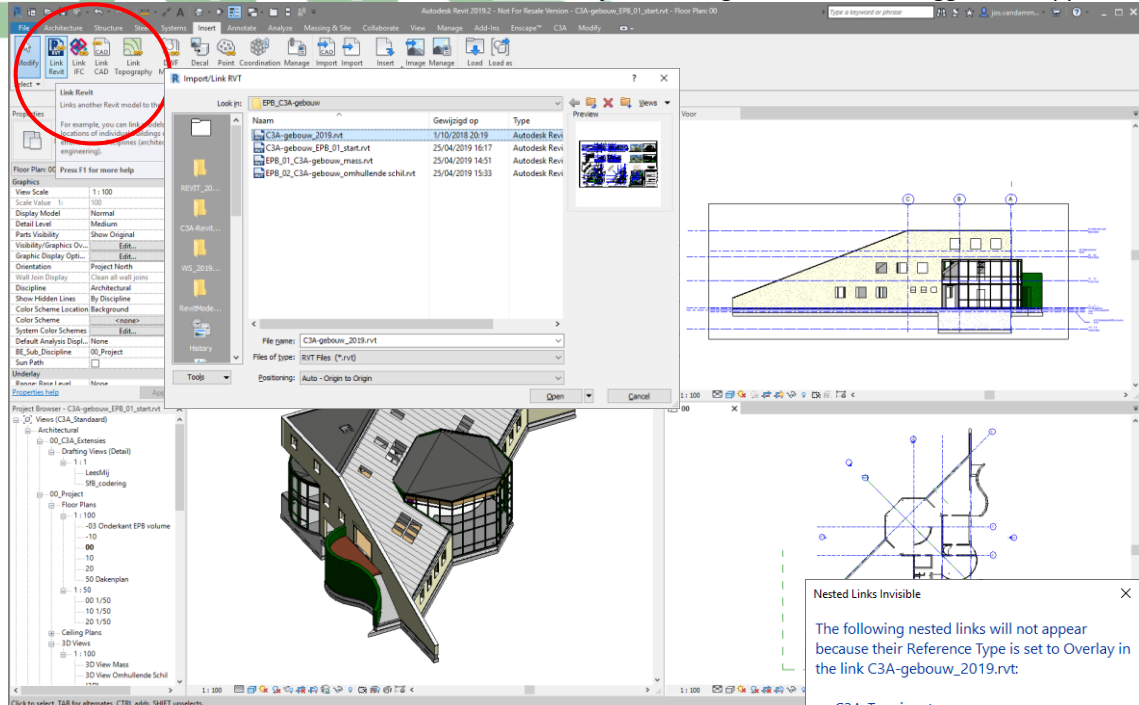
Let op deze voorbereidingen:

- Er werd al een extra Level “-03 Onderkant EPB volume” aangemaakt, op -310 t.o.v. de 00-level. Bedoeld om vanaf dat nivo het omhullende volume van het gebouw te creëren.
- Er werden ook al enkele extra Reference Planes “Voorgevel”, “Zijgevel Rechts”, “Achtergevel” en “diagonaal” voorbereid, op de posities buitenkant gevelvlakken ... Voor een eigen project die je voor zo’n EPB-model zou aanpakken, is het zeker aan te raden o zo’n RefPlanes per buitengevel-vlak aan te maken, en in de frontale zichten (zoals Elevations Voor, Rechts en AchterFrontaal ) dan deze vlakken als Workplane in te stellen, zodat je gemakkelijk in die vlakken kan modelleren.
- Er zijn ook al twee 3D-views “3D View Mass” en “3D View Omhullende Schil” voorbereid, met geschikte Visibility/Graphic Overrides , om de Mass volumes en Omhullende Schil gemakkelijk apart te kunnen weergeven (cfr. het voorbeeld in voorgaande oefening) .
- Ook de Elevation Views hebben al een voorbereide Visibility/Graphic Overrides, via een View Template “EPB mass Elevation”. Om gemakkelijk de weergave van deze aanzichten tijdens het modelleren van de omhullende vlakken te kunnen aanpassen.
- Bij die Visibility/Graphic Overrides (ook in plan 00 ) staat de Model Categorie Invisibel, met uitzondering van Curtain Wall Mullions, Floors, Roofs, Walls en Mass elementen.
- Bekijk ook nog eens de Schedule/Quantities EPB-views **EPB\_2018 Massa en Compactheid S-Peil Vormefficiëntie** en **EPB\_2018 Verliesoppervlaktes** (die we al kennen van voorgaande oefening). Deze zijn uiteraard nog leeg ...

ALS je deze template zou gebruiken voor een ander project, dan moet je natuurlijk die RefPlanes en de View-instellingen wat bijsturen ...

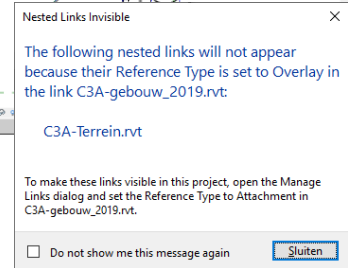
In een eerste stap willen we de het omhullende Energie-volume rond de Energiesector opbouwen, met het C3A-gebouw als onderlegger. De vorm van dit gebouw is al wat complexer dan het voorbeeld uit voorgaande oefening (nu met o.a. schuine wanden, schuin dak, gebogen wanden, in- en uitsprongen ...) maar we gaan deze uitdaging uiteraard niet uit de weg.

Maak de View 00 actief, en via **Insert** -> **Link Revit** kan je het C3A-gebouw als onderlegger aankoppelen:

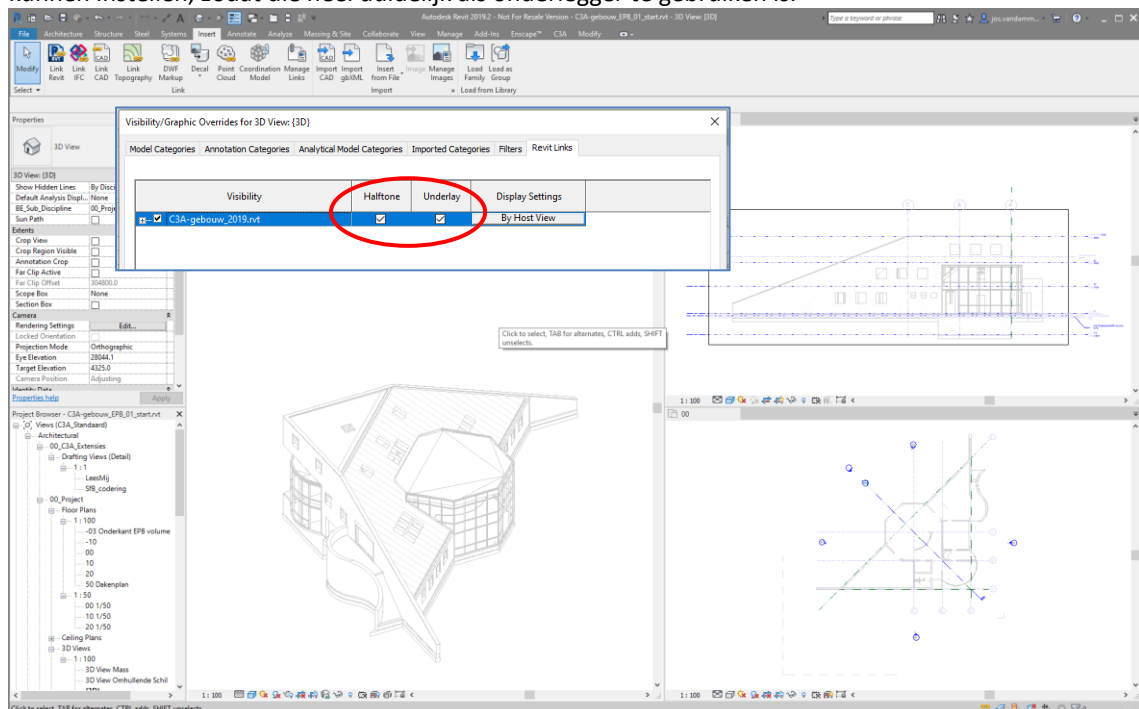


Let op de optie "Origin to Origin" voor de juiste plaatsing !

Het gelinkte C3A-terrein.rvt (gekoppeld aan het gebouw) komt NIET mee, omdat dit als Overlay aangekoppeld werd bij het C3A-gebouw. Die C3A-terrein.rvt staat trouwens ook niet in de cursusfolder, en hebben we voor deze oefening ook niet nodig.

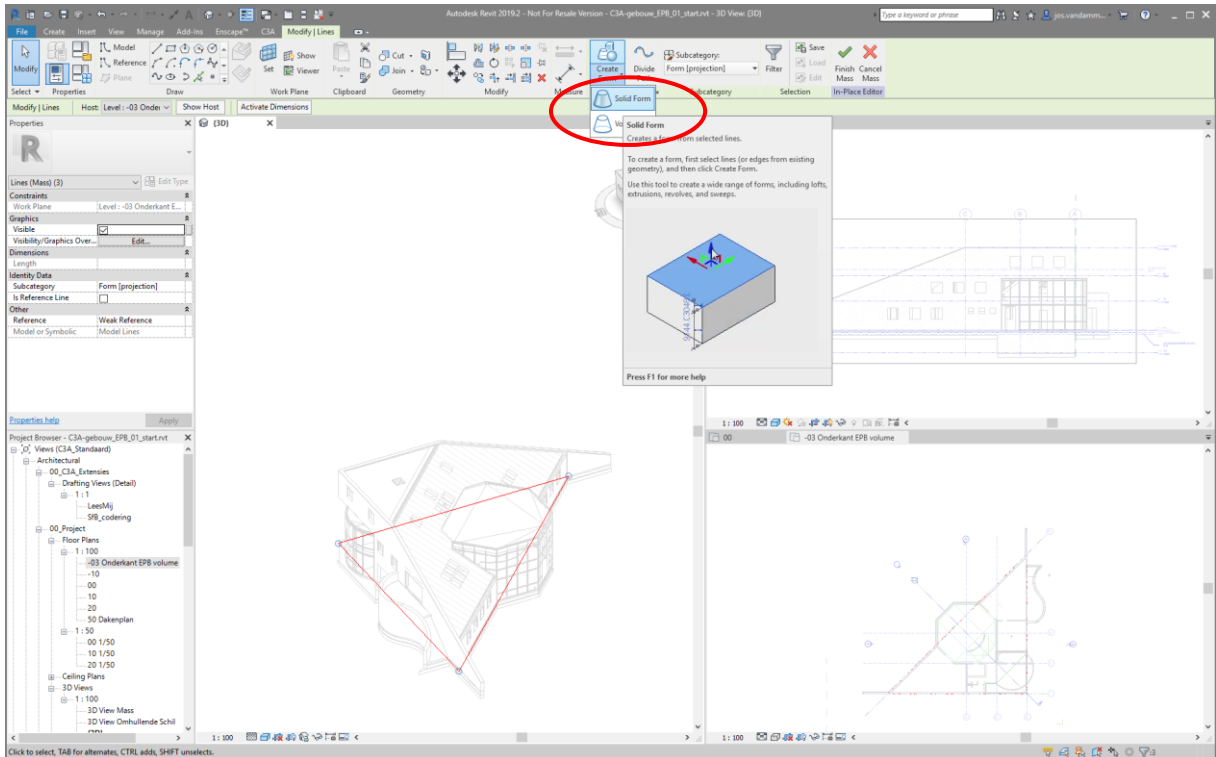


In de verschillende views zou u deze Linked File via de Visibility/Graphic Overrides als **HalfTone/Underlay** kunnen instellen, zodat die heel duidelijk als onderlegger te gebruiken is:

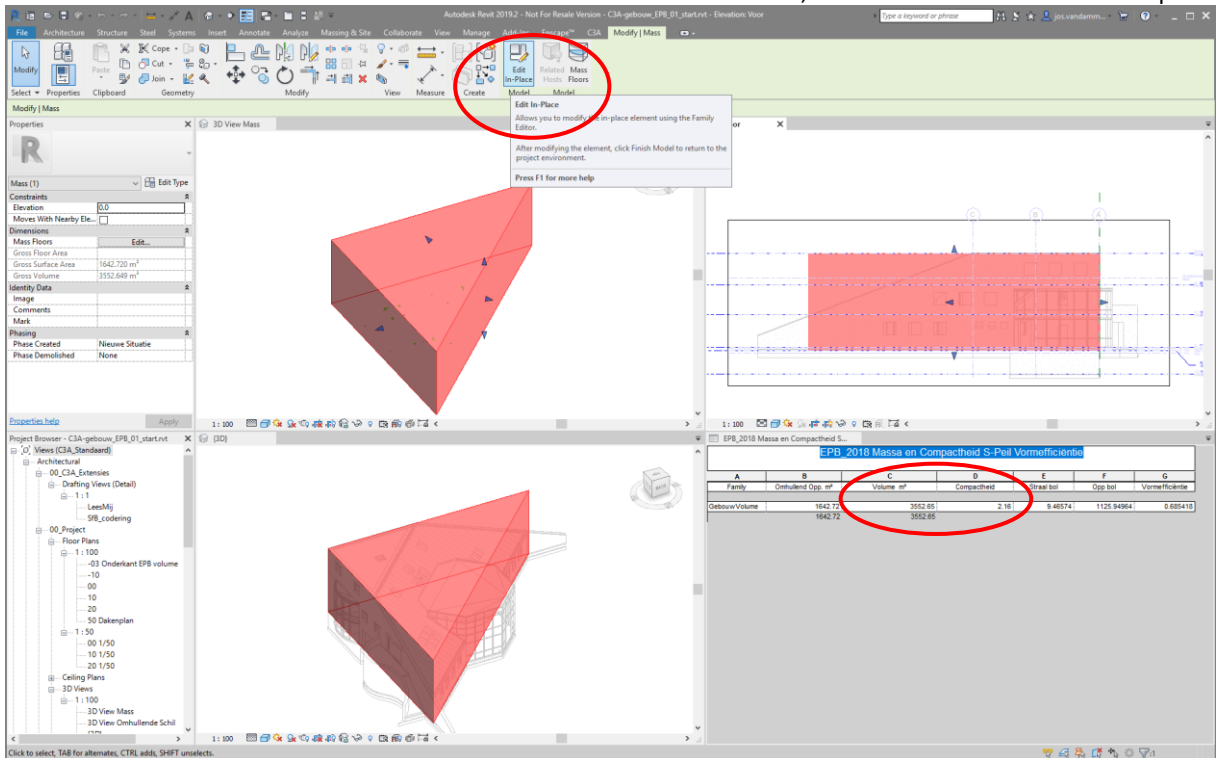




Nu kunnen we gemakkelijk via een In-Place Mass stapsgewijs het omhullende volume creëren. Maak de view “-03 Onderkant EPB volume” actief, en start met de In-Place Mass “GebouwVolume” in deze view. Schets via Lines (eventueel via pick Lines) het grondvlak als gesloten contour, selecteer dan die lijnen en kies Createn Form -> Solid Form :



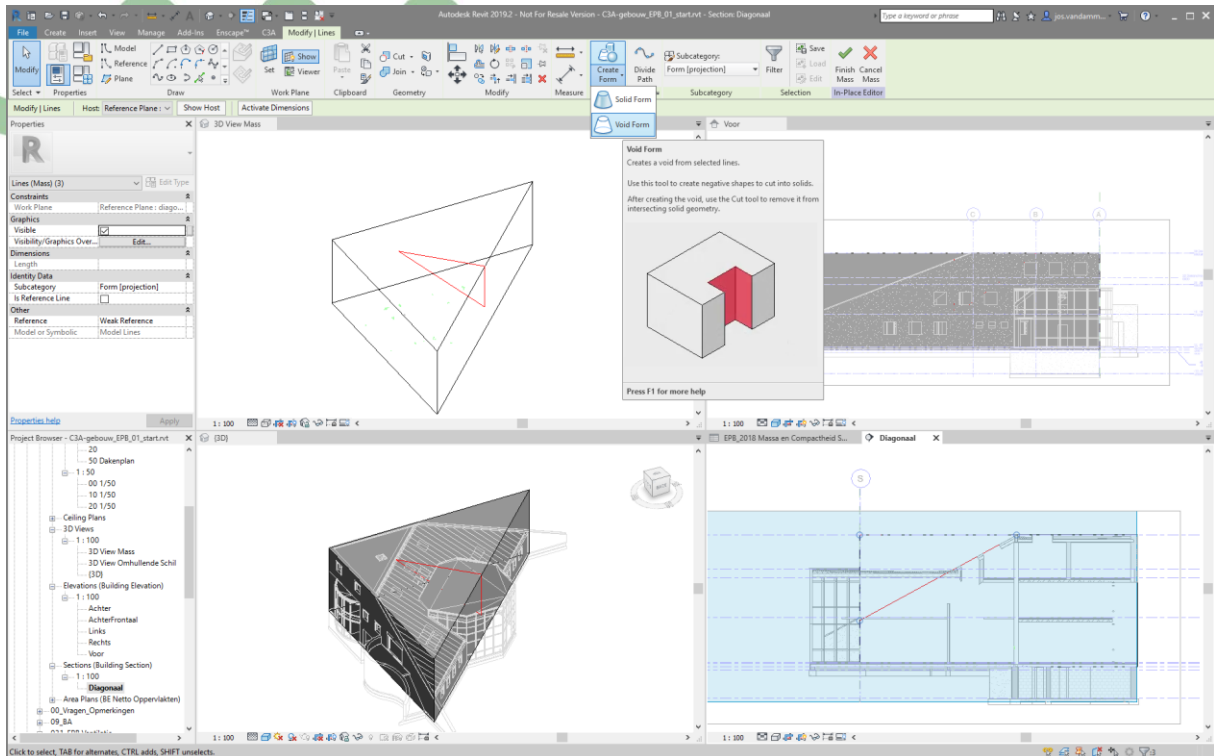
Stretch de bovenkant van deze mass tot aan de dakrand bovenaan, en finish al eens deze eerste stap :



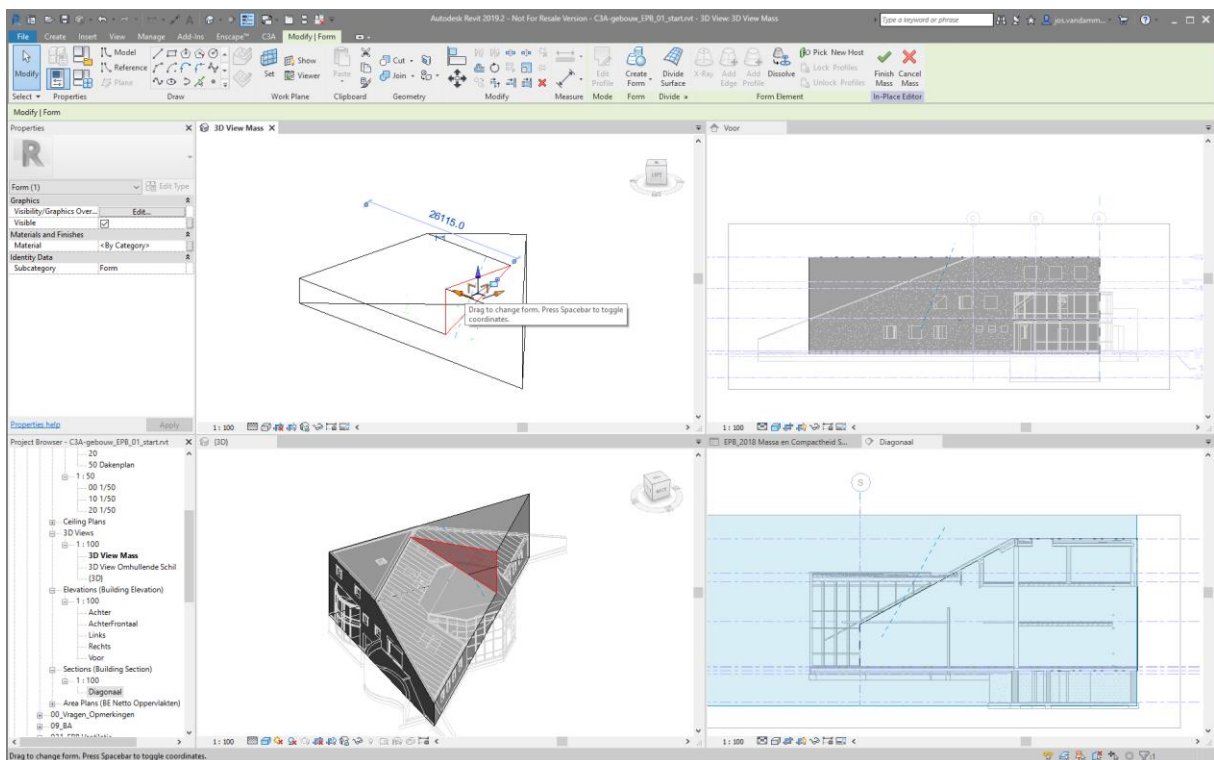
Via de “EPB\_2018 Massa en Compactheid S-Peil Vormefficiëntie” Schedule zie je meteen al alle info ivm deze vorm. Maar daar moet nu nog een en ander uitgeknipt worden én nog wat aan toegevoegd worden ...

Selecteer de Mass, en kies Edit in Place om er verder aan bij te werken .

Neem de Section View **Diagonaal** erbij, en schets in dat werkvlak (dat al voorbereid werd) de contour van de driehoek die uit de basisvorm via een void kan uitgeknipt worden :

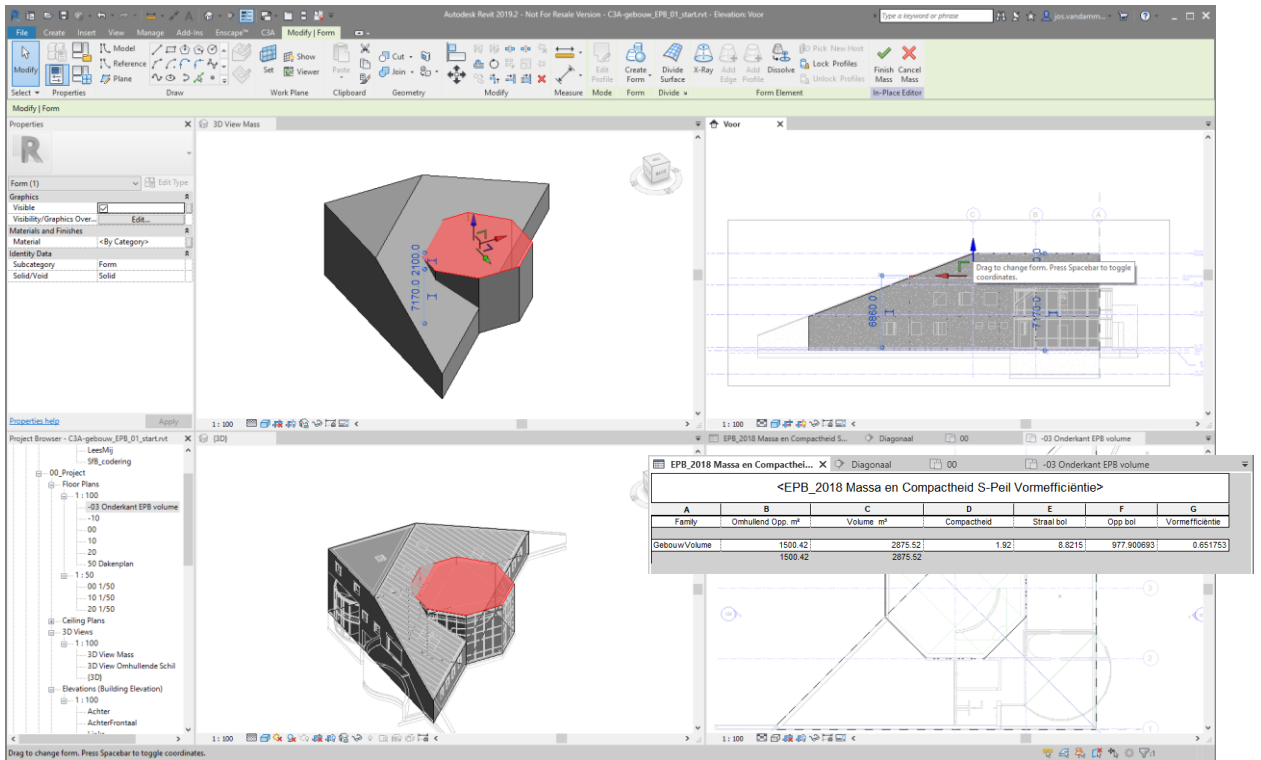


Selecteer die driehoek, en maak er via Creatie -> Void Form een uitsnijding mee. Via de grips kan de jeze vorm uitstrekken tot buiten het bouwvolume, zodat het deel boven het schuine dak kan weggeknipt worden. Gemakkelijkst om daarbij de vlakken die moeten gestretch worden te selecteren in de 3D View Mass, in een Wireframe View ... en via de Tab-selectie voor het juiste vlak waaraan moet gestretch worden:



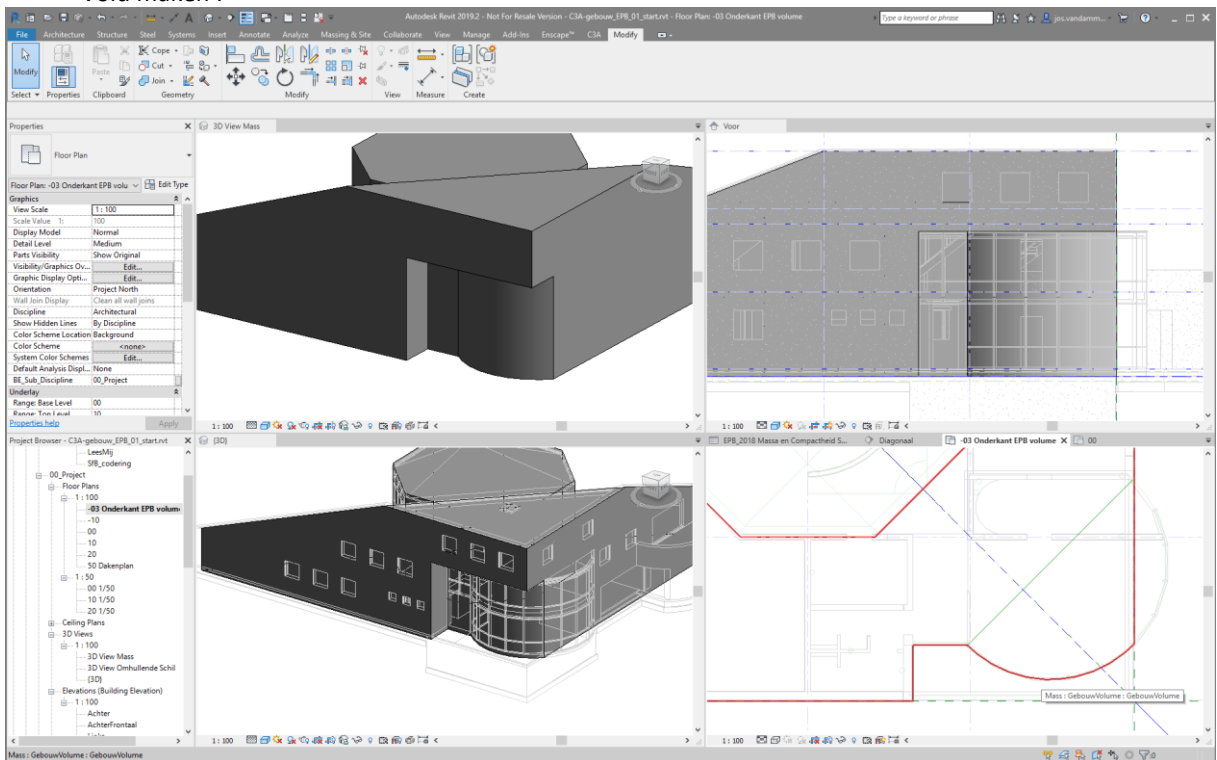
Hoe best eens de aangepaste Mass en Compactheid in de gaten : die berekeningen zijn meteen aangepast in de Schedule Table.

Bij deze volgende stap willen we de achthoekige hal achteraan het gebouw eraan toevoegen. Neem daartoe het Plan View “-03 Onderkant EPB volume” in beeld, selecteer de Mass en opnieuw Edit In-Place, en creëer vanuit dit grondvlak een achthoek die je dan als mass stretcht tot aan de dakrand hal in de hoogte:

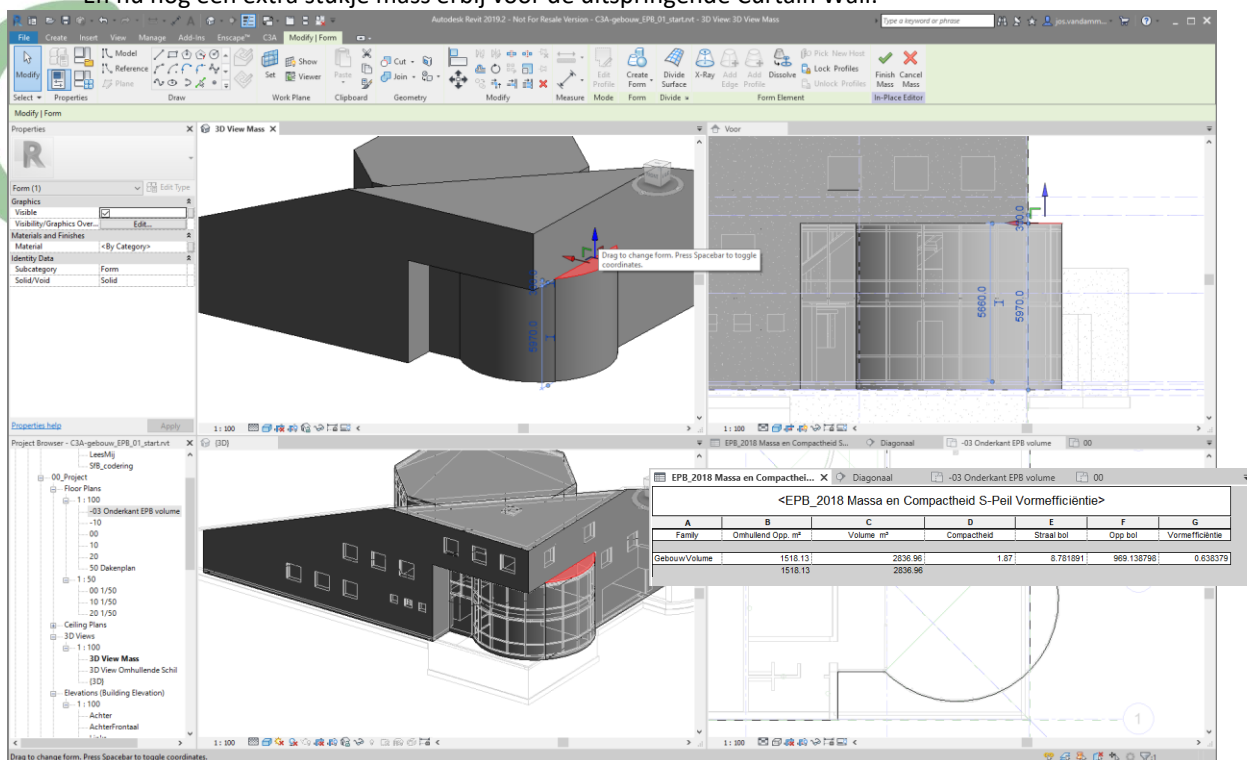


Let erop dat je gemakkelijk kan switchten tussen de verschillende views bij deze manipulaties. De hoogte kan je bijv. best op de juiste hoogte stretchen in dat vooraanzicht !

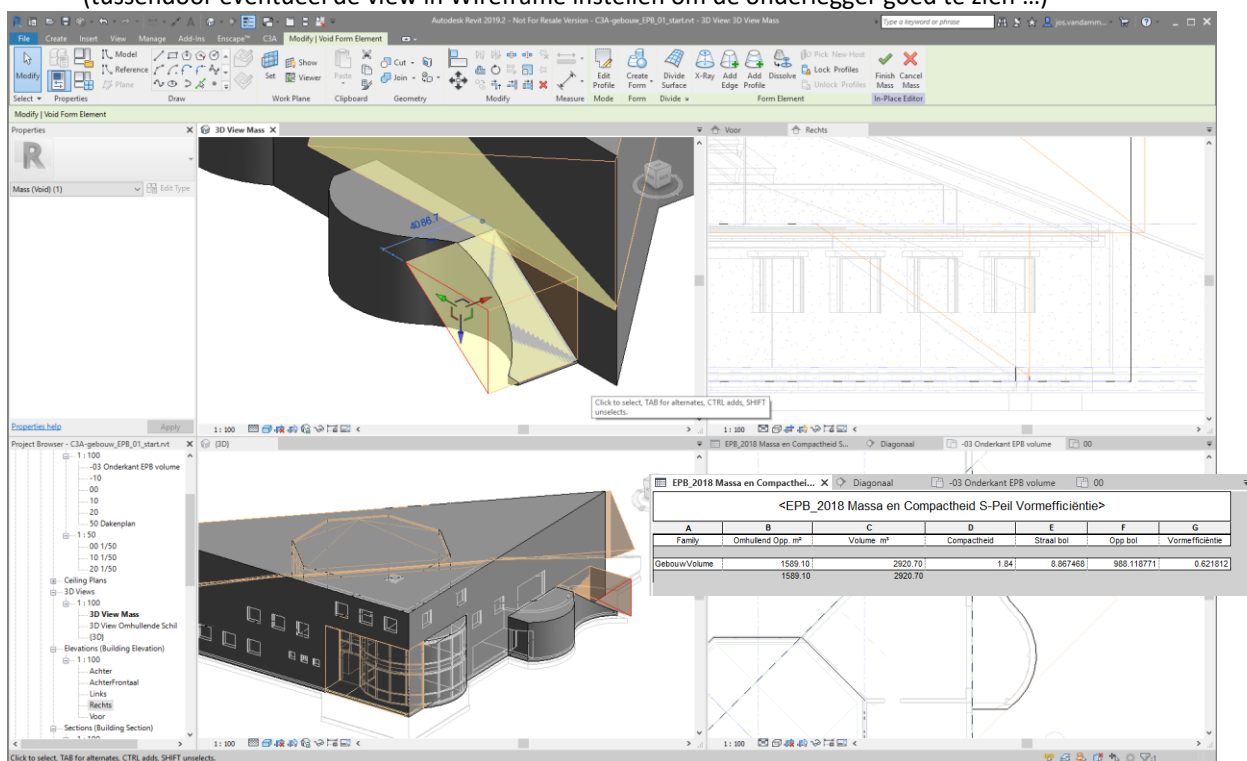
Opnieuw via Mass -> Edit In-Place kan je op gelijkaardige wijze de uitsnijding vooraan aan de inkom als een Void maken :



En nu nog een extra stukje mass erbij voor de uitspringende Curtain Wall:



Ook de buitenterras met berging onder kan op eenzelfde wijze toegevoegd worden : eerst vanuit het plan de vorm opmaken en in de hoogte tot level 10 stretchen, en daarna vanuit de zijgevel rechts (op het Workplane van het Refplane zijgevel rechts een schuin deel uitsnijden : (tussendoor eventueel de view in Wireframe instellen om de onderlegger goed te zien ...)



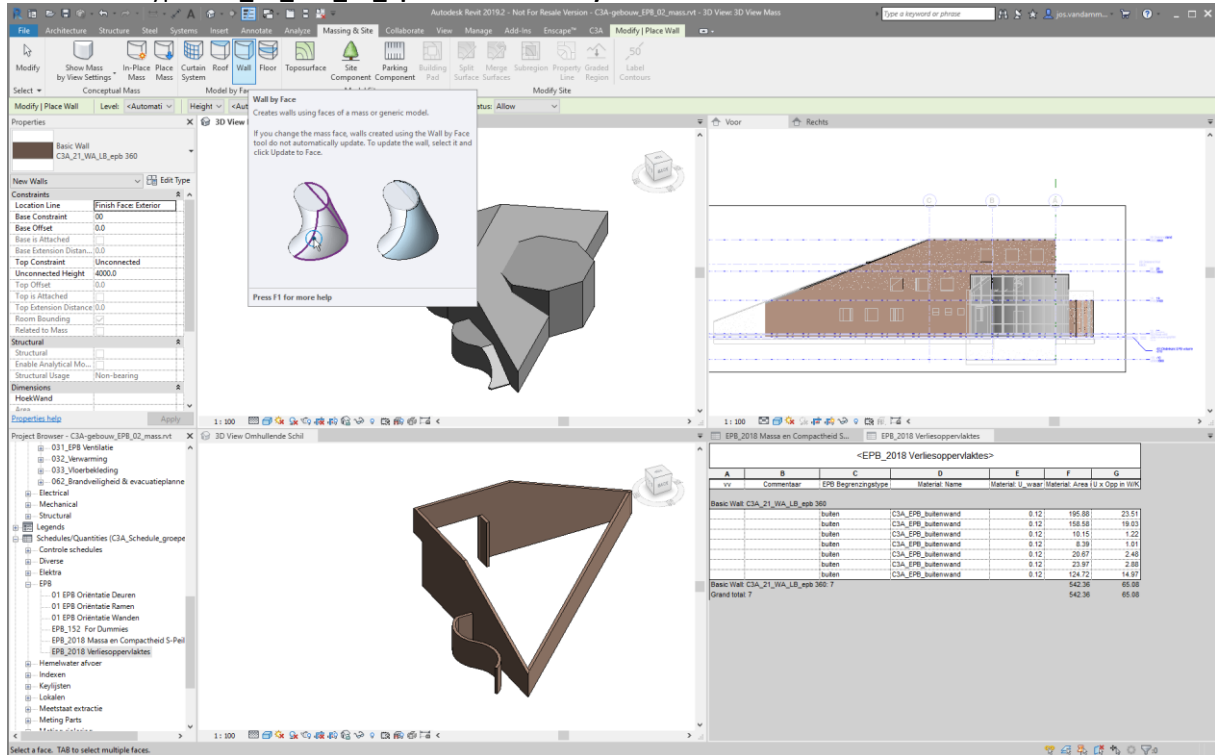
Die in- en uitsprongen zijn niet echt bevorderlijk voor de Compactheid en Vormefficiëntie, maar ja, zo is dit gebouw in 1993 effectief gebouwd, toen lag men nog niet zo wakker van deze EPB-aspecten.

Dit resultaat vind je terug in **C3A-gebouw\_EPB\_02\_mass.rvt** , de start voor de volgende fase.

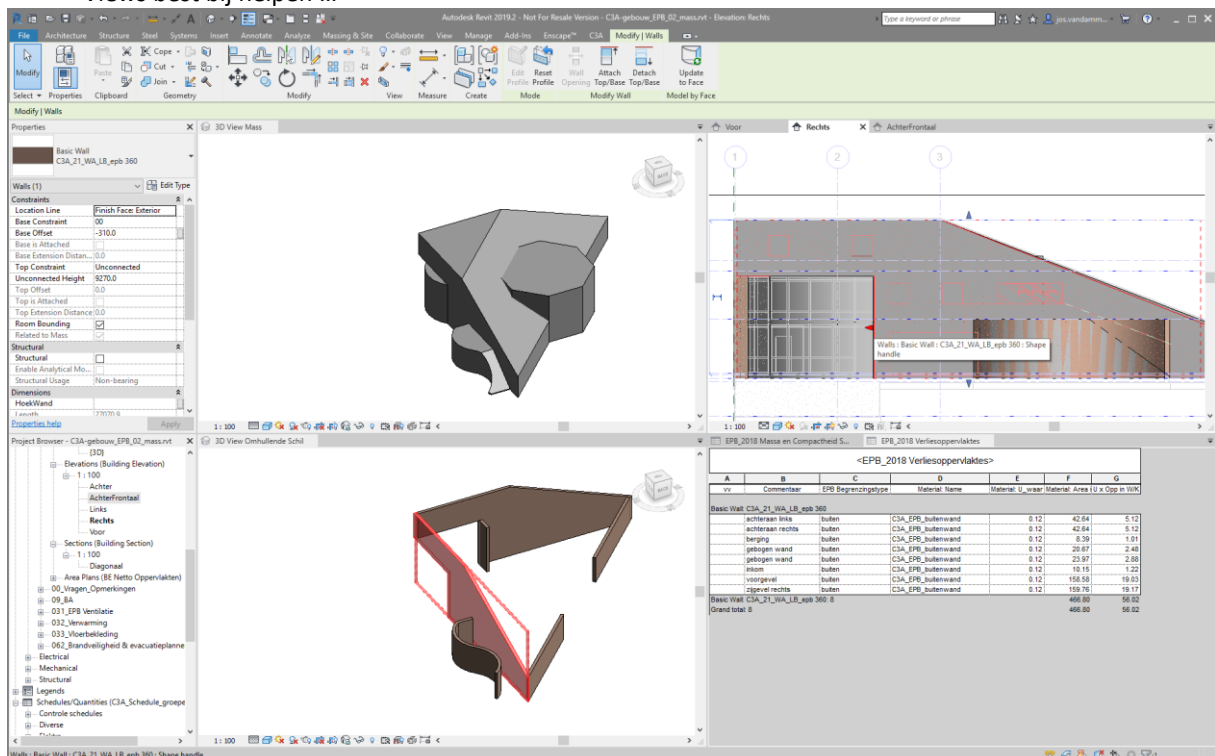
## 2.2.2 C3A-gebouw EPB 03 OmhullendeSchildelen.rvt

Open in **C3A-gebouw\_EPB\_02\_mass.rvt** (of werk verder vanaf voorgaande).

Open ook de "3D View Omhullende Schil", en zorg dat de Schedule View met de Verliesoppervlaktes zichtbaar is. Net zoals bij voorgaande oefening kunnen we nu vrij snel de omhullende Walls creëren via het Wall Type **C3A\_21\_WA\_LB\_epb 360** en **Wall by Face**:



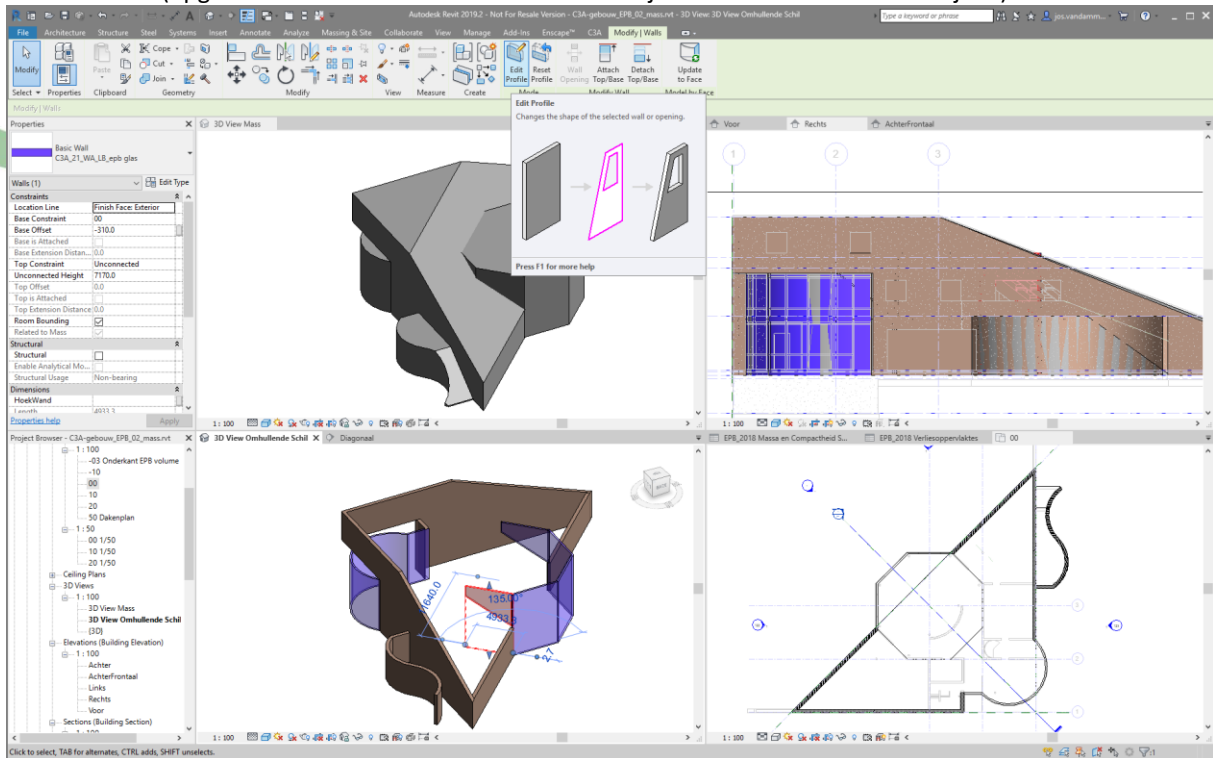
In de view 3D View Mass kan je de vlakke voor de Walls gewoon aanklikken, en die omhullende schildelen worden zo gemaakt. Achteraan het gebouw moet je wel even de lange wand splitten en open trekken waar de hal zit, en in de zijgevel rechts moet je de wall nog wat intrekken aan de inkom. Daar kunnen de Elevation Views best bij helpen ...



Ook weer nuttig om wat commentaar bij deze schil-delen in de Schedule Table in te vullen per wand.

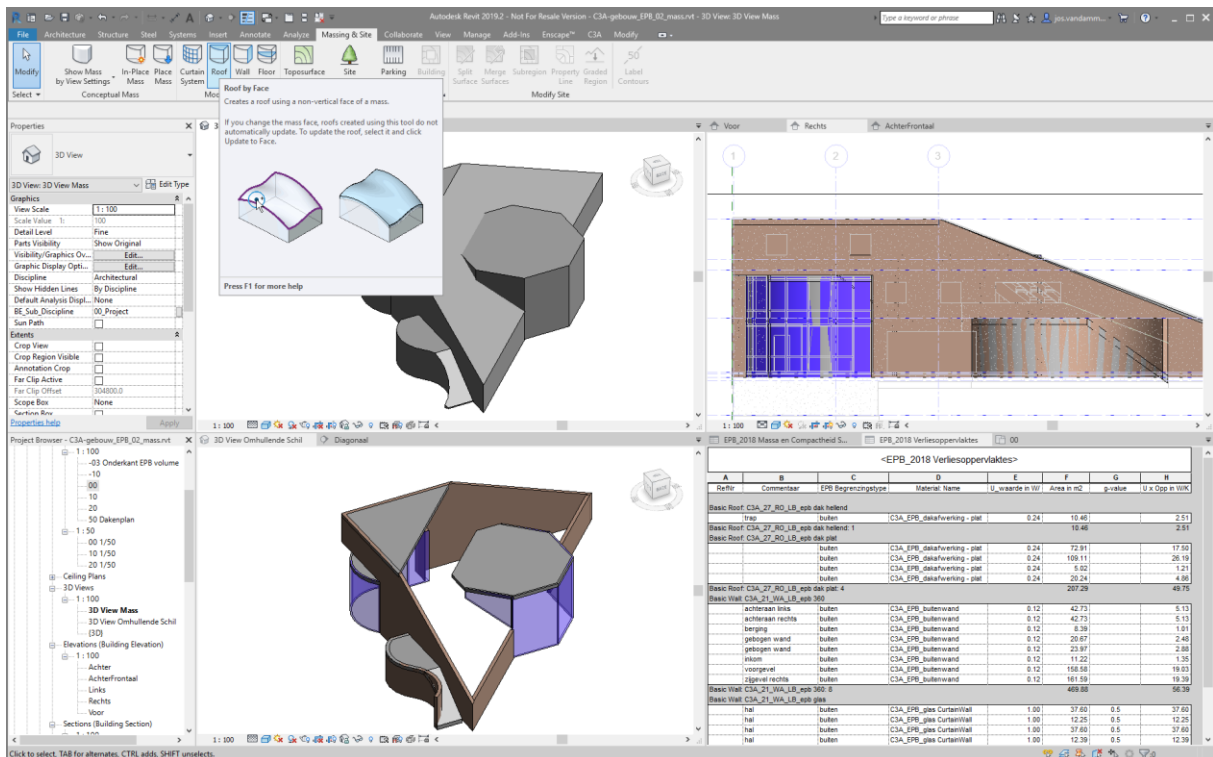


In dit geval kunnen we de CurtainWalls verticale vlakken als Walls van het type **C3A\_21\_WA\_LB\_epb glas** schilderen (opgelet: met Disallow Join zodat de vlakken juist de buitenvlakken bestrijken) :

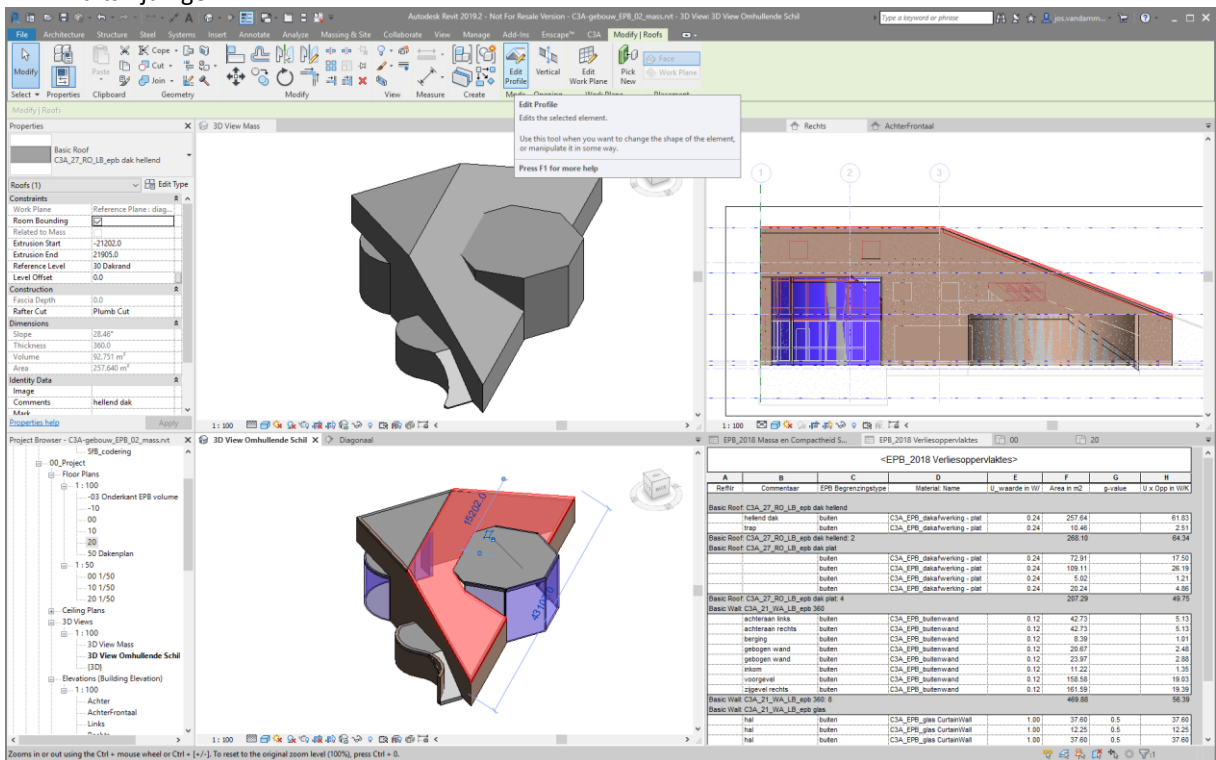


De schuine CurtainWall aan de hal kan je met Edit Profile bijwerken ...

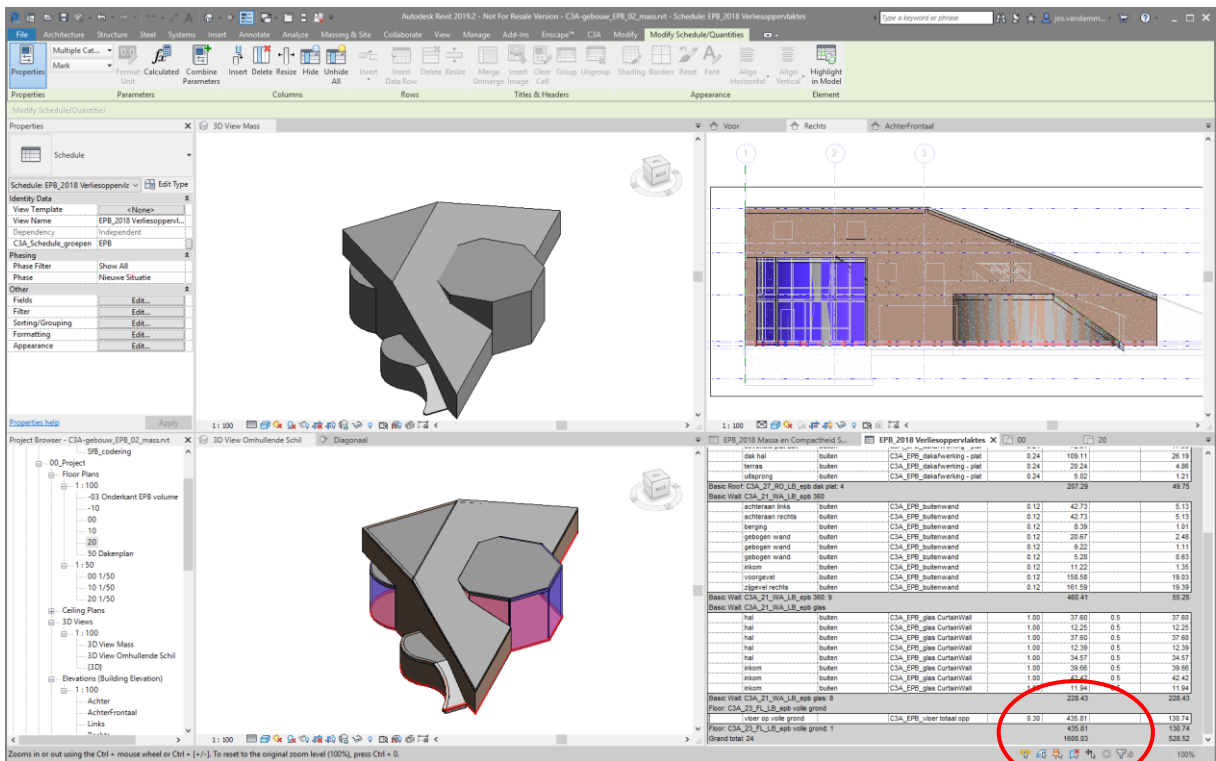
En nu kan je de dakvlakken ook via "Roof by Face", opnieuw ZONDER te laten joinen met de Walls, omvormen tot schildelen met het type **C3A\_27\_RO\_LB\_epb dak plat** en **C3A\_27\_RO\_LB\_epb dak hellend** :



Het schuine dak achteraan op die schuine wanden, met die verticale insnijding door de hal, kan wellicht best gecreëerd worden op dezelfde wijze als in de C3A-Revitbasiscursus, met een dak by Extrusion en verticale uitsnijdingen :



En vergeet de vloer niet !



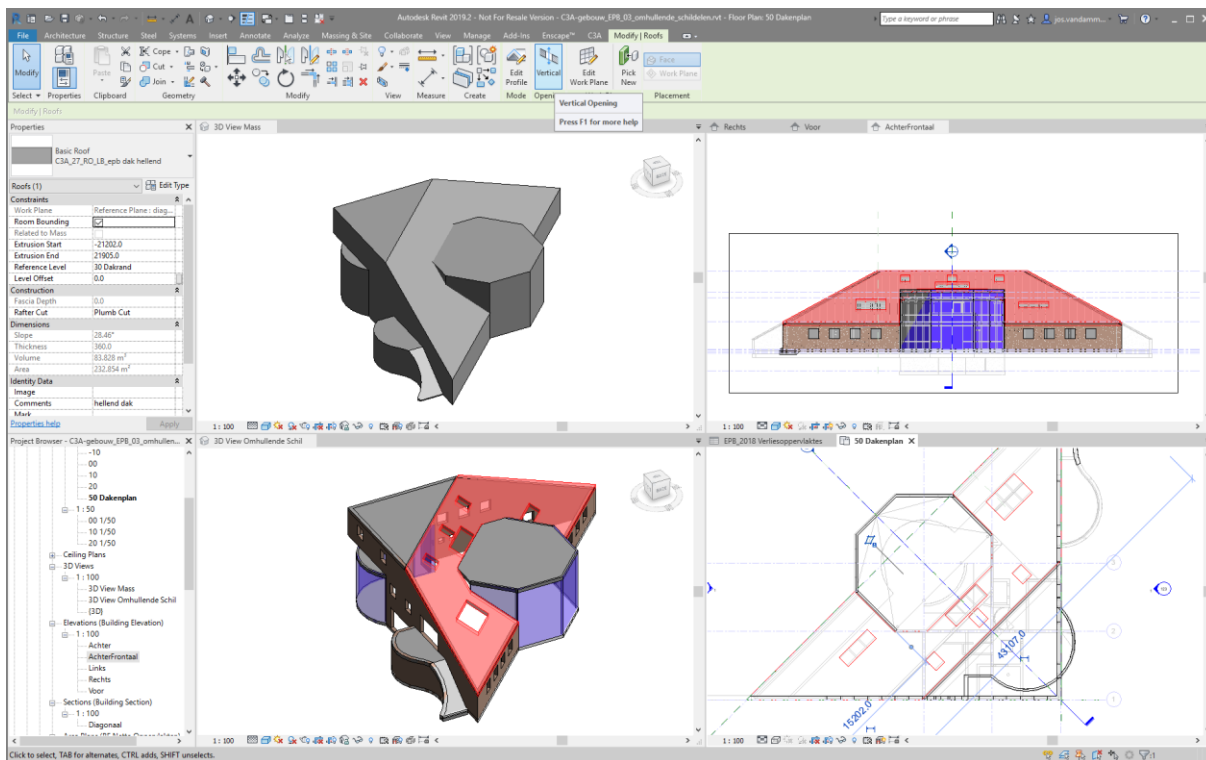
TIP : als controle zou het totale oppervlak van de omhullende schildelen het omhullende opp. Van de Mass form moeten benaderen ...

Dit resultaat vind je terug in [C3A-gebouw\\_EPB\\_03\\_omhullende\\_schildelen.rvt](#) , de start voor de volgende fase ...

### 2.2.3 C3A-gebouw EPB 04 OmhullendeSchildelen met openingen.rvt

Open de file **C3A-gebouw\_EPB\_03\_omhullende\_schildelen.rvt** (of werk verder vanaf voorgaande).

Voor de openingen in de wanden kunnen we opnieuw de methode Edit Profile per wand toepassen, waarbij in de gevelzichten de gelinkte file C3A-gebouw\_2019.rvt heel behulpzaam is om snel de openingen in de wanden te schetsen:



De openingen in het schuine dak (voor de dakvlakramen) kunnen gemakkelijk vanuit het dakenplan als verticale openingen in het dakvlak uitgeknipt worden.

Nu moeten de openingen nog opnieuw ingevuld worden met EPB-glas ... en **klaar is kees** .

De geometrie-info nodig ter voorbereiding van de EPB-aangifte conform VEA is rond ...

2.3 Enkele praktische voorbeelden

In de periode okt./nov./dec 2011 werd voor het eerst een Revit cursus (als keuzevak bij de elective ‘Smart Models’) verzorgd in Sint Lucas WENK te Gent. Dit was (en is nog steeds) een keuzevak, aanvankelijk beperkt tot maximum 20 deelnemers (maar toch een dertigtal hebben de cursus meegevolgd) waaronder ook de twee docenten Kathy Corthals en Marijke Brondeel (die deze opleiding, verzorgd door C3A/Jos Vandamme, ook mogelijk gemaakt hebben). De cursus liep in 2011 over twaalf vrijdagen van telkens drie x anderhalf uur les - in totaal toch een uitgebreide lessenreeks. Na de eerste vier vrijdagen (waarbij eigenlijk de standaard C3A-vijfdaagse basiscursus in hoog tempo doorgenomen werd), moesten de cursisten zelf over vier weken een eerste eigen project als oefening uitwerken. De laatste vier vrijdag-cursusdagen kwamen dan afwerkingstechnieken en specifieke extra’s aan bod, zoals introductie Family Editing, Phasing in Revit en de aanzet tot EPB-bouwdata-extractie.

Op het aansluitende bedrijvenforum werden de resultaten van deze cursus wat gedocumentariëerd, zie de beknopte presentatie via deze link. De resultaten én reacties waren alvast heel positief ...

The image shows a complex screenshot of a Revit software interface. At the top left, there's a project dashboard with fields for Name, Comment, Material Name, Energy (U, Q, H, G, S, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z), and Material Area (m²). Below this is a table with columns for Element ID, Name, Material Name, Energy, and Area. The table contains multiple rows of data for various building elements.

In the center, there are three 2D facade views labeled '3 Voor', '5 Rechts', and '6 Achter' with a scale of 1:200. Below these is a grid view labeled '1 00' with a scale of 1:100. At the bottom, there are two 3D models: '8 BouwElementen' and '7 Mass Form'. To the right of the 3D models, there are several information panels including a 'Family' table, 'UR Opp' (User-defined) table, and a 'Bachelproef' (Bachelor thesis) information panel with details about the author (Sini-Lucas), course (EPB Informatie Geometrie), and date (20/01/2012).

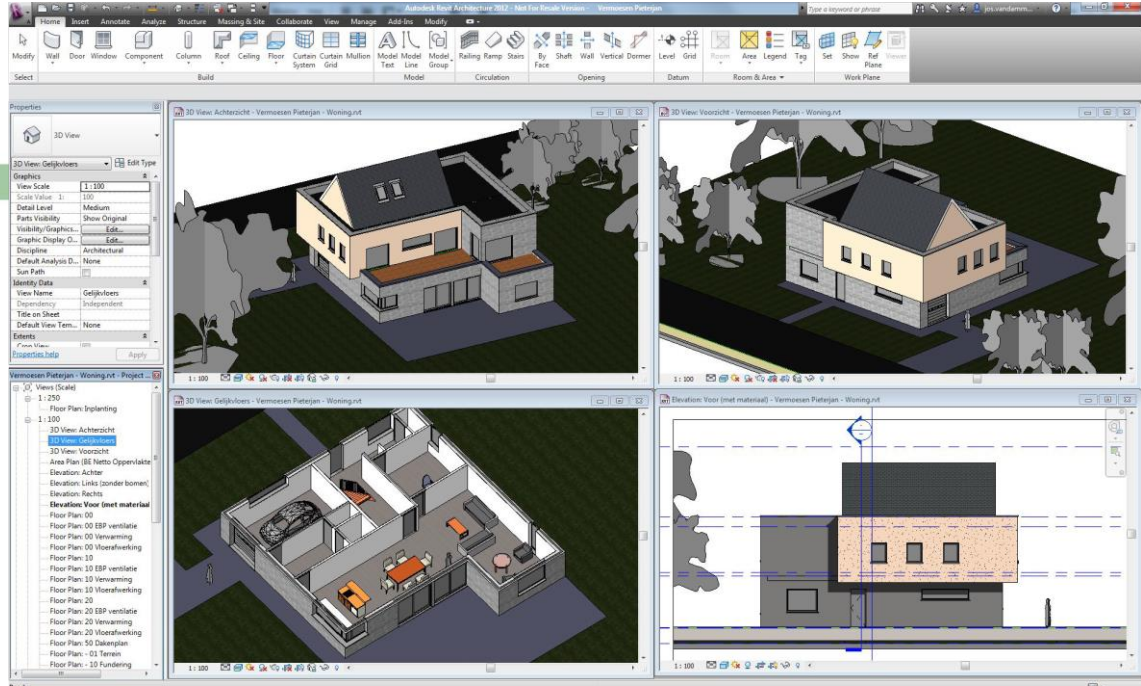
Ook al in het kader van deze elective ‘Smart Models’ cursus in maart 2015 werd deze basisoefening nog eens met Revit 2015 met iets meer detailbeschrijvingen herwerkt. Bij de voorbereiding werd ook nog eens bij energieconsulent Luc Dedeyne gepolst ofdat deze werkmethoediek nog steeds van toepassing is, conform de VEA-methoediek :

‘‘Het berekenen van het beschermd volume, de oppervlakte van de schildelen, ... is nog altijd hetzelfde als voorheen. Ik gebruik op heden nog altijd Sketchup als hulpmiddel. Van de architecten krijg ik nog altijd plannen binnen in pdf of een dwg-formaat. En het is nodig want er staan veel te weinig afmetingen op de plannen. Helaas...’’

arch. Luc Dedeyne – BENERGIE – 25 mrt 2015



Hieronder een Revit-realizatie van PieterJan Vermoesen, nog van eind 2011 :



Na het uitwerken van zo'n project in Revit, was de opdracht om ook op 't einde via het Revit-model zo'n K-Peil-berekening uti te werken :

This block contains architectural drawings and an EPB calculation table. At the top, four elevation drawings are shown: '4 Links', '3 Voor', '5 Rechts', and '6 Achter', each at a scale of 1:100. Below these is a 3D mass form diagram labeled '7 Mass Form'. To the right of the mass form is a table for 'EPB, Massa en Comfort' with columns for 'Berfak', 'Compartiment', 'Materiaal', 'Materieel', 'U-Waarde', 'Rf-Waarde', 'U+Op', and 'U+Op'. The table lists various building components and their thermal properties. To the right of the table is a summary table for 'EPB, Massa en Comfort' with columns for 'Family', 'Omschrijving', 'Volume m³', and 'Compartiment'. The summary table shows values for 'Massa' (190.33, 107.03, 1.30) and 'Compartiment' (1.38, 150.33, 380, 151.15, 6.20, 14.4236). Below the summary table is a note: 'extra beslag voor bouwkosten (lassen G en I) : 5'. At the bottom right, there is a contact information section for 'Eengezinswoning' by 'Oosterlinck Guy', including contact details for 'Oosterlinck Guy' and 'Oosterlinck\_Erpe'.

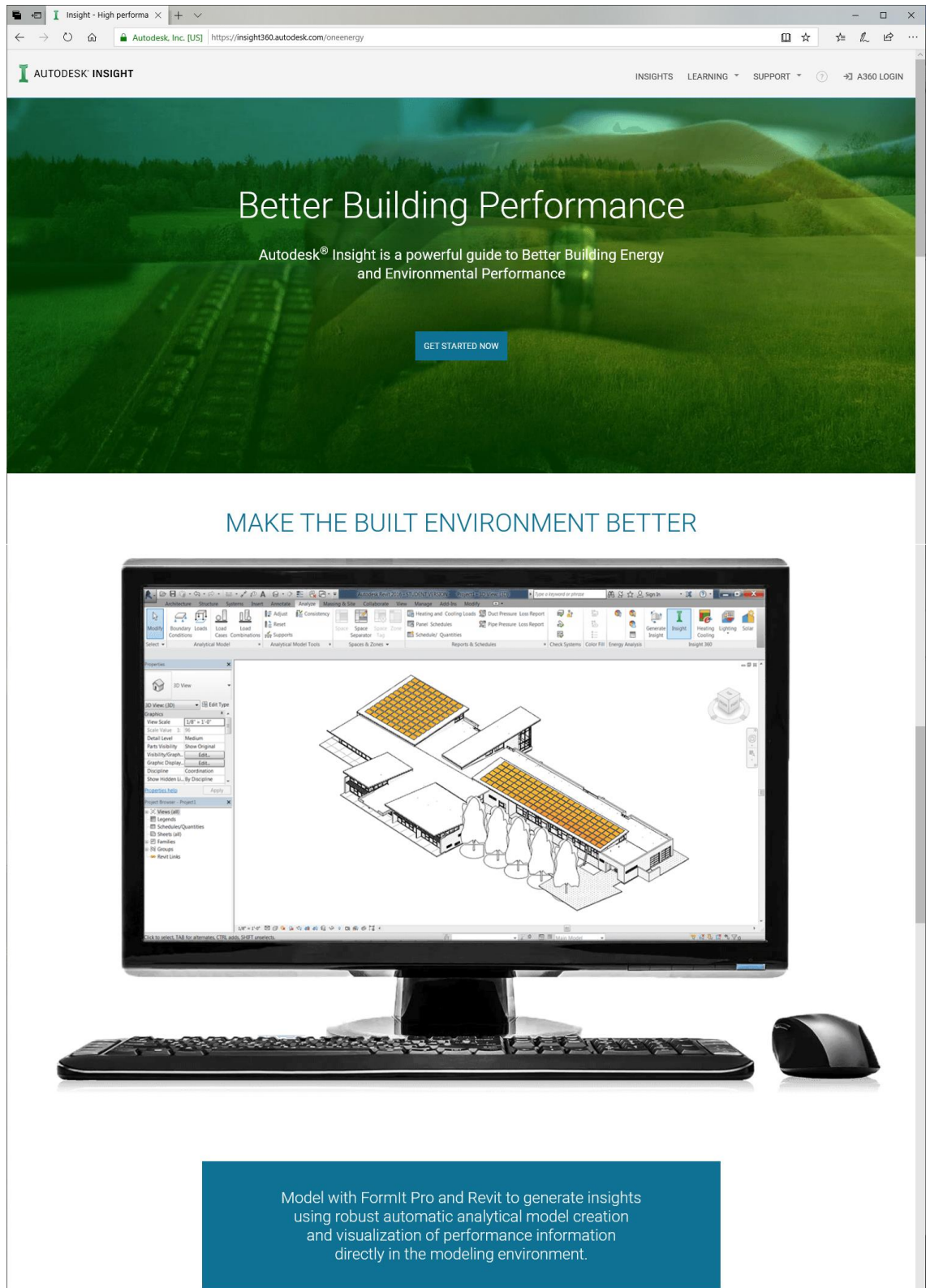
Deze elective "Smart Models" werd in febr/maart/april/mei 2019 voor de negende keer verzorgd in Sint Lucas WENK te Gent, nog steeds als keuzevak voor de laatstejaars met max. 25 deelnemers, en de opdracht is nog steeds gelijkaardig ... Eigenlijk al een prestatie die deze studenten bij hun eerste kennismakings-oefening met Revit al meteen zo'n resultaten kunnen neerzetten !!!

Zie <https://www.c3a.be/nieuws/c3a-wijzer/smart-models-kul-st-lucas-gent> met wat meer uitleg, en nog enkele extra voorbeelden die zo uitgewerkt werden.



### 3. **AUTODESK INSIGHT360**

Los van de Vlaamse regelgeving, maar om meer inzicht in de Energieprestaties van uw ontwerp te bekomen, kunnen BIM-modellen met Revit via de Autodesk Cloud geanalyseerd worden via Autodesk Insight 360 ( <https://insight360.autodesk.com/> ), met simulaties voor de gebouwenergie, verwarming, koeling, daglichttoepassingen en zonnestraling. Via een wisselwerking met de belangrijkste prestatie-indicatoren kan je de prestaties en resultaten visualiseren , om daarmee betere ontwerpbeslissingen te nemen.

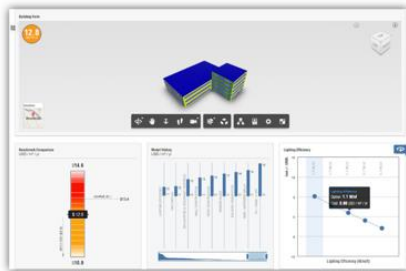


The image displays the Autodesk Insight 360 website interface. The top navigation bar includes 'INSIGHTS', 'LEARNING', 'SUPPORT', and 'A360 LOGIN'. The main banner features the text 'Better Building Performance' and 'Autodesk® Insight is a powerful guide to Better Building Energy and Environmental Performance', with a 'GET STARTED NOW' button. Below the banner, the text 'MAKE THE BUILT ENVIRONMENT BETTER' is displayed. The central focus is a computer monitor showing the Autodesk Revit software interface. The Revit window displays a 3D architectural model of a building with a complex roof structure, overlaid with energy analysis data. The Revit interface includes various toolbars and panels, such as 'Properties', '3D View', and 'Project Browser'. A keyboard and mouse are positioned in front of the monitor. At the bottom of the image, a blue box contains the text: 'Model with FormIt Pro and Revit to generate insights using robust automatic analytical model creation and visualization of performance information directly in the modeling environment.'

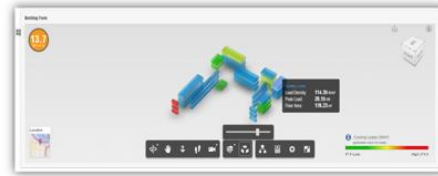
Zie de uitgebreidere C3A\_Datech\_Insight360\_5sept2018.pptx met heel wat meer uitleg ...

# Key Features

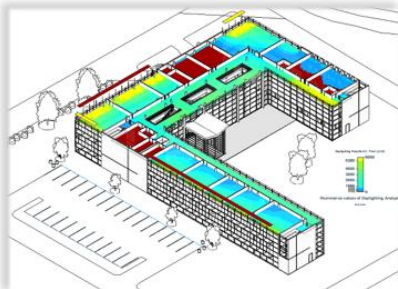
### Energy Cost Range



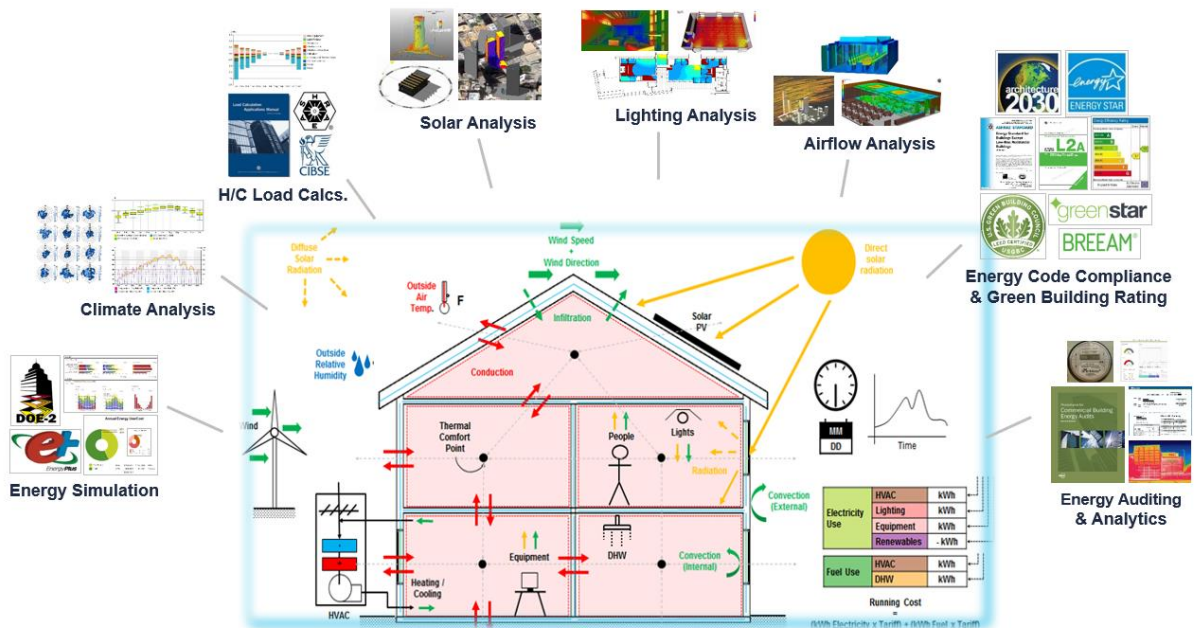
### Energy+ Heating and Cooling loads (US locations only)



### Customizable Daylighting

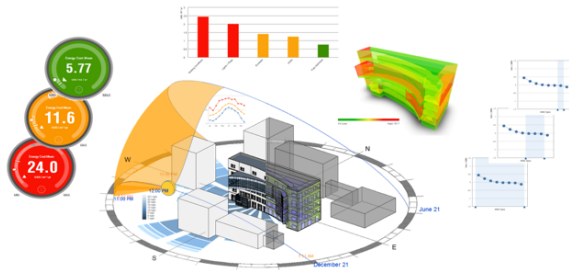


### Solar Radiation & Photovoltaic Energy Production



# Autodesk Insight: Technology for High Performance Building Design

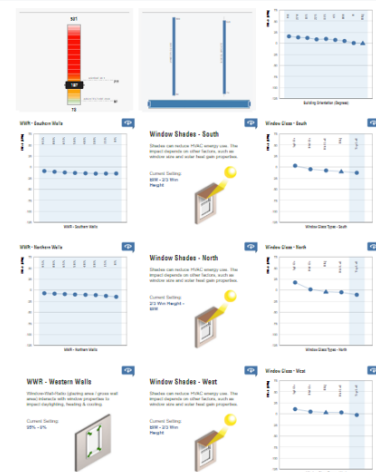
Energy optimization made easy:



- An in-BIM building energy analysis tool– no more “throw away” models!
- Fast, easy, and intuitive tools for energy performance, that can be used by designers (not just specialists anymore)
- Cost-effective + highly accurate
- Offers TRUE real-time feedback
- Detailed design analysis from early stage throughout lifecycle
- Compare cost and performance information across 1000s of design options

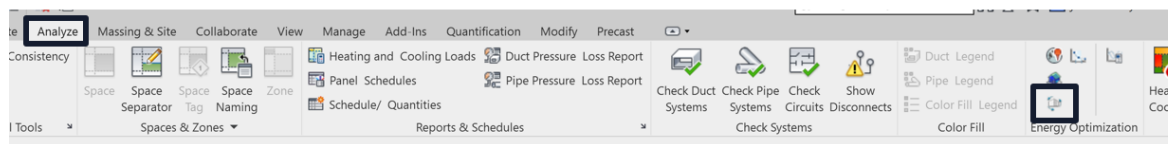
## It uses the following strategies

- ▶ Automatic creation of the energy model, based on the Revit architectural model
- ▶ Widely established and trusted industry leading simulation engines (DOE 2.2 AND EnergyPlus)
- ▶ Innovative parallel cloud computing techniques
- ▶ An intuitive range-based approach for the energy optimization of your design



## Perform Analysis

- ▶ Analysis is done in the cloud
- ▶ Start Analysis using: “Generate”



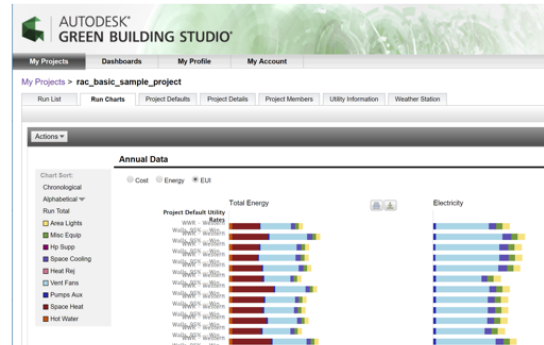
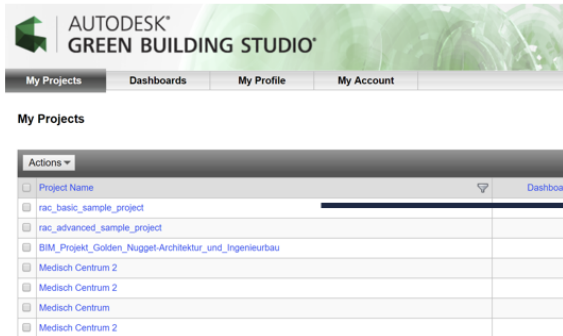
- ▶ !!!Every time you use generate you will replace the existing cloud results with new ones.
- ▶ If you want to compare 2 model versions, you need to:
  - Save Revit model with another name
  - Delete energy model
  - Recreate energy model
  - Re-generate cloud report



# Green Building Studio

## ▶ Do you want to have more detailed results?

- Open Green Building Studio: <https://gbs.autodesk.com>
- Login in with your Autodesk ID
- You will find back all your Insight projects with all detailed information



## Solar Analysis

- ▶ What is Solar analysis
  - track solar energy throughout your design
- ▶ Why use Solar Analysis
  - Guidance for insulation strategies
  - Guidance for shading strategies
  - Planning PV systems
  - Implement Window/Wall ratio factors
- ▶ Why Solar Analysis for Revit
  - Can be used by non specialists
  - Immediately in the BIM model
  - Can be used without time loss during design phase

