

Testpilot 10

Hotell Arena- staden-LCA i tidiga skeden

SMART BUILT
ENVIRONMENT

Hotell Arenastaden- LCA i tidiga skeden

Författare: Niklas Eriksson, White Arkitekter AB
2019-10-27

Med stöd från:



STRATEGISKA
INNOVATIONS-
PROGRAM

Sammanfattning

Denna rapport beskriver det arbetsflöde och resultat som testades för det byggnadsobjekt som låg till grunden för denna testpilot. Syftet var att i ett tidigt skede av den arkitektoniska processen undersöka hur digitala Livscykelanalyser skulle kunna ge informativa beslut baserat på klimatpåverkan.

Rapporten går även igenom icketekniska barriärer och lärdomar som testpiloten har resulterat i, men framförallt beskriver den metod som användes för att utföra LCA beräkningen.

Innehållsförteckning

1 SYFTE	5
1.1 MÅL	5
1.2 GENOMFÖRANDE	5
2 RESULTAT	5
2.1 BYGGNADSVÄRK	5
2.2 PROCESSEN	6-9
2.3 DIGITALT LCA RESULTAT	9
2.4 ICKE TEKNISKA BÄRRIÄRER.	9
3 DISKUSSION	10
4 SLUTSATS	11

1 Syfte

Syfte med denna testpilot var att undersöka hur en strukturerad arbetsmetod för att göra klimatberäkningar i Revit skulle kunna fungera i tidiga skeden av den arkitektoniska processen. Att med en vidareutveckling av ett Dynamo script vilket kopplas till den digitala 3D-Modellen kunna göra LCA beräkningar på de olika designalternativen men även kunna göra mer omfattande beräkningar på hela byggnader. Detta genom att skapa ett typmaterial bibliotek där de olika BIM-objekt skulle innehålla relevant information för att kunna exporteras och jämföras i andra mjukvaror.

1.1 Mål

- Att skapa en materialdatabas för att göra LCA beräkningar med generiska klimatdata från Ökobaudat.
- Koppla Revit typerna (BIM-objekt) till den materialdatabas som Dynamo scriptet använder för att räkna ut GWP för de olika byggnadsdelarna.
- Använda metodiken och scriptet i ett projekt för att kunna ta informativa beslut baserade på byggnads objektens olika klimatpåverkan.

1.2 Genomförande

Tanken var att börja med att gå igenom den digitala modellen i Revit för att få en uppfattning om vad för olika byggnadsdelar det fanns och vad för struktur och information de besatt. I nästa steg bygga upp materialdatabas med data från Ökobaudat och sedan mappa (kopplasamman) typerna i Revit med ett ID från materiallistan vilket är bäraren av klimatdata, skapa ett Typmaterialbibliotek. Slutligen utföra beräkningar för byggnadsverket. Genom att den arkitektoniska processen i detta fall gick så pass fort och att uppbyggnaden materialbibliotek samt mappningen var tidskrävande blev det ganska tydligt att det inte skulle fungera att bidra med informativa designalternativ baserat från dess klimatpåverkan.

Trots att projektet hade en hög hållbarhetambition var det svårt att addera Livscykelanalyser av olika materialalternativ i det skede som projektet var i.

2 Resultat

2.1 Byggnadsverk

Testpiloten om fattar en hotellbyggnad i norra delen av Arenastaden i Solna. Byggnadsverket är på cirka 22 500 m² fördelat på 11 våningar, fasader och våningsplan består av prefabricerade hålbjälklag. Innerväggar är projekterat på traditionellt vis med gips, plyfa, stålreglar och isolering. Fasaderna är även täckta av vertikala solceller.

2.2 Processen

I detta fall när piloten skulle utföras i ett pågående projekt som konstant utvecklas och förändras ansågs det vara för stor risk med att jobba i den centrala Revit modellen så en Detached kopia skapades där beräkningarna skulle utföras. Projektet som var i programhandling (PH) skulle inom perioden för testpiloten övergå till systemhandling (SH) där fler av de odefinierade objekten (typer) i modellen skulle ändras.

Detta skulle leda till att fler typer adderas i modellen under SH och att vissa typer från PH troligtvis inte längre skulle gälla eller användas. Detaljeringsgraden för de olika typerna/objekten är oftast inte så pass detaljerade i PH, de saknar i många fall en materialstruktur som skulle behövas för att utföra beräkningarna. Ett steg i genomförandet var att få en uppfattning om vilken mängd av dessa objekt som fanns i modellen i det aktuella skedet, och att sedan skapa den materiella struktur som krävdes för de olika objekten baserat på dess tänkta uppbyggnad. Om man tittar på tex väggar så har man oftast en vägguppställning som beskriver vad för typ av material som väggen består av och dess strukturella uppbyggnad. Detta är då enbart i 2D och inte applicerat på objektnivå. Skapar man denna struktur på objektnivå så kommer ändringen att appliceras i hela projektet, vilket skulle skapa förvirring och eventuella fel vid möten mellan olika objekt. Så för att kunna utföra en iterativ process där klimatberäkningar ska kunna vara som underlag för designalternativ så krävs en metodik som förklarar arbetsprocessen.

Eftersom digitala Livscykelanalyser i tidiga skeden inom den arkitektoniska processen inte är så vanligt finns inte denna metod och processbeskrivning i dagsläget vilket i detta fall gjorde det svårt att integrera i de befintliga processerna. Däremot är klimatberäkningar något som börjar bli mer vanligt i uppdragen och vi ser att en del kunder börjar ta till sig frågan och förstå vinsten av att skapa projekt med låg klimatpåverkan. Vad för mjukvara som kommer att bli de centrala verktyg för att göra LCA beräkningar är inte beslutat. När detta beslut är taget så kommer LCA beräkningar bli en del av den befintliga arbetsprocessen.

Materialdatabas:

För att inte göra BIM-objekten för tunga i Revit så skapades en materiallista i Excell.(Se figur 1) Genom att ha en Excel lista utanför Revit gör det möjligt att enkelt gå in och komplettera och uppdatera materialens klimatpåverkan utan gå in i modellen. Fördelen med att ha en lista utanför modellen är att en hållbarhetsexpert skulle kunna uppdatera materiallistan utan att behöva ha kunskap av Revit, då det inte är så vanligt att hållbarhetsexperten har vana av att projektera i Revit.

Material Name	Density Unit	Functional U	GWP
1.2.03_Light-weight sand pumice (grain size 0/4) [m3]	kg/m3	m3	10,2828
1.3.02_Facing brick [m3]	kg/m3	m3	419,04
1.3.04_Lightweight concrete block (expanded clay, [m3]	kg/m3	m3	394
1.4.01_precast concret slabs	kg/m3	m3	69,3
1.3.05_Precast Concret Roof 200	kg/m3	m3	134,8
1.3.05_Precast Concret Roof 400	kg/m3	m3	269,5
1.3.13_Gypsum fibre board [m3]	kg/m3	m3	20,97
1.4.01_Ready-mix concrete C45/55 [m3]	kg/m3	m3	313,3
1.4.01_Ready-mix concrete C30/37 [m3]	kg/m3	m3	231,9
1.4.01_Ready-mix concrete C20/25 [m3]	kg/m3	m3	233,87485
Default [m3]		m3	0
1.5.04_Aspphalt supporting layer [m3]	kg/m3	m3	162,0795
2.1.01_Mineral wool (Facades) [m3]	kg/m3	m3	71,978811
2.2.01_ESP Styrofoam D-040	kg/m3	m3	53,8
3.1.01_Timber pine (12% moisture) [m3]	kg/m3	m3	-877,1195
1.3.05_Precast concrete stairs	kg/m3	m3	313,4

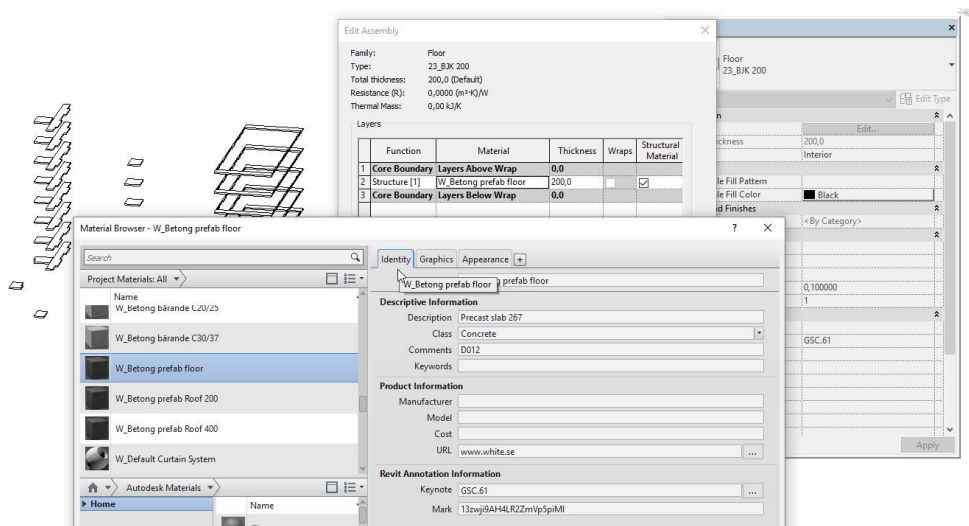
CA	BA	AA	Σ	Y
150	80	20	0,00E+00	
150	80	20	5000E-01 D000	
150	80	20	247E-01	
150	80	20	0,00E+00 D015	
150	80	20	0,00E+00 D014	
150	80	20	0,00E+00 D013	
150	80	20	3,74E-01 D011	
150	80	20	0,00E+00 D017	
150	80	20	0,00E+00 D016	
150	80	20	8,03E-01 D004	
150	80	20	0	
150	80	20	8,04E-01 D007	
150	80	20	1,27E-05 D003	
150	80	20	0,00E+00 D012	
150	80	20	-7,33E-05 D008	
150	80	20	0,00E+00 D011	
150	80	20	0,00E+00	
150	80	20	0,00E+00 D2EEF	
150	80	20	3,32E+06 DAVU	
150	80	20	-4,73E-01	
150	80	20	3,45E-01	

Figur 1

Strukturell uppbyggnad i Revit:

När arbetet med att färdigställa databasen i Excell så ska detta kopplas samman i Revit. Det behövs ett ID(markör) på objekt nivå för materialen för att koppla samman till databasen med klimatpåverkan.

I samband med denna tilldelning av material ID i Revit lades även de ID för de utvalda materialen från Resurshubbens och Co-Class. *Se figur 2*



Figur 2

Mjukvaror

I denna Testpilot så användes Revit från Autodesk som mjukvara, och för att utföra LCA beräkningarna så användes Dynamo. Dynamo är ett Add-on till Revit som tillåter visuell programmering inom mjukvaran. Visuell programmering är praktiskt då det inte behövs programmeringskunskap i form av kodning utan genom söka från ett flertal noder i programmet kunna styra förutsättningar och skapa scenarion för det modellerade objektet. I Dynamo finns det även flertal paket bestående av många sammankopplade noder som kan erbjuda speciella lösningar för en uppgift eller funktion. En nod kan även sammankopplas till simuleringsmotorer för att göra beräkningar i Dynamo och Revit fast utan att behöva exportera och importera i den externa mjukvaran för simuleringsmotorn. Som tidigare beskrivet behövs en materiallista med klimatdata som Dynamo scriptet kan koppla samman BIM objekten från modellen med för att få ett resultat. Det behövs även en Resultatlista i Excel som Dynamo scriptet kan skicka resultatet till för att kunna redovisa klimatpåverkan på ett lite mer överskådligt sätt. Resultatlistan innehåller pivotdiagram där man lätt kan isolera de olika objekten för att se dess klimatpåverkan. Det är genom uppbyggnaden av dessa Excel listor som gör det möjligt för Dynamo att läsa och beräkna klimatpåverkan. Ett exempel på detta skulle var om ett objekt i Revit har ett ID (text) i en speciell parameter i BIM objektet så säger Dynamoscryptet till att beräkna det med det GWP som finns i materiallistan för det specifika ID.

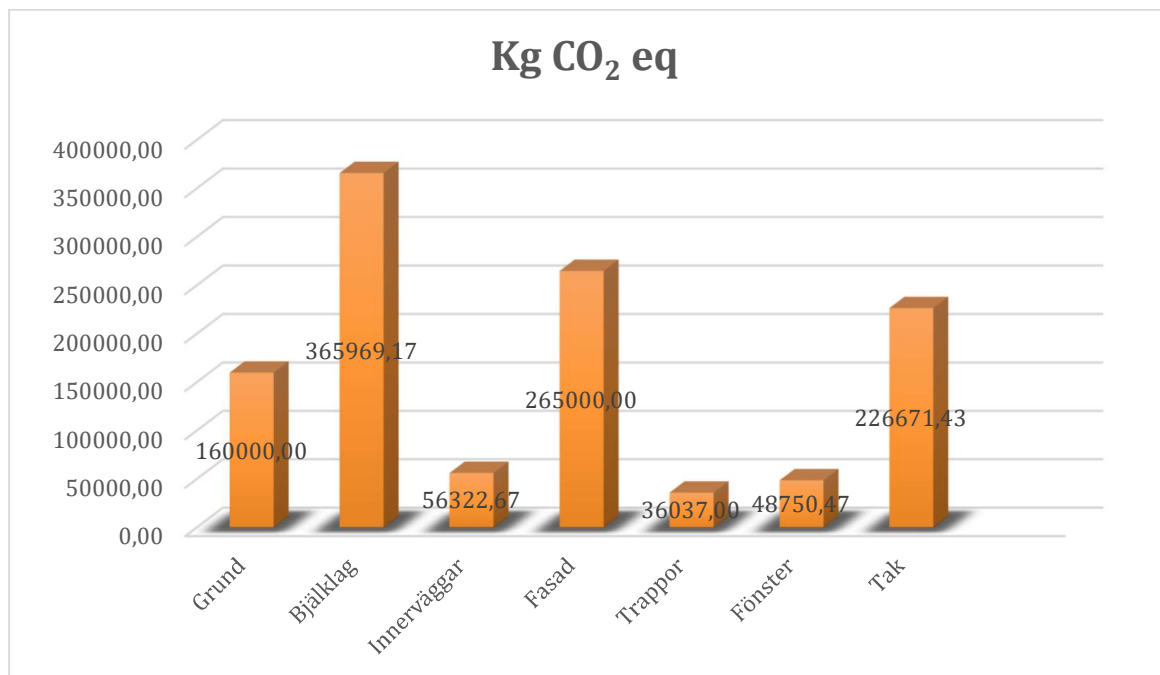
Scriptet i sig är utformat så att det kan utföra fullskaliga LCA bräkningar, och beroende på hur man gör den strukturella uppbyggnaden på de olika objekten går det att bestämma en uppskattad livstid för de olika materialen, för att kunna beräkna klimatpåverkan för underhåll och utbyte.

2.3 Digitalt LCA resultat

Metod för LCA Beräkning Testpilot 10.2.

- LCA analyserad livslängd 50 år
- GWP för A1-A3
- Undersökta byggdelar: Grund, bjälklag, innerväggar, fasad, fönster och tak.
- Underhållbaserat på uppskattad livslängd för de olika materialen och dess placering i BIM objektet, Dynamo adderar ny klimatpåverkan för utbytet.

Diagrammet i tabell 1 redovisar klimatpåverkan för de olika undersökta byggnadsdelarna



Tabell 1

Den sammanslagna klimatpåverkan för byggnaden blev 1 158 750 Kg Co₂e².

Resultatet visar som väntat att de prefabricerade betongelementen är de byggnads objekt som har den högsta klimatpåverkan.

2.4 Icke tekniska bärriärer.

För denna pilot så var syftet att pröva att vidareutveckla ett script för LCA beräkningar i tidiga skeden för att se hur det skulle kunna vara en del av designprocessen och eventuellt integreras i den centrala verksamheten.

En av svårigheterna var att kunskapen om livscykelanalyser är ganska låg. Många har hört begreppet men saknar kunskapen om vad det innebär, utmaningen att kommunicera detta blir mycket större då digitala LCA beräkningar snabbt blir väldigt tekniskt

orienterat.

Även den **interna kommunikationen** för de som har kunskap inom området är en utmanande. Det dyker ofta upp nya begrepp vilket kan leda till förvirring. Spridningen av experter utöver de olika kontoren är också ett hinder för att effektivt kunna driva arbetet framåt, det är sen stor fördel om experterna sitter samlade.

Det är viktigt att ha en enad syn på vad för data som ska användas för att utföra LCA beräkningarna. På ett stort företag är det många som behövs involveras för ett sådant beslut vilket kan vara tidskrävande. Eftersom scriptet bygger på en materiallista och en struktur för BIM objekten så var det viktigt att detta diskuterades med den centrala enheten för DigitalDesign och BIM för att fånga upp tekniska hinder för en eventuell integrering i mallfilerna i Revit, även här krävdes en god kommunikation. Trots att detta var en pilot och att just denna tekniska lösning eventuellt inte skulle leda till en integrering av den befintliga arbetsprocessen så var det viktigt att kartlägga de olika stegen för beräkningarna för att kunna skapa en metodik. Feedback är en viktig del för att kunna utveckla en metodik. Det gäller att få synpunkter från samtliga som är involverade i den arkitektoniska processen, Arkitekter, Revit projektörer, LCA experter för att hitta eventuella fallgropar i metodiken. Alla dessa aktörer arbetar på olika sett och trots att det finns mallar för hur ett uppdrag ska projekteras är det i slutändan individer som ibland inte vill ändra väl beprövade egna arbetssätt. Som sagt olika tekniska lösningar går alltid att hitta men att skapa en metod och att integrera den i befintliga arbetsprocesser och ändra individers inarbetade arbetssätt är mycket svårare.

3 Diskussion

Arbetet med testpiloten gick nästan som planerat, själva uppbyggnaden av de materialistor i Revit och Excel gick som förväntat. Även utbytet av de generella vägtyperna till de nya med korrekt strukturell uppbyggnad fungerade också bra. Simuleringen fungerade även ett flertal gånger för de olika individuella objektkategorierna i Revit, men någon gång under uppbyggnaden av de strukturella objekten blev någon parameter fel vilket gjorde att scriptet slutade fungera. Scriptet kunde inte fylla på med ny information till resultatlistorna utan behöll de tidigare sparade resultaten där många av objekten inte var med. Ett script behöver vara väl organiserat för att kunna felsöka eventuella problem. I detta fall, eftersom det var en vidareutveckling av ett befintligt script, kunde vi inte styra dess uppbyggnad utan mer försöka omorganisera för att få en bättre överblick. Detta gjorde att felsökningen blev svår. Ytterligare ett hinder för att komma till botten med var felet låg var att många av noderna i scriptet innehöll Python kodning dvs inte visuellprogrammering utan ren kodning, vilket begränsar möjligheten att förstå vad noden i scriptet gör då man måste ha god kunskap av kodning vilket börjar ligga långt utanför kärnan av arkitektprocessen. Efter en genomgång av de "nya" objekten kunde en väggtyp som innehöll glasväggar identifieras som orsaken till att scriptet inte fungerade, däremot kunde det inte lokaliseras var i scriptet felet låg så en manuell beräkning fick göras för denna väggtyp.

När det gäller egenutvecklade script så finns det alltid en risk att något kan gå fel, vilket kan göra underhåll och validering resurskrävande. Fördelen är att script är mer flexibla där man inte behöver jobba med att utveckla ett gränssnitt för att använda.

För att detta script skulle bli en del av metoden för att göra LCA beräkningar på White skulle det behöva vidareutvecklas ytterligare, ett steg skulle vara att försöka byta ut de

noder som innehåller Python kodning till "vanliga" noder för att fler skulle kunna arbeta med att utverka eller felsöka scriptet, En annan utmaning är att noderna i Dynamo uppdateras när Dynamo släpper en ny variation av programmet vilket kan göra att enstaka noder i ett script inte längre är kompatibla med resterande script. Denna osäkerhet är något som man måste räkna med när man skapar egna script, vilket också innebär en risk om man lägger mycket resurser på att skapa en bygglåda av BIM objekt som är ämnade för att göra LCA beräkningar.

Vid tiden av utförandet av testpiloten fanns det inte något API mellan resurshubben och Revit vilket gjorde att dessa ID'n från resurshubben var tvungna att läggas in manuellt på de olika materialen. Här skulle en automatiserad process underlätta arbetsflödet för att kunna säkerställa att en BOR skulle kunna användas av andra parter för att jämföra LCA resultat.

4 Slutsats

För att göra LCA beräkningar i tidiga skeden av den arkitektoniska processen krävs det en metodik som förklarar hur man ska designa redan vid de första skisserna för att underlätta beräkningarna när modellen fylls med mer information. För att underlätta denna process så krävs det att mallfilerna i Revit har BIM objekt (type's) som är uppbyggda med en struktur där de olika materialen är bestämda och har eller bär på information som kan kopplas till klimatpåverkan. Det måste vara enkelt att byta ut de olika typerna för att ge arkitekterna möjligheten att jobba med dimensioner utan att själva lägga tid på att skapa nya strukturer som då saknar kopplingen till klimatpåverkan.

Viktigt att dessa objekt i Revit på materialnivå bär resurshubbens eller annan internationellt ID för att kunna användas i andra LCA verktyg. Denna sammanställning av resurser bill of resources (BOR) som Arkitektmodellen skapar måste kunna exporteras till andra mjukvaror som också utför LCA beräkningar.



SMART BUILT
ENVIRONMENT

Eventuell logotext

"Dubbelklicka för att infoga logga"

Med stöd från:



FORMAS



STRATEGISKA
INNOVATIONS-
PROGRAM