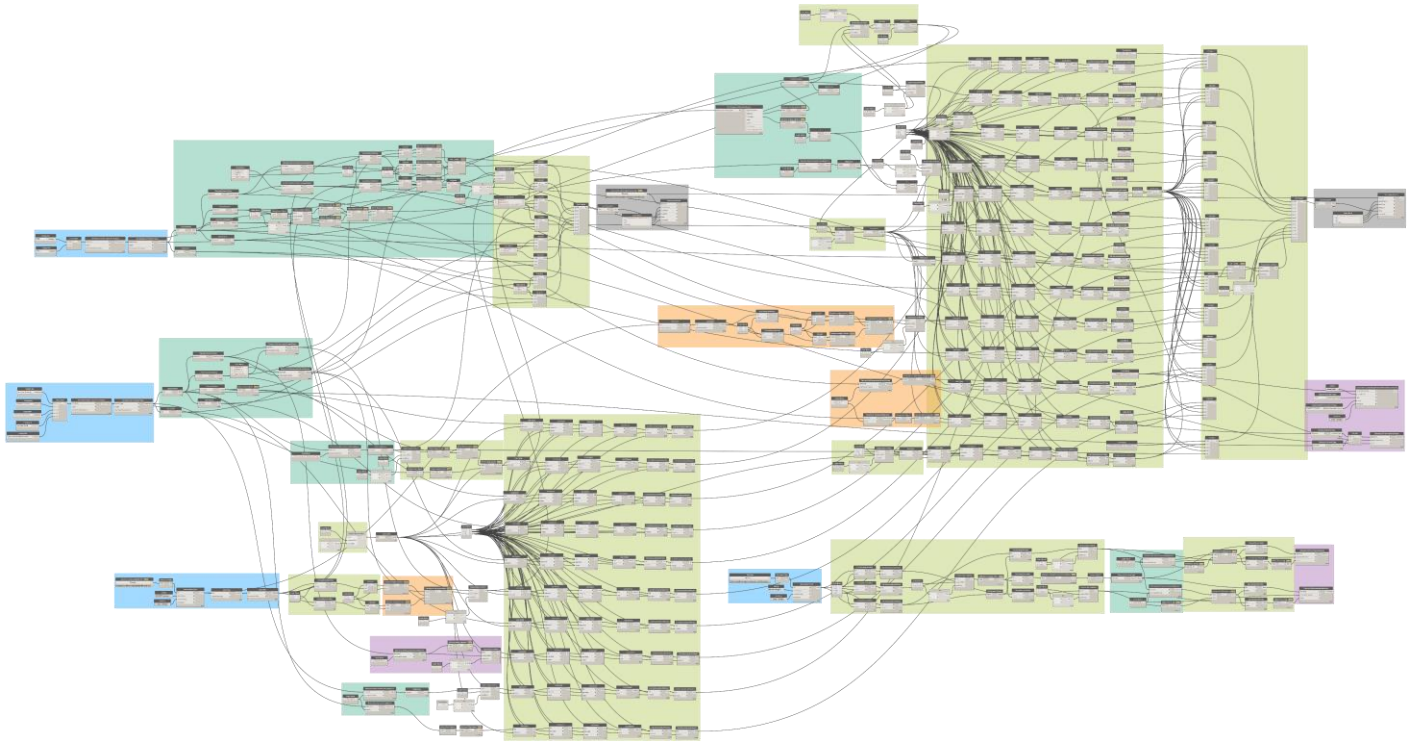




CHALMERS



Automatisering av informationshantering inom BIM

En utredning av möjligheterna att via automatisering i Dynamo minska erforderlig kravställning på modeller

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik

VIKTOR WIKLAND
KAJSA KARLGREN

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
AVDELNINGEN FÖR CONSTRUCTION MANAGEMENT

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 20xx
www.chalmers.se

Automatisering av informationshantering inom BIM

En utredning av möjligheterna att via automatisering i Dynamo minska erforderlig
kravställning på modeller

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

VIKTOR WIKLAND

KAJSA KARLGREN

© VIKTOR WIKLAND/KAJSA KARLGREN, 2022

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Chalmers tekniska högskola 2022

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Construction Management

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Bild på den resulterande Dynamokoden från arbetet.

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2022

Automatisering av informationshantering inom BIM

En utredning av möjligheterna att via automatisering i Dynamo minska erforderlig kravställning på modeller

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

VIKTOR WIKLAND

KAJSA KARLGREN

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Construction Management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Arbetsättet BIM ger stora möjligheter att samla information om en modell och dess element på ett och samma ställe. För att modeller och dess information ska vara användbara krävs dock tydliga kravställningar och samförstånd kring detaljeringsgraden på informationen. Informationen från modellen används exempelvis som underlag för klimatberäkningar, vilka blir allt mer relevanta i samband med den nya lagen om klimatdeklarationer för byggnader som nyligen trädde i kraft.

Examensarbetet har på uppdrag av WSP undersökt till vilken grad det går att genom Dynamo automatisera informationshantering för att minska erforderlig kravställning på BIM-modeller. Utöver detta undersöktes möjligheten att på ett automatiserat sätt tillåta användare med begränsade BIM-kunskaper att berika och göra ändringar i modellen.

Arbetet är laborativt utfört genom en fallstudie gjord på en K-modell tillhandahållen av WSP. Målsättningen med automatiseringen är att förenkla sammanställandet av information inför klimatberäkningar. Undersökningen resulterade i en Dynamokod med kompletterande Pythonscript och kan användas för att hämta och tydligt presentera information från modellen, som sedan används vidare i klimatberäkningar. Dessutom skapades ytterligare en Dynamokod med funktion att berika modellen med härledd information och möjliggöra ändringar av informationen i modellen via Excel.

Utefter arbetet dras slutsatsen att stora delar av informationshanteringen går att automatisera m.h.a Dynamo. Det går även att konstatera att kravställningen på BIM-modeller går att effektivisera för att minska arbetsbördan för konstruktörer och samtidigt uppnå samma eller högre informationsgrad i modellen. Den producerade Dynamokoden kan användas i samband med erhållen slutsats för att vidare utveckla funktioner som kan minska arbetsbördan och automatisera ytterligare.

Nyckelord: BIM, Revit, Dynamo, Dynamokod, Python, LCA, Klimatberäkning, Information, Automation, Automatisering

Automated information management within BIM

An investigation of the possibilities of reducing requirements on BIM-models through automation in Dynamo

*Degree Project in the Engineering Programme
Civil and Environmental Engineering*

VIKTOR WIKLAND

KAJSA KARLGREN

Department of Architecture and Civil Engineering
Division of Construction Management
Construction Management
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The BIM-workflow enables gathering information about a building and its elements and storing it in one place for easy access. To be able to use the information in the most effective way, proper requirements regarding what information is desirable and where it should be stored is required. The information from a model is, among other things, used as a basis for calculations of a building's environmental impact which is becoming more and more relevant, partially because of a new law as of 2022 requiring most buildings in Sweden to declare their environmental impact.

This Bachelor's thesis is written on behalf of the consulting firm WSP and studies to what extent Dynamo can be used to automate information management. The goal is to lower the requirements and manual labour in the process of creating a BIM-model with high information density. Studies regarding the possibility to add and change information through automation and programs not regarded as BIM-orientated have also been made.

This report is written based on experiences from testing functions in Dynamo, specifically on a construction model provided by WSP and resulted in a Dynamo-program made of nodes, complemented by Python scripts. The Dynamo-program can be used to extract relevant information from a Revit model and present it in a readable way in an Excel sheet where environmental calculations can take place. Furthermore, a different Dynamo-program was made that enables the user to enrich a model using information from an Excel sheet.

The report concludes that large parts of the process of extracting information in an effective manner can be automated using Dynamo. Also, to minimize the workload on the constructor, lower requirements on what information is required in the model could be advantageous since the same, or higher levels of information can be derived automatically from the model.

The resulting Dynamo-program can be used in combination with the conclusion in order to further develop functions that minimize workloads and enable more automated processes.

Key words: BIM, Revit, Dynamo, Dynamocode, Python, LCA, Climate calculation, Environmental impact, Information, Automation

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
BETECKNINGAR	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och frågeställning	2
1.3 Avgränsning	2
1.4 Metod	2
2 TEORETISK BAKGRUND	3
2.1 BIM	3
2.2 LOD	3
2.3 Programvaror	3
2.3.1 Revit	3
2.3.2 Dynamo	4
2.3.3 Simplebim	4
2.4 Klimatberäkningar	4
2.4.1 LCA	5
2.4.2 Klimatdeklaration	5
2.4.3 Klassificering	6
2.5 Klimatberäkningar i praktiken	7
2.5.1 Steg 1: Information hämtas från modell	7
2.5.2 Steg 2: Hantera och sammanställa information	9
2.5.3 Steg 3: Beräkning	10
2.5.4 Sammanfattning av problematik	10
2.5.5 Kvalitetssäkring	10
3 FALLSTUDIE	11
3.1 BIM-manual	11
3.1.1 Uppfylld kravställning	14
3.2 Delstudie 1: Information till klimatberäkning	14
3.2.1 Kravställning från miljökonsult	14
3.2.2 Att hitta information om element	15
3.2.3 Dynamokod	18
3.3 Delstudie 2: Göra ändringar och berika modellen	22
3.3.1 Berika modellen med ny information	22
3.3.2 Göra ändringar i modellen genom Excel	23

3.4	Handhavande	23
3.4.1	Dynamo Player	23
3.4.2	Krav för koden	24
4	RESULTAT	25
4.1	Resultat: delstudie 1	25
4.1.1	Automatiskt genererad parameter	25
4.1.2	Excel-fil: Information från Revit	26
4.1.3	Procentuell förbättring av klassificeringskoder	27
4.2	Resultat: delstudie 2	30
5	DISKUSSION	31
5.1	Lösningar på problem	31
5.1.1	Jämförelse med Simplebim	32
5.2	Förbättringar	34
6	SLUTSATS	36
6.1	Förslag på framtida studier	37
7	REFERENSER	39
8	BILAGOR	
	Bilaga 1: Pythonscript	
	Bilaga 2: Del av Dynamokod	
	Bilaga 3: Hela Dynamokoden	

Förord

Rapporten är ett resultat av examensarbete utfört på högskoleingenjörsprogrammet inom samhällsbyggnadsteknik vid Chalmers tekniska högskola. Arbetet omfattar 15 högskolepoäng och utfördes under vårterminen 2022.

Vi vill skicka ett hjärtligt tack till vår handledare och examinator Mikael Johansson för hans genuina tro och entusiasm för vårt arbete.

Vi vill även rikta ett stort tack till våra handledare på WSP: Kristian Sjöstedt och Thomas Björkroth som bidragit med sin stora erfarenhet och stöd genom hela arbetet.

Till sist vill vi även tacka Kajsa Andersson för hennes dyrbara tid hon spenderat på att diskutera och svara på alla våra frågor.

Göteborg, Maj 2022
Viktor Wikland
Kajsa Karlgren

Beteckningar

API	Application Programming Interface
A-modell	Modell skapad av arkitekt
BIM	Building Information Modelling
Datotyp	Specificerar vilka värden som kan antas
Dynamopaket	En samling noder skapta av Dynamoanvändare som kan laddas ned och användas i projekt
Dynamo Player	En funktion i Revit för att köra Dynamokoder utan att öppna programmet Dynamo
IFC	Neutralt filformat som gör det möjligt att byta information mellan olika CAD-mjukvaror
K-modell	Modell skapad av konstruktör
LCA	Livscykelanalys
Lista	En följd med platser där information kan lagras
LOD	Level of Detail
Nod	Ett "block" i Dynamo som innehåller kod
Nomenklatur	Systematiskt användande av termer och beteckningar inom ett fackområde
Output	Något som matas ut
Python	Programmeringsspråk, som i detta fall kompletterar Dynamo
String	Ett objekt som består av tecken
Sublist	En följd av platser inuti en plats i en lista, där information kan lagras

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Behovet av 3D-modeller innehållande information, arbetssättet BIM, ökar ständigt då det är ett väldigt kraftfullt verktyg under hela byggprocessen. Arbetssättet medför att alla objekt i en 3D-modell har egenskaper som bestäms genom olika parametrar fyllda med information (Kristiansson, 2018). Gällande information i parametrarna bestäms detaljeringsnivån i varje enskilt projekt men modellerna bör inte förses med mer information än nödvändigt eftersom det är resurskrävande att skapa modeller med hög detaljeringsnivå.

Det kan råda skilda meningar mellan beställare och projektör kring vilken information som bör finnas och hur den ska presenteras i modellen. För att lösa detta finns det en BIM-samordnare som uppför en BIM-manual för projektet, vilken sätter ramarna kring informationshanteringen. Konsultbolaget WSP i Göteborg har uttryckt att det finns en risk att BIM-samordnaren i detta sammanhang kan anses vara en jobbig kravställare. I samband med detta kan konflikt uppstå mellan samordnare och projektör eller i senare i skeden i de fall önskad information inte finns i modellen. Det är svårt att i ett tidigt skede veta vilken information i modellen som kommer vara relevant senare och som tidigare nämnt kan kravställning på onödig information med fördel undvikas. För att spara resurser och datakraft finns det i stället önskemål om att i senare skeden på ett automatiserat sätt kunna berika modellen med information efter behov.

2022 stiftades en lag som berör miljöpåverkan från byggnader. Lagen om klimatdeklaration för byggnader (2021:787) säger att klimatdeklaration behöver göras för alla nybyggnationer, med ett fåtal undantag. I samband med att nya krav ställs på miljöpåverkan från byggnader kommer ett större antal klimatberäkningar, som är en del av klimatdeklarationen, att utföras. Idag görs ofta klimatberäkningarna med underlag från en BIM-modell. I många fall är informationen från denna bristfällig, ostrukturerad och kräver bearbetning för att bli användbar för klimatberäkningar. Underlaget för klimatdeklarationen behöver även vara aktuell och spegla den verkliga byggnaden. Det blir därför viktigt att modellen och dess information hålls uppdaterad, vilket föranleder att informationshämtning från modeller sker kontinuerligt under en byggprocess. Detta ger skäl för att undersöka möjligheter till automatisering av informationshanteringen.

1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med examensarbetet är att undersöka hur man genom programmering i Dynamo kan automatisera informationshanteringen i BIM-modeller. Både på ett generellt plan men framför allt för att presentera information som ska användas till klimatberäkningar. Det är även av intresse att undersöka vad för information som kan härledas ur redan existerande information i modellen.

För att besvara syftet har följande frågeställningar formulerats:

- Går det att göra en mer användarvänlig informationsexport till Excel genom Dynamo inför klimatberäkningar?
- Vilken information går att automatiskt härleda från redan befintlig information i modellen genom Dynamo och vilken kravställning erfordras för att uppnå detta?
- Hur kan modellen berikas med information i efterhand?

1.3 Avgränsning

Vid undersökningen av möjligheter till automatisering av informationshantering avgränsas arbetet till att endast utgå från den information som finns i konstruktörens modell, K-modell, enligt ett av WSP's projekts BIM-manual samt den information som krävs för klimatberäkningar. Arbetet avgränsas också till att hitta automatiserade lösningar på problemen som upplevs idag och inte studera bakgrunden till hur de uppstår.

1.4 Metod

För att få en bild av hur BIM används i dagsläget och hur information i modellen kan användas utfördes en litteraturstudie. Litteraturstudien utfördes på tidigare examensarbeten, vetenskapliga artiklar och programvarornas hemsidor.

Genom kontinuerliga möten med personal på WSP inhämtas det praktiska perspektivet och vilka utmaningar som finns med informationshanteringen idag. Det är framför allt en miljökonsult, Kajsa Andersson, på WSP som under arbetets gång kommer med synpunkter och förslag på ändringar för att ett användbart resultat ska uppnås.

Undersökning utförs laborativt genom programvaran Dynamo. Kunskap kring grunderna i programmet och hur det fungerar insamlas som första steg genom att läsa på forum och följa handledningsvideor på youtube samtidigt som enkla funktioner och program testades praktiskt. Detta för att bli införstådda i vad som kan tänkas vara användbart för projektet och inför problemlösningen. Arbetet fortlöper genom att laborera med programmering genom noder och egna script, samt handledning genom Dynamo forum och personal på WSP. I syfte att applicera kunskaperna inom automation och informationshantering från litteraturstudien utfördes en fallstudie på modeller tillhandahållna av Kristian Sjöstedt på WSP.

2 Teoretisk bakgrund

2.1 BIM

BIM betyder byggnadsinformationsmodellering eller byggnadsinformationsmodell. Det innebär att skapa digitala modeller av byggnader där byggnadselementen utöver sin geometri även bär på information. Informationen är specifik för varje objekt i modellen och ligger sorterad i olika parametrar. Byggnadsinformationsmodellering handlar om de processer som behandlar informationen i byggnadsmodellen (Kristiansson, 2018). Arbetssättet ger färre kommunikationssteg och syftar till att utplåna informationsglapp samtidigt som det möjliggör informationsöverföring mellan discipliner på ett effektivt sätt (Granroth, 2011). Modellen i sin tur möjliggör att samla all information om ett byggnadselement på ett och samma ställe där det går att utläsa geometri, material, placering etc.

2.2 LOD

LOD står för level of detail eller level of development. Användningen av LOD syftar till att underlätta digitala leveranser inom BIM. Inför en leverans av en 3D-modell krävs, för att underlätta, en kravställning från beställare på vilken information som ska finnas med i modellen. Den informationen kan vara detaljerad i olika grad och LOD är ett sätt att från beställarens sida ställa krav på detaljeringsnivån (AIA, 2013). LOD är från början en amerikansk standard framtagen av American Institute of Architects, AIA. Genom att benämna detaljeringsgraden från LOD 100 till LOD 500 specificeras vilken detaljnivå som önskas. LOD 100 är den nivå där informationen för objekten i modellen är minst detaljerad och LOD 500 innebär mer och bättre organiserad information.

2.3 Programvaror

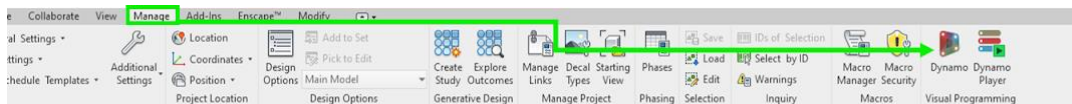
I detta avsnitt presenteras de programvaror som det laborativa arbetet utförs i samt programvaran som används för informationshantering i klimatberäkningar idag.

2.3.1 Revit

Revit är en Autodesk-programvara som syftar till att underlätta arbetet med byggdesign (Autodesk, u.å.a). I programmet finns möjlighet att importera 2D-skisser och utifrån dessa eller på fri hand rita en 3D-modell. Programvaran är framtagen för just byggnadsinformationsmodellering, BIM, där de olika byggnadselementen är försedda med realistiska egenskaper som tex. material, tyngd och geometri (Autodesk, u.å.b). Revit tillåter även att berika modellen med ytterligare information från olika discipliner. För att få upp en 3D-volymer går det att tillämpa programmet utifrån ett arkitektoniskt, mekaniskt, installationstekniskt eller konstruktionsmässigt perspektiv. Dessa delar bildar tillsammans en byggnadsinformationsmodell uppbyggd av objekt bestående av geometri, volymer och information.

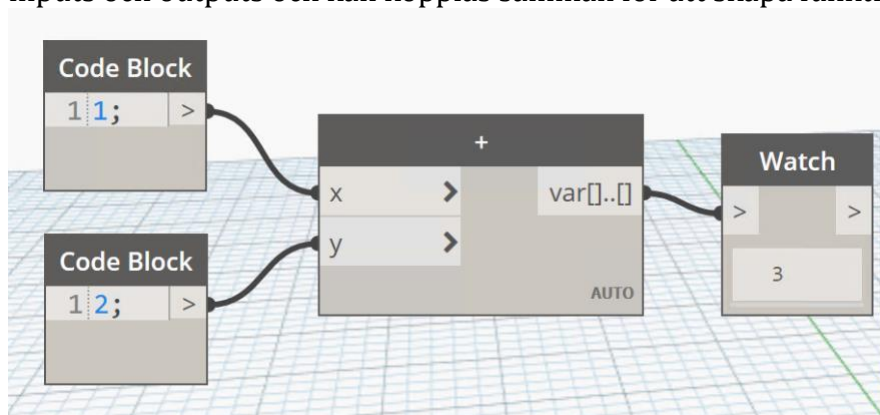
2.3.2 Dynamo

För att genomföra arbetet och svara på frågeställningarna används Dynamo. Dynamo har varit en del av Revit sedan 2011 och hittas under fliken manage.



Figur 1 – Dynamo hittas under fliken Manage.

Dynamo är ett nodbaserat programmeringsspråk där användaren kan, på en blank canvas, placera noder som består av färdigskrivna kod. Dessa noder har inputs och outputs och kan kopplas samman för att skapa funktioner.



Figur 2 - Exempel på hur noder interagerar med varandra

Dynamo möjliggör att automatisera repetitiva uppgifter genom att tillåta användaren att skapa ny och arrangera färdigskrivna kod. Denna kod kan vara i form av färdiga noder, Pythonscript och Revit API. Användaren skapar arbetsflöden som skriver, hämtar eller ändrar information i modellen utan att det behöver göras manuellt. Om en önskad funktion saknas kan paket som innehåller fler noder än de som ursprungligen finns i Dynamo laddas ner för att tillföra extra funktionalitet. Dessutom kan användaren skapa egna noder och funktioner genom att skriva Pythonkod (Autodesk University, 2020).

2.3.3 Simplebim

Simplebim är ett BIM-program och används för hantering av modeller och dess data. I Simplebim går det att importera IFC-modeller för att göra informationsexporter eller göra ändringar för att få modellen att bli användbar inför arbetsmoment som t.ex. klimatberäkningar.

2.4 Klimatberäkningar

För att ta reda på hur klimatberäkningar görs och vilken information som är relevant har vi pratat med Kajsa som är miljökonsult på WSP och utför beräkningarna.

2.4.1 LCA

Life cycle assessment (livscykelanalys) är en metod för att beräkna den totala miljöpåverkan av en produkt eller ett projekt under hela dess livslängd. Detta blir allt mer relevant för alla typer av byggprojekt som en följd av nya krav och lagstiftning. Analysen innefattar allt från råvaruutvinning och tillverkning till rivning och återvinning (Boverket, 2019a). En livscykelanalys genomförs genom att först avgränsa vilka delar som ska ingå i analysen eftersom onödigt hög noggrannhet är väldigt resurskrävande. Sedan sammanställs resursåtgången i form utav material och energi under hela livscykeln och utsläppen beräknas (Ecochain, 2019). Till sist tolkas siffrorna och ett resultat presenteras. En del i denna process är de klimatberäkningar som miljökonstrukterna utför på de olika byggdelarna.

Underlaget för beräkningarna kommer idag vanligtvis från BIM-modellen av byggnaden. Vilken information som krävs beror på vad LCA:n ska användas till och hur den avgränsas. För att få fram den information som behövs måste den finnas tillgänglig någonstans i modellen eller vara möjlig att härleda fram.

LCA hjälper till att ge en förståelse för vilket skede, vilken process eller byggdel som bidrar till störst miljöpåverkan. Analysen visar var korrigeringar kan behöva göras på byggnaden för att minska dess miljöpåverkan. Resultatet går också att jämföra med andra byggnader av samma typ eller gentemot ett lägsta krav som önskas uppnås. Det går också att med detta som underlag ta fram miljömål och miljökrav samt intyga att krav är uppnådda vid miljöcertifiering.

2.4.2 Klimatdeklaration

2019 fick boverket i uppdrag av regeringen att ta fram ett lagförslag som behandlar redogörelse av växthusgasutsläpp vid nybyggnationer. I januari 2022 presenterades den nya lagen (2021:787) där byggherren kommer ha ansvar för att ta fram och till registreringsmyndigheten leverera en klimatdeklaration vid uppförandet av nya byggnader. Syftet med lagen är att få ökad kunskap om byggnaders klimatpåverkan och således kunna minska utsläppen av växthusgaser från byggsektorn. De klimatberäkningar som utförs i en LCA blir nu ännu mer relevanta, då dem nu i större utsträckning är obligatoriska. Genom att redan i projekteringsfasen räkna på vilken klimatpåverkan den tänkta byggnaden kommer medföra finns större möjligheter att göra nya mer klimatsmarta val när det kommer till konstruktionslösningar och material (Boverket, 2021b). Kravet på redovisning av en klimatdeklaration påverkar byggproduktionen och färdigställandet av byggnader på så vis att slutbesked först kan erhållas efter att en klimatdeklaration är inlämnad, vilket regleras i Plan- och bygglagen (Boverket, 2022a).

Deklarationen innebär en beräkning av byggnadens klimatpåverkan under byggskedet vilket omfattar uttag av råvaror, tillverkning av byggprodukter, arbete på byggarbetsplatsen och transporter. Beräkningen omfattar dock inte alla delar av byggnaden, utan Boverket delar upp byggdelarna som ska inkluderas i klimatdeklarationen i 4 olika kategorier (Boverket, 2022b).

Tabell 1 Boverkets uppdelning av byggdelar för klimatdeklaration.

Kategori	Byggdelar
Bärande konstruktionsdelar- Grundläggning	Grundkonstruktion Isolering under grund
Bärande konstruktionsdelar- övriga	Stomme-balk, bjälklag, pelare, vägg Vägg mot mark Trappor (del av stomme) Innertrappor Yttertakskonstruktion Innertak och undertak Ramper Balkonger och loftgångar Pågjutning och uppreglat undergolv
Klimatskärm	Yttervägg till och med byggskiva på insida Yttertak och bjälklag Integrerade solceller Fasadbeklädnad Puts och målning på yttervägg Fönster Ytterdörrar Glaspartier och inglasning
Innerväggar	Innerväggar till och med byggskiva Glaspartier Innertdörrar

Det slutgiltiga resultatet av en klimatdeklaration är en presentation över hur stor total klimatpåverkan byggnaden har i kilogram koldioxidekvivalenter, kg CO₂e. Den indata som krävs för att få ut klimatpåverkan är resurserna: byggprodukter och energi samt deras totala vikt i kg. Samt klimatdata i kg CO₂e/kg för resurserna krävs. Klimatdata kan hämtas som generisk data ur Boverkets klimatdatabas eller som specifik klimatdata från leverantören av produkten. Byggprodukternas vikt går att härleda utifrån den information som finns kopplad till objekten i 3D-modellen (Boverket, 2021c).

2.4.3 Klassificering

Det finns olika sätt att dela in objekt i en modell. Ett sätt är att klassificera dem utifrån vilken byggdela de tillhör, där det i dagsläget inte finns någon branschstandard. I det projekt som fallstudien utförs på används klassificeringssystemen BSAB96 (bsab-kod) och BIP, som framtagits gemensamt av företag i branschen. Varje typ av element i BIM-modellen märks med en byggdelskod enligt BSAB96 utefter vilka egenskaper objektet har (Akademiska hus et al., 2014). Detta görs i Revit under *Type information* i parametern *Keynote*,

vilket är branschstandard för märkning vid användandet av BSAB96. Ett exempel på byggdelskod är 27.B/11, där 27 informerar om att det är en del av bärverket i husstommen, B visar att det är en stominnervägg, 11 upplyser om att den består av platsgjuten betong (svensk byggtjänst, u.å.). Utifrån denna kod går det alltså att säga att objektet är en bärande betonginnervägg som gjuts på plats.

För bättre noggrannhet berikas objekten även med en bip-kod, vilket står för *Building Information Properties*. De beteckningarna är mer detaljerade än bsab-koderna och alla byggdelar av samma typ tilldelas samma bip-kod. För att kunna skilja typerna åt tilldelas de ett löpnummer i slutet av bip-koden, dessa kan även användas för att lokalisera ritningar på objektet bip-koden berör. Ett exempel på en produktbeteckning är IVB01 som tillfaller en bärande innervägg av en specifik typ (bipkoder.se, u.å.a). Bip-koderna ger ingen anvisning om material på objektet vilket är en av anledningarna till att både bip-koder och bsab-koder används eftersom de kompletterar varandra.

Oavsett vad ett element heter i en specifik modell kan dessa beteckningar användas. Oberoende av projekt kan koderna visa vilken typ av element projektören verkligen avser och risken för feltolkning minskar (bipkoder.se, u.å.b). Detta gör att fler discipliner använder samma språk vilket skapar trygghet när modeller slussas mellan dem.

2.5 Klimatberäkningar i praktiken

Det finns varierande sätt att utföra klimatberäkningar på men nedan följer förloppet hos den miljökonsult som är involverad i projektet som ligger till grund för fallstudien och vilka problem denne stöter på under arbetets gång.

2.5.1 Steg 1: Information hämtas från modell

För att få fram den information som krävs för klimatberäkningen tittar miljökonsulten på både K-och A-modellen. Det första steget är att öppna respektive IFC-fil i Simple bim för att sedan exportera information om byggdelarna till ett Excel-ark genom funktionen *Excel export*. I Excel-arket listas varje element som modellerats tillsammans med dess tillhörande information på en ny rad. Cellerna med informationen formateras med verktyget *Formatera som tabell*. Det går utifrån denna uppstrukturering att senare filtrera fram den information som önskas, vilket kan vara tex. information om alla HEA-balkar.

Name	Object type	Tag	Category	Span	Building Element	Is External	Load Bearing
Precast-L-Beam:FB/FH 550/650-250:515698	Precast-L-Beam:FB/FH 550/650-250	515698	Structural Framing	2 260 mm	FALSKT		SANT
Precast-L-Beam:FB/FH 550/650-250:578440	Precast-L-Beam:FB/FH 550/650-250	578440	Structural Framing	7 200 mm	FALSKT		SANT
Precast-L-Beam:FB/FH 550/650-250:585559	Precast-L-Beam:FB/FH 550/650-250	585559	Structural Framing	5 900 mm	FALSKT		SANT

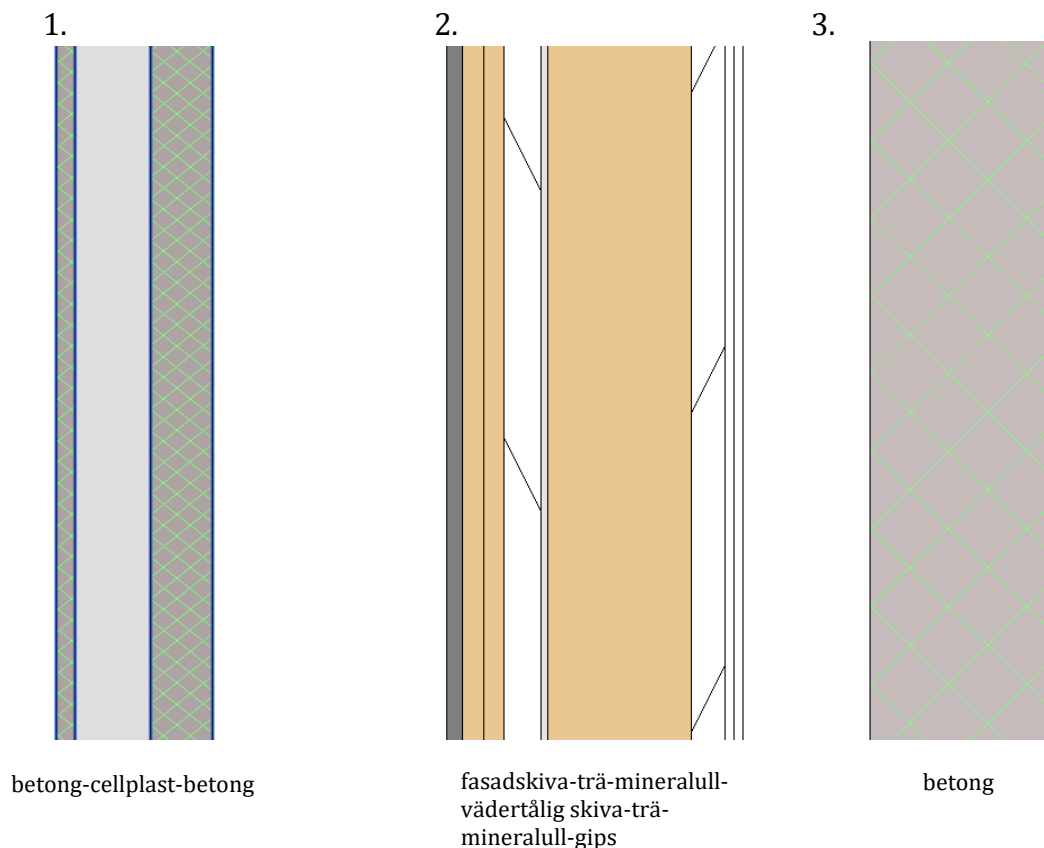
Figur 3 - Exempel på information som hämtas ur Simplebim.

Röd: Filtrering

Grön: Ny rad med information för en modellerad balk

Blå: Informationen för en kategori hamnar på ett eget blad

Många problem grundar sig i att kravställningen som finns i BIM-manualen sällan innefattar att det ska vara möjligt att få ut all den information som krävs till utförandet av klimatberäkningarna. Om det inte finns en tydlig kravställning på modellen, som beskriver vilken information den ska innehålla och var den kan hittas händer det att information hamnar på olika ställen eller saknas helt. Exempel på detta kan vara avsaknaden av både bip-och bsab-koder, vilket gör det svårt att veta vilken byggdel ett objekt tillhör. Ett annat exempel kan vara att det inte framgår vilket material ett objekt består av. Ett annat vanligt problem är att en del väggar är modellerade så att alla väggens materiallager visualiseras i var sitt skikt i objektet, medan andra väggar endast modelleras som en stor volym utan skiktindelning. Saknas skiktindelning krävs det att volymelementet har en bip-kod för att tillräckligt med information ska kunna hämtas. Utifrån en bip-kods löpnummer går det att hitta väggens ritning och därmed på ett mer tidskrävande sätt hitta väggens uppbyggnad. Problematiken här uppstår ifall de olika modelleringsätten förekommer i samma modell eftersom det då blir svårt att veta om väggar ritade som stora volymelement faktiskt har en skiktindelning eller om väggen endast består av det modellerade lagret.



Figur 4 - Bild 1 och 2 är exempel på väggar med skiktindelning, bild 3 är ett exempel på en vägg ritad som endast en volym.

2.5.2 Steg 2: Hantera och sammanställa information

Informationen filtreras och sammanställs efter vad som är relevant för beräkningen. Den information som krävs från modellen för att utföra en klimatberäkning är elementens namn, material, area, volym eller vikt, kvantitet, bip-kod och bsab-kod. Volymer måste ibland räknas ut i Excel innan schablonvärde för densiteter kan användas för att beräkna byggdelarnas vikt. För en del stålkomponenter kan däremot vikten hämtas direkt ur Simplebim efter att funktionen *Calculate basic quantities* har använts.

En viktig parameter för beräkningarna är arean på objekten. Miljökonsultens erfarenhet är att det ur Simplebim kan presenteras flera olika areor för samma objekt, där den ena till exempel inkluderar håltagningar och andra inte. Det blir då svårt att bedöma vilken area som är korrekt och bör användas i beräkningarna. Det upplevs också problem med benämningen av material i modellen. Ett material kan vara döpt till endast betong utan någon specifikation om det är platsgjuten eller prefabricerad betong. Det är en väsentlig skillnad i miljöpåverkan mellan de olika typerna vilket kan resultera i stora fel vid beräkningarna.

Eftersom Excel-arket från exporten ur Simplebim kan vara svårläst är det vanligt att en viss jämförelse med 3D-modellen krävs för att förstå informationen, vilket är tidskrävande.

2.5.3 Steg 3: Beräkning

Den data som sammanställts importeras till ett klimatberäkningsprogram: One Click LCA eller BM, där den kopplas ihop med rätt klimatdata för respektive objekt. Med hjälp av bsab-koderna går det att klassificera objekten efter Boverkets fyra byggdelskategorier, se (*Tabell 1*), som klimatdeklarationen sedan ska presenteras utefter.

Miljökonsulten för detta projekt använder sig utav, tillsammans med flera på sin avdelning klassificeringssystemet SBEF (BSAB83) då det är mer kompatibelt med Boverkets uppdelning, medan projektörerna använder sig av BSAB96. Detta kräver översättning mellan klassificeringssystemen och skapar ytterligare ett arbetsmoment för miljökonsulten. Användningen av olika klassificeringssystem grundar sig i att det finns flera standarder i branschen idag där olika discipliner använder sig av olika standarder.

2.5.4 Sammanfattning av problematik

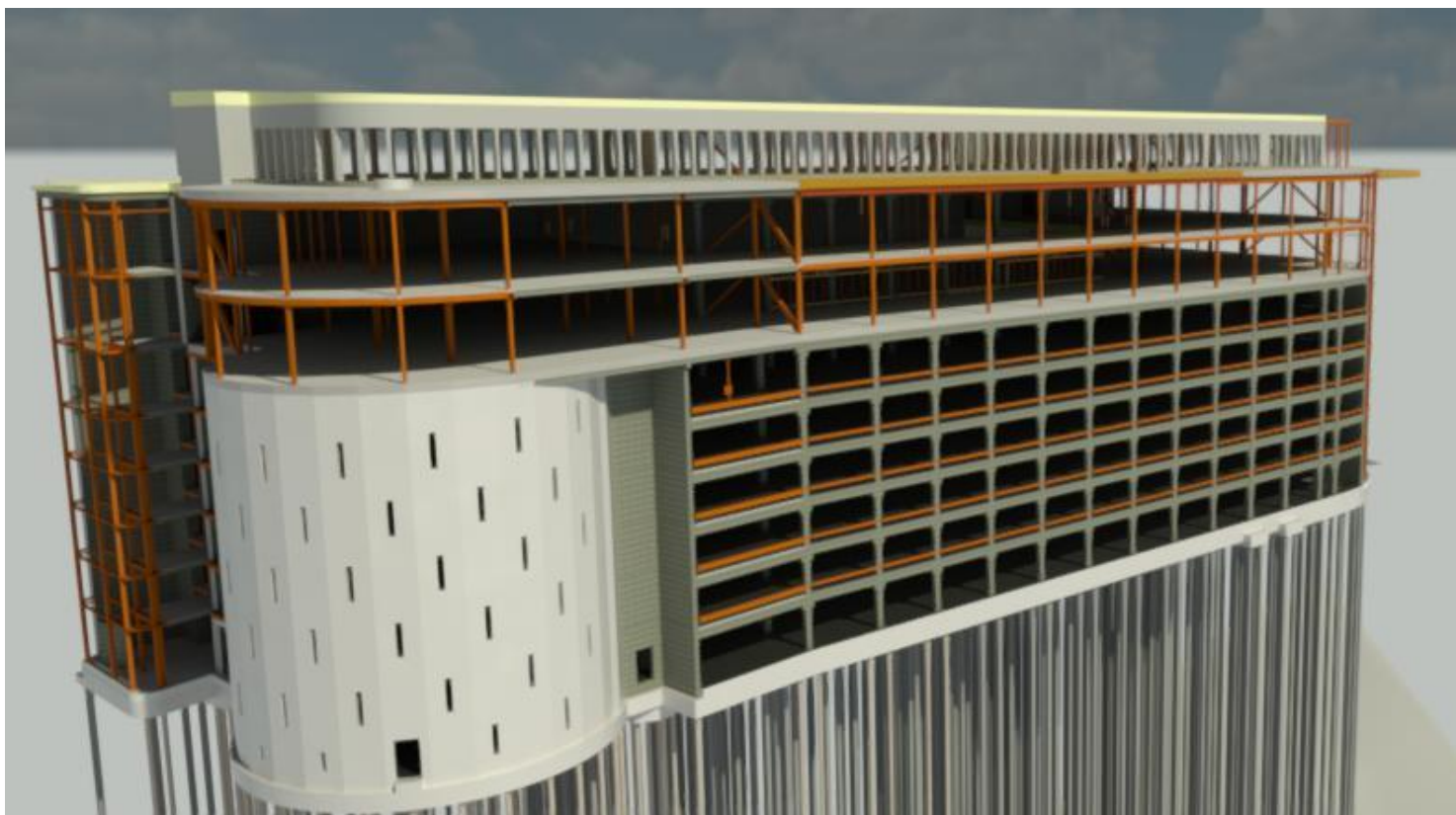
- Kravställningen på informationen i modeller idag tar inte hänsyn till att klimatberäkningar ska utföras utefter informationen.
- Svårt att hitta rätt area på objekt inför klimatberäkningen.
- Objektens material döps inte rätt.
- Olika discipliner använder olika klassificeringssystem där översättning mellan de olika systemen skapar merarbete.
- Filtrering på relevant information behöver göras manuellt.

2.5.5 Kvalitetssäkring

För att råda bukt på en del av problemen gör miljökonsulten viss kvalitetssäkring av modellen. Detta för att säkerställa att informationen som tas ut från modellen är korrekt och kan användas till klimatberäkningarna. I kvalitetssäkringen ses resurssammanställningen över där det tex kontrolleras om det finns dubletter i modellen och att alla betongkvaliteter är angivna. Kvalitetssäkring görs också för att se att resurserna är kopplade till rätt egenskaper, exempelvis om bjälklagen är av typen håldäck eller massiva. Det görs också kvalitetssäkring av mängderna där även enheterna kontrolleras.

3 Fallstudie

Undersökningen av möjligheterna till automatisering av informationshantering görs genom en fallstudie. Studien görs utifrån projektet Masthugget Väst G2 vilket ska bli en byggnad innefattande parkeringshus, verksamhetslokaler, lokaler för mat och kultur samt en gymnastiksal ett parkeringshus i Masthugget. WSP har fått generalkonsultuppdraget av byggherren, vilket innebär att de har ansvar för hela projekteringen. Under projekteringen används digitala verktyg för att ta fram modeller av byggnaden där konstruktören tillhandahåller en Revitmodell.



Figur 5 - Rendering av K-modellen för projektet "Masthugget Väst G2".

Fallstudien kan delas upp i två delstudier. Den första delen undersöker hur informationshanteringen kan automatiseras baserat på den information som krävs för att utföra klimatberäkningar. Den andra delen bygger på resultatet av delstudie 1 och undersöker möjligheterna att på ett automatiserat och användarvänligt sätt berika och göra ändringar i modellen.

3.1 BIM-manual

Under projekteringen arbetar de olika disciplinerna med sina egna modeller utan att samgranska dem. Detta innebär att ett ramverk för hur de gemensamt ska arbeta när det kommer till den digitala projekthanteringen behövs för att alla modeller ska vara kompatibla med varandra samt för att veta vilken information respektive modell ska innehålla. Ramverket utgörs av en projektspecifik BIM-manual. I manualen finns information om krav som ska uppfyllas vid hantering av modellen och vilken information som ska finnas i den, vilket är av största vikt

i detta examensarbete. WSP använder sig generellt sett inte av det tidigare nämnda LOD-systemet utan försöker själva styra upp detaljeringsgraden i sina projekt genom BIM-manualen. Enligt Kristian Sjöstedt grundar det sig i att det inte finns någon branschstandard för användandet av LOD och anses därför inte ge något mervärde.

För K-modellen som studeras i fallstudien finns det upprättade krav kring:

- Distribution av dokument, ritningar och modeller
- Namngivning av dokument, ritningar och modellfiler
- Koordinatsystem
- Detaljeringsgrad
- Bygghetar som skall redovisas
- Parameterinformation i objekten
- Objekt-och materialnamn
- Modelleringsverktyg
- Filformat och exportering
- Egenkontroll av informationens kvalitet
- Leveranskontroll av underlaget

De krav som är relevanta för examensarbetet redovisas här nedan med en efterföljande motivering.

Tabell 2

Kravställning från BIM-manualen för "Masthugget Väst G2".

Område	Krav	Relevans/motivering
Byggdelar som skall redovisas	<ul style="list-style-type: none"> • Balkar • Bjälklag • RD-plattor • Bärande väggar • Pelare • Tak • Terasser • Pålar • Plintar • Spont • Hål-dörr, fönster, schakt • Bergschakt 	Relevant eftersom klimatberäkningarna görs på byggdelarna.
Detaljeringsgrad	<ul style="list-style-type: none"> • Allt som redovisas med skala 1:50 skall även representeras av ett 3D-objekt i modellen. • Alla byggdelar som tillhör byggnadens stomsystem ska modelleras. • Produktionsresultatet ska också modelleras i de fall där det är viktigt med hänsyn till 3D-samgranskning. 	Relevant eftersom klimatdeklarationen ska göras på en modell som motsvarar den verkliga byggnaden.
Parameterinformation i objekten	<ul style="list-style-type: none"> • TypeID ska littereras enligt bpkoder.se och finnas under parametern <i>Type Mark</i>. 	Relevant eftersom den används för att kategorisera elementen.
Objekt-och materialnamn	<ul style="list-style-type: none"> • Använd konsekventa materialnamn samt endast ett namn per material. 	Relevant för att kunna göra en rimlig sortering av objekten och mappa till rätt klimatdata.
Objekt-uppbyggnad	<ul style="list-style-type: none"> • 3D-modellernas objektstyper och egenskaper ska mappas till rätt IFC-egenskaper – exempelvis ska en vägg modelleras med ett väggverktyg och klassificeras som en IFC-wall. • Objekten ska redovisas som det är tänkt att byggas, t.ex. behöver en innervägg delas upp om den byter egenskaper/krav. 	Relevant eftersom hämtning av information genom Dynamo utgår från vilken typ av objekt det är och dess verkliga egenskaper.

3.1.1 Uppfylld kravställning

Trots att kravställningen för modellen som studeras i fallstudien är låg uppfylls den inte. För K-modellen är den enda kravställning på parameterinformation att alla objekt ska vara märkta med en bip-kod i parametern *Type Mark*. Vid kontroll av detta visade det sig att endast 42% av alla familjetyper var märkta med en bip-kod.

3.2 Delstudie 1: Information till klimatberäkning

De problem miljökonsulten på WSP presenterade under intervjuer grundar sig främst i bristfällig information i modellen till följd av undermålig kravställning. Dessa problem är tidskrävande och kräver att miljökonsulten gör antaganden vilket kan leda till fel i beräkningar. För att minska tidsåtgången och felkällor är målet med fallstudien att undersöka om det går att genom programmering i Dynamo göra ett program som hämtar relevant information från Revitmodellen och presenterar det på ett enkelt sätt i en Excel-fil. Målet är att miljökonsulten med färre knapptryck ska kunna få sin data sammanställd.

3.2.1 Kravställning från miljökonsult

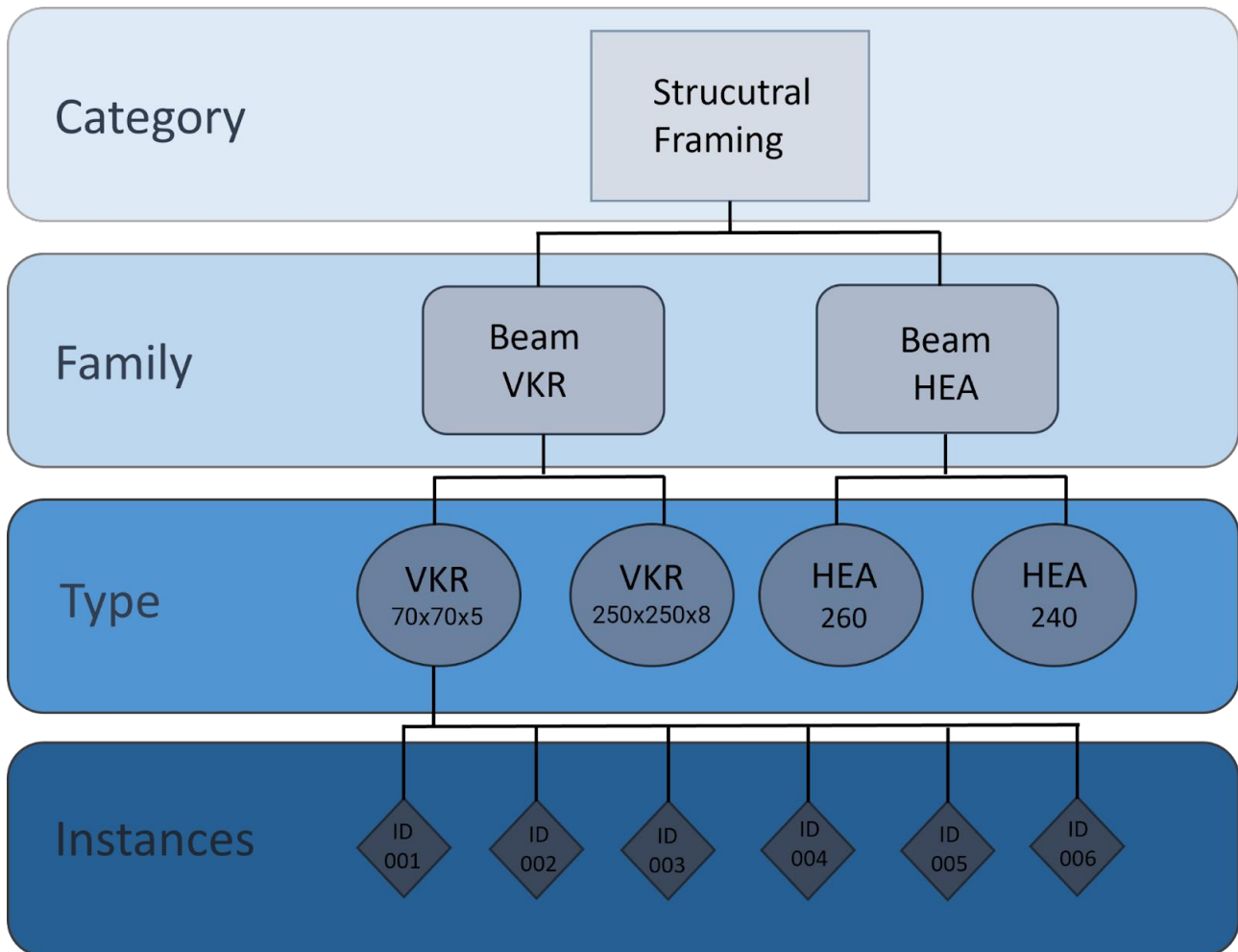
Till följd av bristande kravställning från BIM-manualen framtog en kompletterande kravställning på vilken information modellen ska innehålla för att tillgodose klimatberäkningarnas behov. Kravställningen redovisas nedan där kolumn ett visar i vilken parameter för objektet som informationen ska finnas följt av kolumn två där det finns en förklaring av vilken typ av information parametern ska presentera. Den tredje kolumnen berättar på vilka elementstyper informationen ska finnas. I den näst sista kolumnen framgår det vem som har ansvaret för att berika modellen med informationen. Under "kommentar och syfte" beskrivs varför det är viktigt att informationen finns i modellen.

Informationskrav för objekt				
Egenskap (Property)	Förklaring	Part (avser de objekt som ingår i avgränsning för LCA, ofta inte VVS, rumskomplettering och ytskikt)	Aktör	Kommentar och syfte
BSABe	Klasskod enligt BSAB96, www.bipkoder.se	Alla K- och A-objekt	Projektör	Används för att identifiera objekt inom systemgräns och för analys av respektive byggdels klimatpåverkan.
Type-ID	www.bipkoder.se	Alla K- och A-objekt	Projektör	Nomenklatur måste överensstämma med nomenklatur på detaljritning. För Balkar/pelare måste faktisk geometri kunna utläsas från TypeID eller detaljritning. Används för att koppla objekt i modellen till detaljritningar och göra rimlighetskontroller av mängder.
ProductType	Typ av komponent. www.bipkoder.se	Alla K- och A-objekt	Projektör	Används för att göra rimlighetskontroller av mängder och byggdelsindelning.
Materialtyp	Material	Alla K- och A-objekt. För sammansatta objekt kan data hämtas från detaljritning om korrekt nomenklatur (Type-ID) används konsekvent.	Projektör	Använd så specifik information som möjligt. Se detaljerade krav för olika delar av bygganden nedan. Ange betongkvalitet här. Används för att koppla objekten mot klimatpåverkan, utifrån material/byggprodukt.
Volym	Volym i m ³ . Säkerställ att inga överlappande objekt finns och att geometrin är korrekt. Om materialen inte är solida bör det antingen vara ritat eller anges tydligt i tex Type-ID.	Alla bärande delar (K-objekt), förutom balkar/pelare och takstomme om denna är sammansatt. Armering kan hanteras genom schabloner och behöver inte ingå i modellen.	Projektör	Mängd krävs för att ta fram klimatpåverkan.
Area	Area i m ²	Alla A-objekt, tex väggar, fasader, tak, undergolv, undertak, fönster, dörrar mm samt alla bärande material inkl. takstomme, förutom balkar/pelare. Armering kan hanteras genom schabloner och behöver inte ingå i modellen.	Projektör	Mängd krävs för att beräkna klimatpåverkan. Area och tjocklek samt detaljritning används för att ta fram volym/vikt för respektive byggvara.
Tjocklek	Tjocklek i mm	Alla A-objekt, alla K-objekt. Armering kan hanteras genom schabloner och behöver inte ingå i modellen.	Projektör	Mängd krävs för att beräkna klimatpåverkan. Area och tjocklek samt detaljritning används för att ta fram volym/vikt för respektive byggvara.
Längd	Längd i m	Balkar och pelare. Armering kan hanteras genom schabloner och behöver inte ingå i modellen.	Projektör	Mängd krävs för att beräkna klimatpåverkan. Längd och typ av balk/pelare samt material används för att ta fram mängd.
StatusConstruction (BIP)	Byggnadsstatus, Rives/befintlig/framtida	Alla K- och A-objekt vid ROT. Armering kan hanteras genom schabloner och behöver inte ingå i modellen.	Projektör	Enbart tillämplig vid ROT. Enbart nya byggprodukter ska ingå i en LCA. Parametern används för att filtrera fram dessa.

Figur 6 – Kompletterande kravställning.

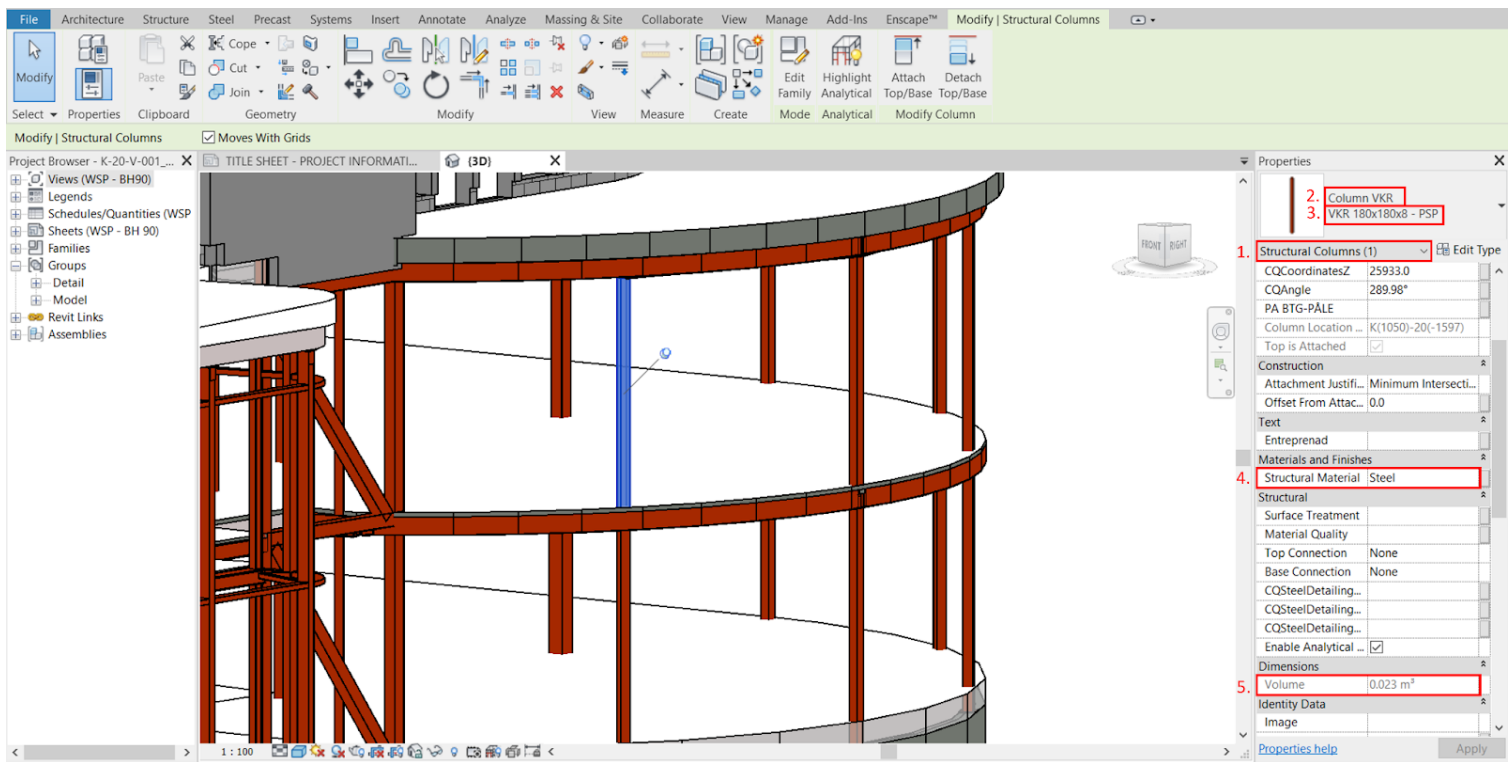
3.2.2 Att hitta information om element

Element i Revit är sorterade efter flera olika "nivåer". Först under *Category* där det specificeras vad för typ av element det är, t.ex. vägg, golv eller rör. Varje *Category* innehåller tre typer av *Family* (Familjer), *System*, *Loadable* och *In-place Families*. Dessa kan ses som underkategorier som ytterligare beskriver vad objektet är för något och vart det kommer ifrån. Det brukar finnas flera olika *Types* under varje *Family*, dessa kallas *Family Types* och familjetyper på svenska. De olika typerna brukar vara lika, men skiljer sig alltid från varandra med någon slags variation, ofta dess dimensioner. Slutligen finns det *Instances* (instanser), som beskriver ett unikt objekt i modellen. Objekten kan även kallas element.



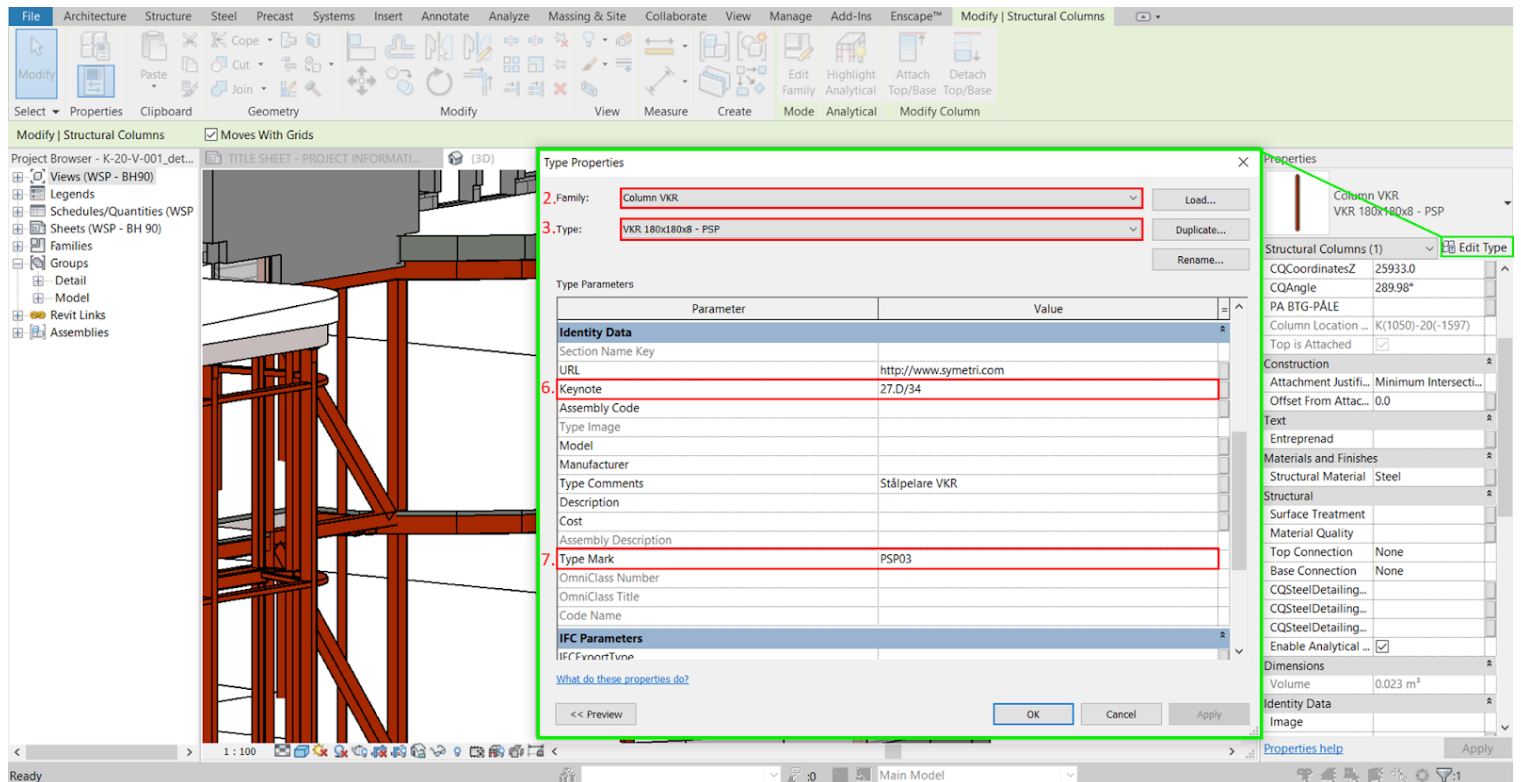
Figur 7 - Illustration av hierarkin i Revit.

Varje steg i hierarkin innehåller *Parameters* (parametrar) där information kan lagras. Informationen i en familj delas med alla familjetyper och instanser som tillhör nämnd familj (Click2bim, 2022). För att få fram information om element finns det olika parametrarna inbyggda i Revit där programmet delvis själv fyller på med information från tex. geometrier och inbyggda material. I dessa parametrar kan även projektören, vilket i detta fall är en konstruktör, fylla på med information som kravställs.



Figur 8 - Bilden visar information i de olika nivåerna om det valda elementet i modellen.

- 1: Category
- 2: Family
- 3: Family Type
- 4: Material-inbyggd familjeparameter
5. Volume-inbyggd familjeparameter



Figur 9 - Genom att klicka på "Edit Type" öppnas "Type Properties" där typegenskaper finns.

- 2: Family
- 3: Family Type
- 6: Keynote-bsab ifyllt manuellt av konstruktör
- 7: Type Mark-bip ifyllt manuellt av konstruktör

3.2.3.1 Klassificeringskoder

Klassificeringskoderna bip och bsab hämtas från familjeparametrar i modellen. Dessa koder är manuellt inlagda av konstruktören och ibland finns den ena koden men inte den andra inlagd. Det finns således tillfälle för automatisering av översättning mellan dem.

För att kunna översätta koderna skapades ett Excel-ark med två kolumner där den ena förses med bsab-kod och den andra med dess motsvarande bip-kod utifrån bipkoder.se. Dynamo läser in Excel-filen och söker med hjälp av en pythonkod (Bilaga 1.1) igenom modellen efter familjetyper där klassificeringskoden från endast ett av klassificeringssystemen finns. Vid träff söker programmet igenom Excel-arket efter en match mellan klassificeringskoden som hittats i parametern för familjetyper och dem i Excel-arket. Den motsvarande klassificeringskoden fylls sedan på i en lista och sparas undan.

En del bip-koder översätts till samma bsab-kod. Om en sådan bsab-kod förekommer i modellen kan Dynamokoden inte med säkerhet säga vilken bip-kod som bsab-koden syftar på, utan skriver i stället med alla potentiella bip-koder. Ett exempel på detta är bsab-koden 27.C som översätts till "YVB, YVK". Då både bsab-och bip-kod redan finns inlagda i familjetyper eller om en kod inte matchar med någon i Excel-arket händer ingenting.

	A	B	C	D	E	F
1	BSAB till BIP	RA	45.BH	BIP till BSAB	RA	45.BH
2		P, PB, PS	15.SB		PB	15.SB
3		PF, PP	15.SE		PS	15.SB
4		PH	15.SF		P	15.SB
5		GP	15.SG		PF	15.SE
6		GB	15.SJ		PP	15.SE
7		GM	15.SK		PH	15.SF
8		FU	15.ST		GP	15.SG
9		IVB	27.B		GB	15.SJ
10		YVB, YVK	27.C		GM	15.SK
11		BP	27.D/11		FU	15.ST
12		SP	27.D/34		IVB	27.B
13		TP	27.D/35		YVB	27.C
14		LP	27.D/35		YVK	27.C
15		P	27.D		P	27.D
16		BB	27.E/11		BP	27.D/11
17		SB	27.E/34		SP	27.D/34
18		STR	27.E/34		TP	27.D/35
19		TB	27.E/35		LP	27.D/35
20		LB	27.E/35		B	27.E
21		B, KB	27.E		KB	27.E
22		BPL	27.F/11		BB	27.E/11
23		BJL	27.F		SB	27.E/34
24		YTS	27.G		STR	27.E/34
25		BPLP	27.HC/31		TB	27.E/35
26		H1	27.HFB		LB	27.E/35
27		YT	41.A		BJL	27.F
28		BJLT, YK	41.C		BPL	27.F/11
29		BJLV	41.D		YTS	27.G
30		J3, MK3, MR3, RG3,	41.E		BPLP	27.HC/3
31		SRS	41.FD		YT	41.A
32		TA	41.FE		BJLT	41.C

Figur 11 – Utdrag ur Excel-ark för översättning mellan bsab-och bip-kod, med ett exempel på ett fall där bsab-kod kan översättas till fler än en bip-kod.

Dessa koder fungerar sedan som underlag när en annan Pythonkod (Bilaga 1.2) översätter familjetypernas bsab-koder till boverkets klassificering. I stället för att en Excel-fil med översättningarna hämtas skrivs bsab-kod och korresponderande Boverketklassificering, enligt WSP's interna översättning, direkt i Pythonkoden.

```

59     elif list1[x][0] == "4" and list1[x][1] == "1":
60         list2[x] = "Klimatskärm"
61

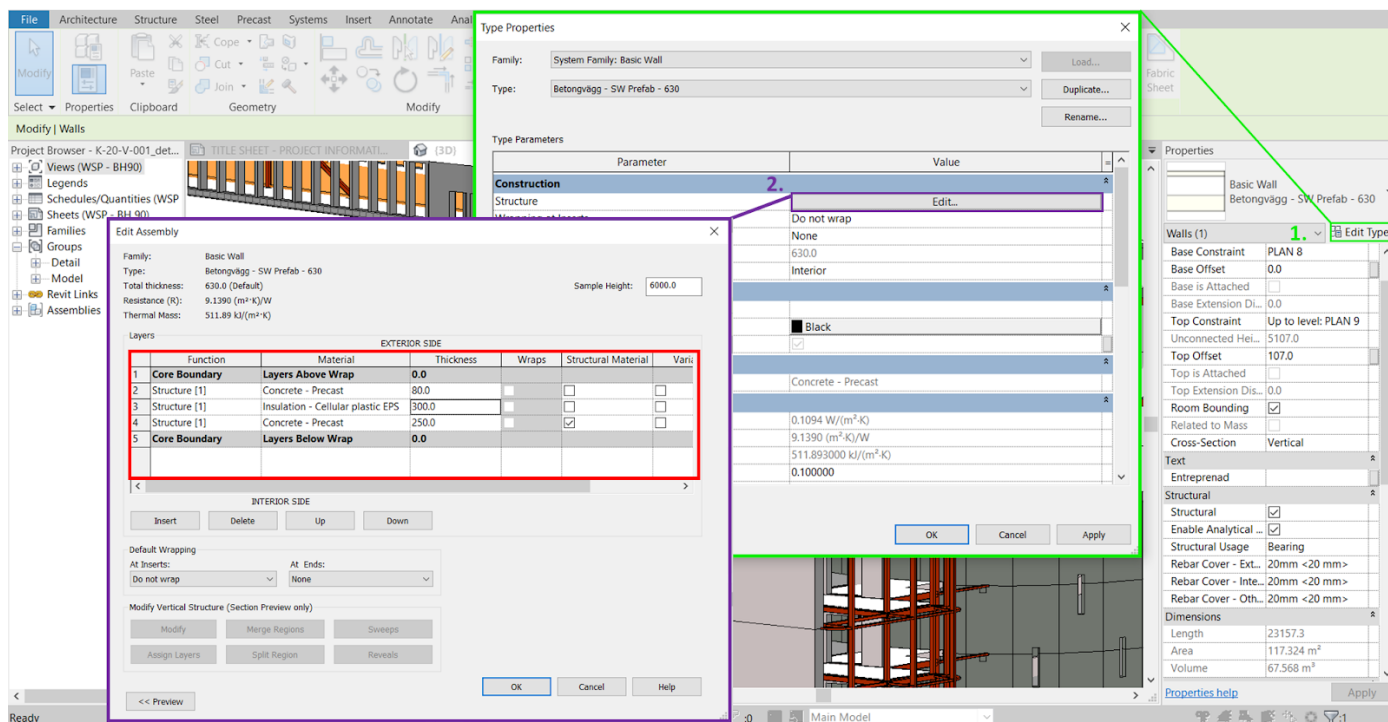
```

Figur 12 - Exempel på bsab och dess korresponderande "Boverket klassificering" i ett Pythonscript.

Dynamo skapar i samband med översättningen mellan bsab-kod och Boverkets uppdelning automatiskt en ny Shared parameter i Revit med namnet "Byggdel(Boverket)". Parametern skapas för hela projektet oavsett vilka kategorier som är valda i Dynamo. I alla familjetyper där en översättning från bsab till boverkets klassificering är möjlig, hamnar det korresponderande värdet i den nya parametern.

3.2.3.2 Material, area och volym

När väggar och bjälklag är modellerade i skikt hämtar Dynamo materialinformation från parametern *Structure*. I parametern finns det information om vilka material och tjocklekar de olika skikten består av. Efter att Dynamokoden hämtat och summerat arean för varje familjetyper beräknas den totala volymen per material i Dynamo (Bilaga 2).



Figur 13 - Här hittas skiktindelningen med material och tjocklek i en av väggarna.

De andra kategorierna som behandlas besitter inte parametern *Structure* och har i stället en färdig parameter där volymen beräknats av Revit utifrån objektets geometri och material som hämtas ur familjeparameter, se figur 8.

Materialnamn för alla kategorier är intressanta dels som de är projekterade, men även i förenklad form. För att döpa om samma material till ett gemensamt namn för hela projektet skrivs ytterligare en Pythonkod (Bilaga 1.3). Koden söker igenom parametrarna *materialnamn*, *familjetyp* och *familj* efter sökord, tex. stenull, precast, steel och GL (hållfasthetsklass för limträ). Varje sökord korresponderar till en enklare och projektgemensam materialbenämning. Resultatet blir att alla familjetyper innehållande samma material kommer heta exakt samma sak vilket tillåter användaren att filtrera på ett materialnamn i Excel-arket. Detta gör att det går att sortera på material även i de fall där materialparametern inte är ifylld. Det finns risk att detaljerad information om materialet, tex. betongklass (C30/37), försvinner vid denna förenkling, därför bevarar Dynamo även de ursprungliga materialbenämningarna.

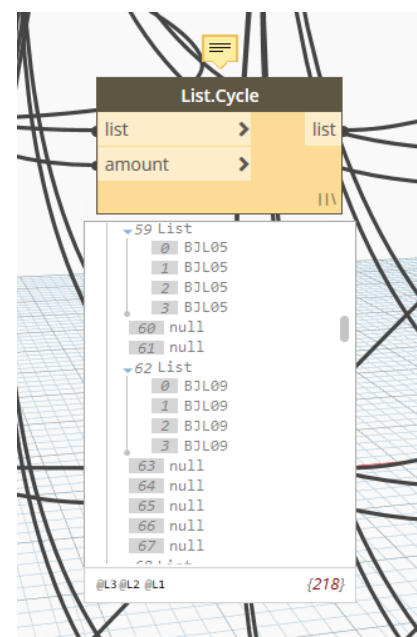
1	Family Type	Material	Materialname in model
2			
3	Betongvägg - Platsgjuten - 1000 WP	Concrete, Cast in place	Concrete - Cast-in-Place Waterproof
4			
5	140x675	Glulam	Wood - GL30

Figur 14 - Exempel på förenklat materialnamn i rött och ursprungligt materialnamn i grönt för en vägg och en balk.

3.2.3.3 Listhantering

För att funktionerna i Dynamokoden ska fungera krävs en del datamanipulering och listhantering. Detta innebär allt från att se till att tomma index i en lista inte får "värdet" null, ändra strings mellan versaler och gemener och se till att rätt nod tilldelas rätt datatyp. Om inte formatet på datan stämmer finns det risk att en Dynamonod eller funktion i ett Pythonscript inte kan läsa eller jobba med informationen, vilket resulterar i att koden i sin helhet inte fungerar.

På flera ställen i Dynamokoden, speciellt då Pythonkod används, går det inte alltid att upprätthålla god struktur och ordning mellan listor. Kopplingen mellan en viss information och dess tillhörande kan då gå förlorad. Vid dessa tillfällen går det att med ytterligare en Pythonkod (Bilaga 1.5) spara index på berörd information. Det går sedan i senare skeden att hitta vad informationen tillhör genom att kolla korresponderande index i listan med ID.



Figur 15 - Exempel på nod som visar felmeddelande som resultat på att den "innehåller" null på en del index.

3.2.3.4 Export till Excel

När all relevant information har hämtats och härletts från modellen genom Dynamo ska informationen exporteras till en Excel-fil. För att informationen ska vara tydlig och läsbar infogas tomma rader och rubriker i listorna i Dynamo, som sedan kommer synas i Excel-arket. När programmet körs får användaren specificera en Excel-fil där informationen från modellen hamnar. Excel-filen består av två blad: "Information overview" vilket visar en snabb överblick över alla familjetyper i modellen med tillhörande information och en med mer detaljerad information med namnet "Detailed information".

3.3 Delstudie 2: Göra ändringar och berika modellen

Det är resurskrävande att manuellt fylla på information i modellen vilket gör att det finns ett stort värde i att automatiskt kunna härleda och berika modellen med information. Mycket information som går att fylla på i modellen är värdefull, men speciellt den som brukar finnas med i kravställningen, som bsab-och bip-koder.

3.3.1 Berika modellen med ny information

Utöver arbetet i delstudie 1 fanns även önskemål om att kunna berika modellen med den information som tidigare härletts fram samt kunna göra ändringar i informationen. Detta löses med ytterligare en Dynamokod som hämtar information från Excel-filen från delstudie 1 och laddar in den i modellen. Dynamokoden läser in hela Excel-arket från delstudie 1 och det specificeras sedan vilka kolumner som information ska hämtas ifrån. Förutom de kolumner med intressant information hämtas alltid kolumnen med elementets ID.

Elementens ID används för att senare kunna hitta tillbaka till rätt familjetyp som en viss information tillhör. Eftersom listan från Excel består av tomma rader och upprepningar till följd av tidigare strukturering av Excel-arket används en Pythonkod (Bilaga 1.4) för att optimera koden. Pythonkoden söker igenom kolumnen med ID från Excel-arket och sparar ner index för alla unika ID i en ny lista som sedan kan användas till att hämta information från andra kolumner.

H	I	J
27.A	-	1223993
27.A	-	1223993
27.A	-	1223993
27.A	-	1223993
27.A	-	1223993
27.A	-	1223993
27.A	-	1223993
27.A	-	1223993
27.A	-	1223993
27.A	-	1223993
27.B/31	IVB	1396060
27.B/31	IVB	1396126
27.B/31	IVB	1396126
27.B/31	IVB	1396126
27.B/11	IVB	1415305

Figur 16 - Exempel på hur Pythonkoden tillåter att endast hämta information från rader med unika ID (Kolumn J).

Informationen från varje kolumn blir till en lista med information i Dynamo. Samtidigt hämtas den nuvarande informationen som finns i motsvarande parameter ur modellen m.h.a listan med ID från Pythonscriptet ovan och skapar en lista över den. De två listorna jämförs med hjälp av ett annat Pythonscript (Bilaga 1.5) där index för skillnader sparas. Dessa index används sedan för att hämta och matcha ID och information från listor i dynamo. Listan med ID används även för att precisera i vilka familjetyper information ska skrivas.

3.3.2 Göra ändringar i modellen genom Excel

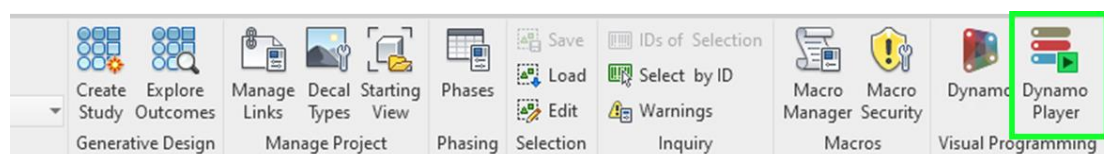
Detta tillåter även användaren att göra ändringar i Excel-filen och sedan synka dem med modellen. Dynamokoden i sin nuvarande form hämtar endast information från kolumnerna med bsab-och bip-koder och kan därmed inte göra några andra ändringar.

3.4 Handhavande

Användandet av Dynamokoderna ska vara enkel och kunna köras av användare utan större kunskap i Revit eller Dynamo. Funktionen Dynamo Player gör det möjligt att köra koder i Revit utan att öppna programmet Dynamo. Det går även att tillåta användaren specificera förbestämda inputs i Dynamo Player utan att ändra i Dynamokoden.

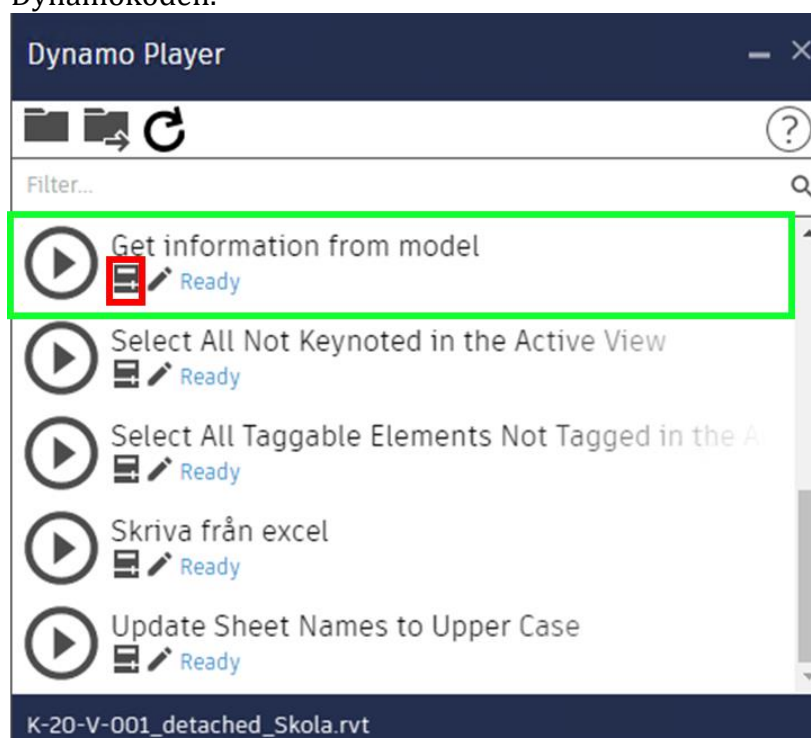
3.4.1 Dynamo Player

Filerna med Dynamokoderna kan flyttas till filkatalogen för Dynamo Player och kan därigenom köras utan att användaren behöver starta programmet Dynamo. Dynamo Player hittas under *Manage*-fliken enligt bild nedan.



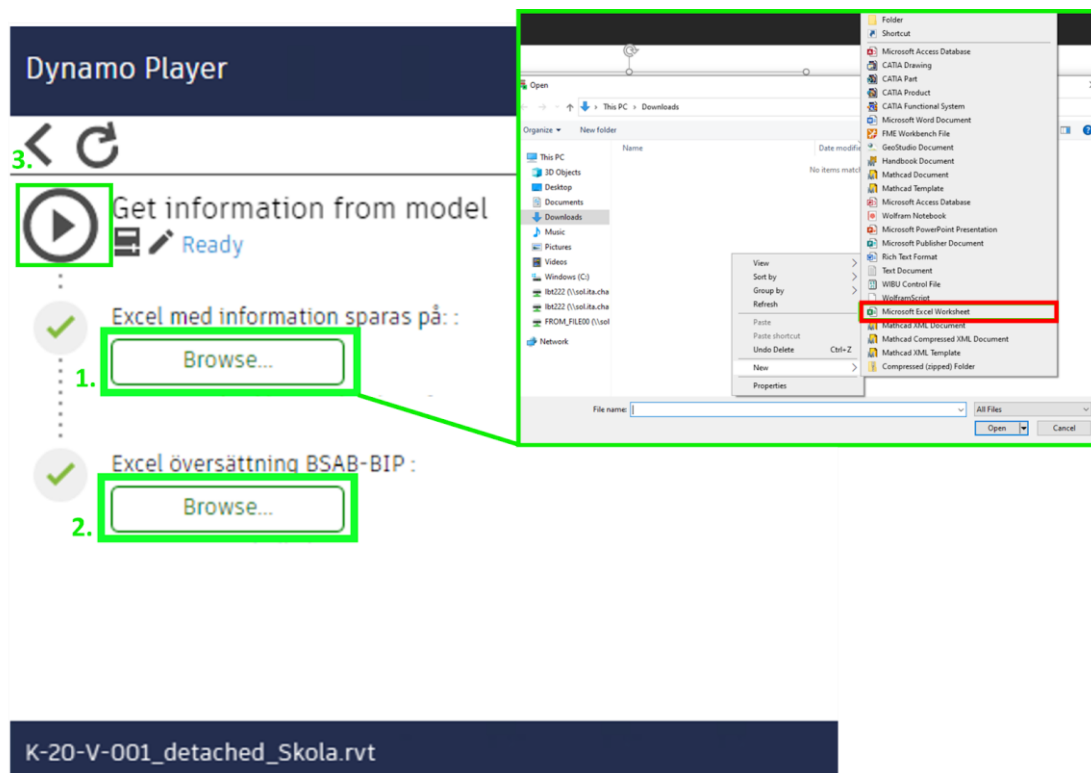
Figur 17 - Dynamo Player under manage-fliken

Efter att funktionen *Get information from model* hittas i listan i Dynamo Player ska knappen *Edit inputs* klickas på för att sen mata in alternativ för Dynamokoden.



Figur 18 - Dynamokoden inlagd i Dynamo Player med knappen Edit inputs i rött.

Filkatalog för Excel-filen med informationen sedan bestämmas. Klicka på *Browse* under “Excel med information sparas på:” och skapa sedan en Excel-fil med valfritt namn på valfritt ställe. I *Browse* under “Excel översättning BSAB-BIP:” väljs den förutfattade filen med översättning mellan bsab-och bip-koder. När den stora “Run script”-symbolen klickas körs programmet med Dynamokoden och Excel-filen öppnas därefter automatiskt.



Figur 19 - Filkatalog för excelfiler som används av programmet bestäms av användaren.

Dynamokoden för att berika eller ändra i modellen fungerar på samma sätt genom Dynamo Player, men kräver endast att användaren specificerar filkatalogen för Excel-filen som koden hämtar informationen från.

3.4.2 Krav för koden

För att alla funktioner i Dynamokoden ska fungera krävs följande förberedelser.

- Översättningen mellan bsab-och bip-koder kräver ett Excel-ark med koderna och dess översättning.
- För att den nya parametern Byggdelar (Boverket) ska skapas behöver det sedan tidigare finnas en *Shared parameter file* för projektet. Det finns inga ytterligare krav på var filen ska vara placerad eller vad den ska innehålla.
- Dynamokoden består till viss del av noder från nedladdade paket, dessa paket heter Clockwork och GeniusLocis och måste vara installerade på datorn som Dynamokoden körs på.

4 Resultat

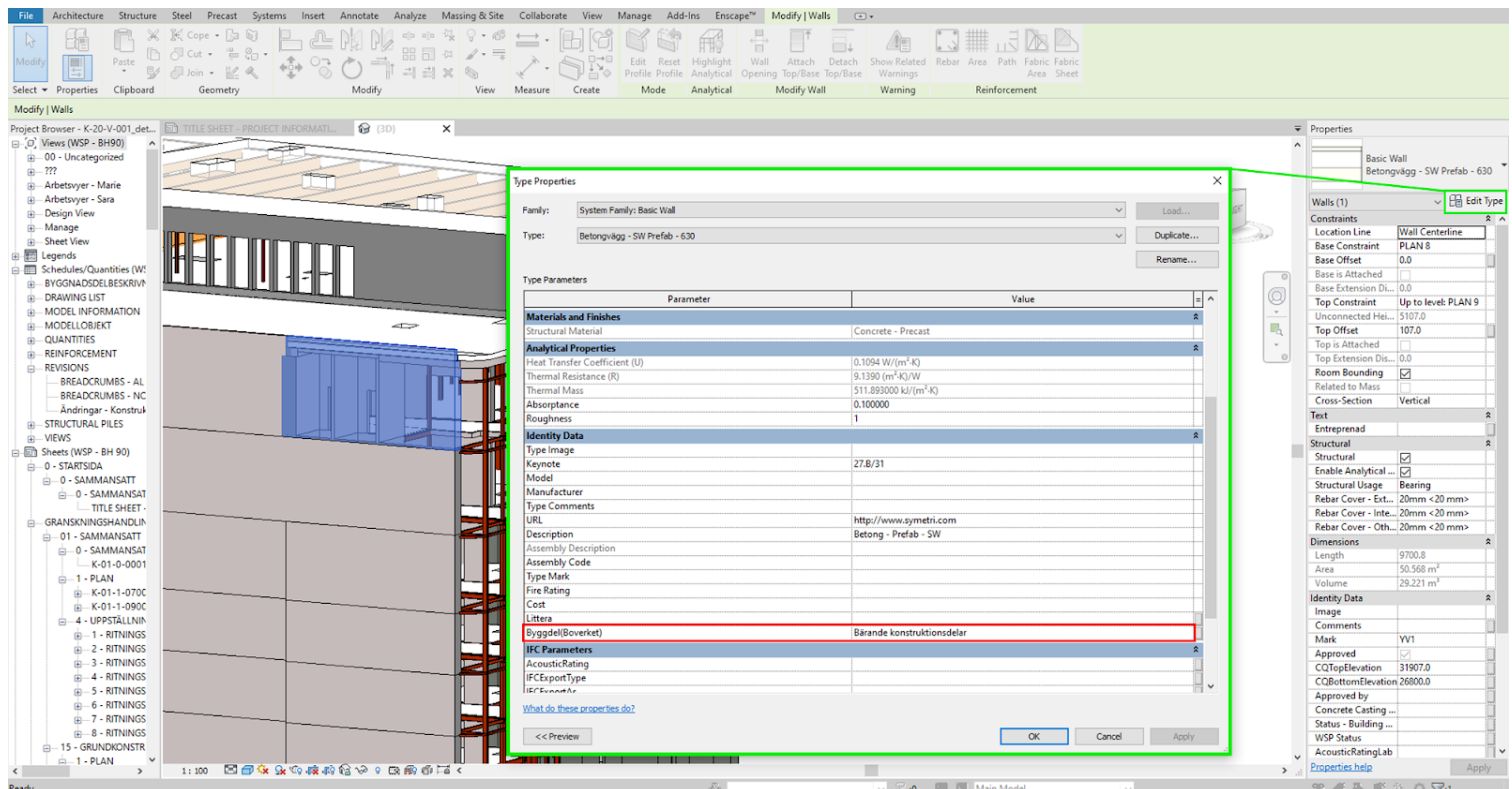
Slutresultatet av det laborativa arbetet i fallstudien är två Dynamokoder. Den ena med funktion att hämta, sammanställa, sortera och presentera relevant information för utförande av klimatberäkningar. Den andra med förenklad process att göra ändringar och berika modellen. Kapitlet redogör för de konkreta resultat Dynamokoderna medför.

4.1 Resultat: delstudie 1

Utfall av Dynamokoden från delstudie 1 är en Excel-fil med information relevant för klimatberäkningar hämtad och härledd från modellen samt en ny automatiskt skapad parameter med Boverkets klassificering för alla familjetyper. Vilken hårdvara och modell som Dynamokoden körs på har stor betydelse för körtiden. När modellen från fallstudien körs på en dator med en Intel Core i5-8500 är körtiden en till två minuter.

4.1.1 Automatiskt genererad parameter

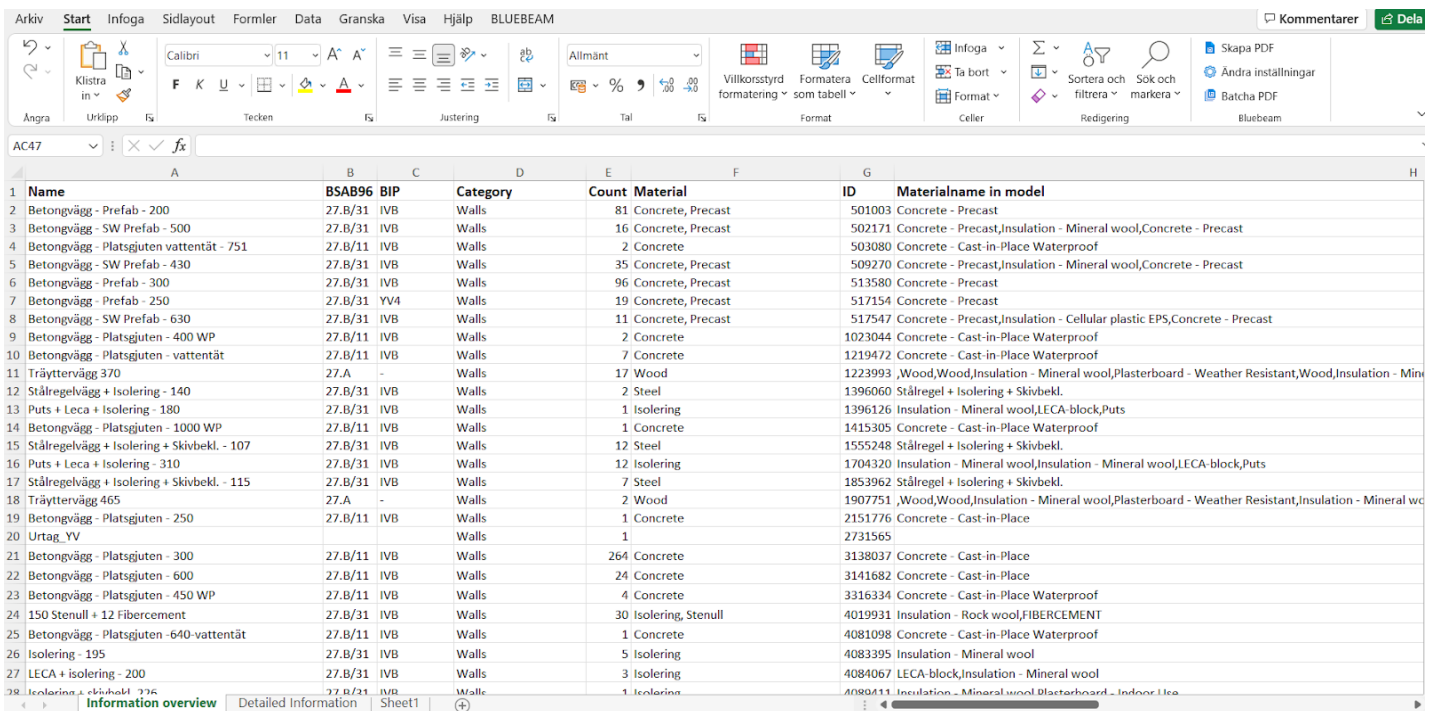
Dynamokoden skapar en ny familjeparameter vid namnet "Byggdel(Boverket)" för alla familjetyper som även fylls i med klassificeringen härledd från bsab-koden för samma familjetyper.



Figur 20 - Klassificeringskod från boverket automatisk berikad till en automatisk skapad parameter i en vägg.

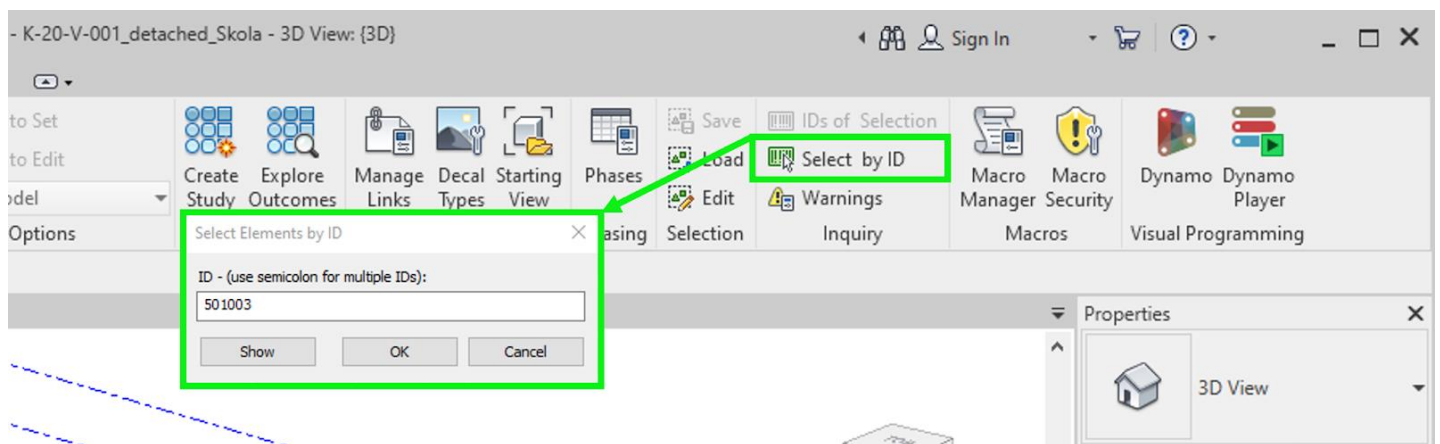
4.1.2 Excel-fil: Information från Revit

Resultatet av hela Dynamokod i delstudie 1 är en Excel-fil bestående av två blad. I filen presenteras de olika familjetyper som finns i modellen tillsammans med information relevant inför klimatberäkningar. Bladet "Information Overview" skapas för att få en överblick över modellens innehåll. Där presenteras följande information för varje familjetypp: bsab-och bip-kod, kategoritillhörighet, antal i modellen, material och element-ID. Om det är något som är oklart är det enkelt att använda kolumnen ID för att hitta ett exempel på element från familjetypen och söka på det i Revit. Det går sedan att i Revit att se vad det är för typ av element, läsa av annan information som inte presenteras på Excel-arket och göra ändringar.



Name	BSAB96	BIP	Category	Count	Material	ID	Materialname in model
Betongvägg - Prefab - 200	27.B/31	IVB	Walls	81	Concrete, Precast	501003	Concrete - Precast
Betongvägg - SW Prefab - 500	27.B/31	IVB	Walls	16	Concrete, Precast	502171	Concrete - Precast,Insulation - Mineral wool,Concrete - Precast
Betongvägg - Platsgjuten vattentät - 751	27.B/11	IVB	Walls	2	Concrete	503080	Concrete - Cast-in-Place Waterproof
Betongvägg - SW Prefab - 430	27.B/31	IVB	Walls	35	Concrete, Precast	509270	Concrete - Precast,Insulation - Mineral wool,Concrete - Precast
Betongvägg - Prefab - 300	27.B/31	IVB	Walls	96	Concrete, Precast	513580	Concrete - Precast
Betongvägg - Prefab - 250	27.B/31	IV4	Walls	19	Concrete, Precast	517154	Concrete - Precast
Betongvägg - SW Prefab - 630	27.B/31	IVB	Walls	11	Concrete, Precast	517547	Concrete - Precast,Insulation - Cellular plastic EPS,Concrete - Precast
Betongvägg - Platsgjuten - 400 WP	27.B/11	IVB	Walls	2	Concrete	1023044	Concrete - Cast-in-Place Waterproof
Betongvägg - Platsgjuten - vattentät	27.B/11	IVB	Walls	7	Concrete	1219472	Concrete - Cast-in-Place Waterproof
Träyttervägg 370	27.A	-	Walls	17	Wood	1223993	,Wood,Wood,Insulation - Mineral wool,Plasterboard - Weather Resistant,Wood,Insulation - Min
Stålrregelvägg + Isolering - 140	27.B/31	IVB	Walls	2	Steel	1396060	Stålrregel + Isolering + Skivbekl.
Puts + Leca + Isolering - 180	27.B/31	IVB	Walls	1	Isolering	1396126	Insulation - Mineral wool,LECA-block,Puts
Betongvägg - Platsgjuten - 1000 WP	27.B/11	IVB	Walls	1	Concrete	1415305	Concrete - Cast-in-Place Waterproof
Stålrregelvägg + Isolering + Skivbekl. - 107	27.B/31	IVB	Walls	12	Steel	1555248	Stålrregel + Isolering + Skivbekl.
Puts + Leca + Isolering - 310	27.B/31	IVB	Walls	12	Isolering	1704320	Insulation - Mineral wool,Insulation - Mineral wool,LECA-block,Puts
Stålrregelvägg + Isolering + Skivbekl. - 115	27.B/31	IVB	Walls	7	Steel	1853962	Stålrregel + Isolering + Skivbekl.
Träyttervägg 465	27.A	-	Walls	2	Wood	1907751	,Wood,Wood,Insulation - Mineral wool,Plasterboard - Weather Resistant,Insulation - Mineral wc
Betongvägg - Platsgjuten - 250	27.B/11	IVB	Walls	1	Concrete	2151776	Concrete - Cast-in-Place
Urtag_YV			Walls	1		2731565	
Betongvägg - Platsgjuten - 300	27.B/11	IVB	Walls	264	Concrete	3138037	Concrete - Cast-in-Place
Betongvägg - Platsgjuten - 600	27.B/11	IVB	Walls	24	Concrete	3141682	Concrete - Cast-in-Place
Betongvägg - Platsgjuten - 450 WP	27.B/11	IVB	Walls	4	Concrete	3316334	Concrete - Cast-in-Place Waterproof
150 Stenull + 12 Fibercement	27.B/31	IVB	Walls	30	Isolering, Stenull	4019931	Insulation - Rock wool,FIBERCEMENT
Betongvägg - Platsgjuten - 640-vattentät	27.B/31	IVB	Walls	1	Concrete	4081098	Concrete - Cast-in-Place Waterproof
Isolering - 195	27.B/31	IVB	Walls	5	Isolering	4083395	Insulation - Mineral wool
LECA + isolering - 200	27.B/31	IVB	Walls	3	Isolering	4084067	LECA-block,Insulation - Mineral wool
Isolering + skivbekl. 276	27.B/31	IVB	Walls	1	Isolering	4084111	Insulation - Mineral wool,Plasterboard - Indoor,Lea

Figur 21 - Excel-arket "Information Overview".



Figur 22 - Exempel på hur ett element kan sökas upp med ett ID

På bladet "Detailed Information" finns dels samma information som i "Information Overview", men det visar också mer detaljerad information. Där presenteras dessutom area, volym och alla skikt, inklusive material och tjocklek, för familjetyperna. För att Excel-arket ska vara tydligt och läsvänligt skiljer två tomma rader familjetyperna från varandra. "Material" visar det förenklade projektgemensamma materialnamnet och skapar förutsättningar för enkel filtrering. "Materialname in model" visar det ursprungliga namnet på materialen för att inte gå miste om detaljer.

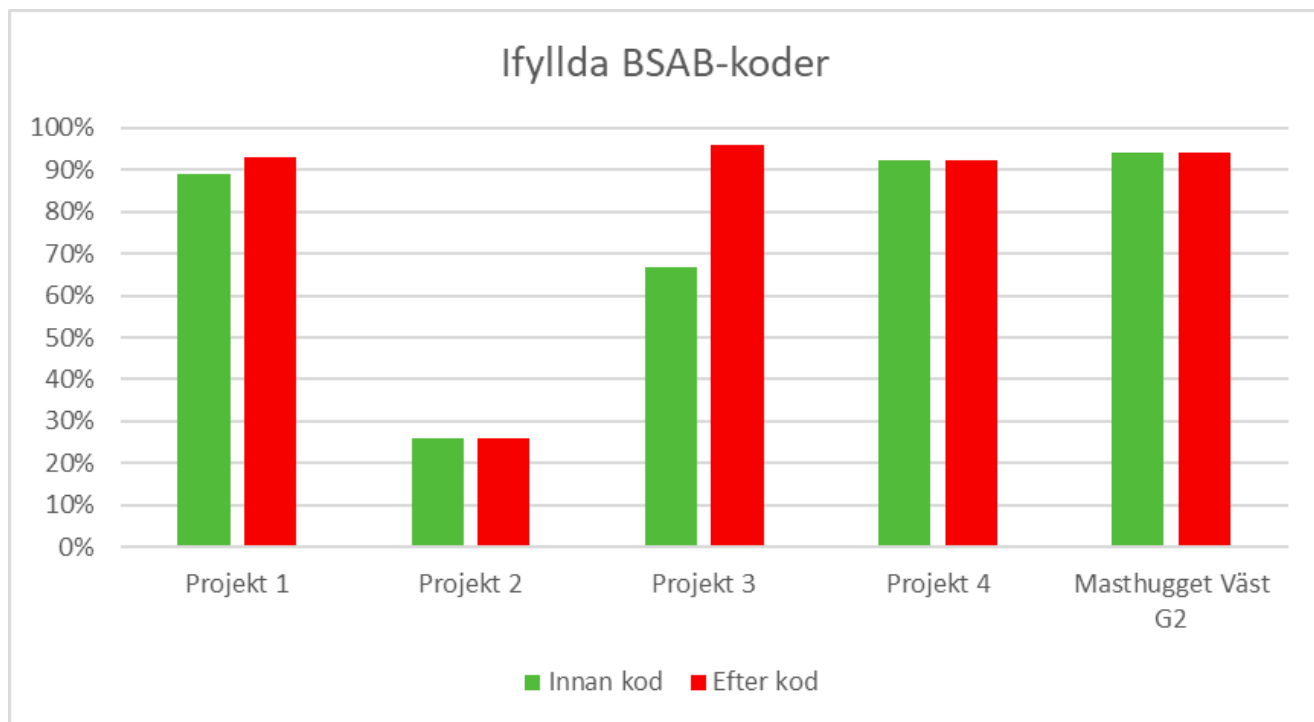
Strukturen på Excel-arket gör det möjligt att filtrera efter flera olika rubriker vilket underlättar vid klimatberäkningar där klimatpåverkan ska beräknas per kategori, material, byggdel etc.

Family Type	Material	Volume	Area	Thickness	Count	Category	BSAB96	BIP	Byggdel(Boverket)	ID	Materialname in model
Betongvägg - Prefab - 200	Concrete, Precast	235,407424	1177,03712	0,2	81	Walls	27.B/31	IVB	Bärande konstruktionsdelar	501003	Concrete - Precast
Betongvägg - SW Prefab - 500	Concrete, Precast	58,455872	389,705814	0,15	16	Walls	27.B/31	IVB	Bärande konstruktionsdelar	502171	Concrete - Precast
Betongvägg - SW Prefab - 500	Isolering, mineralull	38,9705814	389,705814	0,1	16	Walls	27.B/31	IVB	Bärande konstruktionsdelar	502171	Insulation - Mineral wool
Betongvägg - SW Prefab - 500	Concrete, Precast	97,4264534	389,705814	0,25	16	Walls	27.B/31	IVB	Bärande konstruktionsdelar	502171	Concrete - Precast
Betongvägg - Platsgjuten vattentät - 751	Concrete, Cast in place	3,0154135	4,02055133	0,75	2	Walls	27.B/11	IVB	Bärande konstruktionsdelar	503080	Concrete - Cast-in-Place Waterproof
Betongvägg - SW Prefab - 430	Concrete, Precast	82,4607639	1030,75955	0,08	35	Walls	27.B/31	IVB	Bärande konstruktionsdelar	509270	Concrete - Precast
Betongvägg - SW Prefab - 430	Isolering, mineralull	103,075955	1030,75955	0,1	35	Walls	27.B/31	IVB	Bärande konstruktionsdelar	509270	Insulation - Mineral wool
Betongvägg - SW Prefab - 430	Concrete, Precast	257,689887	1030,75955	0,25	35	Walls	27.B/31	IVB	Bärande konstruktionsdelar	509270	Concrete - Precast
Betongvägg - Prefab - 300	Concrete, Precast	440,413771	1468,0459	0,3	96	Walls	27.B/31	IVB	Bärande konstruktionsdelar	513580	Concrete - Precast
Betongvägg - Prefab - 250	Concrete, Precast	372,477849	1489,9114	0,25	19	Walls	27.B/31	YV4	Bärande konstruktionsdelar	517154	Concrete - Precast
Betongvägg - SW Prefab - 630	Concrete, Precast	81,4186571	1017,73321	0,08	11	Walls	27.B/31	IVB	Bärande konstruktionsdelar	517547	Concrete - Precast
Betongvägg - SW Prefab - 630	Insulation - Cellular plastic EPS	305,319964	1017,73321	0,3	11	Walls	27.B/31	IVB	Bärande konstruktionsdelar	517547	Insulation - Cellular plastic EPS
Betongvägg - SW Prefab - 630	Concrete, Precast	254,433304	1017,73321	0,25	11	Walls	27.B/31	IVB	Bärande konstruktionsdelar	517547	Concrete - Precast
Betongvägg - Platsgjuten - 400 WP	Concrete, Cast in place	1,73996749	4,34991872	0,4	2	Walls	27.B/11	IVB	Bärande konstruktionsdelar	1E+06	Concrete - Cast-in-Place Waterproof

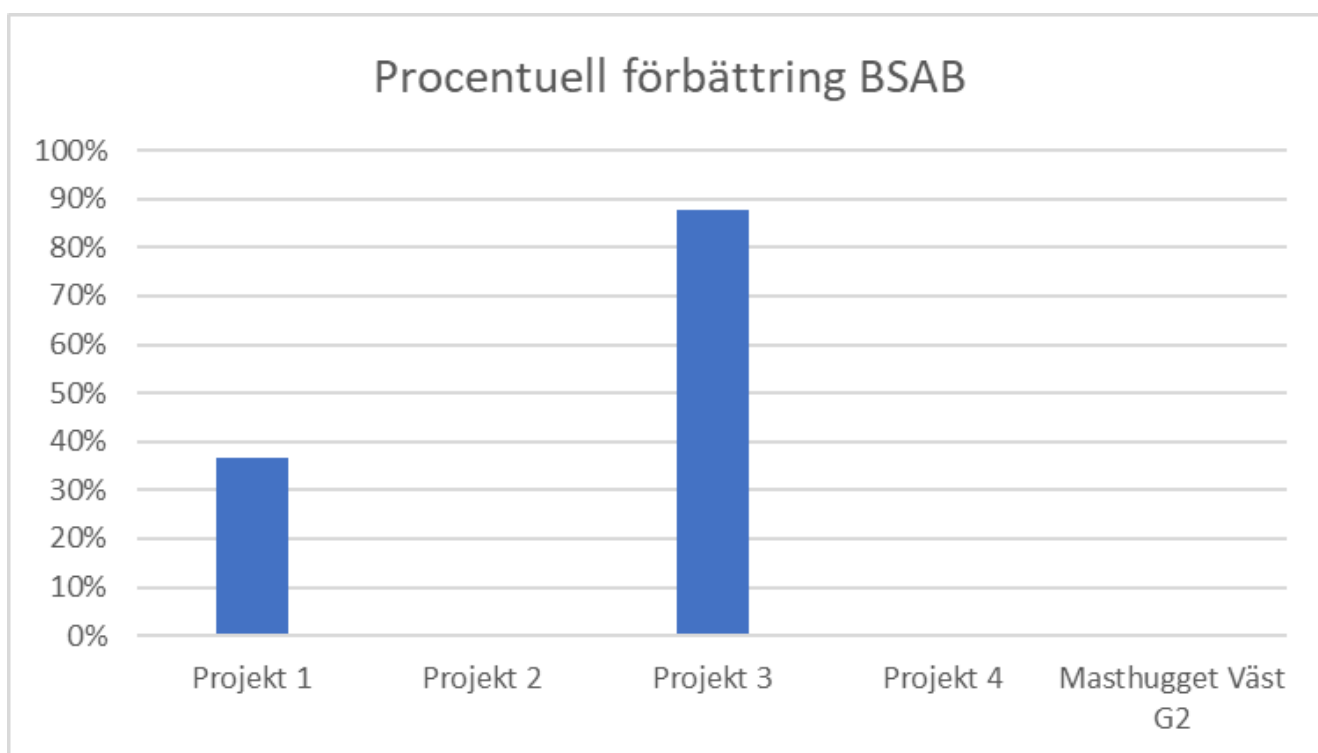
Figur 23 - Excel-arket "Detailed Information", "Formaterad som tabell" för att möjliggöra filtrering.

4.1.3 Procentuell förbättring av klassificeringskoder

Översättningen mellan bsab-och bip-koder resulterar i att båda koderna finns för fler familjetyper i Excel-filen än i modellen. För att uppnå ett tydligare resultat av tillämpning av Dynamokoden praktiserades den på K-modellen i ytterligare fyra projekt tillhandahållna av WSP. Förbättringen redovisas för respektive projekt och klassificeringskod i stapeldiagram nedan.

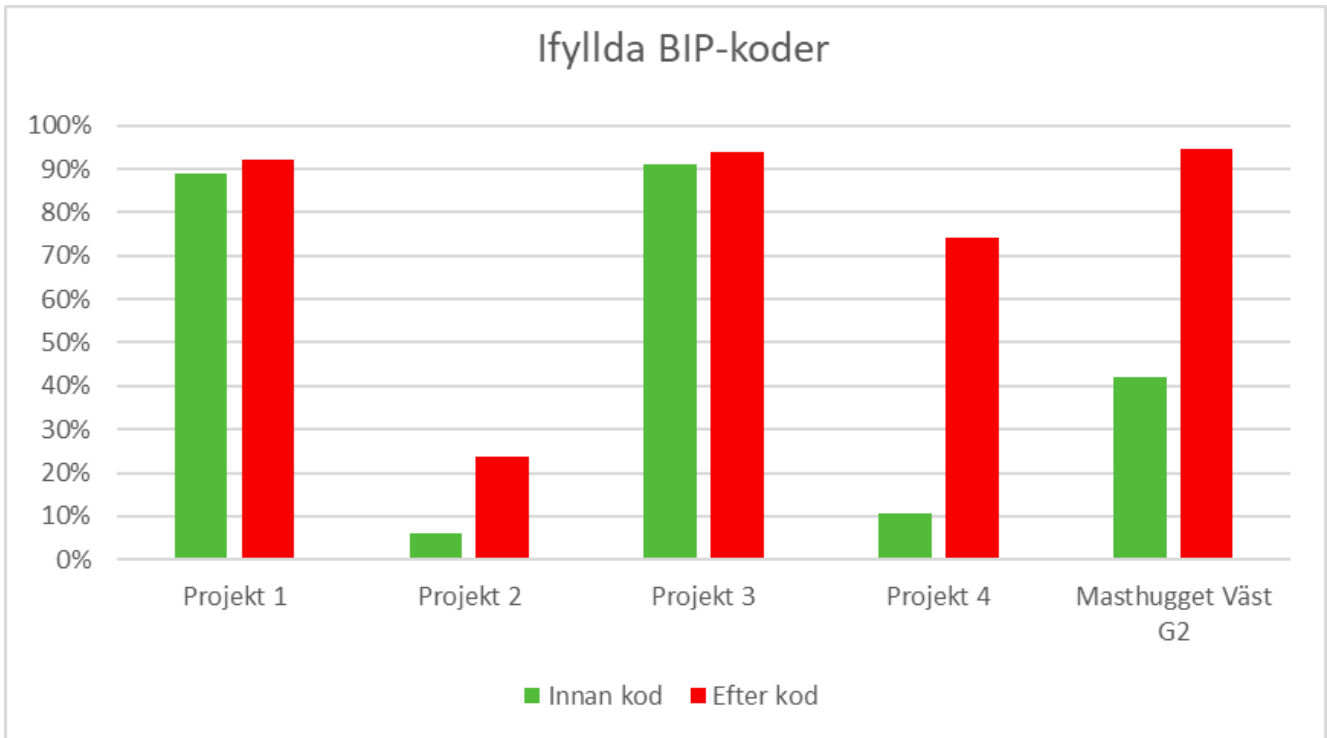


Figur 24 - Gröna staplar visar hur många procent av alla familjetyper i modellen som har en bsab-kod innan Dynamokoden körs, röda staplar visar detsamma efter att Dynamokoden körts.

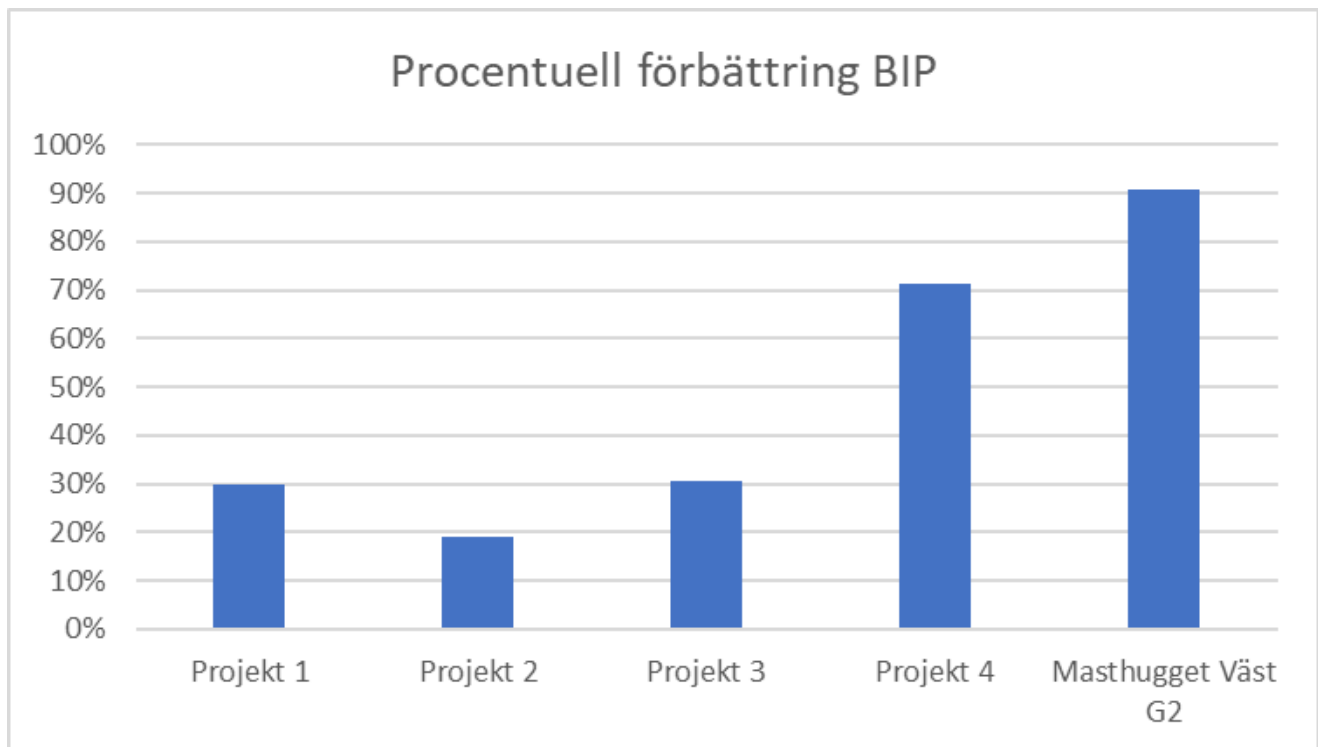


Figur 25 - Diagrammet visualiserar den procentuella förbättringen av andelen familjetyper med bsab-koder.

Diagrammet beskriver den procentuella förbättringen av antalet element utan bsab-kod, som fick ett värde efter att koden körts.



Figur 26 - Gröna staplar visar hur många procent av alla familjetyper i modellen som har en bip-kod innan Dynamokoden körts, röda staplar visar detsamma efter att Dynamokoden körts.

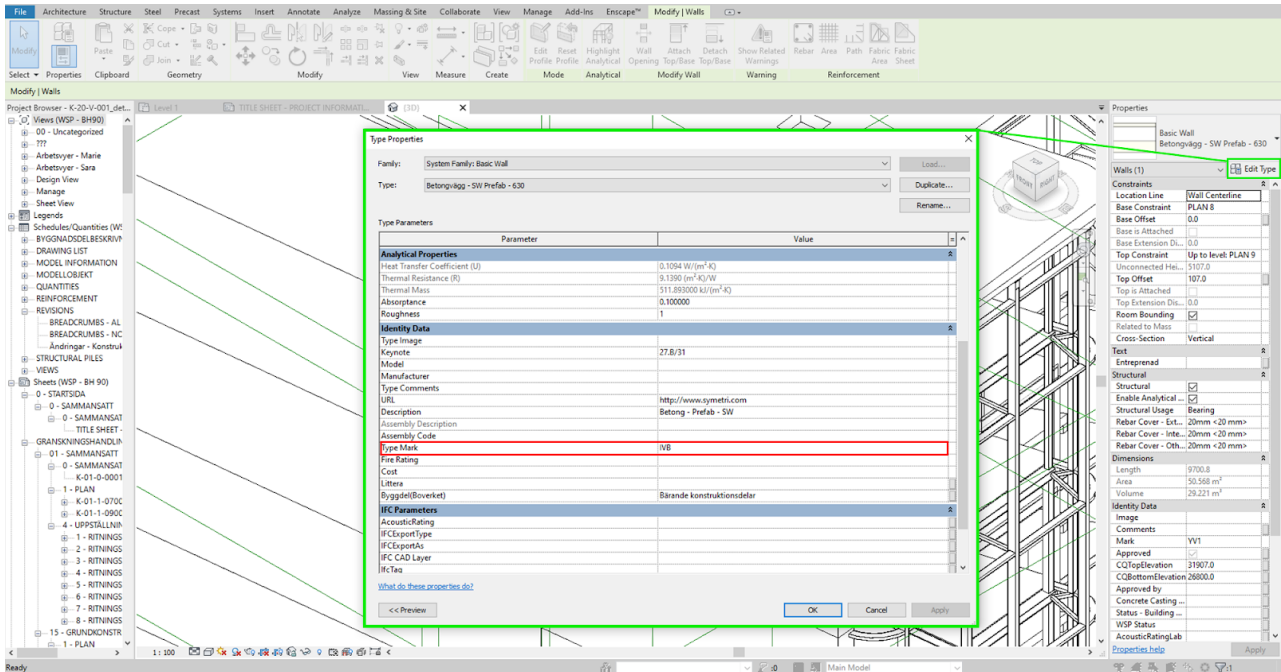


Figur 27 - Diagrammet visualiserar den procentuella förbättringen av andelen familjetyper med bip-koder.

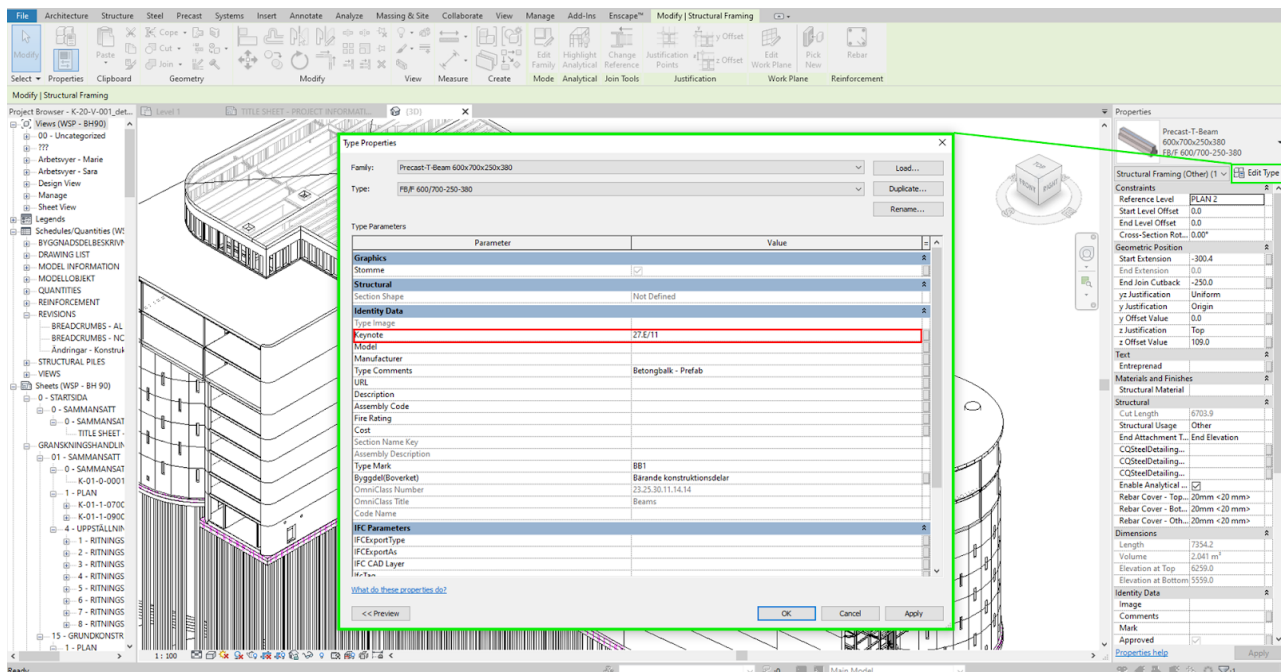
Diagrammet beskriver den procentuella förbättringen av antalet element utan bip-kod, som fick ett värde efter att koden körts.

4.2 Resultat: delstudie 2

Dynamokoden i delstudie 2 är en påbyggnad på den första koden eftersom den använder sig utav dess Excel-fil. I delstudie 1 utfördes översättningen mellan klassificeringskoderna och i delstudie 2 förflyttas den informationen dessutom in i modellen. Dynamokoden skriver över alla bsab- och bip-koder i familjeparametrarna Keynote respektive Type Mark med information från Excel-arket där informationen i parametern och Excel-filen skiljer sig åt. Förutom att det går att ladda in fler klassificeringskoder i modellen finns också möjligheten att göra manuella ändringar direkt i Excel utan att behöva leta upp varje familjetyp i modellen.



Figur 28 - En vägg berikad med bip-kod från Excel



Figur 29 - En vägg berikad med bsab-kod från Excel

5 Diskussion

Utöver de konkreta resultat som redovisas under "Resultat" har Dynamokoderna skapat möjligheter att automatisera delar av arbetsgången.

5.1 Lösningar på problem

De problem som presenterades av miljökonsulten kan till viss del hanteras av den resulterande Dynamokoden i delstudie 1. Automatiseringen som Dynamokoden medför leder till en effektivisering av arbetsflödet för miljökonsulten där flera steg i den tidigare arbetsgången nu kan utföras i ett.

Ju färre krav en projektör behöver uppfylla desto större är sannolikheten att hela kravställningen uppfylls vilka kan lösa en del problem kring kravställningen. Den automatiska översättningen mellan bsab-och bip-koder gör det möjligt att i BIM-manualen kravställa på endast ett av klassificeringssystemen men ändå åstadkomma en modell där både bsab-och bip-koder finns. Momentet att manuellt översätta koder till Boverkets klassificering automatiseras likaså vilket ytterligare reducerar arbetsbördan. Resultatet visar tydlig förbättring för två av projekten när det kommer till bsab-koder och för bip-koder fylls alla modeller på med nya bip-koder i någon utsträckning. En förutsättning för att härledningen ska fungera är att en av klassificeringskoderna finns och är rätt enligt bipkoder.se vilket de inte alltid är i projektet för fallstudien.

I de fyra modeller som testats utanför fallstudien har ingen undersökning av kravställning utförts, men anledningen till sämre resultat angående berikning av bsab-kod kan hänvisas till avsaknaden av bip-koder. Vid jämförelse av diagrammen för ifyllda bsab respektive bip-koder går det att utläsa att alla projekt har en högre andel ifyllda bsab-koder, gentemot bip-koder innan Dynamokoden körs vilket påverkar förutsättningarna för översättningen. Den högre procentuella förbättringen av bip-koder beror på att det finns fler bsab-koder att översätta från. Trots att det enligt WSP's erfarenhet i större utsträckning kravställs på bip-koder i modellerna speglar det inte resultatet i fyra av de fem modeller som testades.

Hämtningen av area har genom Dynamokoden standardiserats och hämtas från samma parameter oavsett familjetyp. Konsekvensen av detta är att informationsinhämtningen blir mer konsekvent och risken för fel minskar.

Presentationen av de olika familjetypernas skiktindelning ger en klar överblick över hur objektet är uppbyggt och kan i många fall reducera arbetsmomentet att leta upp ritningar för att ta reda på vilket material och vilken tjocklek ett objekt består av. Detta gäller i de fall där kravet för modellering av väggar och golv uppfylls.

De förenklade materialbenämningarna underlättar arbetet med sortering och filtrering i Excel-arket. Det möjliggör ett sätt att filtrera över kategorigränserna och att sammanställa klimatpåverkan för respektive material. Att fortfarande ha kvar de materialnamn som konstruktören angett ger detaljerad materialinformation och ett ursprung på den nya informationen. Eftersom de

förenklade materialnamnen härleds genom att läsa av parametrarna materialnamn, familjetyp och familj möjliggör det att kolumnen med material i Excel-arket fylls i även för familjetyperna där materialparametern *Material* inte är innehåller information i modellen.

Den filtrering, listhantering och strukturering som Dynamokoden utför minskar det förberedande arbetet en miljökonsult behöver göra med informationen inför klimatberäkningarna. Det räcker att bestämma vilka kategorier som är intressanta och därefter presenteras information som är relevant på ett överskådligt sätt genom färre steg än tidigare. Utöver förenklingen av informationsexport från modellen har även möjligheten att berika modellen med information i efterhand av användare med begränsad Revitkunskap utökats. Programvaran Excel används för att både skriva till och från modellen eftersom färdigheter i Excel är betydligt vanligare än i Revit. Det möjliggör att fler personer kan göra ändringar i modellen trots begränsad BIM-kunskap.

5.1.1 Jämförelse med Simplebim

Det går att jämföra hur informationen presenteras efter export från Simplebim och hur den presenteras i Excel-arket *Information overview* efter körning av Dynamokoden.

En fördel som koden skapar är att informationen om varje familjetyp summeras på en rad i stället för att varje nytt element hamnar på en ny rad som det gör i Simplebim idag. Detta gör listan kortare och informationen enklare att både förstå och använda. Exempel på detta är att i Excel-filen från Simplebim är bladet "Wall" 785 rader lång medan Excel-arket *Information Overview* från Dynamokoden endast är 377 rader lång. Informationen från Dynamokoden är dessutom mer relevant till dess ändamål och tillhandahåller mer detaljerad information i arket *Detailed information*. Det går även att genom Dynamo ytterligare skraddarsy vilken information som visas och på vilket sätt. I Simplebim finns fler kolumner helt utan information eller med irrelevant information.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Name	BSAB96 BIP	Category	Count	Material	ID	Materialname in model	
2	Betongvägg - Prefab - 200	27.B/31 IVB	Walls	81	Concrete, Precast	501003	Concrete - Precast	
3	Betongvägg - SW Prefab - 500	27.B/31 IVB	Walls	16	Concrete, Precast	502171	Concrete - Precast,Insulation - Mineral wool,Concrete - Precast	
4	Betongvägg - Platsgjuten vattentät - 751	27.B/11 IVB	Walls	2	Concrete	503080	Concrete - Cast-in-Place Waterproof	
5	Betongvägg - SW Prefab - 430	27.B/31 IVB	Walls	35	Concrete, Precast	509270	Concrete - Precast,Insulation - Mineral wool,Concrete - Precast	
6	Betongvägg - Prefab - 300	27.B/31 IVB	Walls	96	Concrete, Precast	513580	Concrete - Precast	
7	Betongvägg - Prefab - 250	27.B/31 VV4	Walls	19	Concrete, Precast	517154	Concrete - Precast	
8	Betongvägg - SW Prefab - 630	27.B/31 IVB	Walls	11	Concrete, Precast	517547	Concrete - Precast,Insulation - Cellular plastic EPS,Concrete - Precast	
9	Betongvägg - Platsgjuten - 400 WP	27.B/11 IVB	Walls	2	Concrete	1023044	Concrete - Cast-in-Place Waterproof	
10	Betongvägg - Platsgjuten - vattentät	27.B/11 IVB	Walls	7	Concrete	1219472	Concrete - Cast-in-Place Waterproof	
11	Träyttervägg 370	27.A -	Walls	17	Wood	1223993	,Wood,Wood,Insulation - Mineral wool,Plasterboard - Weather Resistant,Wood,Insulation - Min	
12	Stålregelvägg + Isolering - 140	27.B/31 IVB	Walls	2	Steel	1396060	Stålregel + Isolering + Skivbekl.	
13	Puts + Leca + Isolering - 180	27.B/31 IVB	Walls	1	Isolering	1396126	Insulation - Mineral wool,LECA-block,Puts	
14	Betongvägg - Platsgjuten - 1000 WP	27.B/11 IVB	Walls	1	Concrete	1415305	Concrete - Cast-in-Place Waterproof	
15	Stålregelvägg + Isolering + Skivbekl. - 107	27.B/31 IVB	Walls	12	Steel	1555248	Stålregel + Isolering + Skivbekl.	
16	Puts + Leca + Isolering - 310	27.B/31 IVB	Walls	12	Isolering	1704320	Insulation - Mineral wool,Insulation - Mineral wool,LECA-block,Puts	
17	Stålregelvägg + Isolering + Skivbekl. - 115	27.B/31 IVB	Walls	7	Steel	1853962	Stålregel + Isolering + Skivbekl.	
18	Träyttervägg 465	27.A -	Walls	2	Wood	1907751	,Wood,Wood,Insulation - Mineral wool,Plasterboard - Weather Resistant,Insulation - Mineral wo	
19	Betongvägg - Platsgjuten - 250	27.B/11 IVB	Walls	1	Concrete	2151776	Concrete - Cast-in-Place	
20	Urtag_VV		Walls	1		2731565		
21	Betongvägg - Platsgjuten - 300	27.B/11 IVB	Walls	264	Concrete	3138037	Concrete - Cast-in-Place	
22	Betongvägg - Platsgjuten - 600	27.B/11 IVB	Walls	24	Concrete	3141682	Concrete - Cast-in-Place	
23	Betongvägg - Platsgjuten - 450 WP	27.B/11 IVB	Walls	4	Concrete	3316334	Concrete - Cast-in-Place Waterproof	
24	150 Stenull + 12 Fibercement	27.B/31 IVB	Walls	30	Isolering, Stenull	4019931	Insulation - Rock wool,FIBERCEMENT	
25	Betongvägg - Platsgjuten - 640-vattentät	27.B/11 IVB	Walls	1	Concrete	4081098	Concrete - Cast-in-Place Waterproof	
26	Isolering - 195	27.B/31 IVB	Walls	5	Isolering	4083395	Insulation - Mineral wool	
27	LECA + isolering - 200	27.B/31 IVB	Walls	3	Isolering	4084067	LECA-block,Insulation - Mineral wool	
28	Isolering + Skivbekl 226	27.B/31 IVB	Walls	1	Isolering	4084111	Insulation - Mineral wool,Plasterboard - Indoor Use	

Figur 30 – Alla element i familjetypen hamnar på en rad i arket "Information overview".

1	Wall								
2	Name	Object type	Tag	Roughness	Category	Reference	Load Bearing	Fire Rating	
3	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:501003	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	501003	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
4	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:501191	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	501191	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
5	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:501770	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	501770	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
6	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:502165	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	502165	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
7	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:502167	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	502167	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
8	Basic Wall:Betongvägg - SW Prefab - 500:502171	Basic Wall:Betongvägg - SW Prefab - 500	502171	305 mm	Walls	Betongvägg - SW Prefab - 500	SANT		
9	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:502173	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	502173	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
10	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:502445	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	502445	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
11	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:502447	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	502447	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
12	Basic Wall:Betongvägg - SW Prefab - 500:502451	Basic Wall:Betongvägg - SW Prefab - 500	502451	305 mm	Walls	Betongvägg - SW Prefab - 500	SANT		
13	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:502453	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	502453	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
14	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:502740	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	502740	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
15	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:502742	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	502742	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
16	Basic Wall:Betongvägg - SW Prefab - 500:502746	Basic Wall:Betongvägg - SW Prefab - 500	502746	305 mm	Walls	Betongvägg - SW Prefab - 500	SANT		
17	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:502748	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	502748	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
18	Basic Wall:Betongvägg - Platsgjutet vattentät - 751:503080	Basic Wall:Betongvägg - Platsgjutet vattentät - 751	503080	305 mm	Walls	Betongvägg - Platsgjutet vattentät - 751	SANT		
19	Basic Wall:Betongvägg - Platsgjutet vattentät - 751:503375	Basic Wall:Betongvägg - Platsgjutet vattentät - 751	503375	305 mm	Walls	Betongvägg - Platsgjutet vattentät - 751	SANT		
20	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:503738	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	503738	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
21	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:503740	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	503740	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
22	Basic Wall:Betongvägg - SW Prefab - 500:503744	Basic Wall:Betongvägg - SW Prefab - 500	503744	305 mm	Walls	Betongvägg - SW Prefab - 500	SANT		
23	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:503746	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	503746	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
24	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:504142	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	504142	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
25	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:504144	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	504144	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
26	Basic Wall:Betongvägg - SW Prefab - 500:504148	Basic Wall:Betongvägg - SW Prefab - 500	504148	305 mm	Walls	Betongvägg - SW Prefab - 500	SANT		
27	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:504150	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	504150	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		
28	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200:504355	Basic Wall:Betongvägg - Prefab - 200	504355	305 mm	Walls	Betongvägg - Prefab - 200	SANT		

Figur 31 - Upprepad information i röda kolumner, irrelevant information i grönt, Excel-arket från Simplebim.

1	Family Type	Material	Volume	Area	Thickness	Count	Category	BSAB96 BIP	Bygghetel(Boverket)	ID	Materialname in model
2	Betongvägg - Prefab - 200	Concrete, Precast	235,407424	1177,03712	0,2	81	Walls	27.8/31 IVB	Bärande konstruktionsdelar	501003	Concrete - Precast
5	Betongvägg - SW Prefab - 500	Concrete, Precast	58,455872	389,705814	0,15	16	Walls	27.8/31 IVB	Bärande konstruktionsdelar	502171	Concrete - Precast
6	Betongvägg - SW Prefab - 500	Isolering, mineralull	38,9705814	389,705814	0,1	16	Walls	27.8/31 IVB	Bärande konstruktionsdelar	502171	Insulation - Mineral wool
7	Betongvägg - SW Prefab - 500	Concrete, Precast	97,4264534	389,705814	0,25	16	Walls	27.8/31 IVB	Bärande konstruktionsdelar	502171	Concrete - Precast
10	Betongvägg - Platsgjutet vattentät - 751	Concrete, Cast in place	3,0154135	4,02055133	0,75	2	Walls	27.8/11 IVB	Bärande konstruktionsdelar	503080	Concrete - Cast-in-Place Waterpr
13	Betongvägg - SW Prefab - 430	Concrete, Precast	82,4607639	1030,75955	0,08	35	Walls	27.8/31 IVB	Bärande konstruktionsdelar	509270	Concrete - Precast
14	Betongvägg - SW Prefab - 430	Isolering, mineralull	103,075955	1030,75955	0,1	35	Walls	27.8/31 IVB	Bärande konstruktionsdelar	509270	Insulation - Mineral wool
15	Betongvägg - SW Prefab - 430	Concrete, Precast	257,689887	1030,75955	0,25	35	Walls	27.8/31 IVB	Bärande konstruktionsdelar	509270	Concrete - Precast
18	Betongvägg - Prefab - 300	Concrete, Precast	440,413771	1468,0459	0,3	96	Walls	27.8/31 IVB	Bärande konstruktionsdelar	513580	Concrete - Precast
21	Betongvägg - Prefab - 250	Concrete, Precast	372,477849	1489,9114	0,25	19	Walls	27.8/31 YV4	Bärande konstruktionsdelar	517154	Concrete - Precast
24	Betongvägg - SW Prefab - 630	Concrete, Precast	81,4186571	1017,73321	0,08	11	Walls	27.8/31 IVB	Bärande konstruktionsdelar	517547	Concrete - Precast
25	Betongvägg - SW Prefab - 630	Insulation - Cellular plastic EPS	305,319964	1017,73321	0,3	11	Walls	27.8/31 IVB	Bärande konstruktionsdelar	517547	Insulation - Cellular plastic EPS
26	Betongvägg - SW Prefab - 630	Concrete, Precast	254,433304	1017,73321	0,25	11	Walls	27.8/31 IVB	Bärande konstruktionsdelar	517547	Concrete - Precast
29	Betongvägg - Platsgjutet - 400 WP	Concrete, Cast in place	1,73996749	4,34991872	0,4	2	Walls	27.8/11 IVB	Bärande konstruktionsdelar	1E+06	Concrete - Cast-in-Place Waterpr

Figur 32 - Detaljerad information om en familjtyp i arket "Detailed information".

En nackdel med att använda Dynamo skulle kunna vara om funktionalitet ändras mellan programuppdateringar, detta kan eventuellt leda till att hela programmet slutar fungera som ämnat. Det finns alltså en risk att Dynamokod kräver mer underhåll än Simplebim.

5.2 Förbättringar

Dynamos åtskilliga möjligheter samt tidsbegränsningen för examensarbetet ger plats för förbättringar av Dynamokoderna. Fler utvecklingsmöjligheter finns bland annat för berikning av modellen. För närvarande måste båda Dynamokoderna köras för att de översatta koderna ska hamna i modellen och inte endast i Excel-arket. Funktionen att berika modellen med härledd information är möjlig att implementera redan i Dynamokod i delstudie 1 för att uppnå ytterligare automatisering. Det valdes bort i det här arbetet för att öka kontrollen över vad som händer i modellen när koden körs. Ytterligare ett automatiseringssteg skulle vara att ha informationen från Excel-arket med översättningarna mellan klassificeringskoderna också byggs in i Dynamokoden, på samma sätt som översättning till Boverkets klassificering. Detta skulle reducera kravet på en översättningstabell i Excel, men hade däremot gjort det svårare att göra ändringar i översättningen mellan de två klassificeringssystemen. Det finns också potential att använda samma principer som i nuvarande Dynamokoden för att sätta upp regler och sökord som leder till att klassificeringskoder härleds automatiskt även utifrån annan information, vid total avsaknad av klassificeringskoder i modellen.

Funktionen att ändra information i modellen utifrån Excel programmerades endast för parametrarna bip-och bsab-koder men hade på ett enkelt sätt kunnat utökas till fler parametrar. Det har genomförts begränsade tester, men ändringar som berör ett objekts geometri eller materialuppbyggnad kan vara svårare att ändra på detta sätt.

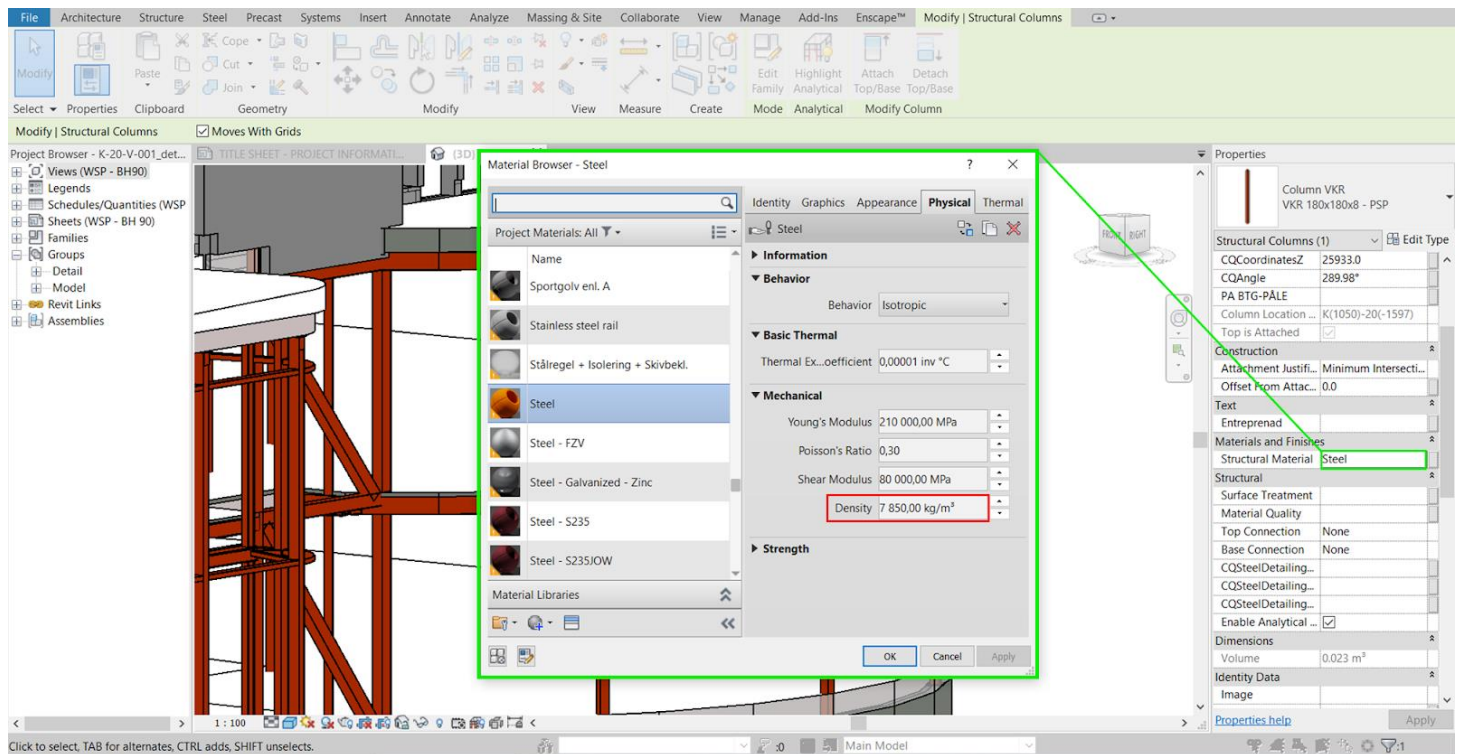
Det hade även varit fördelaktigt att kunna markera eller avisera i modellen där berikning och ändringar har skett. Detta för att ge möjlighet att se om information eller ändringar har skett automatiskt genom Dynamokod eller av en användare genom Excel-arket. Funktionen har utforskats något under fallstudien men inte landat i något konkret resultat utan kan med fördel studeras vidare.

Möjligheten att inte kravställa på några klassificeringskoder och i stället härleda dessa utifrån annan information i modellen undersöktes också. Det största hindret med detta var att det är genom Dynamo är svårt att ta reda på om en vägg är bärande/ickebärande samt om väggen räknas som inne eller yttervägg.

Kunskaper i Dynamo har ständigt ökat under hela projektet och nya lösningar på problem har tillkommit i efterhand utan att appliceras på tidigare skriven kod. Detta i samband med att noder i hög grad har använts framför programmering med Revit API har gjort att programmet är sämre optimerat och använder mer datakraft än nödvändigt. De skrivna Pythonkoderna skulle även kunna kortas ner och bli något mer effektiva. Hypotesen är att det går att minska antalet noder markant och göra hela programmet snabbare genom att endast använda familjetyper och inte ladda in alla instanser i modellen. Ändringar ovan samt bättre hårdvara bör förkorta Dynamokodens körtid avsevärt.

Densitet är en av parametrarna som krävs för att kunna beräkna elementens vikt. För de flesta material i Revit finns det inbyggda egenskaper där densitet är en av dem. I slutet av arbetet gjordes försök att hämta de olika materialens

densiteter men mer arbete krävs för att det ska fungera pålitligt och på ett användbart sätt. Just nu måste schablonvärden fortsatt användas för densiteter men möjligheten att presentera både densitet och totalvikt för varje material i Excel-arket bör undersökas noggrannare i framtiden.



Figur 33 - Materialparametern "Density" i Revit.

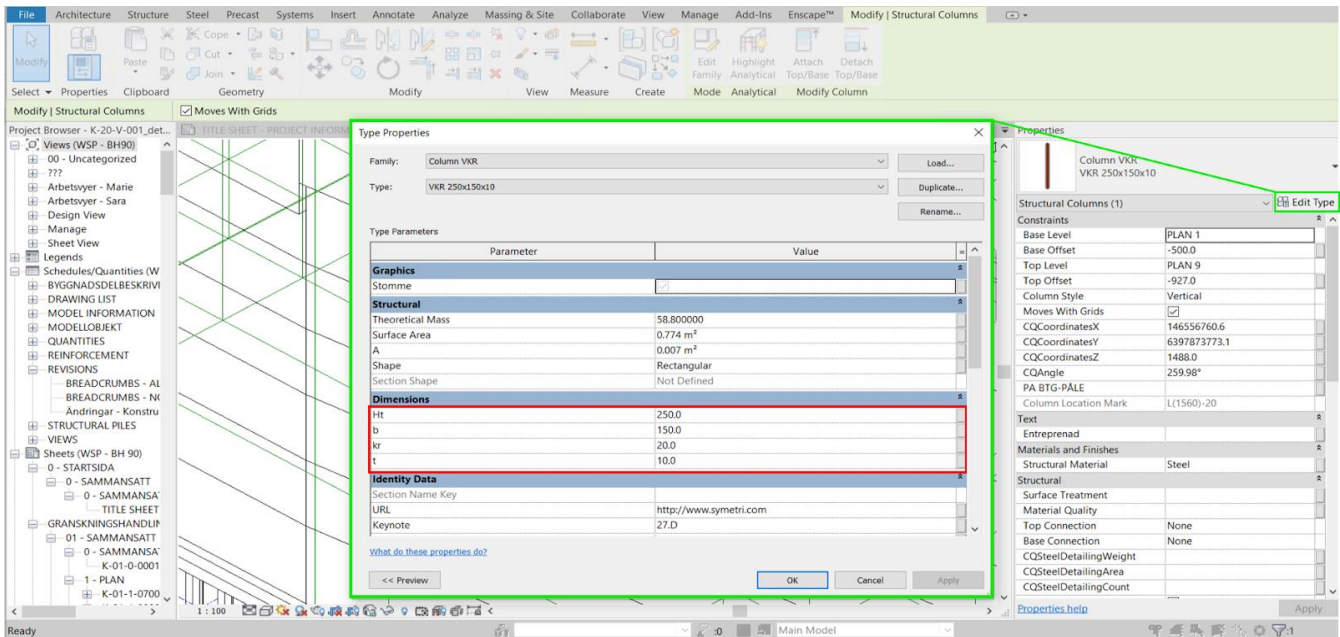
6 Slutsats

Arbetet har bevisat att det genom Dynamo går att underlätta arbetet med sammanställning av information inför framtida projektets klimatberäkningar. Dynamokoden som framtagits i arbetet kan appliceras på modeller med liknande kravställning som i fallstudien och det går att med säkerhet säga att en del moment inför klimatberäkningarna kan automatiseras och förenklas med hjälp av Dynamo. Att berika en modell med information genom Excel är även möjligt. Dynamokoden har ännu inte använts kommersiellt men kan ligga till grund för vidare utveckling av program som automatiskt berikar modellen.

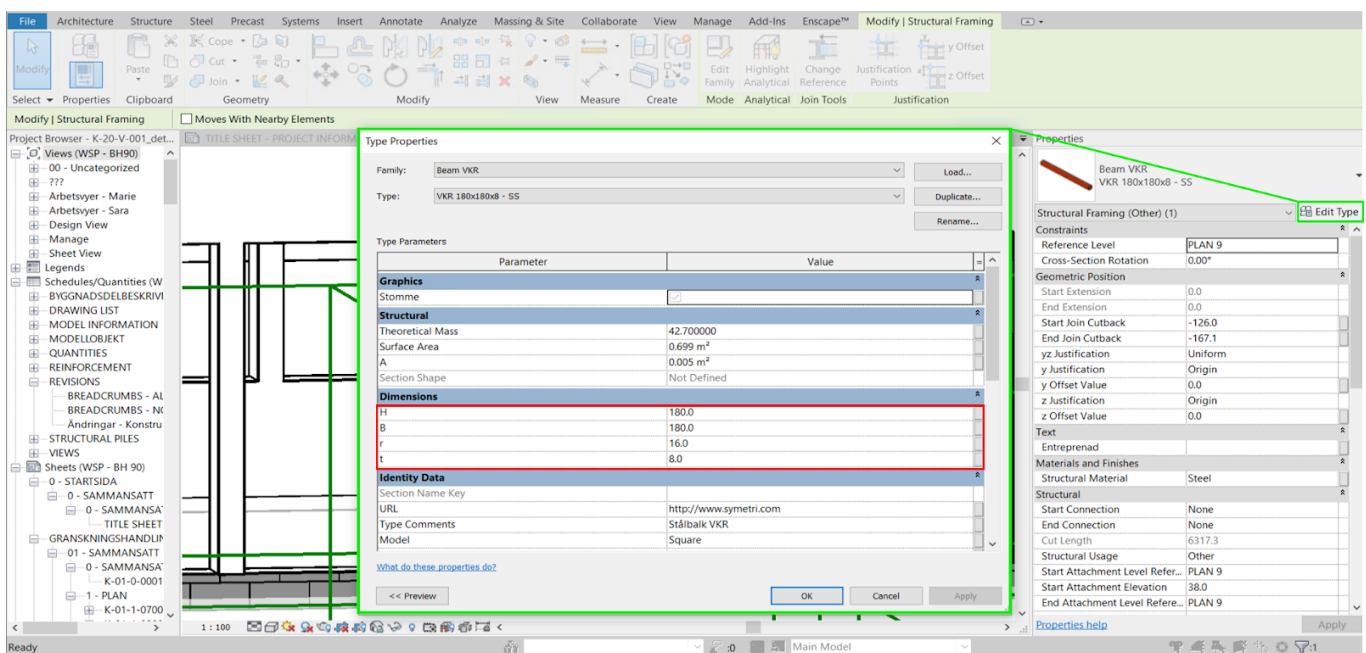
Sammantaget går det att konstatera att kravställningen på BIM-modeller går att effektivisera genom automatisering i Dynamo för att minska arbetsbördan för konstruktörer och samtidigt uppnå samma eller högre informationsgrad i modellen.

6.1 Förslag på framtida studier

Eftersom det finns delade åsikter om det går att lita på parametern "Volume", där volymen beräknas automatiskt av Revit behövs metoder för att beräkna volymen på annat vis. Volymen kan beräknas med hjälp utav geometri och dimensioner, för pelare och balkar, under arbetet upptäcktes dock att de olika dimensionerna låg under olika parametrar som dessutom varierade efter familjetyper. Detta gör det, precis som för densiteten, svårt att hämta informationen på ett standardiserat sätt i Dynamo. Det måste därför antingen utredas vidare om Revit läser av geometrin rätt eller utreda om det genom bättre kravställning går att råda bukt på problemet.



Figur 34 - Parametrar innehållande dimensioner för en pelare i Revit.



Figur 35 - Parametrar innehållande information dimensioner om en balk.

Armering är en väsentlig del i K-modellen och kan utgöra stor klimatpåverkan i projekt. Kravet från BIM-manualen om att armering ska vara modellerat i projektet är uppfyllt och modellen innehåller därmed armering. Däremot finns inga krav på vilken information som armeringen ska besitta. Miljökonsultens erfarenhet är att kraven kring armeringen ofta är otydliga vilket föranleder användning av schablonvärden för dess klimatpåverkan. Trots att armeringen finns med i modellen begränsas informationshämtningen av den i Dynamokoden på grund av vag kravställning kring den. För att kunna hämta värdefull information genom Dynamo finns ett behov av framtida arbeten kring standardisering av modellering av armering, vilket eventuellt ökad tillämpning av LOD skulle kunna vara en del av.

7 Referenser

AIA. (2013). Project Building Information Modeling Protocol Form.
<https://architectis.it/onewebmedia/AIA%20Document%20G202TM%20e2%80%93%202013.pdf>

Akademiska hus, Fortifikationsverket, Statens Fastighetsverk, Specialfastigheter, Sveriges Riksdag. (2014). *Riktlinje: BIM-samordning*.
https://www.bimalliance.se/library/2268/riktlinje_bimsamordning.pdf

Akademiska hus, Fortifikationsverket, Statens Fastighetsverk, Specialfastigheter, Sveriges Riksdag. (2018). *Strategi för bim i förvaltning och projekt*.
https://www.bimalliance.se/library/3968/strategi_for_bim_i_forvaltning_och_projekt_uppdaterad_2018.pdf

Autodesk University. (2020). *What is Dynamo?*.
<https://www.autodesk.com/autodesk-university/article/Getting-Started-Dynamo-Civil-3D-Beginners-Guide-2020>

Autodesk. (u.å.a). *Vad är Revit?*.
<https://www.autodesk.se/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

Autodesk. (u.å.b). *Huvudfunktioner i Revit*.
<https://www.autodesk.se/products/revit/features>

Bipkoder.se. (u.å.a). *Beteckningar*.
<http://www.bipkoder.se/#/beteckningar>

Bipkoder.se (u.å.b). *Om BIP*.
<http://www.bipkoder.se/#/info>

Boverket (2019a, 20 Februari). *Vägledning om LCA för byggnader*.
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/>

Boverket. (2019b, 20 februari). *Så här görs en LCA*.
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/sahar-gors-en-lca/>

Boverket. (2021a, 1 oktober). *Klimatdeklaration av byggnader*.
<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/#:~:text=Fr%C3%A5n%20den%201%20januari%202022,att%20minska%20klimatp%C3%A5verkan%20fr%C3%A5n%20byggskedet>

Boverket. (2021b, 30 september). *Klimatdeklarationens omfattning*.
<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sahar/omfattning/>

Boverket. (2022a, 1 mars). *Om klimatdeklaration*.
<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/omklimatdeklaration/?tab=fragor-svar>

Boverket. (2021c, 27 september). *Underlag till beräkning av klimatpåverkan*.
<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/underlag/>

Boverket. (2022b, 22 februari). *Bygghus som ingår*.
<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/bygghus-som-ingar/>

Cadcraft. (u.å.). *Byggindustri*.
<https://www.cadcraft.com/sv/aec/byggindustri/>

Click2bim. (2022, 17 januari). *Revit Element Hierarchy*.
<https://www.click2bim.com/blog/revit/revit-element-hierarchy/#:~:text=There%20are%20categories%2C%20and%20then%20you%20have%20families%2C,type%20and%20the%20type%20belongs%20to%20a%20family.?msclkid=b6d93312cf6111ec87fae3dd4686ffb8>

Dynamo Forum. (u.å.).
<https://forum.dynamobim.com/>

Ecochain. (2019). *Life Cycle Assessment (LCA) – Complete Beginner’s Guide*.
<https://ecochain.com/knowledge/life-cycle-assessment-lca-guide/>

Granroth, M. (2011). BIM-ByggnadsInformationsModellering: *Orientering i en modern arbetsmetod*. Godoymedia.

Kristiansson, J-M. (2018). *BIM-dokument för svenska byggprojekt*. (Ver 2.0). Nordic BIM Sweden.


SFS 2021:787. *Lag om klimatdeklaration för byggnader*.

Svensk byggtjänst. (u.å.). *Bygghus: Bygghustyper*.
https://bsab.byggtjanst.se/bsab/bygghus_bygghustyper_total

8 Bilagor

Bilaga 1: Pythonscript

Bilaga 1.1



```
1 # Load the Python Standard and DesignScript Libraries
2 import sys
3 import clr
4 clr.AddReference('ProtoGeometry')
5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import *
6 bsabin = IN[0]
7 bsab = IN[1]
8 bip = IN[2]
9
10 längd1 = len(bsabin)
11 längd2 = len(bsab)
12 indexes = range(0,längd1)
13 characters = range(0,längd2)
14
15 x = 0
16 for x in range(0, längd1):
17
18     y = 0
19     for y in range(0,längd2):
20
21         if bsabin[x] == bsab[y]:
22             indexes[x] = bip[y]
23             break
24
25         elif bsabin[x] not in bsab[y]:
26             bsabin[x] = bsabin[x][:4]
27             indexes[x] = bip[y]
28
29         else:
30             indexes[x] = ""
31
32     y=y+1
33
34 x=x+1
35
36 OUT = indexes
```

The screenshot shows an IronPython2 IDE window with a dark background. The code is written in Python and uses the clr module to interact with the Autodesk.DesignScript.Geometry namespace. It defines two input strings, bsabin and bsab, and their lengths. It then iterates through each character of bsabin, comparing it with each character of bsab. If a match is found, the corresponding index from bip is assigned to indexes. If no match is found, the character in bsabin is truncated to the first four characters, and the index from bip is assigned. If no match is found, the index is set to an empty string. The final output is the indexes list.

Bilaga 1.2

```
Translate to "Boverket" category
1 import operator
2
3
4 list1 = IN[0]
5
6 längd = len(list1)
7
8 list2 = range(0,längd)
9 a=0
10
11
12
13
14 # GÖR OM ALLT I LISTAN TILL SMÅ BOKSTÄVER (FÖRENKLAR FÖR TEXTIGENKÄNNING)
15 x = 0
16 for x in range(0, längd):
17
18     list1[x] = list1[x].lower()
19
20     x=x+1
21
22
23
24 # SER TILL ATT DET INTE FINNS TOMMA INSTANSER I LISTAN
25 x = 0
26 for x in range(0, längd):
27
28     if len(list1[x]) == 0:
29         list1[x] = " "
30
31     x=x+1
32
33
34
35 # KÄNNER IGEN TEXT OCH MATAR UT KATEGORI
36 x = 0
37 for x in range(0, längd):
38
39
40
41     if "43.c" in list1[x]:
42         list2[x] = "Innervägg"
43
44     elif "43.b" in list1[x]:
45         list2[x] = "Innervägg"
46
47     elif "27.c" in list1[x]:
48         list2[x] = "Klimatskärm"
49
50     elif "27.g" in list1[x]:
51         list2[x] = "Klimatskärm"
52
53     elif "27" in list1[x]:
54         list2[x] = "Bärande konstruktionsdelar"
55
56     elif "15" in list1[x]:
57         list2[x] = "Grundläggning bärande konstruktionsdelar"
58
59     elif list1[x][0] == "4" and list1[x][1] == "1":
60         list2[x] = "Klimatskärm"
61
62     elif list1[x][0] == "4" and list1[x][1] == "2":
```

Bilaga 1.3

```
Check material, list
1 import operator
2
3
4 list1 = IN[0]
5 längd = len(list1)
6
7 list2 = range(0,längd)
8 a=0
9
10 x = 0
11 for x in range(0, längd):
12
13     list1[x] = list1[x].lower()
14
15     x=x+1
16
17 x = 0
18 for x in range(0, längd):
19
20     if "prefab" in list1[x]:
21         list2[x] = "Concrete, Precast"
22
23     elif "precast" in list1[x]:
24         list2[x] = "Concrete, Precast"
25
26     elif "plastsgjuten" in list1[x]:
27         list2[x] = "Concrete, Cast in place"
28
29     elif "cast" in list1[x]:
30         list2[x] = "Concrete, Cast in place"
31
32     elif "betong" in list1[x]:
33         list2[x] = "Concrete"
34
35     elif "concrete" in list1[x]:
36         list2[x] = "Concrete"
37
38     elif "stål" in list1[x]:
39         list2[x] = "Steel"
40
41     elif "steel" in list1[x]:
42         list2[x] = "Steel"
43
44     elif "vkr" in list1[x]:
45         list2[x] = "Steel"
```

Bilaga 1.4

```
Indexes of unique items
1 # Load the Python Standard and DesignScript Libraries
2 import sys
3 import clr
4 clr.AddReference('ProtoGeometry')
5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import *
6
7 list = IN[0]
8 indexes = range(0, len(IN[0]))
9 seen = range(0, len(IN[0]))
10 seen.append("")
11
12 x = 0
13 for x in range(0, len(IN[0])):
14     if list[x] not in seen:
15         indexes[x] = x
16         seen.append(list[x])
17
18     else:
19         indexes[x] = ""
20
21 x+=1
22
23 while("" in indexes) :
24     indexes.remove("")
25     |
26 OUT = indexes
```

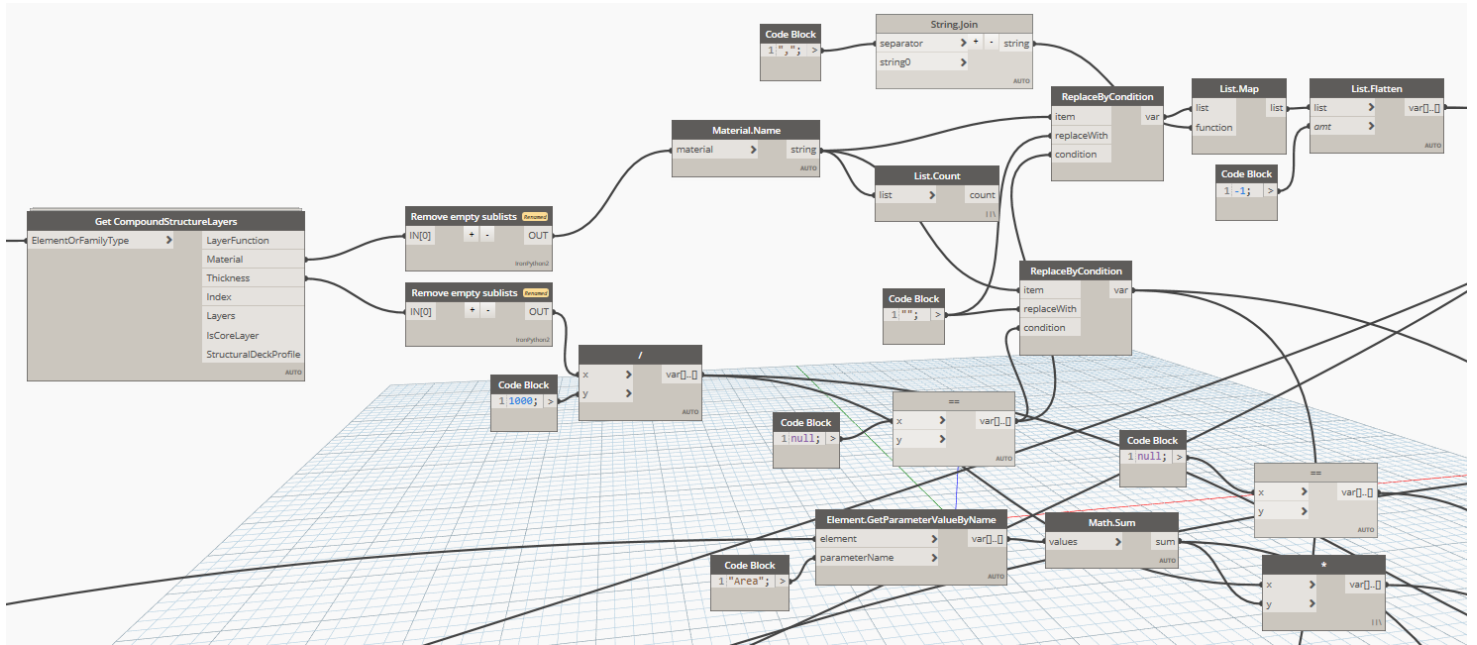
Run IronPython2 2 3 ? Save Refresh

Bilaga 1.5

```
Indexes of differences
1 # Load the Python Standard and DesignScript Libraries
2 import sys
3 import clr
4 clr.AddReference('ProtoGeometry')
5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import *
6
7 gamla_bsab = IN[0]
8 nya_bsab = IN[1]
9 temp = 5
10 indexes = []*len(IN[0])
11 längd = len(IN[1])
12
13 x = 0
14 for x in range(0, längd):
15
16     if gamla_bsab[x] != nya_bsab[x]:
17
18         indexes.append(x)
19
20     elif gamla_bsab[x] == "":
21         indexes.append("")
22
23     else:
24         indexes.append("")
25
26 x=x+1
27 |
28 OUT = indexes
```

Run IronPython2 2 3 ? Save Refresh

Bilaga 2: Del av Dynamokod



Bilaga 3: Hela Dynamokoden

