

BIM SOM STÖD FÖR KLIMATKALKYL



NCC AB

Rasmus Rempling, Alexandre Mathern, Kristine Ek

Chalmers Tekniska Högskola

Mattias Roupé, Mikael Johansson

2019-09-30

FÖRORD

Projektet ”BIM som stöd för klimatkalkyl har genomförts som ett samarbetsprojekt mellan Chalmers Tekniska Högskola och NCC. Utförandet har haft sin tyngdpunkt på avdelningen för Construction management och forskarteamet som jobbar med BIM-projektering och visualisering på Chalmers.

Projektet vill tacka SBUF och NCC för det finansiella stödet och förtroendet att genomföra projektet. Med deras hjälp har basen stärkts för fortsatt utveckling av projektering och byggande som leder mot de nationella klimatmålen.

Göteborg, 7 februari 2020

SAMMANFATTNING

En klimatkalkyl är en kvantifiering av ett projekts klimatprestanda i ett livscykelperspektiv. Detta projekt utgår ifrån BIM och hur det skulle kunna användas som ett viktigt verktyg för att upprätta klimatkalkyler. Syftet är att presentera en genomgripande bild hur man kan använda sig av BIM för utrednings- och optimerings- och redovisningsarbetet med koppling till kostnadskalkyl. Följaktligen är målet för projektet att påvisa potentialen med att använda klimatkalkyler i så tidiga skeden som möjligt och att dessa kalkyler ligger så nära klimatdeklarationerna av den färdiga produkten. Som klimatkalkyl har Trafikverkets standardiserade sätt använts som utgångspunkt. Slutresultatet skall ge incitament för - och utgöra ett nödvändigt steg mot - vidare arbete att anpassa arbetssätt för systematisk hållbarhetsstyrning efter nuvarande och kommande förutsättningar i digitalisering, klassificering och kravställning.

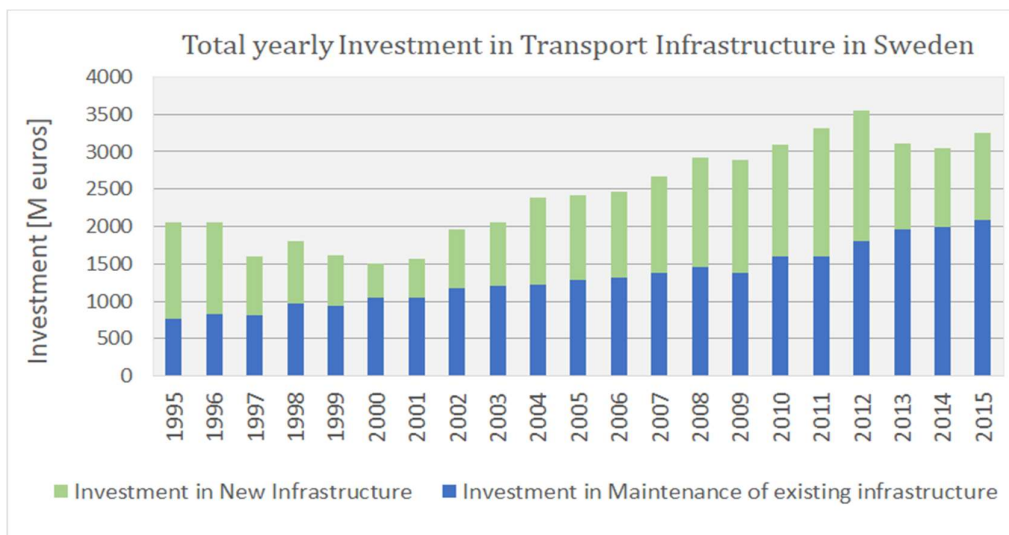
INNEHÅLL

FÖRORD	1
SAMMANFATTNING	2
1 BAKGRUND	4
1.1 PARAMETERSTYRD PROJEKTERING	6
1.2 BIM/IFC	6
1.3 KLIMATKALKYL.....	6
2 SYFTE	9
3 METODIK	9
4 RESULTAT	10
5 SLUTSATSER	11
6 LITTERATURFÖRTECKNING	12

1 BAKGRUND

Byggindustrin står för ungefär en tredjedel av den globala miljöbelastningen. Samtidigt är byggbranschen en konservativ bransch med traditionella metoder som ofta finner innovation som en utmaning. Den europeiska marknaden för byggindustrin växer och konkurrensen för svensk byggindustri blir allt mer påtaglig. Myndigheter och kommuner som ansvarar för transportsystemet och tillhörande infrastruktur är i stort behov av att ta itu med hållbarhet i deras arbete med att uppgradera och förnya transportsystemet. Detsamma gäller både privata och offentliga bostadsbyggare. Behovet av att ta itu med hållbarhet och ökad konkurrenskraft har drivit fram en innovativ projekteringsmetodik som på ett transparent sätt inkluderar hållbarhetsaspekter. Ansatsen är banbrytande och kunskapsutvecklingen avancerar och stärker svensk byggindustris konkurrenskraft.

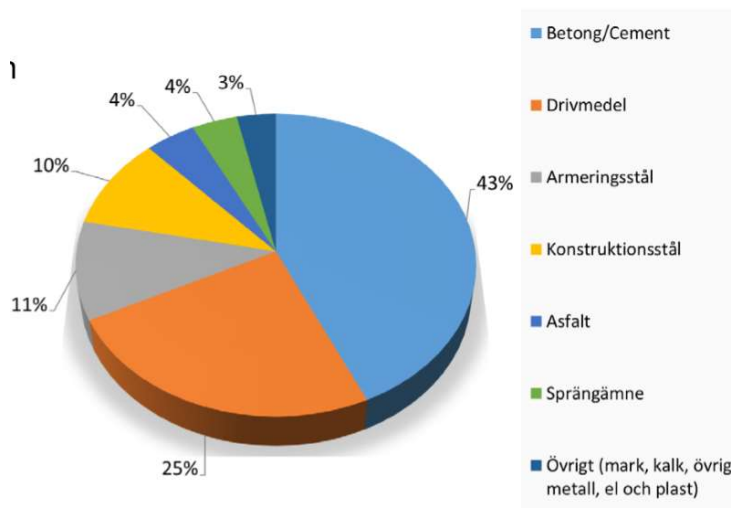
Nedbrytning och försämring av transportinfrastrukturen är en stor utmaning för samhället. Enligt OECD (OECD, 2017) investerade Sverige 2015 nästan 2094 miljoner euro i upprätthållandet av det nuvarande transportnätet och trenden håller i sig. Dessutom visar den nuvarande trenden att kostnaden för underhåll av transportinfrastrukturen har ökat stadigt under de senaste två decennierna, se figur. 1.



Figur 1: Årlig kostnad för underhåll i Sverige, (OECD 2017).

Projekteringsmetodiken är tänkt att användas av entreprenörer och konsulter i tidiga skeden för att belysa byggprojekts påverkan på hållbarhet. Med Projektet som en hävarm vill vi utveckla metodiken i en stegvis process med målet att skapa framgångsrika tjänster och processer. På så vis bidrar Projektet till uppsatta

hållbarhetsmål samtidigt som svensk byggindustris konkurrenskraft stärks. Den nya kunskapen utvecklas i Sverige genom att samverkansrelationer skapas och fördjupas mellan akademi och industri.



Figur 2: Klimatpåverkan i investeringsprojekten uppdelat på material och drivmedel.

Utmaningarna och kraven på byggbranschen ökar. Som nämnts ovan äger byggbranschen en stor del av samhällets miljöproblem. Ett ansvar som måste tas på allvar. Viktigt arbete pågår med att förändra myndighetskrav och skapa affärsmässiga incitament för att skapa förändring.

Det råder dock en allmän uppfattning att de traditionella arbetssätten inte räcker till. Traditionell projektering är tidskrävande och ofta en okreativ process. Dagens projekteringsprocess utgår från bärighet, dvs byggnadsverks förmåga att motstå last. Denna utgångspunkt gör att projekteringsarbetet styrs mot kraven i standarder som skiljer sig från samhällets utmaningar.

En annan viktig kugge är ett integrerat arbetssätt där specialister kan samla sin kompetens och utarbeta förslag som möter samhällets utmaningar. Ett integrerat arbetssätt behöver metoder och verktyg för att faktiskt bli integrerade. Projektet baseras på tre verktyg som katalyserar ett integrerat arbetssätt: Set-based design, parametrisk projektering och digitalisering. Projektets resultat svarar inte bara upp mot dagens krav från samhället. Projektet vill vara en pilot och språngbräda till nya arbetssätt och affärsmodeller så att samhället kan spänna bågen ytterligare och accelerera mot våra gemensamma mål.

Liknande system har studerats i (Strömberg, 2016) där det övergripande målet var att skapa teoretiska grunder och illustrera i testmiljö hur en teknisk genomförbar lösning för ett obrutet digitalflöde mellan BIM- och LCA-verktyg kan utföras. Projektet kopplar in till denna studie i användandet av IFC för att ta fram indata till Klimatkalkylen.

1.1 Parameterstyrd projektering

Set-based design är en framgångsrik metodik som bygger på att man genererar ett stort antal byggalternativ som sedan iterativt filtreras för att ta bort icke-önskvärda alternativ. Det finns däremot ingen väldefinierad struktur i hur man genererar de initiala alternativen. Genom att träna och anpassa maskininlärningsmodeller och använda tillvägagångssätt som nyttjar AI kan man direkt ge förslag på lämpliga alternativ utan att behöva göra de tunga beräkningar som krävs för att ta reda på om ett alternativ uppfyller byggnormer eller ej. System som använder AI kan, genom att observera stora mängder genererade byggalternativ, dra egna slutsatser angående vilka ytterligare alternativ som är tillåtna enligt byggnormer och vilka som är lämpliga utifrån både hållbarhets- och byggbarhetsperspektiv. Oavsett om alternativa lösningar genereras av AI eller set-based design så är möjligheten att integrera och automatisera visualisering av de alternativa lösningarna av stort intresse. En visualisering av de olika alternativen kan användas för att bedöma produktionsaspekter och på så vis ranka alternativen utifrån ett byggbarhetsindex.

1.2 BIM/IFC

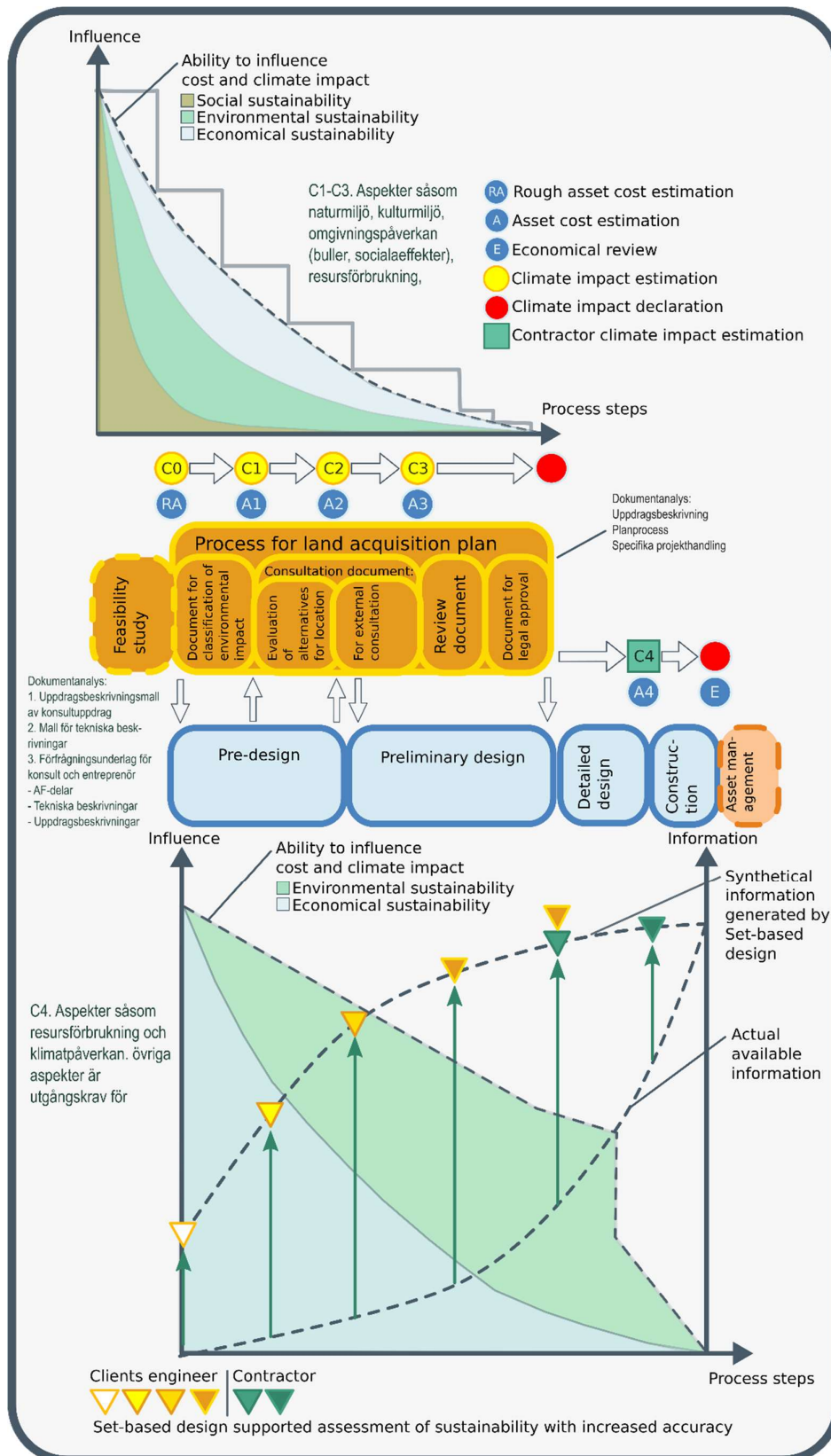
IFC är en internationell standard för BIM. Standarden är en begreppsmodell som specificerar objekt och hur information relaterar till objekt och annan information, samt hur den ska överföras och lagras.

IFC har både fördelar och nackdelar. Till fördelarna hör främst flexibilitet och IFCs framtidssäkerhet då det kan användas för att beskriva vilken geometrisk komponent som helst och samtidigt bära information om komponenten. Detta gör att information kan ”hängas” på komponenten allt eftersom processen fortskrider. Flexibiliteten utgör också en av de större bristerna, att det är möjligt att beskriva geometriska objekt på olika sätt skapar bristande kompatibilitet mellan versioner men även mellan programvaror. Trots bristerna används IFC idag nästan uteslutande i BIM-programvaror.

1.3 Klimatkalkyl

Som nämnts ovan påverkar byggsektorn klimatet genom utsläpp från byggande, drift och underhåll av infrastruktur. För att uppskatta hur mycket varje investeringsprojekt har Trafikverket tagit fram en modell. Modellen ska användas för att bättre kunna förutspå hur en investering påverkar klimatet under dess livstid i så tidiga skeden som möjligt. Modellen kan användas för att göra klimatkalkyler för hela eller delar av ett investeringsobjekt. I Trafikverkets styrande riktlinje (Trafikverket Eklöf, 2018) beskrivs när och för vilka åtgärder klimatkalkyler ska upprättas. Modellen är baserad på metodik för livscykelanalys (LCA) och använder emissionsfaktorer tillsammans med resursschabloner och projektspecifika indata för att beräkna energianvändning och emissioner.

I samband med planläggning följer klimatkalkylen investeringsåtgärden genom hela planläggningsprocessen och förädlas i takt med att projektet utvecklas. En klimatdeklaration ska upprättas när entreprenaden är avslutad, se Figur 3 nedan.



Figur 3: Klimatkalkyl genom den fysiska planläggningsprocessen och projektering. Kalkylen följs upp med en klimatdeklaration vid entreprenadsslut, TDOK 2015:0007.

2 SYFTE

Detta projekt utgår ifrån BIM och hur det skulle kunna användas som ett viktigt verktyg för att upprätta klimatkalkyler. Syftet är att presentera en genomgripande bild av hur man kan använda sig av BIM för utrednings- och optimerings- och redovisningsarbetet med koppling till kostnadskalkyl.

Följaktligen är målet för projektet att påvisa potentialen med att använda klimatkalkyler i så tidiga skeden som möjligt och att dessa kalkyler ligger så nära klimatdeklarationerna av den färdiga produkten. Som klimatkalkyl har Trafikverkets standardiserade sätt använts som utgångspunkt.

3 METODIK

Studien och tillhörande utvecklingsarbete har genomförts med ett iterativt arbetssätt mellan de olika specialisterna: konstruktör/projektör, hållbarhetsspecialist och programmerare. Som objekt valdes en byggnadskomponent. Valet av objekt föranleddes av en diskussion där objektets komplexitet, normalitet och möjlighet till att skala upp i komplexitet diskuterades. Därav valdes vanliga byggnadskomponenter såsom balk och pelare för studien. Dessa komponenter ansågs uppfylla de krav som ställdes för att genomföra studien med bibehållen generaliserbarhet av resultaten.

Komponenterna projekterades och dimensionerades med en set-based designprocess. Parallellt valdes kriterier för hållbarhet och en analys av indataparametrar till Klimatkalkylen genomfördes. Projekteringen ledde till ett set av möjliga alternativ (objekt) som låg till grund för att skapa filer som beskriver objekten i ett IFC format. IFC-filerna skapades med hjälp av xBIM Toolkit (Lockley, Benghi, & Černý, 2017), som utifrån de ingående parametrarna (tvärsnitt, dimensioner, armeringsmängd, etc.) genererar korrekta IFC-modeller.

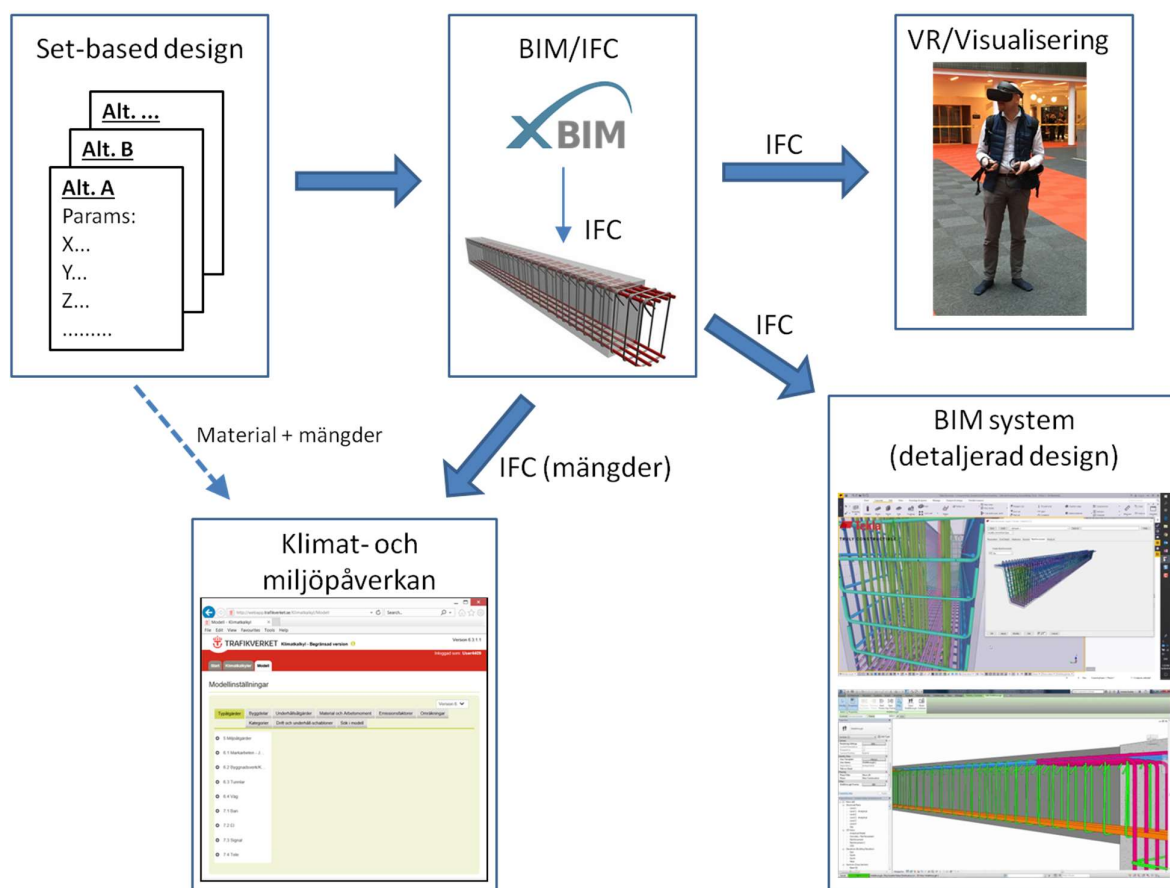
Därefter gjordes mängdning av ingående material genom att bearbeta IFC-modellerna. Resultatet av mängdning användes senare för att utvärdera alternativen (objekten) med Trafikverkets Klimatkalkyl. Värt att notera är dock att det också går att ta material och mängder som parametrar direkt från set-based designprocessen.

En av de främsta utmaningarna var att detaljutforma armering, speciellt radier för byglar. Dessa lämnades därmed raka utan anslutning, vilket är en förenkling som hindrar användandet av modellen för strukturanalys.

4 RESULTAT

Den framtagna prototypen beräknar klimat och miljöpåverkan för alla de alternativ som föreslagits i den parameterstyrd projekteringsprocessen. Beräkningar av klimat och miljöpåverkan görs i Trafikverkets portal för klimatkalkyl via mellansteget IFC. Mellansteget ger mervärde till processen då de alternativa tekniska lösningarna kan visualiseras och utvärderas virtuellt, men också direkt importereras och vidare bearbetas i olika BIM-system, såsom Revit och Tekla Structures (se Figur 4). Kalkylen baseras på mängduppskattning i Bygginformationsmodellen och ”hängs på” på den specifika modellen. På så vis kan de olika alternativa lösningarna värderas mot varandra på ett transparent och objektivt sätt.

Metoden är kostnadseffektiv då den använder och skapar mervärde utav bygginformationsmodeller som redan är ett etablerat arbetssätt ibland dagens byggentreprenörer. Den automatiserade processen gör att entreprenörer sparar tid och resurser i tidiga skeden och skapar möjligheten att stötta projekteringen utav byggnadsverk på ett transparent sätt.



Figur 4: Illustration av informationsflödet från en parameterstyrd projektering till BIM och vidare till Klimatkalkyl.

5 SLUTSATSER

Projektet har genomförts som ett samarbetsprojekt mellan Chalmers Tekniska Högskola och NCC. Merparten av arbetet har utförts på Chalmers vid Construction management och forskarteamet som fokuserar på BIM-projektering och visualisering. Projektet baseras på tre verktyg som katalyserar ett integrerat arbetssätt med minskad klimatpåverkan som mål: Set-based design, parametrisk projektering och digitalisering. Projektets resultat bidrar till byggbranschens förmåga att svara upp mot dagens krav från samhället med avseende på klimatpåverkan. Projektet har också haft som mål att vara en pilot och språngbräda till nya arbetssätt och affärsmodeller så att samhället kan spänna bågen ytterligare och accelerera mot våra gemensamma mål.

Projektets resultat visar på potentialen av att kombinera parametrisk projektering, set-based design och digitalisering på ett automatiserat sätt, mer specifikt har projektet nått målet genom:

- Genom att använda IFC som en central bärare av information kan flera olika arbetssätt och verktyg stödjas.
- En IFC utgår från en bygginformationsmodell och är ofta ett tidsödande arbete att modellera. Men genom att använda set-based design – som genererar flera alternativa modeller med hjälp av parametrisk modellering – kan man generera IFC:s på ett automatiserat sätt.
- För klimatpåverkan har projektet visat att den genererade IFC informationen innehåller till stor del (såsom mängder och kvantiteter av material) och med tillägg om materialsammansättning och val av drivmedel så kan information till klimatkalkyler tas fram.
- Idag stödjer inte trafikverkets portal för klimatkalkyler filuppladdning och tillhandahåller inte ett API. Om det vore fallet skulle den föreslagna processen direkt kunna skapa klimatkalkyler för olika alternativa lösningar som stöd i beslutsunderlag.

Slutresultatet skall ge incitament för - och utgöra ett nödvändigt steg mot - vidare arbete att anpassa arbetssätt för systematisk hållbarhetsstyrning efter nuvarande och kommande förutsättningar i digitalisering, klassificering och kravställning.

6 LITTERATURFÖRTECKNING

- Lockley, S., Benghi, C., & Černý, M. (2017). Xbim.Essentials: a library for interoperable building information applications. *The Journal of Open Source Software*, 2(20), 473. <https://doi.org/10.21105/joss.00473>
- OECD. (2017). Organization for Economic Co-operation and Development, Infrastructure investment (indicator).
- Strömberg, L. (2016). *Verifierad klimatbelastning från anläggningskonstruktioner - utifrån ett livscykelperspektiv*.
- Trafikverket Eklöf, H. (2018). *TDOK 2015:0007 Klimatkalkyl-infrastrukturhållningens energianvändning och klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv* (Vol. 1).