



CHALMERS



Hur digitalt tillgänglig data kan bidra till avfallsminskning i byggbranschen

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik

FREDRIK TVETER
WILLIAM SVENSSON

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Hur digitalt tillgänglig data kan bidra till avfallsminskning i byggbranschen

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

FREDRIK TVETER

WILLIAM SVENSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för byggnadsteknologi

Hållbart byggande

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2021

Hur digitalt tillgänglig data kan bidra till avfallsminskning i byggbranschen

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

FREDRIK TVETER

WILLIAM SVENSSON

© FREDRIK TVETER, WILLIAM SVENSSON 2021

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2021

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för byggnadsteknologi

Hållbart byggande

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Illustration av byggbranschens nödvändiga utveckling inom avfallstrappan och relevant data tillgängliggjord i en informationsmodell. Författarnas egen bild, med tillstånd från Norconsult att inkludera skärmlapp av en IFC-modell från Projekt Äpplet.

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2021

Hur digitalt tillgänglig data kan bidra till avfallsminskning i byggbranschen

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

FREDRIK TVETER

WILLIAM SVENSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för byggnadsteknologi
Hållbart byggande
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Med bakgrund i att byggbranschen behöver reducera mängden avfall genom högre grad av förebyggande åtgärder, återanvändning och återvinning av byggnadskomponenter har arbetets syfte varit att visa hur digitalt tillgängliggjord relevant data kan bidra till detta. Arbetet har utifrån produktkategorin fönster och förutsättningarna för ett specifikt nybyggnationsprojekt, där involverade parter intervjuats, kartlagt hur det fysiska fönstrets, samt dess informationsmodell, värdekedja ser ut. Projektets förutsättningar har också legat till grund för kartläggning av vilka avfallsminskande åtgärder som redan utförs samt vilken data som vore relevant att ta fram eller använda för att uppnå en högre grad av avfallsminskning. Några av de utmaningar som finns med att ta fram eller använda datan, samt informationshanteringen hos och mellan olika parter har identifierats men även incitament och möjligheter som finns. I arbetets studier har det även ingått att undersöka förutsättningarna för att visa en möjlig lösning på hur relevant data kan presenteras och användas ur en informationsmodell.

Detta har resulterat i en Proof-of-Concept där relevant data, utifrån projektets förutsättningar, berikats in i informationsmodellen för att sedan presentera några exempel på hur den kan användas vid de avfallsminskande åtgärderna i olika skeden av fönstrets livscykel. Lösningen som har presenterats tar visserligen inte hand om alla utmaningar som identifierats med de avfallsminskande åtgärderna eller informationshanteringen kring det. Den visar dock att det med relativt enkla medel redan nu går att få till en signifikant förbättring och förenkling vid framtida materialinventeringar och produktanalyser i avfallsminskande syfte. Det har i arbetet också framgått att mycket av det som presenterats är applicerbart även på andra produktkategorier än fönster.

Nyckelord: Avfallsminskning, Avfallsförebyggande, Återanvändning, Återbruk, Återvinning, Cirkulära materialflöden, Cirkulärt byggande, Hållbart byggande, Digitalisering, BIM, VDC, Informationsmodell, Informationshantering, Materialpass.

How data made digitally available can help reduce waste in the construction industry

Degree Project in the Engineering Programme

Civil and Environmental Engineering

FREDRIK TVETER

WILLIAM SVENSSON

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Building Technology

Sustainable building

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Given the background that the construction industry needs to reduce the amount of waste through a higher degree of preventive measures, reuse and recycling, the degree project has aimed to show how relevant data made digitally accessible can contribute to this. The degree project is based on the product category of windows and the conditions for a specific new construction project, where involved parties were interviewed, and where the physical window and how its information models value chain looks like was mapped. The construction project's prerequisites have also formed the basis for mapping which waste reduction measures are already being carried out and which data would be relevant to produce or use to achieve a higher level of waste reduction. Some of the challenges that exist with producing or using the data as well as information management at and between different parties have been identified but also incentives and opportunities that exist. The degree project studies have also included examining the conditions for showing a possible solution on how relevant data can be presented and used from an information model.

This has resulted in a Proof-of-Concept where relevant data, based on the project conditions, is enriched in the information model to then present some examples of how it can be used in the waste reduction measures at different stages of the window's life cycle. Admittedly, the solution that has been presented does not address all the challenges identified by the waste reduction measures or the information management around it. However, it does show that with relatively simple means it is now possible to achieve a significant improvement and simplification in future material inventories and product analysis with the purpose to achieve a higher level of waste reduction. The degree project also showed that much of what was presented is also applicable to other product categories than windows.

Key words: Waste reduction, Waste prevention, Reuse, Recycling, Circular material flow, Circular construction, Sustainable building, Digitalization, BIM, VDC, Information model, Information management, Material passports.

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
BETECKNINGAR OCH BEGREPP	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Syfte	2
1.2 Omfattning	2
1.3 Frågeställningar	2
1.4 Metod	3
1.5 Hänvisning till intervjupersoner	4
2 KARTLÄGGNING OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	5
2.1 Fönstrets livscykel och involverade parter	5
2.2 Nuvarande avfallsminskande åtgärder	7
2.3 Relevant data för ökad grad av avfallsminskning	8
2.4 Utmaningar och incitament för data-framtagnin g och/eller -användning	12
2.5 Informationshanteringens utmaningar och möjligheter	14
2.6 Förutsättningar för en Proof-of-Concept	16
3 PROOF-OF-CONCEPT	19
3.1 Utökad informationsberikning	19
3.2 Underlätta avfallsförebyggning och återanvändning	20
3.3 Öka återvinningsgrad	23
3.4 Vilka av de identifierade utmaningarna PoC:en löser	25
3.5 PoC applicerbarhet på andra produktkategorier	26
4 SLUTSATS	28
5 REFERENSER	29
6 BILAGOR	31
7 INTERVJUBILAGOR	33

Förord

Detta examensarbete på 15 högskolepoängs omfattning har genomförts vårterminen 2021 som avslutande del av högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik, Chalmers Tekniska Högskola.

Arbetet har utförts i samarbete med konsultföretaget Norconsult och ett stort tack riktas till vår handledare där, Joel Gustafsson, som kontinuerligt väglett oss och bidragit med god rådgivning.

Detta har vi även värdesatt att våra handledare på Chalmers Tekniska Högskola, Leonardo Rosado och Alexander Hollberg, gjort vilket har varit mycket positivt i syfte att uppnå akademisk kvalitet i arbetet. Vi är även tacksamma för återkopplingen vi har fått och administrationen som utförts av vår examinator Holger Wallbaum.

Avslutningsvis vill vi rikta ett stort tack till alla personer som deltagit i intervjuer och delat med sig av sin kunskap och erfarenheter kring avfallsminskande åtgärder och informationshantering i byggbranschen.

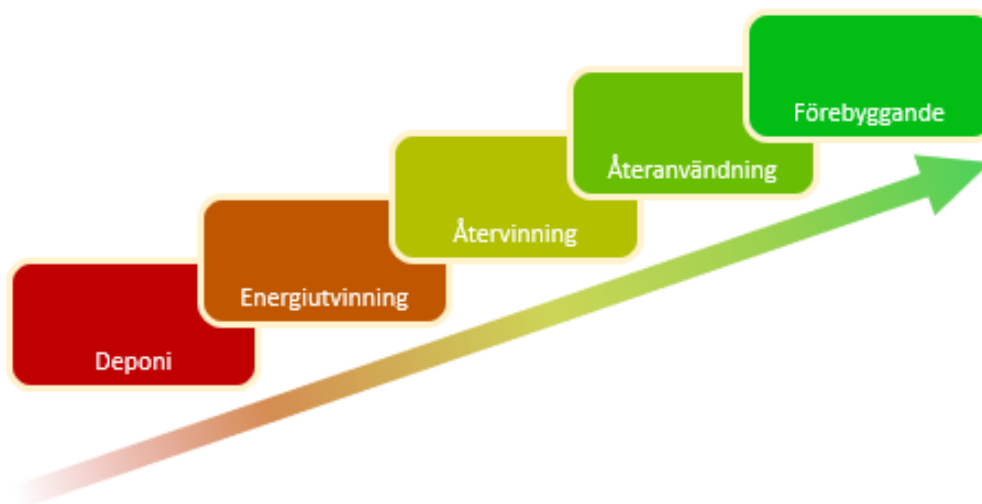
Göteborg juni 2021
Fredrik Tveter & William Svensson

Beteckningar och begrepp

BIM	Byggnadsinformationsmodell
IFC	Industry Foundation Classes, ett mjukvaruneutralt öppet filformat ofta använt som kommunikationsformat mellan olika system och parter i byggprocessen. Utvecklad av buildingSMART.
PoC	Proof-of-Concept
LCA	Livscykelanalys
Property Set	Set med egenskaper eller parametrar i en informationsmodell.
VDC	Virtual Design and Construction.
Data Template	Set med standardiserade egenskaper per produktkategori, administrerade enligt nyligen utgivna standarder för hantering av egenskaper inom BIM och digitala processer för byggnadsbranschen, ISO 23386:2020 och ISO 23387:2020.
ITO	Information Takeoff, exporterat datablad med utvalda egenskaper och dess värden från en IFC-modell.
BIP-koder	Building Information Properties. Ett nationellt system för egenskaper och beteckningar på objekt i fastigheter.
eBVD	Elektronisk Byggvarudeklaration, branschstandard för en byggnadskomponents innehållsförteckning. Ägs av intresseorganisationen Byggmaterialindustrierna.
GTIN	Global Trade Item Number, ett globalt unikt nummer med standardiserat format som kan användas som identifikator av en byggnadskomponent. Standarden är utvecklad av den icke-vinstinriktade organisationen GS1.
LOD	Level of Development
GUID	Globally Unique Identifier
TKA	Tekniska Krav och Anvisningar, vilket är lokalförvaltningens specifika komplement till lagar, förordningar och praxis i projekteringen.

1 Inledning

Byggindustrin är i världen den största konsumenten av råmaterial och ansvarar för 50% av den totala utvinningen (Europeiska kommissionen, 2020). Enligt Europakommissionen utgör bygg- och rivningsavfall även 35% av allt avfall som genereras inom EU. Problematiken kan uttryckas enkelt genom att i den hierarkiska modell för avfallshantering som antagits av Europaparlamentet och Europeiska unionens råd (Europaparlamentet och Europeiska unionens råd, 2008), mer känd som avfallstrappan i Sverige, hamnar en för stor andel avfall i de lägre skikten Deponera och Energiutvinna (Göteborgs stad, 2020). Cirkulära materialflöden kräver att en större andel hamnar i de högre skikten Återvinning, Återanvändning och Förebyggande.



Figur 1. Nödvändig utveckling för byggmaterialavfall visualiserad i Europaparlamentets hierarkiska modell för avfallshantering, även känd som Avfallstrappan.

År 2020 släppte EU kommissionen en ny handlingsplan för att uppnå en cirkulär ekonomi i Europa (Europeiska kommissionen, 2020). Som en del i detta skrivs att strategin bland annat innefattar utvecklandet av digitala loggböcker för byggnader. I en tidigare kommunikation från EU år 2011 fanns också som mål att det redan år 2020 skulle återvinnas 70% av det avfall som byggsektorn genererade (Europeiska kommissionen, 2011).

Byggföretagen.se har i en rapport kallad *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft i bygg och anläggningssektorn*, bland annat sammanfattat att aktörerna i branschen genom ökad återanvändning av material kan flytta sig mot mer cirkulära flöden vilket skulle minimera avfallet (Byggföretagen, 2018). I samma rapport skrivs också att just digitaliseringen av branschen har potentialen att effektivisera byggandet som en del av färdplanen. Det kan finnas ett behov av att visa exempel på hur denna digitalisering skulle kunna se ut för att konkretisera vilken utveckling som behöver göras.

1.1 Syfte

Arbetets syfte har varit att visa en möjlig lösning för hur digitalt tillgängliggjord, relevant data om fönster efter en nybyggnations färdigställande skulle kunna möjliggöra eller effektivisera framtida avfallsförebyggande åtgärder, återanvändning eller återvinning av dem.

1.2 Omfattning

Arbetet fokuserar enbart på den direkta avfallsminskningen, följd effekter av detta samt andra faktorer för klimatpåverkan kan visserligen förekomma i kartläggningen av utmaningar och incitament för de avfallsminskande åtgärderna men analyseras inte mer ingående.

Analysen och test av koncept har avgränsats till att utföras för en specifik kategori byggnadskomponenter, fönster. Valet av detta som produktkategori har gjorts då de är komplexa produkter bestående av flera ingående material samt en byggnadskomponent som ofta byts ut innan byggnaden demonteras i sin helhet (Brand S, 1994). Resultatet av arbetet för produktkategorin fönster undersöks dock för sannolikheten att den är tillämpningsbar även på andra produktkategorier. Detta för att arbetet skall vara intressant för en bredare målgrupp inom byggbranschen.

1.3 Frågeställningar

Som steg i att besvara arbetets syfte och att analysera förutsättningar för lösningens utformande har följande kartlägningsbehov och delfrågeställningar identifierats:

- (1) Hur ser det fysiska fönstrets, samt dess informationsmodells, värdekedja ut och vilka parter är involverade i respektive skede?
- (2) Vilka åtgärder utförs redan idag av involverade parter i avfallsminskande syfte?
- (3) Vilken data är relevant för respektive part att ta fram och/eller använda för att nå en högre grad av avfallsminskning?
- (4) Vilka incitament eller utmaningar finns för att ta fram eller använda datan?
- (5) Vilka möjligheter och utmaningar finns gällande informationshantering hos respektive part samt mellan olika parter?
- (6) Vilka förutsättningar finns för att visa en möjlig lösning på relevant data presenterad och använd ur en informationsmodell, som en proof-of-concept?

1.4 Metod

För att kunna besvara arbetets frågeställningar verklighetsförankrat och med en rimlig avgränsning har utgångspunkt tagits i ett lämpligt verkligt nybyggnadsprojekt där Norconsult varit involverade.

Projektet som bedömts lämpligt som utgångspunkt för studien är etapp 2 i en serie nybyggnationer av förskolor som NCC bygger åt Lokalförvaltningen - Göteborgs Stad under projektnamnet Äpplet. Detta då den under tidsperioden för examensarbetet befunnits i lämpligt skede i och med att dess BIM-modell berikats med information av Norconsult inom perioden. Projektet har varit intressant ur ett digitaliseringsperspektiv då det redan arbetade med ett mer digitaliserat upphandlingsformat, i nära samverkan mellan arkitekten, entreprenören och fönsterleverantören, där kravställningen på produkterna primärt kommuniceras via en IFC-modell. Den digitala mognadsgraden hos involverade parter har bedömts ge goda förutsättningar för arbetets faktainsamling.

Underlaget som behövts för att besvara arbetets delfrågeställningar har samlats in via kvalitativa studier. Detta primärt genom semikonstruerade intervjuer med nio nyckelpersoner i de involverade företagen, samt litteraturstudier för kompletterande och vidare analys av bakomliggande teorier vid behov och för djupare förståelse.

Valet av intervjupersoner hos respektive involverat företag har baserats på de personer som varit direkt involverade i utgångsprojektet och/eller deras rekommendationer om andra lämpliga roller, vars expertisområde rör arbetets frågeställningar. Intervjufrågorna har baserats på de identifierade delfrågeställningarna, formulerade utifrån det aktuella företagets involvering i värdekedjan. De specifika frågorna av relevans samt svaren som givits finns återgivet i respektive intervjubilaga under kapitel 7. I de fall där företagets avdelningar intervjuats vid olika tillfällen visades de specifika frågorna som respektive avdelning rimligen kunnat svara bäst på, men även de frågor som egentligen varit riktade till den andra avdelningen. Detta för att ge intervjupersonerna bättre överblick i vad arbetet syftar till att få besvarat, samt ifall de kunde svara på någon av dessa också. En part som inte direkt varit involverad i aktuellt nybyggnationsprojekt, av naturlig anledning, men som hade varit värdefullt att intervjua är något företag som har avfallshantering som primärt affärsområde. Lämplig person för detta med möjlighet att delta inom arbetets tidsperiod har tyvärr inte hittats.

Efter att intervjuerna utförts och personernas svar sammanställts har detta skickats till intervjupersonerna för kontroll och en möjlighet att korrigera eller addera information. Ett konkret exempel på tilläggsinformation som följde av detta är det underlag som tillkommit efter intervjun med fönstertillverkaren. Det har då visats presentationsmaterial från initiativet Användargrupp Bygg, där både aktuell entreprenör och fönstertillverkare deltar aktivt. Detta har delvis legat till grund för vidare litteraturstudier samt stöd för bland annat kartläggningen av informationshanteringen i faserna för en byggnadskomponents värdekedja.

Mot slutet av arbetets period har författarna givits möjlighet att presentera ett utkast i en digital workshop som Norconsult hade internt för några av de som, inom olika

avdelningar, arbetar med digitalisering och/eller hållbarhetsfrågor i företaget. Fokuset i den presentationen var naturligt på arbetets Proof-of-Concept, PoC, vars tillvägagångssätt och anledningar till det valda utförandet beskrivs i kapitel 2.6 *Förutsättningar för en Proof-of-Concept*.

1.5 Hänvisning till intervjupersoner

Genom rapporten hänvisas intervjupersonernas svar till respektive person med en förkortning för deras företag och roll. Här är en sammanställning över dessa förkortningar med utförligare beskrivning av rollen eller titeln, företaget och avdelning.

- ***Lf BIM***
CAD- & BIM-specialist, Lokalförvaltningen – Göteborgs Stad, Projektavdelningen.
- ***Lf Underhåll***
Underhållsbedömare med planeringsansvar, Lokalförvaltningen – Göteborgs Stad, Fastighetsavdelningen.
- ***Nc Proj***
A-projektör för Projekt Äpplet, Norconsult, Arkitektur & Samhällsplanering.
- ***NCC VDC-led***
VDC-ledare för Projekt Äpplet, NCC, Avdelning Hus Väst.
- ***NCC VDC-spec***
Ledande specialist VDC, NCC, Building Sweden.
- ***NCC Hållb***
Ledande specialist Hållbarhet, NCC, Building Sweden.
- ***ND CTO***
Chief Technical Officer, NorDan Gruppen.
- ***ND Env***
Teamleader, NorDan Gruppen, Competence Center Environmental Certification.
- ***ND Dig***
VDC-support åt säljare för Projekt Äpplet och Utvecklare inom Digitalisering, NorDan Sverige, R&D.

2 Kartläggning och förutsättningar

Arbetets delfrågeställningar definierade i kapitel 1.3 besvaras under respektive rubrik i detta kapitel.

2.1 Fönstrets livscykel och involverade parter

Enligt SS-EN 15643-2:2011, standarden som beskriver ramverket för en byggnads LCA, alltså bedömningen av dess miljöprestanda över livscykeln (Svenska institutet för standarder [SIS], 2011), och motsvarande standard för en byggnadskomponent, SS-EN 15804:2012+A2:2019 går en byggnadskomponent genom följande faser (SIS, 2019):

Produktfas:

A1: Råmaterialsutvinning och förädling, samt eventuell förädling av återvunnet material.

A2: Transport till fabrik

A3: Tillverkning av produkt

Konstruktionsfas:

A4: Transport till byggplats

A5: Installation i byggnaden

Användningsfas:

B1: Användning av den installerade produkten

B2: Underhåll

B3: Reparation

B4: Ersättning

B5: Renovering av produkt

B6: Energiförbrukning under användning

B7: Vattenförbrukning under användning

Slutfas:

C1: Dekonstruktion, nedmontering

C2: Transport till avfallshantering

C3: Processering av avfall för återanvändning, och/eller återvinning

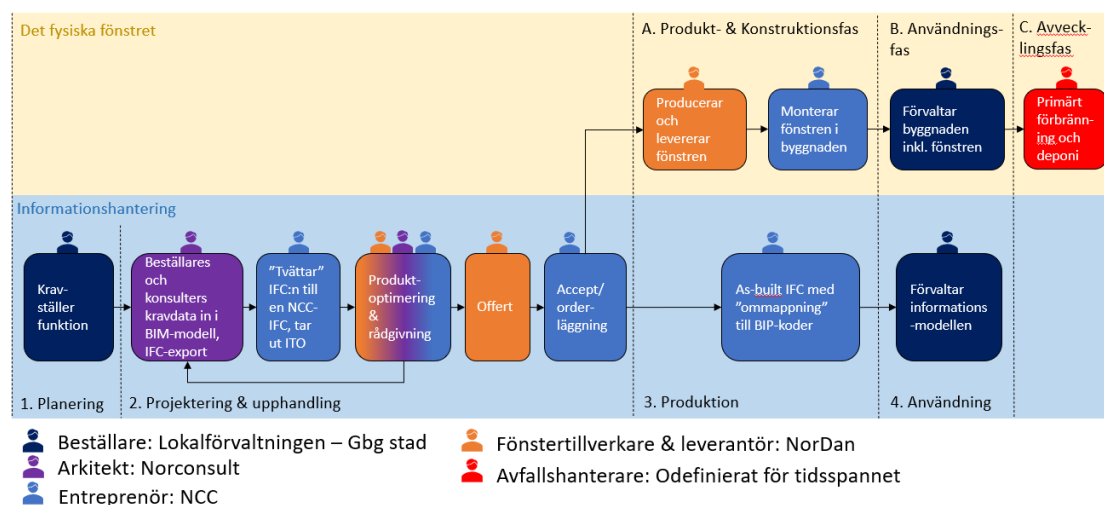
C4: Bortskaffande av kvarvarande avfall

Utanför det direkta produktsystemet:

D: Fördelar/belastningar utanför det direkta systemet gällande återanvändning och/eller återvinning.

Dessa faser, utifrån Projekt Äpplets förutsättningar, har legat till grund för den initiala kartläggningen av ett fönsters fysiska och digitala livscykel. Involverade parter och aktuella företag som i något skede skulle kunna ta fram och/eller använda relevant information i syfte att göra någon åtgärd som leder till ökad grad av

avfallsförebyggande, återanvändning eller återvinning av produkten visas i den övergripande processkartan nedan.



Figur 2. Processkarta över fönstrets livscykel, både fysiskt och dess informationsmodell, samt involverade parter för Projekt Äpplet. För ökad läsbarhet se bilaga 1.

Informationshanteringsfaserna 1 och 2 i processkartan kommer från beskrivning av det upphandlingsformat som varit aktuellt för Projekt Äpplet kallat Digital Upphandling där krav från beställaren, i detta fall Lokalförvaltningen – Göteborg stad, och tekniska konsulter successivt berikats in i projektets BIM-modell av A-projektören på arkitektkontoret hos Norconsult när de funnits tillgängliga. Vid givna tillfällen görs en IFC-export och denna fil processas, eller ”tvättas”, i entreprenören NCCs system så att fönstrens egenskaper hamnar i särskilda Property sets och namnges på ett standardiserat sätt menar NCC VDC-spec, Ledande specialist inom Virtual Design and Construction, VDC, hos NCC. Namngivningen sker enligt ND Dig, Utvecklare inom Digitalisering hos NorDan, i enlighet med motsvarande produktkategoris Data Template vilket primärt bygger på att egenskaperna definieras på samma sätt som i respektive test- och/eller klassifikationsstandard som listas i kategorins harmoniserade produktstandard. Dessa standardiserade egenskaper beskrivs ytterligare i kapitel 2.3.

Den tvättade filen och dess ITO delas med fönstertillverkaren NorDan som då får en tydlig bild av kravställningen och kan också bistå med sin expertis inom området och i samråd göra produktoptimering för projektet därefter (ND Dig). Då inte all kravställning är på plats från början och rådgivningssteget kan ge andra förutsättningar blir denna del av processen ofta en loop som går några rundor innan offert tas fram. När slutlig offert skapats och accept av denna givits orderläggs produkterna och processen går vidare till den övre delen av illustrationen.

Dessa steg följer LCA-faserna, med produktion och montering in i byggnaden, förvaltning av produkterna och slutligen avveckling av dem. Enligt både NorDans Chief Technical Officer, ND CTO, och Teamleader för Environmental Certification, ND Env, går det mesta av produkten i nuläget till antingen förbränning eller deponi, beroende på materialtyp.

Informationsmodellens fortsättning i den undre delen av illustrationen visar stegen där NCC ”mappar om” fönstrens egenskaper för att hamna i det Property set och med den namngivning som beställaren vill ha, vilket enligt *Lf BIM*, Lokalförvaltningens CAD- och BIM-specialist, är att parametrarna skall följa BIP-koders benämningar. BIP står för Building Information Properties och är ett nationellt system för benämning av egenskaper och beteckningar på objekt i fastigheter (BIP-koder. 2021).

2.2 Nuvarande avfallsminskande åtgärder

Den befintliga åtgärden som framstår som vanligast för avfallsminskning när det kommer till fönster är underhåll av dem. Enligt Lokalförvaltningens Underhållsbedömare har de fastighetstekniker som årligen utför driftsronder där fönstrens funktionalitet kontrolleras. Om det upptäckts att ett mindre antal fönster behöver lagas lämnas sedan en felanmälan varefter lagningar utförs till den grad ett byte av större omfattning inte bedöms nödvändigt. En del av dessa lagningar utförs av serviceavdelningen, men det läggs också ut till externa bolag, framförallt då det gäller en större omfattning.

Enligt *ND CTO* är underhåll av fönstren något som i realitet utförs främst under de första tio åren som det ser ut just nu. Att produkterna faktiskt används i tjugofem-trettio år är ovanligt utan de byts ut innan det. Återanvändning av fönstren är enligt honom också ovanligt då de i andra hand anses så pass nedgraderade. Från att sitta i en bostad kan de möjligtvis hamna ut i ett förråd eller liknande, där funktionskraven inte ser ut på samma vis. Han nämner vidare att det å andra sidan finns en viss efterfrågan på återbrukade produkter när de används som design-inslag, ofta interiört. På samma sätt kan de då användas på det viset eftersom funktion och prestanda inte är avgörande vilket är anledningen till att återanvändning i en yttervägg igen är sällsynt. Dessutom är den typen av efterfrågan mest gällande äldre typer av fönster, inte lika mycket när det kommer till fönster det kanske finns fler av från exempelvis miljonprogrammet, men det vet man ju inte om det ser annorlunda ut framöver. Det finns alltså en viss mån av ”down cycling” i nuläget men inte på någon industriell nivå. Det kan också förekomma att produkter uppgraderas, exempelvis att gamla träfönster eftermonteras med aluminiumsbeklädnad.

En aspekt *ND Env* lyfter är att ständigt pågående produktutveckling kan anses ha en avfallsförebyggande effekt då man ser till att använda bästa möjliga material ändamålsenliga materialkonfigurationer som minimerar spill och klimatpåverkan.

Enligt *Nc Proj*, A-projektör hos Norconsult, är det sällan i dagsläget som avfallsförebyggande, återanvändning eller återvinning tas i någon större beaktning redan i designfasen för ett byggnadsprojekt. Han poängterar att han i sin roll visserligen inte är involverad i det skedet, att det kan finnas sådant han inte känner till men att det egentligen enda som i nuläget kan räknas som sådana åtgärder är att det brukar säkerställas att produkter med kortare livslängd än resten av byggnaden skall gå att byta ut utan orimliga åtgärder.

Ur studien som gjorts i arbetet har det framgått att det i nuläget inte utförs någon större del av regelbundna avfallsminskande åtgärder. Även om det inte förekommer

ofta nog att bedömas som normalfall så sker dock en utveckling mot mer hållbart byggande och flera parter har uttryckt målsättningen att arbeta mer med detta.

NCC och NorDan har i ett gemensamt utvecklingsprojekt utforskat hur fönster kan återvinnas i högre grad. Den normala processen i nuläget är enligt *ND CTO* att fönstren vid rivningsplatsen slängs i en container och vid återvinningscentralen skickas detta in i en maskin som hackar upp dem. Därifrån separeras de glasfragment och eventuella metalldelar som lossnat, resten går till förbränning. Enligt *ND Env* går dessutom ofta glasfragmenten till deponi på grund av svårigheten att rengöra glaset innan omsmältning. För att inte riskera volymexpansion som kan förstöra masugnen är det en tolerans på 3 g sten per 1 ton glas. I utvecklingsprojektet monterade NCC ner fönstren intakta och skickade till NorDan där de med sin kunskap om hur fönster tillverkas istället dekonstruerade produkterna och kunde på så sätt skapa renare fraktioner för återvinning.

NCC Hållb, Ledande specialist inom hållbarhet hos NCC, nämner även andra projekt där de haft avfallsförebyggande i åtanke där det kan handla om att lackera om istället för att byta ut köksinredning samt ett par projekt dit många olika produkter har hamnat för återanvändning. Det ena av dessa är deras huvudkontor i Solna och det andra är ett rymdobservatorium de bygger i Onsala åt Chalmers Tekniska Högskola.

Den samlade bilden av hur vanligt förekommande respektive avfallsminskande åtgärd i nuläget är, baserat på svaren från de intervjuade parterna i arbetet, visas nedan.

Åtgärd	Nuvarande utförandegrad
Kontinuerligt underhåll	Vanligt
Lagningar och uppgraderingar	Förekommer
Återanvändning, i yttervägg	Ovanligt
Återanvändning, down-cycling	Förekommer
Materialoptimering vid produktutveckling	Vanligt
Avfallsminskning i beaktning i designskede	Endast m.a.p. åtkomst för produkter med kortare livslängd.
Återvinning	Låg återvinningsgrad normalt. Förekommer utvecklingsprojekt.

Tabell 1. Sammanfattad lista över vad som har framgått vara nuvarande avfallsminskande åtgärder för fönstren och hur vanligt förekommande respektive är.

2.3 Relevant data för ökad grad av avfallsminskning

Både *Nc Proj* och *NCC VDC-spec* menar att det i nuläget är oerhört sällsynt att det finns någon informationsmodell att tala om där data relevant för avfallsminskning finns digitalt tillgänglig. Även här finns det dock initiativ för att detta skall utvecklas. 2018 deltog NorDan i ett projekt som leddes av IVL Svenska miljöinstitutet och gick under Smart Built Environments paraply. Projektet gick ut på att visa att det var tekniskt möjligt att koppla en tillverkarens BIM-objekt, konceptuellt berikat med en unik identifikator, till produktens elektroniska byggvarudeklaration, eBVD, berikat med samma identifikator (Ahlm M., Stattin E. & Wohlén N, 2018). Från informationsmodellen kunde då nyckeldata ur eBVD:n presenteras. Identifikatorn

som användes i projektet skulle representera ett Global Trade Item Number, GTIN. Detta är det standardiserade formatet för produktidentifikation som de rikstäckande byggbolagen i Sverige tillsammans med Byggmateriälhandlarna, Byggmateriälindustrierna och BIM Alliance Sweden 2018 gemensamt signerade ett principbeslut för att verka för att den blir branschstandard (GS1 Sweden, 2018). För att specificera hur materialtillverkarna skall tillämpa GTIN på sina produkter och hur det är tänkt att fungera i ett större perspektiv, för samtliga inblandade parter i byggnadens livscykel drivs nu ett branschgemensamt nationellt forum, kallat Användargrupp Bygg, lett av GS1, vilket är den icke-vinstdrivande organisation bakom GTIN-standarden. Resultaten som forumet tar fram blir även inspel i det internationella initiativet Digital Supply Chain in Built Environment, DSCiBE, då en viktig aspekt med GTIN och GS1s andra standarder är att de är globala (*ND Dig*).

GS1 Norway har på beställning av de stora statliga förvaltningsmyndigheterna för konstruktion och anläggning i Norge tagit fram ett vägledande dokument för GTIN i byggbranschen, som också har presenterats för Användargrupp Bygg i Sverige som en del av att göra den gällande på internationell nivå. I det dokumentet beskrivs bland annat hur GTIN skall administreras för företag som tillverkar produkter som ofta är projektspecifika, där detta exemplifieras med fönster och dörrar, flytande betong och betongelement. Det beskrivs även hur GTIN kan användas genom byggnadens livscykel där det framgår att GTIN:et kan bli kopplingen mellan det fysiska fönstret och dess digitala tvilling i informationsmodellen (GS1 Norway, 2021). Vid montering kan den underlätta kvalitetssäkringen att rätt fönster sitter på rätt plats men också att datan i informationsmodellen blir mer säkerställd, då de fysiska fönstrens GTIN kan kontrolleras mot GTIN:en i informationsmodellen och risken att datan inte gäller för aktuellt fönster minskar. Det primära syftet med GTIN enligt det svenska principbeslutet är dock att möjliggöra spårbarhet av komponenterna i byggnaden (GS1 Sweden, 2018). Följs de regler som finns för hur GTIN:en skall administreras och tillverkarna har bra loggning av ingående artiklar kan det möjliggöra bättre spårbarhet av exempelvis något ämne som i framtiden identifieras vara farligare än först väntat (*ND Dig*). Detta kan framförallt vara relevant i de fall där företagen inte vill dela med sig av det exakta innehåller i deras produkter.

Det som *Nc Proj* menar är mest relevant för deras del är att veta vad det är för fönster som byggts in och vilka krav de uppfyller, exempelvis gällande lufttäthet, för att kunna göra en bedömning om de går att använda i ett visst projekt eller inte. Det är enligt *ND Dig* och *NCC VDC-spec* viktigt att parametrarna som beskriver fönstrets egenskaper har en tydlig definition som inte lämnar utrymme för egen tolkning. Som tidigare nämnt används standardiserade egenskaper i upphandlingsformatet mellan NCC och NorDan, där definitionerna primärt baseras på de klassifikations- och teststandarder som listas i produktkategoriens harmoniserade standard. Detta då det är efter dessa standarder produkterna testas och deklarerar. Dessa hänvisningar till aktuella standarder är i Digital Upphandling inte något som finns med i IFC-modellen utan detta definieras separat i projektens LOD-lista, vilket beskriver förväntad Level of Development av BIM-modellen i projektets olika skeden (*NCC VDC-spec*). I nuläget standardiseras egenskaperna genom att de namnges korrekt enligt produktstandarden. Exempelvis benämns parametern för produktens ljudprestanda som Airborne sound insulation, och inte andra förekommande synonymer utan definition som Ljuddämpning, Ljudkrav eller liknande (*ND Dig*). Detta är ett tillfälligt steg i standardiserings- och digitaliseringsutvecklingen medan datan fortfarande

tolkas manuellt. När den tolkas med maskinläsning kommer detta på sikt ersättas av att varje egenskap, och dess möjliga egenskapsvärden som inte redan är numeriska, tilldelas en GUID som istället kan kommuniceras mellan berörda parter. Hur dessa GUID:ar skall administreras i branschen är även det något som diskuteras i Användargrupp Bygg (*ND Dig*).

För att kunna särskilja vad som kravställts mot det som faktiskt byggts in men också för att tydliggöra vilken information i BIM-modellen som är verifierad och i vilket skede eller av vilken part finns det ett behov av att sätta någon form av status på aktuella parametrar med vilket detta framgår, menar både *NCC VDC-spec* och *Nc Proj*.

Då egenskaperna som används i Digital Upphandling primärt bygger på standarder på internationell och europeisk nivå och är relativt nyutvecklade finns det aspekter som ännu inte har implementerats för de nationella tillämpningarna som kan *behövas ND Dig*. En sådan egenskap som enligt *Nc Proj* är av intresse att veta om produkten allmänt i tillägg till att det för Projekt Äpplet är kravställt av beställaren, vilket även framgår i Lokalförvaltningens Tekniska krav och Anvisningar, TKA, är att produkten är P-märkt.

Något som också framgår i TKA:n är att byggnadens ingående komponenter skall loggas enligt Byggvarubedömningen (Lokalförvaltningen Göteborgs stad, 2021). Det är enligt projektets VDC-ledare inte någon loggning som i nuläget kopplas till BIM-modellen på något vis men enligt *ND Env* är syftet med Byggvarubedömningen att göra köparen mer medveten och möjliggöra bättre produktval i upphandlingskedet. Detta genom att det är en extern part som gör en oberoende bedömning av produktens innehåll och livscykelegenskaper, utifrån en fastställd mall där förekomst av förbudsämnen och riskfraser i ingående kemier tittas på. Aktuella produkters bedömningsnivå, Rekommenderas, Accepteras eller Undviks, vilket motsvarar innehåll av dessa ämnen per ingående artikel med < 0.01 , < 0.1 respektive > 0.1 viktprocent, skulle därför kunna vara relevant data för återanvändning av produkten.

ND Env lyfter dock vidare att kriterierna för bedömningen mycket väl kan se annorlunda ut i framtiden och att vad som då vore mer värt om produkten skall återanvändas i ett senare skede är en innehållsförteckning med väl dokumenterat innehåll efter tillverkarens bästa förmåga. Formatet för denna innehållsförteckning är idag enligt *ND Env* en eBVD, vilket är den elektroniska Byggvarudeklaration som ägs av intresseorganisationen Byggmaterialindustrierna (Byggmaterialindustrierna, 2021).

En noggrann innehållsdeklaration är enligt *ND Env* också den bästa informationen vid återvinning. Det möjliggör att kunna ta hand om de ingående artiklarna på bästa sätt och säkerställa att de återgår till så högvärdigt material som möjligt igen. Vet man exempelvis exakta legeringarna kan dessa återvinnas till samma legeringstyp igen istället för att återanvändas som en lägre värd legering.

Detta menar även *ND CTO* är den absolut viktigaste informationen i avfallsminskande syften då detta inte är något som snabbt går att identifiera på egen hand utan kräver djupare analyser av den kemiska sammansättningen av artiklarna. Han säger dock att ytterligare produktbeskrivningar och ritningar också kan vara till hjälp. Det kan nog vara aktuellt om exempelvis dekonstruktionen av produkten, i syfte att återvinna den

till högre grad än i dagsläget, utförs av någon som av naturliga skäl inte har samma kännedom om produktkategorin fönster som de som tillverkar dem.

Ytterligare dokumentation från tillverkaren skulle kunna göras digitalt tillgänglig via informationsmodellen. Enligt *ND CTO* finns det visserligen inte någon specifik instruktion för hur produkten demonteras ur byggnaden men att de monteringsanvisningar som finns skulle kunna användas i det syftet och i så fall bara vända förloppet som visas där. Det skulle då kunna underlätta vid demontering i syfte att kunna återanvända produkten

Ett sätt att förebygga att avfall uppstår är att se till att produkterna håller så länge som möjligt. För att fönstren ska behålla sin funktion länge krävs ett visst mått av underhåll, exempelvis smörjning av beslag och spanjoletter (NorDan AB, 2016). Relevant dokumentation för detta är de skötselanvisningar som ingår i ägarhandboken vilket redan i nuläget delges av NorDan, både som tryckt broschyrmaterial och som PDF (*ND CTO*). Som tidigare nämnt är det dock sällan något som finns tillgängliggjort via IFC-modellen eller liknande.

Något som enligt *Lf Underhåll* inte heller är data som finns i nuläget men hade underlättat vid återanvändning av fönstren är någon typ av klassning för dess skick, för att med det kunna avgöra om det finns fönster i deras bestånd som kan återanvändas. Den här typen av information lyfter även *Nc Proj* som något de hade haft användning av att veta vid en eventuell om- eller nybyggnation där fönster skall återanvändas. Då vill de få vetskapen om vad som hänt med fönstret över tid.

Sammanfattningsvis har svaren från intervjuerna i arbetet givit flertalet exempel på vad som skulle vara relevant data för att möjliggöra nya eller effektivisera befintliga åtgärder som har avfallsförebyggande effekt, samt ökad grad av återanvändning och återvinning.

Identifierad relevant data	Syfte
GTIN	Spårbarhet av produkt och kvalitetssäkra data
Prestandadata, med standardiserade egenskaper, för installerad produkt	Underlätta vid bedömning inför återanvändning
Parameterstatus	Möjliggör urskiljning av granskad data i modellen
P-märkescertifikat	Underlätta vid bedömning inför återanvändning
Byggvarubedömningsnivåer	Underlätta vid bedömning inför återanvändning
eBVD:er	Innehållsförteckning mer framtidssäkert än bedömningar samt relevant vid återvinning
Produktbeskrivningar & ritningar	Underlätta noggrannare återvinning/demontering
Anvisningar för demontering	Underlätta vid demontering
Ägarhandbok med skötselanvisning	Utföra underhåll korrekt
Klassning av produktens skick & utförda åtgärder	Underlätta vid bedömning inför återanvändning

Tabell 2. Sammanfattad lista över vad som har framgått vara relevant data och i vilket syfte.

2.4 Utmaningar och incitament för data-framtagning och/eller -användning

Som tidigare nämnts utförs idag inte avfallsminskande åtgärder i någon stor skala. Detta kapitel tar upp en del av den problematik som identifierats ligga till grund för detta, samt en del av de incitament som kan komma att motivera byggbranschen till förändringar.

Ett av problemen som finns för utförandet av ökade avfallsminskande åtgärder är hur datan ska nå relaterade parter. Flera av de intervjuade parterna, till exempel *ND CTO* och *ND Env* har vid olika tillfällen uttryckt att de, eller fastighetsägaren, inte alltid kan få tag på all data. Det finns exempelvis företag, enligt *ND Env*, som anser att för detaljerad produktinformation är företagshemligheter de inte vill att konkurrenter ska få tag på, då det möjliggör att deras konkurrenter till viss grad kan komma att kopiera. *ND CTO* säger också att de exempelvis inte visar hur deras produkter tas isär då denna information möjligen kan användas mot kunderna som har deras produkter. Dessa sitter ofta i fasader och har på grund av detta en hög säkerhetsaspekt gällande inbrotts säkerhet.

I arbetet med att samla in datan förekommer också flera problem. Ett av de problemen är enligt *ND CTO* att produkterna från fönsterleverantörerna ofta är väldigt konfigurerbara, med miljontals möjliga unika konfigurationer. Detta gör det enligt honom utmanande att redovisa det exakta innehållet för varje enskild konfiguration och är anledningen till att många deklarationer och certifikat för fönster i nuläget ofta bygger på referensprodukter med en viss konfiguration. Att informationen till produkternas beståndsdelar också ofta måste komma från material- och artikeltillverkarna försvårar ytterligare situationen. *ND Env* nämner också att kunskapsnivån gällande detaljerad materialinformation skiljer kraftigt emellan olika leverantörer. Om leverantörerna inte är transparenta angående det exakta innehållet i delarna så får de istället gå utefter vad dessa inte innehåller. Detta följer förvisso kraven men kan bli problematiskt på lång sikt på grund av att produkternas innehåll behövs för återanvändning och bättre återvinning, men även då just vilka ämnen som bedöms vara farliga eventuellt kan komma att förändras. Ett exempel på detta som *ND Env* tar upp är asbest som länge användes i till exempel asbestcementskivor, och isolering, men som numera är förbjudet (Arbetsmiljöverket, 2020). *ND Env* nämner även att det finns en viss utmaning i att en detaljrik innehållsdeklaration kräver högre kompetens för att förstå och tolka all information på rätt sätt. *Lf Underhåll* påpekar också att kunskapen och de tillgängliga resurserna behöver öka ifall rätt produkter ska kunna inventeras och klassas som återanvändningsbara.

En utmaning gällande återanvändning som både *NCC Hållb* och *ND CTO* lyfter är det då saknas garantier för produkterna. Installeras en återbrukad produkt som inte är säker så tas en stor risk utifall att denna exempelvis skulle ramla ut från en hög höjd och skada någon. Detta innebär enligt *ND CTO* att det måste finnas en part som är ansvarig för att säkerställa att produkterna faktiskt är säkra för just återbruk, så att inte felaktiga produkter monteras på platser där scenarion som detta kan komma att uppstå. Efterfrågan på återbrukade produkter är också enligt *ND CTO* låg, som tidigare nämnt handlar det i nuläget mest om att produkterna möjligtvis används i byggnader där kraven på prestandan inte är lika hög. Andra rent praktiska utmaningar

kring återanvändning som *NCC Hållb* nämner är att bygglov sannolikt söks långt innan återanvändningsbara produkter samlats in vilket då kan bli svårt att hitta som stämmer med vad som givits bygglov för. Även logistiken kring var dessa produkter skall lagras under tiden är utmanande.

En aspekt gällande återvinningen av de ingående material i fönstret är enligt *ND Env* att råmaterialtillverkarna inte gärna använder post-consumer-material, alltså sådant som varit på marknaden och vänt då det är en osäkerhet på vad de får tillbaka. I det utvecklingsprojekt som NorDan utförde med NCC blev mängden handpåläggning påtaglig i analysen av vad fönstren där bestod av för artiklar och material. Den sortens analys är alltså i dagsläget utmanande då tillgängliggjord produktinformation saknas för fönstren (*ND Dig*).

Incitamenten som tydligast framgått genom intervjuerna som kan bidra till att sporra branschen till förändring kan kort sammanfattas som följande:

- Ekonomiska
- Kundens efterfrågan
- Lagstadgade krav och mål

De ekonomiska delarna beskrivs av *NCC Hållb & ND CTO* som att det i dagsläget är alldeles för billigt för att det ska anses värt det att ta tiden att genomföra vissa avfallsförebyggande åtgärder och återanvändning. Risken är alltså att ett projekt rent ekonomiskt förlorar på att sätta sig in och göra detta gentemot att skicka äldre produkter till deponi. *ND CTO* säger också att de tagit lärdom från utvecklingsprojektet i att det krävdes mycket tid och maskinell utrustning för att genomföra vissa av åtgärderna, samt att det är få som använder råvarorna som framställs vid återvinningen, men att eventuella prisökningar av råvaror som mineraler kan förändra denna förutsättning. Enligt *ND CTO* är det denna aspekt som måste ändras innan dessa förebyggande åtgärder kan tillämpas på industriell skala.

Det som potentiellt kan stå för de starkaste incitamenten för involverade parter att satsa mer på avfallsminskande åtgärder är om deras respektive kunder och beställare efterfrågar det. Både *NCC Hållb* och *ND CTO* pratar om hur kundernas efterfrågan påverkar valen av produkter till ett projekt. *NCC Hållb* säger exempelvis att byggnader och renoveringar av kontor är typiska projekt där kunder kan efterfråga återbrukade produkter vilket då har en stor påverkan.

Angående lagstadgade krav och mål ser både *ND CTO* och *ND Env* att hårdare kravställningar kan komma i framtiden som aktörer kommer behöva anpassa sig efter. *ND CTO* tar exemplet med det ökade antalet avfallsfraktioner som kommit på senare år, där en ökad grad av sortering möjliggjorts och ska hållas och tror det kommer fortsätta att utvecklas mot denna riktning. De ser också att på grund av moderna produkters mer varierade innehåll än förra århundradet så behövs det nu också en noggrannare dokumentation av produkters innehåll med detta i åtanke. *NCC Hållb* har också påpekat att de ser att en CO₂-budget i framtiden eventuellt kan vara någon som aktörer behöver hålla sig efter utöver den ekonomiska budgeten, vilket också skulle öka påtryckningen att återanvända gamla produkter. I färdplanen som Byggföretagen kommit ut med så är målen för Sveriges bygg och anläggningssektor att aktörer inom sektorn år 2022 ska ha kartlagt sina utsläpp, för att sedan arbeta mot att 2030 ha

halverat sina utsläpp av växthusgaser, och 2045 ha nått 0 nettoutsläpp av dessa (Byggföretagen, 2018).

De sammanställda utmaningarna som identifierats i arbetet gällande att ta fram eller använda data i avfallsminskande syfte samt vilka incitament som finns för att faktiskt vilja göra det, visas i tabellen nedan.

Utmaningar	Incitament
Produktinformation ses ibland som företagshemligheter eller har säkerhetsaspekter.	Ökat lagkrav på att deklarerera innehåll och information.
Hög konfigurerbarhet med miljontals möjliga kombinationer försvårar att ge exakt innehåll.	Samma som ovan samt kunders efterfrågan på specifik data istället för generisk.
För billigt att slänga & köpa nytt, historiskt sett låg efterfrågan på återbrukade produkter.	Ökande priser på material.
Brist på garantier på återbrukade fönster, bygglov som begränsar möjliga produkter och lagring av dessa.	Ökad efterfrågan av återbrukade produkter.
Relevant data och hur den skall användas kan saknas i det skede då den behövs.	Alla ovan.
Varierande kunskapsnivå och odefinierade processer kring återanvändning och återvinning.	Alla ovan.

Tabell 3. Sammanfattad lista över vilka utmaningar som identifierats för att ta fram eller använda datan, samt vilka incitament som finns för att göra det.

2.5 Informationshanterings utmaningar och möjligheter

Utöver de utmaningar som finns gällande de rent praktiska delarna kring avfallsminskande åtgärderna finns det också utmaningar gällande informationshanteringen av all nödvändig data, men självklart också möjligheter. Detta tas upp i följande kapitel baserat vad som framgått genom intervjuerna.

Ett vanligt förekommande hinder med processen kring hur data lagras och kommuniceras digitalt är att den ofta behöver utformas på olika sätt beroende på vilken kund det gäller (*ND Dig*). Här finns som tidigare berörts initiativ och standardiseringsarbeten kring digitaliseringsprocesser vilket skulle underlätta då informationen och hanteringen av den inte skulle behöva skraddarsys i lika stor grad från fall till fall. Att ha standardiserade format är något som enligt *NCC VDC-spec* är viktigt då det kan underlätta för integrationen mellan de olika systemen och programvarorna som de inblandade parterna i branschen använder sig utav.

Något som framgått genom de olika forumen som finns gällande digitalisering av branschen samt i kontakten med olika kunder och intressenter är att kunskapsnivån varierar oerhört från person till person (*ND Dig*). Lika tydligt är det enligt honom att den typen av branschöverskridande samarbeten hjälper till att få till mer definierade processer. Lärdomar från initiativen kan spridas för att påskynda utbredningen av nödvändig kunskap och kompetens inom området.

Nc Proj menar att de i nuläget ofta befinner sig i ett gränsland mellan att kravställningen de får från en CAD-manual håller en hög digitaliseringsnivå men

samtidigt säger kontraktshandlingen att det skall levereras traditionella 2D-ritningar. Även att direktiv och riktlinjer gällande handlingarna i nuläget inte harmoniserar exempelvis mellan BIP-koder och Bygghandlingar 90. Att det funnits ett motstånd till att använda 3D-tekniken som hjälpmedel med hänvisning till att 2D handlingarna är de juridiskt bindande dokumenten är något som *NCC VDC-spec.* bekräftar och menar att även om den mentaliteten är på väg att försvinna kvarstår det fortfarande mycket onödigt arbete i nuläget då 3D-modeller tas fram men inte fullt ut används som juridiska handlingar.

En anledning till att det inte är juridiska handlingar än skulle kunna vara för att det finns en osäkerhet kring vilken information i modellen som faktiskt är verifierad. Enligt både *Nc Proj* och *NCC VDC-spec* är den största delen av informationen i en modell felaktig. Detta har sin förklaring i att vid ett normalt projekteringsflöde fylls det i en mängd information och geometri främst för det som skall ut på en PDF. I den processen blir det med automatik vissa detaljer som blir helt rätt och andra som ingen överhuvudtaget bryr sig om att titta på, men det följer ändå med i modellen (*Nc Proj*). Lösningen till hur verifierad information skall kunna urskiljas är idag enligt *NCC VDC-spec* att dessa får läggas i specifika Property sets och olika delleranser av modellerna.

En ytterligare utmaning gällande processerna kring BIM-modeller som *Nc Proj* tar upp är svårigheten att ta över och fortsätta på någon annans modell. Bara att ta över någons 2D-ritning, där alla inställningar och lager är organiserade på ett annat sätt än det personen är van vid kan vara utmanande men i en 3D-modell blir detta ännu mer komplext. Den arbetsmetodiken att de fortsätter på en befintlig modell har de i nuläget lite erfarenhet kring men är något som behöver tas fram goda lösningar för. Även här kan det underlätta om inte alla gör på sitt egna sätt utan att det finns hög nivå av igenkänning mellan modellstrukturer från olika projektörer om den skall processas av olika parter genom dess livscykel.

Vem det är som ska fylla i all den här tillkommande informationen som vanligtvis inte ingår i projekteringen är en fråga som kommit upp. Men det har även berättats att det finns systemlösningar exempelvis BIMeye, där IFC- eller native-modeller kan kopplas upp mot en molnbaserad plattform och rättigheter att fylla i specifika egenskaper eller grupp av egenskaper kan tilldelas, vilket skulle göra att det är de personerna som faktiskt ansvarar för datan som också är de som berikar den in i modellen (*ND Dig*).

Den långsiktiga lagringen av informationen och att säkerställa att den hålls uppdaterad och aktuell genom hela livscykeln är något som både intervjupersonerna på Lokalförvaltningen och på NorDan tagit upp som en utmaning. Exakt hur processerna kring detta bör utformas på sikt är i nuläget oklart men även här finns det utvecklingsprojekt. Ett sådant är det EU-finansierade projekt där 15 företag i Europa, bland annat den svenska miljösystemleverantören SundaHus, deltagit i syfte att skapa lösningar för ett cirkulärt byggande (BAMB, 2021). Projektet har gått under namnet BAMB, Building As Material Banks, och en dellerans i projektet har varit att utveckla en europeisk databas där dels tillverkarna av byggnadskomponenter kan registrera sina produkter samt fastighetsutvecklarna kan registrera sina byggnader med vilka ingående komponenter som använts. Detta blir då en databas med så kallade Materialpass vilket kan användas för att identifiera var det exempelvis finns

lämpliga återanvändbara material vid en ny- eller ombyggnation (Luscuere L., Zanatta R., Mulhall D., Boström J. & Elfström L., 2019). I rapporten för delleransan tas det upp att det är avgörande att databasen är möjlig att koppla ihop med externa system och det lyfts även där vikten av globalt unika produktidentifikatorer och standardiserade dataformat för att kunna kommunicera informationen.

De utmaningar och möjligheter gällande informationshanteringen som identifierats i arbetet visas sammanställt i tabellen nedan.

Utmaningar	Möjligheter
Kunder ställer varierande krav på hur data och dess hantering skall utformas	Standardisering i branschen gällande digitala processer
Variert kunskapsnivå och odefinierade processer kring informationshanteringen i projekten	Branschöverskridande forum och spridning av deras lärdomar. Resultera i standardiserade processer.
Fortfarande 2D-handlingar som normalt blir kontraktshandlingar	Samma som ovan kan påskynda utvecklingen
Stor del felaktig information i befintliga modeller	Löses idag med att verifierad data läggs i specifika property sets.
Att ta över och fortsätta på någon annans BIM-modell	Standardisering i branschen gällande digitala processer
Vem skall fylla i all data?	Ansvarig för datan fyller i via BIMeye eller liknande verktyg
Informationsmodellerna behöver lagras i databaser som även går att återkoppla till.	Initiativ och utveckling av (inter)nationella databaser, alternativt flera lokala databaser som kan kommunicera

Tabell 4. Sammanfattad lista över identifierade utmaningar och möjligheter gällande informationshanteringen.

2.6 Förutsättningar för en Proof-of-Concept

Tanken med PoC:en har varit att praktiskt visualisera resultatet tänkt att besvara arbetets syfte. Detta har som sagt varit att visa hur digitalt tillgängliggjord relevant data om fönster efter en nybyggnations färdigställande skulle kunna möjliggöra eller effektivisera framtida avfallsförebyggande åtgärder, återanvändning eller återvinning av dem. Det skulle kunna se ut på en mängd olika vis och detta kapitel går igenom kartläggningen av de förutsättningar som legat till grund för det specifika utförandet av PoC:en i arbetet.

Utifrån vad som identifierats vara relevant data i avfallsminskande syfte har det utretts om motsvarande information och dokumentation funnits digitalt tillgängligt för aktuella produkter i Projekt Äpplet. Resultatet av detta presenteras i följande stycken och finns slutligen sammanställt i tabellform.

GTIN på produkterna har inte fullt ut implementerats ännu då riktlinjerna för dess administration inte är genom den internationella remissrunda de behöver genomgå innan de kan antas som standard (*ND Dig*). Därför har modellen endast kunnat berikas med fiktiva GTIN.

Prestandadatan för produkterna som slutligen beslutas och som byggs in är inte något som normalt ingår i leveransen i Digital Upphandling i dess nuvarande version utan där behandlas enbart kravdata digitalt. Med utgångspunkt i den kravdata som funnits tillgänglig har motsvarande egenskaper kunnat skapas med värden från aktuell offert

från NorDan samt Prestandadeklarationer på aktuella produkter. Då de standardiserade egenskaperna som nämnt i nuläget saknar GUID:ar kopplade till dess definition i en separat databas har dessa definitioner istället behövt ingå i IFC:n. Då det författarna veterligen inte finns någon möjlighet att lägga till någon form av tillhörande metadata på en viss parameter har detta fått ingå direkt i parameternamnet. Parameterstatus för identifiering av vad som är verifierad data i modellen har av samma skäl inte kunnat knytas till en parameter på annat sätt än på ett liknande sätt som redan gjorts för kravdatan, att de placeras i specifika Property Set.

Befintliga P-märkescertifikat har funnits digitalt tillgängliga via NorDans dokumentationsportal. Nämnvärt kan dock vara att detta svenska kvalitetscertifikat strider mot europeiska direktiv gällande produktmärkning och menas konkurrera med CE-märkningen vilket lett till att P-märket avskaffas efter 1 juli i år, åtminstone i dess befintliga form (*ND CTO*).

Byggvarubedömningsnivåerna och sökbara ID:n på verifierande dokumentation i BVBs databas har funnits tillgängligt i ett sammanställt dokument med produktens samlade miljöprestanda och bedömningar i olika miljöbedömningssystem.

eBVD:erna som funnits tillgängliga är baserade på referensprodukter med en viss konfiguration och storlek då det, precis som tidigare beskrivet, är utmanande för tillverkarna av så pass konfigurerbara produkter att ha denna typ av dokumentation tillgänglig för alla miljontals möjliga konfigurationer.

Produktbeskrivningar och ritningar har även dessa funnits digitalt tillgängligt via NorDans dokumentationsportal.

Anvisning för demontering är som nämnt i kapitel 2.3 inget som finns specifikt men de befintliga monteringsanvisningar som kan vara användbara i samma syfte finns digitalt tillgängliga.

Ägarhandbok med skötselansvisningar har lokaliserats för aktuell produktserie. Dock framgår det i boken att tillverkaren har svårt att fullt ut definiera nödvändig underhållsfrekvens på produkterna då det även beror på lokala faktorer. En minimumnivå för tillsyn minst en gång årligen rekommenderas däremot.

Klassningen av fönstrens skick och utförda åtgärder i användningsfasen har inte undersökts närmare utan avgränsats från arbetet på rekommendation från handledare då detta skulle vara för omfattande att utföra.

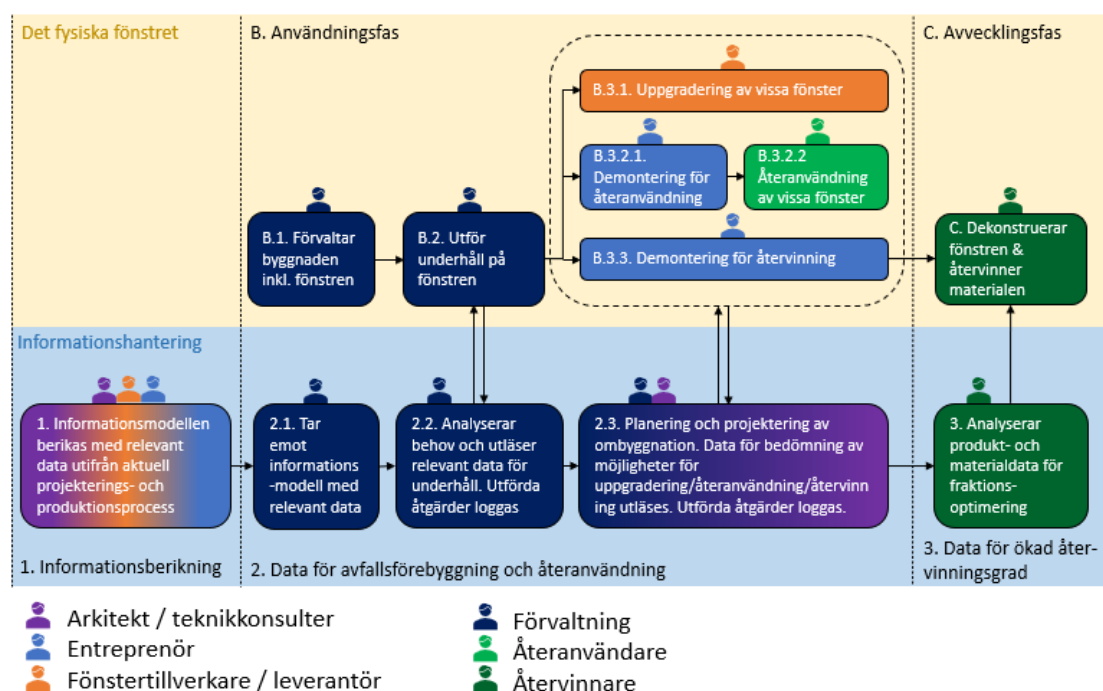
Identifierad relevant data	Förutsättningar utifrån Projekt Äpplet och arbetets omfattning
GTIN	Fiktivt, ej implementerat än.
Prestandadata, med standardiserade egenskaper, för installerad produkt	Ingår ej i Digital upphandling i dess nuvarande form, men aktuell information framgår ur offert och tillhörande dokumentation.
Parameterstatus	Löses genom särskilda property sets.
P-märkescertifikat	Befintligt P-märkescert. P-märkesdirektiv ändras dock 1/7 2021.
Byggvarubedömningsnivåer	Nivåer och Byggvarubedömnings ID från Miljöprestanda
eBVD:er	Baserad på referensprodukt, eBVD för exakt konfiguration finns ej
Produktbeskrivningar & ritningar	Finns digitalt tillgängligt.
Anvisningar för demontering	Inte något som finns specifikt, monteringsanvisningar med vänt förlopp kan användas
Ägarhandbok med skötselansvisning	Finns digitalt tillgängligt. Exakt underhållsfrekvens kan ej definieras av tillverkaren, beroende av lokala faktorer
Klassning av produktens skick & utförda åtgärder	Avgränsning från förvaltningens åtgärdshistorik.

Tabell 5. Sammanfattad lista över vilka förutsättningarna varit för att få tag i identifierad relevant data för aktuella produkter i Projekt Äpplet.

I beslutet av hur all information ovan på lämpligast sätt hanteras och presenteras för PoC:en har valet av informationsbärare landat i liknande format som för Projekt Äpplet. Där har som sagt en Revit-modell berikats med data och sedan exporterats till IFC. Att koppla samman datan med någon form av databas som den beskriven i BAMB-projektet eller liknande skulle vara utmanande inom tidsperioden för arbetet. Valet av informationshantering visar istället väl hur detta realistiskt hade kunnat se ut för det verkliga projektet utan några större ändringar i befintliga system. En skillnad från det verkliga projektet har varit att IFC:n inte har genomgått de ”tvättningar” som beskrivits i kapitel 2.1. Anledningen till detta har varit att det för arbetet inte bedömts nödvändigt då den första tvättningen, som döper om parametrarna till de med standardiserad namngivning enligt produktens harmoniserade standard, inte behövs om de namnges korrekt från början och den andra tvättningen döper om till BIP-kodens benämningar. Dessa saknar den tydliga definition och framtidsäkring som kommer med att följa nomenklaturen från de standarder produkterna faktiskt testas och certifieras enligt. Hur datan skulle se ut med denna namngivning och några sätt den skulle kunna komma till användning genom fönstrens livscykel har varit målet med PoC:en och därmed utgjort de viktigaste förutsättningarna för utförandet av den.

3 Proof-of-Concept

Utifrån kartläggningen av förutsättningarna för en PoC har ett teoretiskt scenario satts upp för den senare hälften av fönstrets livscykel enligt processkartan nedan. Detta utgör de faser och steg som PoC:en baserats på och som presenteras i de tre första underkapitlen nedan.



Figur 3. Processkarta över PoC:ens teoretiska scenario för fönstrets senare hälft av livscykel. För ökad läsbarhet se bilaga 2.

3.1 Utökad informationsberikning

I det tänkta scenariot har modellen, innan överlämning till förvaltning, berikats med relevant data. I arbetet har detta som sagt gjorts via en kopia av Äpplets Revit-modell, där kravdata redan var berikat av Norconsult. Denna har sedan exporterats till IFC-format. I det här fallet har den utökade berikningen gjorts av författarna men i ett verkligt scenario skulle det kunna vara arkitekten som fyllde i även detta, alternativt att respektive part berikar sin del. Antingen via någon lösning liknande BIMeye, som tidigare nämnt, eller att modellen skickas vidare mellan parterna och berikas successivt. Nämnvärt kan även vara att då all kartläggning och alla förutsättningar byggts på hur det sett ut i Projekt Äpplet finns det potentiellt andra utmaningar och aspekter som inte tagits i beaktning i PoC:en. Exempelvis kan ytterligare parter behöva vara involverade, som grossister/återförsäljare eller IT-leverantörer.

Säkerligen beroende på hur projekterings- och produktionsprocessen ser ut för ett framtida projekt och hur informationsmodellen skapas skulle den kunna komma att se

ut liknande den modell som skapats i arbetet.

Hyperlinks	Ifc Dimensions	Pset_Fönster As-built	Pset_Fönster Kravställning
Property			Value
01. TypelD			FÖ07
02. GTIN			734123000031
03. Frame Width, enligt EN 12519:2018			980.00 mm
04. Frame Height, enligt EN 12519:2018			1,780.00 mm
05. Type of window, enligt EN 12519:2018			Vridfönster, horisontellt, utåtgående
06. Product name			NorDan NTech Vridfönster
07. Frame Material			Trä/aluminium
08. Resistance to fire, enligt EN 13501-2:2016 och EN 1634-1:2014+A1:2018			-
09. Burglar resistance, enligt EN 1627:2011			-
10. Airborne sound insulation, enligt EN 10140-2:2010			Rw(C:Ctr) 38(-1,-3)
11. Thermal transmittance, enligt EN 10077-1:2017 och EN 10077-2:2017			0,82 W/m ² K
12. Solar factor, enligt EN 410:2011			0,50
13. Light transmittance, enligt EN 410:2011			0,71
14. Glastyp, enligt 14351-1			3-Glas isolerruta, Laminerat yttre glas klass 2
15. Air permability, enligt EN 12207:2017 och EN 1026:2016			Class 4
16. Colour inside			NCS S 0500-N (VIT)
17. Colour outside			RAL 8001 (OCKRA-BRUN)
20. Prestandadeklaration			https://docs.nordan.no/download/cf940f4f-01c...
21. P-märkescertifikat			https://docs.nordan.no/download/307c93ca-4f...
22. Byggsvarubedömningen, nivå/ID			Accepteras/112193
23. Miljöprestanda			https://docs.nordan.no/download/cc6047f6-db...
24. eBVD			https://www.ebvd.org/BMI/Document/Export/...
25. Ägarhandbok			https://www.nordan.se/component/products/?...
26. Monteringsanvisning			https://docs.nordan.no/download/4ae08cb2-09...
27. Snittritning			https://docs.nordan.no/download/69118c2d-5e...

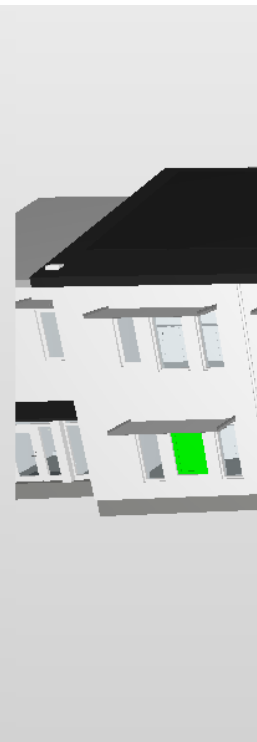


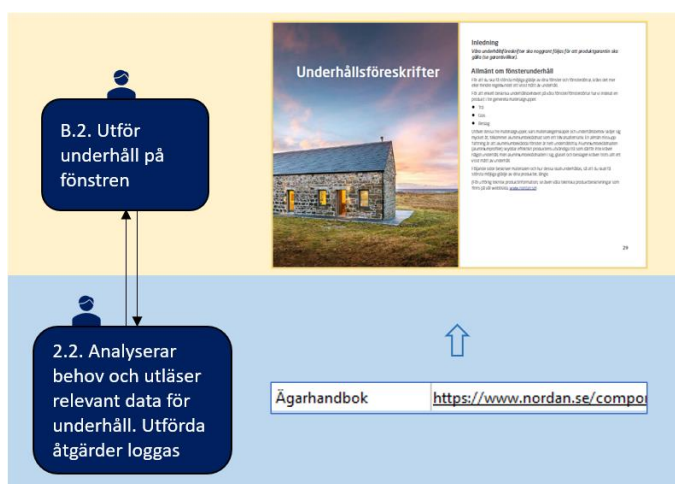
Bild 1. Skärmlapp från berikad IFC-modell.

Som nämnt har parametrarna placerats i specifika Property sets för att kunna urskilja dem och presentera dem på ett strukturerat sätt. Vissa parametrar är textsträngar medan andra är länkar till databaser där respektive dokumentation finns lagrad. Den naturliga frågan att ställa här är hur framtidssäkrade dessa databaser är och om det går att lita på att länken fungerar när datan behövs. Både eBVD och NorDans dokumentationsportal arbetar enligt *ND Dig* med versionshantering på dokumentationen vilket åtminstone talar för att länkarna bör leda till rätt plats även i framtiden. Det samma gäller hänvisningen till de egenskapsdefinierande standarderna. På de plattformar där dessa finns, vilket är SIS i Sverige, visas tidigare versioner av respektive standard så att dessa går att läsa även i framtiden (SIS, 2021). Det är även inget som hindrar förvaltaren av modellen att säkerhetskopiera respektive dokumentation i en egen databas om detta skulle bedömas vara önskvärt.

3.2 Underlätta avfallsförebyggning och återanvändning

Under användningsfasen då byggnaden, inklusive fönstren, har överlämnats till förvaltning överlämnas även informationsmodellen för att finnas till deras förfogande. Informationen i modellen kan vara användbar vid behovsanalysen när en underhållsplan tas fram. Som framgått i kapitel 2.6 har fönsterleverantören svårt att fullt ut definiera nödvändig underhållsfrekvens på produkterna då det även beror på lokala faktorer men minimumnivån för tillsyn framgår. Just underhåll är som nämnt i kapitel 2.2 en åtgärd som redan utförs i nuläget vilket tyder på att data för underhållsfrekvensen inte är det mest väsentliga, dock är det användbart att själva instruktionerna finns tillgängliga för att säkerställa att underhållet går tillväga enligt

tillverkarens rekommendationer (ND CTO).



Figur 4. För det kontinuerliga underhållet av fönstren kan tillverkarens underhållsanvisningar finnas digitalt tillgänglig via modellen.

Vid en framtida ombyggnation likt scenariot i arbetet kan projektörerna använda modellen för att åtminstone se vad produkterna hade för prestanda när de var nya. Det kan hjälpa dem i bedömningen av vilka fönster som går att återanvända någon annanstans eller låta vara kvar och eventuellt uppgradera dem.

Frame Width, enligt EN 12519:2018	980.00 mm
Frame Height, enligt EN 12519:2018	1,780.00 mm
Type of window, enligt EN 12519:2018	Vridfönster, horisontellt, utåtgående
Product name	NorDan NTech Vridfönster
Frame Material	Trä/aluminium
Resistance to fire, enligt EN 13501-2:2016 och EN 1634-1:2014+A1:2018	-
Burglar resistance, enligt EN 1627:2011	-
Airborne sound insulation, enligt EN 10140-2:2010	Rw(C;Ctr) 38(-1,-3)
Thermal transmittance, enligt EN 10077-1:2017 och EN 10077-2:2017	0,82 W/m ² K
Solar factor, enligt EN 410:2011	0,50
Light transmittance, enligt EN 410:2011	0,71
Glastyp, enligt 14351-1	3-Glas isolerruta, Laminerat yttre glas klass 2
Air permability, enligt EN 12207:2017 och EN 1026:2016	Class 4
Colour inside	NCS S 0500-N (VIT)
Colour outside	RAL 8001 (OCKRA-BRUN)
Prestandadeklaration	https://docs.nordan.no/download/cf940f4f-0
P-märkescertifikat	https://docs.nordan.no/download/307c93ca-
Byggsvarubedömningen, nivå/ID	Accepteras/112193
Miljöprestanda	https://docs.nordan.no/download/cc6047f6-
eBVD	https://www.ebvd.org/BMI/Document/Expor

Figur 5. Fönstrens prestanda vid nyproduktionen som vägledande information vid bedömning av dess möjligheter att uppgraderas eller återanvändas vid projekteringen av en ombyggnation.

Ett exempel på data om befintliga produkters prestanda som ger mer information än bara att rent av svara på kravställningen är ljudreduktionstalet. Där anges inte bara R_w -värdet som det vid nybyggnation kravställts på, vilket framgår i Figur 5, utan även $R_w C$ och $R_w C_{tr}$. Dessa är olika sätt att presentera ett övergripande ljudreduktionstal där produktens prestanda vid olika frekvensomfång vägs på olika sätt (SIS, 2010). Skulle fönstren återanvändas i ett annat projekt där rådande trafikförhållanden gör att $R_w C_{tr}$ -värdet kravställs är detta alltså relevant data att ha med för att säkerställa att produkten är lämplig att återanvända där.

På ett liknande sätt är dokumentet Miljöprestanda från tillverkaren relevant om ett ombyggnationsprojekt eller eventuellt återanvändningsprojekt har något annat miljöbedömningssystem än Byggvarubedömningen. Detta skulle exempelvis kunna vara SundaHus, BASTA eller Svanen.






Environmental product assessments and systems		
	No	ECOproduct isn't available for the product today.
	Yes	NorDan BG Vridfönster Trä/Alu 105 – BVB ID 126471 - Accepted NorDan TG Vridfönster Trä/Alu 105 – BVB ID 112193 - Accepted
	Yes	NorDan TG Vridfönster Trä/Alu 105 – A - SHMD-WSTLYMEJ7
	Yes	BASTA Registered
	Yes	NorDan Ntech Villa Topswing reversible - Passive is available as Swan Ecolabel

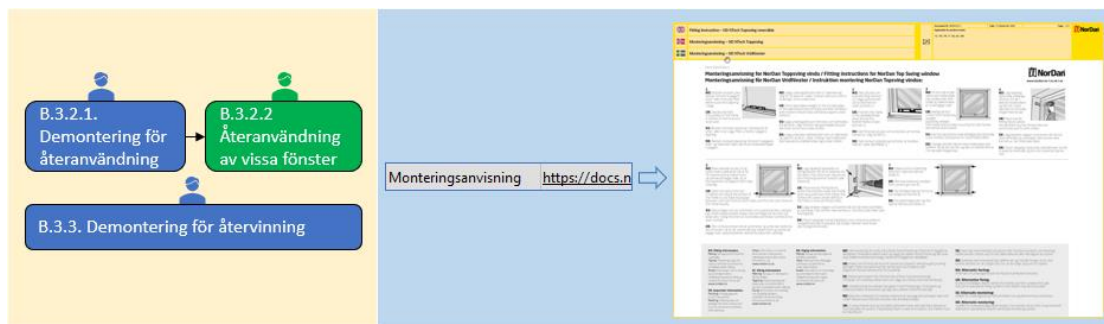
Bild 2. Utdrag ur aktuell produkts Miljöprestanda-dokument som visar prestandan enligt flera miljöbedömningssystem.

I PoC:ens scenario, som framgår av steg B.3.1 till och med B.3.3 i Figur 3, har bedömningen av fönstren resulterat i att vissa fönster går att behålla om de uppgraderas till de nya kraven. Detta exemplifieras i arbetet med ett byte av glaspaketet till en variant med bättre isoleringsförmåga eller annan nödvändig prestanda. När produktspecifikationen gjordes vid nybyggnationen byggde den på att försöka komma så nära kravställningen på respektive egenskap som möjligt. Det kan dock förekomma att as-built-värdet blivit aningen bättre än kravställt då det var det närmsta möjliga glaspaket som fungerade ihop med kravställningen på övriga egenskaper. Exempelvis är ljustransmissionen lite högre än kravställt och skulle denna kravställning i ombyggnationen vara oförändrad är det alltså inte as-built-värdet som bör kommuniceras utan ursprunglig kravställningen för att undvika ett onödigt dyrt glaspaket. För att få korrekt mått på det nya glaset skulle GTIN kunna kommuniceras med tillverkaren, om det är samma som tillverkade fönstret ursprungligen, och då ta fram det nya glaspaketet med samma mått som det som skulle bytas ut. Om glasmåttet funnits tillgängligt direkt som en parameter skulle detta av samma anledning kunna vara relevant data.

GTIN		73412300031	
Hyperlinks	Ifc Dimensions	Pset_Fönster As-built	Pset_Fönster Kravställning
Property	Value		
01. TypID	F007		
02. Frame Width, enligt EN 12519:2018	980.00 mm		
03. Frame Height, enligt EN 12519:2018	1,780.00 mm		
04. Frame Material	Trä/aluminium		
05. Resistance to fire, enligt EN 13501-2:2016 och EN 1634-1:2014+A1:2018	-		
05. Type of window, enligt EN 12519:2018	Vridfönster, horisontellt, utåtgående		
06. Burglar resistance, enligt EN 1627:2011	-		
07. Airborne sound insulation, enligt EN 10140-2:2010	Rw 38 dB		
08. Thermal transmittance, enligt EN 10077-1:2017 och EN 10077-2:2017	0,9 W/m ² K		
09. Solar factor, enligt EN 410:2011	0,50		
10. Light transmittance, enligt EN 410:2011	0,67		

Figur 6. GTIN relevant vid kommunikation med samma tillverkare för exempelvis korrekt glasmått och ursprunglig kravställning för de egenskaper som inte höjs i kravställningen vid ombyggnationen.

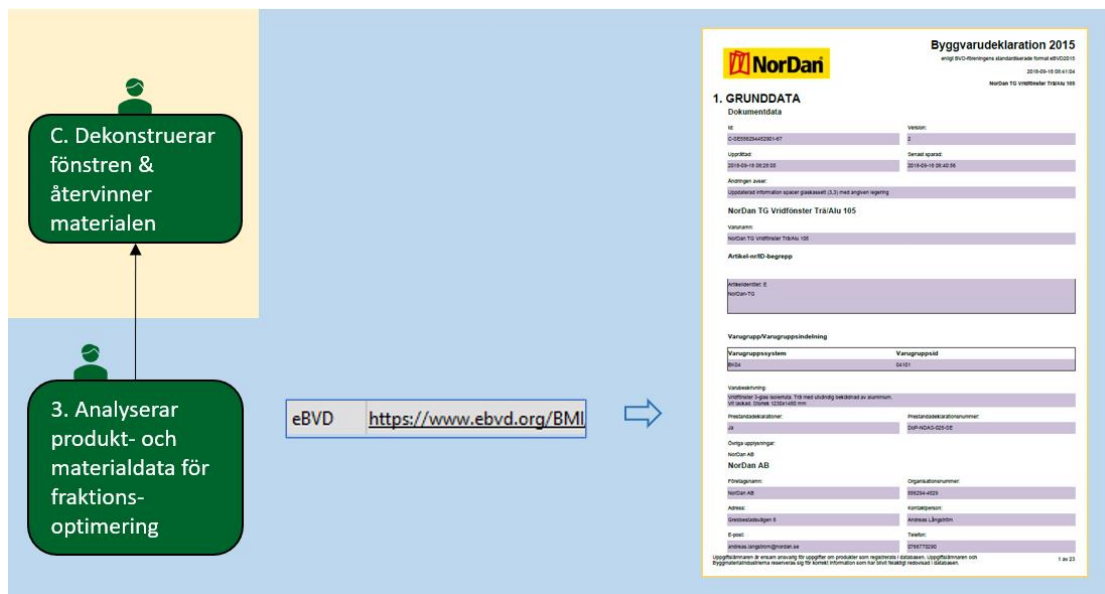
För att demontera de fönster som ska återanvändas kan som sagt monteringsanvisning vara användbar. Samma monteringsanvisning är också användbar för de fönster som bedömts ej återanvändnings- eller uppgraderingsbara men som skall demonteras ur byggnaden intakta för att skickas till dekonstruktion av produkten och återvinning av ingående material.



Figur 7. Monteringsanvisningar kan användas för demontering ur byggnaden både vid återanvändning och återvinning.

3.3 Öka återvinningsgrad

När fönstren kommit till där de ska dekonstrueras behövs som sagt en detaljerad innehållsförteckning för att kunna återvinna de olika fraktionerna så noggrant som möjligt och att de ska bli så högvärdigt material igen som möjligt. Det som framkommit vara det bästa dokumentationen för detta i nuläget är respektive produkts eBVD. Denna kan enkelt hämtas via eBVDs databas då informationsmodellen berikats med länkning dit.



Figur 8. Respektive produkts innehållsförteckning i form av en eBVD är användbar för att kunna fraktionsoptimera i återvinningen av ingående komponenter.

Komponent	2. Aluminium Profiler	Vikt% av produkt	=5.042		
Kommentar					
Material	Ämne	Koncentrationsintervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidatlistan	Utfasningsämne
2,1 Aluminium AW-6060		=91.188		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2,1 Aluminium AW-6060	Aluminium	>89.365	7429-90-5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2,1 Aluminium AW-6060	Järn	<=0.274	7439-89-6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2,1 Aluminium AW-6060	Kisel	<=0.547	7440-21-3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2,1 Aluminium AW-6060	Koppar	<=0.091	7440-50-8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2,1 Aluminium AW-6060	Krom	<=0.046	7440-47-3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2,1 Aluminium AW-6060	Magnesium	<=0.547	7439-95-4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2,1 Aluminium AW-6060	Mangan	<=0.091	7439-96-5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2,1 Aluminium AW-6060	Titan	<=0.091	7440-32-6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2,1 Aluminium AW-6060	Zink	<=0.137	7440-66-6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2,2Pulverlack		=8.812		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2,2Pulverlack	Titandioxid	<=3.08	13463-67-7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bild 3. Urdrag ur en av aktuella produkters eBVD som bland annat visar ingående ämnen och procentuell mängd i legeringen för produktens aluminiumprofiler.

Även om eBVD:n som använts i PoC:en baseras på en referensprodukt av liknande sort men inte i exakt de konfigurationer som varit aktuella för projektet ger denna god information om vilka ämnen som ingår. Bild 3 visar vilka ämnen som ingår i legeringen för aktuell produkts aluminiumprofiler och i vilken mängd vilket är information som ger avsevärt bättre underlag för analys vid återvinning av profilerna. Nämnvärt är att det i nuläget inte finns krav på att eBVD:erna måste visa denna noggrannhetsgrad utan det är upp till varje tillverkare att avgöra själv (*ND Env*). Finns denna information tillgänglig i den här slutfasen av fönstrets livscykel är det dock av stort värde.

3.4 Vilka av de identifierade utmaningarna PoC:en löser

Detta kapitel summerar författarnas analys över vilka av de utmaningar som identifierats i arbetet som skulle försvinna eller minskas genom att en liknande lösning som presenterats i PoC:en implementeras.

Den främsta utmaningen med att ta fram eller använda data i syfte att underlätta vid avfallsminskande åtgärder som PoC:en har presenterat en lösning för är att relevant data och hur den skall användas saknas i det skede då den behövs. Detta finns i PoC:en digitalt tillgängligt i informationsmodellen och kan användas i valfritt skede i fönstrets livscykel.

Om datan efterfrågas och behovet av den beskrivs samt informationsmodellen berikas på liknande sätt som i arbetet skulle detta kunna höja kunskapsnivån hos involverade parter i projekten. På sikt skulle detta även kunna leda till att det skapas mer definierade processer kring återanvändning och återvinning.

Att produktinformationen ses som företagshemligheter eller har säkerhetsaspekter har tagits upp i arbetet och att detta skulle potentiellt kunna lösas genom att informationen ägs av företaget men att spårbarheten i efterhand då måste säkerställas. Någon konkret lösning för detta har inte behandlats i PoC:en. Resterande utmaningar har också bedömts vara utanför arbetets omfattning och kvarstår att lösa med andra åtgärder än det som presenterats i PoC:en.

Utmaningar	Hanteras utmaningen av PoC:en?
Produktinformation ses ibland som företagshemligheter eller har säkerhetsaspekter.	Arbetet beskriver i viss mån att informationen kan ägas av respektive företag så länge spårbarhet kan säkerställas. Konkreta lösningar kvarstår.
Hög konfigurerbarhet med miljontals möjliga kombinationer försvårar att ge exakt innehåll.	Kvarstår att lösa.
För billigt att slänga & köpa nytt, historiskt sett låg efterfrågan på återbrukade produkter.	Kvarstår att lösa.
Brist på garantier på återbrukade fönster, bygglov som begränsar möjliga produkter och lagring av dessa.	Kvarstår att lösa.
Relevant data och hur den skall användas kan saknas i det skede då den behövs.	Relevant data finns digitalt tillgänglig via informationsmodellen som kan användas i valfritt skede.
Varierande kunskapsnivå och odefinierade processer kring återanvändning och återvinning.	Att datan finns och behovet av den beskrivs på liknande sätt som i arbetet kan höja kunskapsnivån hos involverade parter och leda till mer definierade processer.

Tabell 6. Sammanfattad lista över hur respektive av de identifierade utmaningar med att ta fram eller använda datan har hanterats i arbetets Proof-of-Concept.

En av de utmaningar som identifierats gällande informationshanteringen som arbetet berört är att det ställs varierande krav på hur data och dess hantering skall utformas. I PoC:en har standardiserade format använts och benämningar av parametrar har byggts på de standarder som det branschöverskridande forumet Användargrupp Bygg förespråkar. Detta verkar enligt författarna vara god väg framåt i att nå enighet i branschen och likriktade processerna kring informationshanteringen för

byggnadsprojekten, både i Sverige och även på internationell nivå för de parter som verkar globalt.

På liknande sätt som att det som behandlats i PoC:en kan leda till att höja kunskapsnivån gällande avfallsminskande åtgärder kan den även göra motsvarande när det kommer till informationshanteringen i detta syfte.

Utmaningen med att stora delar av befintliga modellens information är felaktig har i PoC:en har lösts på liknande sätt som det verkliga projektet där den verifierade datan placeras i specifika Property sets.

Gällande vem som skall berika datan in i informationsmodellen har PoC:en lyft att detta kan göras på olika sätt och att det finns tekniska lösningar för att berikningen sker av parten som faktiskt äger informationen.

Utmaningarna gällande att ta över någon annans modell, att modellen mer skall användas som kontraktshandlingar och lagringen av modellerna i databaser har inte behandlats i PoC:en.

Utmaningar	Möjligheter
Kunder ställer varierande krav på hur data och dess hantering skall utformas	Standardisering i branschen gällande digitala processer
Variation i kunskapsnivå och odefinierade processer kring informationshanteringen i projekten	Branschöverskridande forum och spridning av deras lärdomar. Resultera i standardiserade processer.
Fortfarande 2D-handlingar som normalt blir kontraktshandlingar	Samma som ovan kan påskynda utvecklingen
Stor del felaktig information i befintliga modeller	Löses idag med att verifierad data läggs i specifika property sets.
Att ta över och fortsätta på någon annans BIM-modell	Standardisering i branschen gällande digitala processer
Vem skall fylla i all data?	Ansvarig för datan fyller i via BIMeye eller liknande verktyg
Informationsmodellerna behöver lagras i databaser som även går att återkoppla till.	Initiativ och utveckling av (inter)nationella databaser, alternativt flera lokala databaser som kan kommunicera

Tabell 7. Sammanfattad lista över hur respektive av de identifierade utmaningar gällande informationshanteringen har hanterats i arbetets Proof-of-Concept.

3.5 PoC applicerbarhet på andra produktkategorier

Mycket talar för att det som framkommit i detta arbete med fokus på produktkategorin fönster även till stor del är applicerbart på andra produktkategorier. Detta har varit den generella åsikten hos de personer som intervjuats och det finns flera argument till att det borde stämma.

Som produktkategori delar fönster i fasad många egenskaper med ytterdörrar vilket även verifieras av att dessa delar produktstandard (SIS, 2016). Även om inte alla ingående teststandarder där är samma så är merparten det och de skulle då ha liknande parametrar i informationsmodellen.

Som nämnt i kapitel 2.3 är fönster och dörrar, flytande betong och betongelement de produktkategorierna som är valda för exemplifiering i det vägledande dokumentet för GTIN för den norska byggsektorn. Valet av produkter är enligt dokumentets författare baserat på att dessa representerar olika situationer och utmaningar gällande användning av GTIN men det står också att principerna för de valda produktkategorierna kan appliceras på andra produktkategorier (GS1 Norway, 2021). Detta talar för att fönster anses vara en representativ produkt gällande principerna kring hur GTIN är relevant för spårbarhet och länkning mellan fysisk och digital produkt.

Enligt *NCC VDC-spec* skiljer sig inte processen för informationshanteringen så mycket mellan olika byggnadskomponenter, speciellt inte mellan olika produkter inom klimatskalet vilket även skulle inkludera exempelvis glaspartier i fasaden. Det rent principiella att information berikas för ett visst objekt i modellen är enligt både honom och Nc Proj fullt applicerbart på vilken byggnadskomponent som helst.

Både *ND Dig* och *ND Env* menar att deras produkter, som består av flertalet ingående material och en stor mängd konfigurerbara egenskaper, borde till stor del kunna representera den samlade bilden av utmaningar och nödvändiga lösningar för ingående produkter i en byggnad. Detta bekräftar då väl motiveringen av arbetets val av produktkategori inledningsvis i kapitel 1.2.

4 Slutsats

Cirkulära materialflöden i byggbranschen kräver större andel avfallsminskande åtgärder på byggnadskomponenterna genom dess livscykel. Studien kring produktkategorin fönster, baserat på svar från involverade parter i det utvalda nybyggnationsprojektet, har visat att avfallsförebyggande åtgärder i form av kontinuerligt underhåll och materialoptimering vid produktutveckling är vanligt men att graden av återanvändning och återvinning i nuläget är generellt sett låg.

Vad som däremot också framkommit är att det finns en hel del relevant data att tillgå redan nu som kan underlätta vid framtida avfallsminskande åtgärder om denna data på ett enkelt sätt görs digitalt tillgänglig för när den behövs. I arbetets Proof-of-Concept, där denna relevanta data berikats in i projektets informationsmodell, har det visats några exempel på hur datan i informationsmodellen kan användas vid de avfallsminskande åtgärderna i olika skeden av fönstrets livscykel.

Lösningen som har presenterats tar visserligen inte hand om alla utmaningar som identifierats med de avfallsminskande åtgärderna eller informationshanteringen kring det. Det kvarstår en del mer komplexa utmaningar vars omfattning överskrider vad som bedömts rimligt för arbetet. De ekonomiska incitamenten och juridiska faktorerna kring återanvändning av produkter är exempelvis områden som kan vara intressanta att studera vidare. Även juridiken kring att använda BIM-modellen som kontraktshandling samt hur framtida processer för modellen kan se ut gällande lagring i databaser, kontinuerlig berikning och fortsatt användning kan studeras mer ingående.

Det PoC:en däremot visar är att det med relativt enkla medel redan nu går att få till en signifikant förbättring och förenkling vid framtida materialinventeringar och produktanalyser i avfallsminskande syfte. Det har i arbetet också framgått att mycket av det som presenterats är applicerbart även på andra produktkategorier än fönster.

5 Referenser

Europeiska kommissionen. (2020, 11 Mars). *A new Circular Economy Action Plan – For a cleaner and more competitive Europe*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>

Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/98/EG av den 19 November 2008 om avfall och upphävande av vissa direktiv. *Europeiska Unionens Officiella Tidning*, L 312/3. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

Göteborgs stad. (2020). *Dags att bygga och riva cirkulärt! – Slutrapport från projektet Upphandlingskrav för cirkulära flöden i bygg- och rivningsprocessen*. <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/d0600675-8e9c-4522-9984-4783c65d9a07/Slutrapport+Upphandlingskrav+f%C3%B6r+cirkul%C3%A4ra+fl%C3%B6den+i+bygg-+och+rivningsprocessen.pdf?MOD=AJPERES>

Europeiska kommissionen. (2011, 20 September). *Färdplan för ett resurseffektivt Europa*. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0571:FIN:SV:PDF>

Byggföretagen. (2018, 28 Mars). *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft*. https://byggforetagen.se/app/uploads/2020/01/Fardplan_for_fossilfri_bygg-och_anlaggningssektor_20181228-1.pdf

Brand, S. (1994). *How Buildings Learn* [Hur byggnader lär sig]. Viking Press.

Svenska institutet för standarder. (2011). *Hållbarhet hos byggnadsverk - Värdering av byggnader - Del 2: Ramverk för värdering av miljöprestanda* (SS-EN 15643-2:2011). <https://www.sis.se/produkter/byggnadsmaterial-och-byggnader/byggnader/allmant/ssen1564322011/>

Svenska institutet för standarder. (2019). *Hållbarhet hos byggnadsverk - Miljödeklarationer - Produktspecifika regler* (SS-EN 15804:2012+A2:2019). <https://www.sis.se/produkter/byggnadsmaterial-och-byggnader/byggnadsindustrin/ovriga-aspekter/ss-en-158042012a22019/>

Förklaring av BIP-koder har givits av (<http://www.bipkoder.se/#/>)

Ahlm M., Stattin E. & Wohlén N. (2018). *Digitala informationsflöden i byggprocessen: Vilka värden kan ett obrutet informationsflöde mellan materialtillverkare och fastighetsägare skapa?* (Rapport U5-2018-03 & U6-2018-10). Smart Built Environment. <https://www.smartbuilt.se/library/5770/rapport-u5-2018-03-och-u6-2018-10.pdf>

GS1 Sweden. (2018, 12 April). *Branschgemensamt initiativ om standardiserad identifikationsbärare av byggprodukter*. <https://gs1.se/wp-content/uploads/sites/2/2020/07/principbeslut-gtin-20180412.pdf>

GS1 Norway. (2021, 18 Mars). *Veileder GTIN for byggenæringen*.
https://www.gs1.no/sites/gs1/files/user/Dokumenter/veileder_gtin_for_byggenaeringe_n_versjon_0.9.pdf

Lokalförvaltningen Göteborgs Stad. (2021, 30 Januari). *Tekniska krav och anvisningar – Bygg – Huvuddokument TKA-Bygg*.
https://goteborg.se/wps/wcm/connect/790fa72f-da8c-4e21-8069-e22b31d17218/RA-1834-v.11.0+Huvuddokument+TKA-Bygg.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=ROOTWORKSPACE-E-790fa72f-da8c-4e21-8069-e22b31d17218-nxJromk

Byggmaterialindustrierna. *Byggvarudeklaration eBVD 1.0*. Hämtat 2021, 12 Mars från: <https://byggmaterialindustrierna.se/byggvarudeklaration-ebvd1-0/>

NorDan AB. (2016, 26 September). *Ägarhandbok Produktserien NTech Utgåva 1*.
https://www.nordan.se/media/com_products/documents/160913_Handbok_NTech_SE_web.pdf

Arbetsmiljöverket. (2020, 04 September). *Här finns asbest*.
<https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/asbest/har-finns-asbest/>

Arbetsmiljöverket. (2020, 19 Maj). *Huvudsakliga risker med asbest*.
<https://www.av.se/produktion-industri-och-logistik/asbest/huvudsakliga-risker-med-asbest/>

Förklaring av BAMB har givits av (<https://www.bamb2020.eu/>)

Luscuere L., Zanatta R., Mulhall D., Boström J. & Elfström L. (2019). *Deliverable 7 – Operational Materials Passports*. Bamb2020.
<https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/D7-Operational-materials-passports.pdf>

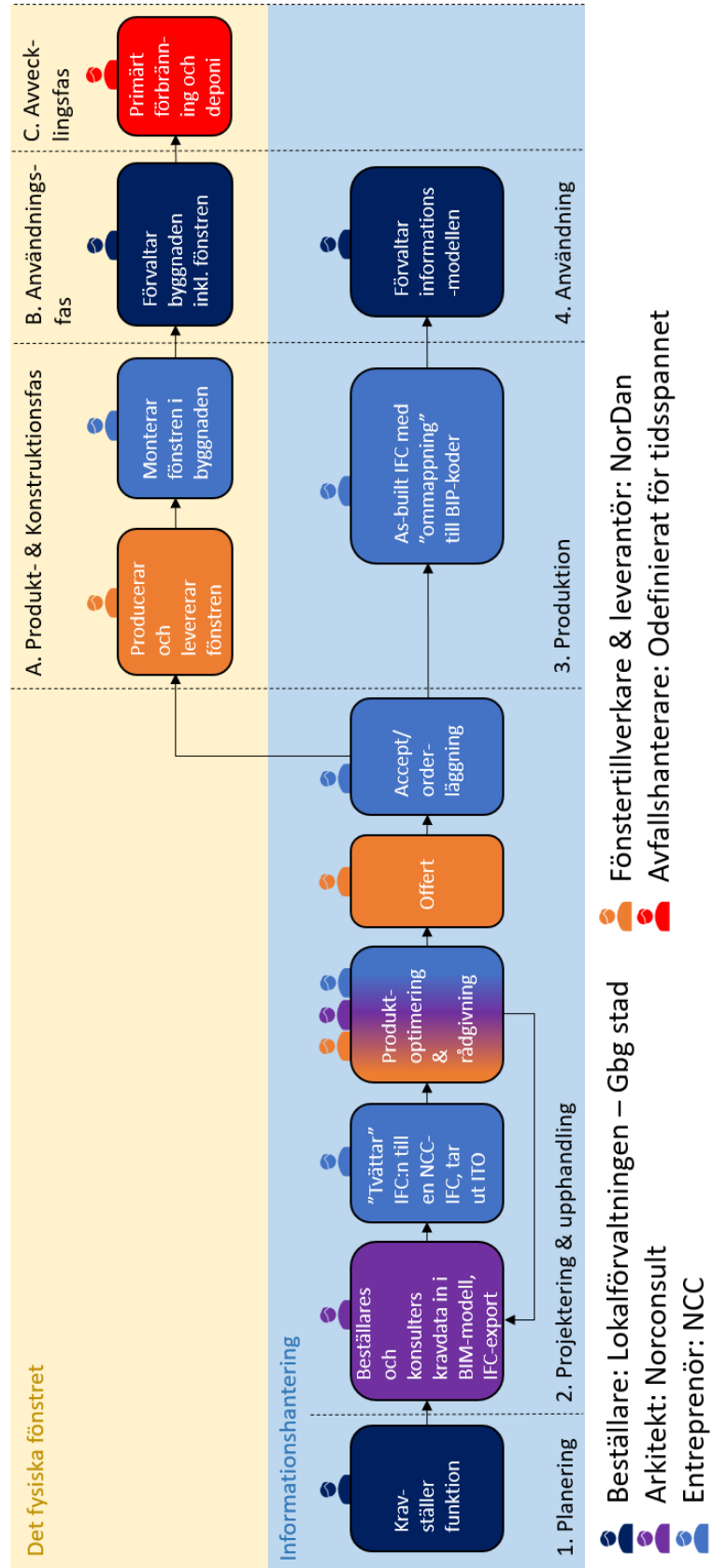
Svenska institutet för standarder. *Övergångstid vid införande av nya utgåvor av svensk standard*. Hämtad 2021, 30 April från:
<https://www.sis.se/standarder/allmnavillkor/verngngstidvidinfrandeavnyaavgvor/>

Svenska institutet för standarder. (2010). *Byggakustik - Mätning av ljudisolering hos byggnadselement i laboratorium - Del 2: Mätning av luftljudisolering (SS-EN 10140-2:2010)*.
<https://www.sis.se/produkter/byggnadsmaterial-och-byggnader/skydd-av-och-i-byggnader/akustik-i-byggnader-ljudisolering/sseniso1014022010/>

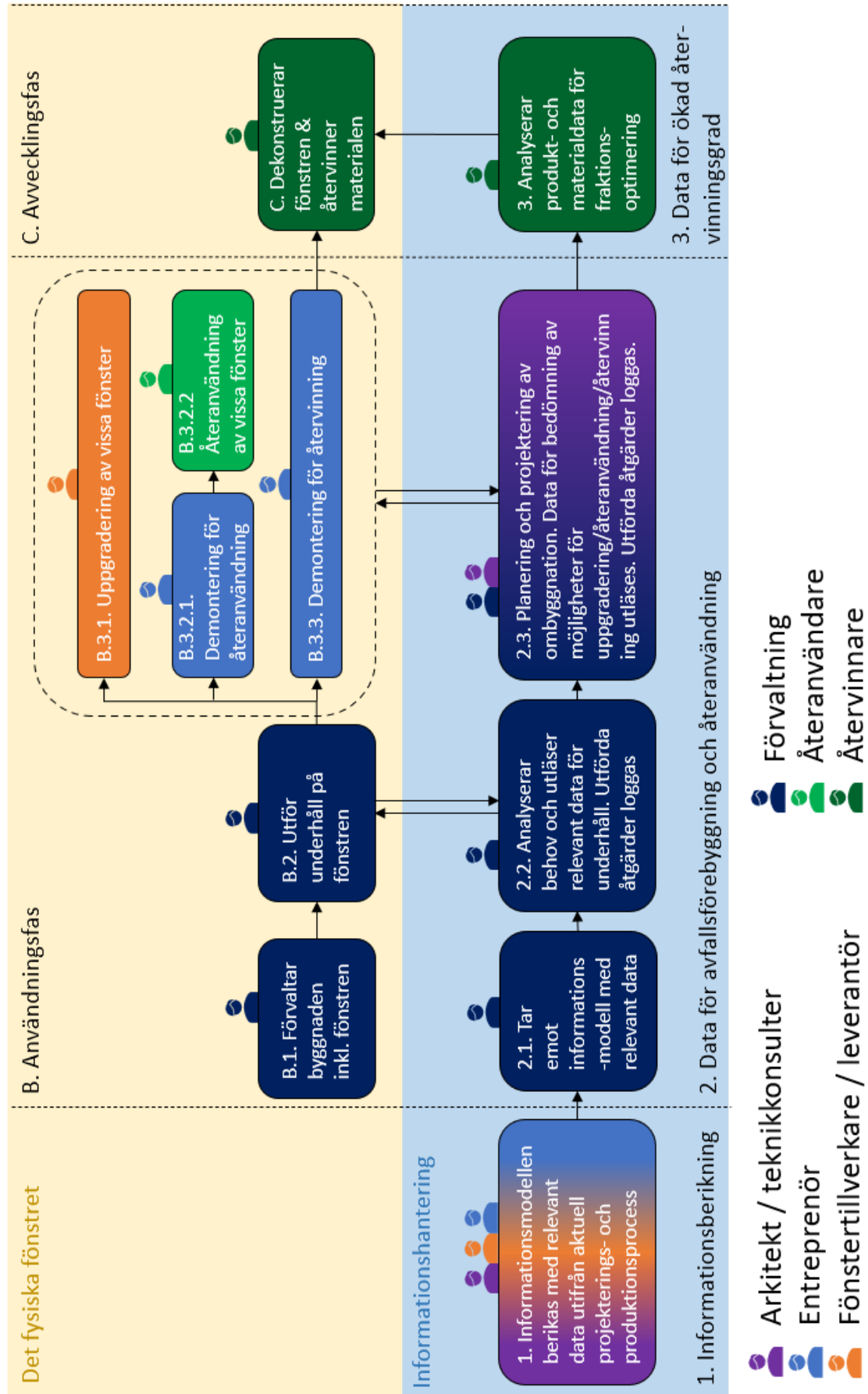
Svenska institutet för standarder. (2016). *Fönster och dörrar - Produktstandard, funktionsegenskaper - Del 1: Fönster och ytterdörrar (SS-EN 14351-1:2006+A2:2016)*.
<https://www.sis.se/produkter/byggnadsmaterial-och-byggnader/byggnadsdelar/dorrrar-och-fonster/ss-en-14351-12006a22016/>

6 Bilagor

Bilaga 1. Processkarta över fönstrets livscykel, både fysiskt och dess informationsmodell, samt involverade parter för Projekt Äpplet.



Bilaga 2. Processkarta över PoC:ens teoretiska scenario för fönstrets senare hälft av livscykel.



7 Intervjubilagor

Intervju 1.1

Part i värdekedjan: Beställare och förvaltare

Företag: Lokalförvaltningen - Göteborgs stad

Avdelning/område: Projektavdelningen, Specialistenheten CAD/BIM

Deltagare: CAD- & BIM-specialist (*Lf BIM*)

- **Fråga 1:**
Vilka miljöbedömningssystem (på produktnivå) är aktuella för Projekt Äpplet?

Vi har parametrar på våra BIM modeller för byggvarubedömning tex. Men det är också försöksparametrar för Äpplet. Det är lite svårt hur man ska avgränsa hur man sätter dom (till exempel på material eller produktnivå). Finns en del frågetecken.

- **Fråga 2:**
Finns det någon plan om hur man tar fram förvaltningsmodell för Projekt Äpplet? Är det Entreprenören, konsulter eller ni själva som skapar modeller?

Det beror på vad ni menar med förvaltningsmodell? I ett projektavslut kräver vi in relationsmodellen i native-format, tillsammans med en IFC-export samt en DWG-export och olika typer av XML-filer. Vi krävställer inte att man skalar av data i produktionsmodellen för förvaltningsmodellen, utan vi vill ha kvar innehållet för framtida ombyggnationer osv.

- **Fråga 3:**
Relationsmodellen är fylld med “as built” data då?

Precis. I projektet kan man ha olika andra databaser man jobbar med för till exempel rumsbeskrivningar eller fylla på med uppgifter för olika komponenter som kanske inte CAD-projektören sitter med, men man får in via GUID:en till rätt komponent. Produktionsmodellen som vi får över som relationsmodell sen innehåller mycket data så vi gör ingen direkt förvaltningsmodell av det. Sen splittar vi ut det lite i vår förvaltning dit de olika delarna används. Revit-filen lägger vi i långtidsarkiv för nästa projekt medan vi jobbar vidare med IFC- och XML-filerna.

- **Fråga 4:**
IFC-formatet är kravställt att ni alltid har, och native-formatet är beroende för vad de har för projekteringen?

Japp, kan till exempel vara ArchiCAD och Revit.

- **Fråga 5:**
Vilken data brukar de innehålla? Är det någon data för fönster som brukar vara med i modellen?

Det är lite varierande, men vi krävställer BIP-koder. Där ligger det med rätt många saker. Däremot är det lite oklart med alla de små detaljerna och hur man fångar upp dem, i vilken parameter.

- **Fråga 6:**
Om det finns data som inte omfattas i BIP-koder, hur hanteras den?

Vi har valt att lägga till egenskaper/parametrar som inte finns. I dessa fall lägger vi till LF framför i parameternamnet. Det finns ganska mycket BIP-koder så långt som är krävställt idag. Det kan dock krävas fler inom området för klimat och återbruk. Detta kan miljöavdelningen svara tydligare på.

- **Fråga 7:**
För POC-projektet är det då relevant att ha egenskaperna i IFC:n?

Ja, de BIP-egenskaperna som vi krävställer idag läggs i ett eget property set, så dom landar i IFC-filen som en egen flik. Inom förvaltningen så är det nog IFC-formatet vi använder framöver. Man kommer nog sluta ta in 2D-ritningar från projekt och Revit-filer öppnas sällan inom förvaltningen. Jag tror också det ni är inne på med att lägga till fler parametrar är en bra väg framåt för återbruk av delarna.

- **Fråga 8:**
Bör vi göra ett eget property set för det här för att hålla isär det?

Jag vet inte på rak arm vilket som är bäst. Det finns redan vissa egenskaper i BIP för miljödelarna, men det kommer nog inte finnas alla. Kika lite på den tabellen i vår TKA, där har vi spaltat upp alla de BIP-parametrarna som vi kräver in. Där kommer ni se att vissa är gråmarkerade som har mer med miljö att göra, det betyder att dom är lite valfria för projektet då de är lite mer försöksparametrar.

- **Fråga 9:**
Är den listan i er TKA komplett eller ska vi kolla på BIP-koder direkt?

Ja vi har bara gjort ett urval, det finns mer på BIP. Men vi har tagit dom vi tycker är användbara just nu. Marknaden är inte helt mogen på att ange alla egenskaperna så vi fokuserar på dom vi vill få rätt.

- **Fråga 10:**
Är det lokalförvaltningen själv som använder datan eller lagrar ni den för att dela vidare med extern part?

Det kan vara lite blandat. Målsättningen är egentligen att vi ska ha en asset databas så man suger ut informationen ur standardiserade format till databasen, som i sin tur pushar in informationen i andra system för tex underhåll, projekt eller hyresgäster tillsammans med andra komponenter som internet dottar in som också rapporterar med den där. Sen vill vi så småningom kunna vända på asset databasen för att få in förändringar i våra native-modeller via GUID:arna. Vi är dock inte där än utan det görs via handpålägg.

- **Fråga 11:**
Vad ser ni för möjligheter och utmaningar med att dela informationen vidare?

Är det externa parter så får man tänka på olika saker kring spridning av information. Annars är den största utmaningen att när man gör en åtgärd så ska det återrapporteras in i asset databasen och inte fastna i en pärm på bygget/i byggnaden. Då utarmas informationen och datafilerna är inte längre aktuella.

- **Fråga 12:**
Ser ni att det kan finnas behov av liknande data för andra produktkategorier?

Dörrar och fönster är typiska underhålls-kategorier, kanske speciellt dörrar med låsmekanismer, brand-magneter osv.

- **Fråga 13:**
Vet du om några tips på rapporter eller övrig litteratur som kan vara användningsbar för oss?

Jag kan skicka över våra TKAer, där finns området CAD och BIM, kravställning på våra BIM-modeller med BIP-koder osv. Vissa delar här kan vara bra att kolla på.

Intervju 1.2 (Mejlåterkoppling)

Part i värdekedjan: Beställare och förvaltare

Företag: Lokalförvaltningen - Göteborgs stad

Avdelning/område: Fastighetsavdelningen, Bygg, Utemiljö och Säkerhet.

Deltagare: Underhållsbedömare med planeringsansvar (*Lf Underhåll*)

- **Fråga 1:**
Hur vanligt är det att följande åtgärder utförs för fönster? Vilka utmaningar finns respektive åtgärd?
 - **Reparation/underhåll**
 - **Renovering av produkt**
 - **Demontering för återanvändning**
 - **Demontering för återvinning**

Fastighetstekniker på SA (serviceavdelning?) har en årlig driftrond och går igenom funktionaliteten av samtliga fönster.

Är det något enstaka fönster som behöver lagas så görs det genom felanmälan.

Lagningen utförs fram till beslut om byte av större omfattning.

Mig veterligen har man inte jobbat med demontering för återanvändning.

Kan ej svara på frågan gällande återvinning. Det bör någon på PA (projektavdelning?) kunna svara på.

- **Fråga 2:**
Vilka parter/roller/personer blir involverade vid de olika åtgärderna? Finns kontaktuppgifter för aktuella personer för Projekt Äpplet?

Det är ffa fastighetstekniker på SA som får det genom felanmälan från verksamheten. SA i sin tur lagar/underhåller en del själva en del läggs på externt bolag.

Vid större omfattning blir förvaltare, underhållsbedömare och

uppdragsledare/projektledare involverade och återigen själva verksamheten.

- **Fråga 3:**
Vilken information används i nuläget vid någon av åtgärderna samt i vilket format finns informationen (egenskap i IFC, länk till digital dokumentation, fysisk dokumentation etc.). Vilken data finns inte i nuläget tillgänglig men hade underlättat ytterligare?

Kan endast svara på vilken information som används vid mer omfattande byte av fönster (exempelvis byte på hela våningen eller en fasadsida)

Då används information från planerat underhåll i Xpand , driftrondsprotokoll från SA eller eventuellt en förstudie som beställs av förvaltaren.

Data som inte finns i nuläget men kunde underlätta återanvändning är någon typ av klassning för skicket av fönstret som möjliggör att avgöra om det finns fönster i vårt bestånd som kan återanvändas.

• **Fråga 4:**

Vilka möjligheter och utmaningar ser ni med att samla in information, använda den samt dela den vidare till senare parter i livscykeln?

För att samla in information skulle krävas resurser och kunskap som kan säkerställa att rätt produkter inventeras och klassas som återanvändningsbara.

• **Fråga 5**

Ser ni att det kan finnas behov av liknande data för andra produktkategorier?

Man skulle kunna göra samma inventering och klassificering av andra produkter såsom dörrar, toalett/WC porslin, hängrännor och liknande fasaddetaljer, takpannor etcetera.

Intervju 2.

Part i värdekedjan: Fönstertillverkare och leverantör

Företag: NorDan

Deltagare: Chief Technical Officer, NorDan Gruppen (*ND CTO*), Teamleader för Competens Center Environmental Certifications, NorDan Gruppen (*ND Env*) samt Utvecklare inom Digitalisering, NorDan Sverige (*ND Dig*).

- **Fråga 1:**
Vilken information delas i nuläget ut för att användas i respektive åtgärd för fönstren i en byggnad? I vilka format finns informationen?
 - **Reparation/underhåll**
 - **Renovering av produkt**
 - **Demontering/montering för återanvändning**
 - **Demontering/destruktion för återvinning**

ND CTO: Vid reparation/underhåll är det sannolikt våra monterings- och skötselanvisningar för produkterna. Dessa finns som tryckt broschyrmaterial men även i digital form (pdf), vilket kunderna i allt högre grad efterfrågar. Någon beskrivning för renovering av produkt finns inte idag.

ND Env: Vi deklarerar dock innehållet i fönstret, vad de olika delarna består av. Det skulle man kunna använda för att exempelvis matcha med liknande material. Huruvida den informationen används i det syftet är inte något som återkopplas till oss.

ND CTO: Det finns ingen specifik beskrivning för demontering plus att problemet för oss är att vi inte vet allt som händer med våra produkter. Det är inte bara infästningen utan det är hela applikationen och anslutningar ut- och invändigt, vilket är faktorer vi inte får kännedom om. Det ägs av en annan part.

ND Env: En svårighet med återanvändning är osäkerheten kring vem som då klassar produkten, enligt gällande regler. Uppfyller den här produkten, säg om 60 år, kraven som ställs på marknaden gällande personsäkerhet, klämskydd och liknande?

ND CTO: Någon måste då ta ansvar för att produkten är säker att använda när då gamla grejer sätts in i en fasad. Det är skillnad på att prata om mer lättbedömda byggnadskomponenter, säg exempelvis sanitetsporcelain, än något med gamla beslag som ska sättas in på 8:e våningen. Då tar man en väldigt hög risk, att det faktiskt ska fungera och inte ramla ut och träffa någon. Man kan kalla det för en ytterlighet men det är en risk med återanvändning. Gällande beskrivning dock för demontering kan man ju använda våra monteringsanvisningar och bara vända förloppet. Men det är alltså inte så att vi har det förloppet beskrivet.

ND Env: Även för demontering för återvinning kan de deklarerade ingående artiklarna vi har, materialtyper och hur det idag hanteras och återvinns efter normal praxis vara användbart.

ND CTO: En anledning till att vi inte visar hur produkten tas isär är för att det skulle kunna användas ofördelaktigt mot kunder som har våra produkter. I och med att det är produkter som sitter i fasad och har väldigt hög säkerhetsaspekt, med tanke på inbrottssäkerhet. Sedan finns det även specialister på återvinning som kollar mer och mer på hur återvinningsgraden kan öka för fönster. Vi har även nyligen på NorDan utfört ett utvecklingsprojekt med NCC, där de plockade ner fönstren för en bostadsrättsförening i Helsingborg och skickade till oss för att separera ut ingående materialtyper och säkerställa återvinningen av dem. Vilket i normalfallet istället hade gått till största del direkt till deponi.

- **Fråga 2:**
Går det att mäta/uppskatta nivån av återvinning mellan normalfall och det som blev utfört i utvecklingsprojektet?

ND Env: Den största volymen i fönster, såklart beroende på storlek men i snitt runt 60%, utgörs av glaset och det är där den största miljövinsten också kan göras. Glaset går i normalfall till deponi efter att produkten krossats och glassplittret lossnat. Vad som kan vara intressant att veta är för att kunna återvinna glaset måste det rengöras innan det smälts om. Annars finns det för stor risk för volymexpansion vilket kan förstöra masugnen. Toleransen för detta är 3g sten per 1ton glas vilket alltså utgör ytterligare en utmaning till att återvinna. Träet i fönstren, som utgör ca 30% av volymen, vilket i fönstren vi fick till oss i projektet utreddes till att innehålla någon form av NTR:B impregnering, troligen vacuumimpregnerat. Detta gick till energiåtervinning. Aluminiumet blev däremot separerat och skickat till återvinning till skillnad från normalfallet då det hamnar i den tuggade blandningen som bränns.

- **Fråga 3:**
Hur vanligt förekommande är respektive av de tidigare nämnda åtgärderna och vilka av dem skulle NorDan kunna bli direkt involverade i?

ND CTO: I dagsläget är det enbart fasen med underhåll som är aktuellt, detta är i realiteten något som är inom den första tioårs-cykeln. Att prata om produkter upp mot 25-30 år gamla är väldigt ovanligt, idag är det att byta ut produkten som är verklighet. De blir så pass nedgraderade i andra hand, från att sitta i en bostad kan de möjligtvis hamna ut i ett förråd eller liknande där funktionskraven inte ser ut på samma vis. I de fallen är vi aldrig inblandade. Som design-inslag finns det ju efterfrågan på återbrukade produkter, alltså där inte funktion och prestanda är lika avgörande och ofta då som interiördesign, väldigt sällan att det används i yttervägg igen. Efterfrågan av den sorten är också i nuläget mer mot äldre typer av fönster, inte så mycket 60-tals/miljonprogrammet-fönster, men det skulle säkerligen kunna se annorlunda ut framöver. Den typen av down-cycling finns ju alltid men en mer industriell process att man river ett hus från 60-talet med 1500 enheter och säger att dessa ska uppgraderas och sättas in i en nybyggnation eller renovering, det händer aldrig. En uppgradering av befintliga produkter, exempelvis aluminiumsbeklädnad som eftermonteras på ett gammalt träfönster kan förekomma. Det är dock fortfarande för billigt att kasta för att det ska finnas tillräckligt incitament för detta. Det tycker jag även att ni ta med någon avfallshanterare om ni planerar att intervjua dem i arbetet. Hur detta kostar att ha på

deponi, vad kostar det att elda? Får de betalt eller håller det på att bli en utgift? Till slut vänder de här faktorerna och att det börjar kosta mer att kasta. Det är det som ska till innan det blir industriellt fullt ut.

Gällande andra åtgärder NorDan kan involveras i har vi som sagt kollat på hur det är att återvinna gamla fönster på en högre nivå mot att bara skicka in en maskin som hackar det i tusen bitar och suger till sig lite glasfragment i ena hörnet, lite metallbitar det som hänger med och resten går till förbränning. Vi har istället kollat på att, med den kunskapen vi har om att montera ihop ett fönster, demontera fönstret och skapa renare fraktioner. Lärdomen från det projektet är att det tar lång tid, kräver mycket maskinell utrustning samt mycket materialanalys. Det är även få som använder råvarorna som utvinns.

ND Env: Det går ofta neråt i värdekedjan, det blir ett lägre värderat material.

ND CTO: Det är samma där, att det fortfarande billigare att låta allt gå ner samma väg. Att utvinna i rena fraktioner är inte så viktigt just nu, kostnadsmässigt. Men det räcker att ett par mineraler ökar kraftigt i pris så blir den förutsättningen förändrad.

ND Env: En annan aspekt gällande vissa typer av material som till exempel olika typer av plaster. Vid återvunnen råvara där behöver man ha full kontroll på vad som blandas in i ny produkt, som PVC som ofta innehöll bly förr i tiden. Blandar man in det i en ny smälta tillförs ju bly i den nya varan. Lika väl som att kunderna vill ha återvunnet material så vill de ju inte att det införs förbudsämnen i varorna. Det är ju en aspekt till varför råmaterialtillverkarna inte gärna använder post-consumer-material, sådant som varit på marknaden och vänt då det är en osäkerhet på vad de får tillbaka.

- **Fråga 4:**
Vilken information ser ni skulle behöva tas fram för att uppnå en högre grad av avfallsförebyggande, återanvändning och återvinning? Vad finns det för utmaningar med att få fram informationen?

ND Env: Den bästa informationen för detta är att branschen deklarerar innehållet så noggrant som möjligt så det kan tas hand om på rätt sätt och därmed bli så högvärdigt material som möjligt igen. Vet man exempelvis exakta legeringarna kan man återvinna till samma legeringstyp, vilket som sagt annars hade gått längre ner på avfallsskalan och blivit en lägre värd legering. Material- och produktdata är alltså det som främst behövs för återanvändning och återvinning. Gällande utmaningar att få fram informationen för den som behöver den finns det inga lagkrav idag på att den typen av information skall finnas. Det enda kravet som ställs på tillverkarna är att om man har SVHC-ämnen i högre halt än 0,1 viktprocent skall man redovisa det om kunden efterfrågar det. Detta är alltså bl.a. de utfasningsämnen som finns på kandidatförteckningen med farliga ämnen enligt Reach-förordningen.

ND CTO: I och med att produkterna vi gör är så konfigurerbara är det utmanande för oss att redovisa exakt mängd innehåll för varje unik kombination. Glaspaketet kan ju konfigureras på flera tusen olika sätt med alla olika tjocklekar, typer av glas och spacers för att uppnå olika tekniska prestandor. Det är även många olika tillval och variationer på resten av konstruktionen. Den stora mängden möjliga ingående artiklar

gör det också extra utmanande det som redan kan vara svårt att som produkttillverkare få tillgång till informationen från material- och artikeltilverkarna.

ND Env: Det är även ett problem för exempelvis eBVDs databas att ta emot och kategorisera datan så här dynamiskt eller orderspecifikt då. En annan utmaning gällande återanvändning och de långa tidsspnnen vi talar om för våra produkter är att det inte alls är säkert att den standard vi anser vara hög idag duger för marknaden om 30 år. Så även om man skulle veta exakt vilken prestanda produkten har kanske inte den lever upp till kraven som finns då. Fönster har ju utvecklats en del från 30 år tillbaka och kommer sannolikt utvecklas en hel del på de nästa 30 åren också. Produktutvecklingen har ju en avfallsförebyggande effekt också, att man använder bästa möjliga material och ändamålsenliga materialkonfigurationer som minimerar spill och klimatpåverkan.

- **Fråga 5:**
Vilka incitament finns för NorDan att faktiskt få fram informationen?

ND Env: Det kommer ju mer och mer krav på att få veta innehållet i produkten. Sverige har ett nationellt mål om giftfritt byggande där man önskar att fasa ut farliga ämnen eller potentiella risker. Dock är det få starka incitament som bygger på lagkrav, utan det är framförallt kundkraven som i högre grad ökar. Dessa krav ju de i sin tur har på sig gällande att exempelvis föra loggbok på vad som byggs in i projektet, för att i ett senare skede veta vad det är för produkter och ämnen som byggnaden innehåller. Detaljnivån för hur detta redovisas är dock väldigt varierande i dagsläget.

ND CTO: Vi ser att vi är på väg mot mer och mer förordningar på vad som skall deklarerats och att det blir fler förbättringar överlag i branschen. Avfallsdirektiven skärps så man får inte slänga i en container hur som helst, på byggarbetsplatserna är det fler fraktioner vilket är en bra förbättring. Man sorterar, i alla fall klassiska avfallsmaterial som exempelvis betong, isolering och trä. För var trä bara en fraktion, idag är det flera, till exempel. Man bli alltså mer och mer noggrann och vi tror att det här kommer att öka, kravet på att sortera mer och göra analyser. Det är med i direktiven redan idag att de fastighetsägare som skall göra en renovering har ansvar för att göra en kartläggning vad byggnaden innehåller och rivningsmaterialet skall källsorteras. Idag är det ofta blankt papper och det ligger mycket i att bedöma sannolikheten att det ingår förbudsämnen och då i så fall göra ytterligare materialanalyser. I modernare produkter ingår det generellt fler materialtyper än det som exempelvis byggdes in på 50- och 60-talet vilket gör produkten mer svårbedömd och ökar behovet av en bra innehållsdeklaration.

ND Env: En utmaning för fastighetsägaren att få fram den informationen är att kunskapsnivån varierar oerhört mellan olika leverantörer och att alla företag inte är transparenta med vad de olika delarna innehåller. De kan se det som företagshemligheter och inte vara intresserade av att dela ut den då konkurrenter potentiellt skulle kunna kopiera dem.

- **Fråga 6:**
Hur ser ni på NorDan på detta med transparens gällande produktens innehåll?

ND Env: Vi har ju som sagt det nationella målet om giftfritt byggande och tillverkaren måste då ha fullständig kännedom om sin produkt. Vi försöker så gått det bara går att deklarerar varje enskilt artikel eller ingående detalj med exakt kemiskt innehåll. Som vi varit inne på har vi underleverantörer som inte i detalj vill delge exakt innehåll, då får vi istället gå på deras försäkran om vad de INTE innehåller. Vilket är det kravet som finns men är ju inte alltid tillräcklig information på längre sikt. Både ur perspektivet att man behöver veta vad produkten innehåller för att kunna återanvända och återvinna men även att vår kunskap om vad som är farliga ämnen kan förändras över tid. När asbest kom till marknaden trodde man att det var ett utmärkt material. Vi visar alltså mer än kraven säger och i de fall där det förekommer ämnen i lägre grad än gränsvärdena behöver man egentligen inte deklarerar att de finns men det väljer vi att göra. Detta för att vara transparenta mot våra kunder, ge möjligheten att identifiera exakt innehåll om 30 år samt skapa ett incitament för oss att pressa våra underleverantörer på mer detaljrik data och oss själva på att välja miljömässigt kloka artiklar och material till våra produkter.

ND Dig: En tanke vi har haft kring det här med ägandeskap av information som företagen av olika anledningar inte vill offentliggöra helt är att informationen egentligen skulle kunna finnas bara hos respektive företag men att det då är reglerat att de har full kontroll på vad sina produkter innehåller och att GTIN Management Rules följs strikt. Alltså att när man gör en förändring i produkten som kan vara av betydelse i något skede av byggnadens livscykel måste man byta GTIN på produkten. Finns det då god loggning internt i företaget på vad som ändrats kan man uppnå en spårbarhet genom GTIN:et. Skulle det då exempelvis framkomma om 20 år att ett visst ämne är skadligare än man först trott kan man spåra upp vilka GTIN som innehåller artiklar med det ämnet i sig och skicka ut nästan som säkerhetsåtgärdsmeddelande man kan få till sin bil exempelvis när de upptäckt någon riskkonstruktion. Ett meddelande om att vissa specifika GTIN, eller ja produkter, innehåller farliga ämnen och vilka rekommenderade åtgärder som bör göras eller bara som användbar information inför end-of-life för produkten. Det är såklart flertalet utmaningar med att uppnå ett sådant flöde och vi är långt ifrån att ha definierat ansvar och processer liknande detta i GTIN-arbetet i branschen, första steget dit är se till att alla leverantörer får vägledning i hur de skall tillämpa GTIN på sina produkter korrekt för att det i ett senare skede skall gå att använda för spårbarhet av den här sorten och i andra syften.

- **Fråga 7:**
Vilka andra utmaningar ser ni gällande informationshanteringen, exempelvis i att lagra eller tillgängliggöra?

ND Env: Det långa tidsspannet som är medför ju tekniska utmaningar när det kommer till att informationen behöver lagras så pass lång tid, från installation till slutet av produktens levnadstid. Även informationshanteringen däremellan, ägandeskap och hantering av den information som behöver berikas vid eventuella åtgärder, om något

byts ut eller reparerats på produkten exempelvis. Vem ansvarar för och hur går det till att hålla informationsmodellen uppdaterad?

ND Dig: Det vi märker av också som är en stor utmaning är ju att i princip varje enskild kund som efterfrågar information i digital form eller digitaliserade processer vill ha det på sitt eget sätt, vilket gör det svårt att bygga upp systematik i processerna. Sen pågår det ju då initiativ i branschen för att öka nivån av standardisering, exempelvis arbetet vi deltar i med hur GTIN, som vi pratade om, ska implementeras för att våra kunder och senare involverade ska ha identifikationen på byggnadskomponenterna på samma sätt oavsett leverantör. Vi arbetar ju också med NCC för att göra upphandlingsprocessen mer digitaliserad i vårt format vi kallar Digital Upphandling. Äpplet är ju ett sådant projekt som har det upphandlingsformatet och där utgår vi ifrån de principer som kommer från den tekniska kommitté (nr 442) som CEN tillsatt för BIM-standardisering i Europa och internationellt, och även de standarder som kommit till följd av detta, ISO 23386 och ISO 23387, som definierar hur egenskaper inom BIM och digitala processer för byggnadsbranschen skall hanteras. Där egenskaperna primärt skall baseras på respektive produktkategoris harmoniserade produktstandard och definitioner utifrån de test- eller klassifikationsstandarder som producenten testat och klassar produkten enligt. Detta för att alla ska "tala samma språk" och det inte ska finnas utrymme för tolkning när det inte längre blir människor som tar emot datan utan detta sker mer digitaliserat med maskinläsning. En viktig faktor då är även att varje egenskap och egenskapsvärde faktiskt är maskinläsbar, vilket uppnås enklast genom att dessa tilldelas en GUID som kan kommuniceras istället för fritexter. Då kan man även välja att kalla egenskapen vad man vill på sikt och översätta till vilket språk man önskar då det i bakgrunden är samma GUID man talar om och dessa hanteras på ett uppstyrt sätt med bara några få så kallade "agenter" i världen som får administrera dem. Fram tills vi har full maskinläsning underlättar standardiserade egenskaper även när människor skall tolka värden eftersom de är tydligt definierade och det blir mindre utrymme för missförstånd. Sen är det en bit kvar i att få standardiseringen på plats och att få alla våra kunder och resterande intressenter i branschen att välja den här vägen är såklart en process som kommer ta lite tid men vi ser stora fördelar med det och det är också varför vi väljer att delta aktivt i initiativet Användargrupp Bygg där det här sättet att arbeta diskuteras och flera stora företag och organisationer i branschen deltar för att hitta en gemensam väg framåt.

- **Fråga 8:**
För Projekt Äpplets TKA nämns Byggvarubedömningen för produkterna som byggs in, vilka egenskaper/nyckeltal omfattas inom dessa?
Ser ni några andra nyckeltal som skulle kunna vara aktuella att berika i en BIM-modell för att, både i projekteringen och framtida skeden, kunna använda datan i syfte att minska mängden avfall?

ND Env: En Byggvarubedömning är en oberoende bedömning, gjord av extern part, av en produkts innehåll och livscykelegenskaper. Detta genom en fastställd mall satta av deras kemister och ägare, på vad de anser vara viktigt. Där tittar de på förekomsten av förbudsämnen och vissa riskfraser i ingående kemier. Hur det ställer sig till mallen de har att gå efter. Förbudsämnen bedöms enligt tre olika nivåer på produkten, Rekommenderas, Accepteras eller Undviks, för att få en enklare bedömning på hur

bra produkten är och göra kunden mer medveten och möjliggöra bättre produktval i upphandlingsskede. Om produkten verifieras inte innehålla mer än 0,01 viktprocent förbudsämnen i en artikel, enligt Reach, kan man få Rekommenderas. Är det mindre än 0,1 viktprocent, vilket motsvarar grundkravet i Reach, fås Accepteras men är det mer än detta blir det Undviks. Byggvarubedömningarna är helt publika och går att se på Byggvaruindustriernas hemsida. Är man däremot intresserad av information för ett senare skede är som sagt en innehållsförteckning med väl dokumenterat innehåll, alltså en eBVD deklarerad enligt Reach och tillverkarens bästa förmåga, mer värt då kriterierna för en bedömning kan se annorlunda ut framöver. Det vore intressant om marknaden kunde komma fram till ett gemensamt scenario för hur byggprodukter ska redovisas under livscykeln. Det är stor skillnad på att om en produkt är miljövänlig när den tillverkas, men hur kommer förväntat underhåll påverka? Tittar man på en EPD, alltså en miljövarudeklaration, som baseras på en livscykelanalys, där tittar man ofta fram till leverans av produkten. Allting som sker efter det redovisas inte, då det inte finns något fastställt scenario för det. EPD-norge har däremot ett scenario definierat för den norska marknaden, där schabloniserad transportdata, produktens beräknade livslängd och förväntat underhåll av produkten finns med. Allt detta ger entreprenören eller fastighetsägaren bättre data för hur den aktuella produkten påverkar genom hela dess livscykel. Detta kommer sannolikt att tittas på i ett EU-perspektiv också, det är nog inte inom de närmsta två åren men det kommer att komma. Då kommer en bättre estimering av klimatbelastningen av en produkt ser ut på länge sikt. Önskar ni läsa mer om det rekommenderar jag att ni tittar på Boverkets hemsida gällande klimatsmart byggande och livscykelaspekter.

ND CTO: Boverket håller även på att ta fram en publik klimatdatabas för footprint på byggprodukter. Sen finns det ju andra initiativ på återbruk inom vår industri också men ser man till produkter som exempelvis byggs in i stommen, och då egentligen inte har någon underhållsfrekvens, de produkterna är ju lite annorlunda att återvinna jämfört med de som har åldrats med användningen av produkten på ett annat sätt. Vissa varor åldras knappt och andra kan åldras påtagligt. Det är så mycket mer data i fasadskalet och idag är man inte riktigt där att detta återanvänds men det kommer utvecklas. Att man återvinner isolering, betonger och fyllnadsmaterial i bulk, det är snart standard. Varför göra ny asfalt när man kan fräsa upp den, ta den tillbaka och skapa ny vara? Mer sådan typer av cirkulära flöden kommer vi se men det ligger stora processer bakom. Det är ju en oerhört intressant tanke att kunna ta ut ett 60-talsfönster och uppgradera det till 2021-standard. Men det är som sagt inte utan utmaningar och stora förändringar. Utvecklingen går åt rätt håll och en produkt köpt 2021 kommer sannolikt vara enklare att analysera 60 år fram än det nu är att analysera 60 år gamla produkter.

ND Dig: Analysen går möjligtvis att göra nu men den kräver oerhört mycket mer handpåläggning i och med att ingen data finns tillgänglig utan det behöver göras en manuell utredning. Ju mer digitalt data som finns tillgänglig desto mindre handpåläggning behöver göras.

ND CTO: Man brukar säga att det kostar 10 000 kr att byta en glödlampa i ett gammalt bostadshus. Man får en felanmälan att ljuset inte fungerar i hallen och inte mer att gå på. Sedan börjar man leta, kommer dit tillslut och ser att stegen inte räcker upp. Åker tillbaka och hämtar ny stege, men lyckas inte identifiera vilka glödlampa det ska vara. Det är ett sådant klassiskt uttryckssätt för att visa konsekvensen av

bristfällig data. Mer och mer skärpta krav kan göra till slut att allt behöver analyseras och då får det inte vara för resurskrävande annars skapar det fördyrande byggprocesser. Det är alltså något branschen behöver jobba på. Det finns ju initiativ på hur man kan göra analyser för återvinning snabbare, allt för att bli mer cirkulär. För att återgå till er fråga ser vi att det är just en god innehållsdeklaration som är det viktigaste att den finns för framtida behov, utan det har man inget. Sedan kan ytterligare beskrivningar och ritningar självklart vara till viss hjälp men det är information som går snabbt att identifiera utan data jämfört med den kemiska sammansättningen i ingående artiklar.

- **Fråga 9:**
Kan ni komma på någon annan produktkategori som skulle kunna använda liknande data och/eller har liknande möjligheter/utmaningar gällande informationshanteringen?

ND Dig: Vi har märkt i forumen vi är med i att det är svårt ibland att jämföra olika produkter. Mängden egenskaper som definierar produkten kan skilja oerhört. Svenskt Trä har kommit långt gällande standardiserade egenskaper och en bidragande orsak, förutom en gemensam målbild bland dess medlemmar och en driven projektledare för det, kan vara den relativa bristen på komplexitet i produktsammansättning. Egenskaperna som utgör en träregel motsvarar i någon mening "bara" karmen för oss. Sedan har vi då många andra parametrar och konfigurerbara värden som varierar stort. Men arbetet de gjort är inspirerande för oss och grundprinciperna för det de försöker åstadkomma är egentligen inte så annorlunda från våra tankar. Deras projektledare deltar som sagt aktivt i Användargrupp Bygg och vi kontinuerliga dialoger tillsammans gällande dessa standardiseringsarbeten.

ND Env: Utmaningarna som finns för vår produktkategori som är så pass konfigurerbar är rimligen lika för andra typer av produkter med liknande konfigurerbarhetsgrad. Även att våra produkter består av många material ger ju grund till att aspekterna gällande materialdata borde vara i någon grad tillämpningsbar för produkter av de ingående material som trä, glas, metaller, plaster och komposit, vilket täcker en hel del olika byggnadskomponenter. Innehållsförteckningen över en byggnadsprodukt ser visserligen olika ut för olika produkter rent innehållsmässigt men de är uppbyggda på samma sätt och säger ju egentligen bara vad produkten innehåller. Ur den aspekten är teorin helt applicerbar på samtliga produkter i byggnaden, alla har ett stort värde av att finnas dokumenterat om man i framtiden behöver veta vad som ingår. Innehållsdeklarationen, eller eBVDn då, är utformad generiskt och svarar väl till marknadens befintliga behov, även om det för en detaljrik deklaration kräver viss kompetens för att tolka på korrekt sätt.

ND CTO: Slutligen kan man ju säga det att utvecklingen som varit, speciellt de senaste åren, mot det cirkulära byggande påverkar alla som är involverade i byggnadens och dess komponenters livscykel på ett positivt sätt och det är högt upp på allas agendor. Det måste till en del förändringar och vi närmar oss 2030-målen. Det är ett helt annat fokus nu än det varit tidigare på cirkularitet och hållbarhet och omställningen pågår överallt. Sen måste man ha en förståelse för att hållbarhet inte avgränsas till avfallsförebyggande eller ens klimatpåverkan, det är en del av ett större system. För att lyckas med detta måste se till helheten och se hur allt hör samman,

återanvändning till exempel är bara en av alla faktorer, men det som är tydligt är att vi är på väg åt rätt håll.

Intervju 3.

Part i värdekedjan: Arkitekt

Företag: Norconsult

Deltagare: A-projektör för Projekt Äpplet (*Nc Proj*) och Hållbarhetsrådgivare, även handledare för arbetet (*Nc Hållb*)

- **Fråga 1:**
Hur ser processen ut för informationsmodellen vid ett nybyggnationsprojekt som Äpplet, från er fram till att modellen når förvaltning?

Nc Proj: Generellt sett kan man säga att de får modellen direkt från oss men det beror lite på upphandlingsform egentligen. I en utförandeentreprenad är det oftast så att vi har projekterat för beställaren/förvaltaren, då får vi underlag från entreprenören sen gör vi relationshandlingarna. I en totalentreprenad är det entreprenören som ansvarar för att göra relationshandlingarna. Dock kan det ju bli vi som i slutändan gör den, om inte entreprenören anlitar någon annan arkitekt för relationshandlingarna. Just för Äpplet, som är en samverkansentreprenad, är vi anlitate av entreprenören men beslut tas gemensamt mellan beställare, entreprenör och oss. Där är det alltså vi som gör relationshandlingarna och lämnar över till Lokalförvaltningen. Dock är processen lite speciell i det här fallet då entreprenören och beställaren krävställer parametrarna på olika sätt. Lokalförvaltningen vill ha parametrarna enligt BIP-koder så här kommer vi då troligen leverera IFC:n till NCC på det sätt de önskar, sen "tvättar" de om den inför leveransen till Lokalförvaltningen.

- **Fråga 2:**
Ser ni några utmaningar med hur processen för informationsmodellen ser ut?

Nc Proj: En stor utmaning jag ser med hur kontraktshandlingarna är utformade i dagsläget i att det vanligaste nu är inte att IFC-filen inte är en kontraktshandling, utan det är oftast PDF-ritningarna som är det. Hur produktgenskaperna är projekterade i modellerna, det ingår oftast inte i kontraktet hur det ska vara. Det kan finnas en viss nivå på BIM-modellens mogenhet och det är ju svårt att se om man öppnar modellen om 50 år vad spelade roll att man fyllde i. Det kan ju finnas mängder med data som är helt fel i en modell, ser man på modeller gjorda 2010-2020 så har den större andelen av datan i modellen inte aktivt hanterats i projekteringen, vilket ger en stor chans att fel förekommer. Det tänker jag är en utmaning med befintlig process. Det normala projekteringsflödet är att det man fyller i är det man vill ha ut på en PDF på ett eller annat sätt. Där är det ju per automatik vissa saker som blir helt rätt och andra som ingen överhuvudtaget bryr sig om att titta på, men det följer ju ändå med i IFC-modellen. Det gäller alltså att den som tittar på IFC-modellen vet var man kan titta.

Nc Hållb: Gällande kontraktskraven, att de gäller PDF:er och inte IFC:er, så finns det ju tendenser till gå mot mer ritningsfria projekt.

Nc Proj: Där tycker jag det har pratats om detta länge men inte hänt så mycket men nu börjar det faktiskt hända lite. NCC exempelvis söker ju den här typen av lösningar ganska aktivt, vi ritar till exempel inte kök i det här projektet utan det gör köksleverantören och det är ju ett intressant sätt att jobba på. Sen har vi ju i Sverige “hängslen och livrem” och vi är i ett sorts hybridläge. På samma sätt ställs det en del krav på till exempel BIP-koder utan att det kanske används till så mycket och ritningar ska tas fram också för det är alla vana vid att hantera. Då hamnar vi ofta i läge att vi har viss kravställning från en CAD-manual som har en hög digitaliseringsnivå men samtidigt säger kontraktshandlingen att vi ska leverera en “pappersritning”. Beroende på CAD-kraven kan det bli svårare att framställa ritningar som uppfyller Bygghandlingar 90, de går inte hand i hand. Enligt BIP-koder ska vi ange egenskapskrav eller litterering på ett sätt som inte alltid överensstämmer med Bygghandlingar 90 så där finns det mycket i det här gränslandet vi är i nu, där man vill göra båda grejer. I andra länder har man varit modigare och säger att nu kör vi ritningsfritt fullt ut och hittar en lösning för det. Här är vi inte riktigt lika modiga men vi ser att det börjar komma, framförallt för att många entreprenörer lärt sig dra nytta av datan i modellen på byggarbetsplatsen

- **Fråga 3:**
Ser ni någon annan utmaning och potentiell möjlighet som kan vara intressant för arbetet?

Nc Proj: Vi är ju intresserade av att se på hur information kommer tillbaka igen och hur jobbar man vidare med modellen. Där har vi i branschen “lyxen” av att det inte finns något befintligt utan allt vi gör i Revit är “nybyggnad”. Vid ombyggnadsprojekt finns det ingen modell utan bara gamla CAD-filer. Det är alltså hela tiden okej att man ritar upp nytt i varje projekt i stort sett. Det är fortfarande väldigt få projekt där man övertar någon annan modell, vilket kan vara ganska svårt att göra. Kan jämföras med att ta över någons CAD-modell och allt ligger i olika eller felaktiga lager också vidare, det tar ju ett tag att städa upp. Motsvarande problematik i en Revit-modell skulle vara oerhört krävande, så bara där är vi ju inte helt framme i en bra metodik. Det att gå från IFC över till projektering i Revit har vi väldigt lite erfarenhet av men det kommer ju komma en tid då branschen inte är intresserad av att alla arkitektkontor ska sitta och rita upp allt “from scratch”. Om modellen finns vill man fortsätta med den datan som redan finns inarbetad. Där finns det i nuläget ett stort glapp och branschen tillsammans med mjukvaruleverantörerna har egentligen ännu inte presenterat någon lösning för hur det är tänkt att fungera anser jag. Samtidigt hade det ju varit av stort värde för oss att kunna få en modell, om man ska göra ett ombyggnadsprojekt t.ex. och faktiskt se i modellen vad det är som sitter i byggnaden utan att behöva åka ut på plats och kolla om det exempelvis är en trä- eller ståldörr och andra parametrar.

- **Fråga 4:**
Förekommer det att avfallsförebyggande, återanvändning eller återvinning gällande fönster tas i beaktning redan i designfasen för ett byggnadsprojekt? I så fall på vilket sätt?

Nc Proj: I min roll blir jag ju inte involverad i så tidigt skede så det kan finnas saker jag inte känner till men jag tror inte att man har något utöver det vanliga mer än att exempelvis sådana produkter man vet har kortare livslängd en resten av byggnaden ska man kunna byta ut utan orimliga åtgärder. Men jag vet inte om något specifikt så.

- **Fråga 5:**
Om du tror att det är önskvärt, vilken data hade varit relevant att få till sig för att kunna ta sådan beslut?

Nc Proj: Ser man då till fönster och exempelvis att det ska tas ner helt får man ju riva fönstersmygen på in- eller utsida sen med dagens metoder borde det ju gå att ta ut ett fönster utan att förstöra det. Det vi föreskriver i byggbeskrivningen gällande monteringen av fönstren är att de ska monteras med montageskruv och inte får fogskummas fast eller liknande. Det är ju rätt standardiserat så inga konstigheter med. Relevant data för fönstren för vår del skulle ju handla mer om vad det är för fönster, vad de uppfyller för krav och hur länge de uppfyller de kraven. Jag tänker på till exempel lufttäthet och liknande, för att kunna göra en bedömning om fönstren går att återanvända eller inte. Alltså främst att få veta vad fönstren har för egenskaper när man hanterar det nästa gång, få vetskapen om vad som hänt med fönstret över tid. Sen om det är möjligt att få in den datan på ett förtroendegivande sätt, det kan nog vara en utmaning i sig.

- **Fråga 6:**
Vem skulle kunna vara aktuell part för den typen av berikande?

Nc Proj: I ett förstaskede skulle det kunna vara så att förvaltare skulle vilja få tillgång till information om underhållsfrekvens om ett objekt, säg att inom 30 år kanske man måste byta glaskassett eller någonting för att produkten ska hålla samma standard. Att de på något vis kan få information om när det behövs underhåll och att då BIM-modellen skulle kunna ligga till grund för en underhållsplan på något vis hade säkerligen varit intressant. För en villa är det ju kanske enkelt att bara gå och titta men har man exempelvis ett stort sjukhus skulle kunna underlätta för förvaltaren att på ett samlat sätt få en överblick över när fönsterbyten är aktuella. För vår del handlar som sagt mer om att kunna bedöma om man måste byta fönstret eller om man kan använda det i ett annat projekt, information då till projektörerna.

- **Fråga 7:**
Hur ser ni att tillvägagångssättet för data-berikningen i POC:en blir?

Nc Proj: Vi brukar generellt berika modellen med information i projektparametrar, i Shared Parameters i Revit så de kan användas oberoende av vilka familjer som används. Detta gör att konceptet kan visas fungera oavsett leverantör och inte behöver basera på att man får fönsterfamiljer från en leverantör. Så tror jag inte det är många arkitektkontor som vill jobba. Sen hur datan läggs in ska man nog inte fokusera för mycket på i en POC då det varierar mellan olika arkitektkontor, utan mer visa konceptuellt att data ska in i modellen vid projekteringen och den ska hänga med i IFC:n och vidare.

- **Fråga 8:**
Ser ni att det vi pratat om för fönster skulle kunna vara applicerbart på andra byggnadskomponenter?

Nc Proj: Ja det tycker jag absolut att det kan vara. Allt sådant som monteras utanpå stommen har generellt kortare livslängd än resten av huset så överlag att veta liknande information om dem. Sen kommer det ju alltid det här att sådant som är okej nu är farligt om tio år och då är det ju bra att veta det om samtliga ingående komponenter, för att underlätta för miljöinventeringar till exempel. Kanske inte så mycket om att kunna konvertera en IFC till en arbetsmodell men kunna extrahera datan för att se vad som finns inbyggt. Jag tror att en miljöinventerare skulle ha oerhört mycket bättre underlag inför en inventering om det skulle finnas bra data i en modell.

Nc Hållb: Som vi varit inne på här tror jag det är olika struktur som behövs beroende på vem det är som skall läsa datan. När vi gick in på förvaltarens perspektiv på det här med underhållsplaner så tror jag det är en väldigt omfattande historia. För oss och miljöinventerare kan det räcka långt med att det bara finns mer information om produkterna än det gör i normalfallet i dagsläget. Om modellen kompletteras lite med det här grejerna vi berört nu kan det vara väldigt värdefullt för miljöinventerare och även oss då.

Nc Proj: Där tänker jag att det kanske finns ett litet informationsglapp för vi projekterar ju en kravställning kan man säga och på ett visst sätt ett planerat utförande av hur en byggnadsdel ska vara och hur den ska hamna i huset. Sen kanske vi har skrivit på ett visst sätt men vi vet ju aldrig exakt vilka artikel som används för exempelvis infästningen. Det finns alltid en mängd saker som entreprenörerna lägger till eller ändrar på utan att vi får exakt vetskap om det om det inte påverkar relationshandlingen. På något vis kommer det behöva finnas ett sätt för entreprenören att berika modellen om informationen ska bli komplett. Det är nästan det entreprenören väljer att göra som påverkar mest ur ett miljöinventeringsperspektiv. Där har man ju ett annat system idag med exempelvis Byggvarubedömningen och föra loggbok och den är ju tyvärr inte kopplad till modellen idag, vilket man kanske skulle önska att den var.

Intervju 4.1

Part i värdekedjan: Entreprenör

Företag: NCC

Avdelning/område: Hållbarhet

Deltagare: Ledande specialist Hållbarhet, NCC, Building Sweden (*NCC Hållb*)

- **Fråga 1:**
Hur vanligt är det att NCC utför reparation/underhåll eller renovering av produkt för fönster?

Inte ofta, men vi vill gå mot ett sådant arbetssätt, tex vid renoveringsprojekt så försöker vi gå ifrån att kasta ut och sätta in utan att upprusta och restaurera. Det är inte alltid så lätt men det måste förändras. Detta är ju inte fönster men exempelvis så har vi ett projekt i Fittja där vi valt att inte riva ut köket som är från 60-talet, utan bedömer att de är i så bra skick att vi tar ner dem och lackerar om innan nymontage av produkterna.

- **Fråga 2:**
Är det något ni kollat på för fönster eller är det mer allmänna tankar?

Jag är nästan säker på att vi har gjort det här, men kommer just nu inte på något exakt projekt.

- **Fråga 3:**
Om vi tar samma fråga fast för demontering för återvinning eller demontering för återbruk för fönster, hur ser det ut där?

Vi har varit med i ett återvinningsprojektet med NorDan men återbruk utförs inte kontinuerligt i min kännedom. Dock har vi vissa projekt där produkter kan återbrukas till, till exempel rymdobservatoriet i Onsala och huvudkontoret i Solna där vi också har försökt att jobba med detta.

- **Fråga 4:**
Vilka incitament finns för NCC att använda och ta fram denna informationen?

I dagsläget är det helt enkelt för billigt att köpa nytt, vilket måste förändras. Tex kontorsprojekt brukar ofta vara återbruk på kundens önskemål, så kunderna har ofta en stor påverkan på detta. Sen ser vi framöver att det kanske inte bara är en ekonomisk budget att hålla sig till utan även en CO₂-budget som måste hållas. Det bör då även vara ett påtryck till mer återbrukade produkter. Mycket är dock kunddrivet. Problematik kan också vara gällande bygglov där man söker detta innan man har komponenterna, vilket kan vara knepigt att då senare få tag på precis rätt

återbruksbara produkter. En annan utmaning är gällande logistiken där man kan komma att behöva ett stort lager att ha produkterna till projekten. Det är också utmanande att garantier saknas när det kommer till återbrukade produkter.

Intervju 4.2

Part i värdekedjan: Entreprenör

Företag: NCC

Avdelning/område: VDC

Deltagare: Ledande Specialist VDC på Building SE (*NCC VDC-spec*) och VDC-ledare för Projekt Äpplet (*NCC VDC-led*)

- **Fråga 1:**
Hur ser processen ut för informationsmodellen i projekt Äpplet
 - **Vilka parter blir involverade och hur?**
 - **Vilka informationstransaktioner utförs?**
 - **Hur ser filformat, property sets, parameternamn etc. ut i dessa steg?**

NCC VDC-led: Det är i stort sett samma process oavsett projekt om man ser till helheten. Kravställningen internt sätts upp tillsammans inom projektet, där oftast projekteringsledare, kalkyl, inköp och även produktion är med för att stämma av vilken typ av information de är intresserade av och behöver. Så att vi ställer rätt krav gentemot konsulterna.

NCC VDC-spec: Man kan också säga att även om detta ser ganska lika ut mellan olika projekt så går man igenom det då det kan finnas olika förutsättningar i projekten men också hur de enskilda personerna involverade vill jobba med informationen från modellerna. Sen har vi en grundmall med det som minst behöver framgå, som man utgår ifrån.

- **Fråga 2:**
Var i byggnadsprocessen är detta?

NCC VDC-led: Vi brukar komma in och ställa kraven inför systemhandling oftast, sen eftersträvar vi att bli involverade så tidigt som möjligt. Just för att kunna sätta upp dessa krav och få med arbetssättet i tidigt skede.

NCC VDC-spec: Sen så som vi ställer kraven, om man tittar på vår LOD som mycket av det här berör med egenskapsnamn och vad vi vill ut av det, så säger vi där också vilken information som skall framgå i en färdig systemhandling, bygghandling och om vi har några delleranser under vägen. Vilken information det är som ska fram i vilket skede. Det är alltså inte en LOD som är statisk genom hela projektet utan det byggs ju upp. Därför pratar vi inte om Level of Detail utan vi benämner vår LOD-mall Level of Development för att den förädlas och byggs på under resan.

- **Fråga 3:**
Är filformat definierat i LOD:en?

NCC VDC-spec: Det är definierat i våra projekteringsanvisningar, vad vi vill ha för leverans i form av filformat. Sen ställer vi egentligen inte några krav på projektörerna vilken programvara de använder bara de kan leverera det filformatet och på det sättet vi kravställer.

- **Fråga 4:**
Om vi kollar på projekt Äpplet, vilka specifikt blir involverade i informationsmodellens hantering?

NCC VDC-led: Vi har ju en konsult per disciplin som har en projektör som modellerar upp och det blir den som för in informationen i modellen. I dagsläget är det så att informationen som ska finnas på, till exempel ett fönster då, kommer många gånger från olika håll om man ser till vad det ska vara för ljudkrav, brandkrav, energi och så vidare men i slutändan är det ofta arkitekten som ansvarar för att fylla i det i modellen. Sen har vi exempelvis för dörrar kollat på ett program som heter BIMeye där varje person som är involverad för en viss produkt kan lägga i de värden som de ansvarar för.

NCC VDC-spec: BIMeye är som en databas som tar hand om informationen i projektet och det finns en koppling mellan BIMeye och modellerna, och främst A-modellerna då. Vilket gör att vi kan synka vår arkitektmodell till BIMeye och i BIMeye kan vi dels läsa den information som redan finns inlagd på olika byggdelar men har också möjlighet att bygga på informationen där så vi skapar nya parametrar inne i BIMeye som sedan kan tilldelas de olika till exempel brand- och ljudkonsulterna och de kan addera sina respektive krav som finns in i databasen. Eftersom det finns en koppling till Revit- eller ArchiCAD-modellen eller vad det än är kan detta också berikas tillbaka in i den modellen och vi får det givetvis också in i vår IFC. Det är ju såklart så man skulle vilja ha det men så är alltså inte förutsättningarna för Äpplet utan där är det arkitekten som fyller i modellen med informationen.

- **Fråga 5:**
Är det ytterligare parter som blir involverade efter kravställningen? Hur ser processen eller informationstransaktionerna ut vidare efter det?

NCC VDC-spec: Vi kravställer en leverans i form av IFC med parameternamn utifrån vår LOD som utgår ifrån Data Templates med standardiserade egenskaper, så vi har ett gemensamt "språk" att utgå ifrån. Sen ställer inte vi några krav på att parametrarna ligger i särskilda property sets utan så länge parameter- eller egenskapsnamnen följer LOD:en fungerar det väl. Sen sker ju en vad man då skulle kunna kalla informationstransaktion eller en omvandling när vi gör en, vad vi kallar för NCC-IFC. I IFC-exporterna finns ofta mycket mer information än det som ska ingå enligt vår LOD men vi vill inte publicera information som inte vi har kravställt och granskar utan vi vill ha koll på att den information vi kravställer är den vi sedan fortsätter jobba med. Det vi gör då är att publicera det i ett strukturerat sätt i vår NCC-IFC för att underlätta för projektet internt och vid kommunikation med extern part. Även om kravställningen definierar hur egenskaperna ska namnges är det av olika anledningar

inte alltid vi får till oss exakt rätt så det som behöver göras då är att filen "tvättas" vilket innebär att det i vårt system letas upp begrepp baserat på tidigare erfarenheter av vad olika egenskaper kallats och mappar det mot den standardiserade parametern, så vi får exakt den benämningen vi behöver. Det är också ett steg i det upphandlingsformat vi har med NorDan där vi är väldigt noga med att arbeta med standardiserade egenskaper. Då kan vi säkerställa det i vår tvätt, och i den tvätten kan man säga att det skapas property sets utifrån vår struktur med exempelvis en "flik" NCC Information som innehåller ren information om objektet. Sen har vi en NCC Geometric som publicerar geometrisk data, som mängdparametrar, area, längd, bredd, höjd och så vidare. Det här är ju ett steg för oss att få till en standardiserad kommunikation med leverantörer men egentligen vill inte behöva göra den här tvätten men så länge den behövs krävställer vi inte på några specifika property sets. I och med att vi krävställer litterering enligt BIP-koder kan även mappning av BSAB-koder ske automatiskt då i tvätten, det behöver alltså inte projektören lägga in.

NCC VDC-led: Vad som händer med modellen vidare i projekteringen är att den successivt fylls på med mer och mer information sen kan då information nyttjas i olika etapper, till exempel att kalkyl börjar räkna på modellen efter att vi kontrollerat den och de får ok på att använda den. Det är inte fullt ut så på alla projekt men vi försöker använda modellen så mycket som möjligt för att plocka ut information och mängder för att de ska kunna göra kalkyl.

NCC VDC-spec: Det är samma sak även för inköp. Sen har vi även projekt, dock inte Äpplet, som numera använder modellen för att göra LCA-beräkningar på ett mer effektivt sätt. En bidragande orsak till det är ju lagkravet som kommer nästa år gällande klimatdeklarationer.

NCC VDC-led: Sen gör vi ytterligare en mappning just i Äpplet då beställaren har sina egna krav att de vill ha leverans med viss information och parameternamn på sitt sätt. Men eftersom vi vill göra fönsterupphandlingen med standardiserade egenskaper är det det vi har krävställt mot A och K vilket gör att när vi lämnar relationshandling måste vi mappa om för att matcha beställarens krav på parametrarna. Så vi gör en relationsmappning tillbaka efter, där parametrarna döps om enligt BIP-kodens struktur då.

- **Fråga 6:**
Har ni någon erfarenhet av att informationen i en modell använts i ett senare skede, under förvaltningstiden eller till exempel från något ombyggnadsprojekt?

NCC VDC-spec: Det är ju i nuläget ovanligt att det ens finns någon modell överhuvudtaget. Det brukar finnas ritningar men jag har inte sett någon modell i de fallen. Det kommer nog bli vanligare längre fram och det vi förbereder för nu kan man säga.

- **Fråga 7:**
Vilka utmaningar och möjligheter ser ni gällande informationshantering (lagra, tillgängliggöra etc)?

NCC VDC-spec: Från vårt perspektiv, hur vi använder datan internt är det ofta en utmaning i att de som sitter med i projektet har egentligen hela tiden tillgång till modellerna men vissa delar av modellen kan vara under arbete, inte helt fastställda. Där finns det ju då en risk att information plockas som inte är validerad. Det är ju en utmaning. Där kollar vi på hur vi ska få med status på objekten eller parametrarna, till exempel om det är validerat för system- eller bygghandling eller vilken status man nu önskar för att säkerställa att man använder informationen på rätt sätt. Det löses i dagsläget med olika delleransers men som VDC-ledare i ett projekt vill inte hen att någon går in fritt i modellen och hämtar ut information utan att vi vet om det. Sen absolut att de tittar på modellen under tiden, och ofta är de med i valideringen av den, men vi måste säkerställa att informationen går att använda. Sen en annan utmaning, som kanske främst funnits tidigare, att det funnits ett motstånd till att använda 3D tekniken som hjälpmedel med hänvisning till att 2D handlingarna är de juridiskt bindande dokumenten men den mentaliteten har vi nog stort sett kommit över. Sen känns det som att det kan kvarstå mycket onödigt arbete fortfarande, då tekniken finns men att inte modellen användas fullt ut som den juridiska handlingen. Det är mer att man plockar ut 2D-detaljer ur modellen nu. Ska modellen vara den mer juridiskt bindande ökar ju även behovet av statusar i den. Vi har några projekt som arbetat mer med den typer av statusdrivna leveranser men det är inte ett implementerat arbetssätt än. Sen arbetar vi även med något vi kallar Construction Connector, som blir som en databas lite liknande BIMeye fast den tar hand om mycket mer, där man kopplar modell till kalkylsystem, inköpssystem, LCA snart, säkerhet, tidsplanering och där har vi lösningar men också att det kvarstår utmaningar i hur dessa system pratar ihop.

- **Fråga 8:**
Informationstransaktionerna görs då oftast i IFC-format, har det varit självklart eller har det även funnits andra alternativ?

NCC VDC-spec: Det har vi haft som standardformat sedan runt 2013, på NCC Building i alla fall, och att det finns standardiserade öppna format är ju viktigt för att underlätta integration mellan olika parters system och programvaror. Vi arbetar ju på flera håll för standardisering inom branschen, att vi är med och även leder projekt och initiativ för detta, till exempel inom Användargrupp Bygg och Smart Built Environment. Det kommer ju underlätta för alla om vi har ett standardiserat språk och sätt att arbeta. Det gynnar såklart alla, inte bara NCC.

- **Fråga 9:**
I Projekt Äpplets TKA nämns Byggvarubedömningen för produkterna som byggs in och det skall finnas en loggning av ingående produkter i byggnaden, länkas den loggningen till BIM/IFC-modellen på något sätt?

NCC VDC-led: Nej inte i nuläget, Lokalförvaltningen kollar på att få med mer miljörelaterad information in i modellen men det är inte beslutat att det ska med för Äpplet. Det har att göra med att de inte helt utrett på vilket sätt information ska finnas och hur den ska användas.

- **Fråga 10:**
Kan ni komma på någon annan produktkategori som skulle kunna använda liknande data och/eller har liknande möjligheter/utmaningar gällande informationshanteringen?

NCC VDC-spec: Ja det tror jag absolut, egentligen vilken som helst. Processen för informationsmodellen skiljer sig inte så mycket mellan olika byggnadskomponenter, speciellt inte om man ser till sådana inom klimatskalet som fönstren är. Glaspartier och dörrar borde ha mycket gemensamt med fönster. Sen när det handlar om informationen som ligger på ett objekt i modellen, om det är på ett betongelement eller ett fönster spelar ur ett VDC-perspektiv ingen roll.

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se



CHALMERS