



Slutrapport för projekt

Rivningsobjekt - från kostnad till resurs

Projektperiod: Mars 2020 och till februari 2021

Projektnummer: 49775-1

Diarienummer: 2019-021613

Med stöd från

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energimyndigheten**

FORMAS 

Strategiska
innovations-
program

Titel på projektet – svenska
Rivningsobjekt - från kostnad till resurs
Titel på projektet – engelska
Demolition - from construction cost to resource
Universitet/högskola/företag
Codesign Sweden AB
Adress
Sveavägen 56E
Namn på projektledare
Jelena Mijanovic, projektledare och Nadine Aschenbach, bitr. projektledare
Namn på ev övriga projektdeltagare
Peter Ullstad, Codesign Johan Alvfors, Codesign Hanna Bandman, Codesign Louise Wall, NCC Sebastian Lembke, NCC Hans Ingvarsson, NCC Lena Dahlgren, NCC Madeleine Nobs, NCC Annica Bergman, NCC Joakim Andersson, NCC Mikael Kläth, NCC Maud Wallman, NCC Katarina Malaga, RISE Linus Brander, RISE Ida Gabrielsson, RISE Dimitrios Boubitsas, RISE Ghassem Hassanzadeh, RISE Erik Dahlström, Fabege Maria Jansson, Fabege
Nyckelord: 5-7 st
Bygg och riv, Design, Arkitektur, Återbruk, Återanvändning, Cirkulära flöden

Förord

Projektet har samfinansierats av Energimyndigheten och privata aktörer som har bidragit till finansiering genom nedlagd tid/lönekostnader och pilotobjekt för genomförande av praktiska tester.

Följande parter har finansierat projektet genom nedlagd tid/personalkostnader:

- NCC Sverige AB
- Codesign AB
- Faberge AB

Följande parter har finansierat projektet genom pilotobjekt:

- NCC Sverige AB: Hernhutaren, Göteborg
- Faberge AB: Kvarteret Yrket 3, Solna

Referensgrupperna nedan har bidragit med kunskap inom kravställande/godkännande av återbruk:

- Solna kommun, planavdelningen
- Kontrollansvarig, byggnadsinspektör
- Ledande specialist VDC, NCC
- Platschefer NCC

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Summary	6
Inledning och bakgrund	8
Genomförande	16
AP: 1. Administration och projektledning	16
AP: 2. Omvärldsanalys och kartläggning av befintliga processer, testmetoder och system	17
AP: 3. Återhus.....	17
AP: 4. Kommunikation och nätverkande.....	19
AP: 5. Möjligheter i befintligt regelverk vs. potential i förändrat regelverk	19
AP: 6. Objektdata baserat på pilotbyggnad	19
Resultat och diskussion.....	20
Slutsatser, nyttiggörande och nästa steg	32
Publikationslista.....	34
Projektkommunikation.....	34
Referenser	35
Bilagor	37

Sammanfattning



Fotograf Brendan Austin

Ett hållbart samhällsbyggande måste utgå från cirkulära materialflöden. Med den ökande urbaniseringen, år 2050 förväntas enligt FN 68 % av jordens befolkning bo i städer, ökar även behovet av nybyggnation, som idag kräver höga uttag av jungfruligt material och CO₂-utsläpp. Enligt både FNs globala statusrapport samt Naturvårdsverkets rapport "Avfall i Sverige 2018" visar trenden att avfallsmängderna och utsläppen från bygg- och fastighetsbranschen ökar. 'Rivningsobjekt - från kostnad till resurs' ska tillgängliggöra tunga byggnadsdelar, framförallt stomdelar och fasad av betong och stål, för återbruk inom ny- och ombyggnation. Betong och stål är två av de mest resurs- och energiintensiva materialen under produktion och har ofta lång livslängd kvar vid rivning. Om vi kan tillgängliggöra dessa resurser kan vi bidra signifikant till att minska avfallsmängder (mål 70 vikt-%) och utsläpp från bygg- och fastighetsbranschen. Projektet har förenat fyra samverkansparter med olika perspektiv på marknad, byggprojekt, material- och varuflöden samt tjänster. Vi har undersökt och kartlagt det aktuella läget inom lagstiftning på EU-nivå och i Sverige samt de tekniska möjligheterna inom rivning och demontering. Vi har kartlagt behoven som finns hos intressenter inom branschen för att kunna genomföra en branschförändring till en cirkulär ekonomi, som inkluderar storskaligt återbruk av tunga byggnadsdelar. Projektet fokuserade på de delar av återbruksprocessen som avser kvalitetssäkring och utformning av byggnadsdelar samt de tekniska möjligheterna och förutsättningarna för demontering och återbruk i om- och nybyggnation. Detta har vi testat i två mindre piloter.

Projektets resultat:

- Omvärldsanalys, kartläggning och positionering
- En professionsöverskridande systematiserad praktik för återbruk av tunga byggnadsdelar: *Återhus*
- Branschförändring, ny syn på rivningsobjekts potentialer (miljömässiga, tekniska, finansiella, sociokulturella)
- Tester och utredning av lösningar i pilotprojekt: demontering prefabstomme, kvalitetssäkring, tillståndsbedömning, miljöekonomiska kalkyler
- Viktningsmatris med urvalskriterier för bedömning av befintliga byggnadsdelars nybyggnadspotential
- Möjliggörande av uppskalning av system för återbruk

Projektet visar att det är möjligt att återbruka tunga byggnadsdelar utifrån ett tekniskt perspektiv. Utmaningen ligger inom nedan beskrivna områden/ slutsatser, som bör vidareutvecklas i nästa steg.

Vi har under projektets gång kommit fram till följande slutsatser:

1. Standardisering av kvalitet- och kvalitetssäkringssystem för återbrukade byggnadsdelar behöver utvecklas. På lång sikt bör vi verka för att ändringar görs i byggproduktförfordningen och i tekniska produktstandarder, så att CE-märkning blir möjlig även för återbrukade byggnadsdelar och inte bara nyproducerade.

2. Mätning och viktning av rivningsobjekts nybyggnadspotential behöver utvecklas till en systematiserad metod/ matris samt testas i fler olika projekt för validering. Ett utkast av metod för bedömning av återbrukspotential har formulerats, testats och reviderats i projektet.

3. Koordinering och samverkan. Återhus-processen visar på vikten av koordinering och tvärdisciplinär samverkan mellan aktörer längs hela värdekedjan av byggprojekt för att kunna etablera cirkulära flöden och genomföra hållbara projekt.

4. Miljöekonomiska incitament som gynnar återbruk. För att tunga byggnadsdelar ska användas i nybyggnation i så stor omfattning som möjligt krävs ekonomiska incitament som främjar återbruk. Mätning och redovisning av miljövinster/ miljöekonomi är avgörande för att det ska ske.

5. Cirkulär upphandlingsmodell. Utformning av upphandlingskrav (funktionsupphandling) för demontering (ej rivning) och återbruk av tunga byggnadsdelar är ett framtida utvecklingsområde.

6. Metoder och teknik för utveckling på industriell nivå. Nästa utvecklingssteg innefattar metod, teknik och lösningar för logistik, transport, lagning och anpassning av byggnadsdelar som kan skalas upp till en industriell nivå.

7. Möjligheter till riskdelning behöver undersökas vidare t.ex. genom innovationspartnerskap och innovationsupphandling för att kunna testa nya metoder

och tekniker för återbruk av tunga byggnadsdelar. Tydliga modeller för ansvarsfördelning och garantier vid återbruk kräver vidare undersökning.

8. Kommunikation och förankring. För att uppnå återbruk av tunga byggnadsdelar i stor skala behövs ett förändrat konsumtionsbeteende, ett pedagogiskt program för återbruksprojekt, en aktörslista specifik för återbruksprojekt, samt bred förankring och medvetande inom branschen.

9. Digitalisering av data samt gemensam databank och marknadsplats är en nyckel till uppskalning av återbruk till kommersiell industriell nivå. Utveckling av detta sker redan inom fler andra projekt. Dock saknas just tunga byggnadselement som kan komma att bli en “plug-in” del.

Summary

Sustainable societies and cities must be based on circular material flows. According to the UN, increasing urbanization will result in about 68% of the Earth's population living in cities in 2050. Therefore, the need for new construction also increases, which today requires the extraction of large volumes of virgin material and CO₂ emissions. According to both the UN's global status report and the Swedish Environmental Protection Agency's report “Waste in Sweden 2018”, trends show that waste volumes and emissions from the construction and real estate industry are increasing. ‘Demolition - from construction cost to resource’ aims to make heavy building parts, mainly structural elements and facades of concrete and steel, available for reuse in new construction and refurbishment projects. Concrete and steel are two of the most resource- and energy-intensive materials during production and they usually have a long lifespan left when the building is demolished. If we can make these resources available, we can make a significant contribution to reducing waste (target 70% by weight) and emissions from the construction and real estate industry. The project has united four partners with different perspectives on the market, construction projects, material and product flows and services. We have investigated and mapped the current situation in legislation at EU level and in Sweden, as well as the technical possibilities for deconstruction. We have mapped the needs of stakeholders in the industry to enable the transition to a circular economy including the large-scale reuse of heavy building parts.

The project focused on quality assurance and design of building parts as well as the technical possibilities and conditions for dismantling and reuse in new construction and refurbishment, which we have tested in two smaller pilots.

Project results:

- Market research, mapping and positioning
- An interprofessional systematized practice for the reuse of heavy building components: *Återhus*
- A new understanding of the potential of demolition objects (environmental, technical, financial, socio-cultural)

- Tests and development of solutions through pilot cases: deconstruction of prefabricated structure, quality assurance, condition assessment, environmental and economic calculations
- Evaluation matrix with criteria for assessment of existing building components' new construction potential
- Enabling up-scaling of reuse systems

The project confirms that it is possible to reuse heavy building parts from a technical point of view. The challenge lies in the areas/ conclusions described below, which should be further developed in the next step.

During the project, we have reached the following conclusions:

1. Standardization of quality and quality assurance systems for reused building components need to be developed. In the long term, we should work for changes to be made to the Construction Product Regulation (CPR) and to technical product standards, so that CE marking is also possible for reused building parts and not just newly produced ones.
2. Measurement and weighting of demolition objects' new construction potential needs to be developed into a systematized method / matrix and tested in several different projects for validation. A draft method for assessing reuse potential has been formulated, tested and revised in the project.
3. Coordination and collaboration. The *Återhus* process shows the importance of coordination and interdisciplinary collaboration between actors along the entire construction value chain, to enable establishing circular flows and implementation of sustainable projects.
4. Environmental economic incentives that promote reuse. In order for heavy building components to be used in new construction to the greatest extent possible, financial incentives are required that promote re-use. Measurement and reporting of environmental benefits / environmental economics are crucial for this to happen.
5. Circular procurement model. Design of procurement requirements (functional procurement) for deconstruction (not demolition) and reuse of heavy building parts is a future development area.
6. Methods and techniques for development at industrial level. The next development step includes methods, technology and solutions for logistics, transport, repair and adaptation of building parts that can be scaled up to an industrial level.
7. Opportunities for risk sharing need to be investigated further, e.g., through innovation partnerships and innovation procurement to enable testing of new methods and techniques for reusing heavy building components. Conditions for guarantees and responsibilities/ insurances for re-use require further investigation.
8. Communication, awareness and acceptance. To achieve large scale reuse of heavy building parts a change in consumption behaviour is needed throughout the industry and at end user level.

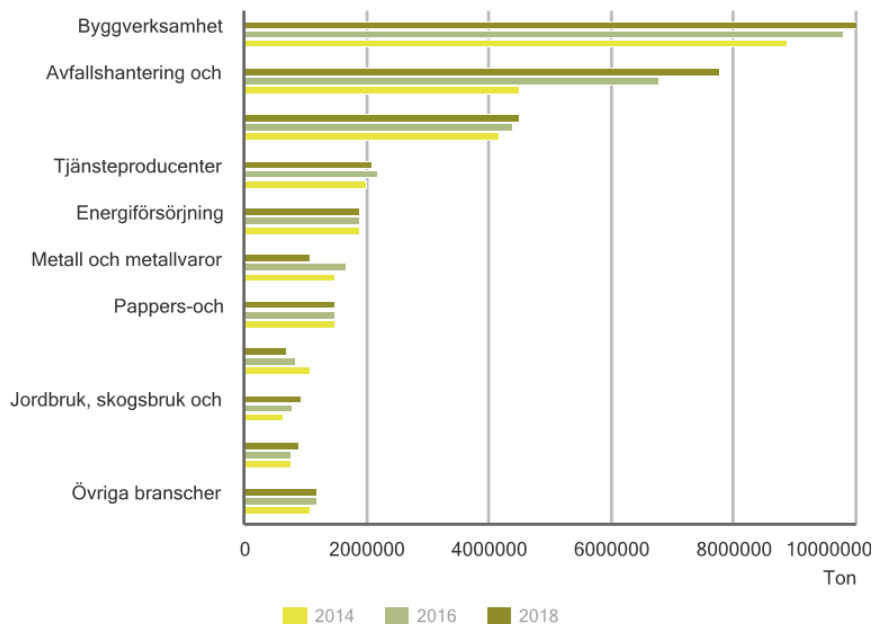
9. Digitalization of data as well as a common database and marketplace are a key to scaling up reuse to a commercial industrial level.

Inledning och bakgrund

Ett hållbart samhällsbyggande måste utgå från cirkulära materialflöden. Med den ökande urbaniseringen (år 2050 förväntas enligt FN ca 70 % av jordens befolkning bo i städer) ökar även behovet av nybyggnation (globalt räknar man med en fördubbling), som idag kräver höga uttag av jungfruligt material och CO₂-utsläpp. Enligt både FNs globala statusrapport samt Naturvårdsverkets rapport "Avfall i Sverige 2018" visar trenden att avfallsmängderna och utsläppen från bygg- och fastighetsbranschen ökar i samband med konjunkturläge i samma takt som den ökade nyproduktionen. Bygg- och rivningsavfall är (bortsett från gruvavfall) den största avfallsströmmen i EU och har identifierats som en prioriterad avfallsström av Europeiska unionen.

Resultattabeller avfall Sverige 2018 Naturvårdsverket

Avfallsmängder i Sverige fördelat på bransch (ton, avrundade värden)

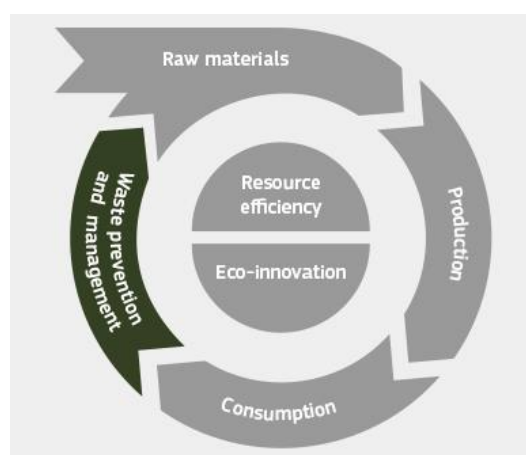


Totalt uppkom 26 procent mer avfall i byggbranschen 2018 jämfört med 2016. Detta speglar ökningen av branschens nettoomsättning, som under samma period ökade med 23 procent enligt statistik om företagens ekonomi som tas fram av statistikmyndigheten SCB. (Naturvårdsverket)

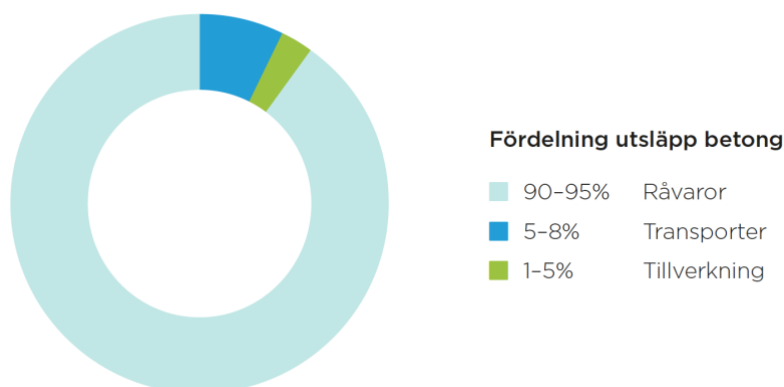
1. 19% av miljöfarliga utsläpp kom från bygg- och fastighetssektorn år 2017 (exkl. import) enl. senaste rapporten från Naturvårdsverket; ca 18 miljoner ton CO₂ ekvivalenter
2. 50-60% av en byggnads klimatpåverkan utgörs av grund och stomme
3. 31% av allt avfall kommer från bygg- och fastighetssektorn

EU:s avfallsdirektiv syftade till att återanvända 70% av bygg- och rivningsavfall till 2020, men den nuvarande nivån i de flesta EU-länder och i Sverige är bara cirka 50%. Dessutom tillämpar för närvarande byggbranschen återvinningsprocesser där majoriteten av återvunnet material/massa är avsedd för återfyllning och andra applikationer med lägre materialvärde. Samtidigt har konsumtionen av råvaror i byggandet tredubblats under de senaste decennierna enligt FN-rapporten.

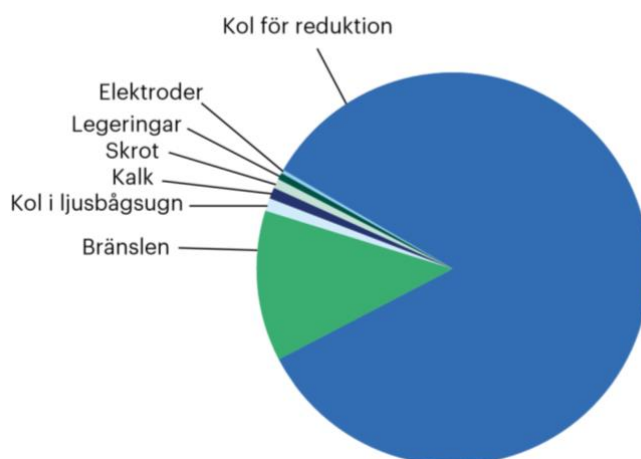
En nyckelfaktor för att stoppa ytterligare ökning av bygg- och rivningsavfall och råvaruförbrukning är genom att följa EUs avfallshierarki, dvs. att rivning undviks och att byggnader uppgraderas genom rekonditionering, samt att de nödvändiga fallen med rivning och nybyggnation görs genom i första hand återbruk, i andra hand återvinning.



Figur 1 och 2. EU avfallshierarki & modell för cirkulär ekonomi

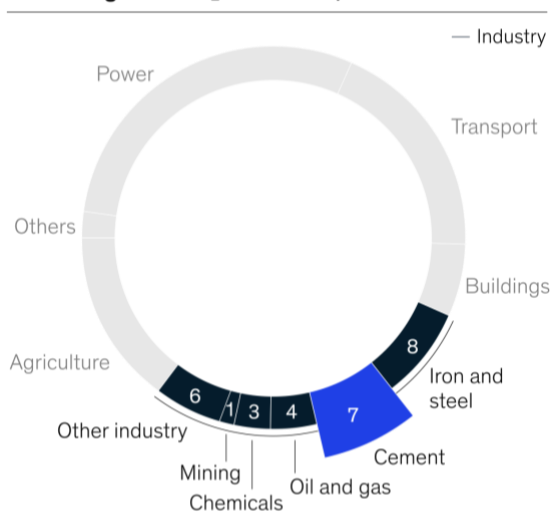


Figur 3. Svensk Betong, Utsläpp produktionsskede

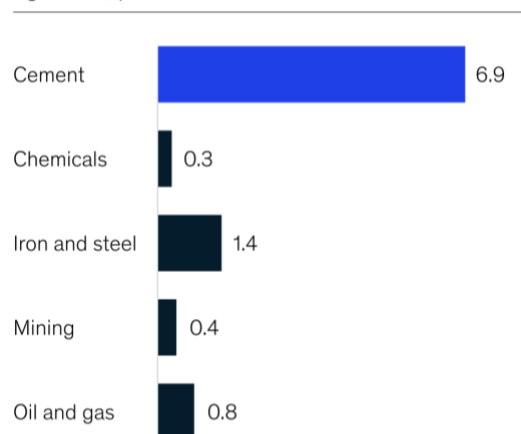


Figur 4. Svensk stålindustris direkta utsläpp av koldioxid per källa (2016). Källa: Klimatfärdplan för en fossilfri och konkurrenskraftig stålindustri i Sverige, Jernkontorets forskning Rapport D869 (2018). Kol för reduktion av järnmalm står för ca 85 % av utsläppen.

Share of global CO₂ emissions, % in 2017



kg of CO₂ per \$



McKinsey
& Company

Figur 5. Cement produktion orsakar en övervägande del av CO₂-utsläpp globalt samt genererar mest emissioner per intäkt.

Betong

I Sverige ligger cementindustrin på andra plats som utsläppare av koldioxid, efter stålindustrin. Vanlig sammansättning för betong är 70-80 %ballast, 14 %cement och 6 % vatten, där cement är det delmaterial som står för mer än 90% av betongens koldioxidutsläpp (ca 8 % av världens koldioxidutsläpp).

Vid cementtillverkning krävs en temperatur på 1450 °C och därmed ett stort energibehov, men två tredjedelar av processens utsläpp kommer från koldioxid kemiskt bunden i mineral i kalkstenen. Mycket arbete görs i branschen för att nå fossilfri betong, men på grund av den senare realiteten går det inte helt att komma ifrån utsläpp vid cementtillverkning, även om all använd energi hade varit fossilfri. Ballastproduktionen bidrar endast med några % till betongens totala koldioxidutsläpp, men står istället för stora uttag av naturresurser från jordskorpan och lösa avlagringar. Av de närmare 100 miljoner ton ballast som produceras årligen i Sverige utgörs drygt 90 % av krossat berg, medan naturgrus står för knappt 10 % (Grus, sand och krossberg 2018, SGU). För 30-40 år sedan dominerades ballast av naturgrus (inkl. sten och sand) från lösa avlagringar, men har sedan 1990-talet minskat kraftigt till dagens nivåer, på grund av restriktioner som införts av myndigheterna med mål att spara den typen av avsättningar. Sand och grus har därför i mycket stor utsträckning ersatts av krossat berg, vilket även om det inte räknas som bristråvara förstås är en naturresurs som innebär ett uttag av material från jordskorpan, och därmed påverkan på människa och miljö.

Stål

De senaste åren har ungefär en tredjedel av det producerade stålet globalt framställts från skrotbaserad järnråvara, resterande är gjord på malmbaserad råvara. I Sverige ligger den skrotbaserade järnråvaran de senaste åren kring 40 procent.

I Sverige återvinns nästan allt stål vid rivning. Stålproduktion av 60% jungfruliga råvaror betyder att nyproduktionen överstiger det som rivs eller på annat sätt når End of Life. Stålproduktion står för 7 procent av världens koldioxidutsläpp och drygt 10 procent av Sveriges. I dagsläget importeras australiensiskt kol till Sverige för att klara stålproduktionen.

Gruvbrytning påverkar miljön och har potentiellt negativa effekter på människors hälsa. Ståltillverkning och återvinning kan också ha denna typ av negativa effekter. För att arbeta i linje med regeringens åtgärder för cirkulär ekonomi som syftar till att uppnå agenda 2030, måste användandet av jungfruliga resurser, i det här fallet järnmalm, minska. Det handlar också om att arbeta i linje med Sveriges klimatmål.

För byggnadsdelar av stål och betong genereras de största utsläppen av växthusgaser vid framställning av råvarorna. Miljö- och klimatpåverkan som skapas genom produktionen av både stål och betong är signifikant. Därav är det extra viktigt att premiera återbruk framför nyproduktion och utveckla fungerande cirkulära material- och varuflöden inom bygg- och fastighetsbranschen.

I Sverige och inom EU har det genomförts innovativa projekt som undersökt möjligheterna med att återbruka både befintliga material, inredning och byggnadsdelar samt förbereda för framtida återbruk. Följande exempel styrker vårt åtagande att facilitera återbruk av tunga byggnadsdelar av stål och betong och visar

på möjligheter. Exempelen visar dessutom på det växande intresset och ambitionen av byggbranschens omställning till cirkulär ekonomi.

Initiativ och projekt inom återbruk och cirkulär ekonomi i Sverige

(Se även bilaga 10)

- *Udden (1996) & Nya Udden (2001), Linköping* (se även bilaga nr. 2 Omvärldsanalys) är två pilotprojekt där man undersökte återbruk av betongstommar, platsgjutna och prefabricerade delar, inom nybyggnation och begränsningarna för återbruksprojekt. Analysen är uppbyggd kring fyra centrala teman: projektorganisationen, de deltagande aktörerna, de ekonomiska frågorna och tekniska problem. I Uddenprojektet var återanvändning begränsad till betongväggar och balkar. Material och produkter från cirka 50 större lägenheter i två byggnader som demonterades användes till att bygga en byggnad som innehåller 22 mindre lägenheter. Nya Udden-projektet, ett studentbostadsprojekt, slutfördes i november 2001. Den nya byggnaden hade 54 nya små lägenheter, men den ursprungliga tanken var att 500 nya lägenheter skulle byggas med betongelement från Norrköping. Eftersom demonteringen visade sig vara dyrare än rivning avslutades avtalet mellan materialleverantören och byggherren. Detta ledde till att de flesta av de nya 500 lägenheterna byggdes med konventionell teknik och användning av material och produkter av jungfruligt ursprung. Andra lärdomar från Uddenprojekten var att projekten inte bar sig ekonomiskt på fri marknad, utan fick täcka de 10-15 % högre kostnaderna med stöd från det offentliga. Dessutom överdimensionerades stomme i viss utsträckning med hjälp av stödsystem av nytt stål, för att säkerställa konstruktionens bärighet.

- *Vasakronans kontor i Sundbyberg*. I samband med att Vasakronan omlokaliserade sitt satellitkontor till Sundbyberg gjordes en hyresgäst Anpassning av den cirka 700 m² stora lokalen. Den är Vasakronans nya arbetsplats men fungerar även som showroom, både för möjligheterna med återbruk och det framtida om- och tillbyggnadsprojektet Kronan. Därmed var en blandning av nytt och befintligt given från början. Både icke bärande byggdelar och inredning har återbrukats inom lokalen och från andra lokaler i fastighetsägarens bestånd.

- *Strängbetong "TempoDeck"*. TempoDeck är ett rationellt koncept för parkeringshus i betong som är demonterbart och kan återanvändas. Källa: Strängbetongs produktbeskrivning.

Initiativ och projekt inom EU och Norden

(Se även bilaga 10)

- *Super Circular Estate project*. UIA Super Circular Estate (SCE)-projekt i Kerkrade syftar till att undersöka potentialen i cirkulär ekonomi i byggande under ett av de mest framåtskridande experimenten kring cirkulär konstruktion i EU. SCE-projektet har testat konstruktionsmetoden som bygger på utvinning av material från befintliga byggnader till nybyggnation. Under de senaste två åren utvidgade SCE-konsortiet gränserna för vad som är genomförbart i cirkulär konstruktion, samtidigt som man

dekonstruerade befintlig 10-våningsplanbyggnad som byggdes på 1960-talet och utvecklade och testade alternativ för framtagande av nya produkter och material.

- *BAMB - Buildings as material banks* (Byggnader som materialbanker)

I projektet BAMB ingick 15 partners från 7 europeiska länder med ett uppdrag - att möjliggöra en systemförändring i byggsektorn genom att skapa cirkulära lösningar. Ökat materialvärde är lika med mindre avfall, och det är vad BAMB skapade – ett nytt sätt att öka värdet på byggnadsmaterial. BAMB möjliggjorde en systemförändring där dynamiskt och flexibelt utformade byggnader kan integreras i en cirkulär ekonomi. Genom design och cirkulära värdekedjor upprätthåller material i byggnader sitt värde och fungerar därmed som materialbanker. Projektet har utvecklat och integrerat verktyg som möjliggör detta: Materialpass och Reversible Building Design. Dessa innehåller nya affärsmodeller, policyförslag och lednings- och beslutsmodeller. Under projektets gång har dessa nya strategier demonstrerats och förfinats med input från 6 piloter. BAMB-projektet startade i september 2015 och fortsatte i 3,5 år som en innovationsåtgärd inom EU-finansierade Horizon 2020-programmet.

- *FutureBuilt, Oslo (Samverkansprojekt)*. FutureBuilts vision är att visa att det är möjligt att utveckla klimatneutrala stadsområden med högkvalitativ arkitektur. FutureBuilt har haft som mål att producera 50 exempelprojekt - både områden och enskilda byggnader - som minskar utsläppen av växthusgaser med 50 procent inom områdena transport, energianvändning och materialanvändning. Exempelprojekten ska vara av hög arkitektonisk kvalitet, bidra till en god stadsmiljö och vara nära kollektiva nav. FutureBuilt syftar till att stimulera innovation och förändring i praktiken och agerar inlärningsarena för utvecklare, arkitekter, konsulter, entreprenörer, kommuner och användare. FutureBuilt har uppnått sitt mål och arbetar idag med 53 projekt fördelade på förskolor och skolor, kontorsbyggnader, kulturbyggnader, bostadsprojekt, sportobjekt, transport och cykelfaciliteter, stadsområden. Exempelprojekten kommer att återspegla byggbranschens bredd av program och projekttyper. Fokus inkluderar nybyggnation och renoveringsobjekt, områden och enskilda byggnader, kommunala och privata byggare. Projektet Kristian August Gate 13 i Oslo ingår i Future Builts projektportfölj. Kristian August Gate 13 är en tillbyggnad och ombyggnad av en kontorsfastighet med en betydlig andel av återbrukade material och byggnadsdelar och är det största projektet av detta slag i Norge idag.

- *RE4 – Att bygga från avfall*. Ett internationellt team av forskare, designers och företag inom återvinning av rivningsmassor, robotteknik och Prefabbetong, utvecklade under 3,5 år, stödda av EUs H2020-program, en innovativ, holistisk RE4-design för Prefabricerade byggnader. Byggnaden består av två våningar och är konstruerad av byggnadselement i betong, som till 50-90% består av återvunnet bygg- och rivningsavfall. RE4-projektet har därför vidareutvecklat ett befintligt skelettsystem med icke-bärande fasadelement (Creagh Concrete) för att maximera användarens flexibilitet och anpassningsbarhet samt konstruktionens hållbarhet och livslängd. Ett av RE4-pilothusen fungerar nu som kontorsbyggnad hos Creagh.

Branschomställning som del av samhällsomställningen till cirkulära produkt- och varuflöden kräver förändringar och innovationer som i sin tur ska ha en positiv påverkan på branschen. Den genererar kompetens- och kunskapshöjning genom inkluderande processer i breda aktörskonstellationer, stärker bolagens attraktivitet hos såväl kvinnor och män såväl som kompetens utanför den tekniska domänen. Detta bidrar till att stärka jämställdhet, mångfald och kompetens även utanför den tekniska domänen, bolagens konkurrenskraft och innovations- och omställningsförmåga. Denna omställning berör en stor bredd av aktörer längs hela byggprojektprocessens värdekedja.

De mest centrala och konkreta behoven som projektet berör framförallt vad gäller användare, kravställare, kunder och marknader har identifierats inom i en fördjupad behovsanalys och workshopserie med en representativ och varierad deltagargrupp (Bilaga nr. 9, Behovs- och marknadsanalys).

Relevanta behov:

- Optimering av design- och byggprojektprocessen för inkludering av återbruk (inkl. utveckling av återbrukslogistikens olika delmoment)
- Utveckling av cirkulära ekonomiska modeller
- Utveckling och standardisering av inventeringsmetoder vid demontering
- Framtagning av effektiva testmetoder för återbruksmaterial och byggnadsdelar
- Framtagning av certifiering och kvalitetssäkring för återbruk
- Utveckling av PBL/ regelverk
- Design och anpassning av byggnadsdelar för återbruk
- Digitalisering av data samt gemensam databank och marknadsplats
- Tydliga modeller för ansvarsfördelning och garantier vid återbruk
- Utformning av upphandlingskrav (funktionsupphandling) för demontering (ej rivning) och återbruk. Cirkulär upphandlingsmodell.
- Genomförande av pilotprojekt för testning av delmoment av återbruksprocessen
- Standardiserade metoder för mätning av miljöpåverkan som inkluderar hela livscykeln av produkt/byggnadsdel.
- Förändrat konsumtionsbeteende. Förmedling av värde av återbruk av tunga byggnadsdelar till användare/slutkund och kravställare och byggherre.

Samhällsnytta genereras i form av uppfyllelse av hållbarhetsmål från global till nationell och verksamhetsnivå.

Globala mål i Agenda 2030:

12. Hållbar konsumtion och produktion med särskild förankring i följande delmål:

12.2 Hållbar förvaltning och användning av naturresurser. Genom ökat återbruk minskas användning av jungfruliga material samt energi under nyproduktion.

12.5 Till 2030 väsentligt minska mängden avfall genom åtgärder för att förebygga, minska, återanvända och återvinna avfall. "Återhus - att bygga hus av hus" fokuserar på att drastiskt minska byggavfall och förbrukning av jungfruliga resurser genom återbruk samt bidrar till att skapa ekonomiska incitament för återbruk inom byggbranschen.

12.6 Uppmuntra företag, särskilt stora och multinationella företag, att införa hållbara metoder och att integrera hållbarhetsinformation i sin rapporteringscykel. Projektpart NCC är en av Sveriges största byggtreprenörer som satsar på att vara framstående inom hållbarhetsfrågor och styrka hållbara, cirkulära processer inom branschen bl.a. genom Klimatresan.

12.7 Främja hållbara offentliga upphandlingsmetoder, i enlighet med nationell politik och nationella prioriteringar.

Nationella mål:

2020: Minskning av avfall från bygg- och fastighetssektorn med 70 vikt%

2050: Ett koldioxidneutralt Sverige

Branschmål:

Färdplan 2045 för fossilfri konkurrenskraft

Fastighetsägarnas egna färdplaner med högt satta klimat- och miljömål

Ökad konkurrenskraft

Både kunskap och information om återbruksmaterial, produkter och byggnadsdelar samt ny teknik inom inventering, demontering och återbruk kommer att vara högst intressant från ett europeiskt perspektiv, där byggsektorn (liksom i Sverige) producerar signifikanta mängder avfall och utsläpp.

Etablerade kvalitetssäkringsmetoder och garantisystem samt beprövade affärsmodeller för återbruk av konstruktiva tunga byggnadsdelar saknas i dagsläget nationellt och internationellt. Det har identifierats som avgörande för att fastighetsägare och entreprenörer ska vilja/ våga arbeta med återbrukade byggnadselement. Framtagande av metoder som kvalitetssäkrar inventering, tillståndsbedömning, demontering, rekonditionering samt återbruk i nybyggnation kommer att öka svenska bolags konkurrenskraft inom återbruk av tunga byggnadsdelar inom alla skeden av återbrukskedjan: konsulter, entreprenörer, tillverknings-/förädlingsindustrin.

”Rivningsobjekt - från kostnad till resurs” ska bidra till omställning inom bygg- och fastighetsbranschen till cirkulära material- och varuflöden i en cirkulär ekonomi. För att möjliggöra etablering av återbruk av tunga byggnadsdelar har vi identifierat de viktigaste lösningshypoteserna som baseras på tidigare identifierade behov. Inom ramarna av RE:Source-finansieringen har huvudfokus legat på framtagning av metod för tillståndsbedömning och kvalitetssäkring av byggnadsdelar och genomförande/processer. Kvalitetssäkring som förutsättning för garantier och förtydligande av ansvarsroller har identifierats som en nyckelfråga för byggherrar/fastighetsutvecklare och entreprenörer för att kunna inkludera återbruk i projekt.

A) Kvalitetssäkring och märkning av återbruksmaterial

- Formulering av bedömningskriterier för kvalitetsmärkning.
- Framtagande av klassificeringssystem, kvalitet (t.ex. motsvarar ”nyskick” etc., avser teknisk prestanda: brand, akustik, bärighet) baserat på utkast av viktningsskemat
- Val och validering av metoder för tillståndsbedömning och materialtester i praktiken

- Definition Återhus
- B) Förslag på metoder och processer för mätning, kvalitetssäkring, beräkning och klassificering av material för att få jämförbara resultat. Förbereda för standardisering.
- C) Tolkning av regelverk. Identifiering av vad som saknas i bef. regelverk och lagstiftning. (Boverket)
- D) Garantier och ansvarsroller. Ett förtydligande i ansvar för garantier (kvalitetssäkring) för återbruksmaterial, nya eller tydligare ägande-/avtalsformer.
- E) Samverkan i system – cirkulära materialflöden och ekonomi för återbruk av stommar och tunga byggnadsdelar av framför allt betong och stål uppnås genom att alla delar av en optimerad byggprojektprocess faller på plats/aktiveras. Samverkan och kompetensutveckling mellan projekt och aktörer är avgörande för att lyckas med detta, liksom acceptans och stöd för industrins värdeskapande verksamhet och den omställning den står inför. En förutsättning är att branschen gemensamt bearbetar flaskhalsar för omställning och fördelar risker längs värdekedjan.

Genomförande

Projektet har utförts i samverkan mellan Codesign Sweden AB, NCC Sverige AB, Fabege och RISE. Mer specifik beskrivning av deltagare och deras roller inom projektet beskrivs i arbetspaketen (AP1-6) nedan.

AP: 1. Administration och projektledning

Projektet har organiserats i tre huvudgrupper:

- **Arbetsgrupp** som utför arbetet med täta avstämningsmöten, minst en gång i veckan. Förutom gemensamma arbetsmöten och workshops så har arbetsgruppen arbetat utifrån "stafett-metoden", dvs arbetsdokument och utkast har roterat i gruppen så att alla parter har haft möjlighet att ändra, kommentera och lägga till utifrån sin specifika expertis. I det fall arbetsgruppen inte har innehaft expertkunskapen så har man tagit in denna i sitt stafettsteg. I arbetsgruppen ingår:

- Louise Wall, hållbarhetsspecialist, NCC
- Linus Brander, senior forskare materialdesign, RISE
- Nadine Aschenbach, arkitekt och projektledare, Codesign
- Jelena Mijanovic, arkitekt och projektledare, Codesign
- Dimitrios Boubitsas, materialspecialist, forskare, RISE

- **Styrgrupp** som består av personer med ledningsfunktioner inom respektive samverkansparts företag och organisation. Styrgruppen träffas en gång i månaden. Mot styrgruppen stämmer arbetsgruppen av projektutveckling och rådfrågar i viktiga beslut. I styrgruppen ingår:

- Katarina Malaga, forskning- och affärsutvecklare, RISE
- Madeleine Nobs, (tidigare hållbarhetschef Building), NCC
- Louise Wall, hållbarhetsspecialist, NCC
- Peter Ullstad, ägare, Codesign
- Nadine Aschenbach, arkitekt och projektledare, Codesign
- Jelena Mijanovic, arkitekt och projektledare, Codesign

- Erik Dahlström, chef nybyggnation, Fabège
- Sebastian Lembke, projektchef affär, NCC

- **Referensgrupper, externa och interna**, som har haft som syfte att undersöka/samla in data kring olika aspekter av projektet, fördjupa vår omvärldsanalys och informera/ dela kunskap.

- Solna kommun, planavdelningen
- Kontrollansvarig, byggnadsinspektör
- VDC ansvarig på NCC
- Platschefer NCC

Varje samverkanspart har haft eget ansvar för sin del av budgeten.

Codesign har sammanställt en jämställdhetsplan. (Bilaga 1)

Samverkan med Fabège inleddes den 29 juni 2020. Samverkan innefattade att vi (projektet/projektgruppen) har fått tillgång till fastigheten kv. Yrket 3 för provtagning och testning av både kvalitetssäkringsmetod samt kvalitet och återbrukspotential av prefabricerad betongstomme.

AP: 2. Omvärldsanalys och kartläggning av befintliga processer, testmetoder och system

Arbetspaketet leddes av Ida Gabrielsson, med stöd från Linus Brander (båda RISE). Omvärldsanalysen gjordes med fokus på återanvändning av tunga byggprodukter och konstruktionsdelar, och då framförallt stomme av betong eller stål, och de specifika utmaningar man ställs inför då. För effektiv återanvändning av byggnadsdelar från ett hus som ska rivas, måste det stå klart vilka regler och rekommendationer som gäller samt hur ansvarsfördelning och roller ser ut. Dessutom måste det göras en adekvat kvalitetsbedömning av rivningsobjektet och de ingående byggdelen, så att en plan för vad som kan återanvändas och hur detta ska göras kan tas fram. I en sådan plan ingår inte bara teknisk prestanda och status på byggnadsdelarna, utan även hur dessa bör demonteras och hanteras, vilket måste göras på ett säkert sätt som inte äventyrar arbetsmiljö, och dessutom varsamt så att inte byggnadsdelens funktion och prestanda äventyras.

Fokus i omvärldsanalysen har därför varit

- Regelverk och riktlinjer
- Kartläggning av processer och testmetoder för teknisk prestanda/status samt hälso- och säkerhetsaspekter för material för återbruk
- Sammanställning av mjukvara som skulle kunna användas för datahantering, klassificeringssystem för material och byggnadsdelar för återbruk, samt befintliga rivningsmetoder och sorteringssystem.

Omvärldsanalysen har framförallt genomförts genom litteraturstudie, men vissa delar har även kompletterats med intervjuer (tex mjukvara för datahantering och demonteringsmetoder). Omvärldsanalysen finns bifogad som Bilaga 2.

AP: 3. Återhus

Arbetspaketet leddes och samordnades av Jelena Mijanovic och Nadine Aschenbach i roll och med kompetens som arkitekter och involverade samtliga deltagare i

projektgruppen samt stöd av specialistkompetens inom konstruktion, projektledning, affärsutveckling och LCA:

Louise Wall – hållbarhetsspecialist

Lena Dahlgren – LCA specialist

Hans Ingvarsson – Specialist inom konstruktion och affärsutveckling

Erik Dahlström – Specialist / chef nybyggnation, fastighetsutveckling

Maria Jansson – specialist projektledning nybyggnation

Linus Brander – specialist materialvetenskap

Dimitrios Boubitsas – specialist materialprovning

Bygglovschef, Solna kommun

Byggnadsinspektör, Solna kommun

Henrik Billing – Projektledare, kontrollansvarig, besiktningsman

Göran Grunert – Byggnadsingenjör, konstruktör

Håkan Blomqvist - Besiktningsman

Vårt huvudfokus i detta skede låg på att skapa de tekniska och lagenliga förutsättningarna för att kunna återbruka befintliga byggnadsdelar samt identifiera de arbetsmomenten som kvalitetssäkrar både resurser/produkter och hela byggnader. Vi har utgått ifrån byggprocessen som idag praktiseras branschövergripande vid uppförande av byggnadsverk. Vi har kompletterat processbeskrivningen med de arbetsmomenten och leveranser som krävs för att integrera återbruk.

Vi har gemensamt tagit fram ett förslag på en integrerad process/metod för demontering samt ny- och ombyggnationsprojekt som visar arbetsmoment för återbruk i samtliga faser av projekt – Återhus. (Bilaga 3, illustration 1)
 Återhus innefattar även verktyg för urval och värdering av byggnadsdelar i demonteringsobjekt (bef. byggnader) för återbruk, viktningsmatrisen (Bilaga 3, illustration 3).

Två mindre pilotprojekt som representerar delmoment av återbruksprocessen (inventering, viktning, provtagning och förberedelse för demontering i kv. Yrket 3, inventering och provtagning i kv. Hernhutaren) har varit till grund för utveckling av metod och verktyg, vilket speglas i denna rapport i den större detaljeringsgraden av processbeskrivningen i de tidiga skeden av byggprojektprocessen.

Processbeskrivning och verktyg har tagits fram i gemensamma, digitala arbetsmöten. Resultaten från mötena har översatts till diagram och processbeskrivning av både Codesign (byggprojektbeskrivning & viktningsmatris) och RISE (viktningsmatris), som sedan har gått i remiss till hela projektgruppen i två omgångar.

Dialogmöten har förts med byggnadsinspektörer, och bygglovschef på Solna kommun och med kontrollansvarig och byggnadsinspektör (Henrik Billing, Göran Grunert, Håkan Blomqvist) med fokus på kvalitetssäkringsprocessen och krav på kontroller/kontrollplan inför bygglov och slutbesked efter genomfört projekt. Syftet med mötena var att kunna justera och komplettera kvalitetssäkring av byggnadsdelar i enlighet med kommunens krav.

Det har gjorts en kartläggning av pågående projekt och aktörer inom återbruk kopplat till byggprojektprocessen (Bilaga 10). Sammanställningen av aktörer och projekt gav en bättre förståelse av kompetenskrav och kunskapsläge samt visade på trender och möjliga samverkansparter för att etablera återbruk av tunga byggnadsdelar i större skala i framtiden.

AP: 4. Kommunikation och nätverkande

Arbetsgruppen har haft som mål att skapa en gemensam kommunikationsstrategi för projektet med stöd av Annica Bergman, kommunikatör på NCC. Kommunikation har varit en stående punkt på de månatliga statusmötena med styrgruppen. Utöver dessa har vi haft arbetsmöten då arbetsgruppen har skapat ett gemensamt dokument där följande punkter beskrivs:

1. Inledning
2. Syfte med kommunikationen
3. Mål med kommunikationen
4. Målgrupper
5. Budskap
6. Kommunikationskanaler
7. Aktiviteter

Se Bilaga 4.

AP: 5. Möjligheter i befintligt regelverk vs. potential i förändrat regelverk

Vi har haft dialog och rundabordssamtal med Fabège, Solna kommun, Byggnadsinspektörer samt med Boverket. Lagstiftning gör inte återbruk omöjligt. Men det saknas premiering av återbruk. Ekonomiska incitament genom politik och lagstiftning saknas för att få till ekonomi. Tydlighet och förankring i regelverk när det gäller kvalitetssäkring saknas.

AP: 6. Objektdata baserat på pilotbyggnad

I detta arbetspaket undersöktes två pilotrivningsobjekt utifrån olika aspekter som är viktiga vid ett potentiellt återbruk, med störst fokus på teknisk kvalitet och skick, men till viss del även demonterbarhet och hanterbarhet. Syftet med piloterna var att utveckla en metodik för hur kvalitetsbedömning för återbruk bör utföras. Metodiken tar sitt avstamp i två befintliga koncept som vanligtvis utförs av konsulter: *tillståndsbedömning av en befintlig byggnads skick*, samt *inventering i samband med rivning*. Resultat och lärdomar från pilotobjekten har använts till att utveckla den initiala metodiken till en fullfjädrad metodik för återbruk.

Som pilotrivningsobjekt valdes två olika byggnader: Kv. Herrnhutaren i Göteborg (NCC) och Kv. Yrket i Solna (Fabège). De två rivningsobjekten kompletterar varandra med avseende på ålder, typologi, användning, byggnadsteknik och materialval. Kv. Herrnhutaren är från 1800-talet och är platsbyggd, med stålstomme och bärande tegelväggar, men med väldigt lite betong. Byggnaden är ombyggd och tillbygg i flera omgångar. Användningen har varit främst affärs- och restauranglokaler, samt kontor och vindslager. Som kontrast är Kv. Yrket från 1980,

till största delen byggd med Prefabelement i betong och har använts till kontor och lagerlokal.

I båda fallen gjordes först en inledande inventering och kartläggning av befintlig byggnad och dess delar, genom såväl genomgång av befintlig dokumentation som platsbesök. Därefter bedömdes utvalda byggnadsdelar okulärt med fokus på synliga skador och andra avvikelser, samt kontrollerades med icke-förstörande provning. Slutligen genomfördes provtagning och provning med avseende på olika tekniska egenskaper.

Utförda aktiviteter, resultat och slutsatser från de båda pilotobjekten, samt presentation av den testade och reviderad metodiken för kvalitetsbedömning för återbruk, finns bifogad rapporten som Bilaga 7.

Resultat och diskussion

Omvärldsanalys

Omvärldsanalysen kan läsas i sin helhet i Bilaga 2. I följande kapitel presenteras de viktigaste resultaten ur perspektivet återbruk av tunga byggnadsdelar.

Regelverk och riktlinjer

De regelverk man måste förhålla sig till vid återbruk av byggnadsdelar är EUs avfallsdirektiv och den svenska Miljöbalken, samt produktlagstiftning i form av EUs byggproduktförordning (CPR) och kemikalielag (REACH), samt den svenska plan- och bygglagen (PBL) och Boverkets byggregler (BBR).

Enligt PBL (2010:900) krävs rivningslov för byggnader inom detaljplanerat område och att byggherren har en kontrollplan, som inkluderar materialinventering och hur eventuella farliga ämnen/material ska omhändertas och vad som ska hända med icke-farliga material. Så sent som i augusti 2020 skärptes PBL med syftet att främja återanvändning och högkvalitativ materialåtervinning. Bland annat ska byggherren vid tekniska samråd redovisa hur identifiering av avfall och återanvändbara byggprodukter gjorts, och i kontrollplanen ska redovisas vilka byggprodukter som ska återanvändas och hur detta ska göras, samt vilka avfall som åtgärden kan ge upphov till och hur dessa ska tas om hand (tex materialåtervinnas).

Tills ägaren av ett rivningsobjekt har visat att återanvändning av en viss byggnadsdel är möjlig, dvs att den kan användas i en tillämpning där den har nödvändig teknisk prestanda, ekonomiskt värde och inte riskerar skada människa och miljö, så räknas den som ett avfall. För att byggnadsdelen ska upphöra vara avfall (eller inte hamna där) krävs någon form av dialog och godkännande från kommunens tillsynsmyndighet, i regel Miljöförvaltningen. Hur denna dialog och godkännande ser ut varierar från kommun till kommun, men sannolikt vill man få in underlag för att kunna bedöma att kraven i Avfallsförordningen uppfylls, tex vad gäller att det finns ett tekniskt och kommersiellt värde och att det inte finns några ämnen som potentiellt kan vara skadliga för människa och miljö.

När byggnadsdelen upphör vara avfall och istället blir en byggprodukt, så faller den istället under produktlagstiftning, dvs CPR och REACH. Den förra säger att en byggprodukt för vilken det finns en harmoniserad standard, ska förses med prestandadeklaration och CE-märkas. Vitsen med CE-märkning är att tillverkaren har angett prestanda efter en standardiserad mall och dessutom skrivit under på att de har ett kvalitetssystem och egenkontrollplan som garanterar att varje given producerad enhet håller den prestandan. CE-märkningen ger dock ingen garanti att produkten alltid är lämplig i alla upptänkliga tillämpningar; det måste byggherren avgöra. En produktstandard anger inte bara vilken prestanda som ska tas fram och hur detta ska göras, utan beskriver också hur egenkontrollen av tillverkningen ska göras. Om standarden är skriven med endast perspektivet *nyproduktion* och kvalitetsmanual med fabrikskontroll därmed inte passar för redan existerande byggdelar, så faller återbrukad byggnadsdel utanför den tekniska standarden och varken kan eller får därmed CE-märkas.

För tunga Prefab-element av betong och stål saknas beskrivning av återbruk i produktstandarderna, varför dessa alltså inte ska/får CE-märkas. Detta hindrar dock inte att byggprodukter återbrukas, men det faller då på byggherren att själv tillse att erforderlig prestanda tas fram för byggdelen, så att den kan projekteras in i den nya byggnaden på ett säkert sätt som följer BBR och PBL. BBR säger annars inget specifikt om återanvändning av strukturer eller konstruktionsdelar. Däremot finns regler för utformning av utrymmen som helhet i byggnader och det finns krav på exempelvis tillgänglighet, brandsäkerhet, ventilation, värmeisolering och ljudisolering. Även här gäller att återanvändning av strukturer och konstruktionsdelar är tillåten, så länge samma krav som för nytillverkade delar uppfylls.

Som sammanfattning kan sägas att oavsett om en produkt är CE-märkt eller inte, så är det alltid byggherren som avgör om produkten är lämplig i den tänkta användningen (EKS, *Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder*). När CE-märkning saknas (för tex återbrukade produkter) finns råd i Boverkets föreskrifter om hur byggherren själv tar fram prestanda, för att kunna bedöma byggprodukten lämplighet för den specifika användningen. Ett sätt är att låta ett ackrediterat laboratorium prova produkten, tex genom att utgå från den relevanta harmoniserade standarden och bestämma prestandan efter denna (utan att produkten blir CE-märkt).

Testmetoder för återanvändning

Det finns en mängd tester, provningar och mätningar som man kan göra på återbrukade material. Det viktigaste är dock att det alltid är byggherren som beslutar om en byggnadsdel kan installeras i en byggnad på ett säkert sätt som uppfyller ställda krav, oavsett om produkten är nytillverkad och CE-märkt eller återanvänd och omärkt. I det senare fallet måste byggherren själv tillse att prestandan testas på ett tillräckligt antal byggnadsdelar, i regel genom att testa de egenskaper som krävs för en nytillverkad motsvarande produkt enligt metoder som anges i produktstandard. Tumregeln för provning av prestanda på byggnadsdelar för återbruk är dock att minska behovet av förstörande provning, genom att lägga stort fokus på förarbetet! Utifrån granskning av befintlig dokumentation (ritningar, material- och

produktspecifikationer, rivningsinventering, byggnadens historia, osv) och kartläggning på plats med okulär bedömning av skick samt användning av icke-förstörande provning, kan en kvalificerad tillståndsbedömare rekommendera vilka delar som lämpar sig för återbruk, hur dessa bör provas i laboratorium, samt hur många av de befintliga byggnadsdelarna som måste provas, för att säkerställa att eventuell spridning i kvalitet upptäcks. I regel måste en sådan process göras i två steg, ett före och ett efter demontering. Det första steget talar om *potentialen för återbruk*, dvs vilka delar som är lämpliga ur några olika perspektiv:

- Befintlig teknisk kvalitet. Är byggnadsdelarna visuellt utan sprickor, avflagningar, utfällningar, missfärgningar och andra skador? Är de viktigaste materialegenskaperna tillräckliga i relation till dagens kravnivåer och är variationen i dessa inte för stor? Vilka egenskaper som måste testas kommer skilja sig från fall till fall, beroende på byggnadstypologi, byggnadsdelens utformning, material (stål, betong, annat?), ålder, exponeringsmiljö, osv.
- Tidigare användning och laster. Det är viktigt att känna till vad byggnaden tidigare huserat för verksamheter; i garage-, verkstad och industrimiljö är risken förstås mycket större att byggnadsdelar har kontaminerats med farliga ämnen, tex olika oljor eller klorerade kolväten, jämfört med om användningen varit bostäder eller kontor. För projektering av återbrukad stomdel in i ny byggnad krävs i många fall sannolikt en uppskattning eller beräkning av eventuell utmattning, vilket beror på last byggnadsdelen varit dimensionerad för och last den faktiskt varit utsatt för.
- Exponeringsmiljö hänger delvis samman med föregående punkt, men handlar också om var i byggnaden byggnadsdelen suttit. En stomme är ju i regel skyddad mot väder och vind och är därmed inte lika utsatt för sådan "åldring", medan delar i klimatskal och marknära sannolikt har degraderat substantiellt i teknisk kvalitet, på grund av tex temperatur- och fuktväxlingar och avisningssalter.
- Demonstrerbarhet och hanterbarhet. Demontering av byggnadsdelar måste göras på ett sätt som säkerställer att den inte skadas, samt att arbetsmiljö och säkerhet för utförarna inte äventyras. Stomdelar i stål och betong är mycket tunga, och i regel inte designade för demontering och skonsamma lyft, varför specifika lösningar måste tas fram i varje givet fall. Stålprofiler kan kapas med plasmaskärare och lyftas bort när ovanliggande last tagits bort. Betongelement kan sågas med diamanstklinga, vilket är dyrare men i regel skonsammare mot elementet än att knäckas. I betongfallet måste i regel någon typ av lyftanordning eller förankring infogas för att säkerställa lyftet.

I det andra steget följs de demonterade och uttagna byggdelarna upp med ett mindre undersöknings- och provningsprogram; innehåll och tillvägagångssätt i detta bör föreslås och beskrivas redan i det första stegets delrapport. I steg två besiktigas delarna okulärt (med blotta ögat) i syfte att identifiera och dokumentera eventuella skador som uppkommit vid demontering, hantering eller transport, eller sådana som inte syntes när delen fortfarande var del av byggnad. Dessutom undersöks och/eller verifieras teknisk prestanda med icke-förstörande och förstörande provning. För den senare typen kan det röra sig om allt ifrån uttag av mindre provkroppar till test av

hela byggelement. Ett konkret exempel är betongelement, där mindre provuttag behövs för att få bättre bild av armeringens dimensioner, täthet och utförande eller mäta betongens tryckhållfasthet, men även hela elementet kan utsättas för böjprovning i syfte att ta fram nödvändiga egenskaper, eller verifiera beräknade sådana, som krävs för projekteringen av den nya byggnaden.



Mjukvara för datahantering

I dagsläget finns inget system för katalogisering eller gemensamt system för hantering av byggnadsinformation. Stora branscher jobbar på olika sätt och tar fram sina egna system. Ofta nämns BIM (*Bygginformationsmodellering*) och liknande verktyg som lämpliga att använda i dessa sammanhang; BIM innebär att en 3D-modell av byggprocessen skapas för projektering och visualisering, där all typ av information om byggnaden samlas. BIM skulle kunna användas för att se hela byggnadens livscykel och samla data av stor vikt inför återbruk, då det i tidigt skede är tydligt vilken typ av element som finns i en byggnad och vilka egenskaper de har. Återbruk skulle sannolikt bli substantiellt mer ekonomiskt hållbart med välfungerande system för dokumentation, då bristande dokumentation i regel leder till större osäkerheter och därmed mer omfattande provnings-/testprogram (såväl i tid som pengar). Idag används tyvärr inte BIM fullt ut i den utsträckning det finns potential för, vilket innebär att frukterna av ett välfungerande dokumentations- och informationssystem inte ens kommer kunna skördas inom de 50 närmsta åren.

Rivningsmetoder

Inom detaljplanerat område kräver PBL rivningslov för att få riva en byggnad (med undantag om bygglov inte behövdes för att uppföra den ursprungliga byggnaden). Rivningslovansökan ställs till kommunens Byggnadsnämnd. Vid rivningslov görs en rivningsinventering och denna utmynnar bland annat i en rivningsplan eller avfallshaneringsplan, där det beskrivs hur omhändertagande av farliga ämnen ska göras och hur icke-farliga material avses hanteras, med fokus på återanvändning och återvinning. Det finns olika metoder för rivning, allt från varsam demontering till rivning genom kollaps. Valet bygger bakåt i tiden på markförhållande, omgivande byggnader, strukturen på byggnaden som ska rivas och arbetsmiljöaspekter så som

buller och damm, men med dagens ökade fokus på återanvändning kommer behovet av varsam rivning och demontering öka. För demontering för återbruk:

- Projektering med speciellt avsatt tid och budget för återbruk måste in i ett tidigt stadium i projektet.
- Monteringen har sannolikt gjorts i en väldigt specifik och välplanerad ordning; demontering måste ske enligt samma välplanerade men omvända ordning.
- Planering för vilka element som ska tas ner och hur demonteringen ska genomföras, med avseende på demonteringsteknik, säkerhet och arbetsmiljö, samt att den tekniska prestandan och kvaliteten bibehålls.
- Hur demonterade element ska märkas för att komma till rätt projekt eller lagervärdas i väntan på projekt, samt för att kunna följas upp med avseende på teknisk kvalitet efter demontering.
- Projektera för logistik och eventuell lagring.
- Metod för bedömning av återbrukspotential.

Rapporten från pilotrivningsobjekten och metod för tillståndsbedömning för återbrukspotential kan läsas i sin helhet i Bilaga 7. I följande kapitel presenteras de viktigaste resultaten.

För att bedöma återbrukspotential i ett rivningsobjekt så måste en strukturerad genomgång och analys av detta göras, av aktör med kompetens inom konstruktion, material och demonteringsteknik. Målet är att identifiera byggdelen och material med potential för återbruk, samt föreslå på vilket sätt dessa kan bedömas med avseende på teknisk prestanda, demonterbarhet, hanterbarhet och möjligheter för återbruk i ny byggnad. För de delar där återbruk av olika anledningar bedöms realistiskt, ska alternativa vägar rekommenderas, såsom material- och/eller energiåtervinning. Baserat på den metod för bedömning av återbrukspotential som förelåg vid projektets början (hypotes), så har under projektets gång, baserat på slutsatser från arbetet med de två rivningspiloterna men också på dialog inom projektgruppen, följande reviderade och generella metod för tillståndsbedömning tagits fram:

1. Inventering/kartläggning. Baserat på befintlig dokumentation, tex ritningar, material- och byggproduktspecifikationer och rapporter om tex farliga material, görs en inventering och kartläggning med fokus på material och konstruktionsdelar. En preliminär mätning av konstruktionsdelar görs; denna och det som framkommit i övrigt från dokumentation verifieras i Steg 2. Tumregel! Saknas dokumentation och spårbarhet, så kommer de följande stegen bli mer omfattande, dyra och behäftade med större osäkerheter.
2. Okulär besiktning och icke-förstörande provningar. Platsbesök där byggnadsdelar och material besiktas med fokus på tekniskt skick och demonterbarhet. Besiktningen görs okulärt (med blotta ögat), eventuellt kompletterat med icke-förstörande provning eller provning med mindre åverkan (tex mindre borrhål i betong för att mäta karbonatiseringsdjup). Syftet är att notera och dokumentera eventuella skador och variationer i kvalitet, som underlag för Steg 3.

3. Beslut om fortsatta åtgärder. Avstämning med uppdragsgivare om vad som behövs vad gäller provuttag och analyser, för att komplettera Steg 1 och 2 och ta fram underlag som krävs för bedömning av potential för återbruk.
4. Förstörande provning. Uttag och analys av provkroppar enligt överenskommelse i Steg 3, med syfte att ta fram materialdata och –kvalitet och hur homogen eller heterogen den är för viss typ av byggnadsdel.
5. Rapport med analyser och rekommendationer för återbruk. För vilka byggnadsdelar finns återbrukspotential och vilka är mindre lämpliga, och hur kan de senare i så fall återvinnas? Hur bör byggnadsdelar för återbruk demonteras och hur kan kvalitetsaspekter slutligt bedömas och redovisas innan de byggs in i ny byggnad?
6. Kontroll efter demontering och verifiering av prestanda. Applicering av Steg 2 tom 4 på demonterade byggnadsdelar som är redo att återbrukas, i syfte att upptäcka eventuella skador uppkomna vid demontering och hantering, samt verifiera kvalitetsbedömningar gjorda med analyser, antaganden och beräkningar när dessa fortfarande satt kvar i rivningsobjektet.

Optimalt appliceras denna metod efter lätttrivningen, då farliga ämnen redan identifierats och sanerats, samt inventarier, ledningar och ytskikt har plockats ut. Det blir då lättare att komma åt och inspektera skick på stommen och andra blottlagda delar av huskroppen.

Det är också viktigt att förstå att det som tas fram i Steg 1 tom 5 är just *potential* för återbruk, och inte en garanti för att de uttagna byggnadsdelarna kan återbrukas för ett visst projekt. En sådan kontroll och tester är inte möjliga förrän i Steg 6. Det är viktigt att byggherren för den byggnad där de återbrukade byggnadsdelarna ska ingå, deltar i Steg 6 och är införstådd med provningsplanen (eftersom tunga stomdelar av stål och betong inte går att CE-märka och det åligger byggherren att ta fram rätt underlag och prestanda för dessa).

Utredning för demontering specifik för prefabricerad betongstomme

Utredning har gjorts specifikt för demontering och återbruk av prefabricerat betongstomme i pilotprojektet Yrket 3. I rapporten beskrivs hur demonteringsprocessen för ett prefabricerat pelare, balkar och håldäcksbjälklag (HDF) kan utföras samt risker.

Risk för förekomst av kaseinspackel (som pågjutning på håldäcksbjälklag) lyfts. Vid förekomst av kaseinspackel måste bjälklaget saneras innan återbruk genom försiktig bilning, dvs. borttagning av spacklet.

Säkerställande av stomdelarnas bärförmåga med hänsyn till framtida belastning av påförda egentygnder och nyttiga laster behöver göras. Detta kan t.ex. utföras för HDF genom att mäta upp dimension, antal linor m.m. samt att ett antal plattor kan belastas genom förstörande provning.

Rapporten beskriver demonteringsprocessen för befintlig stomme och vilka aspekter som behöver tas hänsyn till för att kunna säkerställa byggnadsdelarnas kvalitet. Från

initiering av demontering med lätttrivning till stomrenbyggnad och uppstämpning av HDF till borring av hållkanaler i bjälklagen för att sedan kunna lyfta håldäcken vid demonteringen. Kontroll av kvaliteten görs kontinuerligt.

Demonteringen utförs genom sågning med diamantklinga, så nära håldäckets och stomdelarnas fästpunkter som möjligt. Byggnadsdelar får vid återbruk därför en specifik längd och t.ex. kommer håldäcken ha en rak ände till skillnad från dagens nyproducerade HDF som har en k-ände, vilket behöver hanteras.

Utredningen är bifogad som bilaga 6.

Kostnadsuppskattning för demonteringskostnaden bifogas som bilaga 9.

Definition av Återhus

Återhus är en återbrukspraktik, en process som skapar hus byggda av hus. Processen bygger på definierade arbetssteg som säkerställer kvaliteter för både genomförande och material. Praktiken fasciliterar användning av tunga byggnadsdelar, stomme av stål och betong för återbruk med mål att drastisk minska avfall och utsläpp av miljöfarliga ämnen samt uttag av jungfruliga resurser från bygg- och fastighetsbranschen. Återhus räknar med miljövinster i ekvivalenter i vikt på återbrukade byggnadsdelar och innefattar verktyg för att driva fram omställningen till cirkulära material- och varuflöden inom bygg- och fastighetsbranschen. Ett av verktygen är en viktningsmatris för bedömning av nybyggnadsvärde/återbrukspotential av befintliga byggnadsdelar. Praktiken leder till nya byggnadstypologier, där användning av återbrukade byggnadsdelar maximeras för minimal miljö- och klimatpåverkan och utvecklas i takt med genomförande av pilot-projekt.

Pilotobjekt för utvecklingen av Återhus var kvarteret Yrket 3 i Solna med fastighetsägare Fabege. Vi har tagit fram och testat tidiga skeden 'Testning och underlag till certifiering' i ett framtida demonteringsprojekt. Vi har även gjort antaganden baserade på projektgruppens och referenspersoners expertis för omnybyggnadsprojekt samt demontering. Projektskedet 'Transport, lagring, lagning' måste undersökas vidare i en utökad konstellation av samverkansparter och experter i framtiden.

Ett förslag på en ny detaljplan för kvarteret Yrket 3 har tagits fram och förväntas vinna lagakraft under 2021. Den nya detaljplanen skulle innebära en storskalig rivning av flera befintliga kvarter som föregår en storskalig nybyggnation på samma plats. Idag finns det inte etablerade marknadsplatser för återbruk av befintliga byggnadsdelar eller aktörer inom logistik, transport samt mellanlagringsplatser. Matchningen mellan demonteringsprojekt och ny-/ombyggnation är avgörande både när det gäller resurser (byggnadsdelar), logistik, lagring och tid genom samordning mellan demontering och nybyggnation. Arbetsstegen för Återhus är baserade på detta scenario, där demontering och nybyggnation sker i omedelbar närhet till varandra med möjlighet att mellanlagra byggnadsdelar inom etablering i direkt anslutning till byggarbetsplats.

Vi ser i nuläget en möjlighet till fortsättning av pilotprojekt under 2021/2022 för testning av samtliga projektfaser, där vi även ska undersöka möjligheter till

försäljning av byggnadsdelar och utreda vidare kvalitets- och garantifrågor vid ägarbyte.

Följande arbetssteg har definierats:

Om- och nybyggnadsprojekt

(Se även illustrationer 1 och 2 i Bilaga 3)

Projektskede: Förstudie

- Skanning av tillgängliga rivningsobjekt
 - Användning av viktningsmatris för bedömning av återbrukspotential, fas A
- Rapport tillgängligt material med återbrukspotential
 - Grov mängdning av tillgängligt material med hjälp av viktningsmatris fas B
 - Mängdning baseras på tillståndsbedömning
- Uppskattade transportsträckor, tidsplan av ev. demontering,
 - Lokalisering av material både geografisk och inom byggd miljö
 - Insamling av dokumentation – av bef. miljö, påverkan
- Tidig, förberedande dialog med kommunen avseende
 - Förutsättningar för återbruk och bevarande i detaljplan
 - Befintliga återbruksresurser inom kommunens bestånd
 - Krav på redovisning av kvalitetssäkring av återbruksmaterial (t.ex. nivå av dokumentation, vilka materialtester ska genomföras och dokumenteras) för att säkerställa att Slutbevis kan uppnås

Projektskede: Program och gestaltning

- Återbruksstrategi
 - Formulering av hållbarhetsmål inkl. återbruk samt handlingsplan
- Programskiss utformning Återhus
- Gestaltning med återbrukade byggnadsdelar:
 - Definiera identitet, kultur och sociala värden
 - Utveckling av en estetik/pedagogik som förmedlar värdet av återbruksprodukter
 - Sociokulturella värden
- Kostnadskalkyler, klimatberäkningar
- Digitalisering av inventerade byggnadsdelar för återbruk
- Leta ytterligare återbruksresurser, inventerade rivningsobjekt

Projektskede: Projektering och upphandling

- Design för återbruk
 - Utformning av byggnadsdelar för montage och framtida demontering
 - Dialog med tillverkare för anpassade, projektspecifika lösningar
- Dialog med kommunen avseende krav på kvalitetssäkring i kontrollplan.
- Framtagande av kontrollplan inkl. återbruksmoment
- Beställarkrav och upphandlingskrav för demontering och återbruk, funktionskrav
 - Demontering: krav på återbruk och demontering

- Formulering av funktionskrav
- Ev. innovationsupphandling
- Formulering av krav på garantier för återbruksmaterial i avtal mellan byggherre och entreprenör.
- Justerad mängd av byggnadsdelar för projektering efter lyckad/avslutad demontering och slutgiltig verifiering av byggnadsdelars kvalitet.
 - Eventuell komplettering med alternativa och nyproducerade byggnadsdelar.

Projektskede: Produktion / byggande

- Kvalitetskontroll i enlighet med branschstandarder och rekommendationer (t.ex. sprickbildning, fukt) innan och under montage.
- Kvalitetssäkring i enlighet med Boverkets konstruktionsregler (EKS11)
- Etablering inkl. lageryta för återbruksmaterial. Alternativt lageryta för återbruksmaterial på annan plats.

Projektskede: Drift och förvaltning

- Relationshandlingar i form av digital modell som utgör grund till inventering av befintligt fastighetsbestånd
- Inmatning i databas
- Register av (egna) rivningsobjekt

Demonteringsprojekt

(Se även illustrationer 1 och 2 i Bilaga 3)

Projektskede: Testning och underlag till certifiering

Delskede: Besiktning, mängdning, inventering

- Inventering, mängdning och kartläggning med hjälp av befintlig dokumentation och platsbesök.
- Tillståndsbedömning genom okulär besiktning och icke-förstörande provning, fotodokumentation mm.
- Tillståndsbedömning.
 - Urval av lämpliga byggnadsdelar för tillståndsbedömning genom viktning av urvalskriterier i matris

Delskede: Kvalitetssäkring

- Kompletterande uttag av prover, t.ex. borrhärdar, för laborietest.
 - Hållfasthet
 - Miljöfarliga ämnen, hälsorisk
 - Brandsäkerhet
- Beräkning av testningsbehov för att kvalitetssäkra kritisk massa av bygghärdar.
- Val av demonteringsmetod.
 - Demonteringsplan för lämpliga byggnadsdelar för återbruk inklusive anpassning av metod för utformning av byggnadsdelar för framtida användning
 - Kalkyl

Projektskede: Demontering*Delskede: Sortering*

- Grov sortering av återbruksmaterial för:
 - A – direkt användning i projekt
 - B – försäljning och transport
- Undersökning av möjligheter till mellanlagring på plats eller på annan plats/depå.
 - T.ex. matchning av tillfälligt tillgängliga lagerytor
 - Etablera samarbete med leverantör/tillverkare av bef. byggnadsdelar för lagring och ev. rekonditionering

Delskede: Lättrivning och demontering

- Rivning av icke-återbrukbart material/ytskikt.
- Förberedelse för demontering av stomme.
- Katalogisering och försäljning av material.
 - Digitalisering och matchning för försäljning och projektering av annat projekt.
 - Dokumentation

Delskede: Demontering

- Anpassning och märkning av återbruksmaterial inför montage.

Delskede: Kvalitetssäkring / Certifiering

- Kvalitetskontroll och ev. förstörande tester av byggnadsdelar(belastning) efter demontering, efter behov.
- Godkännande av återbrukbart material

Projektskede: Transport, lagning/rekonditionering

Vidareutvecklas i nästa fas av innovationsprojekt.

Viktningsmatris med urvalskriterier

Viktningsmatrisen är ett inventeringsverktyg för att bestämma värdet av befintliga byggnadsdelar i demonteringsobjekt för ny- eller ombyggnation ”nybyggnadsvärde” med hjälp av urvalskriterier. Matrisen kommer till användning under inventeringen av det befintliga byggnadsbeståndet.

Urvalskriterierna kombinerar tekniska värden/lagkrav såväl som estetiska, sociokulturella, arkitektoniska värden och kostnader inklusive kalkyl av miljöpåverkan.

Samverkan mellan olika aktörer och kompetenser under inventering är avgörande både för inmatning av information samt för bedömning av byggnadsdelar och material.



Illustration. Inmatning och användning av viktningsmatris, Codesign

Syfte:

- Utvärdera befintligt fastighetsbestånd, inventeringschecklista
- Matchning av demonteringsobjekt och ny-/ombyggnation
- Fastställa ekonomiska värdet av återbruksprodukter
- Ta vara på den största möjliga mängden av återbrukbara byggnadsdelar
- Riskminskning för bedömning av återbrukskvalitet/ inventering

Viktningssmatrisen är strukturerad utifrån en stegvis process, för att undvika tidsödande arbetsmoment (kartläggning, analys, beräkningar, utvärderingar) i onödan, tex i fall där man inser redan vid platsbesök att återanvändning inte är möjlig. Om *Konstruktiv återbrukskvalitet* och *Kvarvarande ålder* för viss byggnadsdel båda är i poäng-spannet 1-3 så kommer inte återanvändning att vara möjlig/lämplig. Då är resterande utvärderingssteg irrelevanta. Därför är viktningsmatrisen konstruerad så att man i Steg A och B (punkterna 1-8) poängsätter återbrukskvaliteter efter observationer från tillståndsbedömning, genomgång av ritningar och farligt-avfall-inventering, osv.

Om återanvändning efter det steget bedöms lämplig, så sker vidare poängsättning/värdering vid skrivbordet/datorn baserad på in-datan i Steg A och generiska värden för pris, CO2-utsläpp, resursåtgång etc.

Om återanvändning inte bedöms lämplig redan efter Steg A, så innebär det inte att vi ska överge tankarna på resurs- och miljöbesparingar, utan då går man istället vidare med Återvinningskolumnen. Detta tänk är i linje med PBLs nya riktlinjer och EUs avfallshierarki.

Steg C används bara då det finns ett konkret nytt byggprojekt, som aktuell byggnadsdel/-material kan "speglas mot" och användas i.

(Bilaga 3, illustration 3)

Sammanställning resurs- och miljövinster med återbruk av HD (RISE och NCC's dokument)

Det man ofta tittar på och som väcker opinion i samband med återbruk och återvinning, är i regel utsläpp av klimatpåverkande gaser. Dock är cirkulära materialflöden och hushållning med naturresurser en minst lika stor fråga, då detta har följeffekter i form av bland annat markanvändning, biodiversitet och risk att förorena brytningslokalens närområde. I projektet gjordes därför en enkel beräkning som utgår från ett generiskt innehåll av olika delmaterial i stålarmrad betong, som underlag för beräkning av hur mycket behovet av nya råvaror kan minskas, vid lyckat återbruk.

Delmaterial	Råvaror, material	A-Resurser - materialbehov	B-Resurser - totalt materialbehov A
		kg/m ³	kg/m ³
Ballast	Berg från täkt	1600	1600
Filler	Berg från täkt	120	120
Cement	Kalksten, sand, lera, gips	400	800
Vatten		200	200
Stål	Malm, gråberg, kol, kalk	100	400

I kolumn A anges resurser i den mängd de återfinns i betongen, medan kolumn B också tar hänsyn till naturresurser som används och avfall som uppstår vid produktionen av delmaterialet. I en modern ballasttäkt finns avsättning för i princip allt det som produceras, varför innehållet i en m³ betong är den samma i både kolumn A och B. Cementproduktion å andra sidan kräver att kalksten kalcineras, en process i vilken kemiskt bunden koldioxid (bunden som karbonat) avges. Vid kalcinering av 100 kg ren kalcitkalksten erhålls 56 kg kalk (CaO), medan 44 kg koldioxid (CO₂) avgår som gas. Bland annat därför så skiljer sig siffrorna i A och B för cement. Samma sak gäller för stål, där malmbrytning och anrikning genererar varp och anrikningssand, reduktionen av malmen avger kemiskt bunden syre, samt ståltillverkning genererar masugnsslagg. Därför är totala resursanvändning även för stål mycket högre än den andel som används direkt i armerad betong.

Det ska dock poängteras att dessa siffror dels är högst generiska och ungefärliga, dels att jättemycket arbete pågår inom såväl cement- som stålbransch, i att använda alternativa material från tex återvinning i sina tillverkningsprocesser, samt att nyttiggöra restmaterial och avfall som uppstår. Detta gör bilden som ges i tabellen mer komplicerad och för en mer exakt bild, så behöver mer arbete läggas i att ta fram mer rättvisande värden.

Med detta sagt, med siffror som de i tabellen ovan, så är det möjligt att beräkna den totala besparingen i naturresurser vid återbruk av betong. Vid tex återbruk av 30 st

9,4 meter långa håldäck, som vardera består av ca 1.56 m³ stålärmerad betong, så görs en ungefärlig besparing på 75 ton ballast, 19 ton cement 4,7 ton stål (enligt kolumn A).

Förenklad kommunikationsstrategi

Med vår kommunikation vill vi bidra till branschomställning genom ny syn på värdet av materialet i vårt befintliga byggnadsbestånd. Branschomställningen innefattar:

- Minskad klimatpåverkan
- Bevarande av naturmark och biologisk mångfald
- Minskade avfallsmängder
- Minskat uttag av jungfruliga naturresurser
- Ekonomiska incitament
- Sociokulturella värden (ökat fastighetsvärde genom ökat värde för/kravställande från hyresgästen)

Vi har medverkat i nätverk och webinarier, både externa och sådana som vi själva har organiserat, hållit föredrag, rundabordssamtal samt startat studiecirkel (se lista under punkten Projektkommunikation nedan). På så sätt har vi spridit kunskap om projektet och vår omvärldsanalys inom framförallt Bygg- och fastighetssektorn. Vi har på detta sätt också utökat vår egen kunskap och utvecklat våra kompetenser inom återbruk. Kommunikationen om projekt som detta och de värden som det skapar är förutsättningen för en branschomställning då praktiska exempel och kunskap om återbruk av tunga byggnadsdelar är bristande inom Bygg- och fastighetsbranschen.

Slutsatser, nyttiggörande och nästa steg

Projektet visar genom tester och resultat att det är möjligt att återbruka tunga byggnadsdelar utifrån ett tekniskt perspektiv. Utmaningen ligger inte i avsaknad av teknisk utrustning eller kompetens, utan hur dessa ska samordnas och tillämpas vid bedömning av återbrukspotential för ett specifikt rivningsobjekt. Många utmaningar finns också inom nedan beskrivna områden, som bör vidareutvecklas i nästa steg.

I nästa steg kommer hela processen från demontering till nybyggnation att testas i ett fullskaligt pilotprojekt. Finansiering för detta har beviljats av Vinnova UDI steg 2.

1. Standardisering av kvalitet och kvalitetssäkringssystem för återbrukade byggnadsdelar behöver utvecklas. De ska kunna värderas på samma sätt som nyproducerade. På lång sikt bör vi verka för att ändringar görs i byggproduktförfordningen och i tekniska produktstandarder, så att CE-märkning blir möjlig även för återbrukade byggnadsdelar och inte bara nyproducerade. Detta är viktigt för att göra det tydligare för alla inblandade parter och framförallt byggherren, som har det yttersta ansvaret, vilken teknisk prestanda som ska tas fram för en specifik byggprodukt vid återbruk och hur detta ska göras, samt hur kvalitetssystem kan utformas för sådant syfte. Både Boverket och EU-kommissionen har signalerat

att sådant arbete på sikt är på gång. Dessa ändringar ligger säkerligen en bit in i framtiden, så på kortare sikt bör riktlinjer för hur kvalitet ska tas fram och redovisas, arbetas fram i kommande FoU-projekt, i samverkan med bygg- och fastighetsbransch.

2. Mätning och viktning av rivningsobjekts nybyggnadspotential behöver utvecklas till en systematiserad metod/ matris samt testas i fler olika projekt för validering. Ett utkast av metod för bedömning av återbrukspotential har formulerats, testats och reviderats i projektet. Den innehåller sex steg där de första fem tar fram potentialen för återbruk av ett visst rivningsobjekt, medan kvalitetssäkring av återbruksbeståndet görs i det sjätte och sista steget, efter att delarna har demonterats. De fem första stegen har testats i begränsad skala (del av byggnad) i projektets två pilotrivningsobjekt. I kommande FoU-projekt bör steg 1 tom 5 testas i större omfattning (hel byggnad), kompletterat med demontering och test av Steg 6.

3. Koordinering och samverkan. Kartläggningen av Återhus-processen visar på vikten av koordinering och tvärdisciplinär samverkan mellan aktörer längs hela värdekedjan av byggprojekt för att kunna etablera cirkulära flöden och genomföra hållbara projekt. Projektspecifik information och beslutsunderlag måste tas fram i samverkan mellan olika aktörer med relevant expertis. Varje rivningsobjekt har egna förutsättningar där data om återbruksmaterial och byggnadsdelar behöver tas fram och verifieras: konstruktionsmetoder, materialegenskaper, användning och miljöpåverkan, etc. Det krävs en förståelse för både den befintliga och planerade byggda miljön för att kunna optimera cirkulära flöden. Myndigheter/ kommunen bör involveras i tidiga skeden för att uppnå samsyn kring krav för kvalitetssäkring av projekt, särskilt innan standardiserade metoder för återbruk har antagits. Bifogad processkarta för Återhus kan användas som stöd i planering och ledning av återbruksprojekt. Den visar på nya kompetensområden som behöver skapas och inkluderas i rollbeskrivningar inom byggprojekten. Den påvisar möjligheter till effektivisering och synergier i form av tid och resurser mellan demonteringsprojekt och nybyggnation.

4. Miljöekonomiska incitament som gynnar återbruk. För att tunga, konstruktiva byggnadsdelar ska användas i nybyggnation i så stor omfattning som möjligt krävs ekonomiska och juridiska incitament som främjar återbruk vid rivning och nybyggnation. I en ekonomisk analys av återbruk av håldäck baserat på pilotstudier, konstaterar projektet att återbruk av tunga byggnadselement blir dyrare än att använda nyproducerade. Internationella studier visar samma slutsats (tex Super Circular Estate, se referenser i inledning). I nästa steg planerar vi att involvera en miljöekonom i projektet för att få större förståelse för hur man kan optimera förhållandet mellan miljö och ekonomi. Mätning och redovisning av miljövinster/ miljöekonomi är avgörande vid valet av återbruk.

5. Cirkulär upphandlingsmodell. Utformning av upphandlingskrav (funktionsupphandling) för demontering (ej rivning) och återbruk är ett framtida utvecklingsområde.

6. Metoder och teknik för utveckling på industriell nivå. Nästa utvecklingssteg som inte berörts av det genomförda innovationsprojektet innefattar metod, teknik och lösningar för logistik, transport, lagning och anpassning av byggnadsdelar som kan

skalas upp till en industriell nivå. Rekonditionering där formgivning ingår är en viktig del i nästa fas. För att undersöka möjligheter till uppskalning planerar vi att ta in tillverkningsindustrin som samverkanspart. Dock saknas det konkreta siffror/statistik som styrker uppskalning (Naturvårdsverket), vilket är en utmaning.

7. Möjligheter till riskdelning behöver undersökas vidare t.ex innovationspartnerskap och innovationsupphandling för att kunna testa nya metoder och tekniker. Tydliga modeller för ansvarsfördelning och garantier vid återbruk har studerats och kräver vidare undersökning.

8. Kommunikation och förankring. För att uppnå återbruk av tunga byggnadsdelar i stor skala behövs ett förändrat konsumtionsbeteende, ett pedagogiskt program för återbruksprojekt, en aktörslista specifik för återbruksprojekt, samt bred förankring och medvetande inom branschen.

9. Digitalisering av data samt gemensam databank och marknadsplats. I nästa steg planerar vi att samarbeta med aktörer som utvecklar detta.

Publikationslista

2020-05-20 'Så ska rivningsmaterial bli en resurs', artikel i Anläggningsvärlden, intervju om projektet gjord av Per Eriksson: <https://anlaggningsvarlden.se/sa-kan-rivningsmaterial-bli-en-resurs/>

2020-04-16 'Kan man bygga nya hus av gamla hus', artikel i Byggvärlden, intervju om projektet gjord av Anna Sjöström, <https://www.byggvarlden.se/kan-man-bygga-nya-hus-av-gamla-hus-167943/nyhet.html>

Projektkommunikation

Vi har skapat en egen sida för projektet på LinkedIn där alla samverkansparter kontinuerligt kan kommunicera och dela kunskap: <https://www.linkedin.com/showcase/aterhus/?viewAsMember=true>. LinkedIn är en kanal för professionellt utbyte och syftet har varit att nå ut till Bygg- och fastighetsbranschen.

2020-12-02 Presentation om projektet på Klimatprotokollet, Uppsala kommun av Louise Wall från NCC med stöttning av Nadine Aschenbach från Codesign: <https://klimatprotokollet.uppsala.se/om-klimatprotokollet/>. Målgrupp: Bygg- och fastighetsbranschen samt kravställare, myndigheter och slutbrukare.

2020-11-12 Föredrag 'Återhus, att återanvända istället för att riva' av Katarina Malaga, RISE, där projektet presenterades på webinariet 'Klimatneutral betong- och bergindustri' som organiseras av Intresseföreningen för betong och berg.

2020-10-22 Föredrag 'Tillståndsbedömning för återanvändning av byggdelar' av Dimitrios Boubitsas, RISE, webinarium organiserat av avdelningen Infrastruktur och betongbyggande på RISE.

2020-06-04 Presentation av projektet RE4 (återvinning rivningsavfall) på Klimatprotokollet, Uppsala kommun, av Linus Brander, RISE, där även Återhus introducerades i relation till klivet upp i avfallstrappan.

2020-05-20 Medverkan under Innovationsveckan initierad av SKR (Sveriges Kommuner och Regioner), Vinnova, Upphandlingsmyndigheten, DIGG (Myndigheten för digital förvaltning) med publikt digitalt webinarium i form av rundabordsamtal med representanter från alla samverkansparter Erik Dahlström från Faberge, Dimitrios Boubitsas från RISE, Louise Wall från NCC, Nadine Aschenbach från Codesign och Jelena Mijanovic som moderator: [Bygga hus av hus - Återhus!](#) Målgrupp: Bygg- och fastighetsbranschen samt kravställare, myndigheter och slutbrukare.

Bygga hus av hus - Återhus!

Rundabordsamtal 09:00-10:00

Erik Dahlström
Chief Nyproduktions
Faberge

Louise Wall
Hållbarhetsspecialist
NCC

Dimitrios Boubitsas
Forskare materialdesign
RISE

Nadine Aschenbach
Arkitekt
Codesign

Jelena Mijanovic
Arkitekt
Codesign

Codesign Faberge NCC RISE VINNOVA

2020-05-12 Presentation av projektet RE4 (återvinning rivningsavfall) för Linköpingsinitiativet (<https://www.linkoping.se/klimatsmart-linkoping/linkopingsinitiativet/>), av Linus Brander, där även Återhus introducerades i relation till klivet upp i avfallstrappan.

Codesign har startat två kompetensöverskridande studiecirklar för alla medarbetare på företaget 'Hållbarhet' och 'Återhus' med fokus på kunskapsspridning och kompetensutveckling inom återbruk.

Referenser

EU kommissionen, direktiv

https://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm

PBL, Plan- och bygglag (2010:900)

https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan--och-bygglag-2010900_sfs-2010-900

Boverkets Byggregler (BBR), Boverket

<https://www.boverket.se/sv/byggande/regler-for-byggande/om-boverkets--byggregler-bbr/>

Information om Parisavtalet, byggavfall och miljömål, Naturvårdsverket:

<https://www.naturvardsverket.se/parisavtalet>

<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Vem-gor-vad/Bygg--och-rivningsavfall/EUs-atervinningsmal-for-byggavfall/>

<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Mark/Avfall/>

<http://www.naturvardsverket.se/upload/sa-mar-miljon/mark/avfall/statistikblad/avfall-statistikblad-byggbranschen.pdf>

Rapport 6932, Avfall i Sverige 2018, Naturvårdsverket

<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publ-filer/6900/978-91-620-6932-2.pdf>

Miljöindikatorer, Boverket

<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/>

Sveriges miljömål

<https://www.sverigesmiljomal.se>

<https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/grundvatten-av-god-kvalitet/grusanvandning/>

Svensk Betong, ”Miljö och hållbarhet”

<https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-prefab/miljo-och-hallbarhet>

Jernkontorets forskning, Rapport D 869

https://fossilfrittssverige.se/wp-content/uploads/2020/10/ffs_stalindustrin.pdf

Projekt ”Super Circular Estate”, Kerkrade, Nederländerna

<https://www.uia-initiative.eu/en/uia-cities/kerkrade>

Centrum för Cirkulärt Byggande, IVL

<https://ccbuid.se>

Future Built, Norge

<https://www.futurebuilt.no>

”Design for Deconstruction”, Rapport SBUF 13369, NCC

https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/6aac7324-5725-41b2-8af3-555a26a2b58a/FinalReport/SBUF_13369%20Slutrapport%20Design%20for%20Decomstruction.pdf

Projekt ”R4 – Att bygga ifrån avfall”, RISE

<https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/ateranvanda-atervinna-rivningsavfall-till-energieffektiva-prefabelement>

Stratgi för cirkulär upphandling, IVL

<https://upphandling.ivl.se/cirkularupphandling.4.20b707b7169f355daa774c2.html>

Bok ”Arkitekt 2.0 Guide för projekterande Arkitekter”, Jenny Eringstam, Nina Sandahl

Svensk Byggtjänst 2018, ISBN 978 91 7333 916 2

Bilagor

BILAGA 1_ Jämställdhetsanalys (AP1)

BILAGA 2_Omvärldsanalys, RISE (AP2)

BILAGA 3_ Illustrationer (AP3)

BILAGA 4_Kommunikationsstrategi (AP4)

BILAGA 5_PM Miljönytta återbruk (AP6)

BILAGA 6_Återbruk av prefabricerade betongelement (AP6)

BILAGA 7_Kv. Yrket 3 (Solna) och Kv. Hernhutaren (Göteborg) – rapport utveckling av metod för bedömning av återbrukspotential och -kvalitet (AP6)

BILAGA 8_Behovs- och marknadsanalys WS1, 2, 3. EJ SPRIDNING

BILAGA 9_ Återhus demontering uppskattning kostnad. EJ SPRIDNING

BLAGA 10_Trendspaning_aktörer_projekt. EJ SPRIDNING