

## Bilaga 8

### Arbetspaket 6

#### - Metoder för testning, kvalitetssäkring och garantier

Arbetspaketledare:

Katarina Malaga (RISE), Jan Suchorzewski (RISE), Urs Müller (RISE), Linus Brander (RISE)

Medverkande:

Codesign, Contiga, Fabega, NCC, Ramboll, RISE, Stockholms stad, Vasakronan, Zengun

#### Innehållsförteckning

1. Inledning
2. Kvalitetssäkring och klassning av material och byggnadsdelar för återbruk
3. Livslängdsberäkningar
4. Definition av ansvar och ansvarsroller för garantier för att säkerställa kvalitet och värde på material
5. Leveranser

#### 1. Inledning

Syftet med AP6 är att utveckla processer för kvalitetssäkring med provning av material och element till återbruk med särskilt fokus på certifieringsmöjligheter. Den största utmaning inom AP6 var att bevisa den återstående livslängden för en byggnadsdel, baserat på provningsresultat. Med hjälp av resultat från piloterna har ett verktyg för livslängdsberäkningar tagits fram av RISE.

#### 2. Kvalitetssäkring och klassning av material och byggnadsdelar för återbruk

• *Formulering av kvalitetsmärkning (CE-märkning för serieproduktion och alternativ till CE-märkning).*  
Det går inte att CE-märka återbrukade element eftersom det saknas en harmoniserad standard för såväl dess karakterisering som för hur själva kvalitetskontrollen ska gå till (befintliga produktstandarder är skrivna utifrån ett "nyttillverkning i fabrik"-perspektiv). Det pågår en uppdatering av EU:s byggproduktförordning (Construction Products Regulation, CPR), som beskriver reglerna för när byggprodukter placeras på EU-marknaden. Ett av målen med uppdateringen är att möjliggöra marknadsmässigt återbruk och återvinning av material. Det finns än så länge inget regelverk för provning och certifiering för återbruk. Däremot finns rekommendationer för tillståndsbedömning av befintliga strukturer (ex. fib Model Code 2010). Det är viktigt att påpeka att kvalitetskontroll gäller hela återbruksprocessen från befintligt läge i ett hus som rivs, under demonteringen, lagringen och efter installationen i ett nytt hus.

I Sverige har WSP på uppdrag av Boverket tagit fram en rapport som underlag till eventuell vägledning om återbruk av bärande delar. Rapporten samlar information om nödvändiga egenskaper att prova men ställer inga tydliga krav eller ger förslag på metoder för kvalitetssäkring. Återhus har haft möte med WSP och bjudit in dem samt Boverket till Forum Konstruktion. Dessutom kan branschaktörer använda egna klassningssystem och branschkontroller. RISE har utfört en bred litteraturstudie angående degraderingsprocesser i stålarmade betongstrukturer och analyserat resultat från Återhus pilotprojekt, med syftet att försöka utvärdera kvaliteten på element för återbruk.

• *Test och verifiering av metoder för tillståndsbedömning och materialtester i praktiken.* Denna del kopplar ihop arbetet utfört i AP4 med AP6. RISE har verifierat några provningstekniker, däribland icke-förstörande provning med Schmidthammare (för utvärdering av tryckhållfasthet), georadar (för

armeringsskanning), och potentiometer (för undersökning av stålkorrosion. Alla tre metoderna validerades senare i labbförsök, genom förstörande provning). En stor del av en håldäcksplatta från Bilia Haga Norra sågades ut och levererades till RISE labb för provning. Ur håldäcket togs borrkärnor ut och provades för hållfasthet, medan spännarmeringen okulärgranskades och utsattes för dragförsök, vilket bland annat bekräftade konduktivitetmätningar som visade avsaknad korrosion.

- *Framtagande av klassificeringssystem, kvalitet (t.ex. motsvarar "nyskick" etc., avser teknisk prestanda: brand, akustik, bärighet) baserat på utkast av urvalsmatris.* För att förenkla urvalet av betongdelar för återbruk och möjliggöra uppskattning eller jämförelse av värde på demonterade element, skapades ett klassningssystem baserat på erfarenheter från livslängdsberäkningar från projektets fyra pilotprojekt samt en litteraturstudie. Med en förenklad beskrivning av ett antal nyckelegenskaper kan återbrukspotentialen för olika betongdelar uppskattas. Notera att det förslagna klassningssystemet riktar sig mot betongelement, som har den största potentiella koldioxidbesparingen (eller liknande). Kvalitet på byggelement omfattar många andra parametrar än bara beständighet och det finns också parametrar som är produkt-/projektspecifika, tex värmeisolering för fasadpaneler, brandsäkerhet, och akustik. Därför ligger fokus i den föreslagna klassningen på livslängd, som ett grundkrav för lastbärande element. Baserat på erfarenheter från pilotprojekten har RISE tagit fram ett enkelt klassningssystem för kvalitet för demonterade betongelement (eng. DCE, Disassembled Concrete Element). Man kan också förlänga livslängd genom åtgärder på de demonterade betongelementen, tex skyddsfärg och andra behandlingar, men detta undersöktes inte inom Återhus-projektet.



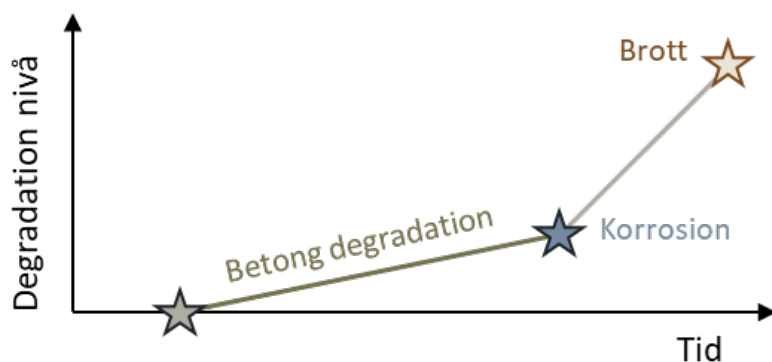
Disassembled Concrete Elements (DCE) – föreslår tre klasser som graderar den återstående livslängden. Egenskaper som betongnedbrytning, korrosionsrisk, antal sprickor samt miljö som det återbrukade betongelementet ska användas i bestämmer klassningen. Systemet ska valideras vidare med olika branschaktörer och olika byggnadsdelar i nästa steg.

- *Certifieringsmöjligheter i framtiden.* Typgodkännande är ett nationellt system för att bedöma och verifiera byggprodukters överensstämmelse med krav i svenska byggregler (Boverkets byggregler). Enligt plan- och bygglagen får en byggprodukt ingå i ett byggnadsverk endast om den är lämplig för den avsedda användningen. Ett typgodkännande hjälper byggherren/användaren att intyga att byggprodukten uppfyller de svenska byggreglerna när den används och installerats enligt den avsedda användningen som beskrivs i typgodkännandet och den tillhörande handlingen (monteringsanvisningen).

Ett typgodkännande via RISE är en ackrediterad certifiering. Produktens egenskaper har verifierats genom provning hos ett kompetent provningsorgan eller genom beräkningar. De egenskaper som är aktuella för en viss byggprodukt listas i produktens EU-standard, tex SS-EN 1168:2005+A3:2011 för fallet håldäcksplattor. Inom AP4 har RISE provat prestandan eller räknat fram lastbärighetsförmågan enligt Eurocode 2. Utmaningen är att beständighet och livslängd inom Eurocode 2 är definierade i relation till nya strukturer. I sitt underlag till Boverket har WSP också påpekat att "En central fråga att beakta vid återbruk är livslängd och beständighet. Dessa begrepp är kopplade till att bärverksdelens önskade funktion över tid kan degradera, något som kan vara viktigt att beakta vid återbruk". Därför har RISE utvecklat en förenklad metodik för beräkning av den återstående livslängden och beständigheten hos betongdelar med stålarmring.

### 3. Livslängdsberäkningar

Degradering av en betongkonstruktion sker över tid och kan påverka lastbärande egenskaper. Standarder för design av nykonstruktioner definierar livslängden med hjälp av gränsvärden för inträngning av korrosionsinitierande ämnen (koldioxid, klorid) till armeringsdjupet, genom att ställa krav på täcksiktets tjocklek och betongrecept (vct, cementinnehåll) samt sprickbegränsning.



#### Nedbrytning i betongkonstruktioner med stålarmring

Återbruk kräver ett nytt förfarande genom att acceptera en viss nedbrytning och inkludera beräkningar för pågående korrosion. För äldre betongelement som avses återbrukas kan diffusionskoefficienten ( $D$ ) beräknas från analys/mätning av den pågående betongnedbrytning, och transportprocessens förlopp därmed extrapoleras. När betongen är karbonatiserad eller kloridhalten vid armeringen är tillräckligt hög för att initiera korrosion, så kan armeringens nedbrytningshastigheten beräknas. För att underlätta livslängdsberäkningen skapades ett enkelt verktyg (Excelkalkyl) som kan användas fritt.

Beräkningen bygger på resultat från olika forskningmodeller för nedbrytning och korrosion, med indata som vanligtvis rapporteras i tillståndsbedömningsprocessen för betongkonstruktioner (såsom tjocklek på betongtäcksikt, karboniseringsdjup, kloridhalt och den nya strukturens miljö). Resultatet från prediktionsmodellerna ger underlag till konstruktör eller entreprenör för utvärdering av referenslivslängden och urvalet av faktorer relaterade till framtidens funktion (1.0 – ingen påverkan, 0.5 – 50% reduktion av livslängden, 1.2 – 20% förlängd livslängd). Detaljerad beskrivning av olika modeller för nedbrytning av betong, andra relevanta faktorer som koncentration av farliga ämnen, aggressiv miljö, effekter av sprickor presenteras i RISE rapporten tillsammans med Excel-kalkylen och exempel från beräkningar/modellering av Återhus piloter.

Analyser med livslängdskalkyl visar att nedbrytning av betongtätskikt genom karbonatisering eller klorid inte direkt orsakar armeringskorrosion. I pilotprojektet Hugin har den platsgjutna betongen karbonatiserats djupare än armeringsnivån, men inga tecken på armeringskorrosion har noterats, därför att miljön i huset varit tillräckligt torr. På grund av klimatets påverkan på livslängden är det särskilt viktigt att säkerställa att demonterade betongelement som på detta vis förlorat sitt korrosionsskydd är väl skyddade från fukt och frost under mellanlagringen, samt att en noggrann kvalitetskontroll utförs efter installationen. I andra pilotprojekt visar beräkningar att nedbrytningen i liknande miljö kan pågå minst lika lång tid ytterligare, som konstruktionen redan har funnits, dvs runt 40–50 år. Återstående livslängd är tydligt kopplad till hög betongkvalitet (bevisad med tryckhållfasthet) samt armeringslinornas förspänning, som säkerställt att det är få sprickor i hålldäckplattorna. Resultaten bekräftar också tidigare slutsatser från AP4, att prefabricerade byggdelar har större potential för återbruk än platsgjuten betong.

#### 4. Definition av ansvar och ansvarsroller för garantier för att säkerställa kvalitet och värde på material

När det gäller ansvarsroller och garantier så har det inte varit en större utmaning än så länge, då byggnadsdelarna inte har bytt ägare (samma ägare/byggherre för både demonteringsprojekt och nybyggnadsprojekt, se även Bilaga 2 AP2A). Frågor kring ansvarsroller och garantier är ett lämpligt fördjupningsområde inom framtida innovationsprojekt.

#### 5. Leveranser:

- *Godkänd kvalitetssäkringsmetod för återbruksmaterial.* Inom projektet har RISE analyserat möjliga kvalitetssäkringsverktyg som tillståndsbedömningprocess innan och efter demonteringen, provning av material och element med icke-förstörande och förstörande provning, livslängdsberäkningar inklusive teoretiska nedbrytningsprocesser och riskanalyser baserade på verkliga fall från projektet. Kommande möjligheter för certifiering av återbrukade produkter diskuterades och ett grundförslag för klassningssystem för lastbärande betongelementen presenterades, för framtida validering i större skala.