

Krav på robusthet i prefabricerade betongkonstruktioner

Jonas Niklewski & Kristoffer Nygårdh

Avdelningen för konstruktionsteknik, Lunds Tekniska Högskola, 2013

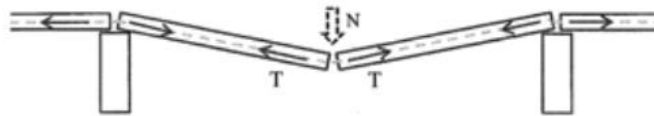
Med ökad fokus på rationellt byggande blir byggteknik med förtillverkade element fördelaktigt. Ökad fokus på ekonomi och tidseffektivt byggande gör att mindre fokus hamnar på viktiga konstruktionstekniska egenskaper. Till skillnad från platsgjutna konstruktioner ger förtillverkade element inte någon naturlig sammanhållning av stomme utan detta måste explicit beaktas vid projektering. Detta ställer höga krav på tidskrävande och tekniskt komplicerad detaljutformning som trots dess komplexa karaktär idag behandlas av föreskrivna regler. Dessa är framtagna med avsikt att ge ekonomiskt och praktiskt genomförbara lösningar vars bärförmåga inte nödvändigtvis är tekniskt försvarbar (U.S. Department of Housing and Urban Development, 1977).

Projektet "Krav på robusthet i prefabricerade betongkonstruktioner" initierades i början av 2013 av Jonas Niklewski och Kristoffer Nygårdh vid Lunds Tekniska Högskola. Syftet med projektet var att göra en objektiv utvärdering, utan värderingar eller hänsyn till ekonomiska aspekter, av hur dagens norm behandlar robusthet i konsekvensklass 2b. Stor fokus riktas mot problematiken med det faktum att normen är öppen för tolkning. Syftet är att ge byggindustrin incitament att enas om en tolkning och en gemensam utgångspunkt för hela branschen. En gemensam tolkning är av stor vikt eftersom det leder till en standardiserad kvalitet på konstruktioner och motverkar osund konkurrens. Vidare utvärderas tillförlitligheten i de allmänt vedertagna metoder som anges i Eurokod.

Hur robusthet i vanliga konstruktioner behandlas skiljer sig idag avsevärt mellan aktörer i branschen. För byggnader i konsekvensklass 2b kräver Eurokod att minst ett av tre alternativ (indirekt metod, direkt metod, väsentlig bärverksdel) tillämpas. Vägledning till hur och när respektive metod skall användas är bristfällig. Dessutom finns det, för betongkonstruktioner, två olika Eurokoder (EN 1991-1-7 och EN 1992-1-1) som behandlar samma område och ger, enligt samma förutsättningar, olika dimensionerande kapacitet. För ändamålet att standardisera dimensioneringsprocessen utvecklades en processkarta som kan användas vid projektering av byggnader i konsekvensklass 2b. Där det råder meningsskillnader i branschen har i vissa fall konkret förslag till lösning gjorts. Där konkreta lösningar varit problematiskt redovisas alla argument. Detta gör att den som följer processkartan kan göra ett informerat beslut som bygger på all tillgänglig information.

Utvärdering av tillförlitligheten hos de mest frekvent använda metoderna (indirekt metod, alternativ lastväg) görs med teori som bygger på sprickbredd (fib, 2008) och dynamiska energiberäkningar (fib, 2012). Analysen bygger på ren linverkan i ett bilinjär system enligt figur 1. Det är uppenbart från systemets geometri och verkningsätt att systemets nedböjning är kritisk för bärförmågan. Systemets nedböjning begränsas vidare av deformation i dragbandet där deformationerna antas koncentreras i sprickor vid knutpunkter och deformationen mellan sprickorna är försumbar. Antagandet bygger på mycket stor vidhäftning mellan dragband och betong vilket är befogat med dagens kamstänger.

För vidare analys användes ett befintligt referensobjekt (kontorshus i Malmö, 7 våningar). Ett överbryggande system identifierades och kapaciteten uppskattades (med förutsättningar enligt ovan) till 36 kN. Kapaciteten kan jämföras med den resulterande olyckslasten på 140 kN. För fullständiga beräkningar hänvisas till rapport (Niklewski & Nygårdh, 2013). Grunden till den låga kapaciteten är att en mycket liten deformation i dragbandet kan tillgodoräknas innan brott. En förutsättning för effektiv linverkan är stora nedböjningar och stora deformationer i dragband. För att erhålla större deformation måste vidhäftningen mellan dragband och betong brytas, något som inte är aktuellt med dagens byggpraxis. Alternativt kan dragband med betydligt högre duktilitet användas. Faktum är att förändringar i tillverkningsprocess av armeringsstål har lett till att nya järn (ex: B500BT) är betydligt mindre duktila än äldre (Ks40).



Figur 1 – Modell som utnyttjats vid beräkningar. T är dragkraft i dragband och N är resulterande olyckslast (fib, 2008).

En av de viktigaste slutsatserna är att det föreligger ett tydligt behov att branschen enas om en metod som grundar sig på sund ingenjörskonst och inte kryptiskt formulerade föreskrivna regler. Robusthetsanalys bör lyftas upp och behandlas tidigare och mer centralt vid projektering av nya byggnader. Det finns betydligt större möjlighet att påverka en byggnads robusthet tidigt i projektering då utformningen av det bärande systemet inte är bestämd. Några förslag på alternativa lösningar (ex: bärande väggstomme och kontinuerliga balkar) och fördelen med respektive alternativ redovisas i den fullständiga rapporten.

Duktilitet är något som idag inte explicit måste beaktas vid dimensionering. Eftersom duktilitet är en av de i särklass mest kritiska materialegenskaperna bör detta förändras. Alternativt måste normen modifieras och bli kompatibel med dagens byggpraxis och materialegenskaper.

Referenser:

fib (2008), *Structural connections for precast concrete buildings*, Fédération internationale du béton, Vol. 43, Lausanne, Schweiz

fib (2012), *Design of precast concrete structures against accidental actions*, Fédération internationale du béton, Vol. 63, Lausanne, Schweiz

Jonas Niklewski & Kristoffer Nygårdh (2013), *Krav på robusthet i prefabricerade betongkonstruktioner*, Lund, Sverige

U.S. Department of Housing and Urban Development (1977), *Philosophy of Structural Response to Normal and Abnormal Loads*, report 2, USA