

HÖGPRESTERANDE OCH SJÄLVKOMPakterANDE BETONG INOM HUSBYGGANDE

- Fältförsök och teoretiska studier av möjligheter och svårigheter

Sammanfattning

Bakgrund

Platsgjuten betong är globalt sett den mest använda stombyggnadstekniken vid produktion av flerbostadshus. Trots att denna teknik möter konkurrens från annan stombyggnadsteknik baseras användandet av den till största del på konventionell ”husbyggnadsbetong” som varken är optimal ur teknisk eller icke-teknisk synvinkel.

Ny och omfattande internationell betongforskning har lett till nya betongtekniker, såsom högpresterande betong (HPB) och självkompakterande betong (SKB). Trots att användandet fortfarande är begränsat, skulle dessa tekniker kunna lösa flera av de problem som traditionell betong ofta förknippas med, t.ex. långa produktionstider, begränsade spännvidder, bristande arbetsmiljö och inomhusmiljöproblem. I jämförelse med anläggningsbyggande och prestigefyllda skyskrapsbyggen används HPB idag sällan inom flerbostadsbyggande. Vad gäller SKB är de levererade volymerna i och utanför Sverige fortfarande mycket begränsade både inom hus- och anläggningsbyggande.

Syfte

Forskningsprojektet syftar till att undersöka potentialen hos HPB och SKB för förbättrad konstruktion, kostnadseffektiv produktion och ökad funktion av stommar till flerbostadshus.

Genomförande

Projektet är uppdelat i två huvuddelar av vilka den första fokuserar på den ”verkliga” potentialen hos SKB avseende rationell produktion av stommar till flerbostadshus. Både genom fältstudier utförda på byggprojekt där SKB har implementerats och genom laboratoriestudier av SKB-applikationer har tekniska och icke-tekniska konsekvenser undersökts.

Projektets andra del fokuserar huvudsakligen på konstruktions- och produktionsteknisk potential hos HPB.

Potentialen hos HPB och SKB analyseras ur ett helhetsperspektiv avseende både tekniska och byggprocessororienterade aspekter. Potentiella fördelar såväl som nackdelar/hinder avseende

användande av ny betongteknik är inkluderade. Resultatet visar allmänt på att hänsyn måste tas till eventuella för- och nackdelar redan i ett tidigt projektskede om den fulla potentialen hos HPB och SKB ska kunna utnyttjas och negativa konsekvenser undvikas.

Resultat inklusive praktiska tillämpningar och möjliga konsekvenser

Nedan presenteras resultatet av forskningsprojektet kortfattat:

State-of-the art studie kring teknik och process avseende stombyggande

Ur ett tekniskt perspektiv är stombyggande med plastgjuten betong beskrivet avseende begränsningar med konventionell "husbyggnadsbetong" jämfört med möjligheter med HPB och SKB.

För att kunna beskriva stombyggnadsprocessen har intervjuer och enkäter använts. Beslutsriterier för val av stommaterial beror på involverade aktörer, vilka i sin tur beror på kontraktsform.

Tekniska såväl som byggprocessbaserade hinder för implementering av ny betongtekniker diskuteras. Eventuella hinder för HPB-användande består huvudsakligen av begränsad arbetbarhet hos färsk betong och svårigheter angående kvalitetskrav på ingående material. Vad gäller SKB utgörs de tekniska hindren främst av ökad risk för icke-robust färsk betong pga av bristande kontroll avseende de ingående materialens påverkan på de självkompakterande egenskaperna. Hårdnad SKB kan leda till nackdelar såsom inhomogen struktur (om betongseparation uppstår) och ökad krympsprickbildning jämfört med vanlig betong.

Icke-tekniska hinder för utnyttjande av ny betongteknik inom husbyggnadssektorn är ofta ekonomiskt relaterade. Direkta materialmerkostnader kan överstiga kostnadsbesparingar om det inte tas hänsyn till den totala potentialen. Andra byggprocessororienterade hinder är relaterade till tradition avseende stomval, bristande samarbete mellan aktörer, kunskapsbrist, begränsande normer, oklara ansvarsfrågor, begränsad kunskap kring ny materialteknik etc.

State-of-the-art studie av tekniska egenskaper, forskning och erfarenheter avseende HPB och SKB

Litteraturstudier har utförts vad gäller tekniska egenskaper hos HPB och SKB jämfört med vanlig betong. Speciellt vad gäller SKB finns det forskningsområden som behöver undersökas ytterligare, t.ex delmaterials betydelse för reologiska egenskaper, uttorkningsegenskaper och sprickbenägenhet. Incitament för SKB jämförs med olika erfarenheter. SKB-användande ur ett arbetsmiljöperspektiv beskrivs separat.

Potential hos SKB

Med syfte att undersöka den "verkliga" potentialen hos SKB, har fältstudier genomförts på husbyggnadsprojekt där SKB har implementerats och ersatt vanlig betong i platsgjutna

bjälklag och väggar. Dessutom har ytterligare en applikation undersökts som består av tunn oarmerad SKB-pågjutning på håldäck som ersättningsalternativ till avjämningsmassa.

Observationer och mätningar har gjorts för att kunna undersöka positiva och negativa tekniska såväl som icke-tekniska konsekvenser från implementering av SKB. En totalanalys har gjorts med ansats ur ett helhetsperspektiv. Positiva såväl som negativa konsekvenser av SKB-användande presenteras. Dessutom är konsekvenserna uppdelade i direkta konsekvenser (effekter direkt relaterade till färsk SKB) och indirekta (synergieffekter av hårdnad SKB). Både ekonomiskt och icke-ekonomiskt kvantifierbara konsekvenser är behandlade.

Resultaten av fältstudierna visar att användande av SKB leder till flera möjligheter att öka kostnadseffektiviteten ur ett totalekonomiskt perspektiv. Exempelvis kan kostnaderna reduceras eller elimineras för efterarbete inkl. materialkostnader (avjämningsmassa) om den självnivellerande effekten hos SKB utnyttjas. Se Figur 1. Denna fördel möjliggör kostnadsbesparing som motsvarar upp till 50 % av priset för normalpresterande betong (NPB).



Figur 1 Användande av SKB möjliggör plana ytor direkt efter slodning.

En ytterligare fördel som observerats är möjligheten till ökad produktivitet (se Figur 2), t.ex. möjligheten att minska personal under gjutningen, vilket kan leda till minskad produktionskostnad motsvarande upp till 20 % av priset för NPB.



Figur 2 Rationell gjutning med SKB.

Det finns även andra fördelar såsom förbättrad arbetsmiljö men som är svåra att översätta till ekonomiska vinningar. Ett ytterligare fördelaktigt område för SKB som är svårt att ekonomiskt kvantifiera berör möjligheten att gjuta konstruktionsmässigt avancerade och tätarmerade konstruktioner.

Det finns även negativa effekter av SKB i jämförelse med NPB, t.ex ökad risk för plastisk krympsprickbildning och högre formtryck -effekter som kan kräva förebyggande åtgärder. Dessutom innebär den ökade känsligheten hos SKB jämfört med NPB, mot t.ex betongseparation, att det är viktigt med kontroll över delmaterial och att hantera SKB korrekt under såväl transport som under användandet på byggarbetsplatsen.

Om produktionsekonomiska besparingar ska erhållas är det viktigt att hänsyn tidigt tas till potentiella fördelar (t.ex förbättrad produktivitet och reducerade kostnader för efterarbete) men även till negativa konsekvenser från SKB-användande (t.ex ökade direkta direkta materialkostnader och eventuella extrakostnader för undvikande av formläckage och sprickbildning

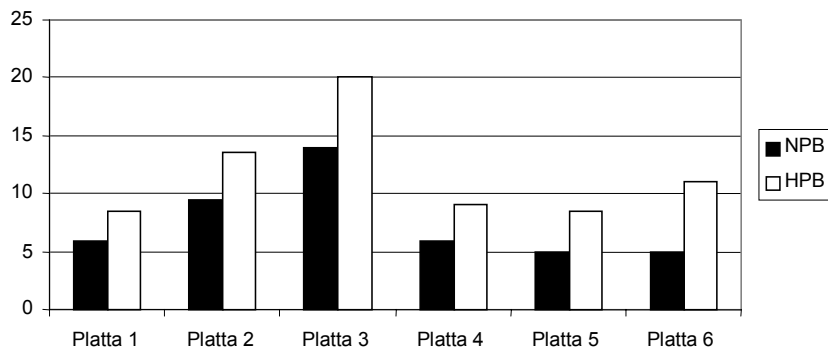
Produktionspotential hos HPB

HPB för ökade konstruktionstekniska prestanda innebär även möjligheter att minska produktionstiden och därmed att minska produktionskostnaderna om synergieffekter såsom snabb hållfasthetstillväxt minskad erforderlig uttorkningstid utnyttjas. Produktionsstudien avseende HPB bygger på teoretiska parameterstudier där olika PC-baserade simulerings/beräknings-program har använts för att kunna analysera påverkande parametrar på uttorkning och hållfasthetsutveckling. Påverkan av betongegenskaper, formsystem, omgivande klimat etc är kvantifierad. Vad gäller möjligheterna hos HPB för reducerad erforderlig uttorkningstid, visar resultatet på en minskning från 16 månader till mindre än 2 månader för att komma ner till acceptabel fuktnivå när HPB jämförs med NPB. Resultatet visar ytterligare att formrivningstiden eventuellt kan minskas från 5 dygn till 1 dygn (sommarklimat) och från mer än 28 dygn till 5 dygn (vinterklimat och då högvärdig täckning av betongytan används som vinterbetongmetod) vid jämförelse mellan NPB och HPB.

Konstruktionsteknisk potential hos HPB

Konstruktionsstudien är baserad på teoretiska parameterstudier i vilka effekterna av olika betongegenskaper på konstruktionstekniska prestanda är undersökta genom användande av finita element metoder. Resultat avseende NPB jämförs med HPB och visar på en tydlig potential hos HPB för ökade spännvidder eller minskade dimensioner under förutsättning att ökad draghållfasthet och/eller ökad elasticitetsmodul utnyttjas. T.ex kan spännvidden för platta/vägg-konstruktioner öka med upp till 40 % och för platta/pelare-konstruktioner med upp till 50 % om draghållfasthet på 5 MPa och elasticitetsmodul på 50 GPa utnyttjas. Se Figur 3. Konstruktionsstudien beskriver även en metod för rationellt utnyttjande av armering, baserat på utnyttjande av det verkliga och varierande böjmomentet istället för det maximala böjmomentet.

Maximalt tillåten spännvidd (m)



Figur 3: Jämförelse mellan konventionell husbyggnadsbetong K30 (NPB) och högpresterande betong (HPB) avseende maximalt tillåten spännvidd för de studerade plattorna. För HPB är karakteristisk draghållfasthet och E-modul satta till 5,0 MPa respektive 50 GPa. Hänsyn har tagits till både brott- och bruksstadiet.

Potential avseende byggnadsfunktion hos HPB

En tredje aspekt av potentialen hos HPB berör dess effekt på den färdiga byggnadens funktion. Fördelar beskrivs, t.ex ökad flexibilitet för framtida ombyggnation (genom ökade spännvidder), förbättrad inomhusmiljö (minskade fuktproblem tack vare snabbare uttorkning hos HPB), högre akustisk kvalitet (möjlighet att producera tjockare konstruktioner utan förlängd produktionstid) och framtida energibesparing (genom högre värmekapacitet hos betong). En del av dessa fördelar gäller inte enbart för HPB utan betong i allmänhet.