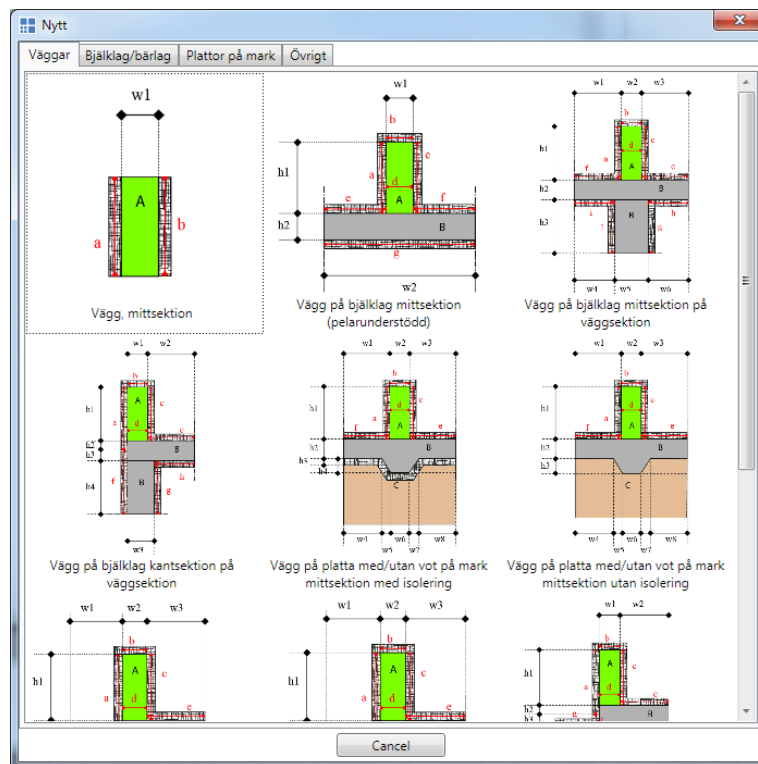


Hett97 är död - Länge leve PPB!

Med effektiva programverktyg kan platschefen lätt planera sina gjutningar och i förväg bedöma och förbereda sig inför gjutningen – tid och kvalitet är pengar! Ett nytt verktyg för branschens aktörer – Produktionsplanering Betong – har tagits fram av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, SBUF. Verktöget har många nya funktioner för platschefens planering av gjutningar men även ett stöd till betongtillverkare samt projekterande och föreskrivande konsulter. Produktionsplanering Betong finns tillgängligt för nedladdning från SBUF:s webbplats.

Produktionsplanering Betong (PPB) är en helt ny programvara med modernt utseende, designad för effektivt arbete och utvecklad för moderna operativsystem (Windows 7 och 8, både 32 och 64bitars). PPB är användarvänlig som Hett97, men kraftfullare än ConTeSt avseende simulering av värme, mognad och hållfasthet och möjliggör prognos, bedömning och uppföljning i samma programvara. Den innehåller även funktioner för utvärdering av egna betongrecept.



Figur 1. Några av det 44 fördefinierade typfallen i PPB.

Användarvänlig och kraftfull

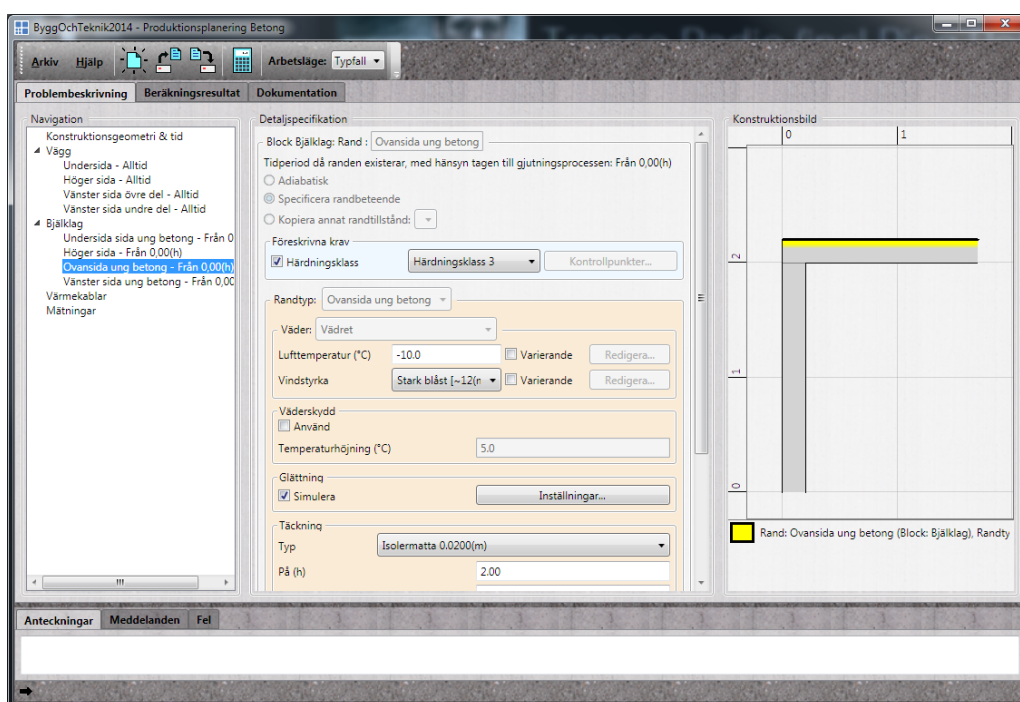
Precis som Hett97 och ConTeSt utgår PPB från en beskrivning av den tilltänkta gjutningen. Här tas hänsyn till 2-dimensionellt värmeflöde (som i ConTeSt), men man behöver inte rita upp sin konstruktion utan kan välja någon av de 44 fördefinierade konstruktionstypfallen och endast ange måtten, se Figur 1. Typfallen är valda för att motsvara de vanligast

förekommande platsgjutningarna och utrustade med en rad förval som såväl underlättar och snabbar upp för användaren, se Figur 2.

I problembeskrivningen för typfallen kan man specificera:

- materialval för både gjuten och motgjuten konstruktion (ung och gammal betong, mark, berg, stål, isolering mm.)
- olika sätt att arbeta med konstruktionens ränder (form, isolering, täckning, infravärme mm.)
- användning av värmekabel i både ung och gammal betong (förvärmning)
- själva gjutningsförfarandet

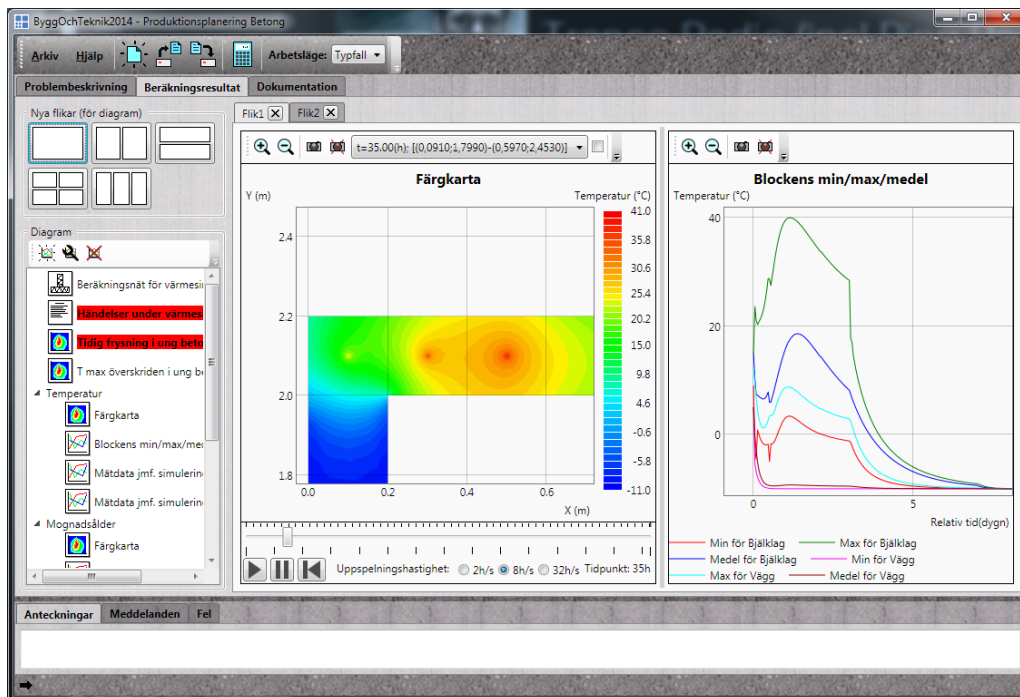
Flexibel styrning av gjuttidpunkter och påfyllningsförfarande möjliggör bl.a. simulering av flerstegsgjutningar och/eller förvärmning av motgjuten konstruktion.



Figur 2. Problembeskrivning av betongkonstruktionens specificerade förutsättningar.

Animerade färgkartor

Precis som i Hett97 och ConTeSt beräknar PPB temperatur i hela konstruktionen samt mognadsålder och hållfasthet för ung betong. Dessa presenteras dels i form av färgkartor, dels som kurvdiagram, se Figur 3. Färgkartorna visar resultat över typfallets konstruktionstvärsnitt och möjliggör animering för att visualisera hur t.ex. temperaturen förändras under gjutningens gång. Man får helt enkelt se en film av hela temperatur- eller hållfasthetsfältet och dess utveckling under gjutningens gång. Som på en DVD-spelare kan man pausa, köra fram eller tillbaka till en viss tidpunkt, välja uppspelningshastighet och se om hela förloppet. Det går även att zooma in och ut i både uppspelnings- och pausläget så att man kan studera detaljer om man vill. På detta sätt går det väldigt fort att få grepp om vad som händer i konstruktionen under den tilltänkta gjutningen.



Figur 3. Exempel på beräkningsresultat, färgkarta som kan animeras samt kurvdiagram.

Som komplettering finns även kurvdiagram med max, min samt medelvärden för konstruktionens olika delar. Programmet har även kurvor för värden i specifika punkter i konstruktionen, som används vid uppföljning då uppmätta temperaturer lästs in.

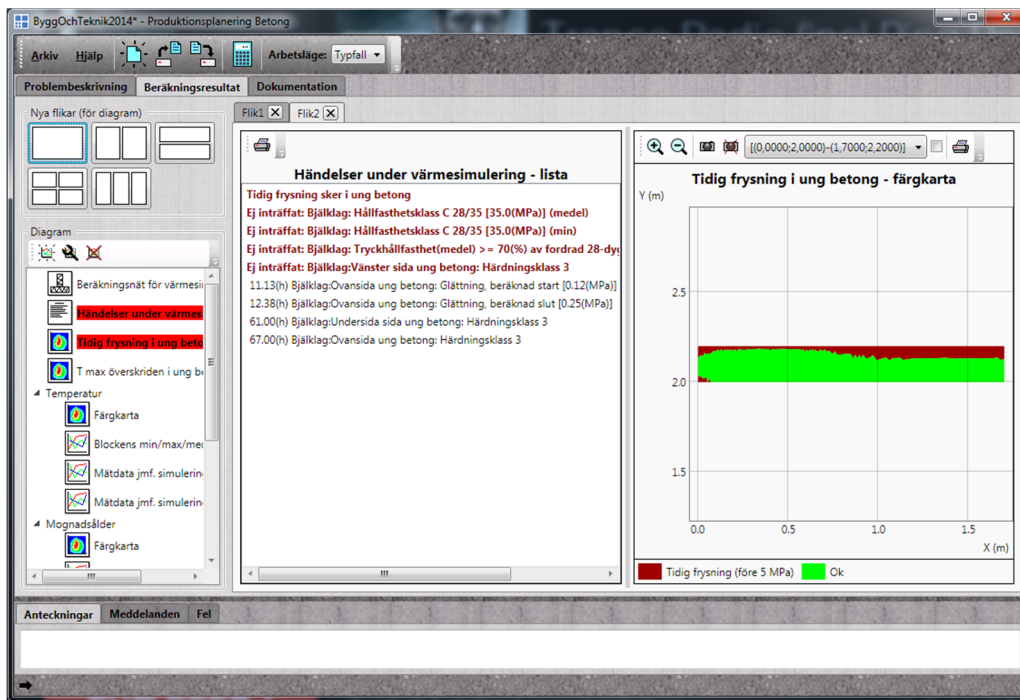
Kravövervakning

Kvalitetskontroll och normativa krav (SS-EN 206, SS 137003, SS-EN 13670:2009, SS 137006) finns det också stöd för i PPB. Specifierade hållfasthetsklasser och exponeringsklasser för den unga betongen avgränsar val av material. För ränderna kan hårdningsklass väljas. Man kan även definiera egna krav återkopplade till hållfasthetsklass eller uttryckta direkt som hållfasthet (i MPA) eller mognadsålder (i timmar). Dessa krav övervakas under beräkningen och resultaten sammanställs i form av en lista där det framgår när kravet uppfylldes eller varnas för att det inte uppfylldes.

Programmet övervakar dessutom automatiskt ev. tidig fryshet (före 5 MPa) samt maximal temperatur i den unga betongen, varnar vid problem och erbjuder färgkartor som direkt visar problemens läge i konstruktionen och omfattning.

Varnar vid problem

I Figur 4 kan exempelvis ett antal varningar lätt utläsas från beräkningsresultatet och händelseloggen. I figuren får användaren direkt indikation på bland annat att det föreligger risk för fryshet i den unga betongen samt att formrivningshållfastheten inte har uppnåtts i konstruktionen - åtgärder behöver planeras!

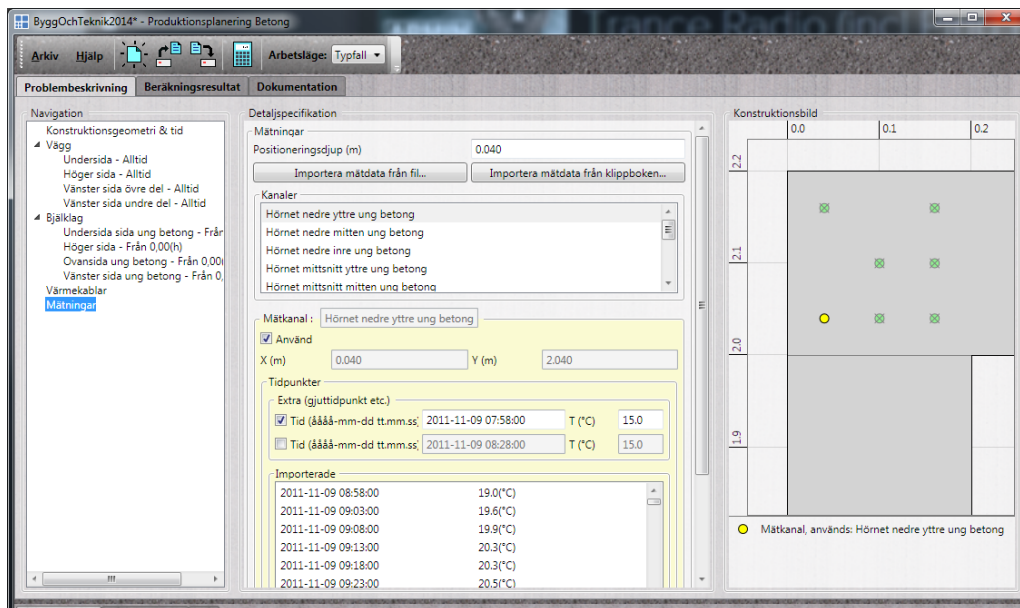


Figur 4. Exempel på varningar och visualisering av problemomfattning.

En annan finess i PPB är automatisk kontroll om angivna förutsättningar och krav för formrivning kan innefattas enligt planerat gjutförfarande. Man kan specificera att den skall ske vid uppfyllande av härdningsklass och/eller viss hållfasthet eller mognadsålder och låta programmet beräkna formrivningstiden samt sköta byte av randvillkor automatiskt. De olika randtyperna är redan förinställda med t.ex. krav för bärande eller stödjande form. På liknande sätt sköter PPB även simulering av glättning inkl. beräkning av glättningstidpunkt.

Jämför med mätningar

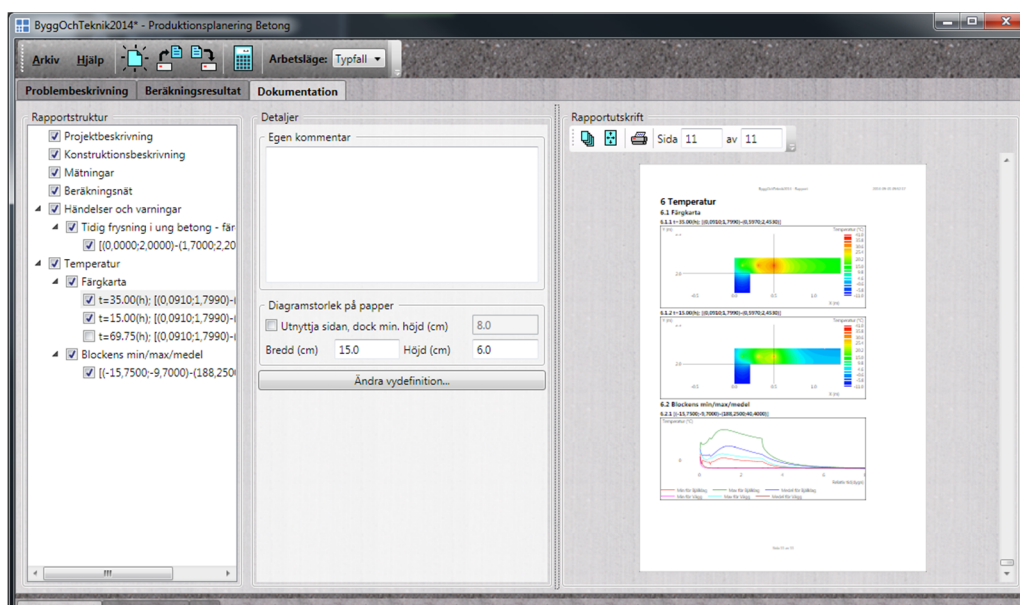
PPB erbjuder möjlighet till uppföljning genom jämförelse mellan beräknade resultat och mätningar. De olika typfallen är utrustade med förslag till mätpunktplaceringar, vilka användaren kan påverka. För dessa kan man sedan importera temperaturmätningar (från textfiler eller genom utklipp) som man registrerat med en lämplig utrustning. Varje typfall erbjuder fördefinierade diagram som jämför dessa mätningar med beräknade data, se Figur 5. Temperatur jämförs direkt - mognadsålder och hållfasthet jämförs efter att uppmätta temperaturförlopp räknats om till mognad och hållfasthet enligt gällande betongval.



Figur 5. Uppföljning av temperaturmätningar

Rapport på allt

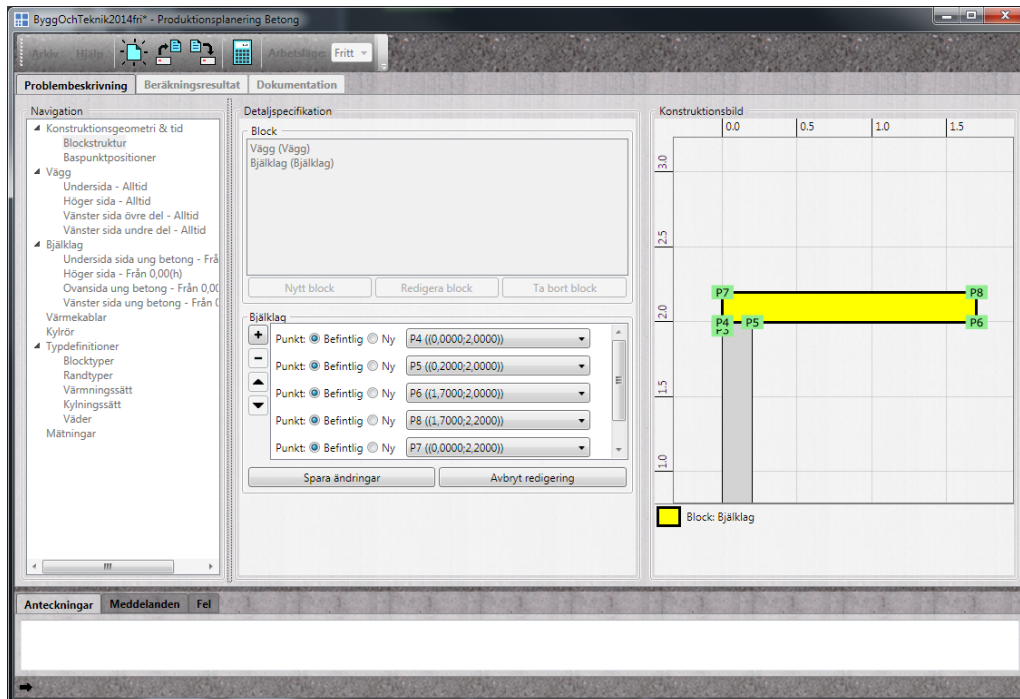
För enklare dokumentation kan man i PPB skriva ut alla diagram och resultatlistan på valfri skrivare (fysisk eller PDF). Vill man ha en mer fullständig dokumentation erbjuder programmet möjligheten att sammanställa all inmatad eller beräknad information i form av en rapport. Man får på ett överskådligt sätt välja vad som skall tas med - vilka sammanställningar, hur noggrant, vilka vyer (bilder) från vilka diagram mm. Resultatet förhandsvisas sedan på skärmen, vilken underlättar fininputsning på rapporten innan man skickar den till skrivaren, se Figur 6.



Figur 6. Dokumentation av produktionsplaneringen och temperaturmätningarna med rapport.

Det fria arbetsläget

Normalt arbetar man i PPB i det s.k. typfallsläget (som beskrivits hittills). Är man dock väl förtrogen med dessa beräkningar, vill ge sig in på mer avancerad simulering och tycker att de fördefinierade typfallen inte räcker till kan man i valfritt ögonblick byta till det s.k. fria läget. All information som man matat in innan finns kvar men programmet tar helt enkelt bort alla förenklande begränsningar. Man får fritt redigera konstruktionsgeometri och block- och randdefinitioner inkl. möjlighet till friare randbeskrivningar (som i ConTeSt). Mätpunkter kan placeras fritt i konstruktionen. Befintliga diagram kan definieras om eller tas bort och nya kan läggas till. Man får även möjligheten att använda kylrör samt påverka i princip allt inkl. det bakomliggande beräkningsnätet som styr noggrannheten i simuleringen, se Figur 7.



Figur 7. Redigering av konstruktionsgeometri i det fria läget.

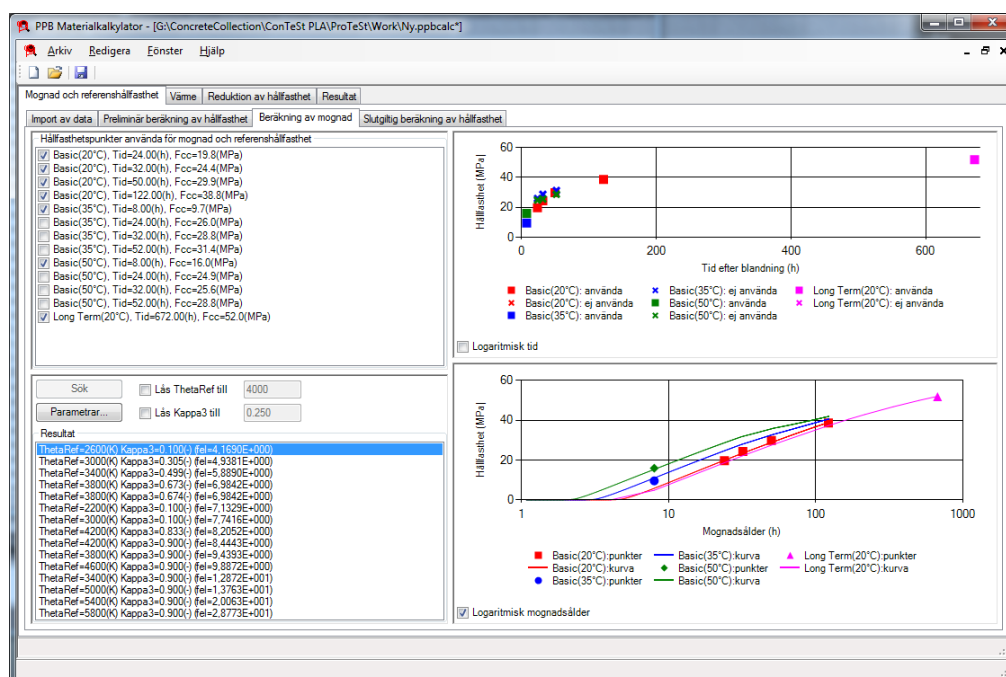
Nya materialdata

PPB innehåller en bred uppsättning av materialdata som beskriver både ung och gammal betong, formmaterial, isolering/täckning mm. För den unga betongen finns över 900 moderna recept baserade på nya mätningar. Skulle inte den inbyggda databasen räcka går det utmärkt att definiera egna data för samtliga materialslag som programmet använder. I PPB finns det en Materialredigerare som möjliggör just hantering av egna data i egna filer, som man kan använda själv eller distribuera till sina kunder eller arbetskamrater.

Utvärdera själv betongrecept

En stor nyhet är dock möjligheten att själv utvärdera egna recept. Materialkalkylatorn möjliggör import av mätdata från hållfasthetsprover lagrade i t.ex. vattenbad samt semiadiabat för att därefter genom ett antal steg anpassa receptets samtliga materialdata för simulering av mognad, värmeutveckling och hållfasthetstillväxt inkl. ev. reduktion av hållfasthet pga. höga temperaturer. Detta ger betongleverantörer en unik möjlighet att själva ta fram data specifika

för just deras produkter och distribuera dessa till kundkretsen och att betongleverantören lättare ge viktig information eller instruktioner till entreprenören hur den aktuella betongmixen bör hanteras för optimalt gjutresultat.



Figur 8. Utvärdering av egna betongrecept i Materialkalkylatorn.

Sammanfattning

Produktionsplanering Betong är ett fritt och branschgemensamt verktyg för planering av betonggjutningar som riktar sig till entreprenörer (bygg och anläggning), betongleverantörer och konsulter och kan sammanfattas med följande punkter:

- Kraftfullt verktyg för framtagning av prognos och jämförelse med mätning
- Hjälp vid kvalitetskontroll och normativa krav.
- Stöd för provning och utvärdering av egna betongrecept.
- Möjliggör förbättrad kvalitet och ekonomi.
- Främjar branschens olika aktörer och tillvaratar deras betongkompetenser.
- Finns tillgängligt för nedladdning från SBUF:s webbplats (www.sbuf.se under fliken Aktuellt).

Artikelförfattare

Dr. Hans Hedlund, Skanska Sverige AB. Adj. Professor, Luleå tekniska universitet, Inst. för Samhällsbyggnad.

M.Sc. Marcin Stelmarczyk, The Green Dragon Magic.

M.Sc. Ted Rapp, Sveriges Byggindustrier Service AB

Dr. Jan –Erik Jonasson, Professor, Luleå tekniska universitet, Inst. för Samhällsbyggnad.