

# **Kursmaterial till datorprogrammet Produktionsplanering Betong**

*Slutrapport*

**Marcin Stelmarczyk, The Green Dragon Magic  
Hans Hedlund, Skanska Sverige AB / SBUF**

**2015-11-10**



# Instruktioner och kommentarer till utbildningsmaterial för PPB

## 1 Utbildningsmaterialets innehåll

Utbildningsmaterialet till Produktionsplanering Betong (PPB) innehåller huvudsakligen praktiska övningar som börjar med det allra enklaste och växer successivt i komplexitet. Det finns exempel på beräkningar för olika slags konstruktioner, i olika miljöer med en portion problemlösning för gjutningsproblematik. Materialet har även mer teoriorienterade kapitel där fokus ligger på att förklara huvudprinciper för programmets funktion och hur dessa kan utnyttjas.

Utbildningsmaterialet består av:

- Bilder fördelare på en översikt och 12 kapitel, i form av PDF
- Filer med mätdata som används i övningarna
- Facitfiler motsvarande ett eller flera steg i flertalet av övningarna

Upplägget har medvetet utformats för att kunna passa både till självstudier och som underlag till kurser. Hela materialet ingår som dokumentation i PPB och installeras tillsammans med programvaran.

## 2 Hur skall materialet användas för kursverksamhet

Utbildningsmaterialet kan användas på olika sätt. Författarna föreslår dock följande uppdelning i nivåer/kurser.

### 2.1 Grundläggande nivå

Detta omfattar kapitel 1 till 8 och kan hållas som en eller två kurser beroende på upplägg. Innehållet fokuserar på grundläggande programanvändning samt typfallsläget. De första 7 kapitel är väldigt praktiskt orienterade och delen avslutas med kapitel 8 med en summerande genomgång av strukturen och principerna i PPB.

### 2.2 Avancerad nivå

Detta omfattar kapitel 8 till 10 och passar för en kurs. Innehållet fokuserar på avancerad programanvändning med fria läget. Hantering av material och möjlighet att lägga till egna materialdefinitioner ingår också. Kapitel 8 med strukturen och principerna i PPB repeteras i början av denna nivå.

### 2.3 Avancerad nivå för materialdata

Detta omfattar kapitel 10 till 12 och passar för en kurs. Innehållet fokuserar på hantering av material i PPB. I början repeteras grunderna för materialhanteringen men sedan växlar fokus till hur man

mäter upp betongens egenskaper och själv tar fram materialdata för betongens värme, mognad och hållfasthet. Detta kursmoment kräver av den som håller i det erfarenhet av utförande av dylika mätningar. Om sådan erfarenhet saknas bör någon extern utbildningshjälp anlitas.

### **3 Regler för användning i kursverksamhet**

Utbildningsmaterialet får användas fritt för att hålla kurser under förutsättning att följande principer beaktas:

- Om bilderna används skall de användas som de är. Förändringar i bilder är ej tillåtna.
- Det är inte heller tillåtet att lägga in egna bilder i kapitlen.
- Vid önskemål om komplettering eller variation kan sådant ske om:
  - Det dokumenteras med kurshållarens egna bilder, där det markeras tydligt att denna del av materialet står kurshållaren för och att den inte tillhör PPB.
  - Sådana delar presenteras mellan kapitlen i detta utbildningsmaterial alternativt helt före eller efter.

Reglerna ovan har som syfte att maximera användarens möjlighet att känna igen sig i kursmaterial så väl som den dokumentationen som ingår i hans/hennes egen installation av PPB.



**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**Användarutbildning**

SBUF

## Användarutbildning

- Detta material för utbildning av användare till PPB är uppdelat i lektioner
- Denna översikt innehåller:
  - en förteckning över samtliga lektioner
  - summering av innehållet i varje lektion
  - en förklaring om facitfiler till övningarna

PPB ver. 1.2      Översikt      2

## Lektioner

- 1 Vaggsektion - en enkel beräkning
- 2 Vaggsektion - fördjupning
- 3 Platta på mark
- 4 Bjälklag, kantupplag på vaggsektion
- 5 Garagekonstruktion – tjock vägg
- 6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur
- 7 Mätningar
- 8 Struktur och grundprinciper
- 9 Det fria arbetsläget
- 10 Material och materialdatabaser
- 11 Framtagning av materialdata – teori och mätning
- 12 Framtagning av materialdata – anpassning

## 1 Vaggsektion - en enkel beräkning

- Att starta huvudprogrammet och hitta i huvudfönstret
- Att skapa och beskriva ett enkelt typfall
- Att köra en beräkning
- Att ta fram resultatflikar och diagram
- Att titta på händelselista och varningar
- Att studera kurvdiagram
- Att studera färgkarta
- Att spara ett projekt

## 2 Vaggsektion - fördjupning

- Detaljer i problembeskrivningen:
  - Hur krav fungerar för block och ränder
  - Hur betongrecept klassificeras
  - Hur detaljer specificeras för vaggsektionens ränder
- Detaljer i beräkningsresultaten:
  - Hantering av flikar
  - Styrning av diagram med verktygsrad och snabbmeny
  - Export av diagram
  - Hantering av vyer
- Dokumentation med genererad rapport

## 3 Platta på mark

- Att räkna på platta på mark
- Att simulera glättning
- Att använda händelselista och kurvdiagram för att få översikt över hur väl vi lyckats gjuta
- Att använda färgkarta för att förstå vad som hände och vad som gick snett
- Att använda täckning, formisolering, isolering efter formrivning samt isolering mot mark

## 4 Bjälklag, kantupplag...

- Att räkna på bjälklag
- Att upptäcka tidig frysning
- Att använda värmekablar
- Att fördröja gjutning för att först räkna på förvärmning av motgjuten konstruktion
- Att specificera dynamik i konstruktionen genom fördröjd gjutning
- Att använda färgkarta för att kontrollera förvärmningens resultat

PPB ver. 1.2

Översikt

7

## 5 Garagekonstruktion...

- Att räkna på tjock vägg på kantupplag av bjälklag och underliggande väggsektion
- Att simulera påfyllning av betong
- Att upptäcka överskriden max. temperatur
- Att använda rör för kylning
- Att handskas med en liten numerisk felaktighet som kan förekomma om man kyler samtidigt som man fyller på betong

PPB ver. 1.2

Översikt

8



## 6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

- Att räkna på gjutning med prefabelement – skalmur samt plattbärlag
- Att fylla på betongen stegvis
- Hur mycket värme som kalla prefabelement stjälar från den färska betongen
- Hur man kan kompensera för värmeförlusten

## 7 Mätningar

- Hur man tar in uppmätt temperatur in i PPB
- Hur man räknar om temperatur till mognadsålder och hållfasthet
- Hur man visar uppmätta och behandlade värden i diagram
- Hur man kompletterar en simulering med mätdata för uppföljning
- Hur man jämför beräknade och uppmätta värden
- Kvalitetsdokumentation

## 8 Struktur och grundprinciper

- Hur problembeskrivning struktureras i PPB?
  - Geometriska objekt – block, ränder, kablar, rör
  - Typobjekt – blocktyper, randtyper, värdelek, mm.
- Hur informationen fördelas mellan objekten och vilken information som återanvänds/delas
- Skillnader mellan typfalls- och fria arbetsläget
- Skillnaden mellan att dela randtyp och att kopiera randbeteende
- Grundprinciper för dynamisk konstruktion
- Hur ränder hanteras vid simulering av påfyllning och fördröjd gjutning

## 9 Det fria arbetsläget

- Att använda det fria arbetsläget
- Att redigera geometri
  - flytta enskilda punkter
  - ändra på blockstrukturen
- Att ändra om bland typstrukturen
  - blocktyper och kopplingar till blocken
  - randtyper och kopplingar till ränderna
- Mer avancerad påfyllning av betong
- Egen placering av mätkanaler
- Hur man styr elementstorleken i beräkningsnätet

## 10 Material och materialdatabaser

- Vilka material definieras och används i PPB
- Hur material definieras i PPB
- Hur dessa definitioner lagras i materialdatabaser
- Hur man kan definiera egna material
- Hur man kan skicka/ta emot materialdatabaser till/från andra, t.ex. materialleverantörer

## 11 Framtagning av materialdata – teori och mätning

- Grundbegrepp och teori för mognadsgrad
  - Hållfasthetsutveckling och temperaturkänslighet
    - Tendenskurva vid 20°C
    - Hållfasthetstapp pga förhöjd härdningstemperatur
    - Hydratationshastighet
- Grundbegrepp och teori för hydratationsvärme
  - Hydratationsvärme och värmeutveckling
- Att genomföra mätningar av hållfasthetsutveckling
  - Temperaturkänslighet
  - Tips och trix
- Att genomföra mätningar av värmeutveckling
  - Tips och trix

## 12 Framtagning av materialdata – anpassning

- Använda Materialkalkylatorn
- Läsa in mätdata från försök i vattenbad och semiadiabat
- Anpassa mognadsålder och referenshållfasthet
- Anpassa värmeutveckling
- Anpassa sänkning av hållfasthet pga. höga temperaturer
- Exportera materialparametrar till Materialredigeraren

## Facitfiler

■■■ Utbildning1  
 ■■■ Utbildning3a  
 ■■■ Utbildning3b  
 ■■■ Utbildning3c  
 ■■■ Utbildning4a  
 ■■■ Utbildning4b  
 ■■■ Utbildning4c  
 ■■■ Utbildning4d  
 ■■■ Utbildning5a  
 ■■■ Utbildning5b  
 ■■■ Utbildning5c  
 ■■■ Utbildning6a  
 ■■■ Utbildning6b  
 ■■■ Utbildning7a  
 ■■■ Utbildning7b  
 ■■■ Utbildning7c  
 ■■■ Utbildning9a  
 ■■■ Utbildning9b  
 ■■■ Utbildning9c  
 ■■■ Utbildning12

- Utbildningspaketet innehåller dessutom ett antal facitfiler, som finns i mappen "PPB Utbildning" i mappen "Dokument"
- Dessa filer motsvarar sparade stegen från olika övningar i resp. kapitel
- I den löpande bilderna markeras när det finns en facitfil motsvarande bilden i fråga med hjälp av en filikon i nedre högra hörnet – jämför med filikonen för "Utbildning3b" i denna bild





**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**1 Vaggsektion - en enkel beräkning**

Copyright © 2015 SBUF och The Green Dragon Magic

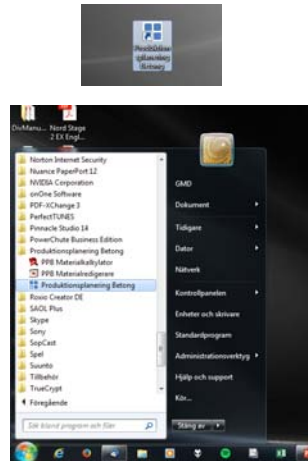
The image shows the cover of a software manual. On the left, a construction worker in a high-visibility yellow jacket and orange helmet is working with a large blue concrete bucket on a construction site. On the right, there are two screenshots of the software interface. The top screenshot shows a data entry or settings screen with various fields and buttons. The bottom screenshot shows a colorful heatmap and a line graph, representing simulation results. The SBUF logo is visible in the bottom right corner of the software screenshots.

## Vad skall vi lära oss?

- Att starta huvudprogrammet och hitta i huvudfönstret
- Att skapa och beskriva ett enkelt typfall
- Att köra en beräkning
- Att ta fram resultatflikar och diagram
- Att titta på händelselista och varningar
- Att studera kurvdiagram
- Att studera färgkarta
- Att spara ett projekt

PPB ver. 1.2      1 Vaggsektion - en enkel beräkning      2

## Starta huvudprogrammet



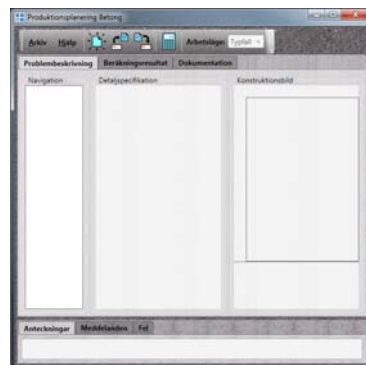
- Dubbelklicka på ikonen på skrivbordet
- Eller leta upp mappen Produktionsplanering Betong i Startmenyn och starta huvudprogrammet därifrån

PPB ver. 1.2

1 Vaggsektion - en enkel beräkning

3

## Huvudfönstret



- Kombinerad meny- och verktygsrad längst upp
- Arbetsytan i mitten indelad i:
  - **Problembeskrivning** – all indata för problemet
  - **Beräkningsresultat** – alla resultat från simuleringen av härdningen
  - **Dokumentation** - rapporten
- Arean längst ner med:
  - **Anteckningar** – egna anteckningar som sparas i projektet
  - **Meddelanden** – olika större meddelanden från programmet
  - **Fel** – lista med fel funna t.ex. i problembeskrivningen före en beräkning

PPB ver. 1.2

1 Vaggsektion - en enkel beräkning

4

## Inställningar

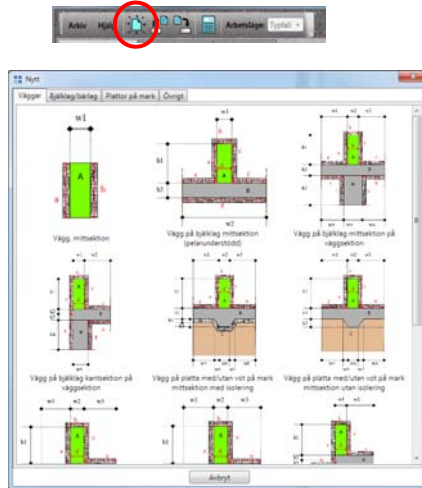


- I menyn **Arkiv**, kommando **Inställningar...**
- Grundläggande inställningar för programmet
- Sätt Standardlängd för simulering till 14 dygn
- (resten kommer vi till senare)

## Arbetslägen

- Två arbetslägen i PPB
- Arbetsläge **Typfall**:
  - Fast konstruktionsgeometri – storlekar kan ändras
  - Förenklad inmatning
  - Snabbt och enkelt att jobba i
  - 44 typfall att välja mellan
- Arbetsläge **Fritt**:
  - Allt kan ändras inkl. konstruktionsgeometri
  - Mer komplicerat och mer krävande av användaren
- Man startar alltid i typfallsläget genom att välja ett typfall...

## Nytt...



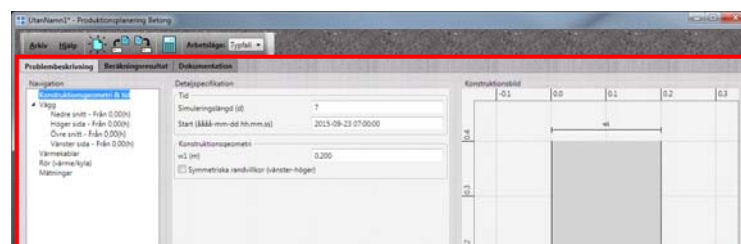
- För att skapa en ny beräkning tryck på knappen **Nytt**...
- Välj sedan lämpligt typfall från dialogen genom att dubbelklicka på det
- I vårt fall välj **Vägg, mittsektion**

PPB ver. 1.2

1 Väggsnitt - en enkel beräkning

7

## Problembeskrivning - flikar



- **Navigation** – här väljer du vilken del av problembeskrivningen du vill jobba med
- **Detaljspecifikation** – innehåller alla detaljer för den i Navigation valda delen
- **Konstruktionsbild** – visar konstruktionen med markerad del enligt valet i Navigation

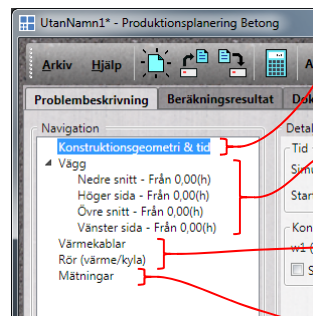
PPB ver. 1.2

1 Väggsnitt - en enkel beräkning

8

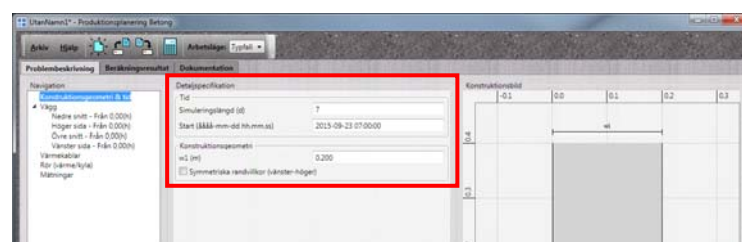


## Navigation



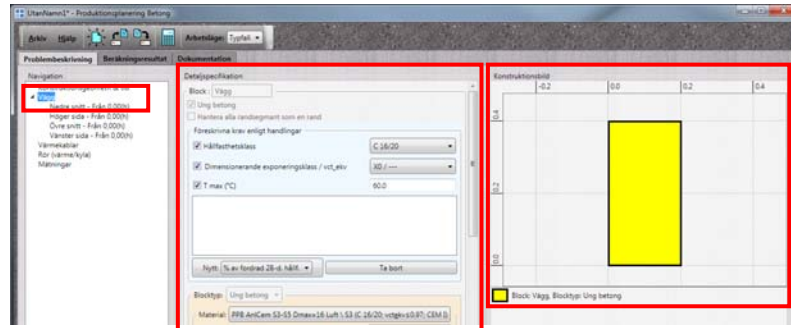
- Konstruktionens grundläggande egenskaper
- Egenskaper för materialblock och deras resp. ränder
- Andra egenskaper för hela konstruktionen
- Hantering av mätdata

## Konstruktionsgeometri & tid



- Hur lång skall simuleringen vara?
- När startar den i realtid? – viktigt om mätdata skall sedan jämföras med simulering
- Storlek(ar) i geometrin – jämför med bild!
- Möjlig symmetri avs. randvillkor

## Blockegenskaper - Vagg



- Markera **Vagg** i **Navigation**
- Vaggblocket markeras i **Konstruktionsbild**
- Egenskaper syns in **Detaljspecifikation**

PPB ver. 1.2

1 Vaggsektion - en enkel beräkning

11

## Detaljer för block av ung betong

- Grundläggande egenskaper för blocket – förvalda i typfallsläget
- Föreskrivna krav – kommer att övervakas och kontrolleras
- Material och gjuttemperatur
- Själva gjutningen – hanteras som momentan eller med simulerad påfyllning över tid

PPB ver. 1.2

1 Vaggsektion - en enkel beräkning

12

## Krav

- Enligt SS-EN 206:2013 och SS 137003:2015
- Används för att övervaka hur härdningen lyckas i betongblocket
- Möjlighet att koppla bort
- Möjlighet att definiera egna
- Välj:
  - Hållfasthetsklass C30/37
  - Dim. exp.klass XC3
  - T max 60° C

## Blockmaterial

- Blocktyp förvald i typfallsläget
- Val av betongrecept
- Justering av
  - cementhalt
  - 28-dygs hållfasthet
- Gjuttemperatur – temperaturen betongen håller när den hamnar i formen

## Blockmaterial – val av recept

- Recepten är ordnade i familjer
- Klicka på ringen före familjenamnet för att expandera familjen och se innehållet
- Markera ett recept och tryck på knappen **Ok** för att välja receptet

Recept	CEM	Slut	Slut	Slut
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,97	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,76	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,64	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,58	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,58	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,54	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,49	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,43	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,42	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,39	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,37	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,38	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,33	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,34	53	16
Cementa Bas/Cem	CEM I 53	0,33	53	16

PPB ver. 1.2

1 Vaggsektion - en enkel beräkning

15

## Gjutning

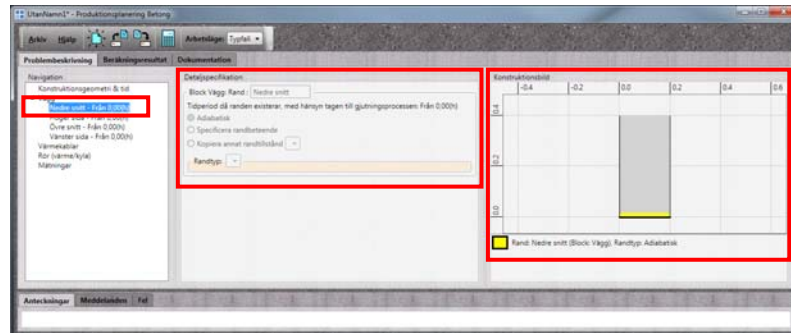
- Vilken typ:
  - Momentan gjutning - de flesta konstruktioner utom t.ex. hela väggar
  - Simulerad påfyllning – hela konstruktioner med betydande utsträckning i höjled
- Starttiden kan också påverkas (exempel på fördröjd gjutning kommer senare)

PPB ver. 1.2

1 Vaggsektion - en enkel beräkning

16

## Randegenskaper – Nedre snitt



- Markera **Nedre snitt** i **Navigation**
- Randen markeras i **Konstruktionsbild**
- Egenskaper syns in **Detaljspecifikation**

PPB ver. 1.2

1 Veggsektion - en enkel beräkning

17

## Detaljer - adiabatisk rand



- Randtyp förvald i typfallsläget
- Alla "snitt" är adiabatiska, dvs. ingen värme flödar över dem
- För en adiabatisk rand behöver inget mer specificeras

PPB ver. 1.2

1 Veggsektion - en enkel beräkning

18

## Detaljer för rand hos ung betong

Block Vagg Rand - Höjer sida  
 Tabellerad så randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen från 0.000%  
 Adäkvärd  
 Specificera randbeton  
 Kopiera ansatt randstiftelse  
 Föreskrivna krav  
 Härdningsklass  
 Härdningsklass 1  
 Randtyp: Höjer sida ung betong  
 Väder: Väderlek  
 Temperatur (°C): 15.0  
 Vindstyrka: Vindstilla (-2)ms  
 Väderskydd:  Använd  
 Temperaturhöjning (°C): 1.0  
 Form: Höjer 30cm, oisolerat  
 Formrivning:  Manuell formrivning  Automatisk formrivning  
 Formrivningspunkt (h): 24.00  
 Väder:  % av förordad 28-dygns hållfasthet 70  Medel  Min  
 Tryckhållfasthet (MPa) 4.0  Medel  Min  
 Randens härdningsklass  
 Isolering efter formrivning  
 Isoleringstyp: Ingen  
 Fördjupning efter formrivning (h): 1.00  
 År (h): 188.00

- Grundläggande egenskaper för blocket – förvalda i typfallsläget
- Föreskrivna krav – kommer att övervakas och kontrolleras
- Väderlek
- Väderskydd
- Form och formrivning
- Eventuell isolering efter formrivningen

## Randkrav

Föreskrivna krav  
 Härdningsklass  
 Härdningsklass 3  
 Randtyp: Höjer sida ung betong  
 Väder: Väderlek  
 Temperatur (°C): 15.0

- Övervakning av härdningskrav (vattenhärdning)
- På som standard – går att koppla bort
- Enligt SS-EN 13670:2009 och SS 137006:2015
- Välj:
  - Härdningsklass 3

## Väderlek och väderskydd

- Väderlek:
  - En väderlek för hela typfallet
  - Lufttemperatur
  - Uppskattad vindstyrka
- Väderskydd - om den används :
  - En specifikation per rand
  - Tas inverkan av vinden bort
  - Lufttemperaturen kan ändras genom uppvärmning
- Välj:
  - Lufttemp. 5°C + blåst
  - Inget väderskydd

## Form och isolering

- Val av formtyp från en databas – formen väljs som oisolerad eller med isolering
- Möjlighet att isolera efter formrivning
- Formrivning sker vid angiven tidpunkt (manuell) eller då angivna krav uppfylls (automatisk)
- Välj:
  - Plywood 17mm, oisolerad
  - Låt resten vara som det är

## Låt oss specificera – Höger sida

- Härdningsklass 3
- Lufttemp. 5°C + blåst
- Inget väderskydd
- Formtyp: Plywood 17mm, oisolerad
- Acceptera föreslagen automatisk formrivning för stödjande form
- Inget isolering efter formrivning

PPB ver. 1.2

1 Vaggsektion - en enkel beräkning

23

## Låt oss specificera – Vänster sida

- Härdningsklass 3
- Lufttemp. 5°C + blåst
- Använt väderskydd men utan temperaturhöjning (endast borttagen vind)
- Formtyp: Plywood 17mm, oisolerad
- Acceptera föreslagen automatisk formrivning för stödjande form
- Inget isolering efter formrivning

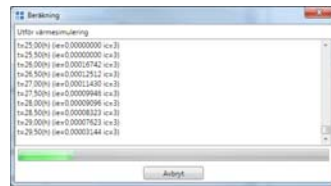
PPB ver. 1.2

1 Vaggsektion - en enkel beräkning

24

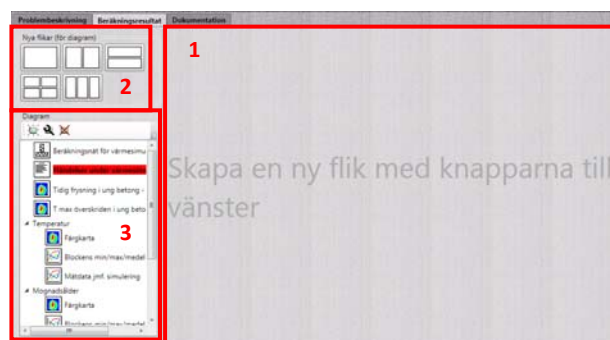


## Kör beräkning



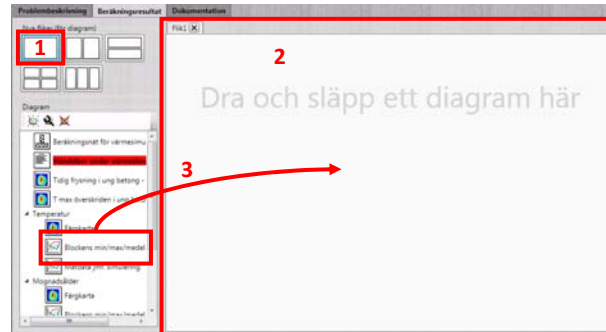
- Tryck på knappen för beräkning i verktygsraden
- (en dialog för nätgenerering blixtrar förbi på skärmen)
- En dialog för pågående beräkning visas
- Man kan avbryta pågående beräkning om man vill
- När beräkningen är färdig försvinner dialogen av sig själv

## Beräkningsresultat



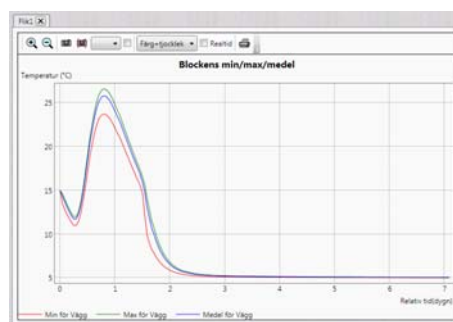
- 1: Plats för flikar som kan innehålla ett eller flera diagram
- 2: Knappar för att skapa flikar
- 3: Diagram som kan placeras i flikarna

## Första diagrammet



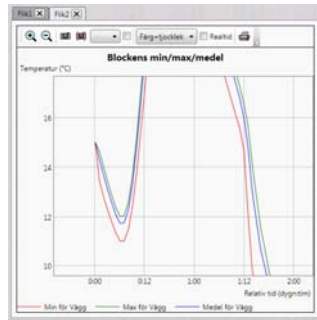
- 1: Klicka på knappen för ny flik med ett diagram
- 2: En tom flik dyker upp
- 3: Dra och släpp diagrammet för temperatur med blockens min/max/medel på den tomma diagramytan i fliken

## Temperatur max/min/medel



- Diagrammet visar kurvor för maximal, minimal samt medeltemperatur i blocket (väggsektionen)

## Zooma och skrolla



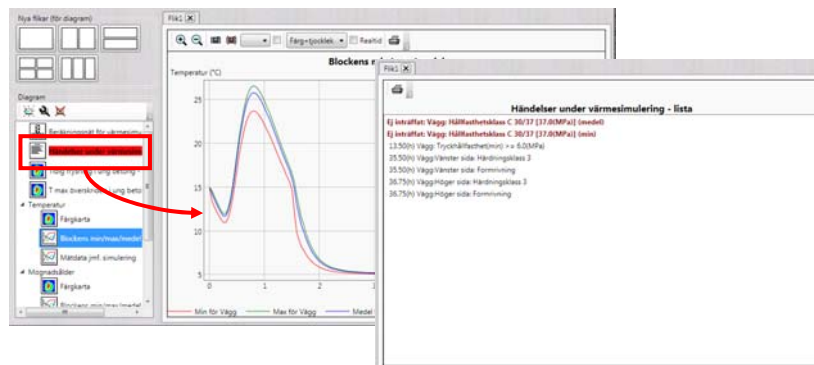
- Zooma (förstora/förminska)
  - Knapparna med förstoringsglas i diagrammets verktygsrad
  - Dubbelklicka (förstora) eller Shift-dubbelklicka (förminska) i diagrammet
  - Ställ muspekaren i diagrammet och snurra på mushjulet
- Skrolla (flytta i förstorat diagram)
  - dra och släpp i diagramytan

PPB ver. 1.2

1 Väggssektion - en enkel beräkning

29

## Att byta innehållet i en flik



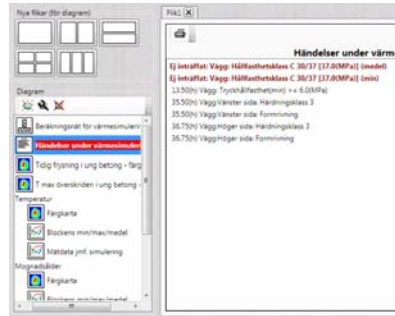
- Dra och släpp **Händelser under värmesimuleringen** i fliken på kurvdiagrammet
- Diagrammet byts då ut mot händelselistan

PPB ver. 1.2

1 Väggssektion - en enkel beräkning

30

## Händelselista



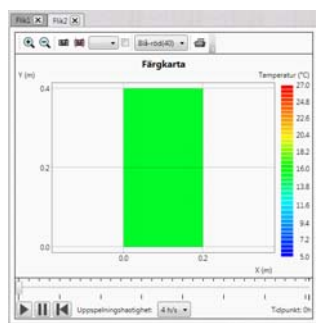
- Listan innehåller alla beräknade händelser så som:
  - automatisk formrivning
  - uppfyllande av specificerade krav
- Listan kan innehålla varningar om krav inte uppfyllts
- Varningar listas i rött före händelserna
- Om varningar finns är även listobjektet bland alla diagrammen till vänster markerat i rött

PPB ver. 1.2

1 Vaggsektion - en enkel beräkning

31

## Temperatur Färgkarta



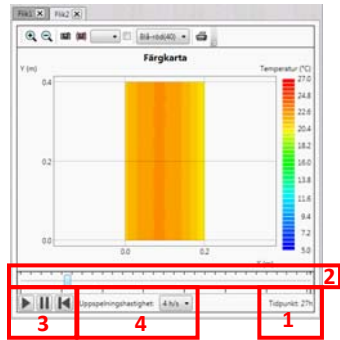
- Skapa en andra flik och dra ut färgkartan för temperatur på den
- Färgkartan visar hur temperaturen varierar i konstruktionen vid en viss tidpunkt
- Man kan styra vilken tidpunkt som visas
- Man kan även köra hela härdningen animerad som en film

PPB ver. 1.2

1 Vaggsektion - en enkel beräkning

32

## Styrning av tid + animering



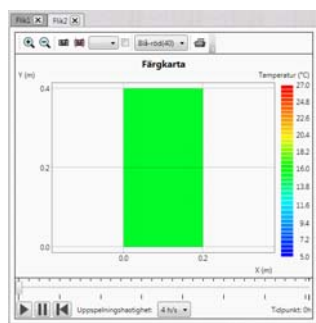
- 1: här visas tidpunkten
- 2: tidslinjal – dra i markören för att ändra visad tidpunkt
- 3: knappar för uppspelning av animering (ungefär som på en DVD)
- 4: möjlighet att styra hur snabbt förloppet spelas upp (timmar härdning per sekunder film)

PPB ver. 1.2

1 Vaggsektion - en enkel beräkning

33

## Styrning av tid + animering



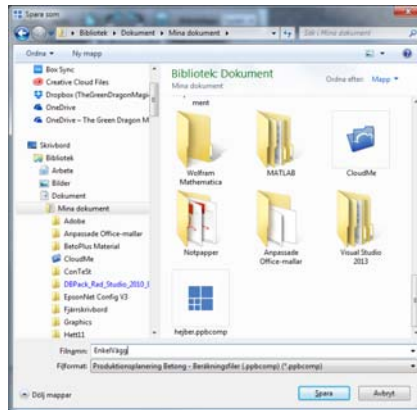
- Man kan zooma och skrolla i färgkartan, även under pågående animering
- Man kan föra tidsmarkören under animering om man t.ex. vill se om en tidigare sekvens
- Färgkartan är ett bra sätt att förstå vad som händer i konstruktionens olika delar under härdningen

PPB ver. 1.2

1 Vaggsektion - en enkel beräkning

34

## Spara projektet




- Tryck på knappen **Spara** i verktygsraden eller välj **Spara** ur menyn **Arkiv**
- Välj en mapp och ange ett namn för projektfilen, t.ex. "EnkelVagg"
- Tryck på knappen **Spara** i dialogen



## Vad har vi lärt oss?

- Att starta huvudprogrammet och hitta i huvudfönstret
- Att skapa ett enkelt typfall - en väggsektion - inkl.:
  - en enkel beskrivning av ung betong
  - en enkel beskrivning av ränder
- Att köra en beräkning
- Att ta fram resultatflikar och diagram
- Att titta på händelselista och varningar
- Att zooma och skrolla i kurvdiagram
- Att studera färgkarta inkl. animering och styrning av tidpunkt
- Att spara ett projekt



**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**2 Vaggsektion - fördjupning**

Copyright © 2015 SBUF och The Green Dragon Magic

## Vad skall vi lära oss?

- Detaljer i problembeskrivningen:
  - Hur krav fungerar för block och ränder
  - Hur betongrecept klassificeras
  - Hur detaljer specificeras för väggsektionens ränder
- Detaljer i beräkningsresultaten:
  - Hantering av flikar
  - Styrning av diagram med verktygsrad och snabbmeny
  - Export av diagram
  - Hantering av vyer
- Dokumentation med genererad rapport

PPB ver. 1.2      2 Vaggsektion - fördjupning      2

## Detaljer för block av ung betong

- Grundläggande egenskaper för blocket – förvalda i typfallsläget
- Föreskrivna krav – kommer att övervakas och kontrolleras
- Material och gjuttemperatur
- Själva gjutningen – hanteras som momentan eller med simulerad påfyllning över tid

## Föreskrivna krav

- Enligt SS-EN 206:2013 och SS 137003:2015
- Påverkar inte direkt själva simuleringen
- Används för att kontrollera om materialval, arbetssätt och härdningens resultat uppfyller de föreskrivna kraven
- Kan specificeras för block samt ränder
- Kan användas för automatisk formrivning



## Krav för block - grundläggande

- Hållfasthetsklass
  - Kontrolleras under simuleringen som:
    - medelvärde för blocket
    - minimum för blocket
  - Avgränsar möjligt val av betongrecept
- Dimensionerande exponeringsklass
  - Avgränsar möjligt val av betongrecept
- Maximal temperatur
  - Kontrolleras under simuleringen

PPB ver. 1.2

2 Väggssektion - fördjupning

5

## Krav för block - tillägg

- Man kan lägga till och ta bort egna krav
- % av fordrad 28-dygns hållfasthet:
  - Kontrolleras under simuleringen
  - Använder 28-dygns hållfasthet föreskriven genom val av hållfasthetsklass
- Hållfasthet X MPa
  - Kontrolleras under simuleringen som medelvärde eller minimum för blocket
- Mognadsålder X h
  - Kontrolleras under simuleringen som medelvärde eller minimum för blocket

PPB ver. 1.2

2 Väggssektion - fördjupning

6

## Blockmaterial - klassificering



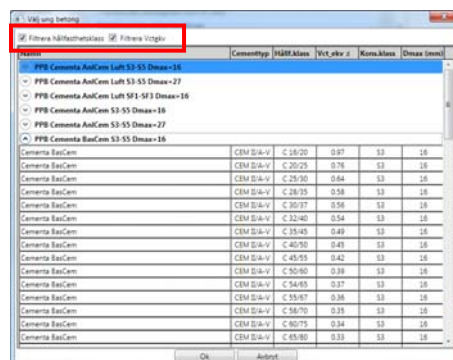
- Hållfasthetsklass, t.ex. C16/20:
  - Högsta hållfasthetsklass betongen får användas för
  - Skall uppfylla nominellt klassens 28-dygnshållfasthet, men kan i verkligheten ha en högre
- Högsta ekvivalenta vattencementtal, t.ex. 0.97
  - Olika leveranser kommer att ha olika vct\_ekv men ingen skall ha högre än det angivna
- Cementklass, t.ex. CEM I (enl. SS-EN 197-1:2011)
  - Specificerar vilka cement och tillsatsmaterial som får ingå
- Konsistensklass, t.ex. S3
- Dmax, t.ex. 16mm

PPB ver. 1.2

2 Väggsektion - fördjupning

7

## Blockmaterial – val av recept



- Receptens klassning och angivna blockkrav används som filter
- Endast recept som uppfyller krav ställda på hållfasthetsklass och Vct\_ekv visas
- Filtreringen går att koppla bort för att se alla recept

PPB ver. 1.2

2 Väggsektion - fördjupning

8

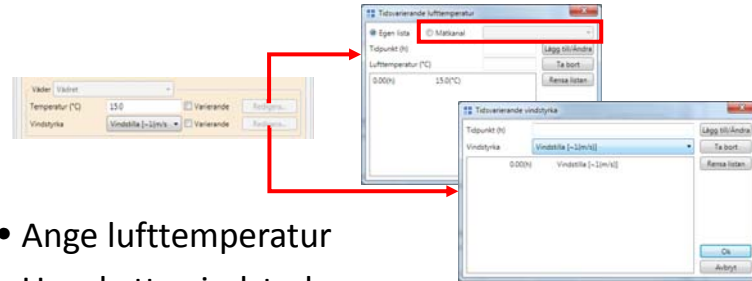
## Detaljer för rand hos ung betong

- Grundläggande egenskaper för blocket – förvalda i typfallsläget
- Föreskrivna krav – kommer att övervakas och kontrolleras
- Väderlek
- Väderskydd
- Form och formrivning
- Eventuell isolering efter formrivningen

## Randkrav

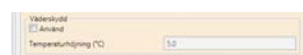
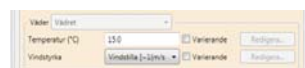
- Övervakning av härdningskrav (vattenhärdning)
- På som standard – går att koppla bort
- Fyra klasser enligt SS-EN 13670:2009 och SS 137006:2015
- Klass 1 är min 5h i temperatur på 5° C eller högre
- Klass 2-4 baserar sig på 28-dygns hållfastheten från blockets hållfasthetsklass
- Uppfyllandet av detta krav kan användas som delkriterium för formrivning (exempel kommer...)

## Väderlek



- Ange lufttemperatur
- Uppskatta vindstyrka
- Möjlighet att mata in värden som varierar med tiden
- Möjlighet att använda uppmätt lufttemperatur
- En väderlek för hela konstruktionen i typfallsläge

## Väderlek och vädterskydd



- En för hela konstruktionen (i typfallsläget)
- Används för att beskriva den huvudsakliga rådande väderleken på platsen
- Anges per rand (i typfallsläget)
- Används för att beskriva eventuella avvikelser från den gemensamma väderleken, vilket man åstadkommer genom t.ex. intäckning eller uppvärmning

## Form

- Val av formtyp från en databas
- Manuell formrivning
  - vid föreskriven tidpunkt
- Automatisk formrivning
  - vid uppfyllande av specificerade villkor
    - Randens hårdningsklass
    - X% av fordrad 28-dygns hållfasthet
    - X MPa hållfasthet
  - tidpunkten beräknas automatiskt

## Isolering efter formrivning

- Möjlighet att hänga på isolering efter formrivningen
- Val av isoleringstyp från en databas
- Hur lång tid tar det efter formrivningen att få dit isoleringen
- När tas isoleringen bort

## Hantering av resultatflikar



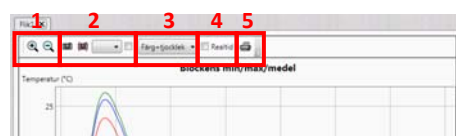
- 1: Knappar för att skapa nya tomma flikar. Knapparna visar hur många diagramplatser fliken kommer att ha och hur de kommer att vara ordnade
- 2: Man tar bort en flik med dess diagram genom att klicka på kryssknappen på fliken
- 3: Dubbelklickar man på flikens namn får man upp en dialog där namn kan namnge fliken själv. Tomt namn blir automatiskt "FlikX" där X är ett löpnummer

PPB ver. 1.2

2 Väggssektion - fördjupning

15

## Verktygsrad i diagram



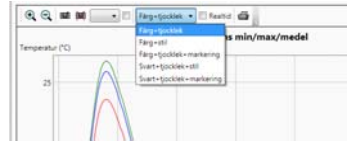
- 1: Zoomning
- 2: Vyhantering:
  - Spara vy
  - Ta bort vy
  - Välja från sparade vyer
  - Markera vydefinition i diagrammet
- 3: Val av hur kurvorna ser ut
- 4: Visar tidsskalan i realtid (klockslag och datum)
- 5: Skriver ut diagrammet

PPB ver. 1.2

2 Väggssektion - fördjupning

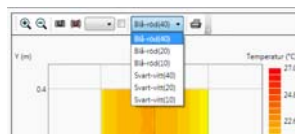
16

## Kurvtyper



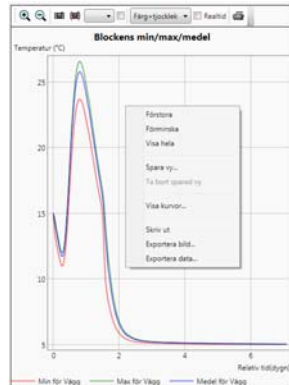
- Ett antal uppsättningar med kurvtyper finns definierade
- Man kan växla mellan dem och t.ex.
  - visa enskilda punkter i kurvan eller ej
  - anpassa diagrammet för svartvitt utskrift

## Färgpaletter



- Ett antal paletter med färger finns definierade för användning i färgkartor
- Vill man se en jämnare färgsättning väljer man en med många färger
- Vill man se skarpare gränser mellan temperaturområden väljer man en med färre färger
- Svartvitt finns för utskrift på skrivare utan färg

## Snabbmeny i kurvdiagram



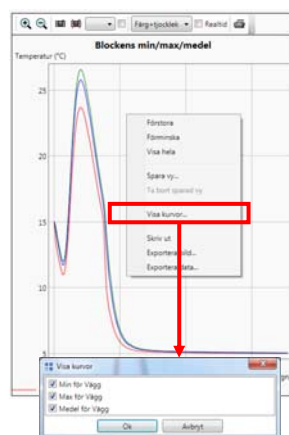
- Högerklicka i diagrammet för att visa snabbmenyn
- Zoomningskommandon inkl. **Visa hela**, som visar hela kurvorna maximerat över ytan
- Vykommandon
- Möjlighet att välja vilka kurvor som visas
- Utskrift
- Export av bild och data

PPB ver. 1.2

2 Vaggsektion - fördjupning

19

## Välj vilka kurvor som visas



- Diagrammet har ett antal fördefinierade kurvor
- Man kan visa alla eller bara några
- Kommandot **Visa kurvor...** tar fram en dialog
- Där kan man markera vilka kurvor som visas
- Bocka för eller bort och tryck **Ok**

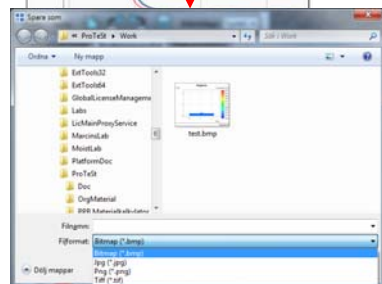
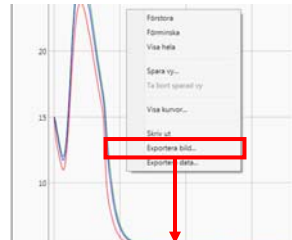
PPB ver. 1.2

2 Vaggsektion - fördjupning

20



## Exportera bild



- Diagrammet kan exporteras till bild
- Först får man välja mapp och format samt ange filnamn för bildfilen
- Sedan får man ange storlek i cm eller pixlar samt upplösning

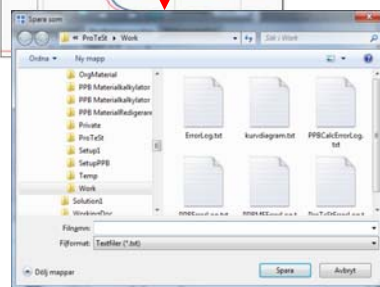


PPB ver. 1.2

2 Våggsektion - fördjupning

21

## Exportera data



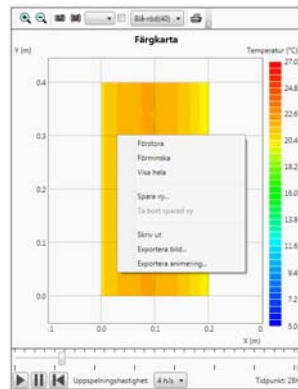
- Data bakom kurvorna i ett diagrammet kan exporteras till textfil
- Man får välja mapp och ange filnamn för textfilen
- Textfilen kan sedan t.ex. läsas in i Excel för vidare behandling av data

PPB ver. 1.2

2 Våggsektion - fördjupning

22

## Snabbmeny i färgkarta



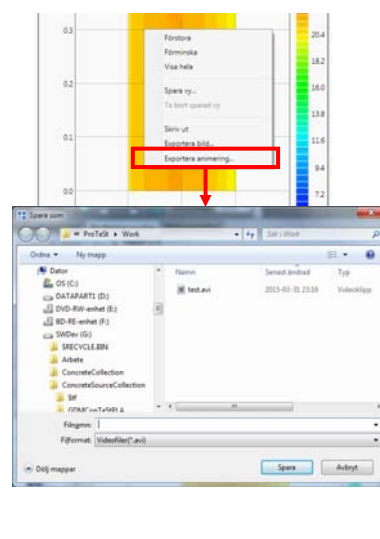
- Högerklicka i diagrammet för att visa snabbmenyn
- Zoomningskommandon inkl. **Visa hela**, som visar hela kurvorna maximerat över ytan
- Vykommandon
- Utskrift
- Export av bild och animering

PPB ver. 1.2

2 Vaggsektion - fördjupning

23

## Exportera animering



- En animerad sekvens av färgkartan kan exporteras till en videofil (\*.avi)
- Först får man välja mapp och filnamn för videofilen
- Sedan väljer man
  - upplösning
  - start- och sluttid för sekvensen
  - uppspelningshastighet

PPB ver. 1.2

2 Vaggsektion - fördjupning

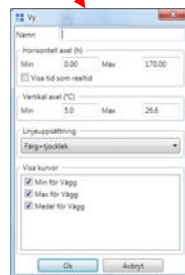
24

## Vyer



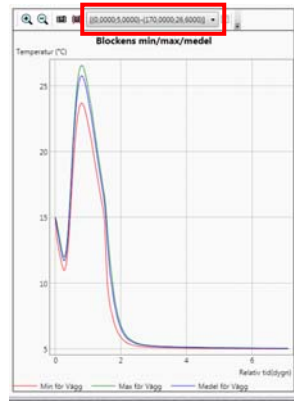
- En vy är som en stillbild av diagrammet så som det ser ut när vyn sparas
- Vyn innehåller
  - definition av skalor
  - val av kurvtyper (för kurvdiagram) eller färguppsättning (för färgkarta)
  - vilka kurvor som visas (för kurvdiagram)
  - visad tidpunkt (för färgkarta)
  - ett namn, om man angett ett sådant
- Man kan spara många vyer

## Spara en vy



- Man sparar en vy av hur diagrammet ser ut genom att klicka på knappen **Spara vy...**
- Vydialogen visas då med hela definitionen av vyn
- Man kan ge vyn ett namn
- Man kan också justera vydefinitionen (t.ex. skalan) innan den sparas

## Diagrammet med vald vy



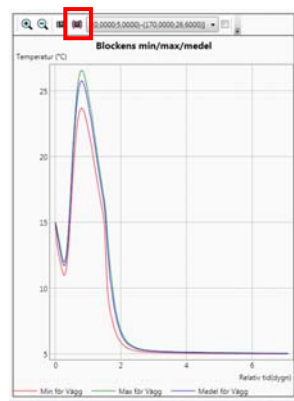
- Efter man har spara en vy se man vyn som vald i vylistan – diagrammet befinner sig ju i exakt den vyn
- Rör man någon inställning i diagrammet, försvinner vyn från toppen av listan eftersom diagrammet inte längre visas på detta sätt (vyn är kvar i listan men längre ner)
- Vill man visa vyn igen är det bara att välja den från listan

PPB ver. 1.2

2 Våggsektion - fördjupning

27

## Ta bort en vy



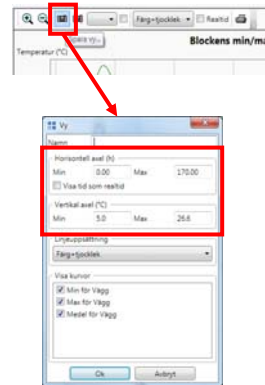
- Först välj vyn, som skall tas bort, från vylistan
- Sedan tryck på knappen **Ta bort sparad vy**
- Vyn är borta från listan nu

PPB ver. 1.2

2 Våggsektion - fördjupning

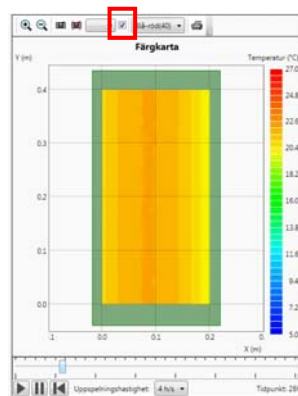
28

## Egen skala



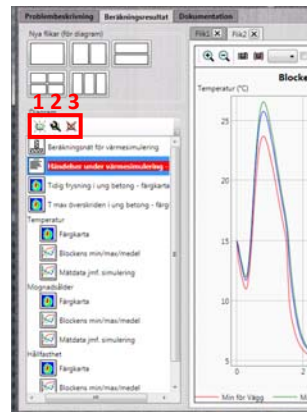
- Vill man visa diagrammet i en egen, exakt specificerad skala så använder man en vyn för detta ändamål:
  - Skapa en vyn
  - Innan vyns definition accepteras, ändra skalan till vad som önskas
  - Spara vyn
  - Använd vyn från listan varje gång diagrammet skall visas i den önskade skalan

## Visa vydefinitionen i diagrammet



- Man kan bocka för i verktygsraden att visa vydefinitionen (området) i diagrammet
- För kurvdiagram är vydefinitionen alltid lika med hela diagrammet
- För färgkartor där X och Y-axlar måste vara i proportion mot varandra kan det blir olika, beroende på hur stort utrymme vyn får på skärmen
- Funktionen används för att se vilket område som kommer att sparas i vydefinitionen och för att ev. justera diagrammet innan vyn sparas

## Ändra diagramdefinitioner



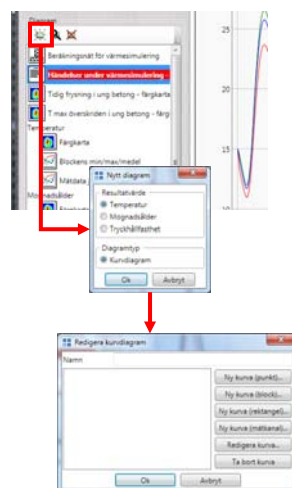
- Man kan lägga till, ta bort resp. ändra i definitionen hos kurvdiagrammen
- (De andra diagrammen är fasta och kan inte ändras)
- Man använder för detta ändamål knapparna ovanför diagramlistan
  - 1: Skapar ett nytt diagram
  - 2: Ändrar definition av det markerade diagrammet
  - 3: Tar bort det markerade diagrammet

PPB ver. 1.2

2 Vaggsektion - fördjupning

31

## Skapa nytt diagram



- Klicka på knappen för nytt diagram
- Välj i dialogen vilket resultatvärde diagrammet skall visa
- Definiera vilka kurvor som ingår i diagrammet

PPB ver. 1.2

2 Vaggsektion - fördjupning

32

## Definiera kurvor

- Definitionen för ett kurvdiagram består av en lista med kurvdefinitioner
- I dialogen kan man skapa nya kurvdefinitioner för:
  - värde i en punkt i konstruktionen
  - värde för ett block
  - värde för ett rektangulärt område i konstruktionen
  - värde baserat på definitionen av en mätkanal
- Markerar man en befintlig kurva i listan kan man redigera dess definition eller ta bort den

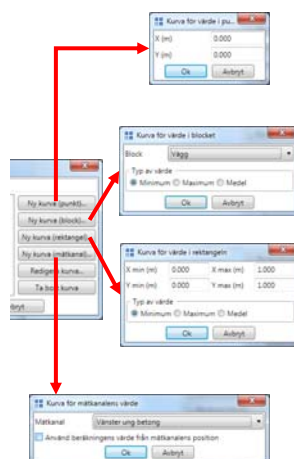


PPB ver. 1.2

2 Vaggsektion - fördjupning

33

## Olika typer av kurvrör



- **Punkt:**
  - man anger koordinater för punkten
- **Block:**
  - man väljer blocket från listan
  - man väljer om det är min., max. eller medelvärde för blocket som gäller
- **Rektangel:**
  - man anger rektangelns koordinater
  - man väljer om det är min., max. eller medelvärde på rektangeln som gäller
- **Mätkanal:**
  - man väljer en mätkanal från listan
  - man väljer om det är det uppmätta värdet eller det simulerade värdet (i samma position) som gäller

PPB ver. 1.2

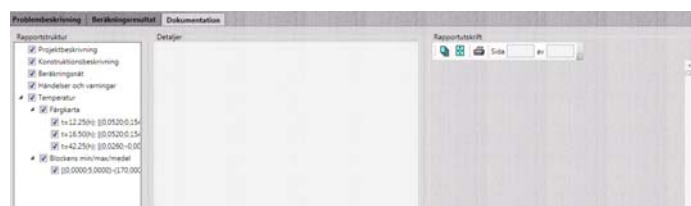
2 Vaggsektion - fördjupning

34

## Rapport

- I PPB kan man på ett smidigt sätt generera en rapport
- Rapporten kan innehålla i princip all information som finns i ett projekt inkl.
  - en fullständig beskrivning
  - olika bilder från beräkningsresultaten
  - ev. inlästa mätdata (vi tittar på detta senare i kursen)
- Man kan styra vad rapporten innehåller
- Man kan justera hur diagrammen visas
- Alla diagram visas m.h.a. definierade vyer
  - så gå in i resultaten och spara några vyer per diagram 😊

## Dokumentation



- I huvudfliken **Dokumentation** hanterar man rapporten
- **Rapportstruktur** fungerar ungefär som Navigation i Problembeskrivningen
  - här väljer man vilka delar av rapporten som skall vara med
  - här markerar man en del för att visa/ändra på dess detaljer
- I **Detaljer** kan man visa/ändra på detaljer i den valda rapportdelen
- I **Rapportutskrift** genererar man själva rapporten, förhandsvisar och skriver ut den.



## Rapportstruktur



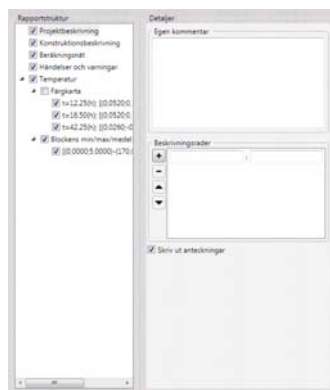
- Rapportstrukturen visar rapportens indelning i kapitel och underkapitel
- Om en punkt inte är vald kommer inte dess underpunkter med
- Alla kapitel och underkapitel kan kommenteras med fri text - **Egen kommentar i Detaljer**
- Vissa kapitel innehåller inte några andra detaljer som kan specificeras

PPB ver. 1.2

2 Vaggsektion - fördjupning

37

## Projektbeskrivning



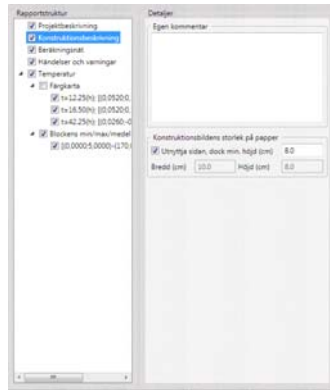
- **Projektbeskrivningen** innehåller endast den beskrivning man ger i **Detaljer**
- I **Egen kommentar** kan man beskriva projektet med fri text
- I **Beskrivningsrader** kan man ange mer strukturerad information på formen
  - rubrik : innehåll
- Knappar finns för att skapa och ta bort rader resp. ändra på inbördes ordning
- Man kan också välja om **Anteckningar** från underkanten av huvudfönstret skall med i rapporten

PPB ver. 1.2

2 Vaggsektion - fördjupning

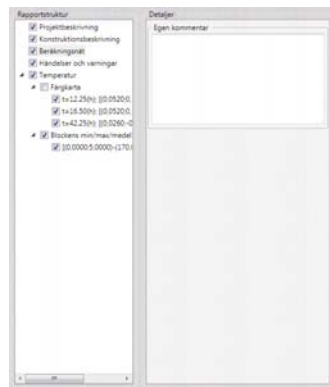
38

## Konstruktionsbeskrivning



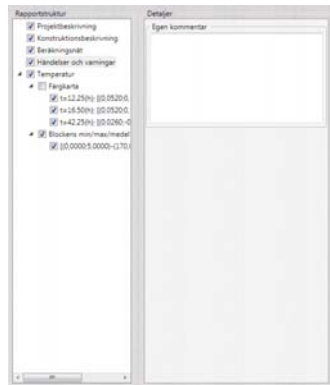
- Konstruktionsbeskrivningen består huvudsakligen av:
  - en översiktsbild på konstruktionen
  - en fullständig lista av allt specificerat i problembeskrivningen
- I **Egen kommentar** kan man dessutom beskriva konstruktionen med fri text
- Man kan styra hur bilden kommer att monteras i rapporten
  - maximal storlek på den sida den hamnar dock som minst en viss höjd
  - fast storlek

## Beräkningsnät



- Beräkningsnät består huvudsakligen av:
  - en översiktsbild på elementnätet som används för FEM beräkningen
- I **Egen kommentar** kan man dessutom beskriva beräkningsnätet med fri text

## Händelser och varningar



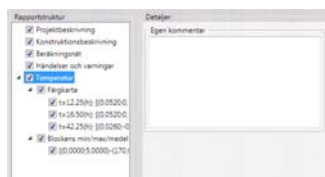
- Händelser och varningar består huvudsakligen av:
  - listan med händelser och ev. varningar
- I **Egen kommentar** kan man dessutom beskriva listan med fri text

PPB ver. 1.2

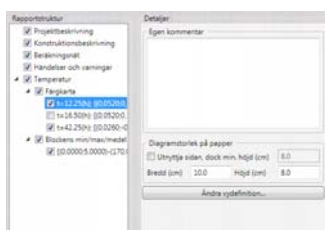
2 Väggssektion - fördjupning

41

## Resultat



- Resultatdelen är ordnad i
  - resultatvärden (t.ex. temperatur)
  - diagram (t.ex. färgkarta)
  - vyer



- Resultatvärden och diagram har bara rubriker och egna kommentarer
- Vyerna innehåller bilder
- Bildernas montering styrs på samma sätt som för konstruktionsbilden
- Man kan även härifrån justera definitionen av själva vyn

PPB ver. 1.2

2 Väggssektion - fördjupning

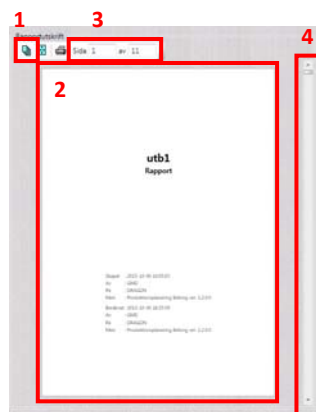
42

## Rapportutskrift



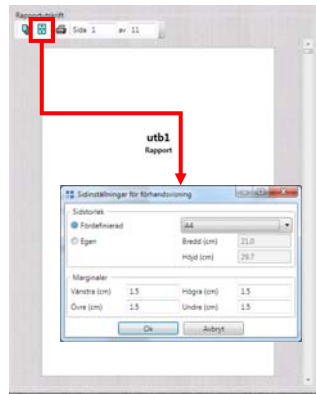
- Denna del används för att:
  - generera själva rapporten
  - förhandsvisa den
  - skriva ut den
- Verktygsraden innehåller knappar och kontroller för
  - 1: generering av rapporten
  - 2: styrning av format
  - 3: utskrift
  - 4: visning och styrning av vilken sida som förhandsvisas

## Generera och visa rapport



- 1: Generera rapport
- 2: Rapporten förhandsvisas en sida i taget
- 3: Ändra vilken sida som visas genom att ändra sidnumret
- 4: Det går också att bläddra i rapporten med bläddringslistan

## Layout



- Rapportens standardlayout är baserat på stående A4 med 1,5 cm marginal
- Man kan ändra dessa inställningar genom att:
  - välja annat pappersformat eller ange eget
  - ändra marginalerna
- **Observera** att den inställning man väljer bör stämma överens med pappersformat som skrivaren är inställd på

## Vad har vi lärt oss?

- Hur krav fungerar i detalj för block och ränder
- Om klassificering av betongrecept och hur detta samverkar med de föreskrivna kraven vid val av recept
- Hur man specificerar varierande lufttemperatur och vindstyrka
- Hur väderlek och väderskydd samverkar i konstruktionsbeskrivningen
- Hur form och formrivning kan beskriva i detalj inkl. manuell och automatisk formrivning
- Hur isolering efter formrivningen kan specificeras i detalj

## Vad har vi lärt oss?

- Hur man hanterar resultatflikar
- Hur verktygsraden fungerar i diagram
- Hur snabbmenyn fungerar i diagram
- Hur man exporterar diagram som bild, video och/eller data
- Hur vyer fungerar
- Hur man genererar en rapport
- Hur man styr i detalj vad som finns i rapporten och hur bilder monteras i den



**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**3 Platta på mark**

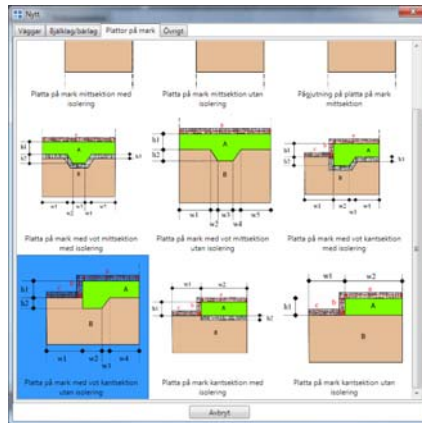
Copyright © 2015 SBUF och The Green Dragon Magic

## Vad skall vi lära oss?

- Att räkna på platta på mark
- Att simulera glättning
- Att använda händelselista och kurvdiagram för att få översikt över hur väl vi lyckats gjuta
- Att använda färgkarta för att förstå vad som hände och vad som gick snett
- Att använda täckning, formisolering, isolering efter formrivning samt isolering mot mark

PPB ver. 1.2      3 Platta på mark      2

## Platta på mark



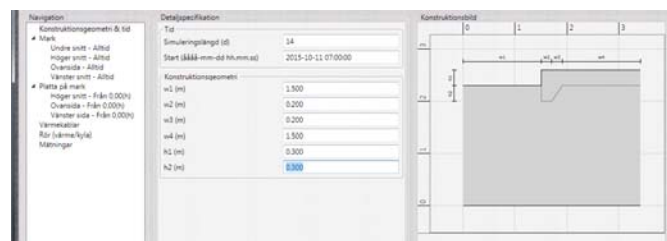
- Skapa ett nytt projekt med:
  - **Platta på mark med vot kantsektion utan isolering**

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

3

## Konstruktionsgeometri & tid



- Sätt simuleringstid till 14 dygn
- Sätt plattans tjocklek ( $h_1$ ) till 30 cm
- Sätt votens djup ( $h_2$ ) till 30 cm

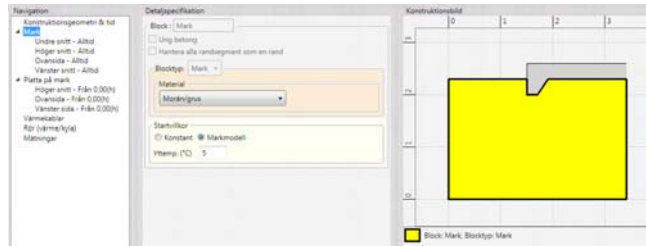
PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

4



## Mark



- Välj **Morän/grus** som material för marken
- Markmodellen för starttemperaturen tar som indata ytemperaturen och låter den sedan med djupet gå över i 6°C på 2m djup.
- Välj **Markmodell** och ange 5°C som ytemperatur

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

5

## Mark – undre snitt



- Undre snitt i marken använder sig av ett mer avancerat sätt att beskriva ränder:
  - omgivande temperatur
  - värmeövergångstal (ett fysikaliskt mått på randens värmeledningsförmåga)
- Med de föreslagna värdena blir temperaturen konstant på randen
- Ändra inget 😊

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

6

## Mark - ovansida

- Höstväder:
  - 5°C lufttemperatur
  - Blåst
- Vi gör ingen mer på denna markbit
  - Inget väderskydd
  - Ingen täckning
  - Inget infravärme

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

7

## Infravärme - detaljer

- För alla horisontella ränder kan infravärme användas
- Man anger effekt per yta samt när uppvärmningen startar och när den slutar
- Vill man beskriva en mer komplex uppvärmning får man använda tidsvarierande infravärme och ange en lista av tidpunkter med installerad effekt som gäller fr.o.m. tidpunkten i fråga
- Varierande effekt modelleras som styckvis konstant funktion av tid

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

8

## Platta på mark

- Krav:
  - C 30/37
  - XC2
- Material:
  - Cementa BasCem C30/37, S3, Dmax=27mm
- 15°C gjuttemperatur
- Momentan gjutning

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

9

## Platta - ovansida

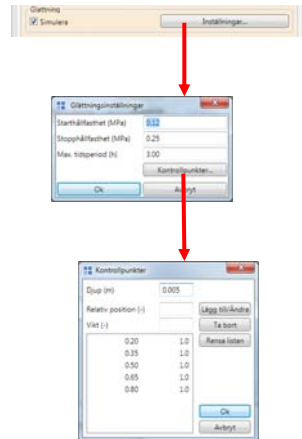
- Krav:
  - Härtningsklass 3
- Vi börjar med oskyddad betong så får vi se...
  - Inget väderskydd
  - Ingen täckning
  - Ingen infravärme
- Vi skall glätta!

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

10

## Glättning



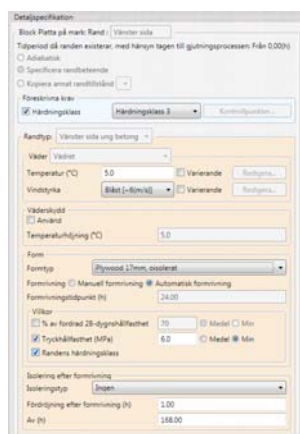
- Glättning baserar sig på beräkning av medelhållfasthet precis under ytan som skall glättas – som standard snittet av fem punkter på djup av 5mm utspridda längs med ytan, dock inte i själva hörnen
- Glättningen beräknas kunna ske då den beräknade ythållfastheten är mellan 0.12 och 0.25 MPa
- Glättningen begränsas dessutom till max 3 timmar
- Under glättningen tas eventuell täckning bort och läggs tillbaka då glättningen är slut
- Start- och sluttidpunkt för glättningen redovisas i händelselistan i beräkningsresultaten
- Alla standardinställningar går att justera

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

11

## Platta – vänster sida

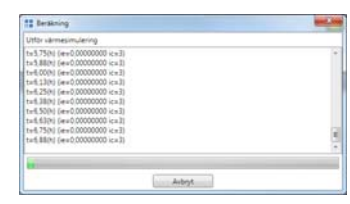


- Krav:
  - Härdningsklass 3
- Vi börjar med oskyddad betong så får vi se...
  - Inget väderskydd
  - Form **Plywood 17mm, oisolerad**
- Automatisk formrivning som föreslaget
- Ingen isolering efter formrivning

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

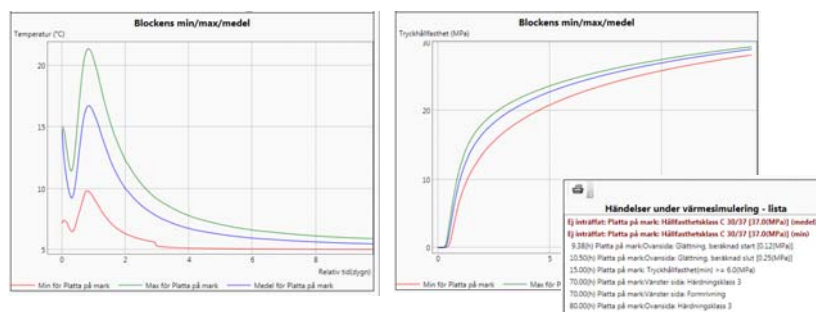
12



Utbildning3  
a

PPB ver. 1.2                      3 Platta på mark                      13

## Hur gick det?



- Glättning efter drygt 9 timmar
- Hela plattan är aldrig över 10°C
- Mer än 3 dygn innan ovansidan härdningsklass är innefattad
- ☹ ☹ ☹

## Om du inte är nöjd...

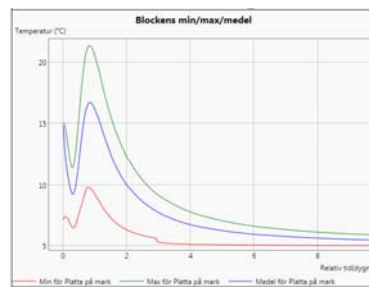
- Om du inte är nöjd med hårdnandet, **studera temperaturen!**
- Hårdnandet styrs av värme
- Om konstruktionen kyls av omgivningen så tappar betongen värmen vilket resulterar i försämrad mognad och hållfasthetstillväxt
  - ...isolering / täckning?
  - ...väderskydd?
  - ...värme: infra / kabel / värmerör?
- Är det riktigt illa så kommer hårdnandet aldrig igång
  - ...högre gjuttemperatur?

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

15

## Studera temperatur...



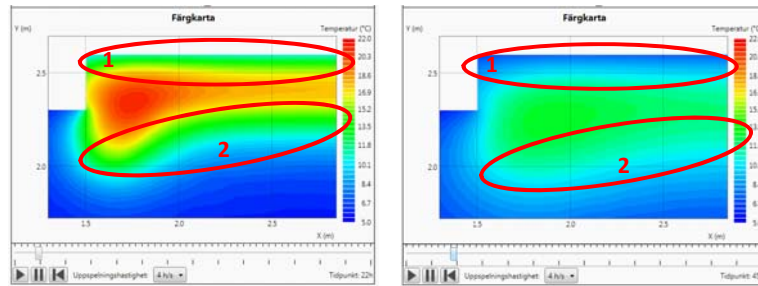
- Topparna vid ca 1 dygn säger att hårdnandet kom igång
- Medeltemperatur med en topp på 17°C är dock svagt
- Efter topparna ser vi att konstruktionen kyls av ganska raskt
- Betongen läcker för mycket värme!
- Studera färgkarta för att ta reda på var!

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

16

## Vart tar värmen vägen?



- Bilderna är tagna vid temperaturmax (ca 1 dygn) och ca 1 dygn senare
- 1: Vi har en stor kyleffekt från den fria ytan på ovansidan
- 2: Betongen värmer även upp marken, dvs. marken kylv betongen

## Åtgärder

- Vi tittar först på vad begränsning av kylningen från luften kan åstadkomma:
  - Täckning + formisolering

## Täckning på ovansidan

- Välj 3 centimeters isolermatta som täckning på ovansidan av plattan
- Den skall på 1 timme efter gjutning och av efter en vecka (168h)

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

19

## Formisolering på vänster sida

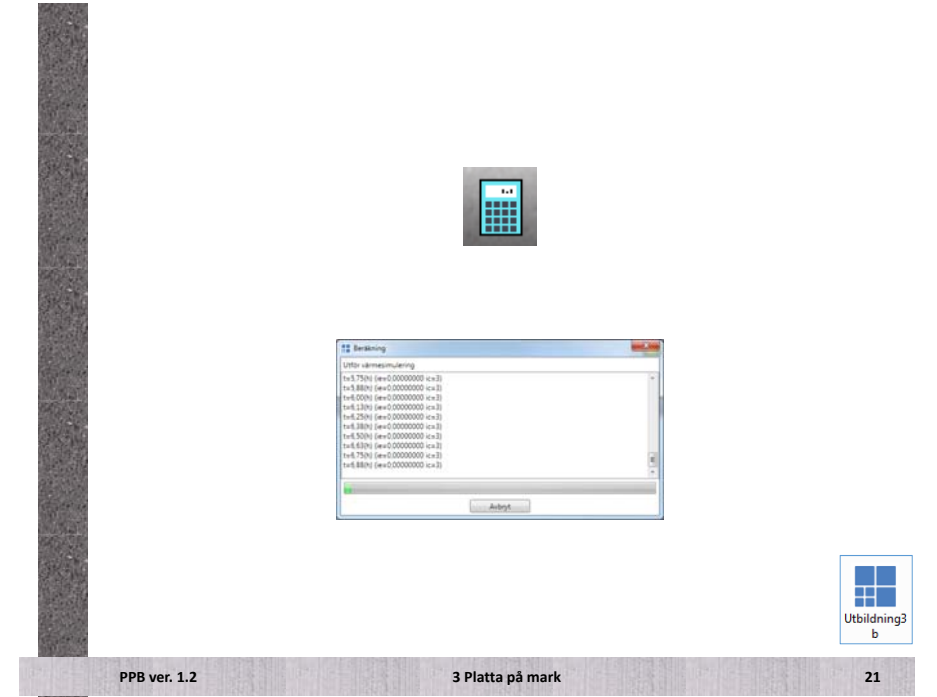
- Byt formtyp till:
  - Plywood 12-19mm, bruten isolering 30mm
- (Behåll resten som den är)

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

20



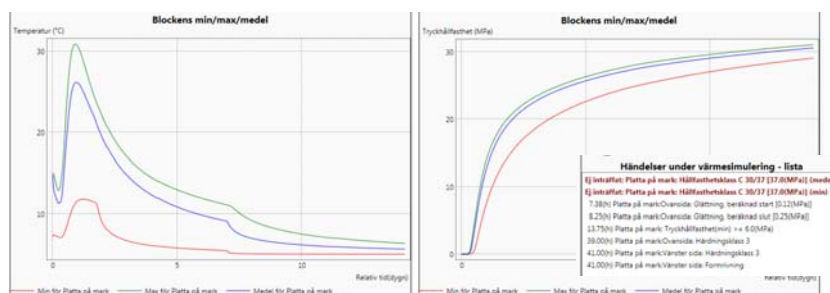


PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

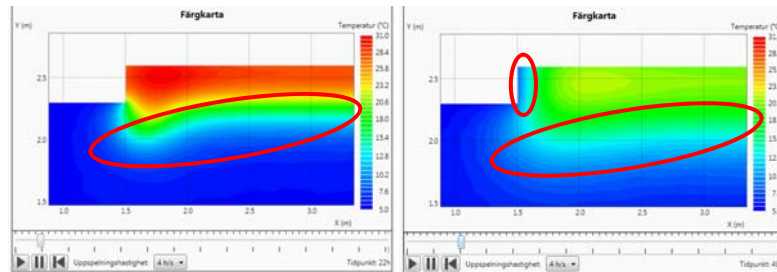
21

## Hur gick det?



- Glättning efter drygt 7 timmar – vunnit 2h!
- Max. och medeltemperatur har tagit sig – hårdnandet har kommit igång mycket bättre i större delen av plattan!
- Ovansidan når härdningsklassens krav på lite över 1,5 dygn - ok
- Lägsta temperaturen är fortfarande ett problem, vilket syns på kurvan för min. hållfasthet, som släpar efter resten

## Vart tar värmen vägen?

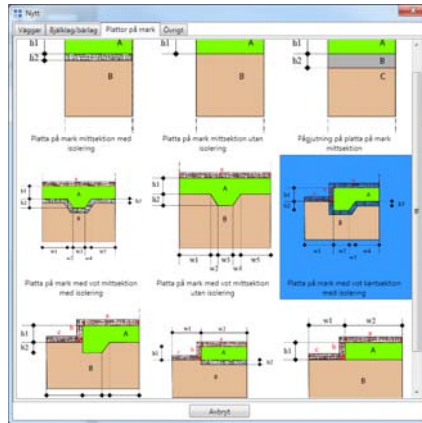


- Ovansidan ser bra ut
- Undersidan är fortfarande ett problem
- På andra bilden (vid 49h) ser vi att vänster sida kyls av fort efter formrivning – det kanske kan vara en bra idé att hänga dit samma isolermatta som redan täcker ovansidan...

## En jämförelse

- Isolering efter formrivning på vänster sida är lätta att få dit.
- Avkylningen från marken är dock svårare. Isolering vore bra men en sådan åtgärd kräver i regel kontakt med konstruktör och en framförhållning som sällan finns. Då återstår det att välja en högre betongkvalitet.
- Men..., låt oss jämföra hur det skulle se ut i samma fall (väder mm.) om konstruktören hade föreskrivit isolering mot mark!

## Nytt typfall



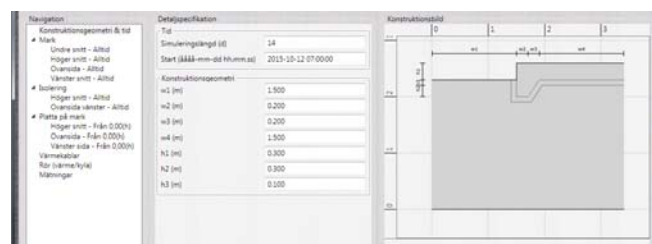
- För att få in isolering under plattan behöver vi byta typfall
- Skapa nytt projekt med **Platta på mark med vot kantsektion med isolering**

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

25

## Konstruktionsgeometri & tid



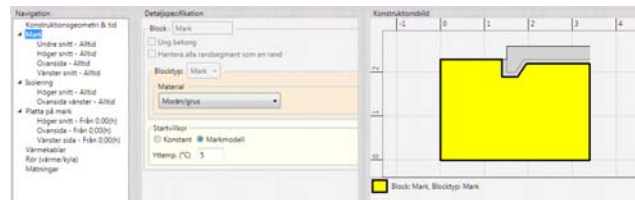
- Sätt simuleringstid till 14 dygn
- Sätt plattans tjocklek (h1) till 30 cm
- Sätt votens djup (h2) till 30 cm
- Sätt isoleringens tjocklek (h3) till 10 cm

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

26

## Mark



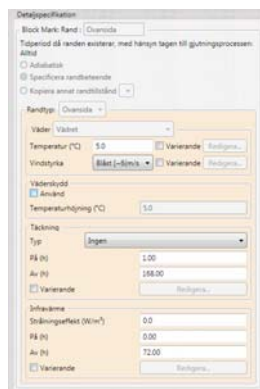
- Välj **Morän/grus** som material för marken
- Välj **Markmodell** och ange 5°C som yttemperatur

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

27

## Mark - ovansida



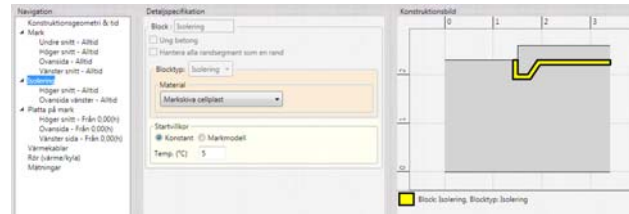
- Höstväder:
  - 5°C lufttemperatur
  - Blåst
- Vi gör ingen mer på denna markbit
  - Inget väderskydd
  - Ingen täckning
  - Inget infravärme

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

28

## Isolering



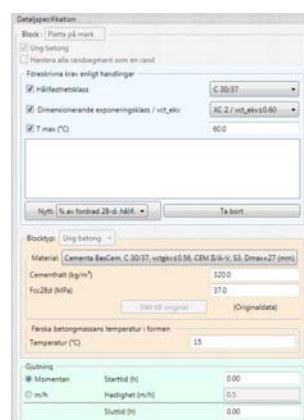
- För isoleringsblocket välj **Markskiva cellplast** som material
- Sätt konstant temperatur på 5°C som startvillkor

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

29

## Platta på mark



- Krav:
  - **C 30/37**
  - **XC2**
- Material:
  - **Cementa BasCem C30/37, S3, Dmax=27mm**
- 15°C gjuttemperatur
- Momentan gjutning

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

30

## Platta - ovansida

Detaljspecifikation  
 Block Platta på mark Rand: Ovanpå  
 Tappertid då randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen: Från 0:00  
 Automatisk  
 Specificera randbeteckning  
 Kopiera annat randbeteckning  
 Föreskrivna krav  
 Härdningsklass: Härdningsklass 3  
 Randtyp: Ovanpå utgå betong gjutning  
 Väder: Väder  
 Temperatur (°C): 5.0  
 Vindstyrka: Blåst (-6m/s)  
 Väderskild:  Använd  
 Temperaturhjälpning (°C): 5.0  
 Glättning  
 Simulera  
 Täckning  
 Typ: Isolermatta 0:000(m)  
 På (h): 1.00  
 Av (h): 168.00  
 Innehåll  
 Stålhöghetsföret (N/m²): 0.0  
 På (h): 0.00  
 Av (h): 72.00

- Krav:
  - Härdningsklass 3
- Täckning:
  - Isolermatta 3 cm
  - På vid 1h
  - Av vid 168h
- Simulering av glättning på

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

31

## Platta – vänster sida

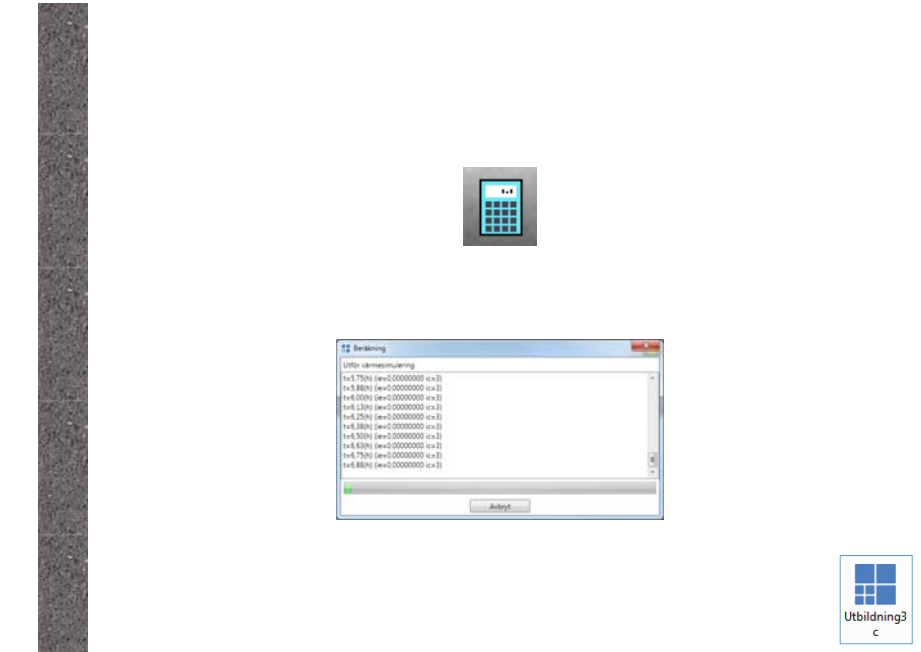
Detaljspecifikation  
 Block Platta på mark Rand: Vänster sida  
 Tappertid då randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen: Från 0:00  
 Automatisk  
 Specificera randbeteckning  
 Kopiera annat randbeteckning  
 Föreskrivna krav  
 Härdningsklass: Härdningsklass 3  
 Randtyp: Vänster sida utgå betong  
 Väder: Väder  
 Temperatur (°C): 5.0  
 Vindstyrka: Blåst (-6m/s)  
 Väderskild:  Använd  
 Temperaturhjälpning (°C): 5.0  
 Form  
 Formtyp: Plywood 12-19mm, bruten isolering 30mm  
 Formgivning:  Manuell formgivning  Automatisk formgivning  
 Formgivningstidpunkt (h): 24.00  
 Vikor  
 % av förtrad 28-dygnsålfaste: 70  
 Tryckhållföret (MPa): 6.0  
 Randens härdningsklass  
 Isolering efter formgivning  
 Isoleringstyp: Isolermatta 0:000(m)  
 På (h): 1.00  
 Av (h): 168.00

- Krav:
  - Härdningsklass 3
- Form
  - Plywood 12-19, bruten isolering 30mm
  - Automatisk formrivning som föreslaget
- Isolering efter formgivning:
  - Isolermatta 3cm

PPB ver. 1.2

3 Platta på mark

32



Utbildning3  
€

PPB ver. 1.2                      3 Platta på mark                      33

## Hur gick det nu då?



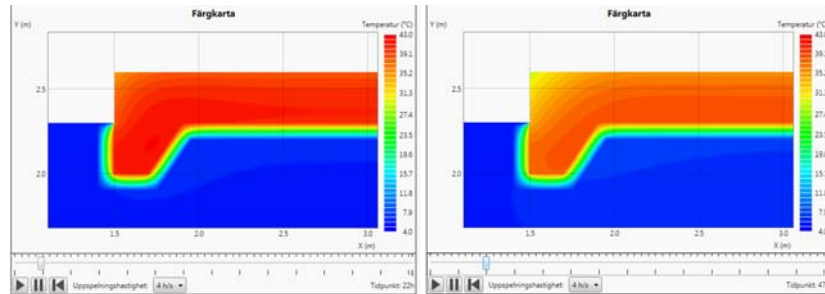
**Händelser under värmesimulering - lista**

- 6] Inskallat: Platta på mark HSBKastbetongklass C 30/37 [27,60MPa] (medel)
- 6] Inskallat: Platta på mark HSBKastbetongklass C 30/37 [27,60MPa] (min)
- 7.25(h) Platta på mark/Översida Glättning, beräknad start [0,230kPa]
- 8.00(h) Platta på mark/Översida Glättning, beräknad slut [0,230kPa]
- 12.00(h) Platta på mark Tryckkoefficienter >+ 6,00kPa
- 37.00(h) Platta på mark/Vänster sida Formrivning
- 37.00(h) Platta på mark/Översida Händringklass 3

- Glättning opåverkad
- Minsta temperaturen har nu stigit rejält. Hacken i den visar i kronologisk ordning glättning, formrivning samt borttagande av täckning och isolering
- Den erforderade 28-dygnshållfastheten är inte uppnådd men vi har bara simulerat 2 veckor...
- Kör gärna en beräkning med simuleringstid på 28 dagar ☺

PPB ver. 1.2                      3 Platta på mark                      34

## Och färgkartorna?




- Isoleringen mot marken är färgad som en regnbåge (stor temperaturgradient) medan plattan och marken har skilda temperaturer och uppvisar väsentligt mindre temperaturvariationer
- Slutsats: värmen håller sig där den skall 😊

## Vad har vi lärt oss?

- Att räkna på platta på mark
- Simulera glättning
- Att använda händelselista och kurvdiagram för att få översikt över hur väl vi lyckats gjuta
- Att använda färgkarta för att förstå vad som händer och vad som gick snett, dvs. förstå var värmen tar vägen
- Att använda täckning, formisolering, isolering efter formrivning samt isolering mot mark för att förhindra avkylning av konstruktionen och därav följande dåligt hårdnande





**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion**

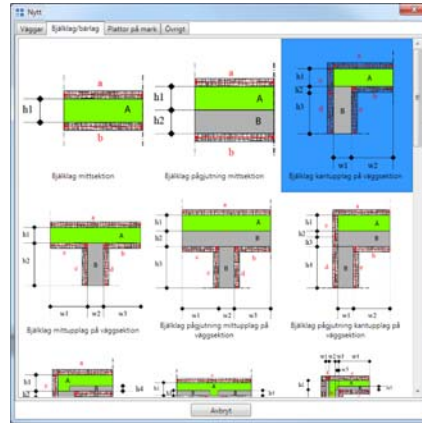
Copyright © 2015 SBUF och The Green Dragon Magic

## Vad skall vi lära oss?

- Att räkna på bjälklag
- Att upptäcka tidig frysning
- Att använda värmekablar
- Att fördröja gjutning för att först räkna på förvärmning av motgjuten konstruktion
- Att specificera dynamik i konstruktionen genom fördröjd gjutning
- Att använda färgkarta för att kontrollera förvärmningens resultat

PPB ver. 1.2      4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion      2

## Bjälklag



- Skapa ett nytt projekt med:
  - Bjälklag, kantupplag på väggsektion

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

3

## Konstruktionsgeometri & tid



- Sätt simuleringstid till 14 dygn
- Sätt bjälklagets tjocklek (h1) till 25 cm
- Sätt väggens tjocklek (w1) till 25 cm

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

4

## Vägg



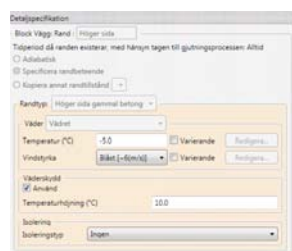
- Välj **Betong (normal ballast)** som material för väggen
- Välj konstant starttemperatur, **-5°C**

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

5

## Vägg – höger sida



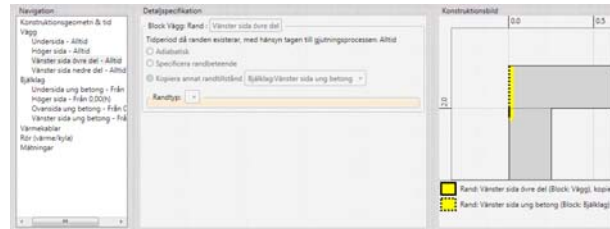
- Vinterväder:
  - -5°C lufttemperatur
  - **Blåst**
- Detta är en insida som är intäckt och vi har varmt luften där:
  - Vädertyp
  - Temperaturhöjning med 10°C
- Ingen isolering

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

6

## Vägg – vänster sida övre del



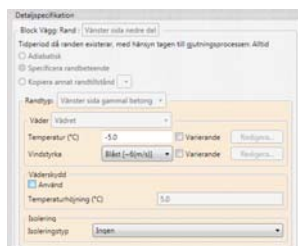
- De övre 5 cm på väggens vänstra sida är en speciell rand – varken adiabatisk eller med ett eget specificerat randbeteende
- Denna rand kopierar randtillstånd från bjälklagets vänstra sida
- I praktiken är det alltså 5 cm överlappning från bjälklagets form
- Inget mer behöver anges här – denna del kommer att uppföra sig precis likadant som bjälklagets formrand

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

7

## Vägg – vänster sida nedre del



- Vädret redan beskrivet
- Utsida – inget väderskydd
- Ingen isolering

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

8

## Bjälklag

- Krav:
  - C 28/35
  - XC2
- Material:
  - **Cementa BasCem, C28/35, S3, Dmax=16mm**
- 15°C gjuttemperatur
- Momentan gjutning

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

9

## Bjälklag - undersida

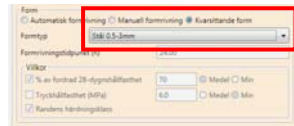
- Krav:
  - **Härdningsklass 3**
- Samma miljö som för insidan av väggen:
  - Vädskydd
  - Temperaturhöjning med 10°C
- Form:
  - **Plywood 17mm, oisolerat**
  - Automatisk formrivning som föreslaget
  - Observera att detta är bärande form så 70% av 28-dygns hållfastheten krävs för formrivning
- Inget infravärme

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

10

## Kvarsittande form



- För vissa ränder (undersida på bjälklag) kan även kvarsittande form användas
- Listan med formtyper innehåller då endast kvarsittande form
- Ingen formrivning då ☺
- (I just detta beräkningsfall använder vi det inte)

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

11

## Bjälklag - ovansida

- Krav:
  - Härdningsklass 3
- Yttre miljö – inget väderskydd
- Glättning
- Vi börjar utan täckning
- Inget infravärme

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

12

## Bjälklag – vänster sida

Detaljspecifikation

Block Bjälklag Rand / Vänster sida ang betong

Töperofid så randen existerar med hänsyn tagen till gjutningsprocessen: Fika 0,00h

Adhärens

Specifika randbeteckningar

Kopiera annat randbeteckning

Förskrivna krav

Härdningsklass **Härdningsklass 3**  Kontrollpunkt

Randtyp: Vertikal sida ang betong

Väder: Vänster

Temperatur (°C) -5,0  Värmande  Isolering

Vindstyrka: **Bilät (-5m/s)**  Värmande  Isolering

Väderskydd

Årsänd

Temperaturhöjning (°C) 5,0

Form

Formtyp: **Plywood 17mm oisolerat**

Formning:  Manuell formning  Automatisk formning

Formningsdjupet (h) 20,00

Värder

% av fördrad 28-dagshållfasthet 70  Medel  Min

Tryckhållfasthet (MPa) 4,0  Medel  Min

Randens Härdningsklass

Isolering efter formning

Isoleringstyp: **Ingen**

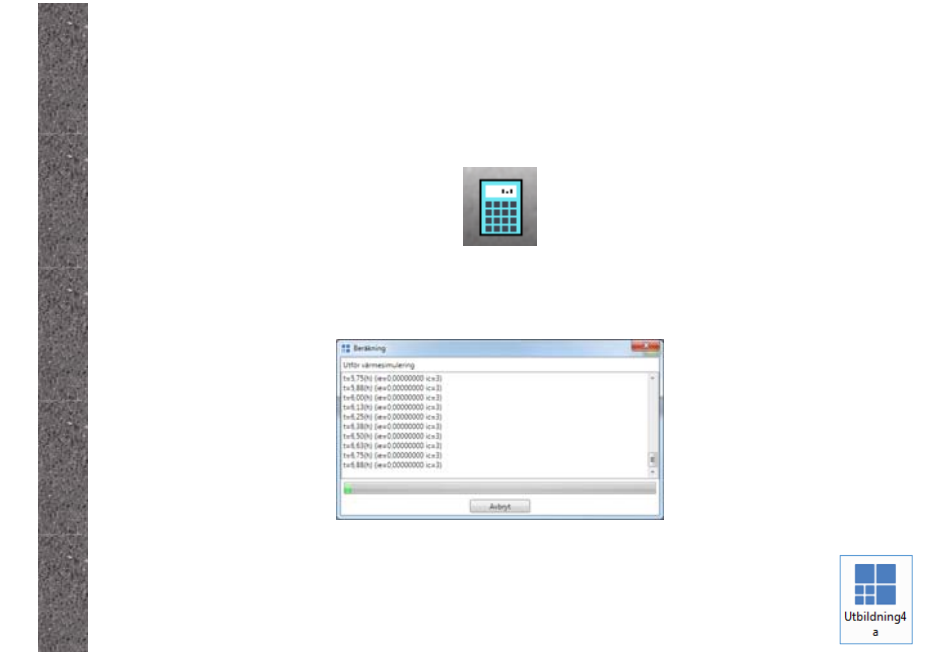
Fördröjning efter formning (h) 1,00

Av (h) 168,00

- Krav:
  - **Härdningsklass 3**
- Yttermiljö – inget väderskydd
- Form:
  - **Plywood 17mm, oisolerat**
  - Automatisk formrivning som föreslaget
- Ingen isolering efter formrivningen

## Det skall gå åt...

- Egentligen får vi inte gjuta mot en vägg på -5°C
- Vi har kallare klimat nu än i förra exemplet men ingen formisolering eller täckning
- Låt oss ändå räkna på detta dåliga utförande, för att se hur PPB varnar för detta, innan vi gör något åt det

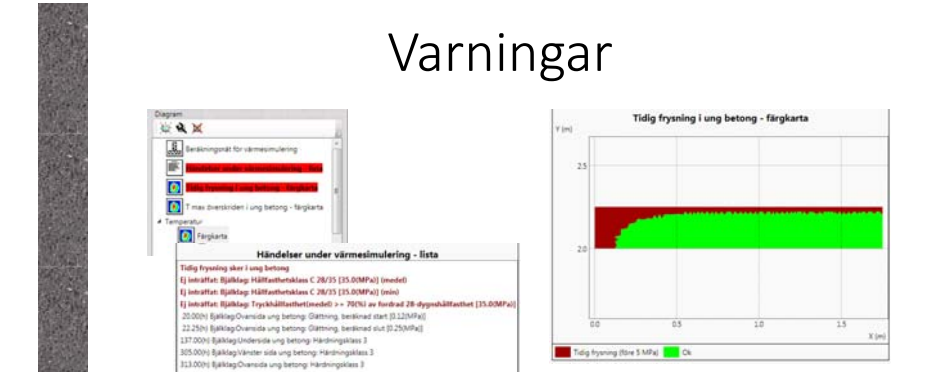


PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

15

## Varningar



- Diagramlistan innehåller två rödmarkerade objekt
- Listan med händelser och varningar rapporterar ett dröjt problem inkl. tidig frysnig
- Vi kan också titta på en färgkarta (utan animation) som visar omfattningen och var i konstruktionen det fryser före 5 MPa

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

16



## Låt oss fixa lite...

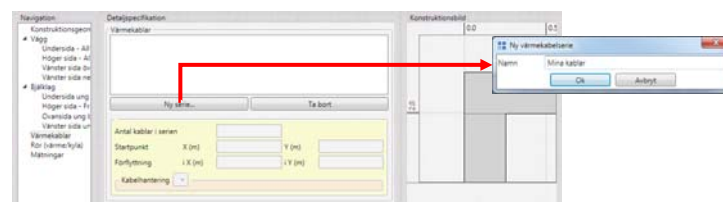
- Först tar vi itu med den kalla väggen
- Vi förvärmer den med värmekabel
- Man skulle kunna gissa sig fram till en förvärmning och vilken starttemperatur den skulle kunna ge, men vi chansar inte utan:
  - Vi sätter in **värmekablar** i väggen
  - Vi **fördröjer gjutningen av bjälklaget** 2 dygn och på detta sätt ger väggen 48 timmar av förvärmning i simuleringen
  - Vi **kollar temperaturen i väggens övre del efter 47 timmar** så att den är ok innan vi släpper det hela

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

17

## Värmekablar



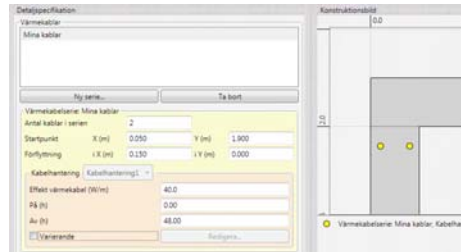
- Värmekablar hanteras i serier
- Varje serie
  - har ett antal kablar i en rät linje
  - har en startpunkt och en förflyttning mellan varje kabel
  - en hantering, dvs. hur kablarna körs
- Man kan skapa så många serier som man behöver
- Skapa en serie och ge den ett namn

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

18

## Värmekablar



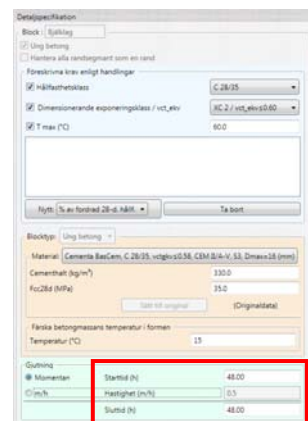
- 2 värmekablar
- Startpunkt i (0.05;1.90)
- En förflyttning på (0.15;0.00), dvs serien går i sidled med c/c-avstånd på 15cm
- Effekt på 40 W/m
- På från start i 48 h

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

19

## Bjälklag – fördröjning av gjutning



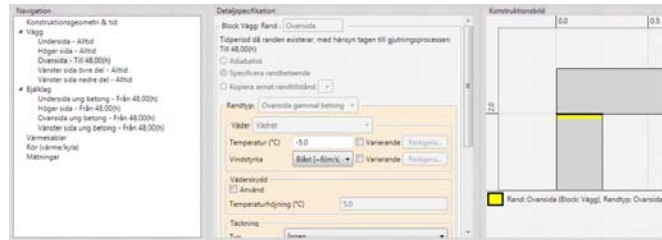
- Fördröjning av bjälklagets gjutning skapas genom att man sätter gjutningens starttid till någon större än 0
- Sätt 48 h som starttid

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

20

## Dynamisk konstruktion



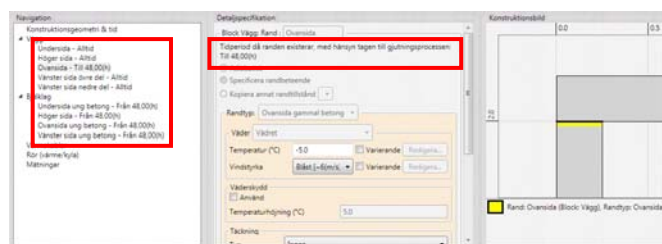
- Konstruktionen blir nu dynamisk - bjälklaget är inte där förrän vid 48 h
- När alla block inte finns på plats från början blir ränderna något komplicerade – deras existens kan variera i tiden som en konsekvens av blockens variation
- Väggen har nu fått en ovansida – tidigare en kontaktyta mellan två block, nu en yttre rand med eget beteende fram till 48h

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

21

## Dynamisk konstruktion



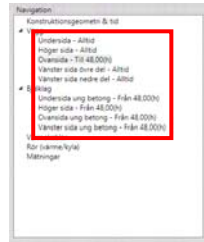
- Dynamiken för konstruktionen anges med fördröjningar i gjutningar för ett eller flera block
- En bra feedback på vad man angett är tidsuppgifter för när resp. randsegment existerar
- Detta ses i komprimerad form i Navigation direkt till höger om rändernas namn
- Detta ses mer utförligt i toppen av randens detaljspecifikation

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

22

## Vår dynamiska konstruktion



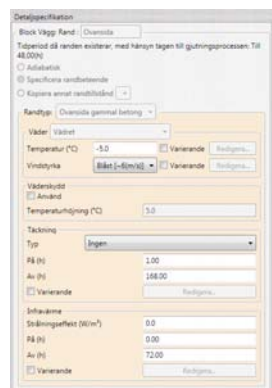
- I vårt fall har vi en vägg som alltid finns och ett bjälklag som finns fr.o.m. 48h
- Väggens ränder finns alltid med undantaget för ovansidan som gäller endast till 48 h, då den gjuts över av bjälklaget
- Bjälklagets samtliga ränder finns fr.o.m. 48 h fram till slutet av simuleringen
- Det ser rimligt ut 😊

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

23

## Vägg - ovansida

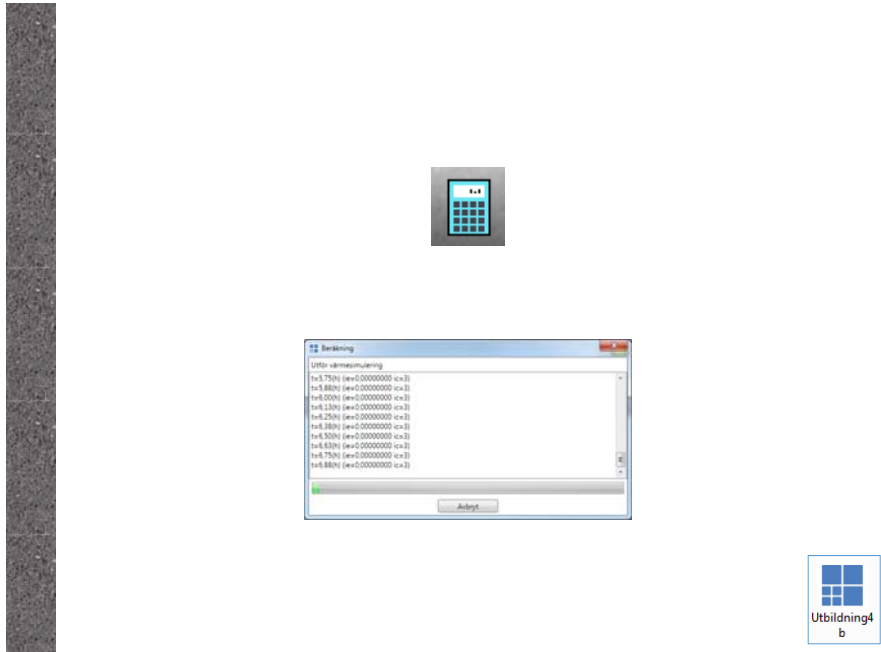


- Vi tittar på randvillkoret för väggens ovansida som tillkommit
- Väderleken är redan specificerad
- Vi börjar utan andra åtgärder:
  - Ingen väderskydd
  - Ingen täckning
  - Ingen infravärme

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

24

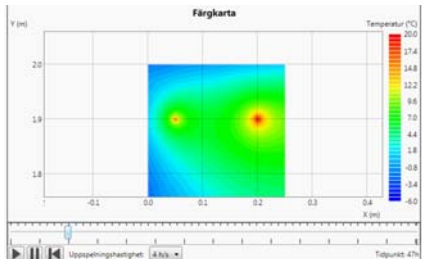


PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

25

## Är väggen varm nog?



- Ta fram färgkarta, ställ in på 47h och förstora toppen på väggen
- Ytan är nog över 0°C men vi behöver upp till 5°C
- Att lägga täckning på denna yta är svårt pga. armeringsjärn, men man kan lägga isolermatta runt och på detta sätt ta både bort vinden och åstadkomma en värmekudde

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

26

## Vägg - ovansida

Detaljspecifikation

Block Vägg Rand / Ovanpå

Tidperiod då randen existerar, med närmast tagen till gränsgenomsnittet T<sub>0</sub> 48,000h

Automatisk

Specificera randbetonbete

Kopiera annat randbete

Randtyp: Ovanpå gemmal betong

Värde: Värdet

Temperatur (°C) -5,0  Varierande

Vindstyrka: 8,88t (-5,0m)  Varierande

Väderskydd  Använd

Temperaturhöjning (°C) 10,0

Täckning

Typ: Ingen

På (h) 1,00

Au (h) 168,00

Varierande

Infyllnings

Stödningskraft (kN/m<sup>2</sup>) 0,0

På (h) 0,00

Au (h) 72,00

Varierande

- Väderskydd
- Temperaturhöjning med 10°C

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

27



```

Beräkning
Utför uträkning
t=1,75h (se=0,00000000 c=3)
t=3,88h (se=0,00000000 c=3)
t=6,00h (se=0,00000000 c=3)
t=8,13h (se=0,00000000 c=3)
t=10,25h (se=0,00000000 c=3)
t=12,38h (se=0,00000000 c=3)
t=14,50h (se=0,00000000 c=3)
t=16,63h (se=0,00000000 c=3)
t=18,75h (se=0,00000000 c=3)
t=20,88h (se=0,00000000 c=3)
  
```

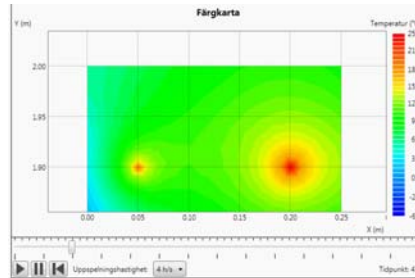


PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

28

## Är väggen varm nog?



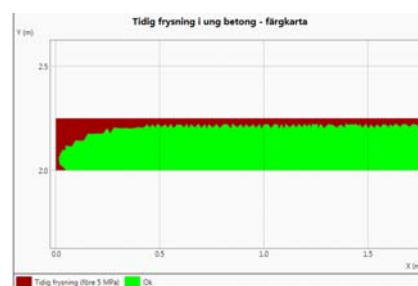
- Ytan är klart över 5°C, även om vi noterar att vänsterkanten läcker värme till ytermiljön
- På vänsterkantens översta 5 cm finns just nu isolerad form från bjälklaget. Vi kommer snart att se att den behöver isoleras även av andra skäl
- I alla fall, väggen är varm nog 😊

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

29

## Hur gick det annars?



### Händelser under värmeisolering - lista

Tidig frysnig i ung betong  
 Ej inre fall: Bjälklag: Hållfasthetsklass C 28/35 (25.0MPa) (medel)  
 Ej inre fall: Bjälklag: Hållfasthetsklass C 28/35 (25.0MPa) (medel)  
 Ej inre fall: Bjälklag: Tryckhållfasthetsmodul >= 7000) av för-ut 28-dygns hållfasthet (25.0MPa)  
 Ej inre fall: Bjälklag/Över sida ung betong: Hårdningsklass 3  
 Ej inre fall: Bjälklag/Vänster sida ung betong: Hårdningsklass 3  
 67.750h Bjälklag/Över sida ung betong: Gjutning, betonet start (0.125MPa)  
 70.000h Bjälklag/Över sida ung betong: Gjutning, betonet slut (0.250MPa)  
 185.000h Bjälklag/Under sida ung betong: Hårdningsklass 3

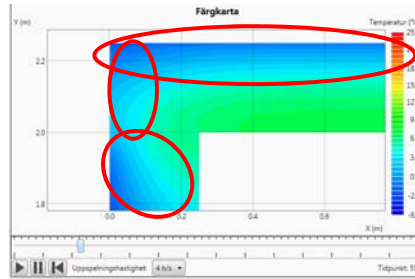
- Tidig frysnig fortfarande i vänsterkant och på ovansidan, dock något mindre i omfattning i anslutning till väggen
- Undersidan verkar hårdna, dock rätt långsamt
- Bjälklaget förlorar värme

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

30

## Vart tar värmen vägen?



- Färgkarta vid 7h efter gjutning (55h efter simuleringsstart)
- Bjälklaget läcker värme
  - På ovansidan (-> täckning skall på)
  - Till vänster (-> formen skall isoleras)
  - Neråt till väggen (-> värmekabel skall vara på ett dygn längre)

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

31

## Bjälklag - ovansida

Block Bjälklag Rand : (Ovansida utan betong)

Referens till randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen från 48 00h)

Inaktivera

Specificera randbeteckning

Kopiera annat randbeteckning

Förekomstna krav

Hårdningsklass **Häringsklass 3**  Kontrollpunkt...

Randtyp: (Ovansida utan betong)

Värde: Värde

Temperatur (°C) **5.0**  Varierande

Vindstyrka **Blås (-5m/s)**  Varierande

Värdeskydd

Använd

Temperaturhöjning (°C) **1.0**

Gjutning

Simulera

Täckning

Typ **Isolermatta 00300(m)**

På (h) **49.00**

Av (h) **384.00**

Varierande

Behållare

Ställningsförlust (W/m²)

På (h) **0.00**

Av (h) **72.00**

Varierande

- Täckningstyp:
  - **Isolermatta 3cm**
- På vid 49h (1h efter gjutning)
- Av vid 384h (2 veckor efter gjutning)

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

32



## Bjälklag – vänster sida

Detaljspecifikation  
 Block Bjälklag Rand - (Vänster sida utan betong)  
 Tidperiod då randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen: Från 48.000h  
 Antistatisk  
 Specifika randbetonbete  
 Kopiera annat randstiftelse  
 Randens krav  
 Randtypklass: **Häringsgaller 3** **Summafunktion...**  
 Randtyp: Vänster sida utan betong  
 Värde: Värde  
 Temperatur (°C): -5.0  Värnande **Redigera...**  
 Vindstyrka: **5.0 (5.0m/s)**  Värnande **Redigera...**  
 Vidensönd  
 Använd  
 Temperaturhöjning (°C): 5.0  
 Form  
 Formtyp: **Plywood 12-19mm, bruten isolering 30mm**  
 Formgivning:  Manuell formgivning  Automatisk formgivning  
 Formgivningstidpunkt (h): 24.00  
 Viktar  
 % av förordad 28-dygns hållfasthet: 70  Mest  Min  
 Tryckhållfasthet (MPa): 6.0  Mest  Min  
 Randens häringsgaller  
 Isolering efter formgivning  
 Isoleringstyp: **Isolermatta 0.02000m**  
 Fördjupning efter formgivning (h): 1.00  
 Av (h): 384.00

- Byt formtyp till:
  - **Plywood 12-19mm, bruten isolering 30mm**
- Välj vidare isolering efter formgivning:
  - **Isolermatta 3cm**
  - Av vid 384h (2 veckor efter gjutning)

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

33

## Värmekabel

Detaljspecifikation  
 Värmekabel  
 Mina kablar  
 Ny dem... Ta bort  
 Värmekablarna: Mina kablar  
 Antal kablar i serien: 2  
 Startpunkt: X (m): 0.050 Y (m): 1.900  
 Fördjupning: X (m): 0.150 Y (m): 0.000  
 Kabelhastighet: Kabelhastighet: +  
 Effekt värmekabel (W/m): 40.0  
 På (h): 0.00  
 Av (h): 72.00  
 Värnande **Redigera...**

- Ändra tiden då kablarna stängs av till 72h

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

34

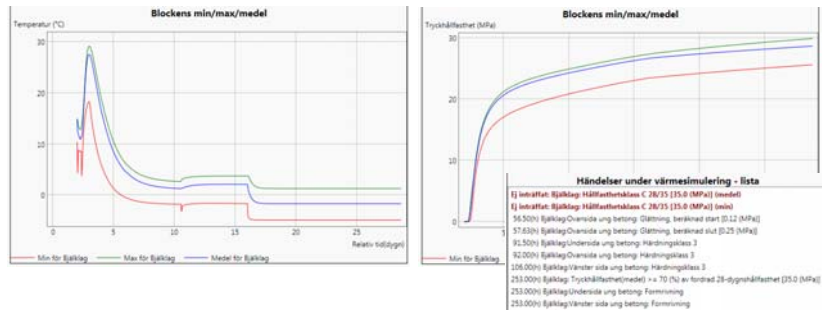
## Simuleringstid

Detaljspecifikation	
Tid	
Simuleringslängd (d)	28
Start (ÅÅÅÅ-mm-dd hh:mm:ss)	2015-10-12 07:00:00
Konstruktionsgeometri	
w1 (m)	0.250
w2 (m)	1.300
h1 (m)	0.250
h2 (m)	0.050
h3 (m)	1.950

- Vi har föreskrivit täckning och isolering i 2 veckor efter fördröjd gjutning
- Bäst att vi ändrar simuleringens längd så vi får se vad som händer
- Sätt den till 28 dygn



## Hur gick det nu då?



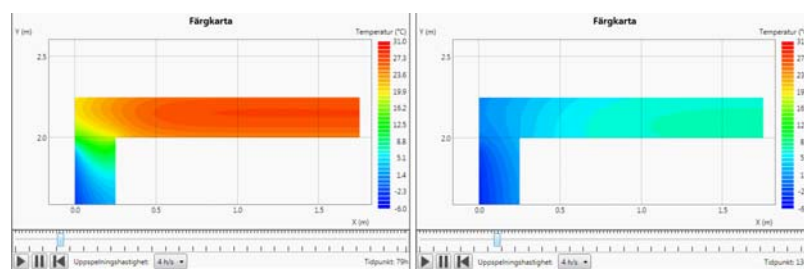
- Ingen tidig fryssning ☺
- Men betongen kyls av ganska snabbt – max. temp är under 5°C redan efter 5 dygn efter gjutning
- Formrivningen under höjer maxtemperaturen till 5°C som luften håller på insidan/undersidan

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

37

## Vart tar värmen vägen?



- Vi tappar mest värme mot hörnet och väggen under
- Vi ser också att vi har en gradient genom bjälklaget där vi tappar mot både ovansida och undersida
- Mer isolering och längre körning av värmekabel

PPB ver. 1.2

4 Bjälklag, kantupplag på väggsektion

38

## Förbättra ännu mer?

- Bjälklaget har värmeförluster och inte världens bästa hårdnande
- Det är å andra sidan vintermiljö
- Just nu har vi ingen frysning och formrivning vid 70 % av 28-dygnshållfasthet efter drygt 8 dygn efter gjutning
- Tillväxten av hållfasthet har inte avstannat med den går långsamt – största delen av konstruktionen har nu frusit
- I verkligheten kan det vara läge att ta bättre isolering/täckning, köra värmekablarna längre eller ta en högre betongkvalitet, vilket användaren får gärna leka med på egen hand 😊

## Vad har vi lärt oss?

- Att räkna på bjälklag
- Att upptäcka tidig frysning samt studera vilka delar av konstruktionen den drabbar
- Att använda värmekabel
- Att fördröja gjutning för att simulera förvärmning av motgjuten konstruktion
- Att specificera dynamik i konstruktionen (allt är inte på plats från början) genom fördröjning av gjutning
- Att studera rändernas existens i tiden som feedback på den specificerade dynamiken
- Att använda färgkarta för att kontrollera hur väl förvärmningen lyckats
- Ännu mer om värmeflykt och vintergjutning



**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**5 Garagekonstruktion – tjock vägg**

Copyright © 2015 SBUF och The Green Dragon Magic

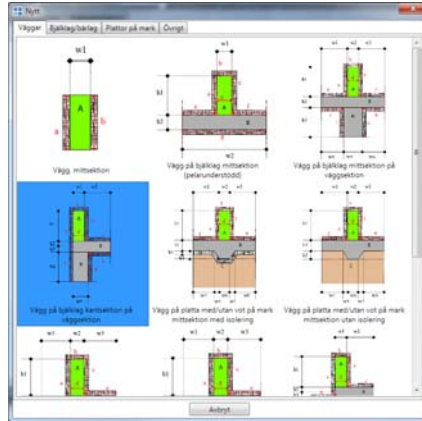
The image shows a construction worker in a high-visibility yellow jacket and orange helmet standing next to a large blue concrete mixer. In the background, a city skyline is visible. Overlaid on the right side of the image is a computer screen displaying a software interface with a color-coded heatmap and a line graph, representing a simulation of concrete production and curing. The SBUF logo is visible in the bottom right corner of the software interface.

## Vad skall vi lära oss?

- Att räkna på tjock vägg på kantupplag av bjälklag och underliggande väggsektion
- Att simulera påfyllning av betong
- Att upptäcka överskriden max. temperatur
- Att använda rör för kylning
- Att handskas med en liten numerisk felaktighet som kan förekomma om man kylv samtidigt som man fyller på betong

PPB ver. 1.2      5 Garagekonstruktion – tjock vägg      2

## Garagekonstruktion



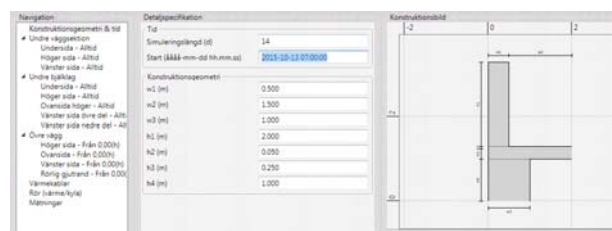
- Skapa ett nytt projekt med:
  - **Vägg på bjälklag kantsektion på väggsektion**

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

3

## Konstruktionsgeometri & tid



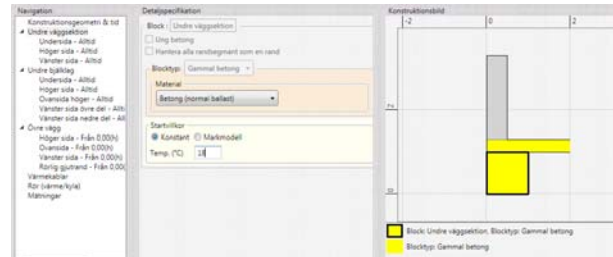
- Sätt simuleringstid till 14 dygn
- Sätt övre väggens tjocklek (w1) till 0,5m
- Sätt undre väggens tjocklek (w3) till 1m
- Sätt bjälklagets övre fria längd (w2) till 1,5m

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

4

## Undre väggsektion



- Välj **Betong (normal ballast)** som material för väggen
- Välj konstant starttemperatur, 18°C

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

5

## Undre väggsektion – ränder



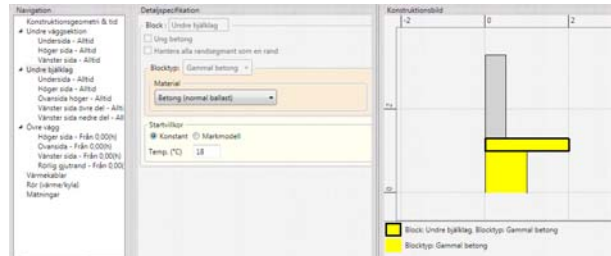
- Undersida är adiabatisk
- Höger och vänster sida skall ha:
  - Sommarväder:
    - 18°C lufttemperatur
    - **Vindstilla**
  - Inget vädertyp
  - Ingen isolering

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

6

## Undre bjälklag



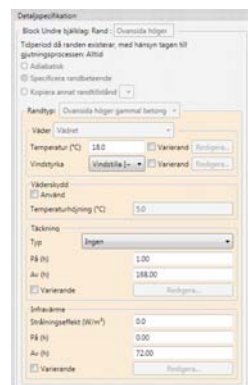
- Välj **Betong (normal ballast)** som material för bjälklaget
- Välj konstant starttemperatur, 18°C

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

7

## Undre bjälklag– ränder



- Höger sida är adiabatisk
- Vänster sida övre del kopierar randtillstånd från väggen ovan (överlappning av formen)
- Undersida, ovansida höger samt vänster sida nedre del skall ha:
  - Sommarväder:
    - 18°C lufttemperatur
    - **Vindstill**
  - Inget väderskydd
  - Ingen isolering/täckning/värme

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

8



## Övre vägg

Detaljspecifikation

Block Övre vägg

Ung betong

Härda eller renslagret som en sand

Förekräva krav enligt handlingar:

Härdklass C 35/45

Dimensionerande exponeringsklass / rot\_älv XD 3 / rot\_älvS40

T max (°C) 60

Nytt % av förtrad 28-d-klass

Ta bort

Blocktyp Ung betong

Material Cements BasCem, C 50/60, rot\_älvS30, CEM 32.5-N, S3, Dmax=27 (mm)

Cementhalt (kg/m³) 435.0

Förträdd (MPa) 60.0

Sätt till original (Originaldata)

Färdig betongtemperatur i formen

Temperatur (°C) 24

Gjutning

Momentan Starttid (h) 0.00

evh Hastighet (m/h) 0.5

Sluttid (h) 4.00

- Krav:
  - C 35/45
  - XD3
  - T max. 60°C
- Material:
  - Cements BasCem C50/60, S3, Dmax=27mm
- 24°C gjuttemperatur
- Simulerad påfyllning av betong med 0.5 m/h
- (Vi ser att PPB talar om för oss att det tar 4h att genomföra påfyllningen)

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

9

## Övre vägg– höger sida

Detaljspecifikation

Block Övre vägg Rand Höger sida

Tjocklek då randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen: Ränd 0.00(h)

Adfuktis

Specifika randbeteckningar

Klippans annat randbeteckning

Förekräva krav

Härdningsklass Härdningsklass 3

Randtyp Höger sida ung betong

Väder Väder

Temperatur (°C) 18.0  Värmande  Rindig

Vindstyrka Vindstilla [-Streck]  Värmande  Rindig

Väderskydd

Använd

Temperaturhöjning (°C) 1.0

Färg

Formtyp Trä 22-25mm, oisolerat

Formrivning  Manuell formrivning  Automatisk formrivning

Formrivningspunkt (h) 24.00

Väder

% av förtrad 28-dagshärdhet 70  Medel  Max

Tryckhållfasthet (MPa) 6.0  Medel  Min

Randens härdningsklass

Isolering efter formrivning

Isoleringslag Ingen

Fördröjning efter formrivning (h) 1.00

Av (h) 188.00

- Krav:
  - Härdningsklass 3
- Inget väderskydd
- Form:
  - Trä 22-25mm, oisolerat
  - Automatisk formrivning som föreslaget
- Inget isolering efter formrivning

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

10

## Övre vägg- ovansida

Detaljspecifikation:  
 Block Övre vägg Rand | Övansida  
 Tjocklek på randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen. Pån-0,00h  
 Adalutslut  
 Specifika randbeteckningar  
 Kopiera annat randbeteckning  
 Företrädare krav  
 Härdningsklass  
 Härdningsklass 3  
 Randtyp: Övansida ung betong  
 Väder | Väder  
 Temperatur (°C) 18,0  
 Vindstyrka Vindstilla [-25m/s]  
 Väderskydd  
 Årsänd  
 Temperaturhjälpning (°C) 1,0  
 Täckning  
 Typ Ingen  
 Pån (h) 1,00  
 År (h) 168,00  
 Infravärme  
 Solstrålningsförlust (kWh/m²) 0,0  
 Pån (h) 0,00  
 År (h) 72,00

- Krav:
  - **Härdningsklass 1**
- Inget väderskydd
- Ingen täckning
- Ingen infravärme

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

11

## Övre vägg- vänster sida

Detaljspecifikation:  
 Block Övre vägg Rand | Vänster sida  
 Tjocklek på randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen. Pån-0,00h  
 Adalutslut  
 Specifika randbeteckningar  
 Kopiera annat randbeteckning  
 Företrädare krav  
 Härdningsklass  
 Härdningsklass 3  
 Randtyp: Vänster sida ung betong  
 Väder | Väder  
 Temperatur (°C) 18,0  
 Vindstyrka Vindstilla [-25m/s]  
 Väderskydd  
 Årsänd  
 Temperaturhjälpning (°C) 1,0  
 Form  
 Formtyp Trä 22-25mm, oisolerat  
 Formrivning  Manuell formrivning  Automatisk formrivning  
 Formrivningshög (h) 24,00  
 Vikor  
 % av förtrad 28-dygnsförstärkt 70  Medel  Min  
 Tryckbärförmåga (MPa) 6,0  Medel  Min  
 Randens härdningsklass  
 Isolering efter formrivning  
 Isoleringstyp Ingen  
 Färdigbyggnad efter formrivning (h) 1,00  
 År (h) 168,00

- Krav:
  - **Härdningsklass 3**
- Inget väderskydd
- Form:
  - **Trä 22-25mm, oisolerat**
  - Automatisk formrivning som föreslaget
- Inget isolering efter formrivning

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

12

## Övre vägg – rörlig gjutrand



- Simulerad påfyllning har gett den övre väggen en ny typ av rand – rörlig gjutrand
- Den rörliga gjutranden är den färska betongens gränssyta mot luft i formen under tiden den fylls på
- Eftersom det som oftast byggs upp en värmekudde ovanför den unga betongen i formen relateras dess temperatur till betongens gjuttemperatur och inte till vädret
- Sätt lufttemperatur lika med gjuttemperatur

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

13

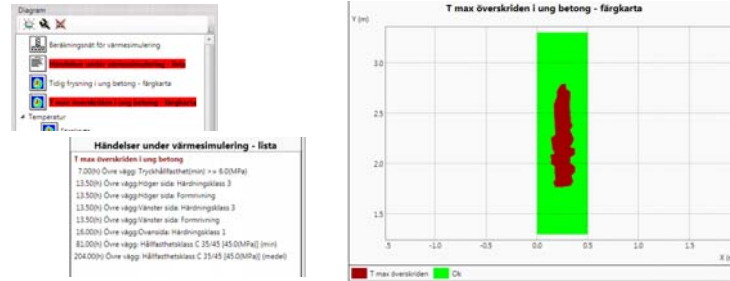


PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

14

## Varningar



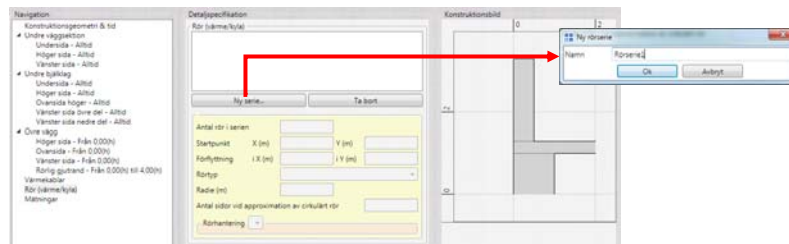
- Diagramlistan innehåller två rödmarkerade objekt
- Listan med händelser och varningar rapporterar överskriden maximal temperatur
- Vi kan också titta på en färgkarta (utan animation) som visar omfattningen och var i konstruktionen temperaturen överskrider det tillåtna
- Vi får väl kyla lite – 4 stålrör i mitten fr.o.m. 1.8m höjd och upp med 25cm c/c-avstånd

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

15

## Rör



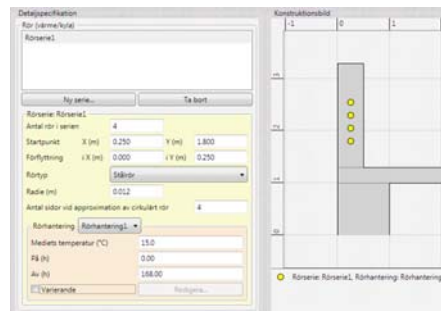
- Rör hanteras i serier
- Varje serie
  - har ett antal rör i en rät linje
  - har en startpunkt och en förflyttning mellan varje rör
  - en typ av rör, en radie för rören och val hur deras form approximeras i beräkningen
  - en hantering, dvs. hur rören körs
- Man kan skapa så många serier som man behöver
- Skapa en serie och ge den ett namn

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

16

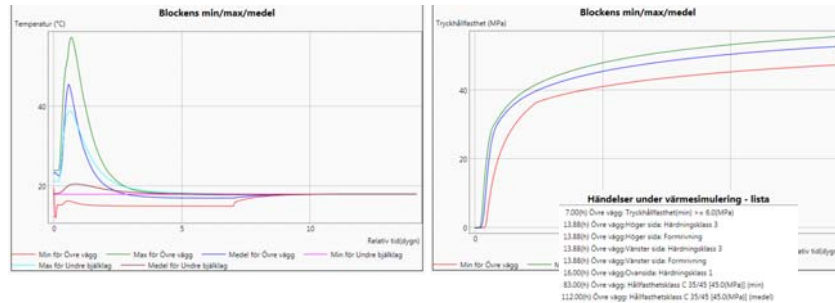
## Rör



- 4 rör med startpunkt i (0.25;1.80)
- En förflyttning på (0.00;0.25), dvs serien går i höjded med c/c-avstånd på 25cm
- Stålrör med radi på 0.012m approximerade av 4 sidor
- Mediets temperatur 15°C
- På från start i en vecka (168h)



## Hur gick det nu då?



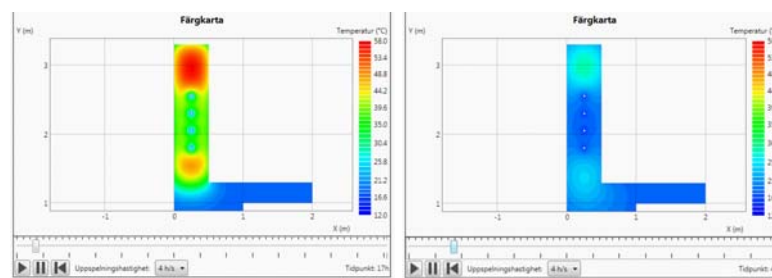
- Inga varningar
- Det ser bra ut i övrigt
- Att döma av temperaturdiagrammet kan kylningen stängas av några dygn tidigare
- Hållfastheten ser bra ut (bl.a. för att vct-kravet tvingade oss att ta högre hållfasthetsklass) 😊

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

19

## Hur ser färgkartan ut?



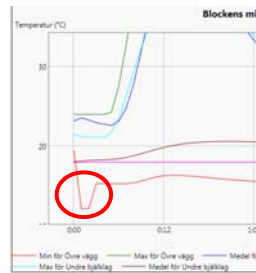
- Färgkartorna är tagna vid 17h (temperaturmax) och ett dygn senare
- Det syns tydligt hur kylrören jobbar
- Vill man ha jämn temperatur får man sprida ut kylrören längs med nästan hela väggen – vi har just nu lyckats kyla bort det värsta från mitten 😊

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

20

## En detalj i temperaturen...



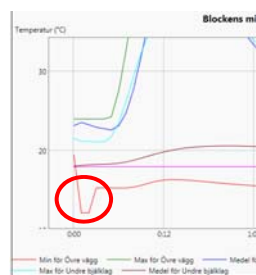
- Det finns ett märkligt hack i början av min.-temperaturen för övre väggen
- Ingenting i omgivningen av väggen är kallare än 15°C så temperaturen bör inte falla mot 12°C
- Så vad är detta?

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

21

## En detalj i temperaturen...



- Detta är en temporär numerisk effekt som kan uppstå när kylning används i kombination med simulerad påfyllning av betong
- Den dyker endast upp i ett fåtal punkter och är över väldigt snabbt, men eftersom det är den minsta temperaturen i konstruktionen så syns den i diagrammet
- Den påverkar inte beräkningen i övrigt och skall bortses ifrån

PPB ver. 1.2

5 Garagekonstruktion – tjock vägg

22

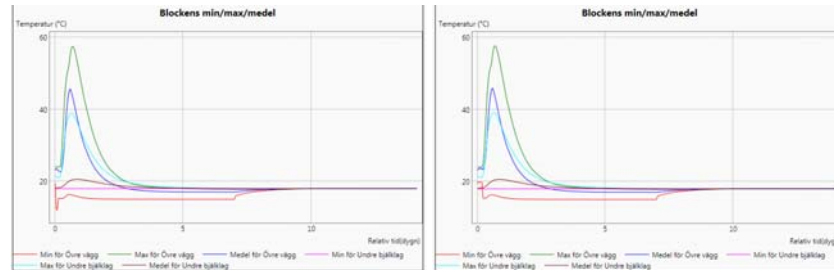
## Verkligen...?

- För att övertyga oss om att detta går att bortse ifrån testar vi nu att eliminera denna numeriska effekt genom att slå på kylningen efter att påfyllningen av betongen avslutats
- Ändra **På** till 4h för hantering av kylrören






## Jämförelse



- Till vänster: kylning på från 0h (under påfyllning)
- Till höger: kylning på från 4h (efter påfyllning)
- Bortsett från den lilla numeriska effekten på det vänstra diagrammet, hittar du någon skillnad? 😊

## Vad har vi lärt oss?

- Att räkna på tjock vägg på kantupplag av bjälklag och underliggande väggsektion
- Att simulera påfyllning av betong
- Att upptäcka överskriden max. temperatur
- Att använda rör för kylning
- Att upptäcka en liten numerisk felaktighet som kan förekomma om man kyler samtidigt som man fyller på betong
- Att man kan bortse från denna felaktighet eller få bort den ur beräkningen genom att fördröja kylningen tills all betong är på plats



**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur**

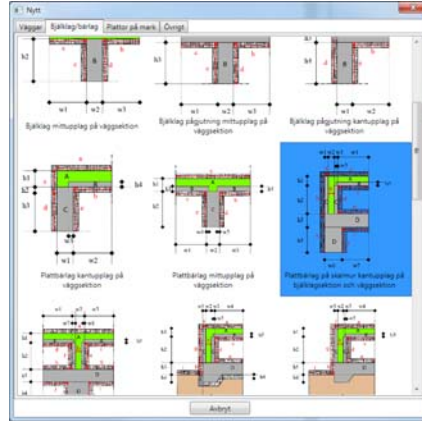
Copyright © 2015 SBUF och The Green Dragon Magic

## Vad skall vi lära oss?

- Att räkna på gjutning med prefabelement – skalmur samt plattbärlag
- Att fylla på betongen stegvis
- Hur mycket värme som kalla prefabelement stjälar från den färska betongen
- Hur man kan kompensera för värmeförlusten

PPB ver. 1.2      6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur      2

## Plattbärlag på skalmur



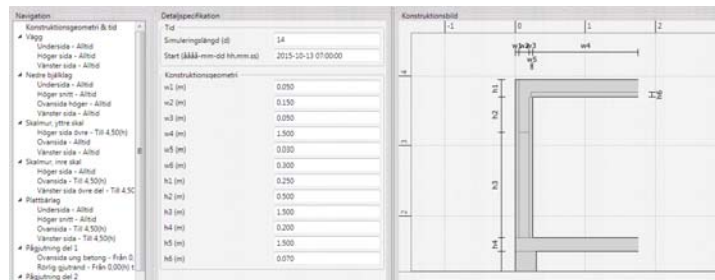
- Skapa ett nytt projekt med:
  - Plattbärlag på skalmur kantupplag på bjälklagsektion och väggsektion

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

3

## Konstruktionsgeometri & tid



- Sätt simuleringstid till 14 dygn
- Sätt tjockleken för skalmurens inre utrymme (w2) till 0,15m
- Sätt bjälklagets totala tjocklek inkl. plattbärlaget (h1) till 0,25m

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

4

## Själva gjutningen...

- Den unga betongen är uppdelad i två block:
  - En del i skalmuren
  - Resten inkl. bjälklaget
  - Det är brukligt att gjuta den första delen och låta den härda en stund innan den andra gjuts
- Det blir lite tidsdynamik i konstruktionen
- Låt oss beskriva pågjutningarna först så att alla ränder hos prefabelementen blir korrigerade med hänsyn till gjutningsförfarandet...

## Pågjutning del 1

- Krav:
  - **C 28/35**
  - **XC 2**
  - **T max. 60°C**
- Material:
  - **Cementa BasCem C28/35, S3, Dmax=16**
- 15°C gjuttemperatur
- Simulerad påfyllning av betong med 0.5 m/h och start vid 0 h
- (Vi ser att PPB talar om för oss att det tar 3h att genomföra påfyllningen)

## Pågjutning del 2

Detaljspecifikation

Block / Pågjutning del 2

Ung betong

Hantera alla handläggning som en hand

Föreströma kvar enligt handlingar

Hållfasthetsklass C 28/35

Dimensionerande exponeringsklass / vst\_vst XC 2 / vst\_vst XC 2

T max (°C) 60.0

Nytt (N av förblad 28-d. H&M) Ta bort

Blocktyp Ung betong

Material CementaBacCem, C 28/35, vst/vst 0.58, CEM B/A-V, S3, Dmax=18 (mm)

Cementhalt (kg/m³) 330.0

Fst28d (MPa) 35.0

Sätt till original (Originalbatal)

Färdig betongmassans temperatur i formen

Temperatur (°C) 13

Gjutning

Momentan Starttid (h) 4.50

m/h Hastighet (m/h) 0.5

Sluttid (h) 6.00

- Krav:
  - C 28/35
  - XC 2
  - T max. 60°C
- (Material och gjuttemperatur är redan beskrivna – samma blocktyp som del 1)
- Simulerad påfyllning av betong med 0.5 m/h och start vid 4,5 h (1,5 h efter första delen)
- (Vi ser att PPB talar om för oss att påfyllningen är klar vid 6h)

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

7

## Nu tar vi det som vanligt...



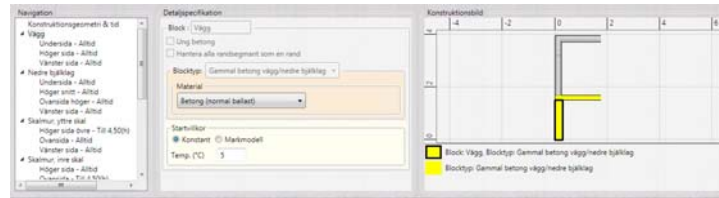
- Nu har vi alla ränder
- Låt oss beskriva allt i samma ordning som i rutan **Navigation**

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

8

## Vägg



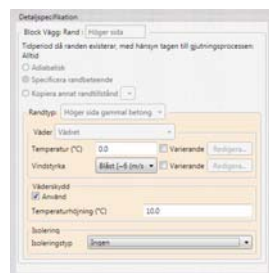
- Välj **Betong (normal ballast)** som material för väggen
- Välj konstant starttemperatur, 5°C (vinter dock är konstruktionen något förvärmad pga. varmare miljö på insidan)

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

9

## Vägg – höger sida



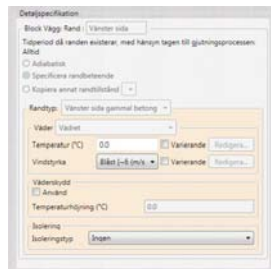
- Innemiljö vintertid
- Vinterväder:
  - 0°C lufttemperatur
  - **Vindstill**
- Vädertskydd med 10°C höjning av lufttemperatur
- Ingen isolering

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

10

## Vägg – vänster sida



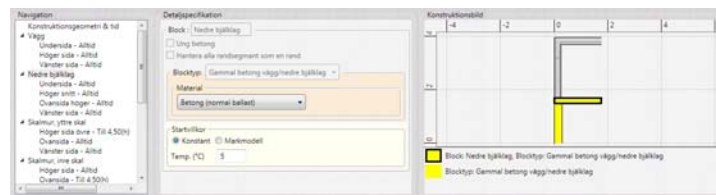
- Utemiljö vintertid
- (Vinterväder redan beskrivet)
- Inget väderskydd
- Ingen isolering

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

11

## Nedre bjälklag



- Välj **Betong (normal ballast)** som material för bjälklaget
- Välj konstant starttemperatur, 5°C

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

12

## Nedre bjälklag– undersida

Detaljspecifikation:  
 Block: Nedre bjälklag, Rand: Undersida  
 Tapperiod då randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen:  
 Alltid  
 Adiabatisk  
 Specificera randbeteende  
 Kopiera annat randbeteende  
 Randtyp: Undersida gemensamt betong  
 Väder: Västret  
 Temperatur (°C): 0.0 [Varierande] [Redigera...]  
 Vindstyrka: 10.0 [m/s] [Varierande] [Redigera...]  
 Vädertäckning:  
 Använd  
 Temperaturhöjning (°C): 10.0  
 Innehållsdata:  
 Strålningsfaktör (k/m²): 0.0  
 P8 (h): 0.00  
 Av (h): 72.00  
 Varierande [Redigera...]

- Innemiljö vintertid
- (Vinterväder redan beskrivet)
- Vädertäckning med 10°C höjning av lufttemperatur
- Ingen isolering

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

13

## Nedre bjälklag– ovansida höger

Detaljspecifikation:  
 Block: Nedre bjälklag, Rand: Övansida höger  
 Tapperiod då randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen:  
 Alltid  
 Adiabatisk  
 Specificera randbeteende  
 Kopiera annat randbeteende  
 Randtyp: Övansida gemensamt betong  
 Väder: Västret  
 Temperatur (°C): 0.0 [Varierande] [Redigera...]  
 Vindstyrka: 10.0 [m/s] [Varierande] [Redigera...]  
 Vädertäckning:  
 Använd  
 Temperaturhöjning (°C): 10.0  
 Täckning:  
 Typ: Ingen  
 P8 (h): 1.00  
 Av (h): 144.00  
 Varierande [Redigera...]  
 Innehållsdata:  
 Strålningsfaktör (k/m²): 0.0  
 P8 (h): 0.00  
 Av (h): 72.00  
 Varierande [Redigera...]

- Innemiljö vintertid
- (Vinterväder redan beskrivet)
- Vädertäckning med 10°C höjning av lufttemperatur
- Ingen isolering

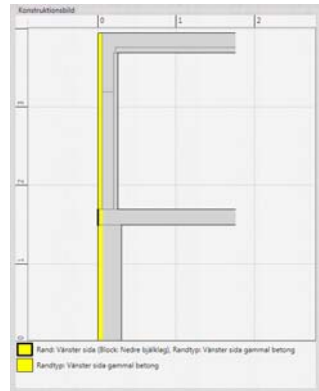
PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

14



## Nedre bjälklag– vänster sida



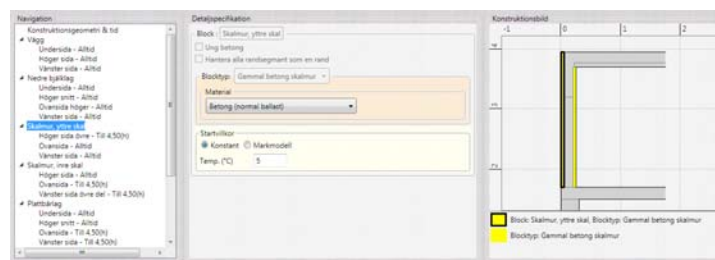
- Redan beskriven – samma randtyp som undre väggens vänstra sida

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

15

## Skalmur yttre skal



- Välj **Betong (normal ballast)** som material för bjälklaget
- Välj konstant starttemperatur, 5°C

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

16

## Yttre skal – höger sida övre

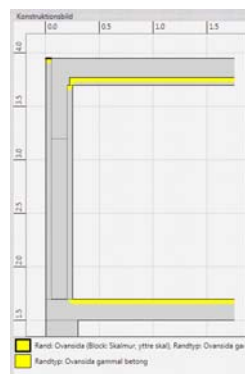
- Inne i skalmuren
- (Vinterväder redan beskrivet)
- Väderskydd med 5°C höjning av lufttemperatur
- Ingen isolering

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

17

## Yttre skal - ovansida



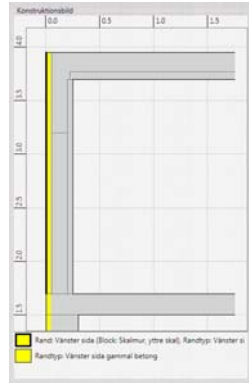
- Redan beskriven – samma randtyp som ovansidan för bjälklaget under

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

18

## Yttre skal – vänster sida



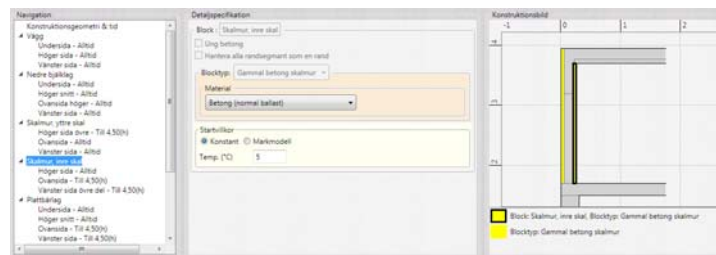
- Redan beskriven – samma randtyp som undre väggens vänstra sida

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

19

## Skalmur inre skal



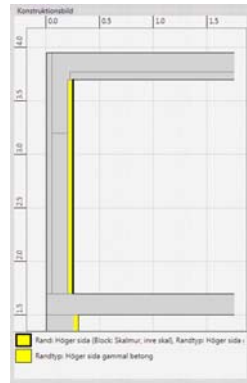
- (Betongen är redan vald – samma blocktyp för bägge skalmursblock)
- Välj konstant starttemperatur, 5°C

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

20

## Inre skal – höger sida



- Redan beskriven – samma randtyp som undre väggens högra sida

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

21

## Inre skal - ovansida



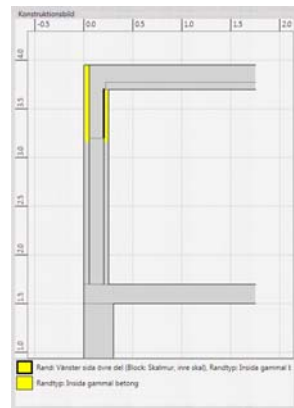
- Redan beskriven – samma randtyp som ovansidan för bjälklaget under

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

22

## Inre skal – vänster sida övre



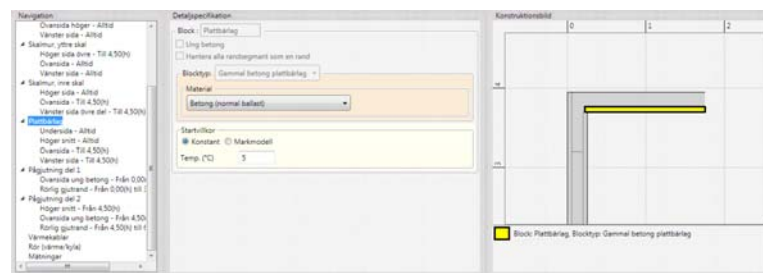
- Redan beskriven – samma randtyp som höger sida övre för yttre skalet

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

23

## Plattbärlag



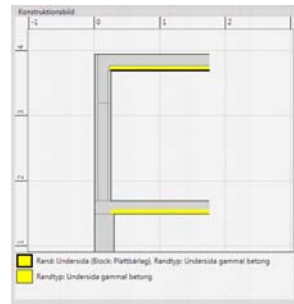
- Välj **Betong (normal ballast)** som material för plattbärlaget
- Välj konstant starttemperatur, 5°C

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

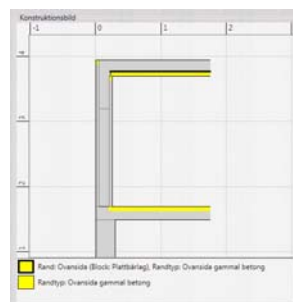
24

## Plattbärlag – undersida



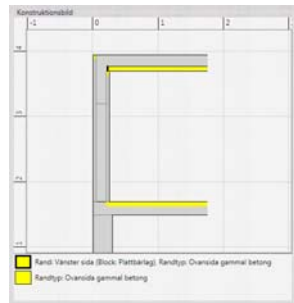
- Redan beskriven – samma randtyp som undre bjälklagets undersida

## Plattbärlag - ovansida



- Redan beskriven – samma randtyp som ovansidan för bjälklaget under

## Plattbärlag – vänster sida



- Redan beskriven – samma randtyp som ovansidan för bjälklaget under

## Pågjutning

- Blockegenskaper beskrev vi redan i början för pågjutningarnas del 1 och 2
- Ny återstår bara ränderna...

## Pågjutning del 1 - ovansida

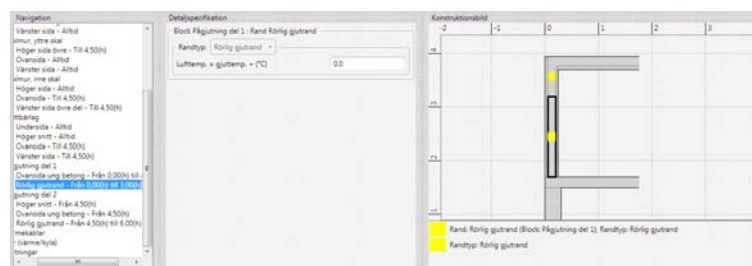
- Ingen övervakning av härdningsklass
- (Vädret redan beskrivet)
- Använd väderskydd med temperaturhöjning på 5°C – det lär bli vindstilla och litet varmare i formen än utanför
- Ingen täckning
- Inget infravärme

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

29

## Pågjutning del 1 – rörlig gjutränd



- Simulering av påfyllning ger en rörlig gjutränd
- Sätt lufttemperaturen lika med gjuttemperaturen

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

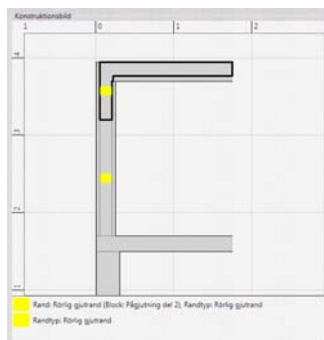
30



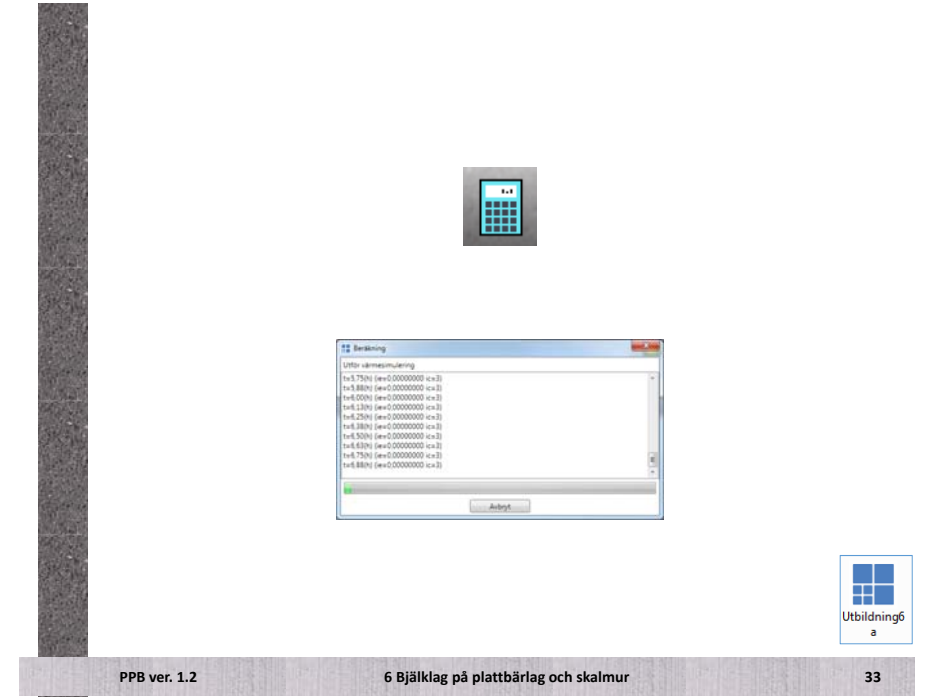
## Pågjutning del 2 - ovansida

- Härdningsklass 3
- (Vädret redan beskrivet)
- Inget väderskydd
- Simulera glättning!
- Täckning:
  - Isolermatta 0.03m
  - På vid 7 h (1h efter avslutad påfyllning)
  - Av efter 168 h (1 vecka)
- Inget infravärme

## Pågjutning del 2 – rörlig gjutränd



- Redan beskriven – samma randtyp som rörlig gjutränd för pågjutning del 2



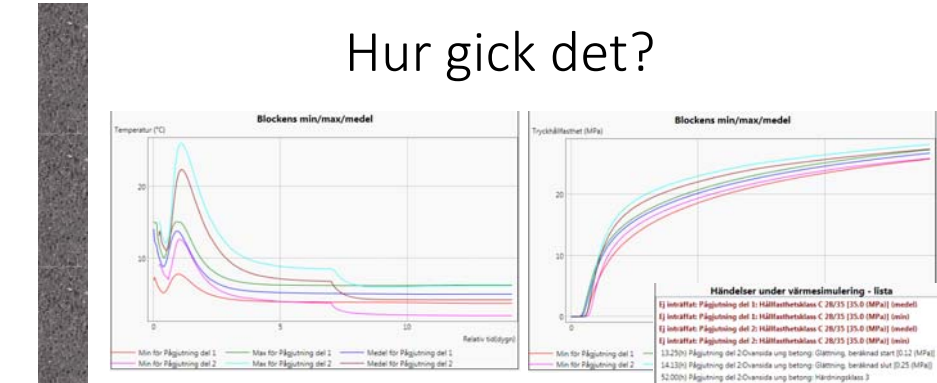
U-för värmsimulering

tu3.75W (se=0.00000000 c=a:2)
tu3.88W (se=0.00000000 c=a:2)
tu6.00W (se=0.00000000 c=a:2)
tu6.12W (se=0.00000000 c=a:2)
tu6.25W (se=0.00000000 c=a:2)
tu6.38W (se=0.00000000 c=a:2)
tu6.50W (se=0.00000000 c=a:2)
tu6.63W (se=0.00000000 c=a:2)
tu6.75W (se=0.00000000 c=a:2)
tu6.88W (se=0.00000000 c=a:2)

Utbildningsa

PPB ver. 1.2      6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur      33

## Hur gick det?



Blockens min/max/medel

Temperatur (°C)

Relativ fuktighet

Blockens min/max/medel

Tryckhållfasthet (MPa)

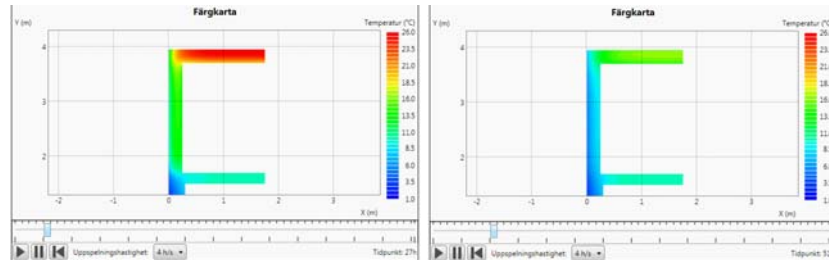
Händelser under värmsimulering - lista

- Ej inläst: Pågjutning del 1: Hållfasthetsklass C 28/35 [35.0 (MPa)] (swed)
- Ej inläst: Pågjutning del 1: Hållfasthetsklass C 28/35 [35.0 (MPa)] (swid)
- Ej inläst: Pågjutning del 2: Hållfasthetsklass C 28/35 [35.0 (MPa)] (swed)
- Ej inläst: Pågjutning del 2: Hållfasthetsklass C 28/35 [35.0 (MPa)] (swid)
- 13.25[1] Pågjutning del 2: Översida ung betong: Slätting, beräknad start [0.12 (MPa)]
- 14.12[1] Pågjutning del 2: Översida ung betong: Slätting, beräknad slut [0.25 (MPa)]
- 12.00[1] Pågjutning del 2: Översida ung betong: Hållningstak 3

- Varningar om 28-dygnshållfastheten är i sin ordning – vi har simulerat bara 14 dagar
- Dock är temperaturutvecklingen och hållfasthetstillväxten klen, särskilt som minimum och för första delen av pågjutningen
- Att vänta 7 h på att få glätta är ingen höjdare heller ☹️

PPB ver. 1.2      6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur      34

## Hur ser färgkartan ut?



- Färgkartorna är tagna vid 27h (temperaturmax) och ett dygn senare
- Prefabelementen stjälar värme
- Vi har ingen seriös isolering mot väderlek på utsidan, bortsett från täckningen av andra pågjutningen

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

35

## Hm...

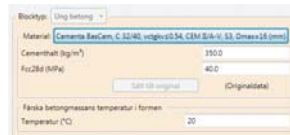
- Man skulle kunna isolera utsidan men det är opraktiskt
- Att trycka in värmekabel in i skalmuren känns inte så kul heller
- Vad återstår är att välja bättre betongkvalitet och säkerställa utdelning genom att ge den högre gjuttemperatur!

PPB ver. 1.2

6 Bjälklag på plattbärlag och skalmur

36

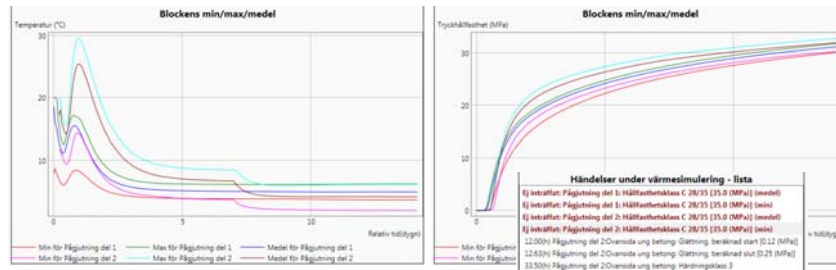
## Pågjutning del 1 och 2



- Gå upp två hållfasthetsklasser i betongval
- Sätt 20°C som gjuttemperatur



## Hur gick det nu då?




- Glättning drygt en timme tidigare
- Bättre utveckling av både temperatur och hållfasthet, efter 2 veckor är det trots allt minst 30 MPa överallt
- Är det bra nog?

## Hm... (del 2)

- Om det inte duger så är problemställningen fortfarande densamma och så länge vi inte vill/kan isolera oss ur problemet kommer vi att förlora nyttig värme från den unga betongen
- Man kan byta till snabbare cement...
- Man kan överväga uppvärmning med infravärme...
- Testa gärna själv några alternativ till du skulle kunna tänka dig...
- ...och några du inte skulle kunna tänka dig – bara för att jämföra vad man får 😊

## Vad har vi lärt oss?

- Att räkna på gjutning med prefabelement
  - skalmur
  - plattbärlag
- Att fylla på betongen stegvis
- Hur mycket värme som kalla prefabelement stjälar från den färska betongen
- Hur mycket värme som försvinner genom prefabelement som inte är isolerade på utsidan
- Hur man kan kompensera för värmeförlusten
- Hur svårt det är att kompensera för värmeförlusten på ett bra sätt



**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**7 Mätningar**

Copyright © 2015 SBUF och The Green Dragon Magic

## Vad skall vi lära oss?

- Hur man tar in uppmätt temperatur in i PPB
- Hur man räknar om temperatur till mognadsålder och hållfasthet
- Hur man visar uppmätta och behandlade värden i diagram
- Hur man kompletterar en simulering med mätdata för uppföljning
- Hur man jämför beräknade och uppmätta värden
- Kvalitetsdokumentation

PPB ver. 1.2      7 Mätningar      2

## Mätdata

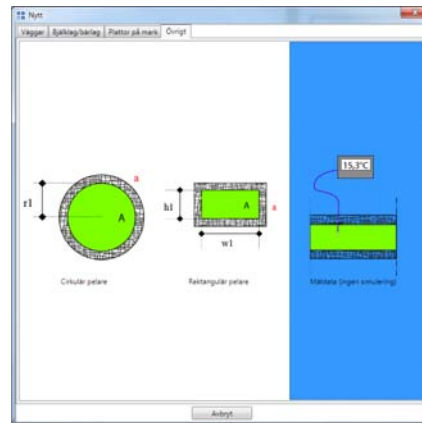
- PPB kan läsa in uppmätta temperaturer
  - i textformat
  - från fil eller genom urklipp
- Med kompletterande val av ung betong kan mätdata räknas om till mognadsålder och hållfasthet
- Dessa data kan visas som kurvdiagram
- PPB hanterar mätdata:
  - utan kompletterande simulering, dvs. bara mätdata som behandlas, visas i diagramform och kan skrivas ut
  - med simulering, mätdata kan

## Två sätt

- Utan kompletterande simulering
  - bara mätdata
  - ung betong kan väljas per kanal och data kan räknas om till mognadsålder och hållfasthet
  - kan visas i diagramform och kan skrivas ut
- Med simulering
  - kanaler placeras i konstruktionen som man räknar på
  - materialval genom problembeskrivning till beräkningen
  - jämförelse mellan beräknade och uppmätta värden
  - möjlighet att använda uppmätt lufttemperatur i väderleksbeskrivningen för noggrann uppföljningsberäkning
  - möjlighet till kvalitetsdokumentation

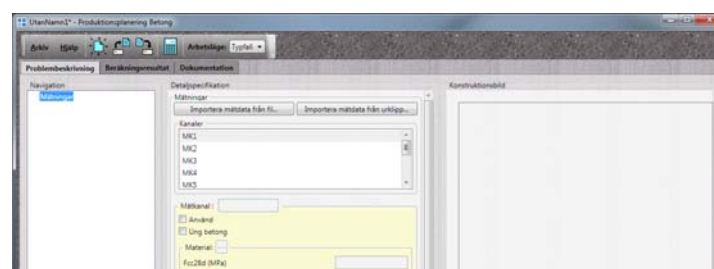


## Att hantera uppmätt temperatur



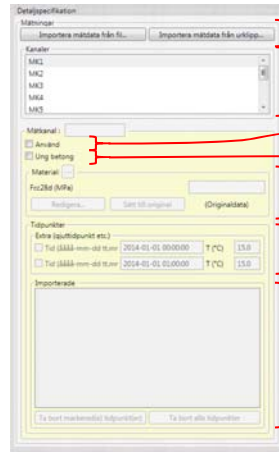
- Skapa ett nytt projekt med:
  - **Mätdata (ingen simulering)**

## Bara mätdata...



- Problembeskrivningen innehåller bara Mätningar
- Detta typfall saknar konstruktion
- En beräkning innebär endast behandling av mätdata – ingen simulering

## Hantering av mätkanaler



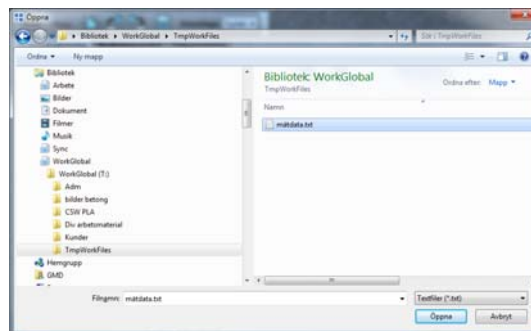
- För alla kanaler:
  - inläsning av mätdata
  - lista med definierade kanaler
- För vald kanal:
  - Om den används eller ej
  - Ung betong eller ej
  - Val av ung betong samt korrigering av 28-dygns hållfasthet
  - Manuellt inlagda extra tidpunkter, för att t.ex. beskriva blandningstemperatur och transport
  - Inlästa, uppmätta temperaturer med möjlighet att ta bort enskilda eller alla tidpunkter

PPB ver. 1.2

7 Mätningar

7

## Import från fil



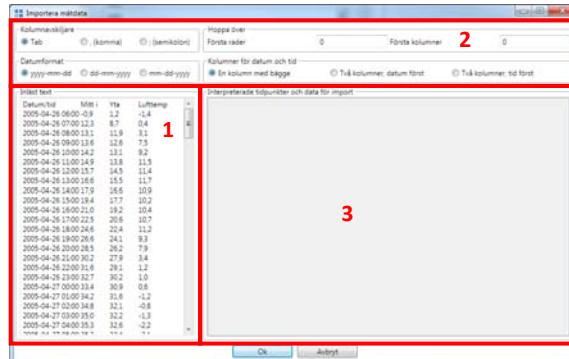
- Välj **Importera mätdata från fil**
- Leta upp textfilen "TempMätdata" i mappen "PPB Utbildning" i mappen "Dokument" och välj den

PPB ver. 1.2

7 Mätningar

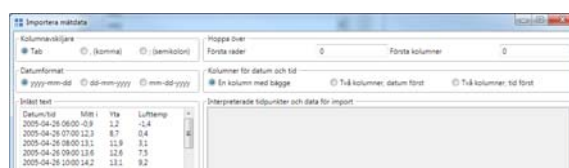
8

## Dialog – importera mätdata



- Denna dialog:
  - 1: Visar själva importerade texten
  - 2: Låter användaren påverka hur texten tolkas
  - 3: Visar vad tolkningen har kommit fram till
  - Låter sedan användaren välja vad som skall importeras in i vilka kanaler

## Hur skall det tolkas



- Kolumnavskiljare – vilket tecken används för att separera kolumnerna
- Datumformat – välj mellan de tre vanligaste
- Hoppa över – möjlighet att skippa ett antal första rader och/eller ett antal första kolumner
- Kolumner för datum och tid – väljer hur tidpunkt samt datum redovisas

## Interpreterade data

Tidpunkt	Importera in	Importera ut	Importera in
2005-04-26 06:00:00	1.2		-1.4
2005-04-26 07:00:00	8.7		0.4
2005-04-26 08:00:00	→ (NAK2)	11.9	3.1
2005-04-26 09:00:00	→ (NAK3)	12.6	9.5
2005-04-26 10:00:00	→ (NAK4)	13.1	8.2
2005-04-26 11:00:00	→ (NAK7)	13.8	11.5
2005-04-26 12:00:00	→ (NAK8)	14.5	11.4
2005-04-26 13:00:00	→ (NAK9)	15.5	11.7
2005-04-26 14:00:00	→ (NAK10)	17.9	10.9
2005-04-26 15:00:00	18.4	17.7	10.2
2005-04-26 16:00:00	21.0	19.2	10.4
2005-04-26 17:00:00	22.5	20.6	10.7
2005-04-26 18:00:00	24.6	22.4	11.2
2005-04-26 19:00:00	26.6	24.1	8.3
2005-04-26 20:00:00	28.5	26.2	9.9
2005-04-26 21:00:00	30.2	27.9	3.4
2005-04-26 22:00:00	31.8	29.1	1.2

- Kolumner med interpreterade tidpunkter samt temperaturer visas
- (Man kan dra i gränsen mellan kolumnrubriker för att ändra på kolumnbredden)
- I toppen av varje temperaturkolumn väljer man om kolumnen importeras och i så fall in i vilken kanal i PPB-projektet

## Regler för import

- Man kan importera en, ett par eller alla kolumner från en fil/urklipp
- Man kan importera flera gånger till olika kanaler
- Man kan importera flera gånger till samma kanal så länge mätsekvenserna inte överlappar i tid – nyttigt om mätningen blev avbruten och återupptogs...
- Man importerar alltid in alla tidpunkter i filen/urklipp
- Har man fått in tidpunkter man inte vill ha så kan man ta bort dem i resp. kanal

## Första kanalen

Detaljspecifikation

Mätningar

Importerade mätdata från fil... Importera mätdata från urklipp...

Kanaler

MK1  
MK2  
MK3  
MK4  
MK5

Mätkanal: [ ]

Använd  
 Ung betong

Material: [Cementa BasCem, C 28/35, w/c=0,58, CEM 32,5-V, S3, Dmax=16 (mm)]

Foc28d (MPa) 35.0

Tidpunkter

Extra (tidpunkt etc.)

Tid (ÅÅÅÅ-mm-dd kl:mm:ss) 2005-04-26 05:00:00 T (°C) 15.0

Tid (ÅÅÅÅ-mm-dd kl:mm:ss) 2005-04-26 05:00:00 T (°C) 15.0

Importerade

2005-04-26 08:00:00	-0.9 (°C)
2005-04-26 07:00:00	12.3 (°C)
2005-04-26 06:00:00	13.1 (°C)
2005-04-26 05:00:00	13.8 (°C)
2005-04-26 10:00:00	14.2 (°C)
2005-04-26 11:00:00	14.9 (°C)
2005-04-26 12:00:00	15.7 (°C)
2005-04-26 13:00:00	16.6 (°C)
2005-04-26 14:00:00	17.9 (°C)
2005-04-26 15:00:00	19.4 (°C)

Ta bort markerad(e) tidpunkt(er) Ta bort alla tidpunkter

- Första kanalen skall användas
- Det är ung betong
- Välj: Cementa BasCem, C28/35, S3, Dmax=16mm
- Den första tidpunkten verkar vara utanför betongen så välj den i listan och ta bort den sedan genom att trycka på **Ta bort markerad(e) tidpunkt(er)**

PPB ver. 1.2

7 Mätningar

13

## Andra kanalen

Mätningar

Importerade mätdata från fil... Importera mätdata från urklipp...

Kanaler

MK1  
MK2  
MK3  
MK4  
MK5

Mätkanal: [ ]

Använd  
 Ung betong

Material: [Cementa BasCem, C 28/35, w/c=0,58, CEM 32,5-V, S3, Dmax=16 (mm)]

Foc28d (MPa) 35.0

Tidpunkter

Extra (tidpunkt etc.)

Tid (ÅÅÅÅ-mm-dd kl:mm:ss) 2005-04-26 05:00:00 T (°C) 15.0

Tid (ÅÅÅÅ-mm-dd kl:mm:ss) 2005-04-26 05:00:00 T (°C) 15.0

Importerade

2005-04-26 07:00:00	8.7 (°C)
2005-04-26 08:00:00	11.9 (°C)
2005-04-26 09:00:00	12.6 (°C)
2005-04-26 10:00:00	13.1 (°C)
2005-04-26 11:00:00	13.8 (°C)
2005-04-26 12:00:00	14.5 (°C)
2005-04-26 13:00:00	15.3 (°C)
2005-04-26 14:00:00	16.6 (°C)
2005-04-26 15:00:00	17.7 (°C)
2005-04-26 16:00:00	18.2 (°C)

Ta bort markerad(e) tidpunkt(er) Ta bort alla tidpunkter

- Andra kanalen skall användas
- Det är ung betong
- Välj även här: Cementa BasCem, C28/35, S3, Dmax=16mm
- Den första tidpunkten verkar vara utanför betongen så välj den i listan och ta bort den sedan genom att trycka på **Ta bort markerad(e) tidpunkt(er)**

PPB ver. 1.2

7 Mätningar

14

## Tredje kanalen

Tidpunkter	
Extra tidpunkt (etc.)	
<input checked="" type="checkbox"/> Tid (åååå-mm-dd kl:tt:ss)	2005-04-26 09:00:00 1 (°C) 15.0
<input checked="" type="checkbox"/> Tid (åååå-mm-dd kl:tt:ss)	2005-04-26 09:30:00 1 (°C) 15.0

Importerade	
2005-04-26 06:00:00	-1.4 (°C)
2005-04-26 07:00:00	0.4 (°C)
2005-04-26 08:00:00	3.1 (°C)
2005-04-26 09:00:00	7.3 (°C)
2005-04-26 10:00:00	9.2 (°C)
2005-04-26 11:00:00	11.5 (°C)
2005-04-26 12:00:00	11.4 (°C)
2005-04-26 13:00:00	11.7 (°C)
2005-04-26 14:00:00	10.9 (°C)
2005-04-26 15:00:00	10.2 (°C)

- Tredje kanalen skall användas
- Det är luft
- Vi låter alla mätvärden vara som de är här

PPB ver. 1.2

7 Mätningar

15



- Tryck på beräkningsknappen så att de inlästa mätdata behandlas
- Nu går detta så fort att man i regel knappt hinner se beräkningsrutan...



PPB ver. 1.2

7 Mätningar

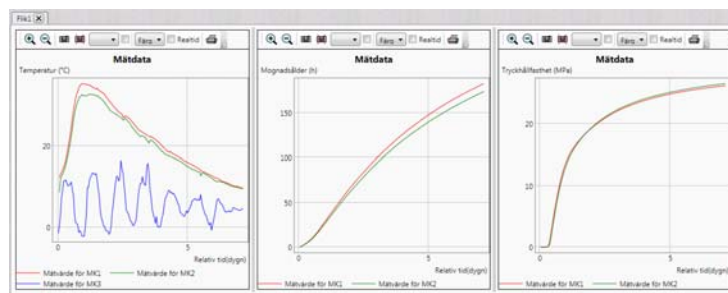
16

## Resultat för mätdata



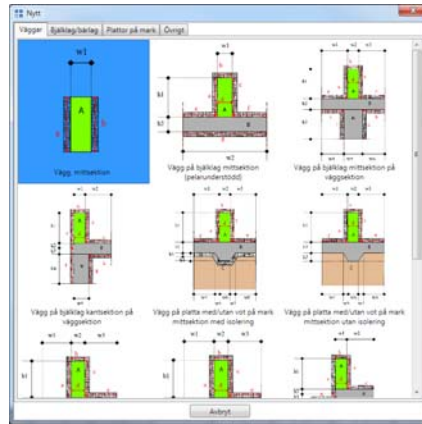
- I resultaten ser vi endast kurvdiagram att välja mellan
- Inga diagram för konstruktionen är tillgängliga eftersom vi inte har någon konstruktion i detta typfall

## Kurvdiagram



- Temperatur visas för samtliga använda kanaler (tre i detta fall)
- Mognadsålder och hållfasthet endast för kanaler med ung betong (två i detta fall)

## Simulering och mätdata



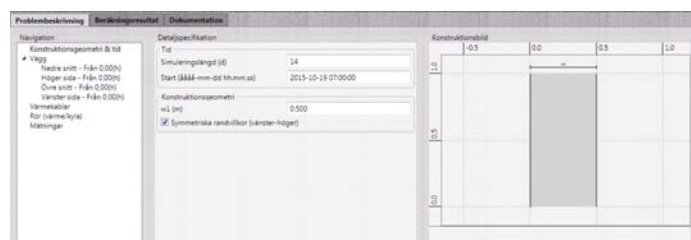
- Mätdata som vi lekte med kom egentligen från en konstruktion...
- Skapa ett nytt projekt med:
  - **Vägg, mittsektion**

PPB ver. 1.2

7 Mätningar

19

## Konstruktionsgeometri & tid...



- Sätt simuleringslängd till 14 dygn
- Sätt väggens tjocklek ( $w_1$ ) till 0,5m
- Kryssa för symmetriska randvillkor

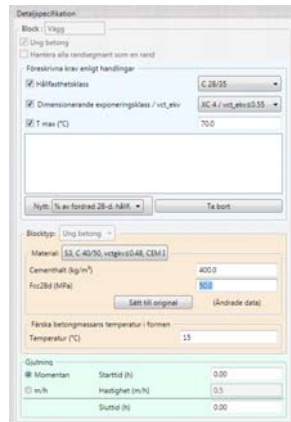
PPB ver. 1.2

7 Mätningar

20



## Vägg



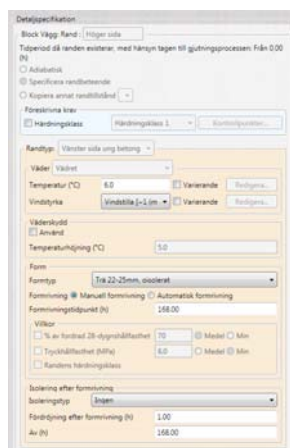
- Krav:
  - C 28/35
  - XC 4
  - T max. 70°C
- Material:
  - PPB AnlCem Luft C40/50, S3, Dmax=27mm
- Cementhalt 400 kg/m<sup>3</sup>
- 15°C gjuttemperatur
- Momentan gjutning

PPB ver. 1.2

7 Mätningar

21

## Vägg – höger sida



- Inget krav på härdningsklass
- Väder:
  - 6°C och vindstilla
- Inget väderskydd
- Form:
  - Trä 22-25mm, isolerat
  - Manuell formrivning vid 168 h (7 dygn)
- Inget isolering efter formrivning

PPB ver. 1.2

7 Mätningar

22

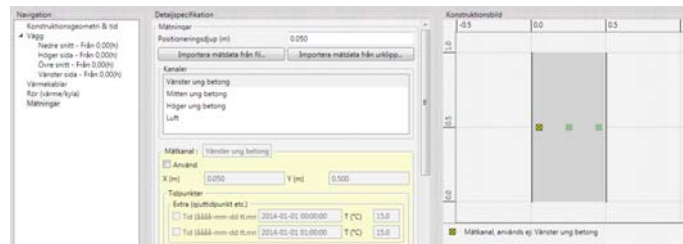
## Vägg – vänster sida

- Inget krav på härdbetongsklass
- Resten är redan ok eftersom vi valde symmetriskt randvillkor

## Mätningar

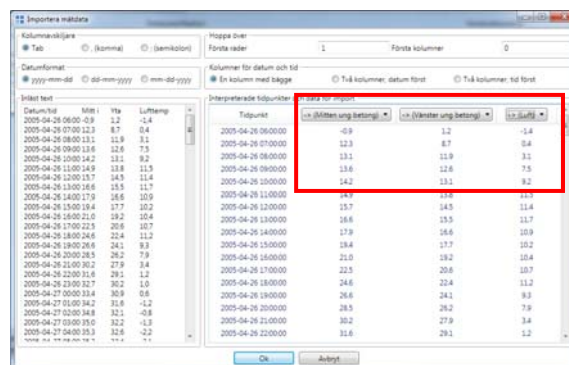
- Mätningar med konstruktion ser litet annorlunda ut
- Mätkanalerna är i typfallsläget redan skapade – tre är placerade i konstruktionen och en är luft
- Man kan påverka djupet på vilket ytkanalerna ligger
- Använda konstruktionskanaler räknas automatiskt om till mognad oh hållfasthet om de ligger i ett block med ung betong

## Mätningar



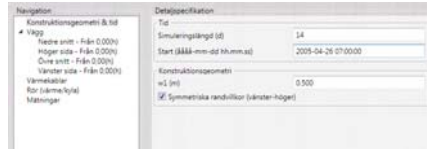
- Markera som använda:
  - Vänster ung betong
  - Mitten ung betong
  - Luft

## Varningar



- Importera samma mätfil som tidigare fast med kanaltilldelning enligt bild
- Ta bort första tidpunkten på bägge betongkanalerna (precis som förra gången)

# Starttidpunkt



- **OBSERVERA!!!**
- Det är viktigt att sätta korrekt starttidpunkten för simuleringen – annars kommer diagram som visar både mätningar och beräknade värden att bli fel
- De första mättidpunkterna för betongen är vid 2005-04-26 07:00:00 så sätt starttidpunkten för simuleringen till samma

PPB ver. 1.2

7 Mätningar

27

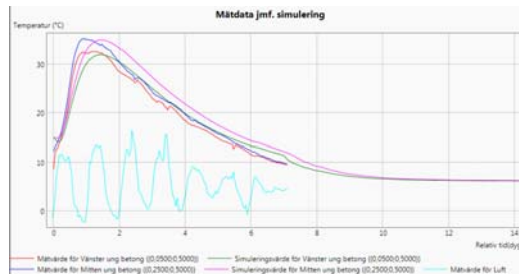


PPB ver. 1.2

7 Mätningar

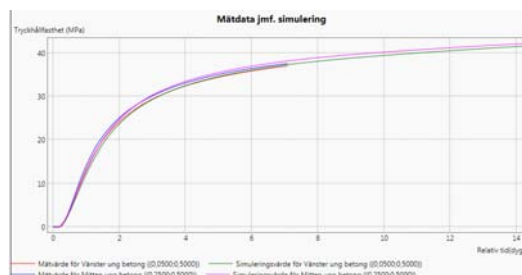
28

## Temperatur



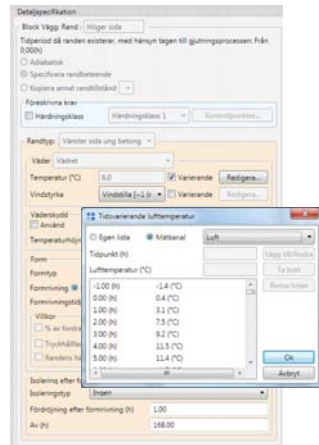
- Kurvdiagrammen Mätdata jmf. simulering visar kurvor för både mätdata och motsvarande punkter i beräkningen
- Här ser vi att de simulerade värdena ligger lika i höjd men litet efter de uppmätta.

## Hållfasthet



- Hållfastheten skiljer inte mycket...

## Vägg – höger sida



- Ett sätt att göra en bättre uppföljning är att använda den uppmätta lufttemperaturen i väderleksbeskrivningen
- Då tar man bort inverkan av den från början grovt skattade lufttemperaturen och ser bättre hur beräkningen stämmer med verkligheten
- Kryssa för varierande lufttemperatur, välj redigera och ange Mätkanal **Luft**

PPB ver. 1.2

7 Mätningar

31

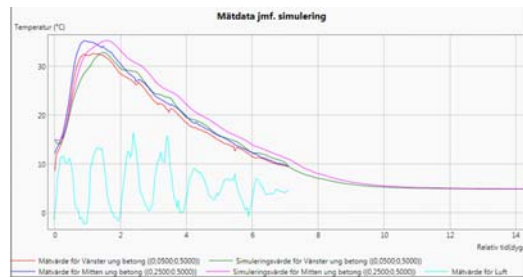


PPB ver. 1.2

7 Mätningar

32

## Nu då?

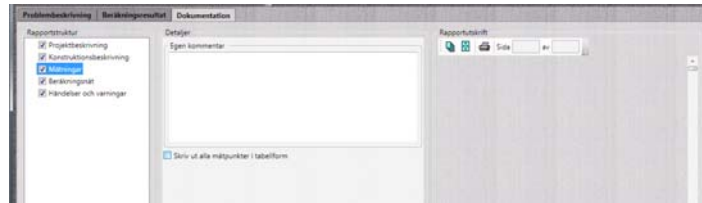


- De beräknade temperaturerna blev något vågiga – inverkan av den varierande lufttemperaturen syns
- De ligger fortfarande efter, antagligen för att betongen i verkligheten hann redan härda litet i bilen på vägen från stationen

## Fixa till...?

- Om vi antar att betongen blandades 2 timmar kan vi lägga till manuellt en extra tidpunkt för bägge kanaler:
  - 2h före första i listan dvs. 2005-04-26 05:00:00
  - med beställd temperatur (15°C)
- Glöm i så fall inte att flytta starten av simuleringen till samma tidpunkt
- Övningen överlåtes till läsaren 😊
- (det blir inte exakt samma sak då heller eftersom i ena fallet simuleras betongen i formen och i det andra åker den betongbil, men man kommer kanske litet närmare 😊 )

## Kvalitetsdokumentation



- Inlästa mätdata kan dokumenteras i rapporten
- Man får alltid med en beskrivning av kanaler samt tidsmässig omfattning på tillhörande data
- Man kan skriva ut samtliga inlästa mätpunkterna per varje kanal, om man vill – det blir mycket papper...
- Det brukar vara bättre att spara några vyer från jämförelsedigrammen och ta dem med i rapporten 😊

## Vad har vi lärt oss?

- Hur man tar in uppmätt temperatur in i PPB
  - bara mätdata utan simulerad konstruktion
  - tillsammans med en simulerad konstruktion
- Hur man räknar om temperatur till mognadsålder och hållfasthet
- Hur man visar uppmätt temperatur och därav beräknad mognadsålder samt hållfasthet i diagram
- Hur man jämför beräknade (simulerade) och uppmätta värden
- Hur man använder uppmätt lufttemperatur i beskrivning av väderlek
- Hur man kan ta med dokumentation av mätdata i rapporten





**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**8 Struktur och grundprinciper**

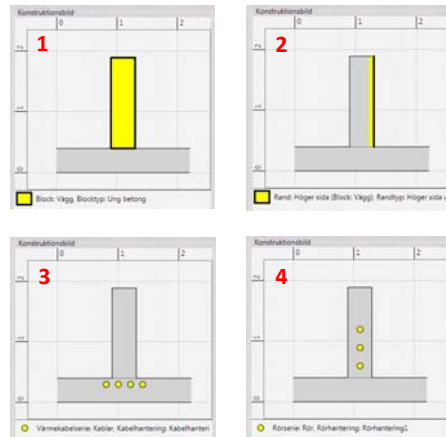
Copyright © 2015 SBUF och The Green Dragon Magic

## Vad skall vi lära oss?

- Hur problembeskrivning struktureras i PPB?
  - Geometriska objekt – block, ränder, kablar, rör
  - Typobjekt – blocktyper, randtyper, värdelek, mm.
- Hur informationen fördelas mellan objekten och vilken information som återanvänds/delas
- Skillnader mellan typfalls- och fria arbetsläget
- Skillnaden mellan att dela randtyp och att kopiera randbeteende
- Grundprinciper för dynamisk konstruktion
- Hur ränder hanteras vid simulering av påfyllning och fördröjd gjutning

PPB ver. 1.2      8 Struktur och grundprinciper      2

## Geometriska objekt



- I PPB finns det fyra slags geometriska objekt:
  - 1: block
  - 2: ränder
  - 3: kablar
  - 4: rör (ritas upp på samma sätt som kablar)

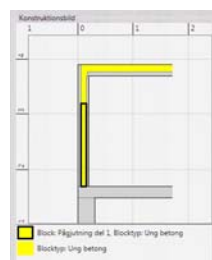
## Geometriska objekt

- **Block** - delar av konstruktionen med ett och samma material
- **Ränder** - kontaktytor mellan blocken och omgivningen
- **Kablar** - värmekablar placerade i blocken, hanteras i serier
- **Rör** - rör för värmande eller kylande medium, placerade i blocken, hanteras i serier
- **(Mätkanaler** kan vara placerade i konstruktionen och ha motsvarande position (koordinater) men de hanteras inte som geometriska objekt enligt ovan)

## Typer...?

- Geometriska objekt beskrivs till viss del av information som är specifik för varje objekt
  - Block har i regel olika krav kopplade till sig, olika starttemperatur eller olika gjutningsförfarande
  - Ränder har olika härdningskrav
- Det finns även information som kan delas/återanvändas mellan olika geometriska objekt:
  - Block kan använda sig av samma material
  - Ränder kan använda samma väderleksbeskrivning, form och regler för formrivning
- Typer är ett sätt att återanvända samma delbeskrivning för flera geometriska objekt

## Block och blocktyp



- Två olika block som använder samma blocktyp

## Block och blocktyp

Detaljspecifikation

Block [Stigledning del 1]

Ulag betong

Hantera alla randlagringar som en rand

Föreskriva krav enligt handlingar

Hållfasthetsklass C 55/20

Dimensionerande exponeringsklass / vut\_m B0 / ---

T\_max (°C) 60,0

Nytt [5 av förändrad 28-d. hållf. <-] Ta bort

Blocktyp: Ulag betong

Material: Cementbeton CEM I, C 55/20, vutgev: 0,87, CEM I, 33, Dm

Cementhalt (kg/m<sup>3</sup>) 240,0

FoC28d (MPa) 20,0

Färska betongmassans temperatur i formen

Temperatur (°C) 15

Gjutning

Momenten Starttid (h) 0,00

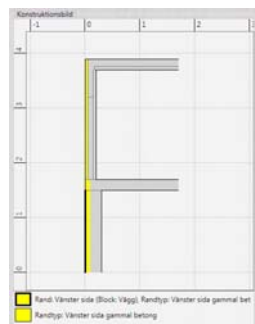
m/h Hastighet (m/h) 0,5

Sluttid (h) 0,00

- Specifikt för blocket

- Specifikt för blocktypen

## Rand och randtyp



- Tre olika ränder som använder samma randtyp

## Rand och randtyp

- Specifikt för randen

- Specifikt för randtypen

## Kabel och kabelhantering

- Värmekablar, geometriska objekt som hanteras i serier, delar information genom kabelhantering

- Specifikt för kabelserien

- Specifikt kabelhanteringen

## Rör och rörhantering

- Rör, geometriska objekt som hanteras i serier, delar information genom rörhantering
- Specifikt för rörserien
- Specifikt rörhanteringen

## Sammanfattning

Geometriska objekt	Motsvarande typer
Block	Blocktyp
Rand	Randtyp
Kabelserie	Kabelhantering
Rörserie	Rörhantering
	Väder <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Väderlek är också en typ. Den återanvänds av olika randtyper.

## I typfallsläget

- Alla block och ränder är fördefinierade av typfallet
- Man kan ändra blockens storlek och när/hur de gjuts – ränderna anpassar sig själva till detta
- Alla blocktyper och randtyper är fördefinierade, men det kan vara läge att notera hur en typ används, då man slipper mata in samma information flera gånger

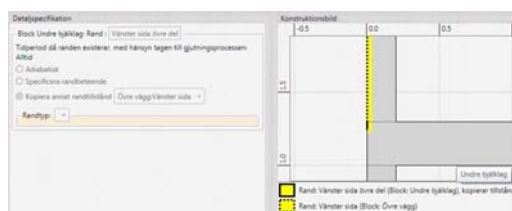
## I typfallsläget

- Man kan definiera kabel- och rörserier
- En kabelhantering är fördefinierad och den delas mellan alla kabelserier
- En rörhantering är fördefinierad och den delas mellan alla rörserier
- En väderlek är fördefinierad och den delas mellan alla randtyper
- Mätpunkterna är fördefinierade. Man kan påverka vilket djup ytmätningarna sker på och huruvida man använder en viss mät punkt eller ej

## I fria läget

- Man kan ändra och definiera om allt
  - Geometri inkl. block, (ränder anpassar sig automatiskt) samt rör- och kabelserier
  - Alla typer
    - Definitioner
    - Mappning - vilka geometriska objekt använder vilka typer
  - Alla mätpunkter, deras antal, typ och placering
- Man ansvarar dock för allt själv och får nästan inget fördefinierat

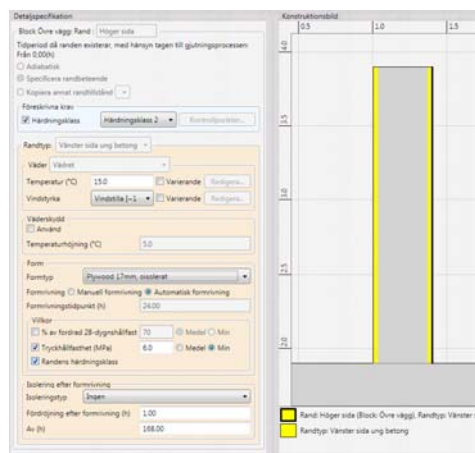
## Dela randtyp eller kopiera randtillstånd?



- Det finns två olika sätt att ange att ränder skall bete sig på ett likartat sätt
  - återanvändning av samma randtyp
  - kopiering av randtillstånd
- De skiljer sig åt och skall användas i olika fall
- Låt oss reda ut...



## Dela randtyp



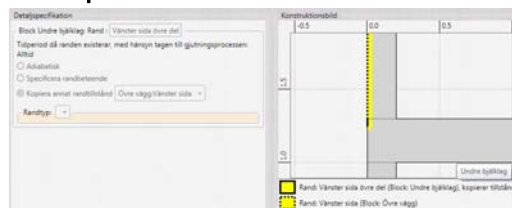
- Ränderna delar randtyp
- De använder t.ex. samma form och skall formriva vid 6 MPa för blocket och då randens härdningsklass uppfylls
- Härdningsklassen beskrivs dock för varje rand och kan vara olika – om det är så kan vi få olika formrivningstider

PPB ver. 1.2

8 Struktur och grundprinciper

17

## Kopiera randtillstånd



- Rand, som kopierar tillstånd från annan rand, har inget eget beteende
- Den har ingen egen beskrivning och inga egna krav
- Den kopierar blint egenskaperna under beräkningen från den andra randen

PPB ver. 1.2

8 Struktur och grundprinciper

18

## Dela randtyp eller kopiera randtillstånd?

- Dela randtyp:
  - Olika ränder med samma arbetsätt, dock med egen övervakning av egna krav
  - Formrivning baserat på härdningsklass
  - Används som oftast
- Kopiera randtillstånd:
  - I stället för eget randbeteende används råkopiering av tillståndet från annan rand under beräkningen
  - Används t.ex. då formen för ett block överlappar en bit av ett annat block – man får samma material och samma formrivning

## Dynamisk konstruktion

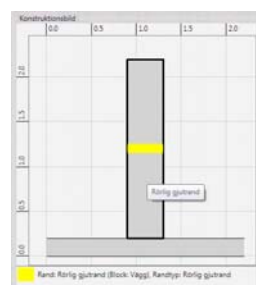
Gjutning	
☐ Momentan	Starttid (s) 24.00
⊗ (m/s)	Hastighet (m/s) 0.5
	Sluttid (s) 28.00

- Genom att simulera påfyllning och/eller fördröja gjutning kan vi åstadkomma en tidsbaserad förändring i konstruktionen – dynamisk konstruktion
- PPB har endast en begränsning för hur dynamisk en konstruktion får vara:
  - Två block som delar en inre rand får inte ha påfyllning som överlappar i tid
- Allt annat är tillåtet - kanske inte lämpligt, men tillåtet... 😊

## Ränder i dynamisk konstruktion

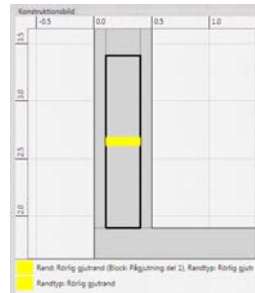
- Dynamiken i konstruktionen kan röra till det litet med ränder
- I samband med påfyllning finns två situationer då ränderna beter sig litet olika:
  - påfyllning i form
  - påfyllning vid motgjutning
- Vid fördröjning av gjutning påverkas hela randstrukturen och ränder kan:
  - finnas "inne" i konstruktionen
  - gälla bara en del av simuleringstiden

## Påfyllning i form



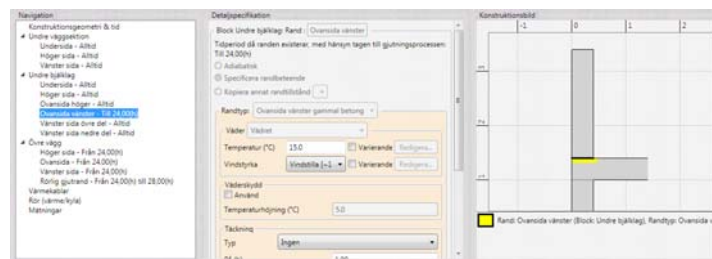
- Rörlig gjutränd beskriver kontakten mellan den påfyllda betongen och luften ovanför
- Sidorna under gjutränden följer definitioner för blockets sidoränder
- Sidorna ovanför "finns inte" eftersom betongen inte hunnit dit än
- När påfyllningen kommit hela vägen upp ersätts gjutränden med blockets topprand

## Påfyllning med motgjutning



- Rörlig gjutrand beskriver kontakten mellan den påfyllda betongen och luften ovanför
- Sidorna under gjutranden har full termisk kontakt med omgivande block
- Sidorna ovanför finns för de omgivande blocken och betår sig som gjutranden
- När påfyllningen kommit hela vägen upp ersätts gjutranden med blockets topprand eller full termisk kontakt om det finns ett annat block ovanför

## Fördröjning av gjutning




- Fördröjning av gjutning kan skapa ränder "inne i konstruktionen"
- Väggen ovan gjuts efter 24h så dess kontaktyta med bjälklaget är först en yttre rand i ett dygn och sedan övergår i full termisk kontakt med den unga betongen som fylls på då
- Efter specifikation av fördröjd gjutning, kolla rändernas giltighetstider i Navigation (står efter varje rand) så att du fått det du ville!

## Vad har vi lärt oss?

- Hur problembeskrivning struktureras i PPB?
  - Vilka geometriska objekt finns
  - Vilka typobjekt finns
  - Hur de samverkar
  - Hur beskrivning hur typer kan delas/återanvändas mellan de geometriska objekten
- Skillnader mellan typfalls- och fria arbetsläget avseende:
  - Hantering av geometriska objekt
  - Hantering av typobjekt
  - Hantering av mätpunkter

## Vad har vi lärt oss?

- Skillnaden mellan att dela randtyp och att kopiera randbeteende
  - Hur beter sig ränder i bägge fallen
  - När skall de olika alternativen användas
- Grundprinciper för dynamisk konstruktion
  - Påfyllning och fördröjd gjutning
  - Begränsningar
- Hur ränder hanteras vid simulering av påfyllning och fördröjd gjutning
  - Påfyllning i form
  - Påfyllning vid motgjutning
  - Tidsvarierande giltighet/existens vid fördröjd gjutning



**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**9 Det fria arbetsläget**

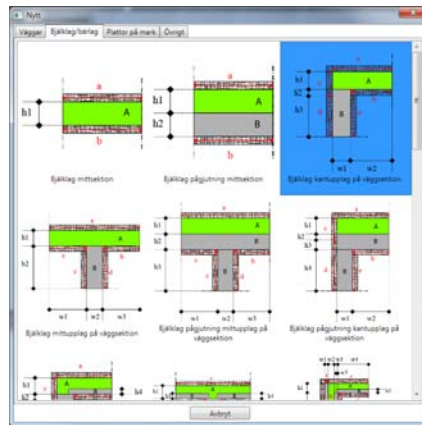
Copyright © 2015 SBUF och The Green Dragon Magic

## Vad skall vi lära oss?

- Att använda det fria arbetsläget
- Att redigera geometri
  - flytta enskilda punkter
  - ändra på blockstrukturen
- Att ändra om bland typstrukturen
  - blocktyper och kopplingar till blocken
  - randtyper och kopplingar till ränderna
- Mer avancerad påfyllning av betong
- Egen placering av mätkanaler
- Hur man styr elementstorleken i beräkningsnätet

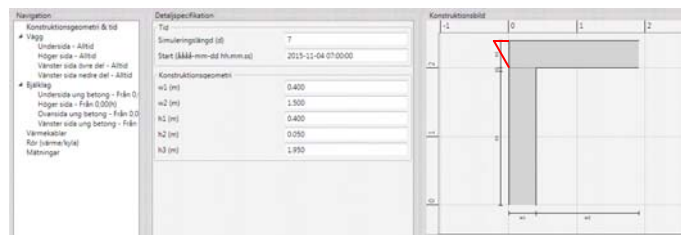
PPB ver. 1.2      9 Det fria arbetsläget      2

## Bjälklag



- Skapa ett nytt projekt med:
  - **Bjälklag kantupplag på väggsektion**

## Konstruktionsgeometri & tid



- Sätt simuleringslängd till 7 dygn
- Sätt tjockleken för bjälklaget (h1) till 0,4m
- Sätt tjockleken för väggen (w1) till 0,4m
- Bjälklaget skall dessutom gjutas med en sned kant – se röda förlängningen av bjälklaget i bild - men det kan vi inte göra i typfallsläget

## Byt till fria läget



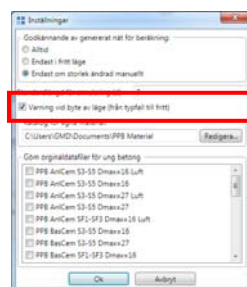
- Byt arbetsläge i menyraden till fritt
- Eftersom det inte går att byta tillbaka kommer en fråga om bekräftelse upp på skärmen.
- Svara Ja.

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

5

## Fria läget - inställningar



- Arbetar man ofta i fria läget och vill slippa varningen vid bytet så går det att koppla bort i **Inställningar** under menyn **Arkiv**

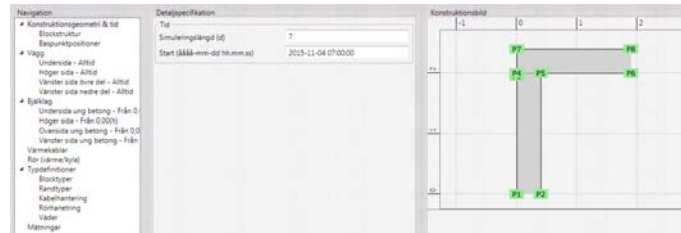
PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

6



## Fria läget



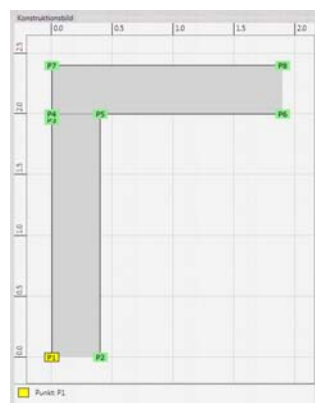
- Allt som fanns inmatat innan bytet finns kvar.
- Fler saker har dykt upp i Navigation:
  - Undernoder i konstruktionsgeometri – för att kunna ändra på geometrin fritt
  - Typdefinitioner – för att kunna definiera/ändra i typobjekten fritt
- Resten ser ut likadant, men i detaljspecifikationerna finns mer saker man kan fylla i och göra

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

7

## Geometri



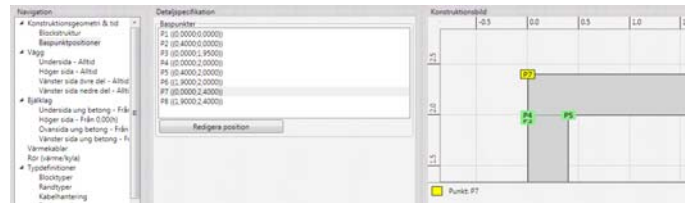
- Geometrin definieras som tidigare av blocken
- Varje block är ett polygon som definieras av sina baspunkter
- Man kan ändra på geometrin på två sätt:
  - behålla strukturen och endast flytta på punkterna
  - ändra strukturen genom att skapa nya, definiera om och/eller ta bort existerande block

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

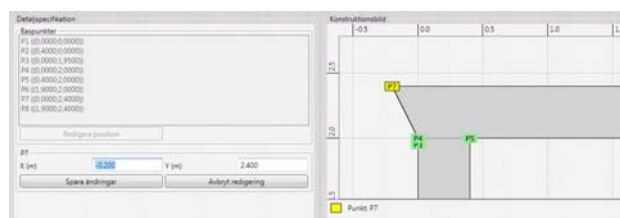
8

## Flytta på en baspunkt



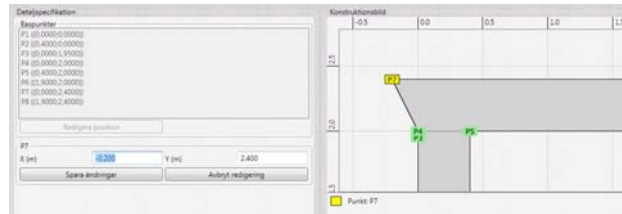
- Låt oss börja med uppgiften att ge bjälklaget en sned vänstersida med utstickande kant
- För att göra detta räcker det med att flytta ut bjälklagets hörn P7 till en ny position (-0.2;2.4)
- Välj **Baspunktspositioner** i **Navigation**
- Markera **P7** i listan och tryck på **Redigera position**

## Inmatning av koordinater



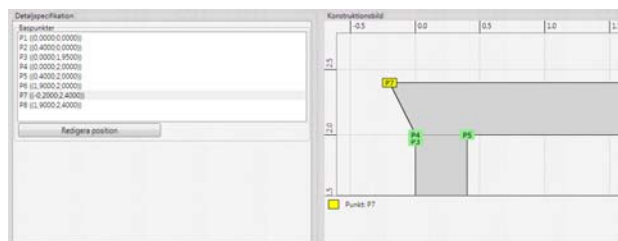
- Mata in de nya koordinaterna för P7 (-0.2;2.4)
- Observera att bilden ändras direkt efter inmatningen för att visa konsekvensen av den inmatade förändringen - matar man in en konstig position så kommer man kunna se det
- Man kan zooma och skrolla i bilden under redigering om man vill se något tydligare

## Spara eller ångra



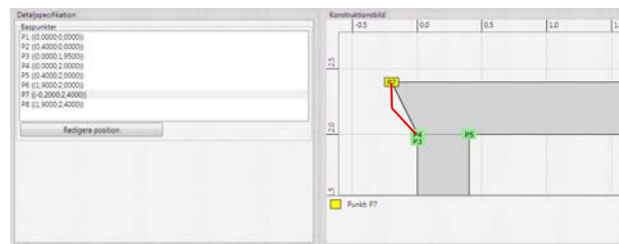
- Ångrar man sig kan man alltid trycka på **Avbryt redigering**
- Anser man sig vara klar trycker man på **Spara ändringar**
- PPB utför löpande kontroller av vad man matat in och om blocket skulle bli tokigt så blockeras **Spara ändringar** - den går inte att trycka på

## Spara den nya positionen



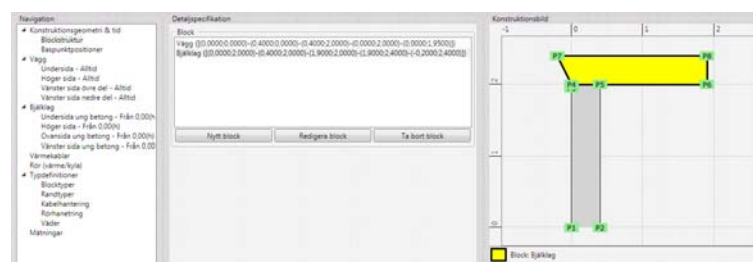
- Spara de nya koordinaterna (-0.2;2.4) för P7
- Positionen för P7 uppdateras i baspunktlistan och blocket har fått en ny utsträckning
- Tittar vi på resten i **Navigation** så ser vi att inget mer verkar ändrats – randstrukturen är densamma eftersom vi varken tog bort eller lade till nya punkter

## Att lägga till en ny punkt



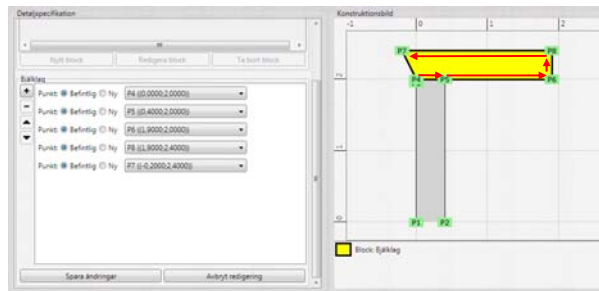
- Låt oss nu anta att bjälklaget skall ha en kant i enlighet med den röda linjen i bild.
- Nu behöver vi en ny punkt mellan P7 och P4
- Det innebär att vi måste redigera blockstrukturen

## Ändra blockstruktur



- Välj **Blockstruktur** i **Navigation**
- Välj bjälklaget i listan
- Tryck på **Redigera block**

## Blockets baspunktlista



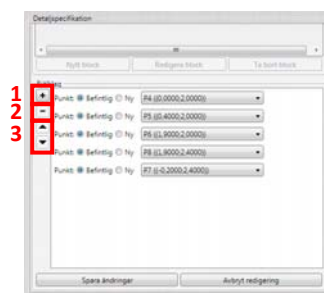
- Varje block beskrivs av en lista av baspunkter
- Listan för starta med vilken punkt som helst och måste gå runt hela blocket utan att upprepa sista punkten
- Bjälklaget beskrivs av fem baspunkter listade i en specifik ordning: P4-P5-P6-P8-P7

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

15

## Redigering av baspunktlistan



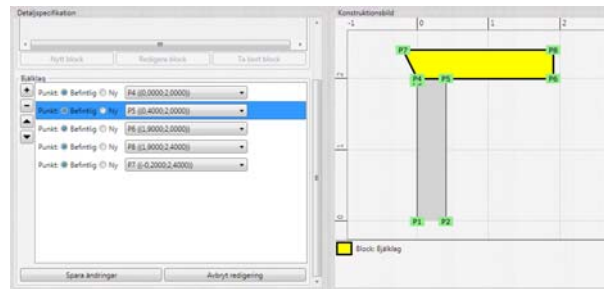
- Man kan lägga till (1), ändra, ta bort (2) samt flytta om (3) mellan baspunkterna i listan
- Bilden kommer att uppdateras löpande för att visa vad man gör
- Spara ändringar och Avbryt redigering fungerar som när vi flyttade på en baspunkt och giltigheten för blockdefinitionen kontrolleras löpande så det går inte att spara ogiltiga block

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

16

## Beskrivning av en punkt



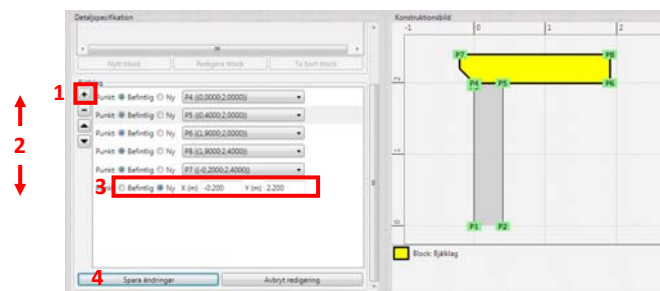
- Varje punkt i listan beskrivs genom att man:
  - hänvisar till en existerande punkt i bilden
  - anger helt nya koordinater
- Bjälklaget hänvisar alla sina 5 punkter till befintliga positioner när man börjar dess redigering

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

17

## Ny punkt



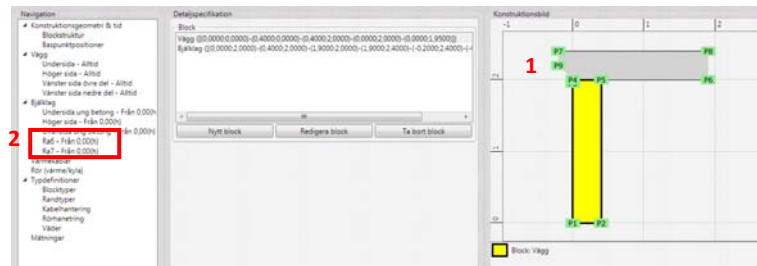
- Låt oss skapa den punkt vi behöver genom att:
  - 1: Skapa en ny punkt i listan
  - 2: Se till att den ligger efter P7 (dvs. i praktiken mellan P7 och P4)
  - 3: Se till att den anger nya koordinater (-0.2;2.2)
  - 4: **Spara ändringar**

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

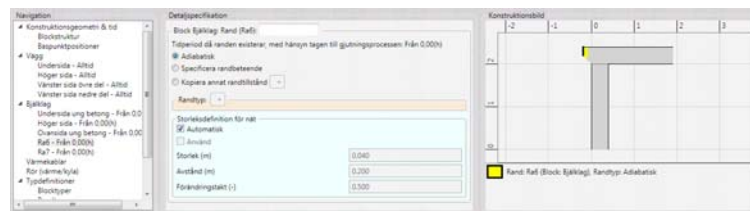
18

## Nu har vi en ny punkt



- 1: Nu har vi fått en ny punkt P9 och bjälklaget har sin utstickande kant
- 2: Vi har också fått två nya ränder
- När P9 lades till försvann den gamla randen Vänster sida (som gick mellan P7 och P4) och ersattes av två nya ränder, Ra6 (mellan P7 och P9) samt Ra7 (mellan P9 och P4)

## Ny rand Ra6



- En ny rand har inget riktigt namn utan får en beteckning med ett löpnummer
- Som standard är den adiabatisk
- (Möjlighet att styra storleksdefinitionen för beräkningsnätet har också dykt upp i fria läget – den finns för alla geometriska objekt, vi kommer till det längre fram)

## Fixa Ra6

Detaljspecifikation  
Brock Bjälklag Rand (Ra6) Vänster sida övre  
Tidperiod då randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen: Från 0.00h

Adalbetas  
 Specificera randbeteende  
 Kopiera annat randstillsänd

Föreskrivna krav  
 Hårdningsklass: Hårdningsklass 2 Kontrollpunkt...

Randtyp: **Vertikal sida ung betong**

Storlek:  Undersida ung betong  
 Översida ung betong  
 Översida gemensamt betong

Storlek (m): 0.040  
Avstånd (m): 0.200  
Fördelningssteg (-): 0.300

Vidare:  Värmet  
Temperatur (°C): 13.0  Varierande Redigera...  
Vindstyrka: Vindstilla [-1,0 m/s]  Varierande Redigera...  
Värdesludd  Använd  
Temperaturhöjning (°C): 1.0  
Form:  Såljbjern, oisolerat  
Förening:  Manuell förening  Automatisk förening  
Föreningstidpunkt (h): 24.00  
Vikar:  % av förfrad 28-dags hållfasthet: 70  Medel  Min  
 Tryckhållfasthet (MPa): 6.0  Medel  Min  
 Randens hårdningsklass

Isolering efter förening:  Ingen  
Isoleringstyp: Ingen  
Fördjupning efter förening (h): 1.00  
Ar (h): 168.00

- Ge Ra6 ett namn – Vänster sida övre
- Välj Specificera randbeteende
- Välj Vertikal sida ung betong som randtyp (samma som den randen som försvann)
- Och så ser detaljspecifikationen ut som den brukar

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

21

## Fixa Ra7

Detaljspecifikation  
Brock Bjälklag Rand (Ra7) Vänster sida medre  
Tidperiod då randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen: Från 0.00h

Adalbetas  
 Specificera randbeteende  
 Kopiera annat randstillsänd

Föreskrivna krav  
 Hårdningsklass: Hårdningsklass 1 Kontrollpunkt...

Randtyp: **Vertikal sida ung betong**

Vidare:  Värmet  
Temperatur (°C): 13.0  Varierande Redigera...  
Vindstyrka: Vindstilla [-1,0 m/s]  Varierande Redigera...  
Värdesludd  Använd  
Temperaturhöjning (°C): 1.0  
Form:  Såljbjern, oisolerat  
Förening:  Manuell förening  Automatisk förening  
Föreningstidpunkt (h): 24.00  
Vikar:  % av förfrad 28-dags hållfasthet: 70  Medel  Min  
 Tryckhållfasthet (MPa): 6.0  Medel  Min  
 Randens hårdningsklass

Isolering efter förening:  Ingen  
Isoleringstyp: Ingen  
Fördjupning efter förening (h): 1.00  
Ar (h): 168.00



- Fixa till Ra7 på samma sätt som Ra6 – de är ju två delar av samma form

PPB ver. 1.2


9 Det fria arbetsläget

22







- PPB gör en kontroll att allt är definierat som det skall
- Hittar den fel så startas inte beräkningen
- Det händer sällan i typfallsläget men desto oftare i det fria...
- Fliken **Fel** nedanför...



PPB ver. 1.2 9 Det fria arbetsläget 23

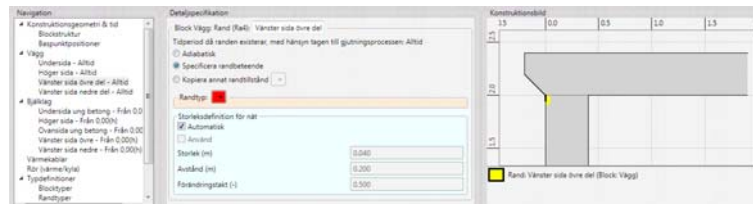
## Fliken Fel



- Längst ner i PPB:s fönster hittar vi tre flikar och bland dem fliken **Fel**
- Här listas ett eller flera fel som PPB hittat i problembeskrivningen
- Just nu klagar den på att randtyp är inte vald för randen **Vänster sida övre del** hos blocket **Vägg**

PPB ver. 1.2 9 Det fria arbetsläget 24

## Missade randtypen


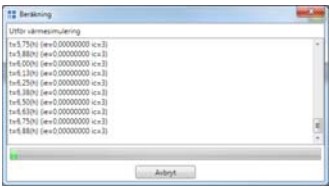


- Detta handlar om den lilla randen som motsvarade formens överlapp på väggen under
- Denna rand kopierade randtillstånd från den randen som försvann - kopieringen blev omöjlig och PPB vet inte vad den skall göra så den definierade om randen till specificerat beteende men valde inte någon randtyp automatiskt


## Fixa kopiering av randtillstånd



- Denna rand skall fortfarande kopiera randtillstånd fast från en av de nya ränderna
- Fixa till enligt bild ovan

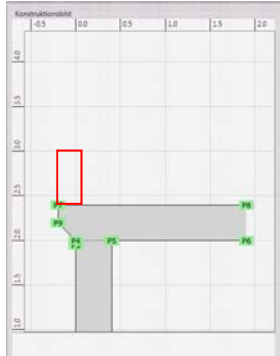



- Inga fler fel - nu startar beräkningen 😊
- Avbryt – vi är inte intresserade av resultatet utan skall gå vidare med att definiera ett nytt block...



PPB ver. 1.2 9 Det fria arbetsläget 27

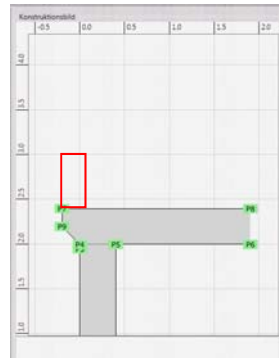
## Ett nytt block



- Låt os nu lägga till en mur längst ut på bjälklagets kant – den röda rektangeln i bilden
- Innan vi lägger till murblocket måste vi dock fixa till en förutsättning för detta...

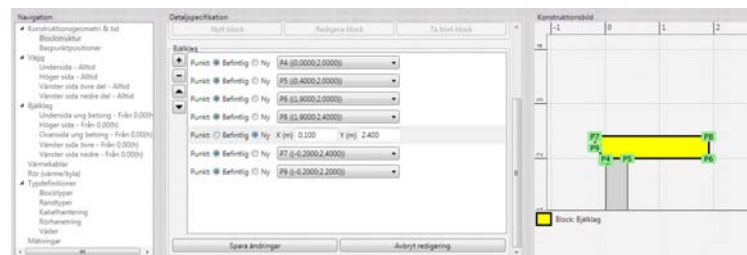
PPB ver. 1.2 9 Det fria arbetsläget 28

## Kontaktytor mellan blocken



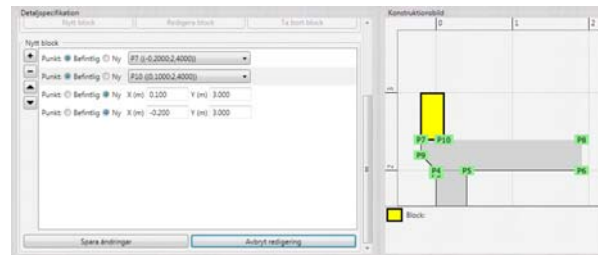
- Kontaktytor mellan blocken måste i PPB vara avgränsade med baspunkter som tillhör bägge blocken
- T.ex. kontaktytan mellan väggen under och bjälklaget är den inre randen mellan P4 och P5
- För korrekt kontaktyta mot den nya muren saknas en punkt i bjälklaget, mellan P7 och P8, där murens nedre högra hörn skall vara

## Fixa till den saknade punkten



- Redigera blockstruktur för bjälklaget igen
- Skapa en ny punkt
- Ge den nya koordinater (0.1;2.4)
- Flytta upp den mellan P8 och P7 i blockets baspunktlista
- Punkten syns inte på bilden innan den är sparad men bjälklaget bör se likadant ut eftersom vi inte förändrar dess form eller storlek

## Skapa muren



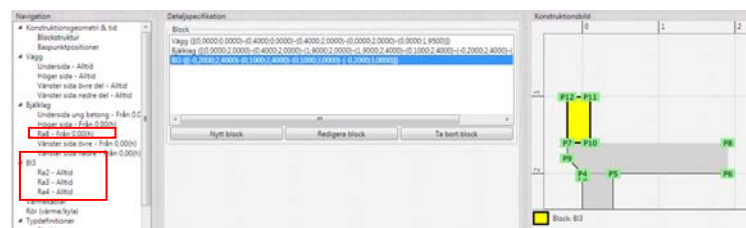
- Tre punkter ges i listan från början – skapa en till eftersom muren är en rektangel
- Den första punkten skall peka ut befintlig P7
- Den andra punkten skall peka ut befintlig P10
- Den tredje skall ha nya koordinater (0.1;3.0)
- Den fjärde skall ha nya koordinater (-0.2;3.0)
- När bilden ser ut enligt ovan **Spara ändringar**

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

31

## Det nya blocket



- Vi har ett nytt block Bl3 (inget riktigt namn än)
- Vi har även ändringar i randstrukturen både för Bl3 och Bjälklaget
- Efter en sådan ändring i geometrin finns det en hel del att fixa – låt oss börja med det nya blocket Bl3

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

32

## B13

Detaljspecifikation  
Block (B13): Mur  
 Ung betong  
 Hållbara alla randlag som en rand  
Föreklarna lever enligt handlingar  
 Hållfästelsklass C 16/20  
 Dimensionerande exponeringsklass / vst\_Leku X0 / ...  
 T max (°C) 60,0  
Nytt: (% av förbrad 28-d. hållf.) Ta bort  
Blocktyp: Ung betong  
Material: Cementa-AntiCam Luft, C 16/20, vstiges 0,81, CEM I, 53, Dmax=18 (mm)  
Cementhalt (kg/m³) 240,0  
Foc28d (MPa) 20,0  
Redigera... Sätt till original (Originaldata)  
Färdiga betongmassans temperatur / formen  
Temperatur (°C) 15  
Gjutning  
 Momentant Starttid (h) 0,00  
 m/h Hastighet (m/h) 0,3  
 m³/h Hastighet (m³/h) 15,0  
Konstruktionslängd (m) 10,000  
Sluttid (h) 0,00

- Från början ser detaljspecifikationen för det nya blocket lite fattigt ut men:
  - Bocka för **Ung betong**
  - Välj **Ung betong** som blocktyp
- Nu ser det mer bekant ut
- Ge blocket även ett namn: Muren

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

33

## Ung betong eller ej

Detaljspecifikation  
Block (B13): Mur  
 Ung betong  
 Hållbara alla randlag som en rand  
Föreklarna lever enligt handlingar  
 Hållfästelsklass C 16/20  
 Dimensionerande exponeringsklass / vst\_Leku X0 / ...  
 T max (°C) 60,0  
Nytt: (% av förbrad 28-d. hållf.) Ta bort  
Blocktyp: Ung betong  
Material: Cementa-AntiCam Luft, C 16/20, vstiges 0,81, CEM I, 53, Dmax=18 (mm)  
Cementhalt (kg/m³) 240,0  
Foc28d (MPa) 20,0  
Redigera... Sätt till original (Originaldata)  
Färdiga betongmassans temperatur / formen  
Temperatur (°C) 15  
Gjutning  
 Momentant Starttid (h) 0,00  
 m/h Hastighet (m/h) 0,3  
 m³/h Hastighet (m³/h) 15,0  
Konstruktionslängd (m) 10,000  
Sluttid (h) 0,00

- I fria läget kan man välja om blocket är ung betong eller ej
- Beroende på detta får man sedan välja mellan passande blocktyper

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

34

## Hantering av randsegment

Detaljspecifikation  
Block (B): Mur  
 Unga betong  
 Hantera alla randsegment som en rand

Förärräta över enligt handlingar  
 Hållfästetklass C 16/20  
 Dimensionerande exponeringsklass / v<sub>ct,Lev</sub> XD / ...  
 T max (°C) 60,0

Nytt (% av förbröd 28-d. hållf.) Ta bort

Blocktyp: Unga betong  
Material: Cemente-ÄmCem Luft, C 16/20, v<sub>ct,Lev</sub> XD, CEM I, 53, Dmax=18 (mm)  
Cementhalt (kg/m<sup>3</sup>) 240,0  
Foc28d (MPa) 20,0  
Redigera... Ta bort original (Originaldata)

Fastlåsa betongmassans temperatur i formen  
Temperatur (°C) 15

Gjutning  
 Momentan Starttid (h) 0,00  
 m/h Hastighet (m/h) 0,5  
 m<sup>3</sup>/h Hastighet (m<sup>3</sup>/h) 15,0  
Konstruktionslängd (m) 10,000  
Sluttid (h) 0,00

- Normalt behandlas blockets randsegment som separata ränder med egna specifikationer
- Ibland kan man dock vilja hantera alla randsegment som en rand med en specifikation – t.ex. vid horisontella tvärsnitt i pelare
- Då bockar man för **Hantera alla randsegment som en rand**

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

35

## Avancerad påfyllning

Detaljspecifikation  
Block (B): Mur  
 Unga betong  
 Hantera alla randsegment som en rand

Förärräta över enligt handlingar  
 Hållfästetklass C 16/20  
 Dimensionerande exponeringsklass / v<sub>ct,Lev</sub> XD / ...  
 T max (°C) 60,0

Nytt (% av förbröd 28-d. hållf.) Ta bort

Blocktyp: Unga betong  
Material: Cemente-ÄmCem Luft, C 16/20, v<sub>ct,Lev</sub> XD, CEM I, 53, Dmax=18 (mm)  
Cementhalt (kg/m<sup>3</sup>) 240,0  
Foc28d (MPa) 20,0  
Redigera... Ta bort original (Originaldata)

Fastlåsa betongmassans temperatur i formen  
Temperatur (°C) 15

Gjutning  
 Momentan Starttid (h) 0,00  
 m/h Hastighet (m/h) 0,5  
 m<sup>3</sup>/h Hastighet (m<sup>3</sup>/h) 15,0  
Konstruktionslängd (m) 10,000  
Sluttid (h) 0,00

- Ibland kan det vara svårt att hålla ett konstant antal m/h vid påfyllning – t.ex. om blocket har varierande bredd
- Då kan man välja påfyllning med ett konstant antal m<sup>3</sup>/h och ange hur lång sektionen är
- PPB räknar ut resten själv

PPB ver. 1.2

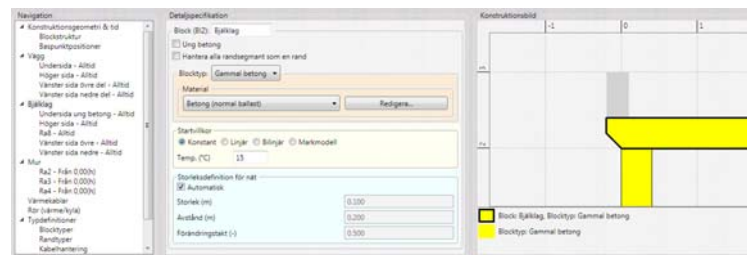
9 Det fria arbetsläget

36

## Kolla blockens beteende

- Bjälklaget är just nu ung betong och gjuts momentant vid 0h
- Muren är just nu ung betong och gjuts momentant vid 0h
- Något är galet:
  - Antingen räknar vi på bägge gjutetapperna och då fördröjer vi murens gjutning med t.ex. 2 veckor
  - Eller så har vi räknat på bjälklaget separat och vill bara räkna på muren nu, dvs. vi kopplar om bjälklaget till gammal betong och behåller omedelbar gjutning av muren
- Låt oss satsa på det andra alternativet...

## Ändra bjälklaget



- Ta bort "bocken" för Ung betong för bjälklaget
- Blocktypsvalet försvinner nu så välj ny blocktyp: **Gammal Betong**



## Avancerade startvillkor

Startvillkor					
<input type="radio"/> Konstant <input checked="" type="radio"/> Linjärt <input type="radio"/> Bilineärt <input type="radio"/> Markmodell					
Temp. (°C)	15	X (m)	0.000	Y (m)	0.000
Temp. (°C)	15	X (m)	1.000	Y (m)	0.000

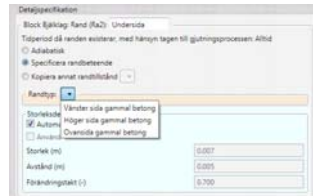
Startvillkor					
<input type="radio"/> Konstant <input checked="" type="radio"/> Linjärt <input type="radio"/> Bilineärt <input type="radio"/> Markmodell					
Temp. (°C)	15	X (m)	0.000	Y (m)	0.000
Temp. (°C)	15	X (m)	1.000	Y (m)	0.000
Temp. (°C)	15	X (m)	0.000	Y (m)	1.000

- I fria läget kan starttemperaturen för icke hydratiserande block specificeras på fler sätt än konstant och enligt markmodellen
- Linjärt
  - 2 punkter med 2 temperaturer anges
  - en rät linje anpassas till punkterna och temperaturerna och "dras ut" över resten av blockets plan
- Bilineärt:
  - 3 punkter med 3 temperaturer anges
  - ett plan anpassas till punkterna och temperaturerna och beskriver temperaturens variation över blocket

## Kontrollera ränderna

- Vi har skapat ett nytt block och fått nya ränder som behöver definieras
- Vi har även ändrat bjälklaget från ung betong till icke hydratiserande material. Detta kan göra randtypsval ogiltiga för bjälklagets ränder eftersom randtyper för ung betong inte kan användas för icke hydratiserande material.
- Låt oss kolla alla ränder för bjälklaget och muren

## Bjälklag - undersida



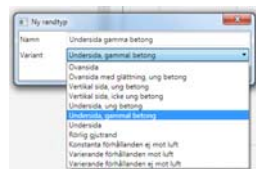
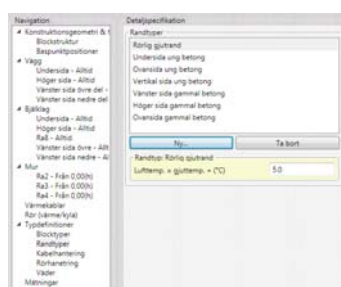
- Det är inte ung betong så justera namnet till: Undersida
- Randtypen måste väljas på nytt
- Vi behöver en randtyp för undersidor av gammal betong och en sådan finns inte skapad än
- Låt oss göra det...

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

41

## Skapa ny randtyp



- Välj Randtyper under Typdefinitioner i Navigation
- Listan med samtliga definierade randtyper syns då
- Tryck på Ny
- Ge den nya randtypen namnet Undersida gammal betong och välj varianten **Undersida, gammal betong**

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

42

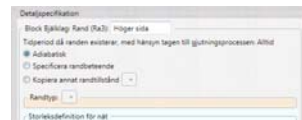
## Skapa ny randtyp

- Vi måste specificera väderlek för den nya randtypen, eftersom i det fria läget går att ha fler än en väderlek. Välj den enda so finns just nu, **Vädret**
- Eftersom det är en undersida till gammal betong kan formen fortfarande vara på plats och man kan ange detta
- Låt de förvalda värdena vara som de är

## Bjälklag - undersida

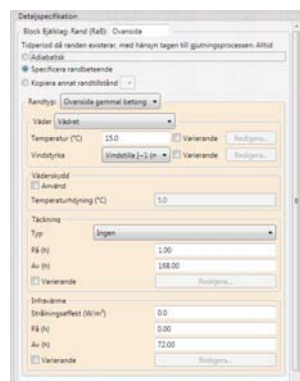
- Nu går det att välja rätt randtyp för bjälklagets undersida

## Bjälklag – höger sida



- Den är adiabatisk och det skall den vara

## Bjälklag – Ra8



- Byt namn till: Ovansida
- Välj **Specificera randbeteende**
- Välj **Ovansida gammal betong** som randtyp

## Bjälklag – vänster sida

Detaljspecifikation  
 Block Bjälklag Rand (Ra7): Vänster sida nedre  
 Tapperiod då randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen: Alltid  
 Adalastisk  
 Specificera randbeteende  
 Kopiera annat randställdönd  
 Randtyp: **Vänster sida gammal betong**  
 Väder: **Väddet**  
 Temperatur (°C): 15.0  Varierande   
 Vindstyrka: **Vindstilla (-2.0m)**  Varierande   
 Väderstöd  
 Använd  
 Temperaturhöjning (°C): 1.0  
 Isolering:  
 Isoleringstyp: **Isen**  
 Storleksdefinition för nät

- Vänster sida nedre som Vänster sida övre skall ha samma inställningar
- Välj **Vänster sida gammal betong** som randtyp för bägge ränderna så delar de randvillkor med väggens vänstra sida

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

47

## Mur – Ra2

Detaljspecifikation  
 Block Mur Rand (Ra2): Höger sida  
 Tapperiod då randen existerar, med hänsyn tagen till gjutningsprocessen: Från 0:00 (h)  
 Adalastisk  
 Specificera randbeteende  
 Formations lös:  Hårdbetonglösas  Hårdbetonglösas L   
 Randtyp: **Vertikal sida ung betong**  
 Väder: **Väddet**  
 Temperatur (°C): 15.0  Varierande   
 Vindstyrka: **Vindstilla (-2.0m)**  Varierande   
 Väderstöd  
 Använd  
 Temperaturhöjning (°C): 1.0  
 Form:  
 Formtyp: **Såå 3mm, abakateret**  
 Formning:  Manuell formning  Automatisk formning  
 Formningstidpunkt (h): 24.00  
 Vikor  
 % av formtid 28-dygns hållfasthet: 70  Medel  Min  
 Tryckhållfasthet (MPa): 6.0  Medel  Min  
 Randens hårdbetonglösas  
 Isolering efter formning:  
 Isoleringstyp: **Isen**  
 Fördröjning efter formning (h): 1.00  
 Av (h): 188.00

- Byt namn till: Höger sida
- Välj **Specificera randbeteende**
- Välj **Vertikal sida ung betong** som randtyp

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

48

## Mur – Ra3

- Byt namn till: Ovansida
- Välj **Specificera randbeteende**
- Välj **Ovansida ung betong** som randtyp
- Ta bort boken för glättning

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

49

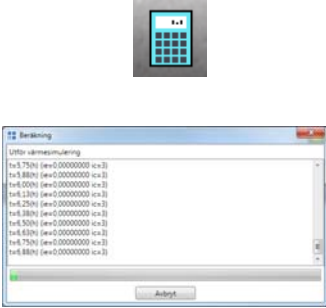
## Mur – Ra4

- Byt namn till: Vänster sida
- Välj **Specificera randbeteende**
- Välj **Vertikal sida ung betong** som randtyp


PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

50



- Inga fel - nu startar beräkningen 😊
- Avbryt – vi är inte intresserade av resultatet utan skall gå vidare...



PPB ver. 1.2 9 Det fria arbetsläget 51

## En eftertanke

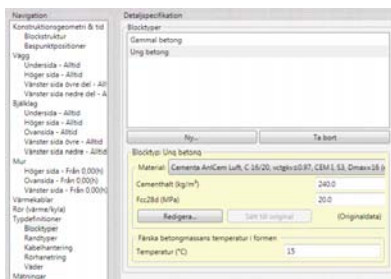
- Nu har vi fått se möjligheter med det fria läget
  - Vi har gjort avancerade ändringar i geometrin
  - Vi har fått reda ut konsekvenserna med omkopplingar av block- och randtyper och definitioner av nya
  - Vi har lärt oss reda ut eventuella fel i beskrivningen
- Friheten är stor men det erfordrar mer arbete av användaren att få allt på plats
- Typfallsläget är inte lika fritt men mycket lättare att använda och snabbare att jobba i

PPB ver. 1.2 9 Det fria arbetsläget 52

## Strategi

- Eftersom all information som man matar in i typfallsläget behålls vid byte till det fria är det en god strategi att:
  - Först välja det typfallet som liknar mest konstruktionen man skall räkna på och mata in så mycket information som går
  - Sen byta till det fria endast om det verkligen behövs och mata in endast det som typfallsläget inte gav möjlighet till

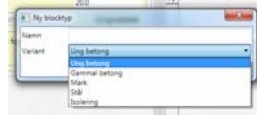
## Hantering av typobjekt



- Hantering av alla typobjekt fungerar likadant
- Man väljer typobjektet i Navigation och i detaljbeskrivningen får se en lista med samtliga definierade
- Man kan lägga till nya, redigera samt ta bort befintliga
- Typfall som används av geometriska objekt går inte att ta bort

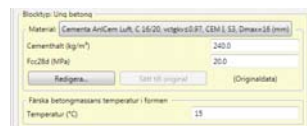


## Varianter av blocktyper



- När man skapar en ny blocktyp får man välja vilken variant man vill ha
- Det finns 5 olika att välja mellan

## Ung betong



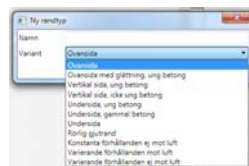
- Blocktypen för ung betong innehåller
  - ett materialval
  - möjlighet att justera cementhalt samt 28-dygns hållfasthet
  - val av gjuttemperatur
- I det fria läget finns även möjligheten att finjustera hela materialdefinitionen

## Gammal betong mm.



- Blocktypen för gammal betong innehåller endast ett materialval och möjlighet att i fria läget finjustera materialdefinitionen
- Detta gäller även för Mark, Stål och Isolering fast materialen väljs ur olika materialdatabaser

## Varianter av randtyper



- När man skapar en ny randtyp får man välja vilken variant man vill ha
- Det finns 11 olika att välja mellan
  - De 8 första är uppbyggda efter hur man jobbar med de olika varianterna av ränderna
  - De 3 sista är möjliggör en friare beskrivning av fysikaliskt specificerade randvillkor

## Ovansida

- **Ovansida** är tänkt att beskriva vad som normalt kan hända på en ovansida till vilket block som helst
- Den kan användas på samtliga blocktyper

## Ovansida ung betong

- **Ovansida ung betong** är tänkt att beskriva vad som normalt kan hända på en ovansida till ett block med ung betong
- Den innehåller stöd för simulering av glättning
- Den kan användas endast på block av ung betong

## Vertikal sida ung betong

Handtyp: Vertikal sida ung betong

Väder: Västret

Temperatur (°C): 15.0  Värerande

Vindstyrka: Vindstilla (-1.0m/s)  Värerande

Väderskydd  Använd

Temperaturhöjning (°C): 5.0

Form:

Formering:  Manuell formering  Automatisk formering

Formeringspunkt (h): 24.00

Väder:  % av fördrad 28-dygns hållfasthet: 70  Medel  Min

Tryckhållfasthet (MPa): 6.0  Medel  Min

Randens hårdningsklass

Isolering efter formering

Isoleringstyp: Ingen

Fördröjning efter formering (h): 1.00

Ar (h): 108.00

- **Vertikal sida ung betong** är tänkt att beskriva vad som normalt kan hända på en vertikal sida till ett block med ung betong
- Den innehåller specifikation av bl.a. form och formrivning
- Den kan användas endast på block av ung betong

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

61

## Vertikal sida icke ung betong

Handtyp: Vertikal sida icke ung betong

Väder: Västret

Temperatur (°C): 15.0  Värerande

Vindstyrka: Vindstilla (-1.0m/s)  Värerande

Väderskydd  Använd

Temperaturhöjning (°C): 5.0

Isolering

Isoleringstyp: Ingen

- **Vertikal sida icke ung betong** är tänkt att beskriva vad som normalt kan hända på en vertikal sida till ett block som inte hydratiserar
- Den kan användas endast på block som inte hydratiserar

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

62

## Undersida ung betong

- **Undersida ung betong** är tänkt att beskriva vad som normalt kan hända på en undersida till ett block med ung betong
- Den innehåller specifikation av bl.a. form och formrivning
- Den kan användas endast på block av ung betong

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

63

## Undersida gammal betong

- **Undersida gammal betong** är tänkt att beskriva vad som normalt kan hända på en undersida till ett block av gammal betong
- Man kan bl.a. ange om formen finns kvar sedan gjutningen
- Den kan användas endast på block av gammal betong

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

64

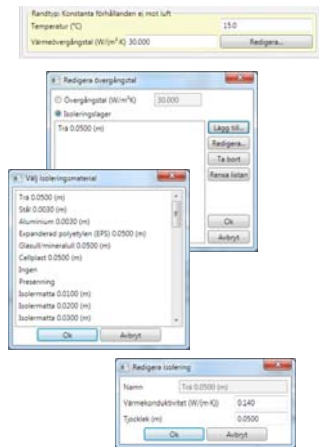
## Undersida

- **Undersida** är tänkt att beskriva vad som normalt kan hända på en undersida till vilket block som helst
- Den kan användas endast på blocktyper som inte hydratiserar

## Rörlig gjutränd

- **Rörlig gjutränd** är tänkt att beskriva vad som normalt kan hända på den rörliga gränsen mellan betong och luft under påfyllning i en form
- Den kan endast användas för rörliga gjutränder

## Konstanta förhållanden ej mot luft



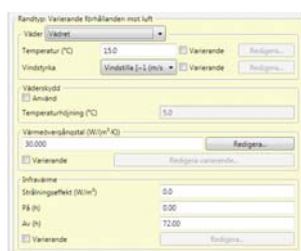
- Randtypen är tänkt att beskriva fysikaliskt konstanta förhållanden mot ett annat material, dvs. inte mot luft
- Simulering av vind saknas
- Isoleringsgrad anges m.h.a. värmeövergångstal
- Värmeövergångstalet anges direkt eller byggs upp av olika isoleringslager
- Den kan användas på samtliga blocktyper

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

67

## Varierande förhållanden mot luft



- Randtypen är tänkt att beskriva fysikaliskt varierande förhållanden mot luft
- Väderlek används inkl. simulering av vind
- Isoleringsgrad anges på samma sätt som i Konstanta förhållanden ej mot luft
- Den kan användas på samtliga blocktyper

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

68

## Varierande förhållanden ej mot luft

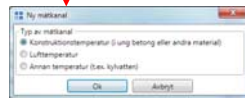
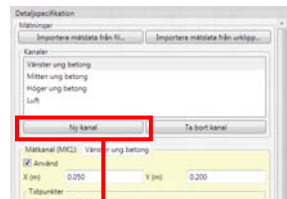
- Randtypen är tänkt att beskriva fysikaliskt varierande förhållanden mot ett annat material, dvs. inte mot luft
- Simulering av vind saknas
- Isoleringsgrad anges på samma sätt som i Konstanta förhållanden ej mot luft
- Den kan användas på samtliga blocktyper

## Mätkanaler

- Mätningar fungerar i fria läget som i typfallsläget med två undantag
- 1 Man kan skapa och ta bort mätpunkter
- 2 Man kan placera mätpunkterna var man vill i konstruktionen

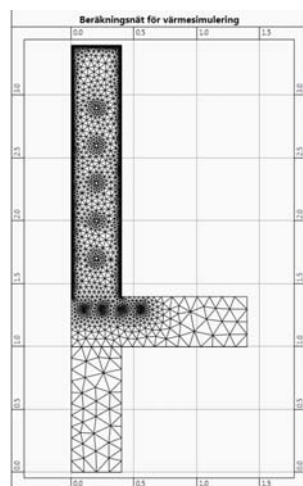


## Skapa mätkanaler



- När man skapar en ny mätkanal får man välja typ
- Konstruktionstemperatur har en placering i konstruktionen och räknas om till mognadsålder samt hållfasthet om placeringen är i ung betong
- Lufttemperatur visas endast i temperaturdiagram och går att använda i beskrivningen av väderlek
- Annan temperatur visas endast i temperaturdiagram och går att använda i randbeskrivningen för randtypen **Variande förhållanden ej mot luft**

## Beräkningsnät



- För att räkna på värmeledning använder PPB Finita Element Metoden (FEM) med triangulära 3-nods element med linjära ansatser
- **Om meningen ovan inte säger dig mycket skall du förlita dig på PPB:s automatiska nätgenerering.**
- Om du vet hur elementstorleken påverkar beräkningens kvalitet kan du styra den i det fria läget

## Elementstorlek - principer

1

Storleksdefinition för nät

Automatisk

Storlek (m)

Avstånd (m)

Förändringstakt (-)

2

Storleksdefinition för nät

Automatisk

Avstånd

Storlek (m)

Avstånd (m)

Förändringstakt (-)

- Elementstorleken kan specificeras för varje geometriskt objekt
- 1 För block, rör och kablar är specifikationen obligatorisk
- 2 För ränder är den valfri
  - om den används får man den storlek kring randen som man väljer
  - om den inte används blir det elementstorleken för randens block som kommer i praktiken att gälla

## Elementstorlek - specifikation

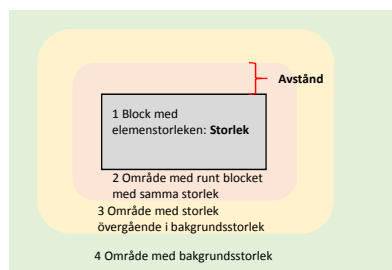
Storleksdefinition för nät

Automatisk

Storlek (m)

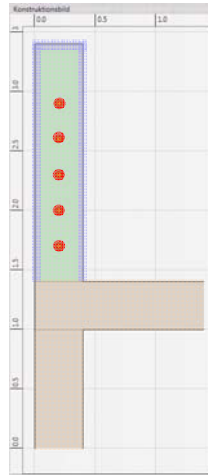
Avstånd (m)

Förändringstakt (-)



- Elementstorleken specificeras med tre värden:
  - Storlek (m) – den konstanta storleken som kommer att gälla på det geometriska objektet (1)
  - Avstånd (m) – det avstånd från det geometriska objektet som objektets storlek också kommer att gälla på (2)
  - Förändringstakt (-) – ett värde mellan 0.1 och 0.9 som bestämmer hur fort storleken övergår i den omgivande storleken värde (4) utanför geometriska objektets storleksområde inräknat avståndet ovan (3)

## Elementstorlek – i praktiken



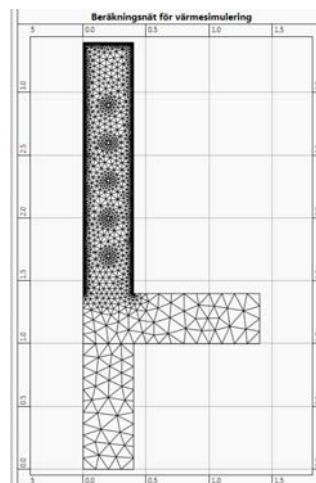
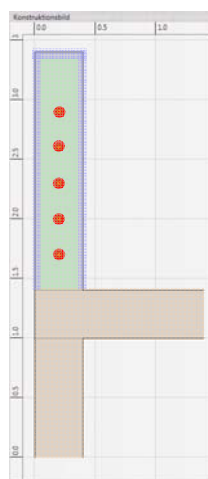
- En typisk konstruktion innehåller ett antal olika storleksdefinitioner:
  - Grönt: block med ung betong
  - Orange: icke hydratiserande block
  - Violet: förtätning kring yttre ränder för ung betong
  - Rött: förtätning kring kylrör
- Alla definierar sitt område och storlek
- Storleken i nätet blir den minsta storleken, med hänsyn tagen till alla geometriska objekt och deras storleksdefinitioner

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

75

## Elementstorlek – resultat

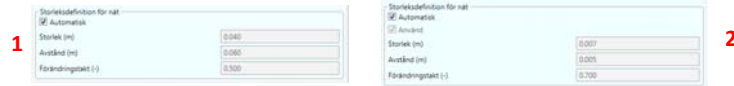


PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

76

## Elementstorlek - styrning



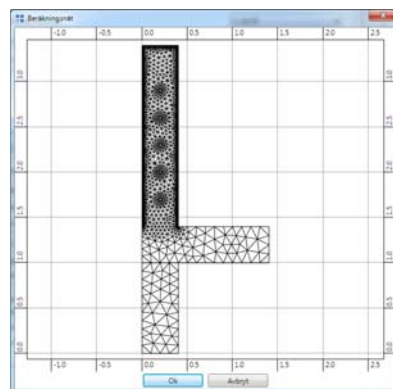
- PPB analyserar problembeskrivningen löpande och föreslår en automatisk inställning till storleksdefinitionen
- Den syns inte i typfallsläget utan endast i det fria
- Bockar man bort **Automatisk** får man möjlighet att skriva in egna värden
- Man kan ändra storleksdefinitionen för hur få eller många geometriska objekt man vill och låta de andra köra automatiskt

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

77

## Beräkningsnät - kontroll



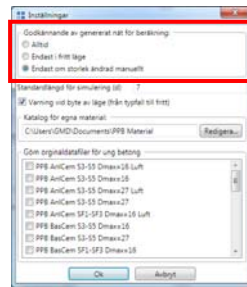
- Om man ändrar en storleksdefinition och begär beräkning får man efter nätgenereringen möjlighet att kontrollera hur nätet blev
- Väljer man Ok fortsätter PPB med beräkning
- Väljer man Avbryt så avbryts beräkningen och man kan ändra storlekarna för att få ett annat nät
- (Zoomning och skrollning fungerar som vanligt i dialogens bild)

PPB ver. 1.2

9 Det fria arbetsläget

78

## Beräkningsnät - inställningar



- Man kan välja i **Inställningar** (i menyn **Arkiv**) när man vill bli tillfrågad om godkännande av beräkningsnätet före beräkning
- Som standard frågas man endast om man ändrat manuellt någon storleksdefinition

## Vad har vi lärt oss?

- Att använda det fria arbetsläget
- Att redigera geometri
  - flytta enskilda punkter
  - ändra på blockstrukturen för befintligt block
  - lägga till nya block
- Att ändra om bland typstrukturen
  - blocktyper och kopplingar till blocken
  - randtyper och kopplingar till ränderna
- Vilka varianter av blocktyp som går att definiera
- Vilka varianter av randtyp som går att definiera
- Hur fritt men arbetsamt det fria läget är jämfört med typfallsläget

## Vad har vi lärt oss?

- Mer avancerad påfyllning av betong
- Egna definitioner och fri placering av mätkanaler
- Hur elementstorleken definieras i PPB
- Hur man kan styra dessa definitioner
- Hur nätet genereras och när man får godkänna det innan beräkning



**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**10 Material och materialdatabaser**

Copyright © 2015 SBUF och The Green Dragon Magic

## Vad skall vi lära oss?

- Vilka material definieras och används i PPB
- Hur material definieras i PPB
- Hur dessa definitioner lagras i materialdatabaser
- Hur man kan definiera egna material
- Hur man kan skicka/ta emot materialdatabaser till/från andra, t.ex. materialleverantörer

PPB ver. 1.2      10 Material och materialdatabaser      2

## Material i PPB

- PPB använder materialdefinitioner för material som kan användas som block, på ränder och som kylrör
- Det är bland dessa definitioner man väljer när man väljer ung betong eller formmaterial
- Dessa definitioner grupperas i materialdatabaser för resp. typ av material
- PPB har standarddatabaser men det går även att lägga till egna definitioner
- Låt oss först titta på det hela m.h.a. standarddatabaser som är oåtkomliga för användaren och sedan lägga till något eget material...

## Blockmaterial

- Det finns en typ av blockmaterial som är hydratiserande:
  - ung betong
- Det finns 4 typer av blockmaterial som inte är hydratiserande:
  - gammal betong
  - mark
  - stål (används i balkar i vissa typfall)
  - isolering (isolering mellan två block, t.ex. betong och mark, hanteras som ett block och inte som en rand)



## Ung betong

Ung betong: Cementa BasCem

Klassificering: C 35/20    Cementtyp: CEM B/II-V

Hållfasthetsklass: C 35/20    Konsistensklass: S3

Vct,Ekv (s): 0,97    Dmax (mm): 16

Albaret

Densitet (kg/m<sup>3</sup>): 2350,0    Värmekapacitet (J/K kg): 1000,0

Värmekonduktivitet:

Värmehetledning

Wu (l/kg): 335067    v1 (g): 6,392

Cementhalt (kg/m<sup>3</sup>): 245,0    Kappa3 (s): 2,312

Mognad och hållfasthet

hc_fm (N)	3,1	Beta2_set (-)	1,0
hc_fm (N)	6,2	ThetaFaf_set (K)	3700
hc_fm (N)	0,0	Kappa2_set (-)	0,400
Beta2_fm (-)	1,0	Beta2_fm (-)	1,0
ThetaFaf_fm (K)	3700	ThetaFaf_fm (K)	3700
Kappa2_fm (-)	0,400	Kappa2_fm (-)	0,400
v (-)	0,332	frc2_set (MPa)	0,5
Nc_set (-)	3,000	frc28d (MPa)	20,0
N28d (-)	0,441		

Hållfasthetsstyrning pga hög temperatur

DmaxDmax28d (-)	0,300	TimeD (h)	34,0
TempD (°C)	36,0	KappaTime (-)	3,000
KappaTemp (-)	4,000		

- Ung betong definieras av många parametrar som beskriver dess fysikaliska egenskaper
- Varje recept är dessutom klassificerat av: hållfasthetsklass, cementtyp, vct\_ekv, konsistensklass och Dmax.

## Icke hydratiserande material

Icke hydratiserande blockmaterial: Betong (normal ballast)

Densitet (kg/m <sup>3</sup> )	2350,0
Värmekapacitet (J/K kg)	1000,0
Värmekonduktivitet (W/m K)	1,700

- Samtliga 4 icke hydratiserande material beskrivs på samma sätt med tre fysikaliska värden:
  - densitet
  - värmekapacitet
  - värmekonduktivitet

## Randmaterial

- Det finns 4 typer av randmaterial samt (1 typ) rör som beskrivs som lager av isolering
  - Konventionell form (går att riva)
  - Täckning/efterisolering (klassisk täckning eller något man kan hänga på efter formrivning)
  - Kvarsittande form
  - Rör (värme/kyla)
  - Randisolering (en mer generell samling av material som används för att bygga ihop egna värmeövergångstal lager för lager i randtyper:
    - Konstanta förhållanden ej mot luft
    - Varierande förhållanden mot luft
    - Varierande förhållanden ej mot luft

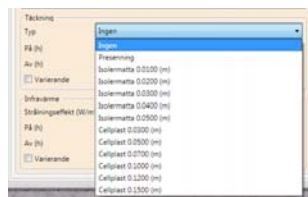
## Randmaterial

Isoleringslager: Rörvid 12-18mm + övrig isolering 30mm

<input checked="" type="checkbox"/> Övergångstal	<input type="checkbox"/> Tjocklek + värmekonduktivitet
Värmeövergångstal (W/m <sup>2</sup> K)	1.500
Värmekonduktivitet (W/mK)	1.000
Tjocklek (m)	1.0000

- Alla randmaterial definieras på samma sätt
  - antingen som ett värmeövergångstal
  - eller som kombination av värmekonduktivitet och tjocklek

## Namngivning



- Varje materialdefinition har ett egennamn
- Dessa namn används när man väljer materialet i PPB
- I två fall kompletteras namnet automatiskt innan det visas i problembeskrivningen i PPB
  - Ung betong - kompletteras med samtliga klassificeringar
  - Randmaterial definierade med värmekonduktivitet och tjocklek – kompletteras med tjockleken
- Man kan definiera flera material med samma namn
  - För de namnen som kompletteras med andra uppgifter kommer man att se en skillnad ändå
  - För andra material är det inte så smart men tillåtet

## Databaser

- Varje materialtyp sparas i en egen typ av materialdatabas och lagras i en egen fil
- Man kan definiera en eller flera filer med materialdefinitioner för samma materialtyp
- Detta är särskilt brukligt inom ung betong då man vill gruppera recept som hör ihop i samma fil
- Vid start läser PPB in samtliga materialfiler, både för standarddatabaser och eventuella egna som man lagt till

## Egna databaser

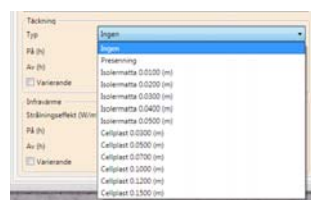
- Standarddatabaser går inte att ändra i. Man kan dock komplettera dessa med egna material.
- I samband med första körning skapar PPB en mapp under "Mina dokument" med namnet "PPB Material"
- Där får användaren lägga in eller skapa egna materialfiler som kommer att komplettera standarddatabasen

PPB ver. 1.2

10 Material och materialdatabaser

11

## Gruppering



Material	Typ	Stärkning	Stärkning	Stärkning
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 30/37	0.78	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 25/30	0.68	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 20/25	0.58	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 15/20	0.48	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 10/15	0.38	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 7.5/10	0.28	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 5.0/7.5	0.18	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 3.5/5.0	0.08	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 2.0/2.5	0.03	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 1.5/2.0	0.02	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 1.0/1.5	0.01	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 0.5/1.0	0.005	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 0.2/0.3	0.002	13
Cementa AsfCem	CEM 52.5 R	C 0.1/0.2	0.001	13

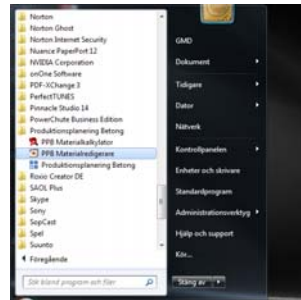
- Alla materialdefinitioner, utom för ung betong, läggs vid inläsningen ihop till en enda lista med material för resp. typ, oberoende från vilka filer de kommer – t.ex. en lista med alla täckningsmaterial
- För ung betong används gruppering – annars skulle listan inte bli hanterbar. Här grupperas materialen efter de filer som de finns sparade i

PPB ver. 1.2

10 Material och materialdatabaser

12

## Redigering av materialdatabaser



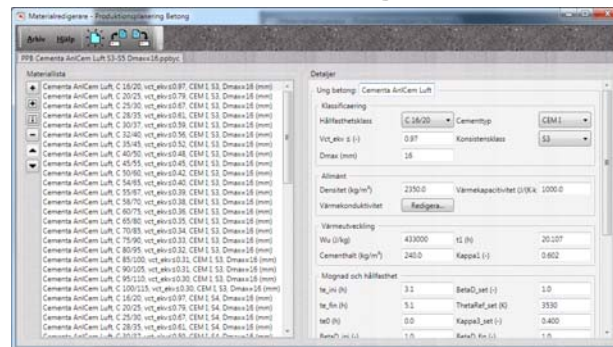
- Materialredigeraren hittas i mappen Produktionsplanering Betong i Start-menyn

PPB ver. 1.2

10 Material och materialdatabaser

13

## Materialredigeraren



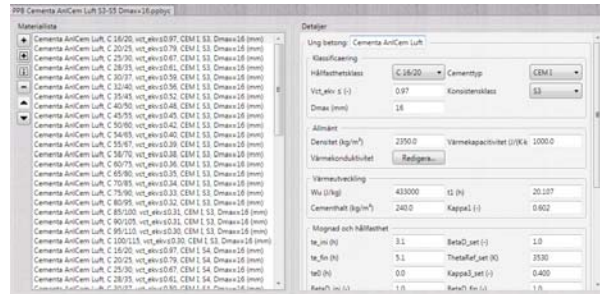
- Med vanliga filfunktioner i menyn Arkiv och knappar i menyraden kan man Skapa, Öppna, Spara etc. materialdatabaser
- Varje öppen databas har en flik – på bilden syns bara en öppen databas, en av standarddatabaserna med ung betong

PPB ver. 1.2

10 Material och materialdatabaser

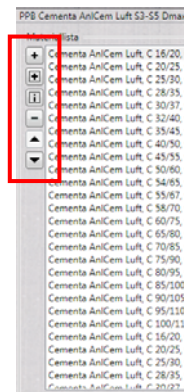
14

## Redigering



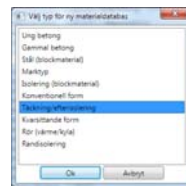
- Materiallistan visar innehållet i databasen
- Detaljer visar materialdefinitionen för det markerade materialet i listan

## Redigering - knappar



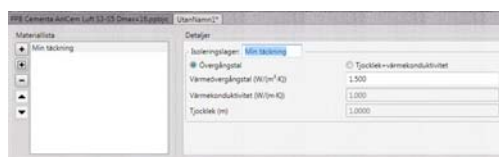
- Knapparnas funktioner (uppifrån och ner enligt bild):
  - Lägg till nytt material
  - Lägg till nytt material baserat på det valda materialet (alla värden dupliceras)
  - Importera materialdefinition (används endast för vid anpassning av materialdata till försök för ung betong i kombination med Materialkalkylatorn)
  - Ta bort det valda materialet
  - Flytta det valda materialet ett steg upp i listan
  - Flytta det valda materialet ett steg ner i listan

## Skapa en egen databas



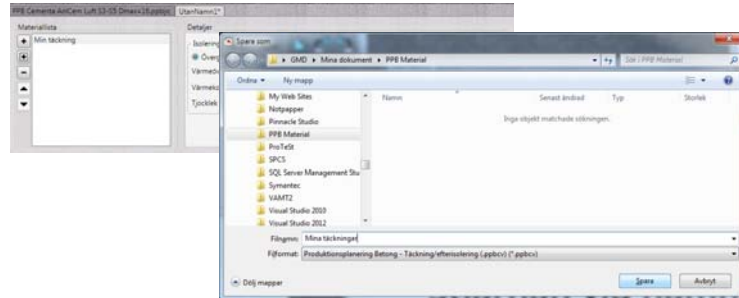
- Låt oss skapa en ny databas och lägga upp ett täckningsmaterial
- Börja med att trycka på knappen **Nytt...** i menyraden
- Vid fråga om typ av materialdatabas, välj **Täckning/efterisolering** och tryck **Ok**

## Lägg till en täckning



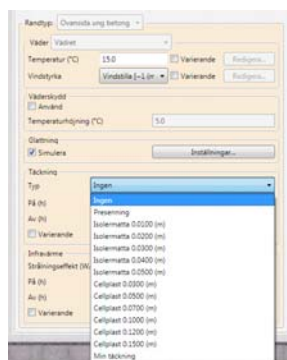
- Vi får en tom databas med namnet UtanNamn1
- Skapa ett nytt material med knappen +
- Ge det namnet "Min täckning" och ett övergångstal på 1,5

## Lägg till en täckning



- Stjärnan vid namnet i fliken markerar att databasen innehåller icke sparade uppgifter så spara förändringarna
- Ge filen namnet "Mina täckningar". Den placeras automatiskt i den korrekta mappen för egna material

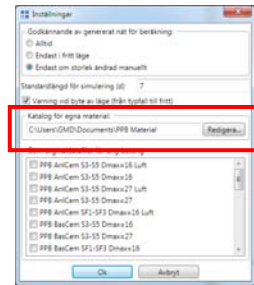
## Starta om PPB



- ...och skapa ett nytt projekt med ett typfall som använder täckning, t.ex. Bjälklag mittsektion
- Gå till ovansidan för bjälklaget och titta på listan av täckningarna...
- Det var inte svårare än så 😊

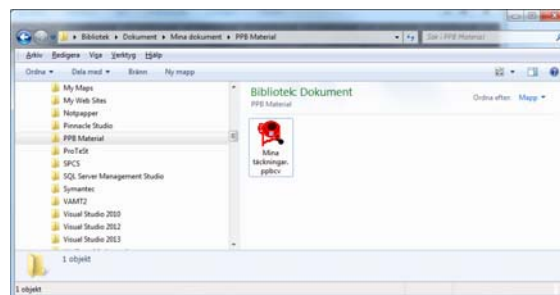


## Inställningar för databaser



- Skulle man vilja placera sina egna databasfiler någon annanstans än i mappen "PPB Material" under "Mina dokument" så går även det
- Under Inställningar i menyn Arkiv i huvudprogrammet kan man välja vilken mapp som används för egna material

## Skicka och ta emot materialfiler



- Om vi öppnar mappen för egna material i utforskaren hittar vi filen som vi sparade täckningen i
- Man kan ta en sådan fil och skicka med e-mail till en arbetskamrat
- En materialtillverkare kan skicka en sådan fil till en och då är det bara att spara den i denna mapp

## Vad har vi lärt oss?

- Vilka material definieras och används i PPB
- Hur material definieras i PPB
- Hur namngivning och gruppering fungerar för materialdefinitioner
- Hur dessa definitioner lagras i materialdatabaser
- Hur man kan definiera egna material och redigera egna materialdatabaser
- Var man hittar/sparar materialfiler som går att maila mellan användare och/eller materialleverantörer



**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**11 Framtagande av materialdata – teori och mätning**

Copyright © 2015 SBUF och The Green Dragon Magic

## Vad skall vi lära oss?

- Grundbegrepp och teori för mognadsgrad
  - Hållfasthetsutveckling och temperaturkänslighet
    - Tendenskurva vid 20°C
    - Hållfasthetstapp pga förhöjd härdningstemperatur
    - Hydratationshastighet
- Grundbegrepp och teori för hydratationsvärme
  - Hydratationsvärme och värmeutveckling
- Att genomföra mätningar av hållfasthetsutveckling
  - Temperaturkänslighet
  - Tips och trix
- Att genomföra mätningar av värmeutveckling
  - Tips och trix

PPB ver. 1.2      11 Framtagning av materialdata – teori och mätning      2

## Mognadsbegreppet

- Mognadsbegreppet för härdande betong utvecklades i England för att bedöma hållfasthetsutvecklingen vid förhöjda härdningstemperaturer.
- I Norden anammades mognadstekniken snabbt som en kraftfull metodik att bedöma skyddet mod *tidig frysning* samt hur snabbt *formen kunde rivas* under vintergjutningsmiljö eller vid kall väderlek.
- Genom årens lopp har det framkommit olika hjälpmedel för både planering av och uppföljning av betonggjutningar.

## Tendenskurva vid 20°C

$$f_{cc}^{ref} = \begin{cases} f_A \cdot \left(\frac{t_e}{t_A}\right)^{n_A} & \text{för } 0 \leq t_e < t_A \\ f_{28d} \cdot \exp\left(s \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{672-t_S}{t_e-t_S}}\right]\right) & \text{för } t_e \geq t_A \end{cases}$$

$$t_e = \beta_{\Delta} \int_0^t \beta_T \cdot dt + \Delta t_e^0$$

$$\beta_T = \exp\left(\Theta \left[ \frac{1}{293} - \frac{1}{T+273} \right]\right)$$

$$\Theta = \Theta_{ref} \left(\frac{30}{T+10}\right)^{\kappa_3}$$

$f_{28d}$  (MPa),  $s$  (-),  $t_S$  (h),  $t_A$  (h),  $n_A$  (-) är anpassningsparametrar för referenshållfastheten;

$f_A$  (MPa) beräknas för  $t_e$  (h) =  $t_A$  (h) med hjälp av andra uttrycket i ekv.

$\Theta_{ref}$ ,  $\kappa_3$  är anpassningsparametrar för mognadsutveckling vid olika temperaturer.

$\beta_T$  är temperaturfaktor (mognadsfunktion)

$\beta_0$ ,  $\Delta t_e^0$  är parametrar som beskriver inverkan av t.ex. tillsatsmedel på mognadsförloppet.

## Hållfasthetstapp pga förhöjd härdningstemperatur

- Hållfasthetstappet startar vid någon minsta temperatur, funktionen  $\gamma_{Temp}$ .
- Höga temperaturer påverkar hållfasthetstappet först efter viss tid, funktionen  $\gamma_{time}$ .
- Hållfasthetstappet beror på hydratationshastigheten ( $da/dte$ ) vilket motsvara bildad mängd hydratationsprodukter per tidsenhet, vilket är rimligt ur ett materialtekniskt synsätt.

## Hållfasthetstapp pga förhöjd härdningstemperatur

- Den reducerade hållfastheten orsakad av förhöjd temperatur beskrivs av:

$$f_{cc} = f_{cc}^{ref} - \gamma_{drop} \cdot \Delta_{drop,28d}^{\max} \cdot f_{28d} \quad \text{för alla } t_e \geq 0$$

där

$\Delta_{drop,28d}^{\max}$  (-) = maximalt hållfasthetstapp vid  $t_e = 28d$ , vilket motsvarar mycket höga härdningstemperaturer, i relation till  $f_{28d}$ , en parameter som bestäms vid anpassning mot försök.

$\gamma_{drop} \{0,1\}$  = faktor som tar hänsyn till temperaturnivån under härdningen.

## Hydratationshastighet

- Vid jämförelse med praktiska mätningar av den utvecklade reaktionsvärmen erhålls sällan mer än ca 80 - 85% i slutlig hydratationsgrad (reaktionsgrad) för en betong.
- Beräknade hydratationshastigheten sker genom tidsderivering av hydratationsgraden formulerad enligt :

$$\alpha^* = \exp \left( -\lambda \left[ \ln \left( 1 + \frac{t_e}{t_1} \right) \right]^{-\kappa_1} \right)$$

$\alpha^*$  är reaktionsgrad (-),

$\lambda, t_1, \kappa_1$  är anpassningsparametrar mot kalorimeterförsök (-), (h), (-),

$t_e$  är ekvivalent tid (h)

## Hållfasthetsutveckling

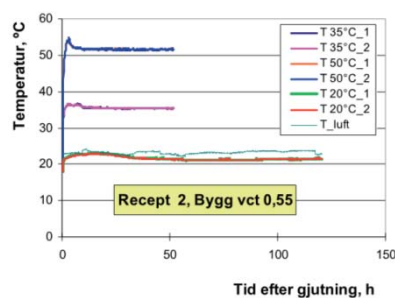
- Hållfasthetsutvecklingen i betongen påverkas av härdningstemperaturen, eftersom graden av kemiska reaktioner är kopplad till temperaturen
- För att undersöka hållfasthetstillväxtens beroende av temperaturen lagras provkroppar i minst tre tempererade vattenbad.
- Provning av hållfasthetsutvecklingen sker vid olika tidpunkter för de olika temperaturnivåerna.
- Samtliga provkroppar är tillverkade i samma blandningsomgång för att inte få in onödiga blandningsvariationer i mätresultaten

## Tillverkning av provkroppar



- Blanda betongmassan
- Kontrollera att receptets specifikationer är korrekt med förutsättningarna
- Gjut provkropparna. Rekommenderas minst tre per provningstillfälle.
- Montera temperaturgivare (termotråd) i provkropparna för att kunna registrera temperaturen i betongen.
- Vänta 15 -30 minuter innan provkropparna placeras i vattenbaden.

## Lagring av provkroppar



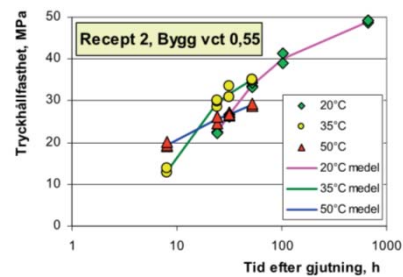
b) Registrerade betongtemperaturer

- Efter gjutning placeras provkropparna i tempererade vattenbad
- Minst tre olika lagringstemperaturer: **referenstemperatur** ( $\sim 20^{\circ}\text{C}$ ) samt två andra temperaturer ( $\sim 35^{\circ}\text{C}$  och  $\sim 50^{\circ}\text{C}$ )
- Temperaturen registreras (loggas) i betongen.
- Om möjligt kan provningen kompletteras med lagring vid lägre temperatur än referenstemperaturen användas ( $\sim 5^{\circ}\text{C}$ ).

## Provtryckning

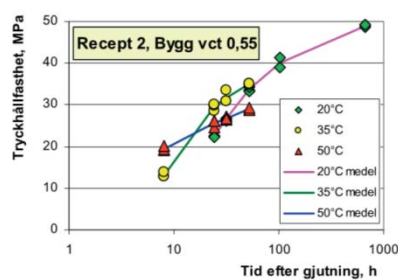


- Hållfastheten bestäms vid olika tidpunkter: 8h, 16h, 24h, 32h, 52h och 102 h efter blandningen
- Resultaten protokollförs



a) Mätta tryckhållfastheter

## Provtryckning



a) Mätta tryckhållfastheter

- Efter gjutning placeras provkropparna i tempererade vattenbad
- Minst tre olika lagringstemperaturer skall användas (20°C, 35°C och 50°C)

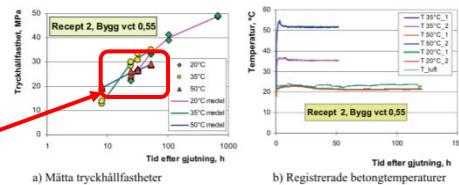


## Tips och trix

- För att undersöka ett cements temperaturkänslighet måste provning ske vid högre härdningstemperaturer jmf med referenstemperaturen.

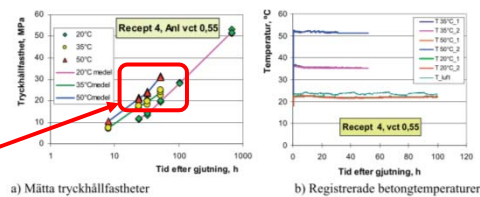
Temperaturkänsligt cement

Tappar i hållfasthet vid höga härdningstemperaturer



Ej temperaturkänsligt cement

Tappar inte i hållfasthet vid höga härdningstemperaturer



PPB ver. 1.2

11 Framtagning av materialdata – teori och mätning

13

## Hydratationsvärme

- Värmeutveckling i betongen bestäms med hjälp av en semi-adiabat. En semi-adiabatprovning är en kalorimetrisk metod för att bestämma värmeutveckling.
- Laboratieprovningen utförs genom att isolera betongprovet med cellplast och registrera temperaturen i betongprovet.
- Hydrationsvärmets för det undersökta betongprovet beräknas utifrån de insamlade temperaturmätningarna från semi-adiabatprovningen. Metoden bygger på kontinuerlig mätning av temperaturen i den hydratiserande betongen.
- Värmeförlusten till omgivande luft beskrivs med ett framtestat avkylningsstal, och denna "förlustvärme" adderas till den direkt uppmätta värmen i betongen.

PPB ver. 1.2

11 Framtagning av materialdata – teori och mätning

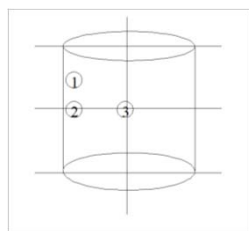
14

## Värmeutveckling

$$Q = W_u \cdot \alpha \cdot C$$

- $Q$  = utvecklad värme i betongen (J/m<sup>3</sup>);
- $W_u$  = utvecklad värme efter "oändlig" tid per cementmängd (J/kg);
- $C$  = cementhalt (kg/m<sup>3</sup>);
- $\alpha$  = hydratationsgrad

## Tillverkning av provkroppar

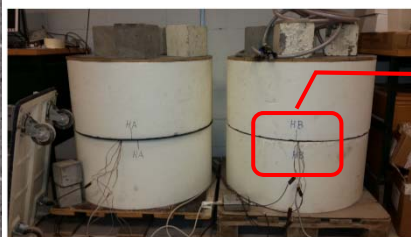


- Vid gjutning av provkroppar för kalorimetriska försök används tunna formar med sådan tjocklek att ingen värmelagring kan ske i formmaterialet.
- Bra förutsättningar ges av t.ex. målarburkar (ca 4 liter) av plåt. I kärnen monteras termotråd enligt figur th för temperaturregistrering.

## Semi-adiabatprovning

- Vid semi-adiabatisk provning krävs ingen reglering, däremot krävs för utvärderingen att värmeförlusterna från utrustningen är kända.
- Värmeförluster representeras av ett avkylningstal vilket är olika för olika utrustningar. Avkylningstalet ger en beskrivning av de isoleringsförhållanden som rådde under försöket.
- Efter gjutning vägs provkropparna och ytan täcks med ca 1 cm vatten för att tillgodose uttorkningen (p.g.a. hydratation) av betongens yta. Därefter försluts kärnen (formarna) och placeras i kalorimeterutrustningen. Kalorimeterutrustningen bör bestå av två semi-adiabatiska, utan temperatur reglering.
- Den semi-adiabatiska utrustningen består av cellplastblock i vilket provkropparna placeras och får hydratisera fritt utan någon styrning.

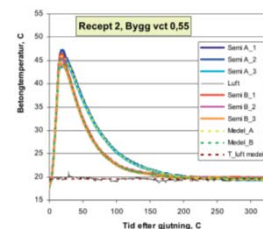
## Provutrustning



Termotråd



Temperaturlogger



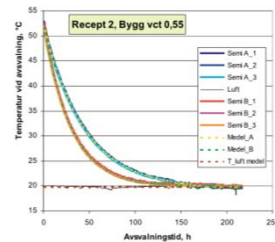
a) Betongtemperaturer under härdning

## Avkylningstal

- Resultatet från en semi-adiabatisk provning kan räknas om till att motsvara adiabatiska förhållanden när behållarens avkylningstal är känt. Avkylningstalet,  $a$  ( $s^{-1}$ ) el. ( $h^{-1}$ ) definieras enligt:
- Kontroll av den semi-adiabatiska provutrustningens avkylningstal bestäms genom att värma upp den gamla provkropp, där ingen värmeutveckling sker, och registrera temperaturen under dess avsvälning. På detta sätt används alltid ett korrekt avkylningstal vid utvärderingen.

$$\frac{dT}{dt} = a(T - T_e)$$

där:  $T$  är provets temperatur ( $^{\circ}C$ ),  
 $t$  är tiden (h el. s),  
 $T_e$  är omgivningstemperaturen ( $^{\circ}C$ ).



b) Icke-härdande avsvälningförlopp

## Tips och trix

- Om provkropparna som används vid bestämning av avkylningstalen för semi-adiabaterna inte är fullständigt hydratiserad kommer kvarvarande reaktionsvärmen att störa utvärderingen.
- Vid utformning av en semi-adiabatisk provutrustning är det viktigt att uppnå en optimal grad av isolering. Med för mycket isolering uppstår mätfel då varmet av betongen går åt till att värma upp isoleringen. För lite isolering medför att avsvälningen går för snabbt och att differensen ( $T - T_e$ ) blir liten.
- Efter att den naturliga temperaturutvecklingen, styrd av betongens hydratationsvärme och isoleringsgraden, avklingat, värms betongen upp artificiellt med hjälp av en värmematta
- Rekommenderat är att vänta minst två veckor efter gjutning för att kvarvarande reaktionsvärme skall vara försumbart liten.
- Vid jämförelse med praktiska mätningar av den utvecklade reaktionsvärmen erhålls sällan mer än ca 80 - 85% i slutlig hydratationsgrad för en betong som används vid anläggningsgjutningar

## Vad har vi lärt oss?

- Grundbegrepp och teori för mognadsgrad
- Grundbegrepp och teori för hydratationsvärme
- Att genomföra mätningar av hållfasthetsutveckling
- Att genomföra mätningar av värmeutveckling

Att utvärdera mätningar av hållfasthets- och värmeutveckling kommer i nästa avsnitt.



**Produktionsplanering  
Betong**

Version 1.2

**12 Framtagning av materialdata - anpassning**

Copyright © 2015 SBUF och The Green Dragon Magic

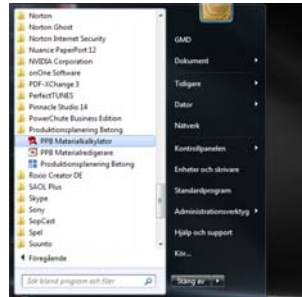
The image shows the cover of a software manual titled 'Produktionsplanering Betong'. It features a photograph of a construction worker in a high-visibility yellow jacket and orange helmet standing next to a large blue concrete mixer. Overlaid on the right side of the cover are two computer screenshots: the top one shows a software interface with various data fields and a yellow highlight, and the bottom one shows a heatmap with a color gradient from blue to red, alongside a line graph. The SBUF logo is visible in the bottom right corner of the cover image.

## Vad skall vi lära oss?

- Använda Materialkalkylatorn
- Läs in mätdata från försök i vattenbad och semiadiabat
- Anpassa mognadsålder och referenshållfasthet
- Anpassa värmeutveckling
- Anpassa sänkning av hållfasthet pga. höga temperaturer
- Exportera materialparametrar till Materialredigeraren

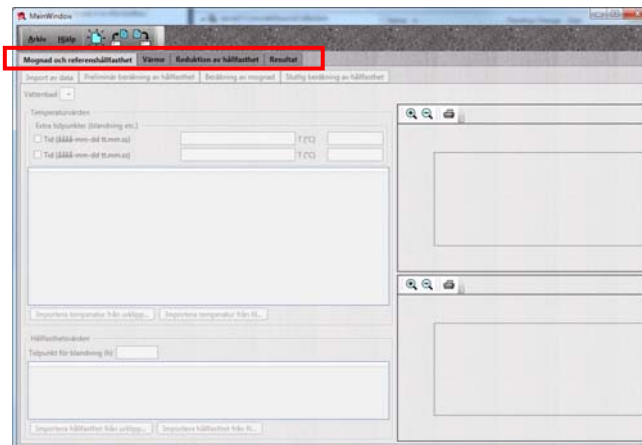
PPB ver. 1.2      12 Framtagning av materialdata - anpassning      2

## Starta Materialkalkylatorn



- Materialkalkylatorn hittas i mappen Produktionsplanering Betong i Start-menyn

## Materialkalkylatorn



- Materialkalkylatorn arbetar också med filkar
- De första tre motsvarar de tre huvudstegen i anpassningen
- Den sista sammanfattar anpassningsresultaten

## Materialkalkylatorn

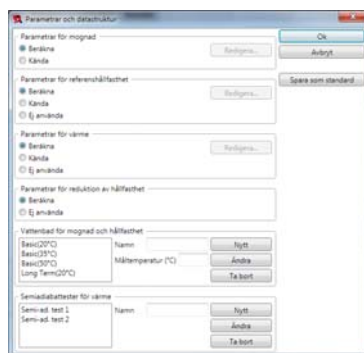
- Anpassning sker i följande huvudsteg
  - Först anpassas mognad och referenshållfasthet till data från härdningen i vattenbad
  - Sedan anpassas värme till försök i semiadiabat
    - denna anpassning bygger på mognad
  - Slutligen anpassas sänkning av hållfasthet pga. höga temperaturer
    - denna anpassning bygger på alla föregående
- Man kan hoppa över vissa av stegen förutsatt att man redan känner till motsvarande anpassade data

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

5

## Skapa nytt projekt



- Skapa ett nytt projekt genom att trycka på knappen **Nytt...** i verktygsraden
- I dialogen Parametrar och datastruktur får man välja:
  - Vilka grupper av data man vill anpassa, vilka man hoppar över och vilka man redan känner till
  - Vilka vattenbad man använt
  - Hur många semiadiabatförsök man gjort
- Acceptera föreslagen konfiguration genom att trycka på **Ok**

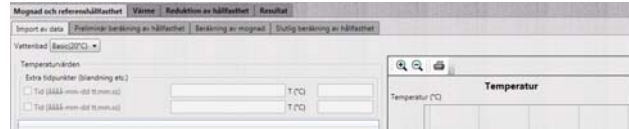
PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

6

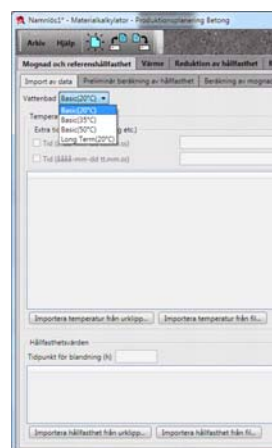


## Mognad och referenshållfasthet



- Anpassning av mognad och referenshållfasthet sker i 4 steg:
  - Import av temperaturer från vattenbaden samt de provtryckta hållfastheterna
  - Preliminär anpassning av hållfasthet
  - Anpassning av mognad
  - Slutlig anpassning av hållfasthet

## Vattenbad

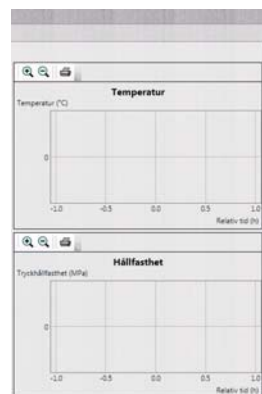


- Import av data behöver ske för varje vattenbad
- Den nedfällbara listan väljer vilket vattenbad man arbetar med

## Import av data

- Vänstra delen av fönstret innehåller listor för temperaturer samt hållfastheter
- För temperaturer går det att definiera upp till 2 extra tidpunkter för beskrivning av blandningstemperatur

## Import av data



- Högra delen av fönstret innehåller diagram som omedelbart efter inläsning visar de inlästa data

## Import av temperatur

- Man kan importera data från urklipp eller från fil
- I detta fall tryck på **Importera från fil...**
- I dialogen välj mappen "PPB Utbildning" i mappen "Dokument" samt textfilen "VBTemp20-35-50"

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

11

## Importera från fil

Importerade tidpunkter och data för import	Tidpunkt	Temperatur
2011-11-09 08:58:00	30,6	22,1
2011-11-09 09:03:00	38,5	27,2
2011-11-09 09:08:00	42,8	30
2011-11-09 09:13:00	45,5	33,7
2011-11-09 09:18:00	47	34,8
2011-11-09 09:23:00	48	34,8
2011-11-09 09:28:00	48,7	34,8
2011-11-09 09:33:00	49,3	35,1
2011-11-09 09:38:00	49,7	35,4
2011-11-09 09:43:00	50,1	35,4
2011-11-09 09:48:00	50,6	35,8
2011-11-09 09:53:00	51,2	35,8
2011-11-09 09:58:00	51,5	35,8
2011-11-09 10:03:00	51,7	35,8
2011-11-09 10:08:00	51,5	35,7
2011-11-09 10:13:00	51,3	35,6
2011-11-09 10:18:00	51,8	35,7
2011-11-09 10:23:00	52,2	36,1
2011-11-09 10:28:00	52,3	36,1
2011-11-09 10:33:00	52,4	36,2
2011-11-09 10:38:00	52,4	36,2
2011-11-09 10:43:00	52,2	36,1
2011-11-09 10:48:00	52,1	36,2
2011-11-09 10:53:00	52,5	36,1
2011-11-09 10:58:00	52,7	36,1
2011-11-09 11:03:00	52,5	36,1
2011-11-09 11:08:00	52,4	36,2
2011-11-09 11:13:00	52,2	36,4

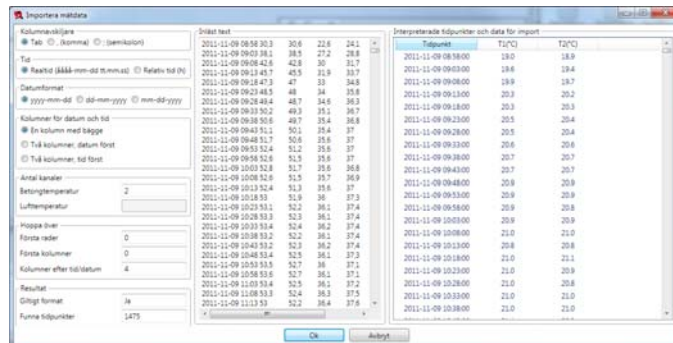
- Importdialogen fungerar på ett likartat sätt som den för mätdata i PPB
- I detta fall ligger temperaturerna för 20°-vattenbaden sist så ändra
  - Betongtemperaturer till 2 – vi har 2 för varje ordinarie vattenbad
  - Hoppa över kolumner efter tid/datum till 4

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

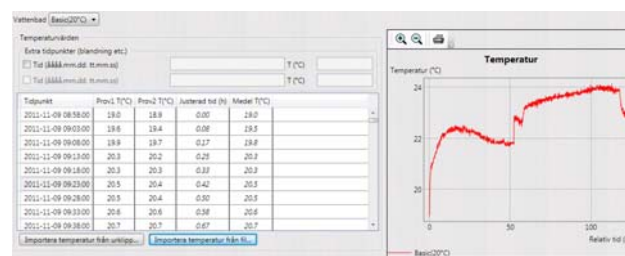
12

## Importera från fil



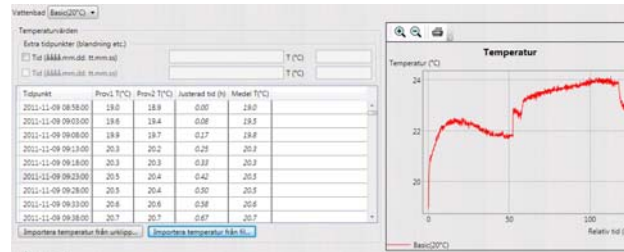
- När de interpreterade data ser ut som på bild ovan tryck på Ok

## Importerad temperatur



- I tabellen ser vi samtliga importerade tidpunkter som rader
- Som kolumner har vi
  - temperatur för de importerade provkropparna
  - Justerad tid dvs. tid relativt starten av mätningen
  - medeltemperatur för tidpunkten
- Medeltemperaturen plottas även som funktion av relativ tid i diagrammet

## Blandningstemperatur



- Det går att lägga till upp till 2 extra tidpunkter före den första tidpunkten i den importerade listan för att beskriva vad som hände innan själva mätningen kom igång – blandning mm.
- Detta kommer dels att ge nya tidpunkter med temperaturer, dels förskjuta hela den justerade tidskalan

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

15

## Import av hållfasthet

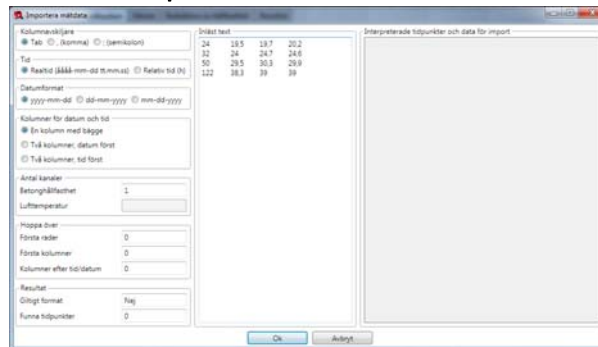
- Man kan importera data från urklipp eller från fil
- I detta fall tryck på **Importera från fil...**
- I dialogen välj mappen "PPB Utbildning" i mappen "Dokument" samt textfilen "VBFcc20"

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

16

## Importera från fil



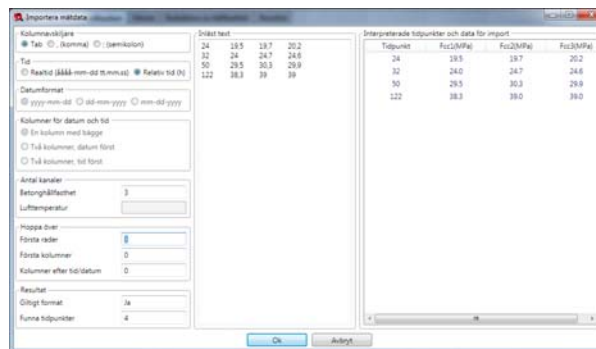
- Här ser vi att vi måste byta till relativ tid
- Vi har tre kolumner med värden så vi får byta värdet på Betonghållfasthet till 3

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

17

## Importera från fil



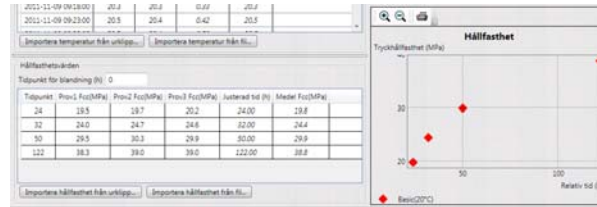
- När de interpreterade data ser ut som på bild ovan tryck på Ok

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

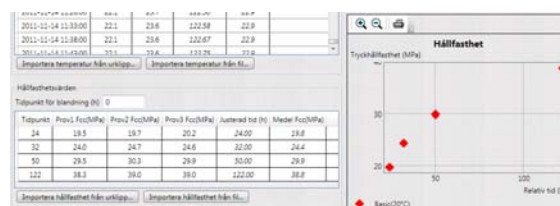
18

## Importerad hållfasthet



- I tabellen ser vi samtliga importerade tidpunkter som rader
- Som kolumner har vi
  - hållfasthet för de importerade provkropparna
  - Justerad tid dvs. tid relativt starten av mätningen
  - medelhållfasthet för tidpunkten
- Medelhållfastheten plottas även som funktion av relativ tid i diagrammet

## Importerad hållfasthet



- Eftersom hållfastheten importerades i relativ tidsskala har vi dessutom möjligheten att ange när i denna tidsskala blandningen skedde
- (T.ex. om tiden i filen räknades fr.o.m. när kuberna placerades i vattenbadet och betongen blandades 2 h tidigare bör man ange -2h som tidpunkt för blandning)

## Att ta bort vissa mätdata

- Ibland blir mätningar störda och vissa av de importerade data fel
- Man kan ta bort ett eller flera värden från användning i listan genom att:

Tidpunkt	Provd. 1 (°C)	Provd. 2 (°C)	Autotrad tid (h)	Medel (°C)
2011-11-09 08:58:00	18.0	18.9	0.20	18.5
2011-11-09 09:01:00	18.4	18.4	0.20	18.4
2011-11-09 09:04:00	18.8	18.7	0.27	18.8
2011-11-09 09:07:00	20.3	20.2	0.29	20.3
2011-11-09 09:10:00	20.5	20	0.42	20.5
2011-11-09 09:13:00	20.5	20	0.50	20.5
2011-11-09 09:16:00	FA	20	0.58	20.6
2011-11-09 09:19:00	A-	20	0.67	20.7
2011-11-09 09:22:00			0.75	20.7
2011-11-09 09:25:00	20.8	20.8	0.83	20.9

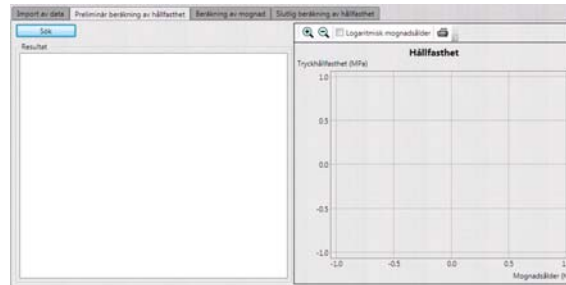
- 1: dubbelklicka på ett provvärde – tar bort värdet
- 2: dubbelklicka på tidpunkten – tar bort hela tidpunkten
- 3: Markera flera värden och använd snabbmeny

## Importera resten...

- Importera nu data för de återstående vattenbaden:
  - 35°
    - Temperatur i filen "VBTemp20-35-50"
    - Hållfasthet i filen "VBFcc35"
  - 50°
    - Temperatur i filen "VBTemp20-35-50"
    - Hållfasthet i filen "VBFcc50"
  - 20° med lång lagring
    - Temperatur i filen "VBTempLång20"
    - Hållfasthet i filen "VBFccLång20"

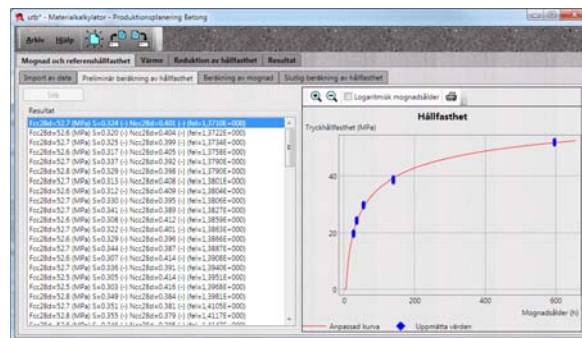


## Preliminär hållfasthet



- Avsökning av parametrar för preliminär anpassning av hållfasthet är i princip helautomatisk
- Tryck bara på sök

## Preliminär hållfasthet



- Efter avsökningen fylls listan med olika parameterkombinationer, ordnat med lägst anpassningsfel först
- Om inte kurvan ser uppenbart konstigt ut låter man det första värdet vara valt, annars markerar man nästa som valt

## Mognad



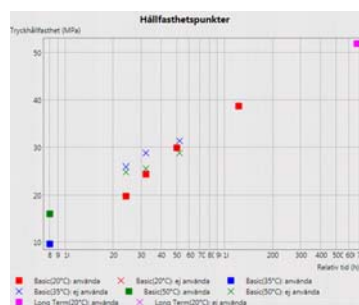
- Den övre delen av fliken för anpassning av mognad handlar om vilken av mätpunkterna som skall användas och vilka som skall sparas till anpassning av hållfasthetssänkning pga. höga temperaturer
- Normalt används alla punkter för 20° och de första för 35° och 50°

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

25

## Val av punkter



- I bilden ovan:
  - De gröna kryssen avviker väldigt tydligt
  - De blåa avviker också fast mindre

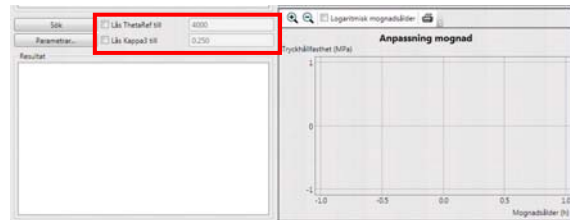
- Principen för ett visuellt val är:
  - I logaritmisk tidsskala skall hållfastheter för en och samma temperatur bilda en nästan rät linje
  - För olika temperaturer blir linjerna förskjutna i höjdlid men bör ha ungefär samma lutning
  - Alla punkter för högre temperatur än 20° som bryter detta mönster och ligger lägre skall sparas till anpassning av hållfasthetssänkning

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

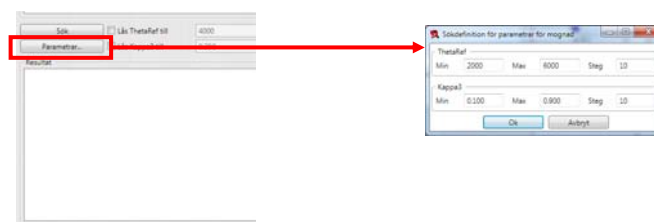
26

## Mognad



- Sökningen för mognadsparametrar fungerar på samma sätt som för preliminär hållfasthet
- Här kan man dock styra avsökningen genom att låsa någon av parametrarna till ett fast värde om man så önskar

## Startpunkter



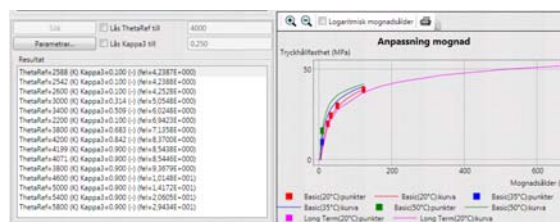
- Man kan även påverka värden för parametrarna som avsöks - per parameter:
  - min och max – gränser för avsökningen
  - steg – det antal steg som intervallet [min;max] delas in vid generering av startpunkter
- **Observera att det totala antalet avsökningar blir produkten av alla steg – i fallet ovan 100 (10 x 10).**

## Sökning



- Tryck på **Sök**
- 100 sökningar tar en liten stund så man hinner se sökningsdialogen
- Det går att avbryta en sökning om man ångrar sig

## Mognad - resultat



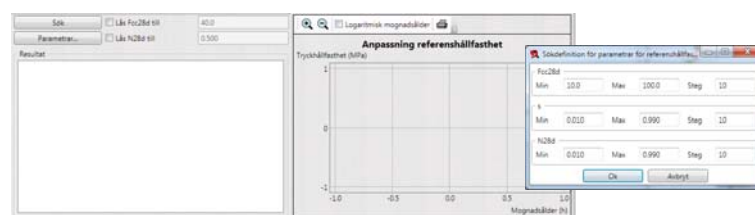
- Resultaten fungerar precis som för preliminär hållfasthet
- Man markerar den första kurvan som inte ser konstig ut

## Slutlig hållfasthet



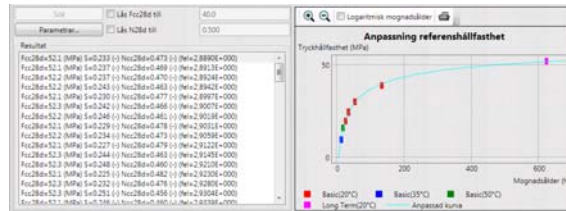
- Den övre delen av fliken för anpassning av slutlig hållfasthet visar vilka punkter som anpassningen sker mot. Valet är redan gjort i mognadsfliken så det kan inte påverkas längre

## Slutlig hållfasthet



- Sökningen för hållfasthetsparametrar fungerar på samma sätt som för mognad inkl.:
  - Möjlighet att låsa parametrar
  - Möjlighet att påverka sökområde och antal startpunkter
- Tryck på **Sök**

## Slutlig hållfasthet - resultat



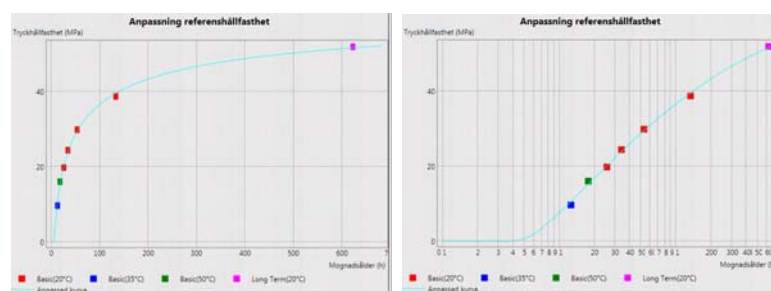
- Resultaten fungerar precis som för preliminär hållfasthet
- Man markerar den första kurvan som inte ser konstig ut

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

33

## Slutlig hållfasthet - resultat



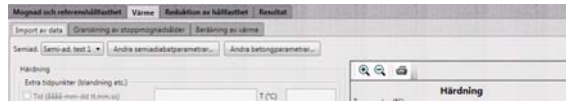
- Eftersom anpassningen av mognad och referenshållfasthet jobbar ihop i modellen så är det först här vi ser på ett bra sätt hur väl anpassningen har skett
- (Samma diagram visas ovan fast i både linjär och logaritmisk skala för mognadsålder)

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

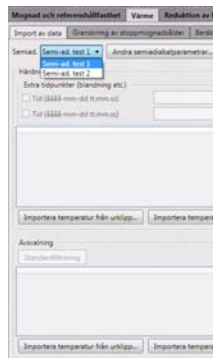
34

## Värme



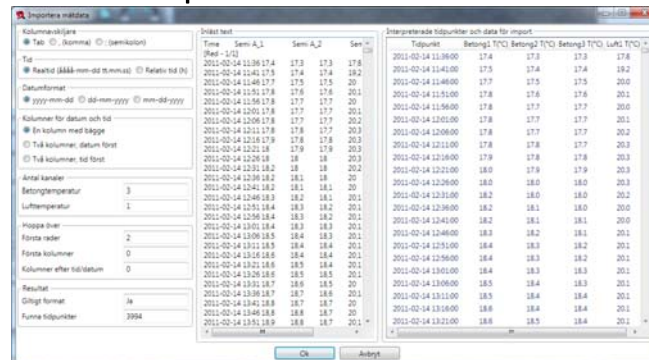
- Anpassning av värme i 3 steg:
  - Import av temperaturer för betong och luft från försöken i semiadiabaten för både härdning och avsvlning
  - Granskning av värmekurvor och val av stoppmognadsålder
  - Anpassning av värmeparametrar

## Semiadiabat



- Import av data behöver ske för varje semiadiabat
- Den nedfällbara listan väljer viken semiadiabat man arbetar med
- För varje semiadiabat måste man importera temperaturer för härdning samt för avsvlningsförsök
- Importera härdningstemperatur från "SemiAHärdning"

## Importera från fil



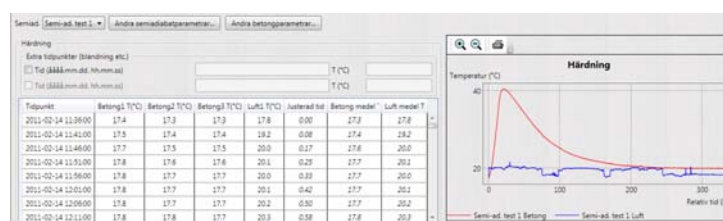
- I denna fil har vi först 2 rader vi behöver hoppa över i inläsningen
- Sedan finns tre kolumner med temperatur för betong och en för luft
- När dessa uppgifter är inmatade i kontrollerna till vänster bör dialogen se ut som på bild ovan. Tryck då på **Ok**

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

37

## Härdning



- Tabellen och diagrammet fungerar på ett liknande sätt som för temperatur i vattenbad
- Här sammanställs dock två medeltemperaturer – en för betong och en för luft

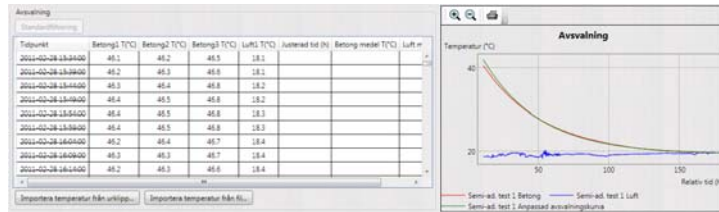
PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

38



## Avsvalning



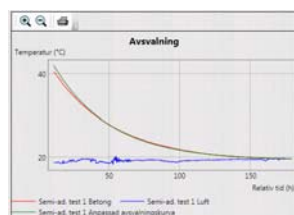
- Importera temperatur från avsvalningsförloppet från filen "SemiAAvsvalning"
- Kolla så det blir rätt med betong- och luftkanaler – allt står i filen
- Efter inläsningen ser vi att en del av tidpunkter är strukna – några i början och några i slutet

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

39

## Avsvalning



Förloppid	Betong1 T(°C)	Betong2 T(°C)	Betong3 T(°C)	Luft1 T(°C)	Justerad tid (h)
2013-02-28 13:34:00	45.1	45.2	45.5	18.1	
2013-02-28 13:39:00	45.2	45.3	45.8	18.1	
2013-02-28 13:44:00	45.3	45.4	45.8	18.2	
2013-02-28 13:49:00	45.4	45.5	45.8	18.2	
2013-02-28 13:54:00	45.4	45.5	45.8	18.3	
2013-02-28 13:59:00	45.4	45.5	45.8	18.3	
2013-02-28 14:04:00	45.2	45.4	45.7	18.4	
2013-02-28 14:09:00	45.3	45.3	45.7	18.4	
2013-02-28 14:14:00	45.2	45.3	45.6	18.4	

- Avsvalningstemperaturerna används för att anpassa avsvalningstalet för semiadiabaten
- Materialkalkylatorn filtrerar själv bort onödiga temperaturer i början och i slutet av förloppet för att få en så bra anpassning som möjligt
- Hur bra avsvalningskurvan blev visas i diagrammet
- Man kan ändra på vilka punkter som tas med manuellt på samma sätt som i de andra tabellerna
- Har man ändrat och vill återgå till standardfiltreringen kan man trycka på knappen **Standardfiltrering**

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

40

## Importera andra semiadiabaten...

The screenshot displays a software interface with two data tables and two graphs. The top table, titled 'Hårdning', has columns: Tidpunkt, Betong1 T(°C), Betong2 T(°C), Betong3 T(°C), Luft T(°C), Justerad tid (h), Betong medel T(°C), and Luft nr. The bottom table, titled 'Avsvlning', has columns: Tidpunkt, Betong1 T(°C), Betong2 T(°C), Betong3 T(°C), Luft T(°C), Justerad tid (h), Betong medel T(°C), and Luft nr. To the right, there are two line graphs. The top graph, 'Hårdning', plots Temperatur (°C) vs. Relativ tid (h) with a red line for 'Semi-ad. test 2 Betong' and a blue line for 'Semi-ad. test 2 Luft'. The bottom graph, 'Avsvlning', plots Temperatur (°C) vs. Relativ tid (h) with a red line for 'Semi-ad. test 2 Betong', a blue line for 'Semi-ad. test 2 Luft', and a green line for 'Semi-ad. test 2 Anpassad avsvlningskurva'.

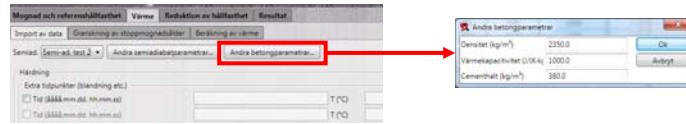
- Importera nu data för den andra semiadiabaten:
  - Härdningstemperatur i filen "SemiBHårdning"
  - Avsvlningstemperatur i filen "SemiBAvsvlning"

## Andra semiadiabatparametrar

The screenshot shows a software interface with a dialog box titled 'Andra semiadiabatparametrar'. The dialog box has a field for 'EnergyFactor' with the value '1.000' and buttons for 'Ok' and 'Avbryt'. A red arrow points from the 'Andra semiadiabatparametrar' button in the main interface to the dialog box.

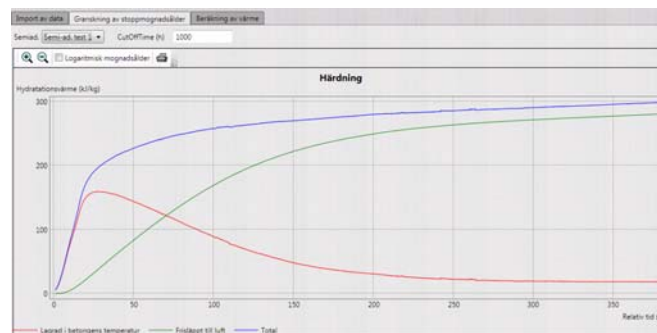
- För varje semiadiabat behöver man ange en energikorrektionsfaktor som relaterar den mängd värmeenergi som lagras i semiadiabatens isolering till den energi som finns i betongen
- Denna faktor är karaktäristiskt för den semiadiabat man använder. Ett typiskt värde kan vara 1.11 – normalt varierar värdena mellan 1.08 och 1.16
- Se vidare Paper II, särskilt fig. 9 och 10, i:
  - P. Fjellström, *Measurement and Modelling of Young Concrete Properties*, Luleå University of Technology 2013

## Andra betongparametrar



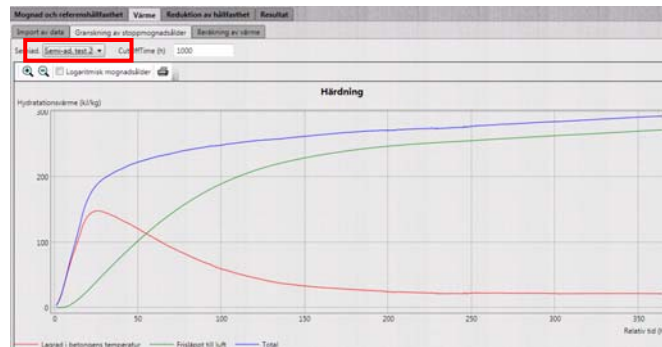
- Slutligen behöver man ange även några parametrar för betongen:
  - densitet
  - värmekapacitet
  - cementhalt

## Granskning av stoppmognadsålder



- Diagrammet visar värme lagrad i betongen, frisläppt till luft och den totalt genererade (summan av de två första)
- I idealfallet planar samtliga kurvor ut – i verkligheten, pga. olika störningar, sällan...
- Här gäller det att identifiera en ålder då betongkurvan har helst planat ut och inte innehåller större störningar på slutet
- I diagrammet ovan ser 350h ut att vara en bra stopptid – mata in den i rutan **CutOffTime**

## Andra semiadiabaten



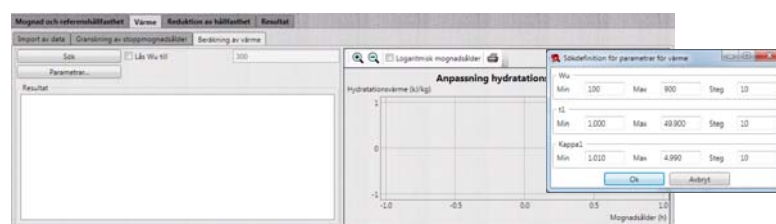
- Denna granskning görs per semiadiabat – byt till den andra och titta
- Här ser 350h ut att duga också – mata in!

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

45

## Värme



- Sökningen för värmeparametrar fungerar på samma sätt som för mognad och hållfasthet inkl.:
  - Möjlighet att låsa parametrar
  - Möjlighet att påverka sökområde och antal startpunkter
- Tryck på **Sök ...**

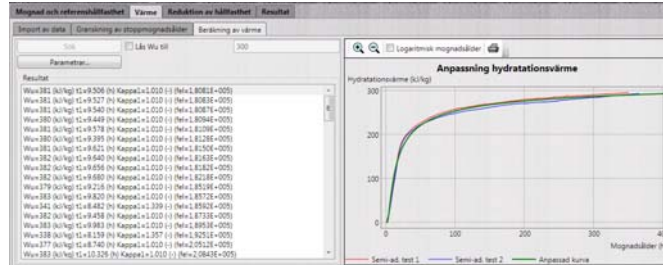


PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

46

## Värme - resultat



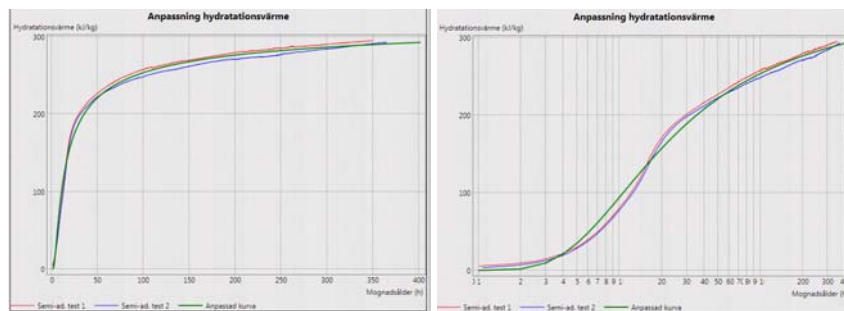
- Resultaten fungerar precis som för mognad och hållfasthet
- Man markerar den första kurvan som inte ser konstig ut och passa väl med semiadiabaternas kurvor

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

47

## Värme - resultat



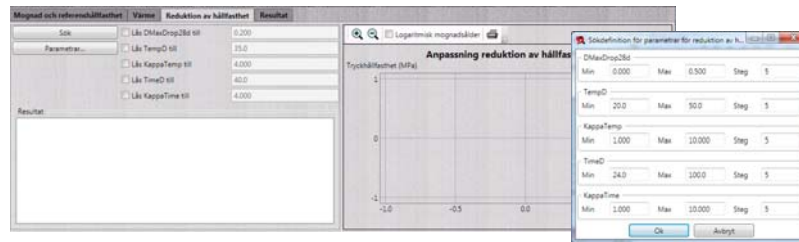
- I linjär skala för mognadsålder kan det vara svårt att se skillnader på kurvorna – här är det verkligen nyttigt att växla till logaritmisk skala
- Skillnaden i anpassningsfel mellan de första förslagen i listan är oftast väldigt liten så det kan vara värt att jämföra kurvorna och välja en annan än den första

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

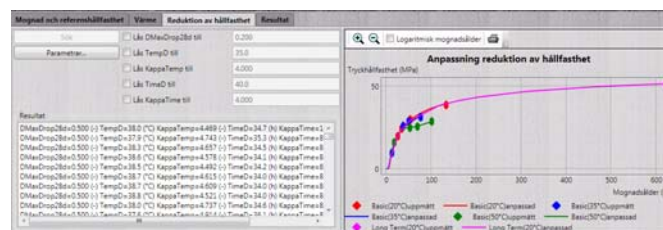
48

## Reduktion av hållfasthet



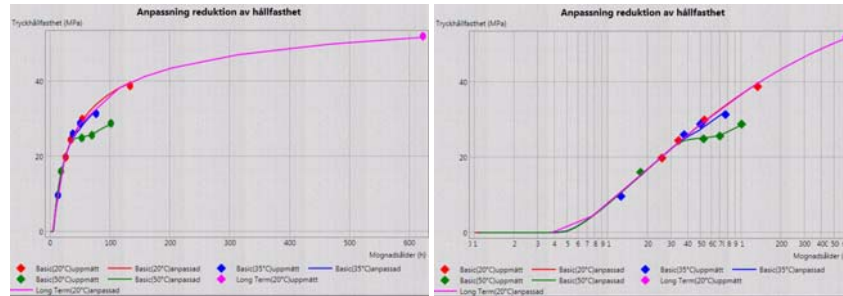
- Reduktion av hållfasthet är en anpassning som baserar sig på alla andra data, så det är bara en sökning...
- Sökningen fungerar på samma sätt som för mognad och hållfasthet inkl.:
  - Möjlighet att låsa parametrar
  - Möjlighet att påverka sökområde och antal startpunkter
- Tryck på **Sök ...**

## Reduktion - resultat



- Resultaten fungerar precis som för mognad och hållfasthet
- Man markerar den första kombinationen av parametrar ser ger ett godkänt visuellt intryck i diagrammet

## Reduktion - resultat



- Här bör man beakta att anpassningens kvalitet visas med en kurva per vattenbad
- Varje kurva skall granskas mot resp. vattenbadets samtliga hållfasthetspunkter
- En färg används per vattenbad för att underlätta identifieringen 😊

PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

51

## Resultat



- Resultatfliken visar en sammanfattning på alla anpassade parametrar
- För att få över alla data på ett smidigt sätt till Materialredigeraren, tryck på knappen **Exportera till urklipp**

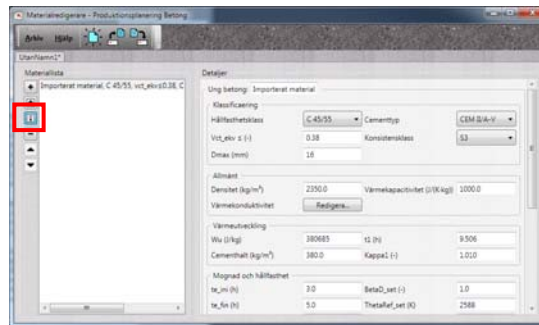


PPB ver. 1.2

12 Framtagning av materialdata - anpassning

52

## Materialredigeraren



- Starta Materialredigeraren och öppna eller skapa en databas för ung betong
- Tryck sedan på knappen för import och se hela receptet på plats – kan vara dock läge att ge det ett passande namn 😊

## Vad har vi lärt oss?

- Använda Materialkalkylatorn
- Läsa in temperaturer och hållfastheter från försök i vattenbad
- Redigera bort felaktiga mätpunkter
- Anpassa mognadsålder och referenshållfasthet
- Läsa in temperaturer för härdning och avsvaivning från försök i vattenbad
- Anpassa värmeutveckling
- Anpassa sänkning av hållfasthet pga. höga temperaturer
- Exportera materialparametrar till Materialeditorn