

Revidering och normalisering av databas för betong i PPB

Slutrapport

Marcin Stelmarczyk, The Green Dragon Magic
Ted Rapp, Byggföretagen
Hans Hedlund, Skanska Sverige AB

2022-11-07

Förord

Projektets arbetsgrupp vill rikta ett stort tack till samtliga branschrepresentanter som deltog i arbetet med både sin tid, energi, idéer, branschkunskap och erfarenhet, och ett mer specifikt tack till

- Skanska Sverige AB
- NCC Sverige AB
- Swerock AB
- Thomas Betong AB
- Betongindustri AB
- Skanska Industrial Solutions AB
- Byggbetong AB
- Schwenk AB

Projektets arbetsgrupp vill slutligen rikta ett stort och varmt tack till SBUF för finansiering av detta projekt.

Sammanfattning

Denna rapport sammanfattar projektet SBUF 14028 *Revidering och normalisering av databas för betong i PPB*. En bakgrund till projekten ges och genomförandet beskrivs. Resultaten i form av förändringar och ny funktionalitet i programvaran Produktionsplanering Betong presenteras översiktligt, bl.a. anpassningen av materialdatabasen till den nya standarden för betong SS 137003:2021.

Innehållsförteckning

Förord.....	1
Sammanfattning.....	2
Innehållsförteckning.....	3
1 Inledning.....	4
1.1 Bakgrund	4
1.2 Rapportens struktur	4
2 Projektens genomförande.....	5
2.1 Workshoppar.....	5
2.2 Ny betongstandard.....	5
2.3 Implementation samt test.....	5
2.4 Frisläppning av PPB	5
3 Resultat.....	6
3.1 Revidering av hur betong beskrivs i materialdatabasen	6
3.1.1 Generella förändringar	6
3.1.2 Bindemedelspecifikation	7
3.1.3 Exponeringsklasser	8
3.2 Revidering av innehållet i den befintliga databasen för betong	8
3.3 Förändringar i PPB.....	9
3.4 Förändringar i Materialredigeraren	10
4 Rekommendationer avs. framtida projekt.....	11

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Det branschgemensamma programverktyget *Produktionsplanering Betong* (PPB) frisläppte för första gången 2014. Sättet att specificera betongrecept, innehållande dels beräkningsparametrar, men även klassificering och beskrivning av olika betongreceptet har inte ändrats sedan dess. Även en stor del av uppgifterna i databasen, dvs. de konkreta betongrecepten, härstammar från den tiden.

Utvecklingen har däremot inte stått still. Betongtillverkare har mött efterfrågan på klimatförbättrad betong med en växande användning av tillsatsmaterial. En ny revision av betongstandarderna SS 137003 har arbetats fram. Samtidigt har många år av användning av PPB resulterat i en feedback från användarna och önskemål om olika förändringar i sättet att hantera material samt justeringar av den befintliga materialdatabasen. Detta för att bättre motsvara verkligheten i branschen. För att möta denna efterfrågan om förändringar och anpassa PPB till den pågående utvecklingen inom betong startades detta projekt SBUF 14028.

1.2 Rapportens struktur

Rapporten är uppdelad i fyra delar:

- Inledning – detta kapitel.
- Projektets genomförande – här redovisas det arbetet som utfördes under projektet.
- Resultat – här redovisas vilka förändringar och nya funktioner som implementerades i PPB.
- Rekommendationer – här redovisas vad projektet rekommenderar avseende framtida arbete på området.

2 Projektens genomförande

Projektet genomfördes under ledning av Byggföretagen. Majoriteten av arbetet utfördes av The Green Dragon Magic (GDM). Projektet startades med ett styrgruppsmöte 2021-08-30 där innehållet och projektets upplägg fastställdes. Man tog även fram det upplägg som skulle användas i diskussioner/workshoppar med betong- och cementtillverkare.

2.1 Workshoppar

Workshoppar genomfördes med ett antal betong- och cementtillverkare. I dessa diskuterades tillverkarnas sätt att arbeta med betong, PPB samt eventuell inmätning och hantering av betongparametrar för simulering i PPB. Betongtillverkarnas synpunkter kring PPB:s hantering av recept samt utvecklingen i betongbranschen samlades in och användes senare som underlag till justering av de tilltänkta förändringarna i PPB.

Totalt genomfördes sex kortare workshoppar med olika aktörer:

- 2021-09-02 Betongindustri AB
- 2021-09-02 Schwenk AB
- 2021-09-02 Swerock AB
- 2021-09-06 Thomas Betong AB
- 2021-09-07 Skanska Industrial Solutions AB
- 2021-09-09 Byggbetong AB

2.2 Ny betongstandard

Under projektets gång pågick en revidering av SS 137003 och i slutet av 2021 kom den nya versionen SS 137003:2021. Det konstaterades tidigt i projektet att anpassning till förändringarna i denna är av stor vikt då revideringen var efterlängtd av branschen och flera stora betongtillverkare var intresserade att börja tillämpa konceptet med likvärdig prestanda hos bindemedelskombinationer (EPCC). Betongstandarden togs in som input till projektarbetet och påverkade designen av dels specifikation av bindemedel i betongrecepten, dels specifikationen av uppfyllande av exponeringsklasser.

2.3 Implementation samt test

Implementationsarbetet var tänkt att vidta efter genomförda workshoppar. Det fördröjdes dock först av väntan på en officiell version av SS 137003:2021 och sedan på grund av underhållsarbeten i PPB samt GDM:s tillgänglighet. Implementationen samt test utfördes under Q3-4 2021.

2.4 Frisläppning av PPB

Samtliga resultat implementerade i PPB från 14028 är i skrivande stund planerade för frisläppning som del av PPB:s ordinarie underhållsuppdatering i månadskiftet november/december 2022.

3 Resultat

3.1 Revidering av hur betong beskrivs i materialdatabasen

3.1.1 Generella förändringar

Ett betongrecept är numera av en specifik typ, av totalt tre möjliga alternativ:

- Generellt – ett av många betongrecept som beräknats för olika hållfasthetsklasser och en bindemedelskombination, baserat på en provning av två eller tre vattencementtal. Dessa recept representerar en genomsnittlig betong för specifik hållfasthetsklass och bindemedel och behöver i regel justeras avseende hållfasthet och cementhalt för att motsvara vad en specifik betongstation levererar.
- Fullprovat – ett specifikt betongrecept för vilket en fullständig provning ägt rum. Dessa recept är inte beräknade ur andra provningar.
- Eget – ett betongrecept som vem som helst kan specificera för vilket ändamål som helst.

Generella och fullprovade betongrecept är signerade av en utgivare och integritetsskyddade. Deras data i databasen kan inte ändras av användaren eller någon annan än deras utgivare. Normalt sett är utgivaren av betongrecepten PPB/Byggföretagen. Möjligheten att ge ut materialdata i eget namn kommer i den nya mjukvaran ett erbjudas betongtillverkare. De kommer även att kunna skydda receptets materialparametrar för beräkning som konfidentiella. Egna betongrecept innehåller inte utgivaruppgifter och kräver ingen signering.

Uppdelning av signerade betongrecept i generella och fullprovade kommer till sin nytta inom spänningsberäkningar som implementeras i SBUF 14133, där olika stor säkerhetsmarginaler skall tillämpas för sprickrisker i enlighet med AMA Anläggning, beroende på om betongreceptet har fullprovats eller inte.

Betongrecepten har även försetts med uppgifter rörande giltighet så som

- fr.o.m. när uppgifterna anses giltiga och motsvarar den betong som levereras
- när betongreceptet har gått ur tiden
- om betongreceptet finns i databasen av historiska skäl för att möjliggöra jämförande beräkningar trots att sådan betong inte längre levereras

Önskemål har diskuterats kring att förse betongrecepten med någon form av uppgift rörande hur "miljövänlig" betongen i fråga är. En genomgång av Svensk Betongs *Vägledning Klimatförbättrad betong*, utgåva 2, har visat att den nivåklassificering för klimatförbättrad betong som används är beroende av vilken typ av konstruktion som betongen används till. Då dessa data inte är tillgängliga i PPB är denna klassificering inte lämplig att implementera i verktyget. För att ändå möjliggöra någon form av jämförelse avseende graden av klimatförbättring är det nu möjligt att ange en klimatpåverkan GWP-GHG (Global warming potential greenhouse gases) kg CO₂-ekv/m³ för produktionsskedet (A1-A3 enligt *Klimatdeklaration, en handbok från Boverket*) för varje betongrecept.

Redigera ung betong

Namn:

Klassificering

Recepttyp: Generellt Fullprovat Eget

Hållfasthetsklass: Bindemedel:

Vct_ekv ≤ (-): Konsistensklass:

Dmax (mm): Exponeringsklasser:

Giltigt fr.o.m.: Giltigt t.o.m.:

Historiskt recept CO2_ekv (kg/m³):

Allmänt

Densitet (kg/m³): Värmekapacitet (J/(K·kg)):

Värmeledning:

Värmeutveckling

Wu (J/kg): t1 (h):

Cementhalt (kg/m³): Kappa1 (-):

Mognad och hållfasthet

te_ini (h): BetaD_set (-):

te_fin (h): ThetaRef_set (K):

te0 (h): Kappa3_set (-):

BetaD_ini (-): BetaD_fin (-):

ThetaRef_ini (K): ThetaRef_fin (K):

Kappa3_ini (-): Kappa3_fin (-):

s (-): Fcc_set (MPa):

N_set (-): Fcc28d (MPa):

N_cc28d (-):

Hållfasthetsänkning pga. hög temperatur

DMaxDrop28d (-): TimeD (h):

TempD (°C): KappaTime (-):

KappaTemp (-):

Fig. 1 Dialog för redigering av betongrecept

3.1.2 Bindemedelspecifikation

Som specifikation av bindemedel i ett betongrecept gick det tidigare i PPB endast att välja en cementklass. Numera går det att specificera bindemedel på tre olika sätt (se Fig. 2), i enlighet med möjligheterna i SS 137003:2021:

- Cement, val av cementklass (CEM I – CEM III, inkl. specifika delklasser)
- Cement med tillsatsmaterial, val av ursprunglig cementklass (CEM I – CEM III, inkl. specifika delklasser)
- Bindemedelskombination enligt EPCC, val av kombination (BK II-BK III, inkl. specifika delklasser)

Vattencementtalet specificerades sedan tidigare som vct_{ekv} . Nu specificeras även cementhalt på samma sätt (som C_{ekv}) så att entydighet och kompatibilitet upprätthålls mellan dessa värden för de olika sätten att ange bindemedel.

Fig. 2 Dialog med redigering av bindemedel.

3.1.3 Exponeringsklasser

PPB utförde tidigare en kontroll av $v_{ct_{ekv}}$ och som standard tilläts inte val av betongrecept som inte uppfyllde krav i enlighet med den dimensionerande exponeringsklass, angiven för konstruktionen. Den nya betongstandarden möjliggör förflyttning av dessa gränser för $v_{ct_{ekv}}$ beroende på om specifik uttestning av betong utförs av betongtillverkare. För att möjliggöra samma flexibilitet utan att begära för många detaljer kring hantering av enskilda betongrecept och deras testning byttes kontrollen av $v_{ct_{ekv}}$ ut mot att explicit ange vilka exponeringsklasser betongrecepten kan användas för. För största möjliga flexibilitet anges detta för var och en av de fyra angreppskategorierna:

- Kloridinträngning (X0, XS1/XD1, XS2/XD2, XS3/XD3, XS4/XD4)
- Karbonatisering (X0, XC1, XC2, XC3, XC4)
- Frysning/upptining (X0, XF1, XF2, XF3, XF4)
- Kemiskt angrepp (X0, XA1, XA2, XA3)

För att maximera flexibiliteten även vid specifikation av vilka exponeringsklasser den konstruktion man räknar på skall uppfylla, kan man numera ange inte bara en dimensionerande exponeringsklass utan upp till fyra olika klasser, en per typ av angrepp. Samtliga av dessa kommer att kontrolleras mot vad betongrecept anges uppfylla, om de ställer högre krav än X0.

Fig. 3 Dialog med specifikation av vilka exponeringsklasser ett betongrecept uppfyller.

3.2 Revidering av innehållet i den befintliga databasen för betong

Det befintliga innehållet i databasen för betong har genomgått en revidering. En del av recepten togs bort då de baserade sig på gamla materialdata som bedömdes inte längre vara giltiga. En del av betongrecepten togs bort då de beskrev en variation inom konsistens eller D-max med hjälp av korrigering av pastamängd/cementhalt, vilket normalt sett korrigeras idag främst med flyttillsats.

Eftersom den allmänna rekommendation är att kontrollera cementhalten och hållfastheten för de generella betongrecepten med den levererande betongfabriken i alla fall, bedömdes att dessa betongrecept inte tillföra något av värde i databasen.

Den återstående delen av databasen granskades avseende trendning, dvs. hur olika hållfasthetsklasser för olika bindemedel och konsistens förhåller sig gentemot vattencementtalet ($v_{ct_{ekv}}$). Uppgifterna i de befintliga betongrecepten korrigerades i enlighet med dagensnormalproduktion av betong i Sverige.

3.3 Förändringar i PPB

De huvudsakliga förändringarna i PPB som omfattas av det nya upplägget kring betongrecept omfattar:

- val av betongrecept för beräkning, se Fig. 4
- justering av materialdata för generella och egna betongrecept
- specifikation av exponeringsklasser för konstruktionen, se Fig. 5
- dokumentation av valt betongrecept och eventuella justeringar av materialparametrarna i rapporten

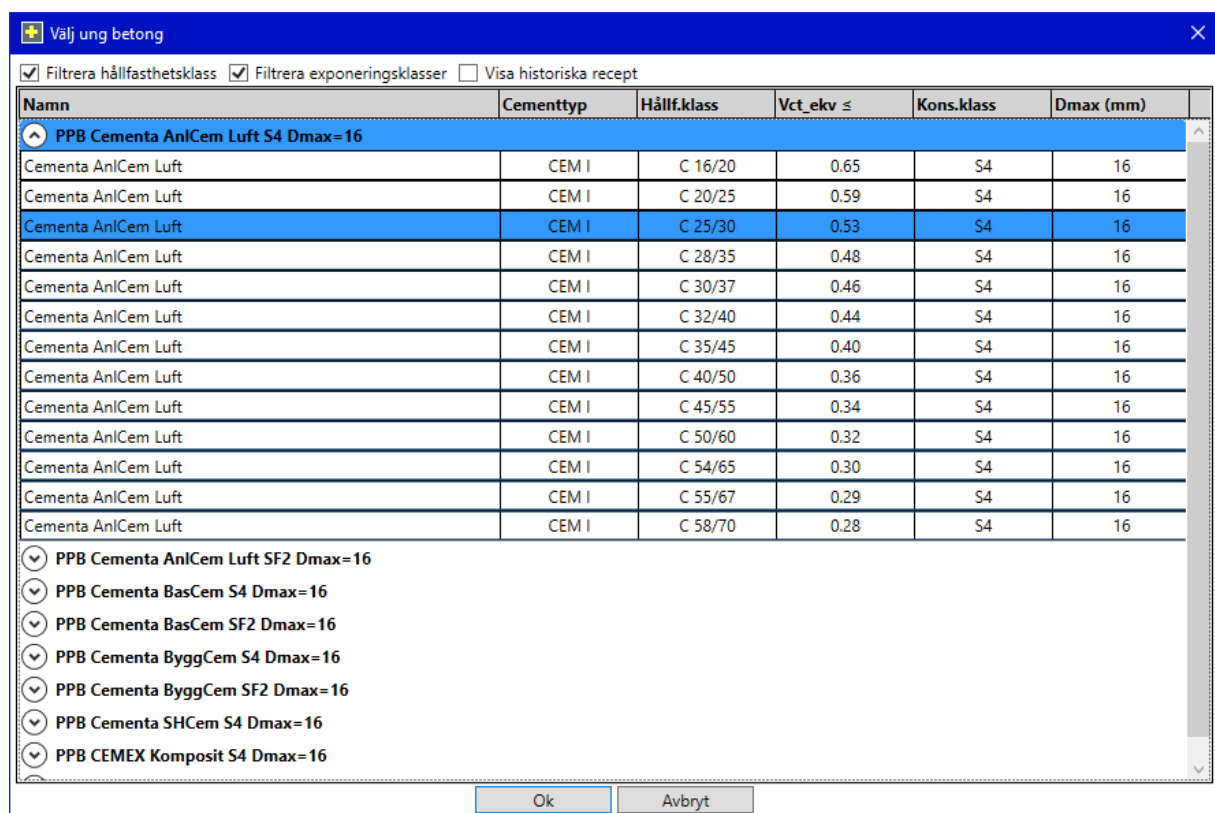


Fig. 4 Dialog för val av betongrecept

Block : Vagg

Ung betong

Hantera alla randsegment som en rand

Föreskrivna krav enligt handlingar

Hållfasthetsklass C 28/35

Exponeringsklasser

Karbonatisering	XC1
Kloridinträngning	X0
Frysning/upptining	X0
Kemiskt angrepp	X0

T max (°C) 60.0

Nytt: % av fordrad 28-d. hållf. ▼

Ta bort

Fig. 5 Del av detaljspecifikation med exponeringsklasser för konstruktionen

3.4 Förändringar i Materialredigeraren

Implementering av förändringarna i betongrecept påverkade även Materialredigeraren, dvs. verktyget i PPB som används för redigering av materialdatabaser. Här blev de huvudsakliga nyheterna:

- Ny specificering av betongrecept avseende:
 - Generellt / fullprovat / eget recept
 - Giltighet datum samt om betongreceptet är historiskt
 - Klimatpåverkan
 - Bindemedelstyp
 - Exponeringsklasser
- Signering för generella och fullprovade betongrecept inkl. hantering av signeringscertifikat, specifika för resp. utgivare

4 Rekommendationer avs. framtida projekt

Projektet lämnar en rekommendation för framtiden. Då utvecklingen inom betongbranschen fortsätter mot klimatneutral betong genom användning av nya bindemedelskombinationer och tillsatsmaterial bör denna utveckling övervakas i framtiden. Detta för att PPB anpassas till "state of the art" inom betongproduktion och användning i Sverige för underlättande av utveckling mot mer miljövänligt byggande.