



PROJEKTNR. 13912

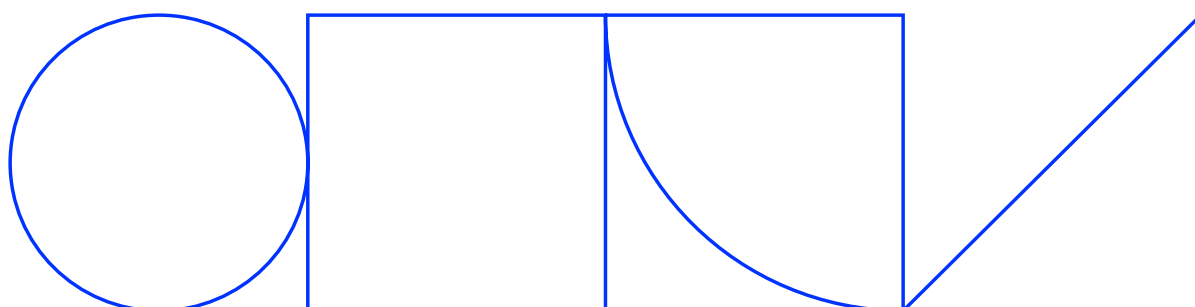
# Revidering av Betonghandbok Arbetsutförande, Utgåva 2

Etapp 1

---

Styrgruppen

2024-08-14



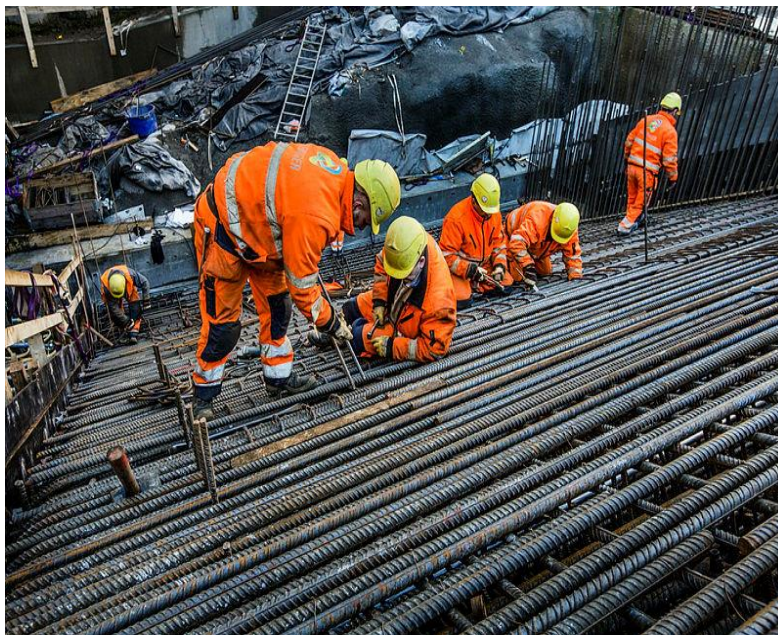
# Revidering av Betonghandboken Arbetsutförande

---

Slutrapport – Etapp 1

**Styrgruppen**

**2024-08-14**



## Förord

Styrgruppen vill på detta sätt framföra ett stort tack till alla finansiärer, som genom sina bidrag, möjliggjort det arbete vars andra och avslutande del redovisas i denna rapport. Ett stort och innerligt tack vill styrgruppen rikta till SBUF.

Huvudfinansiärer har varit SBUF, Trafikverket, Heidelberg Materials, Svenska Betongföreningen och Svensk Betong. Utöver huvudfinansiärerna har bidrag och insatser givits av Svensk Byggtjänst, BeFo, Energiforsk och ett antal av de engagerade skribenterna och granskarna har utfört sitt arbete inom ramen för sina anställningar och dessa företag och personer vill vi också uttrycka vår tacksamhet till.

## Om projektet

Betonghandbok Arbetsutförande med sina 37 kapitel och 850 sidor i senaste version, utgåva 2, gavs ut 1997. Sedan dess har det hänt mycket vad gäller utveckling av material och metoder, utrustning och maskiner. Vidare har ökat fokus ställts avseende klimatpåverkan, resursförbrukning, arbetsmiljö, säkerhet etc., varför Betongföreningen m.fl. år 2012 tog beslut om att revidera Betonghandbok Material samt Betonghandbok Arbetsutförande.

Projektet har haft ambitionen att drivas i en etapp för att skyndsamt ge utförare och projektörer uppdaterad information om utförande av betongkonstruktioner och betongarbeten. Den reviderade Betonghandboken, med huvudfokus på entreprenörer och utförare, kommer att ha färre huvudkapitel då visst material inarbetas i den nya utgåvans huvudkapitel.

Föreliggande rapport utgör slutrapportering av projektets första del (år 2021 – 2023, etapp 1). För närvarande är drygt hälften av Betonghandbok Arbetsutförande uppdaterad med klart manus där editering och arbete med bilder och figurer pågår eller är helt klar. Betonghandbok Arbetsutförande kommer att tryckas i färg för att ge läsare och användare en mer nyanserad upplevelse. Innehållet framgår av bilaga 1, sist i denna rapport.

## Organisation

Svenska Betongföreningens Servicebolag och Heidelberg Materials har varit avtalsparter gentemot Byggtjänst. Den styrgrupp som drivit och driver projektet har haft följande sammansättning:

Richard McCarthy, Svenska Betongföreningen Service (ordförande)

Mats Karlsson, InfraTech AB (projektledare)

Hans Hedlund, Skanska

Markus Peterson, Svensk Betong

Ulf Jönsson, Sv. Betongföreningen

Anders Selander, Heidelberg Materials (*tidigare Cementsa*)

Anders Wiberg, Trafikverket

Per Fektenberg, Energiforsk  
Patrik Vidstrand, Befo  
Thomas Schiöler, Sv. Byggtjänst

## Redovisning av resultat

De viktigaste förändringarna och nyheterna sedan utgåva 2 publicerades, där många kunde förutses redan i den ursprungliga projektplanen, kan sammanfattas i följande punkter:

- uppdatering i förhållande till vedertagen praxis baserad på vetenskap och erfarenheter
- självkompakterande betong, SKB, och betong med lägre klimatpåverkan
- klimat och hållbarhetsfrågor
- beständighetsfrågor påverkas av nya materialsammansättningar
- högpresterande betong, som nu är integrerat i flera kapitel
- ökad roll för standarder; från svenska regler till EN-standarder; ibland med svenska tillämpningsstandarder

För några utvalda kapitel kan nyheterna och resultaten efter revisionen kortfattat beskrivas genom att här återge deras inledande samt utvalda delar av delavsnitt. För vidare information om specifika avsnitt och figurer hänvisas till handboken.

## Kapitel 4 Formbyggnad för platsgjuten betong

En betongkonstruktions utseende är i hög grad beroende av formytan. Formytans egenskaper påverkar betongytans struktur och färgvariationer.

Då betongen utgör en synlig yta, benämns formen som ”synlig form”. Formytematerialet och formsläppningsmedlet måste här väljas med hänsyn till struktur, blåsbildning, släppande ytskikt och färgvariationer. För osynliga ytor, ”osynlig form”, är kraven lägre.

Ytformar och formsläppningsmedel beskrivs i avsnitt 4.2 och 4.3.

Formens huvuduppgift är att ge den flytande betongen dess tilltänkta geometriska form, och upprätthålla denna tills betongen styvnat och uppnått tillräcklig hållfasthet för att vara självbärande. Den flytande betongen medför höga belastningar på formkonstruktionen.

Belastningen består i huvudsak tryckbelastningar vinkelrät mot formytan, liknande en vätska. En vertikal formyta, t ex en väggform, belastas med horisontellt tryck. En sådan form benämns ”stödjande form”. En horisontell formyta under betongen, t ex en valvform, belastas av ett tryck motsvarande betongens tyngd, och benämns ”bärande form”.

Stödjande respektive bärande form, se figur 4.1:1, beskrivs i avsnitten 4.4 till 4.6. Trä är det vanligaste materialet i formar, och ges därför en speciell beskrivning i avsnitt 4.7.

Dimensionering av formar beskrivs inklusive beräkningsexempel i avsnitt 4.8.

Formen utgör en betydande andel av arbetet såväl som totalkostnaden för en betongkonstruktion, storleksordning 20-50%. Formbyggnads- och betongarbeten är ofta fysiskt krävande och kan innehålla riskmoment. Formen och betongen ger även betydande resursförbrukning och miljöpåverkande utsläpp.

Samtliga aspekter ovan skall beaktas vid planering, projektering, utförande och kontroll, vilket behandlas i avsnitt 4.9. Arbetsmiljö, säkerhet och miljöaspekter behandlas särskilt i avsnitt 4.10 och 4.11.

Handlingarna skall alltid kontrolleras av annan person än den som utfört arbetet. Kontrollen skall dokumenteras.

Tilltänkta arbetsmetoder för formbyggande, betonggjutning och rivning av form skall planeras och beskrivas i arbetsberedningar, som även skall innehålla en riskanalys av arbetet.

Arbetsberedningen skall sedan följas då arbetet utförs. Under och efter utfört arbete skall kontrolleras att arbetet är korrekt och fackmannamässigt utfört, och i enlighet med konstruktionshandlingarna. Kontrollen skall dokumenteras.

Övergripande har arbetsgivaren ansvar enligt Arbetsmiljölagen, Lag (1994:579). 1 a § Arbetsgivare och arbetstagare skall samverka för att åstadkomma en god arbetsmiljö. Lag (1994:579). 2 § Arbetsgivaren skall vidta alla åtgärder som behövs för att förebygga att arbetstagaren utsätts för ohälsa eller olycksfall. Detta detaljeras vidare i AFS 1999:3 Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter om byggnads- och anläggningsarbete, samt AFS 2013:4 Ställningar.

En formkonstruktion kan innehålla många risker som måste hanteras. Säkerhet åstadkoms bäst genom inblandade personer har rätt kunskaper och erfarenhet samt ges de förutsättningar som ger ett engagemang att genomföra arbetet på bästa sätt. Till detta behövs en god samordning, samt stöddokument och kontrollmoment som påminner om det mest väsentliga. Om avvikelser ändå inträffar, skall korrigerande åtgärder vidtas. Om avvikelserna medför risk för personskada, skall arbetet stoppas och åtgärd omgående vidtas. En god guide är Håll Nollan, Arbetsmiljöguide 4.1 Formkonstruktioner.

Den övergripande lagen om miljöaspekter är miljöbalken. Syftet med miljöbalken är att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer kan leva i en hälsosam och god miljö. Bygg- och anläggningssektorn och däri betongkonstruktioner står för betydande andel av vår förbrukning av naturresurser och miljöpåverkande utsläpp. För formbyggnaden bör därför följande beaktas ...

## Kapitel 16 Prefabricerade betongkonstruktioner

Detta kapitel redovisar de på den svenska marknaden vanligaste prefabricerade betongprodukterna samt deras användningsområde och de generella förutsättningarna som gäller för projektering och produktion av dessa produkter.

De flesta prefabricerade betongprodukterna omfattas av harmoniserade produktstandarder [23] - [44] som är framtagna för användning primärt inom EU.

Dessa standarder anger bland annat regler för geometri, toleranser och erforderlig tillverkningskontroll per produkt.

Standarderna finns tillgängliga via SIS, Swedish Institute of Standards.

De flesta tillverkare har dessutom digitala produktkataloger där detaljerad information om kapacitet, form och eventuella begränsningar kan hittas.

De svenska reglerna för tillämpning av generella standarder för förtillverkade betongprodukter ska följas vid import av betongprodukter från utlandet. Exempelvis SS 137003:2021 [16] för tillämpning av SS-EN 206:2013 [11] samt SS 137005:2024 [16] för tillämpning av SS-EN 13369:2018 [14]. Aktuella prefab produktstandarder (2024) sammanställs för att underlätta för användaren.

CE märkning av produkter kan utföras enligt tre metoder.

Lagring, lyft och transport av betongelement ska utföras enligt tillverkarens anvisningar samt konstruktionsdokumentationen. Denna bör omfatta information kring stöd- och lyftpunkters lägen vid långtidslagring, tillfällig lagring, transport och lyft.

Lyft ska placeras på ett sätt som möjliggör ett säkert lyft. Om möjligt placeras lyft så elementet hänger på det sätt som elementet ska monteras. Element som ska vändas vid montaget förses med lyftdetaljer för detta samt separata lyftinstruktioner.

## Kapitel 19 Toleranser

Toleranser anger hur mycket en tillverkad produkt eller byggd konstruktion får avvika från vissa specificerade egenskaper eller från angivna mått på ritning. Toleransen storlek påverkar olika delar såsom säkerhet, funktion, måttpassning och utseende.

Toleranser på mått ska säkerställa att inte en avvikelse äventyrar funktion, säkerhet och beständighet. Exempelvis, ett för litet täckande betongskikt kan påverka konstruktionens livslängd. Vissa toleranser är mer viktiga än andra när det gäller säkerhet. Exempelvis en för kort upplagslängd för balk eller bjälklag (prefab) kan värsta fall ge upphov till ett olyckstillbud.

Användning av toleranser underlättar vid kommunikation och uppföljning och inte minst vid besiktningar. Genom att ställa toleranskrav på ytor kan man minska kostnaderna för efterföljande entreprenader (målning, efterbehandling), se även Betongens yta kap. 15.

Kontroll av att toleranserna innehålls bör göras så tidigt som möjligt i värdekedjan. Toleranserna ska vara ett hjälpmedel att styra produktion och montage så att slutresultatet blir det som kunden förväntar sig.

Toleranserna gäller per produkt eller byggnadsdel och ska inte kombineras. Det vill säga att en tillverkningstolerans tex. skevhet på ett väggelement ska inte läggas ihop med en byggplatstolerans tex. fogsprång. Varje tolerans gäller separat och ska användas i olika skeden av byggprocessen.

Toleranskraven gäller fram till avsyning eller tidpunkt för slutbesiktningen. Toleranserna innefattar inte tidsberoende deformationer såsom överhöjning, krympning, krypning etc.

## **Kapitel 20 Spännarmeringsarbeten på byggplats**

Spännarmerade konstruktioner uppdelas i förespända och efterspända konstruktioner, beroende på när spännkraften påförs. Förespänning, är när spännenheterna får sin spännkraft före gjutning, det förekommer nästan uteslutande på betongelementfabriker vid tillverkning av spännbetongelement, se kapitel 16. Vid efterspänning spänns konstruktionen upp först sedan betongen härdat till erforderlig styrka. På byggplatser är efterspänning den helt dominerande metoden, varför endast denna behandlas i detta kapitel.

Spännarmering används i en rad närbesläktade tillämpningar, t ex friliggande kablar, vidhäftningsfri enlineförankringar (unbonded), snedkablar, samt ankare i betong. Dessa tekniker behandlas översiktligt i detta kapitel.

Jord- och bergförankringar behandlas separat i kapitel 24

Vid arbete med spännkablar bör hänsyn tas till vissa principiella skillnader mellan dessa och ospänd armering. Stålmaterialet har högre hållfasthet, som i regel uppnåtts genom kallbearbetning och värmebehandling. Kablarna är vanligtvis uppbyggda av element med klana dimensioner. De är efter uppspänning permanent utsatta för höga påkänningar. Det är därför viktigt att ge kablarna bästa möjliga korrosionsskydd för att spänningskorrosion inte ska uppstå.

Den vanligaste metoden för att åstadkomma korrosionsskydd i en efterspänd konstruktion är att injektera urspänningsrören för kablarna med cementbruk. Andra sätt är infettning av spännstålet med speciellt korrosionsskyddsfett, kontinuerlig tillförsel av avfuktad luft och injektering med lämplig plast. Detta kapitel beskriver dock enbart injektering med cementbruk.

Dimensionering av spännarmerade konstruktioner ska ske enligt EC2, SS-EN 1992-1 SS-EN 1992-2.

Ett stort antal varianter av spännsystem har utvecklats. Men några av varianterna används idag inte längre i någon utsträckning, för information om trådkablar samt linor med centrumkil hänvisar vi till tidigare utgåva av betonghandboken.

För de olika systemen används olika typer av spännstål, figur 20.2:1, varierande utformning av förankringar, figur 20.2:2, och olika uppspänningstekniker. Med få undantag används i Sverige för närvarande fem ETA- godkända system, nämligen det Engelska CCL, Schweiziska BBRV och VSL, Franska Freyssinet samt det Tyska Dywidag. Figur 13.2:3 visar typiska förankringar för dessa system. ETA står för European Technical Assessment och är ett godkännande för produkter som inte är täckt av en harmoniserad standard. För att få ett godkännande krävs prövning av produkterna hos oberoende ackrediterat labb som visar att produkten klarar de tänkta funktionerna samt angivna kapaciteter. För en mer omfattande beskrivning av en ETA se kap. 1.7.3.3

Spännstål har allmänna krav i SS 212551 utgörs mestadels av stänger om 12-75 mm eller 7-trådig spännbetonglina 15,7mm. Linor placeras ofta med flera enheter parallellt till en spännkabel med en gemensam förankring, figur 20.2:4. Spännvajern har blivit helt dominerande. Den förenar den klena, dragna trådens höga hållfasthet med stor tvärsnittsarea.

Arbete med spännarmering likt andra arbeten i byggbranschen ska följa aktuella lagstiftningar och arbetsföreskrifter. Arbetsmiljö och säkerhet är en del av den kravsställda utbildningen enligt EN 17578-1 vilket medför att personal ska ha kunskap kring riskerna samt hur de bör arbetsberedas för att minimera riskerna.

Följande risker bör generellt hanteras vid spännarmeringsarbete då de är återkommande vid arbetsmomenten.

Arbete med spännarmering innebär att man handskas med stora krafter och spänningar som byggs in vid uppspänningsarbete, inte enbart där personal som utför uppspänningen är belägen då spänningarna byggs in i betongen på flertalet ställen framförallt vid en passiv förankring. De höga krafterna medför att det finns risk för att domkraft, låskilar eller delar av armeringen och betong vid brott i konstruktionen kan slungas iväg och förorsaka personskada. Under uppspanning får därför ingen uppehålla sig bakom domkraft eller förankring då det är den naturliga riktningen för kraften att ta vägen.

Avspärningar vid passiv och aktiv förankring vid pushning, uppspanning och injektering måste därför respekteras. Finns anledning att komma in i avspärrat område sök kontakt med personal som utför arbete så meddelar de när det är lämpligt att gå in i arbetsområdet. Avspärningar bör utföras med fysiskt hinder då det krävs en aktiv handling för att då passera. Avspärningen kan kompletteras med blinkande varningsljus.

Vid spännarmeringsarbete används tunga maskiner ofta på höga höjder, uppställningsytor måste förberedas med det i åtanke. Stabila ställningar med säkra skyddsräcken är nödvändiga.

Då maskiner och mycket av materialet som byggs in måste hanteras med lyfthjälp krävs utbildning hos personal för den typen av arbete. Vidare måste man säkerställa att krokarna och



lyftanordningar är dimensionerade för typen av lyft. Dagliga provlyft av med lyfthjälpen måste utföras så att brytfunktioner fungerar som det ska.

Vidare använder man injekteringsbruk baserad på cement vilket kan medföra brännskador på oskyddad kroppsdel. Heltäckande arbetskläder och friskluftsmask på personal i arbetsområdet bör användas. Uppställningsytor bör planeras med hänsyn till vindriktning så att personal som arbetar med andra uppgifter inte får cementdamm på sig. Omedelbar, riklig sköljning med vatten är nödvändig om man fått injekteringsbruk i ögonen.

Inläggning av rör bör ske vid sådan tidpunkt att montör inte behöver krypa omkring bland färdiginlagd ospänd armering.

Bandning på linbuntar får inte klippas upp förrän bunten säkrats i en linvinda.

Vid pushning av lina skall maskinen vara väl förankrad vid ankarplattan och skydd ordnat där lanan kommer ut. Vid pushning av lina i foderrör innan bron är gjuten bör ingen personal vara längs foderrören ifall lanan skulle skjuta hål på foderröret och därmed få en oförberedd riktning.

Betong är generellt ett bra material att bygga konstruktioner av och det har skett stora framsteg med hänsyn till miljöaspekter, de senaste åren har fokus varit stort för att minska CO2 utsläpp genom att välja komponenter som medför en renare produktion i byggbranschen. Samma resa har även pågått för Spännarmering med ett initialt fokus med att upprätta EPD (Environmental Product Declaration), numera kan alla leverantörer av spännlina leverera en EPD samt ett antal av systemleverantörer kan leverera EPD för spännsystemen trots att de enbart står för en liten del av den sammanlagda inbyggda vikten.

I dagsläget ligger fokus mer på att skapa en produktion av byggkomponenterna som medför ett mindre klimatavtryck, det är av vikt att inte bara kräva att konstruktionen ska ha komponenter med en EPD utan i större utsträckning se vad komponenterna har för CO2 utsläpp i sin EPD.

Det är bra att marknaden är kravställare i miljöarbetet men samtidigt bör man beakta hur mycket vikt som används vid byggnation, där har utvecklare och konstruktörer en stor möjlighet att välja en produktionsteknik som är miljövänligare.

Spännarmering har sitt ursprung i komplexa konstruktioner där man valt att spara vikt till exempel för att minska egenvikten då traditionellt byggande inte medfört att konstruktionen varit möjlig. Samma möjlighet finns i vardaglig konstruktion då spännarmering drastiskt minskar mängderna betong och slakarmering som kan användas med en produkt som har ett lågt CO2 utsläpp i förhållande till sin kapacitet.

Vidare medför platsgjuten konstruktion kortare frakter till arbetsplatsen vilket även det påverkar mängden CO2 utsläpp.

## BILAGA 1

<b>Kapitel</b>	<b>Titel</b>	<b>Status</b>
1	REGELVERK OCH STYRANDE DOKUMENT	Manus klart
2	VAL AV PRODUKTIONSMETOD OCH PROJEKTERINGSSAMORDNING	Manus klart
3	KVALITETSSÄKRING	Manus klart
4	FORMBYGGNAD FÖR PLATSGJUTEN BETONG	Manus klart
5	UTBYGGNADSMETODER FÖR BETONGKONSTRUKTIONER	Manus klart
6	ARMERINGSARBETEN	<i>Pågår</i>
7	TILLVERKNING AV BETONGMASSA SAMT MOTTAGNING AV BETONG OCH TRANSPORT PÅ BYGGPLATS	<i>Pågår</i>
8	GJUTNING OCH BEARBETNING	<i>Pågår</i>
9	EFTERBEHANDLING OCH HÄRDNING AV BETONG	Manus klart
10	FORMRIVNING	Manus klart
11	TEMPERATURFÖRHÅLLANDEN OCH SPRICKBEGRÄNSNING	<i>Pågår</i>
12	BETONGARBETEN VID KALL VÄDERLEK	<i>Pågår</i>
13	BETONGGOLV	Manus klart
14	FOGAR I PLATSGJUTNA KONSTRUKTIONER	<i>Pågår</i>
15	BETONGENS YTA	Manus klart
16	PREFABRICERADE BETONGKONSTRUKTIONER	Manus klart
17	KOMPLETTERINGSGJUTNINGAR OCH FÖRANKRINGAR	<i>Pågår</i>
18	HÅLTAGNING OCH ANDRA INGREPP	<i>Pågår</i>
19	TOLERANSER	Manus klart
20	SPÄNNARMERADE KONSTRUKTIONER	Manus klart
21	SPRUTBETONG	<i>Pågår</i>
22	INJEKTERING AV BERG OCH JORD	<i>Pågår</i>
23	FÖRANKRINGAR I BERG OCH JORD	Manus klart
24	UNDERVATTENSGJUTNING	Manus klart
25	IN-SITU GJUTNA STÖDKONSTRUKTIONER	<i>Pågår</i>
26	VÄGAR OCH FLYGFÄLT	Manus klart
27	BETONG I LANTBRUKETS PRODUKTIONSBYGGNADER	Manus klart