

INNEHÅLL

INLEDNING 7

Standarder inom betong 8

1. PLANERING OCH MOTTAGNING

1.1 Effektiv arbetsplats 11

1.2 Beställa betong 12

1.3 Ta emot pumpbil 13

1.4 Mottagningskontroll 14

1.4.1 Kontroll av följesedel 15

1.4.2 Separation 16

1.4.3 Arbetbarhet 20

1.4.4 Luft i betong 22

2. FÖRE GJUTNING

2.1 Egenkontroll – kvalitetssäkring 27

2.1.1 Bultgrupper 29

2.1.2 Portjärn 30

2.1.3 Lokala fall och golv med fall 31

2.2 Formar – krav och kontroll 32

2.3 Rivning av bjälklagsform 36

2.3.1 Övrigt gällande former 38

2.4 Motgjutningsytor 39

3. UTLÄGGNINGSTEKNIK VID GJUTNING

- 3.1 Ställa in gjuthöjden 42
- 3.2 Utläggning med hängande slang 42
 - 3.2.1 Platta på mark/bjälklag 42
 - 3.2.2 Gjutning av väggar/vertikala gjutningar 44
- 3.3 Utläggning med ränna 45
- 3.4 Utläggning med transportband 46
- 3.5 Utläggning med bask 46
- 3.6 Utläggning med liggande slang 46
- 3.7 Avsluta utläggningen 48
- 3.8 Vibrering av betong 48
- 3.9 Förjämning av betong 49
- 3.10 Slutjämning 49
- 3.11 Slodning av betong 52
 - 3.11.1 Slodningsteknik och fallhantering 52
 - 3.11.2 Anslutning till befintliga betongytor 52
 - 3.11.3 Hantering av fotspår och trög betong 52
 - 3.11.4 Slipning och skurning av skarven 56
- 3.12 Rengöring efter gjutning 56

4. GLÄTTNING OCH STÅLNING AV HYDRATISERANDE BETONG

- 4.1. När kan slipningen påbörjas? 59
- 4.2. Färdiga resultat – ytstrukturer 61
- 4.3. Accelerator och retarder i relation till slipning 65
- 4.4 Vädrets inverkan på glättbarheten 65
 - 4.4.1 Vindens inverkan i varmt klimat 66
 - 4.4.2 Vindens inverkan i kallt klimat 67
- 4.5 Regn och vatten under slipning 67
 - 4.5.1 Dropp från ovan 68

- 4.6 Släpp under slipning 69
- 4.7 Planera och kontrollera slipningen 72
- 4.8 Slipsystem 75
- 4.9 Glättmaskin 77
- 4.10 Åkglättare 79
- 4.11 Kantmaskin 80
- 4.12 Handskurning 82
- 4.13 Handstålning 82
- 4.14 Handglätta ett lokalt fall 83
- 4.15 Handglätta och handståla ett portfall 86
- 4.16 Ansluta till tidigare gjutetapp 88

5. HÄRDNING AV HYDRATISERANDE BETONG

- 5.1 Kyla 91
- 5.2 Värme 94
- 5.3 Fuktavgång 96
- 5.4 Vind 96
- 5.5 Stötar och vibrationer 96
- 5.6 Härdning av betong med iblandat tillsatsmaterial 96
- 5.7 Härdningsklasser enligt SS-EN 13670 97

6. BESTÄNDIGHET

- 6.1 Exponeringsklasser 99
- 6.2 Vct (vattencementtal) 100
- 6.3 Täckande betongskikt 102
- 6.4 Kompetensklasser 104

7. SPRICKOR I BETONG

7.1 Plastiska krympsprickor 107

7.2 Kontrollera och vägleda sprickor 109

7.3 Sprickbildning beroende på alkali-kiselreaktioner 111

7.4 Temperatursprickor 112

7.5 Mätning av betongens mognadsgrad 112

Slutord 115

Källor 116

INLEDNING

Denna bok är framtagen som ett hjälpmedel för dig som är relativt ny i betongbranschen, men också för dig som redan är etablerad i yrket och vill bredda din kunskap eller få nya perspektiv. Boken belyser viktiga aspekter vid beställning av betong, de risker som kan uppstå, samt relevanta standarder och deras tillämpningsområden.

Utläggning och slipning av betong kan utföras på många sätt, men detaljerade beskrivningar av dessa tekniker saknas ofta i betonghandböcker. Just därför tar denna bok upp och presenterar arbetsmetoder som jag har funnit vara särskilt framgångsrika. Jag hoppas att du ska kunna plocka många moment och applicera dem på ditt utförande. Vi går igenom steg för steg hur ett lyckat utförande kan uppnås, samtidigt lyfts exempel på mindre lyckade resultat och vad som kunde ha gjorts annorlunda.

När jag skriver slipning av betongen gäller det som samlingsnamn för all bearbetning av betong i ett härdande skede. Det kan vara glättning eller skurning (kallades tidigare brädrivning), som görs med en tallrik under maskinen, eller stålning, som utförs med vingarna innanför tallriken. Torrslipning görs tidigast någon dag efter betongen blivit hård.

Boken är också skriven för att underlätta förståelsen för dem som inte själva arbetar praktiskt med betong, men som behöver kunna följa och delta i diskussioner med utförande personal. Vi går igenom vilka förutsättningar som krävs på arbetsplatsen inför en gjutning och hur man kan samarbeta för att uppnå ett så bra slutresultat som möjligt.

Beständighet är en avgörande faktor i betongkonstruktioner – utan den förlorar materialet sitt värde. Därför tydliggörs viktiga moment och tekniker som bidrar till att uppnå rätt hållbarhet och kvalitet.

Denna bok har ett praktiskt fokus och innehåller tips och knep som kommer att vara till stor hjälp vid hanteringen av det fantastiska materialet betong.

Standarder inom betongområdet

En standard är ett styrande dokument som, om det åberopas i utförandespecifikationen, anger de krav som måste uppfyllas. Standarder är användbara på många sätt, såsom för att säkerställa ekonomiska, miljömässiga, säkerhets- och beständighetskrav, samt som ett underlag för kontrakt där en lägstanivå fastställs. Detta gör det lättare för utförare att hålla sig inom ramarna, undvika överarbetning och samtidigt säkerställa att inget viktigt missas. I en standard kan till exempel kontrollåtgärder innan gjutning specificeras, vilket gör standarden till ett praktiskt hjälpmedel, likt en checklista.

Exempelvis anger standarden Yttoleranser hur ytan ska se ut och vem som ansvarar för eventuellt spacklande. Standarder märkta med "EN" gäller för de europeiska medlemsländerna, medan "SS" anger att det är en nationell standard för Sverige. Om en standard är märkt "SS-EN", betyder det att den är en europeisk standard som även används i Sverige. Nedan följer de vanligaste standarderna inom betongområdet.

- Tillverkning av betongmassa: SS-EN 206 med underliggande nationell standard SS 137003. Kompetensklass T.
- Platsgjuten betong: SS-EN 13670 med underliggande nationell standard SS 137006. Kompetensklass U.
- Betongelement: SS-EN 13369 med underliggande nationell standard SS 137005. Kompetensklass E.

UTLÄGGNINGSTEKNIK VID GJUTNING

Det finns många olika sätt att lasta ut betongen. I detta kapitel presenteras en specifik utläggningsstruktur – en teknik som de företag jag har gjutit med har finjusterat under 15 år. Tekniken är utformad för att ge ett så jämnt och tilltalande resultat som möjligt. Naturligtvis finns det andra effektiva metoder för att uppnå goda resultat, men dessa tar vi upp en annan gång.

På dagar med gynnsamma förhållanden är det oftast enkelt att lyckas med utläggningen. Det är däremot de utmanande dagarna som verkligen sätter våra kunskaper på prov. Då krävs erfarenhet, etablerade rutiner och beprövade tekniker för att säkerställa ett bra resultat.

Oavsett vilken utläggnings teknik som används bör arbetet genomföras systematiskt. Det innebär raka rader, tydliga sektioner och överlappande kontroller under hela processen. Alla i arbetslaget ska ha en tydlig roll och veta vilka uppgifter de ska utföra samt vem de ska hjälpa om de får tid över.

Varje moment i utläggningsprocessen är lika viktigt för slutresultatet. Brister i någon del av arbetet kan leda till problem vid slipning eller påverka den färdiga produkten negativt. Det finns inget verktyg som kräver mindre uppmärksamhet än något annat – full närvaro och gedigen kunskap är avgörande för ett gott resultat och lång hållbarhet.



Bild 3:1. Tidigt på morgonen står alla gjutare och väntar på betong till den 2000 m² stora betongplattan.

3.1 Ställa in gjuthöjden

Om det finns plushöjder och utgångspunkter att förhålla sig till, ska dessa naturligtvis följas. Men vad styr höjden på betongplattan om sådana referenser saknas?

Ett användbart tips är att ställa in lasermottagaren på formens högsta punkt. Detta förenklar slipningsprocessen, eftersom vi då slipper använda kantmaskin längs formkanterna. Ojämnheter kan annars uppstå om halva kantmaskinen kör på en högre belägen formkant.

I vissa fall kan formen vara mycket ojämn, det kan skilja upp till 20 mm. Då kan det vara nödvändigt att hitta ett mellanläge för höjden, för att undvika alltför stor betongåtgång. Där formkanten sticker upp kan ytan istället handskuras för att jämna ut nivåskillnaderna. Se exempel i bild 3:2.



Bild 3:2. Formens övre kant varierar och betongåtgången ökas men fördehlen blir att ett plant golv kan gjutas och glättas utan att i efterhand behöva slipa ner formkanter.

3.2 Utläggning med hängande slang

3.2.1 Platta på mark/bjälklag

Utläggning med hängande slang från pumpbil kräver en person utöver pumpmaskinisten. Det första steget är att kommunicera med pumpföraren för att säkerställa en gemensam förståelse kring hur gjutningen ska utföras och i vilken ordning olika sektioner ska gjutas.

Vid utläggning av betong bör vi alltid arbeta i en riktning, det vill säga endast gjuta där föregående pall redan är utjämnad (se bild 3:3). Detta beror på att utläggaren annars saknar en tydlig referensyta. Om vi dessutom råkar lägga betongen för högt, blir det dubbelt så mycket arbete att förjämna den överflödiga betongen. Betongen bör placeras så nära sin slutliga position som möjligt



Bild 3:3. Utläggning med hängande slang.



Bild 3:4. Underkant av valv där gjutskarven inte har arbetats ihop tillräckligt.

för att minimera risken för separation. Detta är särskilt viktigt när betongplattan ska torrslipas och få synliga stenar. En felaktig utläggning kan leda till ojämn fördelning av sten i ytan, där vissa partier blir delvis utan sten medan andra får en överdriven mängd. Målet är att uppnå en jämn och enhetlig yta.

Plattans storlek avgör bredden på pallarna. Om plattan är mycket stor och det krävs mer än två betongbilar innan nästa rad påbörjas, kan det vara fördelaktigt att smälta av pallarna vid större gjutningar. Detta hjälper till att behålla en fuktig skarv och motverkar så kallade gjutskarvar. En torrare skarv kräver betydligt kraftigare vibrering för att sammanfoga pallarna ordentligt.

För en vanlig platta där betongen är färsk och inte har transporterats långt kan pallarna vara relativt breda, runt 2,5–3 meter i jämnbar höjd. Däremot, om det är blåsigt och varmt, kan det vara bättre att minska pallbredden till 1,5–2 meter för att undvika att betongen torkar för snabbt.

När man har blivit skicklig på att lägga ut betong med hängande slang kan man samtidigt vibrera betongen. Det är dock viktigt att all betong vibreras tillräckligt (ej SKB) och att alla ingjutningsdetaljer får korrekt vidhäftning mot betongen.

Om gjutningen utförs med ett mindre arbetslag kommer arbetstakten att minska, eftersom färre personer måste utföra fler moment. När utläggaren samtidigt vibrerar betongen behöver pumpningen i regel ske långsammare för att hinna med.

Om vi som utläggare är osäkra på om vi lägger betongen i rätt höjd, ska vi alltid fråga laserbäraren om en referenshöjd för att kunna korrigera eller bekräfta höjden. Om vi märker att kollegorna som jämnar inte hinner med, ska vi pausa pumpningen eller alternativt bottna i balkar och voter tills de har arbetat undan.

Vid gjutning av ytor med fördjupningar eller höjdskillnader bör vi alltid börja från den djupaste delen. Detta minimerar behovet av att flytta betongmassan i efterhand och minskar risken för separation.

Vid gjutning av flera våningar där armeringsjärn sticker upp för kommande väggar är det fördelaktigt att gjuta förbi armeringsjärnen en bit. Detta säkerställer att vi får rätt höjd hela vägen fram till armeringsjärnen (bild 3:5). Om detta inte görs kan betongen sjunka undan på den gjutna sidan, vilket försvårar slodningsarbetet.



Bild 3:5. Betong har lagts förbi uppstickern och kunnat slodas med ett jämt resultat.



Bild 3:6. Gjutning med fri fallhöjd bör undvikas.

3.2.2 Gjutning av väggar/vertikala gjutningar

Vid gjutning av väggar är det viktigt att ha koll på stighastigheten (meter per timme). Hastigheten ska justeras så att vi gjuter så jämna pallar som möjligt och samtidigt hinner vibrera betongen ordentligt. Eftersom betong är ett tungt material och formarna har en begränsad hållfasthet, bör vi alltid samråda med arbetsledaren om lämplig stighastighet för att säkerställa att formen håller.

Störthöjden avser avståndet mellan ändslangen och den punkt där betongen landar i formen. För betong som ska ha hög motståndskraft mot vattengenomträngning bör störthöjden inte överstiga 0,5–1 meter. Vid gjutning av väggar händer det ibland att betongen släpps från väggens överkant, vilket resulterar i fri fallhöjd (bild 3:6). Detta bör undvikas. Istället bör en gjutstrumpa användas, vilket gör det lättare att föra ner betongen i väggen och begränsa störthöjden till en säker nivå.

Om stenseparation uppstår längs botten av väggen och någon decimeter upp (se bild 1:5), kan det vara ett tecken på att gjutningen skett med för hög

störthöjd. Då har stenarna slagits mot armeringen, separerats från betongpastan och lagt sig som ett skikt i botten.

För att minska risken för separation bör ändslangen förflyttas successivt under gjutningen. Även om betongen kan sprida sig långa sträckor på egen hand, ökar detta risken för separation. Generellt rekommenderas ett maxavstånd på 2 meter mellan nedsticken. Om betongen rinner iväg för mycket är det bättre att gå ett extra varv än att riskera separation.

Vid brukseparation sjunker sten och cement, medan vattenhaltigt slam och finmaterial stiger till ytan. Detta kan inträffa om betongen transporteras för långt inom formen (se bild 1:6).

3.3 Utläggning med ränna

Lossning med ränna är en vanlig metod vid betonggjutning. De flesta betongbilar har en ränna fastmonterad på sidan av fordonet, som vid behov kan fällas ut. Rännan styrs via en kontroll som hanteras av föraren. Det är dock viktigt att notera att betongen inte fördelas lika jämnt som vid utläggning med hängande slang.

Ränna används ofta av ekonomiska skäl, eftersom pumpbil är betydligt dyrare. Dock har inte alla betongbilar en ränna, så om denna lossningsmetod önskas måste det meddelas vid beställning av betongen. Det tillkommer även en avgift för lossning med ränna, men den är som sagt betydligt lägre än kostnaden för en pumpbil.

Betongbilen roterar ut betongen i rännan, och sedan transporteras betongen vidare med hjälp av gravitationen. Det innebär att vi endast kan fylla formar som är placerade under trummans utkast. Ju längre rännan behöver vara för att nå formen, desto lägre måste formen vara placerad.

Vid beställning av betong är det även bra att ange önskad rännlängd, som vanligtvis är 6 eller 9 meter.



Bild 3:7. En styrbar ränna som är monterad bakom betongbilen där betongen transporteras framåt av gravitationen.

3.4 Utläggning med transportband

Utläggning med transportband sköts av betongchauffören själv. Vissa betongbilar är utrustade med transportband istället för ränna. Bandet är monterat på sidan av betongbilen och kan vecklas ut vid behov. Standardlängden är ofta cirka 11 meter, men detta kan variera.

En av de stora fördelarna med transportband jämfört med ränna är att det ofta är längre och kan användas för att fylla former som är högre än betongbilen. Dessutom gör transportbandets konstruktion att betongen ligger still på ett roterande band, vilket gör det enklare att transportera betong med lägre konsistensklasser ut till formen.

Betongbilar med transportband konkurrerar ibland med fixare, vilket är en typ av mastpump med kortare räckvidd. Fixaren kan, beroende på storlek, ta med 2,5–4 m³ betong. Vid större volymer används dock inte lastutrymmet fullt ut av rengöringsskäl.

3.5 Utläggning med bask

Utläggning med bask är i grund och botten ett enmansjobb, men om påfyllning och utlastning inte är nära varandra eller om de är på olika våningar, behöver betongchauffören hjälp med att fylla på basken igen.

Basken är ett mycket användbart verktyg vid byggnationer med kran. Betongen hålls i en lyftbar behållare (bask) med en öppningsbar lucka i botten. Därefter lyfts betongen med en kran till önskad plats. Om betongpumpen inte når, är kran och bask ofta den bästa lösningen.

Det är viktigt att smörja in basken innan användning och att rengöra den efter användning. En nackdel med basken är att det tar betydligt längre tid att tömma en betongbil jämfört med en betongpump. Om kranen har mycket vajer ute och det blåser kan basken börja röra sig mycket i sidled, vilket innebär en klämrisk.

Baskar finns i många olika storlekar, och det går oftast att montera en gjutstrumpa under för att reducera störlhöjden (bild 3:8). Vid transport av bask över arbetsplatsen är det viktigt att dropp från gjutstrumpan minimeras. Vid höga baskgjutningar finns även risken att bilar och fönster får oönskade betongprickar.

3.6 Utläggning med liggande slang

Utläggning av betong med liggande slang utförs av minst två personer, beroende på slangens storlek och hur mycket slang som används. Liggande slang är en effektiv metod för utlastning och ger bra precision (bild 3:9). Om betongen är trög kan det dock bli svårare att lägga den jämnt, så det är viktigt att vara noggrann med konsistensen för att uppnå ett lyckat resultat.

Det finns också vissa säkerhetsaspekter att tänka på. Slangen får inte vikas

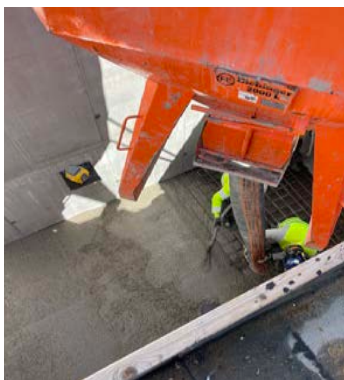


Bild 3.8. Gjutstrumpa under bask.



Bild 3:9. Utläggning med liggande slang.

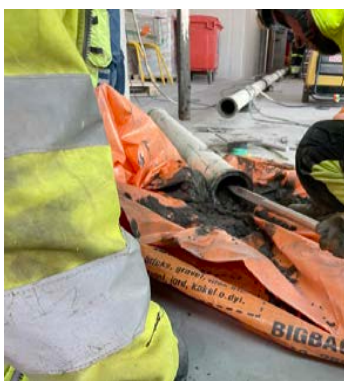


Bild 3:10. Fastbränd rörgata.



Bild 3:11. Utläggning med linedragon.

vid förflyttning, då många pumpar har tillräcklig kraft för att orsaka en slang-explosion. Pumpstopp kan inträffa av olika orsaker, till exempel vid separation i betongen, stillastående betong i rörgatan, för mycket överkorn i betongen eller torkade betongrester. Vid stopp måste man åtgärda det genom att ta isär rörgatan där stoppet misstänks vara och rensa. Vid långa rörgator och varmt klimat är det viktigt att agera snabbt, eftersom hela rörgatan riskerar att bränna fast (bild 3:10).

Luftskott är en annan risk som kan uppstå. Om pumpbilens balja (där betongen lossas) blir tom på betong, kommer pumpbilen att trycka in luft i rörgatan istället. Luften pressas ihop och expanderar när luftbubblan når ändslangen. Den person som håller i ändslangen vid ett luftskott eller när slangen viks kan riskera att bli piskad av ändslangen, vilket är mycket farligt.

Att arbeta med liggande slang är även ergonomiskt krävande, även om man har bra teknik. Det är därför bra att turas om med uppgiften. För att underlätta arbetet finns det en maskin som kallas linedragon (bild 3:11). Detta är en fjärrstyrd fyrhjulning med fyra roterande däck och ett stålrör som fungerar som ändslang. Linedragon används särskilt i inomhusmiljöer där hängande slang inte får plats eller når, och där ränna inte är ett alternativ.