

Kvalitetsproblem vid produktion av betonggolv. SBUF-projekt 11508

En kartläggning

Uppdragsrapport

Datum
2004-11-08

Författare
Karin Pettersson
Betongtekniskt Centrum
Skanska Asfalt och Betong Teknik

Tel:08-504 36 722
070-35 35 890



Förord

Denna FoU-rapport är utförd av Karin Pettersson på Skanska Asfalt & BetongTeknik, Betongtekniskt Centrum, BTC. Projektet är en lägesrapport om kvalitetsproblem vid produktion av betonggolv. Projektet har finansierats av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF).

Jag vill rikta ett stort tack till Thomas Cederhammar Cementa som bidragit med information om erfarenheter av kvalitetsbrister i betonggolv. Jag vill också rikta ett tack till de som ställt upp på de intervjuer som ligger till grund för denna rapport.

Stockholm, november 2004

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Kvalitetsproblem vid produktion av betonggolv. SBUF-projekt 11508	1
Kvalitetsproblem vid produktion av betonggolv.....	4
1. Bakgrund.....	4
2. Undersökning	4
3. Allmänt om skador och orsaker.....	5
4. Identifiering av betongproblem	8
5. Intervjuer med golventreprenörer.....	8
6. Intervjuer med hårbetongleverantörer.....	9
7. Arbetsplatsbesök	10
8. Exempel på skador.....	11
9. Övrigt inom Europa	13
10. Sammanfattning.....	13
11. Förslag till fortsättning.....	14
12. Referenser	15

Kvalitetsproblem vid produktion av betonggolv

1. Bakgrund

Betonggolvet är ofta en hårt utsatt konstruktionsdel, där många krav ställs av varierande slag. Den kravnivå som anges i handlingarna har stor inverkan på produktionskostnaderna. Det är därför av yttersta vikt att kraven analyseras på ett tidigt stadium och vägs mot kostnader och behov.

Golvet är en viktig del i byggandet och det saknas inte kunskap om hur det skall utformas och utföras för att erhålla avsedda egenskaper. Det är därför förvånande att det förekommer så många misslyckade golv. Skanska är en stor utvecklare och byggare och kommer därför naturligt i kontakt med problematiken.

En undersökning om orsaken till problem med betonggolv har utförts av Betongtekniskt Centrum, BTC inom Skanska Asfalt och Betong Teknik. Denna undersökning har finansierats av SBUF. En stor del av de intervjuer som publicerats i denna rapport har utförts av personal från Cementa AB.

2. Undersökning

Underlaget till rapporten har tagits fram genom litteratursökning och intervjuer av de som arbetat med olika typer av betonggolv.

3. Allmänt om skador och orsaker

En granskning av Cement och Betong Institutet, CBI, har visat att sedan mer än 30 år tillbaka har skador förekommit på betonggolv i form av krympsprickor, plastiska krympsprickor, otillräcklig slitstyrka, cementballastreaktioner och kantresningar. I de flesta fallen har sprickor orsakats av betongens uttorkningskrympning i några fall har orsaken varit temperaturvariationer och för höga belastningar. I betonggolv används vanligen låga betongkvaliteter som K25 och K30 i vilka uttorkningskrympningen dominerar.

Enligt uppgifter från CBI:s informationsdag 2003 varierade andelen skadefall med avseende på plastiska krympsprickor och långtidskrympning i betonggolv under de senaste 40 åren. I tabell 1, ses fördelningen mellan de olika spricktyperna

Tabell 1. Andel i % av skadefall med sprickor.

År	Plastisk krympning	Långtidskrympning
1953-1973	40	60
1979-1980	50	50
1988-1990	10	90
1995-2001	0	100

Enligt tabell 1 ser det ut som om problemen med plastisk krympning minskat med åren medan den hårdnade betongens krympning ökat, Johansson 2003.

Bidragande orsakerna till krympsprickor i den hårdnade betongen är bland annat att armeringsmängden är för liten. Vanligt förekommande misstag är att:

- Entreprenören ibland slarvar med placeringen av armeringen varvid den kan hamna för långt ner i plattan.

- Konstruktören missbedömer betonghållfastheten, t.ex tar ej hänsyn till hållfasthetskompenserande effekter av vakuumbehandling samt en viss överhållfasthet vid användning av självkompakterande betong. I vissa fall förordas en snabbtorkande betong vilket innebär lågt vct och därmed hållfasthetskompenserande effekt.
- Plattjockleken kan bli större än angivet på ritningen.

De plastiska krympsprickorna härrör ofta från otillräcklig härdning av entreprenören, men här är det också viktigt att komma ihåg att olika tillsatsmedel i betongen påverkar tillstyvnadstiden vilket påverkar tiden till efterbehandling. Dagens moderna tillsatsmedel innebär också att den totala vattenhalten i en betong kan och har i många fall reducerats så att dagens betonger är mycket mer känslig för uttorkning.

En betongyta som skall glättas kan bli styvare med hjälp av cementsort, cementmängd och betongens utgångstemperatur. Vid önskemål om längre öppethållandetid i betongen används ofta retarderande tillsatsmedel. Retarderande tillsatsmedel medför att tiden innan glättning förlängs. Betongytan kommer därmed att exponeras för väder och vind under en längre tid. Här är det mycket viktigt att en omsorgsfull efterbehandling genomförs.

Ofta önskas en mycket lös konsistens med olämplig stengradering, låg stenhalt och litet d_{max} i betongen till golv vilket också ökar risken för plastiska krympsprickor. Om betongen skall pumpas är ofta slangens diameter avgörande för vilket d_{max} som väljs för betongen. Ofta önskas ett d_{max} på 16 mm vilket bedöms som olämpligt när så få sprickor som möjligt önskas. En erfaren pumpförare kan hantera mycket tröga betongen och betonger med stort d_{max} . t.ex kan nämnas betongen till Högakustenbron där sättmålet var 50-60 mm och d_{max} 35 mm. tröga konsistenser hantering. Ibland diskuteras användning av expansivcement och krympreducerande medel för att kompensera krympningen i betongen.

Otillräcklig slitstyrka i ett betonggolv härrör ofta ifrån för lågt föreskriven betongkvalitet. I vissa fall har föreskrifter helt saknats.

Cementballastreaktioner klassas som ett beständighetsproblem. Detta är något som betongtillverkaren måste kontrollera vid användning av t.ex nya ballastsorter i betongtillverkning.

Det är ofta kombinationen av krympning hos betongen och tvång som ger upphov till dragspänningar och sprickor då dragspänningarna överstiger draghållfastheten.

I de flesta fallen är det därför gynnsamt att minsta tvånget. Lokala tvång förekommer när ett betonggolv låses fast i pelare, väggar, kantbalkar etc. Jämt fördelade tvång är t.ex friktion mellan betonggolv och underlag. Dessa tvång kan ibland vara gynnsamma och ibland ogynnsamma. Friktionen bör vara så låg som möjligt för att tillåta rörelser i plattan och därmed minska sprickrisken. Armering i plattan innebär en samverkan mellan friktion och tvång. Detta innebär att avståndet mellan sprickorna minskas och därmed reduceras sprickbredderna, så i detta fall är ett högt tvång att föredra.

Väljer man att armera betonggolvet finns tre alternativ:

- Slakarmering
- Fiberarmering
- Spännarmering

Fiberarmering har flera fördelar framför slakarmering, t.ex tidsmässigt och ergonomiskt samt spricksäkerhetsmässigt. Nackdelen kan vara höga initiella kostnader av fiberbetong som produkt.

Följande punkter är nödvändiga för att styra sprickbildningen i betonggolv:

- Betong med låg krympning
- Lokala tvång
- Sprickstyrning
- Samverkan mellan projektering, beställning, leverantör, utförande och kontroll.
- Betongkvalitet i förhållande till betongtjocklek

I den sista punkten är det viktigt att komma ihåg att betongkvalitet innebär både K-värde och vct.

4. Identifiering av betongproblem

Vår professionalism som utvecklare och byggare ifrågasätts då t.ex sprickor och andra skadetyper uppkommer på betonggolv. Den fråga vi ställt oss de senaste åren är; varför har vi dessa problem? De stora entreprenörerna anlitar ofta underentreprenörer för att gjuta större betonggolv som t.ex industrigolv med nya produktionstekniker. Dessa nya tekniker kräver en betong som ofta är mer krympningsbenägen.

Enligt Skanska Teknisk nyhetsbrev nr 1 2003 anses misslyckanden med betonggolv bero på utförandet av entreprenören. Kunskap och kännedom om materialet betong och behandling av denna produkt skulle höja kvaliteten på betonggolv som utförs idag.

Enligt vissa betongleverantörer finns kunskap om hur en betongkvalitet skall tillverkas för att minska risken för sprickbildning i betonggolv. Detta är en betongkvalitet som inte efterfrågas från arbetsplatsen i och med att den kräver mer arbetsinsatser, trögare konsistens, dvs betongen innehåller mer andel ballast och ballast med större diameter.

5. Intervjuer med golventreprenörer

Intervjuer har genomförts med 8 av de större golventreprenörerna i Sverige.

De flesta av dessa har anknytning till västkusten men många gör jobb över hela Sverige.

Dessa entreprenörer arbetar med ca 70-80 % av produktionen på alla industrigolv i Sverige.

- Av dessa är det två som har stora reklamationer, övriga har inga eller små reklamationer, som man oftast åtgärdade direkt.
- Liknande krav ställs på betongen som anges i hårdbetongleverantörernas rekommendationer. Undantaget är typen av flyttillsatsmedel, som rekommenderas till användning. Man har ofta olika synsätt på konsistens vid gjutning och ursprungskonsistens innan flyttillsatsmedel är tillsatt.
- Många upplevde sig ha problem vid övergången till Byggcement innan betongleverantörerna anpassade sina recept.
- Alla tycker att det vore enklare om man inte använde hårdbetong men dessa leverantörer säljer in sina tekniklösningar direkt till beställarna.

- Man använder olika teknik vid utläggningen av hårdbetongen, antingen med screed direkt på färsk betongen eller med strövagn i olika skikt när betongen går att gå på.
- Samtliga intervjuade säger sig ha problem med konsistensvariationer på betongen.
- De flesta tycker att det är ett problem att få beställarna förstå att det krävs ett bra jämnt klimat när man skall gjuta ett betonggolv.
- Konstruktörerna kan för lite om betonggolv enligt flera intervjuade.
- Vissa entreprenörer tycker att de egna betongarbetarna har bristfälliga kunskaper om betong och betonggolv.
- Många upplevde att betongen fungerade bättre fram till dess att det gamla Standardcementet fasades ut. Det tillstås också att andra faktorer också har förändrats såsom t ex större golvytor och effektivare maskiner och andra typer av flyttillsatsmedel vilka kan ha haft en stor betydelse på kvaliteten hos golvläggningen.
- Många tycker att kommunikationen med betongfabrikerna är problematisk, och därför anser de att det blir lättare när betongen tillverkas på arbetsplatsen.

6. Intervjuer med hårdbetongleverantörer

Två företag som säljer hårdbetong i Sverige har givit sin syn på betonggolvproduktionen. Tillsammans säljs material till ca 700 000 m² hårdbetonggolv/år. Följande synpunkter har uttryckts av hårdbetongleverantörer:

- En av tillverkarna upplevde stora problem vid införandet av Byggcementet, men efterhand som betongleverantörerna ändrade sina recept (minska findelen) så minskade problemen.
- En av leverantörerna säger sig inte ha några stora problem med reklamationer, högst 500 m²/år. Den andre leverantören har heller inga stora reklamationer och aldrig problem då man själv instruerat entreprenörerna.
- De litar inte helt på att fabriksbetongleverantörerna följer deras rekommendationer.
- De tycker att glättningsstiderna har förlängts med 3-4 timmar jämfört med tidigare.
- Problemen har nog ökat efter det att man började ”tävla” om hur stora golvytor entreprenörerna kunde lägga/dag. Båda företagen har produkter som man kan strö i ett- eller två skikt.
- Båda skulle vilja ha någon slags dokumentationsmall för hur golventreprenörerna utfört sitt arbete.

Ingen av hårdbetongleverantörerna bedöms ha någon spetskunskap om vad som sker mellan golvbetongen och hårdbetongen. De har provat sig fram och genom erfarenheter från misslyckade och lyckade arbeten har en erfarenhetsbank byggts upp som i sin tur resulterat i framtagande av rekommendationer.

7. Arbetsplatsbesök

Ett antal arbetsplatser har besökts och vid dessa tillfällen har även kontakt med betongleverantörer etablerats. Det är svårt att följa stora golv gjutningar eftersom arbetet pågår 12-18 tim/dygn. Vi har följt arbetet delvis och kompletterat med intervjuer av personal på platsen då vi själva inte kunnat närvara. I följande punkter namnges entreprenörerna med index A och B.

- **Objekt 1.** Lager i Mellansverige ca 30000 m² betonggolv som utfördes av entreprenör A. De utförde mellan 1500-3000 m²/dygn. Betongutläggare, laserscreed och strömmaskin (egen hårdbetong) användes. Betongen levererades från betongfabrik och egna fibrer och eget flyttillsatsmedel tillsattes på arbetsplatsen. A var nöjda med betongkvaliteten från fabriken.
- **Objekt 2.** Lagerutbyggnad i Västsverige; ca 13000 m² utfördes av entreprenör A. Det var två etapper om ca 6000 m² där man utförde 1500-2500 m²/dygn. Lasergjutning utfördes på traditionellt sätt, hårdbetongen blandades för hand och skyfflades ut över ytan efter det att man skrapat av blödningsvattnet när ytan var färdig att gå på. Betongen levererades från en betongfabrik och egna fibrer och eget flyttillsatsmedel tillsattes på arbetsplatsen. Entreprenör A var nöjd med betongkvaliteten och beställaren är mycket nöjd med golvet men hade vissa synpunkter på att fogarnas bredd var ca 10mm mot lovade 5-6mm. Fogarna rör sig något vid överfart med truckar.

Entreprenör A är ett bolag som verkar över hela världen men framförallt i Europa och det satsas på att ta en stor marknad även i Sverige. Man har olika gjutarlag, som åker runt och tar helst stora jobb med en etablering. Entreprenör A egna produkter som stålfiber och flytmedel

som tillsätts på arbetsplatsen. De har även egen hårdbetong och membranhärdare. Vi bedömer att de gör väldigt fina jobb och är stolta hantverkare.

- **Objekt 3.** Lager och fabrik i Västsverige; 8000 m² betonggolv som utfördes av golventreprenör B hade tillsammans med betongleverantören ett startmöte där det beslutades att justeringar skulle göras på betongreceptet enligt B's önskemål. Vidare skulle det gjutas ett prov med golvbetongen för att bedöma om den var tillräckligt bra med avseende på de ställda kraven. Gjutningarna genomfördes med laserscreed och strömaskin. Det göts ca 1000 m²/dygn. Entreprenör B var nöjda med betongkvaliteten och leveranserna från betongleverantören. Hårdbetong ströddes ut på den färska betongen. Enligt entreprenör B har det skett förändringar i vissa hårdbetonger medan leverantören förnekar detta. Det tog väldigt lång tid att glätta färdigt hårdbetongen men ytorna såg bra ut. Vi utförde en okulär besiktning på golven 1-2 månader efter gjutning och inga sprickor eller släpp på hårdbetongen kunde observeras.

Entreprenör B tycker att det har blivit svårare att lyckas med golvjutningarna nu än för 5-10 år sedan, marginalerna är mindre. Gjutarbasen för golvläggarna anser att hårdbetongsläppen har ökat men vet inte vad det beror på. I det aktuella fallet har man också beslutat att inte använda flyttillsatsmedel i betongen för att se om detta ger någon effekt. Resultat från denna åtgärd har ännu inte noterats. Gjutarbasen vill absolut inte arbeta med hårdbetong i kommande betonggolsprojekt utan refererar till golvytor, som har blivit väldigt bra utan hårdbetong. Han säger också att han nu får eksem av hårdbetongen men inte av den vanliga betongen.

8. Exempel på skador

Nedan följer ett antal exempel på golvbetongsobjekt där olika typer av skador uppstått under utförandet.

- *Varuhus i Västsverige: Ett fabriksbetongföretag levererade betongen till golventreprenören. Man hade problem med betongen i början främst med ojämn konsistens och leveranstakten. Fick vissa släpp i ytan på första etapperna men på*

slutet när betongen fungerade blev golvytan bra. Har skickat in flagor av hårdbetongen som släppt för analys hos Cementa Research AB.

- *Varuhus i Mellansverige; Golventreprenören fick betongen från ett fabriksbetongföretag. Det var vissa problem med betongens blödning, men det problemet försvann när man höjde betongtemperaturen från ca 10-12°C till 15-16°C.*
- *Varuhus i Mellansverige; Golventreprenören fick betongen från ett fabriksbetongföretag. Betongtemperaturen vid utläggningen var ca 15°C. På överytan ströddes hårdbetong med strövagn ca 5kg/m² (enligt uppgift). Tidpunkten för detta var när man kunde gå på golvet och det är princip tidpunkten för grovglättning. Till skillnad mot när man strör direkt på den färska betongen blir det brist på vatten och man var t.o.m tvungen att "skvätta" vatten på ytan för att kunna grovglätta och finglätta. Det som kan invändas mot metoden är att den vanliga betongen ju redan har börjat härda när den nya betongen tillsats. Tekniken borde studeras mera vad detta kan ha för betydelse då tekniken är något mellanting jämfört med att strö direkt på färsk betong och lägga ett ytskikt när den undre betongen är färdighärdad.*
- *En konsult berättade om hur beställarna ofta har dålig kunskap om vad man köper och vad som är viktigt med en golvkonstruktion. Många vet inte vilken belastning golvet skall tåla men de vet hur mycket det får kosta. Konstruktörerna försöker leva upp till åtagandena men då blir det ofta en konstruktion som inte är tillräckligt bra. Han berättade att han ofta ser felaktigheter under både armeringsskedet (både placering, mängd och fel med fogar osv.) och med betongsammansättningen som ibland ger vattenseparationer med krackeleringar som följd. Även vid utförandet under gjutningen och vid efterhärdningen finns det problem. Han har dimensionerat 120-130 golv varav ca 40 golv har utförts. De flesta har något problem även om de oftast är små. Ett av golven har stora problem som beror av att man utnyttjar 15 ggr högre last än vad golvet är konstruerat för.*
- *En betongleverantör berättade att man inte hade några speciella problem angående betonggolv i Stockholmsregionen.*

- *En hårdbetongleverantör höll med om att det finns många delar som inte utförs på ett bra sätt. När det gäller hårdbetongsläpp så anser han att utspädningen av reaktiva cementkorn med filler eller med den finare delen i gruset är huvudproblemet vid släpp, men vidhåller samtidigt att utförandet är otroligt viktigt.*
- *Den norska betongföreningen har sammanställt en rapport med riktlinjer om hur man får lyckade betonggolv.*

9. Övrigt inom Europa

Problem med golv finns även i Tyskland och Norge. I Norge gick branschen ihop och skapade en golvrappport där alla som är inblandade i en golvkonstruktion samarbetade och tog fram riktlinjer för hur ett bra betonggolv skall utföras. I Tyskland så har liknande erfarenheter aktualiserats och även där pekas på vikten av samarbete i alla led.

10. Sammanfattning

Den uppfattning som vi generellt har om hur en betongkvalitet skall vara för att tillverka sprickfria betonggolv, är inte speciellt anpassad för dagens moderna gjutmetoder.

För att producera bra betonggolv krävs att en hel kedja av handhavande fungerar bra. För det första krävs det att beställaren vet vilken typ av golv som skall tillverkas och därtill också vilka funktionskrav som ställs. Utifrån detta dimensionerar konstruktören golvet och ger anvisningar till entreprenören för hur golvet skall produceras.

Entreprenören hyr ofta in en underentreprenör som skall utföra armeringen och gjutningen av golvet. Betongen upphandlas sedan av entreprenören eller underentreprenören, som då specificerar kraven på betongen. För golvbetong är kravet på jämnhet i receptet mycket större än för ”vanlig” betong samt att man inte vill att för mycket finmaterial skall ingå. Detta gör att betongleverantörens betongrecept är en viktig faktor för ett lyckat golv. All golvläggning med färsk betongmassa och glättning i samma moment är hantverksmässig och fordrar stor kunskap och erfarenhet hos entreprenören och yrkesarbetarna. Golvet skall sedan efterhäradas

på ett bra sätt för att få rätt kvalitet. Utöver detta krävs att rätt armering och armeringsmängd finns i konstruktionen.

Även om alla tycker att de gör ett gott arbete kan det ibland misslyckas. Det kan vara svårt att finna den egentliga orsaken. Ofta är det ett stort antal svårstyrda faktorer att hålla kontroll på. Det kan vara t ex betongreceptets egenskaper, tekniken vid läggningen, klimatet vid läggningen, eventuell separation, hårdbetongreceptet. Ibland blandas också fiber och flyttillsatsmedel i betongmassan direkt i roterbilen på byggarbetsplatsen.

När hårdbetong används på ytan tillkommer ett antal nya faktorer än med enbart ursprungsbetongen. Man har fått ytterligare en betong att hantera (i varje fall på ytan). Alla dessa delar måste fungera på bästa sätt för att slutresultatet skall bli bra. De stora problemen med hårdbetonggolv är undermålig vidhäftning mellan betong och hårdbetong s.k hårdbetongsläpp.

Kunskap och kommunikation är nyckelord.

11. Förslag till fortsättning

- Utveckla betongkvaliteter som är anpassade till dagens moderna gjutmetoder.
- Framtagandet av användarvänlig handbok för hur man gör bra betonggolv.
- Framtagande av produktblad för olika betonggolvstyper.
- Skapa en enklare betongkurs för golventreprenörerna. Detta av två anledningar, det ena att lära ut baskunskap om betong och det andra att få en bättre kunskap tillbaka om hur de arbetar.
- Utveckla tekniska hjälpmedel (mätmetoder) för att kunna följa härdningsförloppet i tidigt skede (0-24h). Vilket kan ge ett verktyg till golventreprenörerna och betongleverantörer för att kunna se glättningsstider för olika betongkvalitéer, vilket då minskar riskerna för problem som t.ex hårdbetongsläpp.
- Samarbeta med någon av golventreprenörerna för att få in ytterligare information och kunskap.

12. Referenser

Cederhammar, T. Retelius, A. Intern Cementrapport. ”Intervjuer om upplevda problem med betonggolv”. 2004.

Johansson, L. Lärdomar från 30 års golvutredningar. CBI:s Informationsdag 2003.

Tuutti, K. Teknik. In Your Hands. No. 1 April 2003.

Carlsson, C-A. Johansson A. CBI Informerar 1:88. Betonggolv

Reje, C-G Dynapac Maskin AB, Törnkvist, E Bygginfo. Golv av betong. B –1354 - 2

Jönsson, U. Muntlig information. Erfarenheter från gjutningar vid Högakustenbron.

Betonghandboken. Arbetsutförande. 1992