

# Välj rätt betong och förebygg risken för delamineringsskador vid produktion av betonggolvet

En kostsam övergång för entreprenörerna har passerats! Nya och gamla erfarenheter har undersökts i SBUF projektet 12805 "Produktion av hårdbetonggolvet". Vid övergången till moderna betongsammansättningar och användningen av nya läggningsutrustningar samt nya läggningssteknik har det skett en ökning av delamineringsskador i betonggolvet. Genom att välja lämplig betongsammansättning, vilken anpassats för dagens nya läggningsutrustningar och teknik, kan risken för delamineringsskador i betongytan undvikas.

## Bakgrund

Delamineringsskador är ofta kostsamma att åtgärda och reparationsåtgärderna kan upplevas som mindre estetiskt tilltalande av slutkunden. För 10-15 år sedan förekom sällan problem med delaminering i betonggolvet. Vid uppföljning av svenska golv-entreprenörers erfarenheter visar tydligt att delamineringsskador i betonggolvet har haft en ökande trend de senaste fem till tio åren. Det har dock varit oklart vad som orsakat ökningen av delamineringsskadorna i betonggolvet.

Produktion av hårdbetonggolvet utförs oftast av erfarna hantverkare med lång erfarenhet av betongarbeten i allmänhet och golv-gjutningar i synnerhet. Trots lång erfarenhet av golv-gjutningar har en frustrerad bild vuxit sig starkare de senaste decennierna när man ofta upplevt att det blivit svårare och svårare att lyckas med en golv-gjutning – trots mer erfarenheter.

Bild 1. 1-2 mm tunt delaminerat skikt på hårdbetonggolvet med strömaterial.

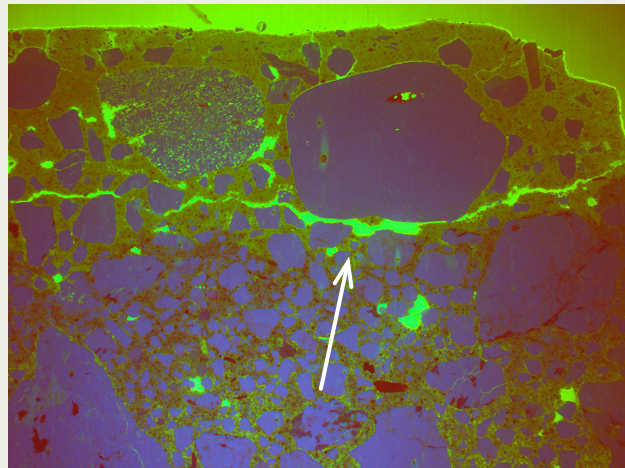


Delamineringsskadorna brukar vanligen upptäckas strax efter att golvet glättats klart, men uppträder ibland långt senare. Skadorna förekommer inte enbart i hårdbetonggolvet (flerskiktsgjutning) med ströbetong utan kan även förekomma på vanliga betonggolvet (monolitisk gjutning). Vanligen sker delamineringen någon millimeter till någon centimeter under ytan, vilket visas i Bild 1 och 2. Skadorna känns ofta igen som förgrenade sprickor, som ett Y med 120° mellan sprickorna över ett område stort som en handflata. Alternativt kan kvadratmeterstora sjok lossna från betongytan. Dessa delamineringsskador är sällan koncentrerade till en begränsad del av golvytan utan vanligtvis utspridda över hela golvet.

## Syfte

Detta projekt har haft två huvudsyften där det ena varit att undersöka ifall en ökning av problem med delaminering verkligen har

BILD 2. Tunnslipsprov, cirka 25 µm tjockt, tillverkat från ett betonggolvet med ströbetong. Delaminering har skett på cirka 2 mm djup. Se pil.



skett under den senaste 10-årsperioden i Sverige. Den andra var att försöka förstå vad en sådan ökning i så fall kan bero på och inhämta och överföra kunskap för att ge den svenska byggbranschen anvisningar och råd hur problem med delaminering uppstår och kan undvikas.

## Genomförande

Genom stöd från SBUF, Skanska Sverige AB, CBI Betonginstitutet AB och Modern Betong AB har arbetet utförts av CBI.

Projektets genomförande har baserats på intervjuer med golventreprenörer, studier av nationell och internationell litteratur och erfarenheter från skadeutredningar i fält och medverkande branschaktörer, vilket har sammanställts i projektets slutrapport.

## Resultat

Genomgången litteratur, artiklar och äldre utredningar från CBI, och intervjuer med utförande golventreprenörer bekräftar bilden av en ökande trend med delamineringsskador faktiskt har skett de sista 10-15 åren.

Huvudorsaken till denna ökning bedöms vara att betongrecepten (cement, ballast och tillsatsmedel) har förändrats jämfört med gamla recept för golv gjutningar. Förändringarna har medfört att

det ofta blivit mycket svårt att åstadkomma en bra ytbehandling av golvetbetongen. Detta till följd av att luft, som ibland dras in i betongen vid blandningen av betongmassan genom användningen av vissa moderna flytmedel, dels på att för mycket finmaterial i betongen kan orsaka en försenad blödning.

Litteraturstudien styrker även att receptförändringar där mycket finmaterial i betongen gör det svårare att bearbeta betongen korrekt och att vissa typer av flytmedel har en risk att dra in luft i betongen. För stor volym oönskad luftinblandning ("fulluft") i betongen kan göra det omöjligt att framgångsrikt bearbeta betongytan med exempelvis glättning. Dessutom visar denna studie att kombinationen med mycket finmaterial och vissa typer av dessa flytmedel medför ännu större risk för okontrollerad luftinblandning i betongen (Bram Doooms, Valérie Pollet et al. 2014).

Ytterligare en orsak kan vara att entreprenören använt sig av ny utrustning vid utförandet, till exempel åkglättningssmaskin (Lars Kraft 2015), som kan lägga en större yta än vad entreprenören hinner hantera på ett korrekt sätt.

## Rekommendationer

För att minimera risken för att delamineringsskador uppstår vid glättning av betonggolv rekommenderas följande (ACI Committee 302 2004).

### Före gjutning:

Råd/Rekommendation	Kontroll	Anm.
Undvik betong med retarderande tillsatsmedel eller flytmedel med retarderande effekt.		
Undvik betong med vct under 0,50 för lyckade resultat.	Vattencementtal (vct)	Ett vct runt 0,55 – 0,60 fungerar av erfarenhet bra.
Använd inte betong med för lös konsistens, med för högt vatteninnehåll, högt luftinnehåll eller för hög andel finballast.	Konsistens vct lufthalt** andel finballast	** lufthalt när inte betongmassa med lufttillsats för frostresistens avsetts.
Använd lämplig mängd cement i receptet,	dmax = 9,5 mm, 360 - 415 kg cement/kubikmeter, dmax = 19 mm, 320 - 375 kg cement/kubikmeter, dmax = 37,5 mm, 280 - 330 kg cement/kubikmeter.	dmax översatt från amerikanska standardmått

### Under gjutning:

Råd/Rekommendation	Kontroll	Anm.
Använd inte betong med lufttillsats > 3 % som skall hårdglättas*	Kontrollera alltid lufthalten i varje betongleverans	*Hårdglättas, det vill säga glättas med upprepade passager.  Om betongen inte skall ha någon tillsatt luft (XF-klassning), men visar sig ha högre lufthalt än 3 % bör aktuell betongleveransen inte användas.
Tillse att underlaget/marken är ordentligt uppvärmt innan gjutningen påbörjas.  Gjut aldrig på kallt underlag!	Mät temperaturen på/i underlaget/marken.	Vid vintergjutning bör underliggande marken även värmas upp.
Vänta med ytbehandling så länge som möjligt då underlaget/marken är kall och om flygaska ingår i betongen (cementet) och om plattan är tjock	Planera din gjutning.	Använd Produktionsplanering Betong (PPB).  Kallt underlag medför risk att betongen hårdar uppifrån ytan och nedåt mot det kalla underlaget
Vänta med bearbetningen av ytan så länge som möjligt om det råder varma och blåsiga förhållanden,	Använd dimspridare eller täck över betongen med plastfilm.	Använd Produktionsplanering Betong (PPB).  Överväg att lägga om schemat på sådant sätt att ytbehandlingen kan ske när det är svalare och vindstilla.
Vänta med bearbetningen av ytan så länge som möjligt så att betongen verkligen har satt sig och all eventuell blödning har upphört.	Vinkeln på glättningsbladen.	Justera glättningsbladen till att vara horisontella för att behålla ytan öppen.
Beställ betong med en betongsammansättning utan hög andel finballast.		Blödning av betongen är normalt och när blödningen upphör kan man börja kontrollera om det är dags att börja grovglätta.
Använd grov träbräda vid grovglättning av vanlig betong för att undvika tidig tätning av ytskiktet.		
Undvik att starta för tidigt med grovglättningen vid användning av åkglättningsmaskin för glättning.	Ett riktmärke som anges är att ett fotavtryck endast skall gå ner cirka 3 mm i betongen, att jämföra med 6 mm vid handhållen maskinglättning.	
Använd korrekt glättningssteknik och starta och avsluta bearbetningen vid rätt tidpunkt.		

I vissa fall är det föreskrivet att betonggolvet måste ha lufttillsats för att uppfylla kraven för konstruktioner som exempelvis är utsatt för frys- och upptiningscykler (exponeringsklass XF2-XF4). Man förbiser då ofta risken för delaminering vid ytbehandling.

För betong med förhöjd lufthalt för frostresistens rekommenderas följande råd, vilket i vissa fall åsidosätter normal praxis för ytbehandling.

Råd/Rekommendation	Kontroll	Anm.
I lufttillsatt betong bör verktyg av aluminium eller magnesium användas.		
Ströbetong är känsligare för delaminering om inte grovglättningen startas vid rätt tidpunkt.		Använd Produktionsplanering Betong (PPB).
Vänta med glättning till dess att betongen är för styv för att sluta sig, så den kan fortsätta andas.		
Utför två skurningar/grovglättningar med normalt tidsintervall emellan och gör den andra körningen rätvinkligt mot den första körningen.		
Utför sedan finglättning på samma sätt som grovglättningen, två gånger rätvinkligt mot varandra, med normalt tidsintervall mellan glättningarna.		
Om en extra hög ytfinhet krävs, tilta upp glättningsbladen och kör en extra gång.	Justera glättningsbladen	

Notera dock att ett utförande för betong med förhöjd lufthalt för frostresistens där fördröjd skurning tillämpas för att betongytan skall hinna sätta sig kan medföra svårigheter att innefatta eventuella planhetskrav (ACI 2010).

## Slutsatser

Till sist verkar det som om branschen har kommit ifrån de värsta problemen och håller på att tillämpa nya råd och rekommendationer för betongsammansättningar och arbetsmetoder vid utförandet. Såväl golventreprenör som betongleverantörer uppger att de inte erfaret några problem med delaminering de senaste två åren.

## Ytterligare information

### Kontaktpersoner:

**Lars Kraft**, CBI Betonginstitutet, tel 010-5166816,  
e-post: [lars.kraft@cbi.se](mailto:lars.kraft@cbi.se),

**Hans Hedlund**, Skanska Sverige AB, tel 010-448 00 00,  
e-post: [hans.hedlund@skanska.se](mailto:hans.hedlund@skanska.se)

### Litteratur:

- Delaminering av betonggolvet (av Lars Kraft, 2015, SBUF Slutrapport) kan laddas ned på [www.sbuf.se](http://www.sbuf.se) – Projekt 12805